



II

연구실 사전유해인자위험분석 예시집

2017 사전유해인자위험분석 우수사례



1. 대 상

1 영남대학교

가. 염색산단 등 도심산단 유해대기오염물질 정도관리

① 실험목적

- 도시 및 산단지역의 대기중 다환방향족탄화수소(PAH) 측정 및 실험실간 분석결과 비교

② 준비사항

- 재료 : 메탄올, 헥산, 아세톤, 질산, 염산, 아세토니트릴 등
- 시설 및 장비 : 주사기, 오토피펫, 실신지, 바알, HPLC/UV, 흡광광도계 등

③ 실험절차

연번	실험절차	절차내용
1	초자기구 건조 및 운반	• 실험 전 건조기에서 120℃, 30분 동안 건조시킨 후, 실험에 필요한 초자기구 준비
2	시약장에서 필요 물질 운반	• 내화 시약장에서 실험에서 사용할 메탄올, 헥산, 아세톤, 아세토니트릴 등을 꺼내 준비 • 운송기구를 이용하여 연구실로 필요 물질 이송
3	아세토니트릴로 카보닐화합물 추출 및 시료 분취	• HPLC 등급의 아세토니트릴(용매)을 3mL 씩 주사기로 주입 • DNPH와 결합된 카보닐화합물 추출 • 주사기를 이용하여 완전히 추출한 후 3 mL가 추출되었는지 메스실린더의 눈금을 확인
4	HPLC로 카보닐화합물 분석	• 추출액은 4 mL 갈색 바이알에 담은 후 고성능액체크로마토그래프 HPLC/UV를 이용한 카보닐화합물 분석을 위해 갈색 2 mL 바이알에 분취 • 갈색 2mL 바이알에 분취한 추출액을 septum이 있는 마개로 닫은 후 고성능액체크로마토그래프 HPLC/UV로 분석
5	폐액 및 폐시약병 처리	• 실험이 끝난 뒤 비커에 모은 용액은 안전폐액통에 성상에 맞게 분류하여 폐기 • 폐액이 누출되지 않도록 폐액용기의 뚜껑을 닫음



연구실 안전현황

(보존기간 : 연구종료일부 3년)

기관명	영남대학교		구 분	1.대 학 ☒ 2.연구 기관 ☐ 3.기업부설(연) ☐ 4.기 타 ☐
연구실 개요	연구실명	대기오염실험실		
	연구실 위치	E26 동 0 층 000 호		
	연구실 면적	114.48 m ²	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화학 / 화공 ☐ 2.기계 / 물리 ☐ 3.전기 / 전자 ☐ 4.생명 / 미생물 ☐ 5.건축/토목/자원 ☒ 6.기 타 ☒ (환경)
	연구실책임자명	백○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000 (000000@yu.ac.kr)
	연구실 안전관리 담당자명	백○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000 (0000000000@naver.com)
비상연락처		연구실안전환경관리자 : 010-000-0000 병원 : 053-000-0000(○○병원) 사고처리기관(소방서 등) : 119 기타 : 053-000-0000 (교내)		
연구실 수행 연구개발활동명 (실험/연구과제명)	1. 도시 및 산단지역 HAPs 모니터링(I)			
	2. 염색산단 등 도심산단 유해대기오염물질 정도관리			
	3. 대기오염공정시험법 (염화수소: 티오시안산 제이수은법)			
연구활동종사자 현황	연 번	이 름 (성별 표시)	직 위 (교수/연구원/학생 등)	담당 연구개발활동명 (연구/실험/실습명)
	1	백○○(남)	교수	1. 도시 및 산단지역 HAPs 모니터링(I) 2. 염색산단 등 도심산단 유해대기오염물질 정도관리 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)
	2	백○○(여)	대학원생	2. 염색산단 등 도심산단 유해대기오염물질 정도관리 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)
	3	김○○(여)	대학원생	1. 도시 및 산단지역 HAPs 모니터링(I) 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)
	4	박○○(남)	대학원생	1. 도시 및 산단지역 HAPs 모니터링(I) 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)
	5	배○○(남)	대학원생	2. 염색산단 등 도심산단 유해대기오염물질 정도관리 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)
	6	정○○(남)	대학원생	1. 도시 및 산단지역 HAPs 모니터링(I) 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)
	7	라○○(여)	대학원생	1. 도시 및 산단지역 HAPs 모니터링(I) 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)
	8	홍○○(여)	대학원생	2. 염색산단 등 도심산단 유해대기오염물질 정도관리 3. 대기오염공정시험법(염화수소: 티오시안산 제이수은법)



주요기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구·기계·장비)	규 격 (수량)	활용 용도	비 고
	1	고성능액체크로마토 그래프	1대	카보닐 분석	물품번호 : 75456800000 모델명 : 고성능액체크로마토그래프
	2	회전증발기	1대	시료농축	물품번호 : 04509000000 모델명 : 회전증발기
	3	액-액 추출장치	1대	시료추출	물품번호 : 73762700000 모델명 : Soxtec Avanti 2005 System
	4	건조기	1대	초자 건조	물품번호 : 06454400000 모델명 : F0600M
	5	흡후드	1대	국소배기	물품번호 : 05027 모델명 : EP-4B-2
	6	머플로	1대	필터 전처리	물품번호 : 00190 모델명 : LEF-205P
	7	흡광광도계	1대	흡광도 분석	물품번호 : 73512100000 모델명 : JASCO V-600

연구실 유해인자																											
화학물질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준)	- 보유 물질 - <table border="0"> <tr> <td>1. 폭발성 물질</td> <td>☐</td> <td>2. 인화성 물질</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>3. 물 반응성 물질</td> <td>☐</td> <td>4. 산화성 물질</td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>5. 고압가스</td> <td>☒</td> <td>6. 자기반응성 물질</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>7. 발화성 물질</td> <td>☐</td> <td>8. 유기과산화물</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>9. 금속부식성 물질</td> <td>☒</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			1. 폭발성 물질	☐	2. 인화성 물질	☒	3. 물 반응성 물질	☐	4. 산화성 물질	☒	5. 고압가스	☒	6. 자기반응성 물질	☐	7. 발화성 물질	☐	8. 유기과산화물	☐	9. 금속부식성 물질	☒						
1. 폭발성 물질	☐	2. 인화성 물질	☒																								
3. 물 반응성 물질	☐	4. 산화성 물질	☒																								
5. 고압가스	☒	6. 자기반응성 물질	☐																								
7. 발화성 물질	☐	8. 유기과산화물	☐																								
9. 금속부식성 물질	☒																										
가 스 (「고압가스관리법」 기준)	7727-37-9(질소(NITROGEN))																										
생물체	1. 고위험병원체 (-)종 2. 고위험 병원체를 제외한 제3 위험군 (-)종 3. 고위험 병원체를 제외한 제4 위험군 (-)종																										
물리적 유해인자	<table border="0"> <tr> <td>1. 소음</td> <td>☐</td> <td>2. 진동</td> <td>☐</td> <td>3. 방사선</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>4. 이상기온</td> <td>☒</td> <td>5. 이상기압</td> <td>☐</td> <td>6. 분진</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>7. 전기</td> <td>☒</td> <td>8. 레이저</td> <td>☐</td> <td>9. 위험기계·기구</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>10. 기타</td> <td>☐</td> <td>(</td> <td></td> <td>)</td> <td></td> </tr> </table>			1. 소음	☐	2. 진동	☐	3. 방사선	☐	4. 이상기온	☒	5. 이상기압	☐	6. 분진	☐	7. 전기	☒	8. 레이저	☐	9. 위험기계·기구	☐	10. 기타	☐	(		)	
1. 소음	☐	2. 진동	☐	3. 방사선	☐																						
4. 이상기온	☒	5. 이상기압	☐	6. 분진	☐																						
7. 전기	☒	8. 레이저	☐	9. 위험기계·기구	☐																						
10. 기타	☐	(		)																							
24시간 가동여부		☐ Yes ☒ No																									
		정전시 긴급대응 여부 ☐ Yes ☒ No																									



개인보호구 현황 및 수량					
방독면 마스크 (복합 가스용)	14	방독면 마스크 (유기 가스용)	14	방진 마스크	34
안전고글	11	안전장갑	5	실험실 가운	9
비상구급함	1	방진/방독/송기 마스크	34/28/0		
기타					

안전장비 및 설비 보유현황			
☒ 세안설비(Eye washer) ☒ 가스누출경보장치 ☐ 케미컬누출대응킷 ☒ 시약보관캐비닛 ☒ 기타 (고압전기 외 16 건)	☒ 비상사위시절 ☐ 자동차단밸브(AVS) ☐ 유(油)흡착포 ☐ 글러브 박스	☒ 흡후드 ☐ 중화제독장치(Scrubber) ☒ 안전폐액통 ☐ 불산치료제(CGG)	☒ 국소배기장치 ☐ 가스 실린더 캐비닛 ☐ 레이저 방호장치 ☒ 소화기

연구실 배치현황	
배치도	주요 유해인자 위험설비 사진
* 아래 참조	

* 배치도



연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석

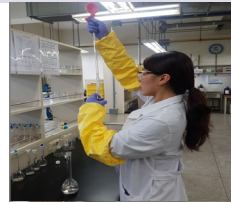
(보존기간 : 연구종료일부 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	염색산단 등 도심산단 유해대기오염물질 정도관리	연구기간 (실험·실습/연구과제)	2017.03.01 ~ 2017.08.31
연구 (실험·실습/연구과제) 주요 내용	대기 중 다환방향족탄화수소(PAH) 측정 및 실험실간 분석 결과 비교		
연구활동종사자	백○○, 백○○, 배○○, 홍○○		

유해인자		유해인자 기본정보			
	CAS NO 물질명	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA 심볼	위험분석
1) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 제2조에 따른 유해화학물질	109-99-9 테트라 하이드로 푸란	4L×2병	 인화성물질경고 부식성물질경고 경고 호흡기과민성 바람성		- H225: 고인화성 액체 및 증기 - H303: 삼키면 유해할 수 있음 - H318: 눈에 심한 손상을 일으킴 - H335: 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 - H351: 암을 일으킬 것으로 의심됨
	75-05-8 아세트 니트릴	4L×10병	 인화성물질경고 경고		- H225: 고인화성 액체 및 증기 - H302: 삼키면 유해함 - H319: 눈에 심한 자극을 일으킴 - H335: 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 - H402: 수생생물에유해함
	67-56-1 메틸 알코올	4L×11병	 경고 인화성물질경고 호흡기과민성 바람성		- H225: 고인화성 액체 및 증기 - H319: 눈에 심한 자극을 일으킴 - H360: 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 - H370: 신체 중 중추신경, 시신경에 손상을 일으킴
2) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 가스 및 「고압가스관리법」에 의한 독성 가스	해당없음				
3) 생물체	해당없음				
4) 물리적 유해인자 (소음, 진동, 방사선 등)	기구명	유해인자 종류	크기	위험분석	
	전기	전기	-	- 전기가 흐르고 있는 전기 기기 등에 사람이 접촉되어 인체에 전기가 흘러 일어나는 화상 또는 불구자가 되거나 심한 경우에는 생명을 잃게 됨 - 전기가 원인이 되어 일어나는 화재 발생	



안전계획

취급 방법	[실험실 자체 방법*] 1. 취급 시 국소배기장치를 작동시켜 실험실 내 환기를 실시한다. 2. 누출된 화학물질(메탄올, 헥산, 아세톤)이 피부에 묻거나 기화되어 호흡기로 흡입될 수 있으므로 복합 가스용 방독면 마스크, 보안경 등 보호구를 착용한다. 3. 시약병을 떨어뜨려 신체에 부상을 입을 수 있으므로 캐비닛 또는 시약장에서 화학물질을 꺼낼 때 떨어뜨리지 않도록 주의한다. 액체 시약병은 양손으로 1개씩만 옮긴다. 그리고 안전 캐비닛에서 꺼낼 경우 최소 2인 이상이 함께 운반한다. 4. 초자기구 및 실험도구를 다룰 때 신체에 부딪히거나 찔리지 않도록 주의 [MSDS] 메탄올, 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란 공통사항 1. 압력을 가하거나, 자르거나, 용접, 납땜, 접합, 뚫기, 연마 또는 열에 폭로, 화염, 불꽃, 정전기 또는 다른 점화원에 폭로하지 마시오. 2. 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 따르시오. 3. 취급/저장에 주의하여 사용하십시오. 4. 개봉 전에 조심스럽게 마개를 여시오. 5. 물질 취급시 모든 장비를 반드시 접지하십시오. 6. 피해야할 물질 및 조건에 유의하십시오. 7. 저지대 밀폐공간에서 작업시 산소결핍의 우려가 있으므로 작업중, 공기중 산소농도 측정 및 환기를 하시오. 8. 스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하십시오. 9. 정전기 방지 조치를 취하십시오. 10. (분진·흙·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하십시오. 11. 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하십시오. 아세토니트릴 특이사항 1. 공학적 관리 및 개인보호구를 참조하여 작업하십시오 2. 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으십시오. 3. 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오. 테트라하이드로푸란 특이사항 1. 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급하지 마시오.	 
	[실험실 자체 방법] 1. 아세토니트릴과 메탄올은 인화성 안전 캐비닛에 보관하였으며, 전도를 방지하기 위한 안전 바를 설치하였다. 2. 테트라하이드로푸란은 부식성물질이므로 인화성물질과 혼합적재해서는 안되며 내산 시약장에 따로 보관한다. 3. 실험실 내 음식물 반입을 금지한다. 4. 절대로 화기를 가까이 하지 않는다. [MSDS] 메탄올, 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란 1. 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하십시오 - 금연 2. 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하십시오. 3. 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하십시오. 4. 음식과 음료수로부터 멀리하십시오. 5. 피해야할 물질 및 조건에 유의하십시오	 

* 실험실 자체 방법: MSDS를 바탕으로 실질적인 연구실 환경에 맞게 자체적으로 방법을 마련함.



안전계획	
폐기 방법	[실험실 자체 방법*] 1. 폐액용기로 옮기는 도중 절대로 화기를 가까이 하지 않는다. 2. 폐액처리 후 화학물질이 누출되지 않도록 폐액용기의 뚜껑을 닫는다. 3. 폐액은 성상별로 분류하여 폐액용기에 담는데 아세트니트릴, 테트라하이드로푸란, 메탄올은 유기용제용 폐액용기에 보관한다. 4. 폐시약병에 화학물질이 남아있지 않도록 깨끗이 세척한 다음 세척확인 라벨을 부착한다. 5. 폐액용기는 통풍이 잘되는 그늘진 곳에 보관한다. 6. 폐시약병이 파손되어 신체에 부상을 입을 수 있으므로 폐시약병은 양손으로 1개씩만 옮긴다. 7. 폐시약병 운반 시 깨지지 않도록 주의한다. 8. 용기가 사용 완료된 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 물로 세 번 세척한다. 9. 세척된 폐시약병은 종이박스에 담고 깨지지 않도록 신문지나 에어캡으로 포장한다. 10. 세척된 용기와 폐시약 등 은 교내 폐기 절차에 따라 매월 5일, 20일 지정된 장소에서 수거차량을 통해 폐기한다.
	[MSDS] - 메탄올, 아세트니트릴, 테트라하이드로푸란 다음 중 하나의 방법으로 처리하시오. 1. 소각하시오. 2. 증발 · 농축방법으로 처리한 후 그 잔재물은 소각하시오. 3. 분리 · 증류 · 추출 · 여과의 방법으로 정제한 후 그 잔재물은 소각하시오. 4. 중화 · 산화 · 환원 · 중합 · 축합의 반응을 이용하여 처리하시오. 5. 잔재물은 소각하거나, 응집 · 침전 · 여과 · 탈수의 방법으로 다시 처리한 후 그 잔재물은 소각하시오.
안전 설비 및 개인 보호구 활용 방안	[MSDS] - 메탄올, 아세트니트릴, 테트라하이드로푸란 1. 호흡기 보호 - 노출농도가 2500ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 전면형 또는 전동식 반면형 또는 공기 공급형 연속호흡식/압력요구식 반면형 호흡보호구를 착용하시오. - 노출농도가 50000ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 전면형 또는 헬멧/후드 타입, 압력요구식 송기마스크를 착용하시오. - 노출농도가 500000ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 자가공기공급식(SCBA) 또는 압력요구식 자가공기공급식(SCBA) 호흡보호구를 착용하시오. - 노출되는 기체/액체 물리화학적 특성에 맞는 한국산업안전보건공단의 인증을 필한 호흡용 보호구를 착용하시오. - 노출농도가 500ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 반면형 호흡보호구를 착용하시오. - 노출농도가 1250ppm보다 낮을 경우 적절한 필터 또는 정화통을 장착한 비밀착형(loose-fitting) 후드/헬멧형 전동식 호흡보호구 혹은 연속호흡식 방진마스크를 착용하시오.



*실험실 자체 방법: MSDS를 바탕으로 실질적인 연구실 환경에 맞게 자체적으로 방법을 마련함.

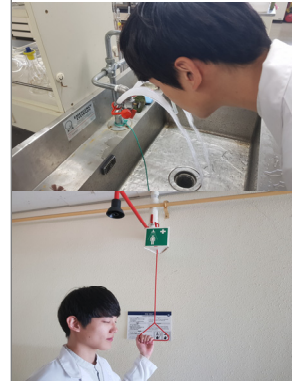


비상조치계획

응급 조치 방법

[실험실 자체 방법*]

1. 피부에 접촉했을 때 노출된 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 세척한다.(눈인 경우 비상세안기, 전신에 접촉된 경우 비상샤워기 등)
2. 기화된 화학물질을 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다.
3. 약품 누출 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등)
 - ○○안과 병원(053.000.0000)
 - 화상환자: 대구 ○○병원(053.000.0000)



[MSDS]

- 메탄올, 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란

1. 눈에 들어갔을 때
 - 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻으시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하십시오. 계속 씻으시오.
 - 눈에 자극이 지속되면 의학적인 조치·조언을 구하십시오.
2. 피부에 접촉했을 때
 - 오염된 옷과 신발을 제거하고 오염지역을 격리하십시오.
 - 화상의 경우 즉시 찬물로 가능한 오래 해당부위를 식히고, 피부에 들러붙은 옷은 제거하지 마시오.
 - 비누와 물로 피부를 씻으시오.
 - 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하십시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하십시오.
 - 피부 자극이 생기면 의학적인 조치·조언을 구하십시오.
3. 흡입했을 때
 - 과량의 먼지 또는 흡에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치를 취하십시오.
 - 호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시하십시오.
 - 호흡이 힘들 경우 산소를 공급하십시오.
 - 노출되거나 노출이 우려되면 의학적인 조치·조언을 구하십시오.
 - 토하게 하지 마시오.
4. 먹었을 때
 - 삼켰다면 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
 - 토하게 하지 마시오.
5. 기타 의사의 주의사항
 - 폭로시 의료진에게 연락하고 추적조사 등의 특별한 응급조치를 취하십시오.
 - 의료인력이 해당물질에 대해 인지하고 보호조치를 취하도록 하시오.

* 실험실 자체 방법: MSDS를 바탕으로 실질적인 연구실 환경에 맞게 자체적으로 방법을 마련함.



비상조치계획

[실험실 자체 방법*]

1. 누출을 방지하기 위해 용액 분취시 흡착포를 깔고 작업한다.
2. 화학물질이 누출된 경우 개인보호구를 입은 상태에서 케미컬용 흡착포로 제거한다.



누출시 대처 방법

[MSDS]메탄올, 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란

1. 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구
 - 매우 미세한 입자는 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 모든 점화원을 제거하십시오.
 - 엇질러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 향의 예방조치를 따르십시오.
 - 누출물을 만지거나 걸어도다니지 마십시오.
 - 모든 점화원을 제거하십시오.
 - 물질 취급시 모든 장비를 반드시 접지하십시오.
 - 위험하지 않다면 누출을 멈추십시오.
 - 증기발생을 줄이기 위해 증기억제포말을 사용할 수 있음.
 - 피해야할 물질 및 조건에 유의하십시오.
(분진·흙·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하십시오.
2. 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항
 - 누출물은 오염을 유발할 수 있음
 - 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입을 방지하십시오.
3. 정화 또는 제거 방법
 - 소화를 위해 제방을 쌓고 물을 수거하십시오.
 - 불활성 물질(예를 들어 건조한 모래 또는 흙)로 엇지른 것을 흡수하고, 화학폐기물 용기에 넣으십시오.
 - 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제와 물로 씻어 내십시오.
 - 다량 누출시 액체 누출물과 멀게하여 도랑을 만드십시오.
 - 청결한 방폭 도구를 사용하여 흡수된 물질을 수거하십시오.

* 실험실 자체 방법: MSDS를 바탕으로 실질적인 연구실 환경에 맞게 자체적으로 방법을 마련함.



비상조치계획

[실험실 자체 방법*]

1. 실험실내에 비치된 소화기를 이용하여 화재시 소화한다.
2. 연소에 의한 유독 가스발생을 대비해 실험실 전체를 환기시키고 화재시 각 연구원의 역할에 따라 화재 진압을 실시하며, 대피 시 대피도에 나타나있는 경로대로 대피한다.
3. 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다.
4. 용기가 가열되지 않도록 건조기와 같은 고온 발생기와 가능한 멀리 떨어져 실험한다.
5. 전기화재 발생 시 감전 위험 있으므로 물 분사를 금지하며, C급 소화기를 사용하여 초기 진화한다.
6. 화재 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등)
 - 재난신고(119)



[MSDS]

- 메탄올, 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란

1. 적절한(부적절한) 소화제
 - 이 물질과 관련된 소화시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무를 사용할 것.
 - 질식소화시 건조한 모래 또는 흙을 사용할 것.
2. 화학물질로부터 생기는 특정 유해성
 - 고인화성 액체 및 증기.
 - 격렬하게 중합반응하여 화재와 폭발을 일으킬 수 있음.
 - 증기는 점화원에 옮겨져 발화될 수 있음.
 - 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스가 발생될 수 있음.
 - 인화점이나 그 이상에서 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음.
 - 가열시 용기가 폭발할 수 있음.
 - 고인화성: 열, 스파크, 화염에 의해 쉽게 점화됨.
 - 누출물은 화재/폭발 위험이 있음.
 - 실내, 실외, 하수구에서 증기 폭발 위험이 있음.
 - 증기는 공기와 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음.
 - 증기는 자각 없이 현기증 또는 질식을 유발할 수 있음.
 - 흡입 및 접촉 시 피부와 눈을 자극하거나 화상을 입힘.
3. 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치
 - 구조자는 적절한 보호구를 착용하십시오.
 - 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화하십시오.
 - 대부분 물보다 가벼우니 주의하십시오.
 - 대부분의 증기는 공기보다 무겁기 때문에 지면을 따라 확산하고 저지대나 밀폐공간에 축적될 수 있음.
 - 뜨거운 상태로 운반될 수 있으니 주의하십시오.
 - 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 옮기시오.

화재
폭발시
대처
방법

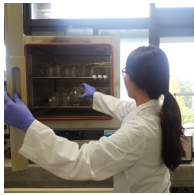
*실험실 자체 방법: MSDS를 바탕으로 실질적인 연구실 환경에 맞게 자체적으로 방법을 마련함.



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부 3년)

연구목적 : 도시 및 산단지역의 유해대기오염물질(HAPs) 측정 및 분석

순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
1	실험 전 세척된 초자기구를 120℃에서 30분 동안 건조 및 운반  	초자기구에 잔류한 화학 물질에 의해 화재가 날 수 있다. [화학 화재·폭발]	기기에 넣기 전 초자기구에 화학물질이 남아 있지 않도록 깨끗이 세척한다.	- 화학물질 화재발생 시 소화기로 초기진화 실시 및 2차 재해에 대비하여 안전한 지정된 장소로 대피한다. - 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마시게 한다. - 화재 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - 재난신고(119)
		전기기기에 감전될 수 있다. [감전]	- 전기기기 사용 시에는 필히 접지한다. - 전원부가 물에 닿지 않도록 주의하며, 젖은 손으로 기기를 다루지 않는다.	- 감전사고 발생 시 2차 감전을 방지하기 위해 감전 부상자와 신체접촉이 안되도록 주의하며 나무 또는 플라스틱 막대를 이용해 부상자를 구호한다. - 부상자의 상태(의식, 호흡, 맥박, 출혈 등)를 살피고 심폐소생술 등 응급처치를 한다. - 감전사고 상황신고(부상자 유·무 등)
		전기화재가 발생할 수 있다. [전기화재]	- 용량을 초과하는 문어 발식 멀티콘센트 사용을 금지한다. - 전열기 근처에 가연물을 방치하지 않는다.	- 전기화재 발생 시 감전 위험 있으므로 물 분사를 금지하며, C급 소화기를 사용하여 초기 진화한다. - 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마시게 한다. - 화재 발생사고 상황신고(위치, 부상자 유·무 등) - 재난신고(119)
		건조 중 문을 열 경우 120℃의 고온에 의한 화상을 입을 수 있다. [화상]	온도가 떨어지지 않은 상태에서는 열지 않는다.	화상을 입은 경우 깨끗한 물에 적신 헝겊으로 상처부위를 냉각하고 감염방지 응급처치를 한다. - 화상환자: ○○병원(053.000.0000)
		- 초자기구를 옮기는 중에 파손될 수 있다. - 문에 신체 일부가 끼일 수 있다. [상처 및 출혈]	- 초자기구는 눈높이 이상에 보관하지 않고 운반 및 사용에 주의한다. - 신체가 끼이지 않도록 주의한다.	상처가 난 경우 흐르는 깨끗한 물로 세척하고 비상구급함을 이용해 지혈 및 소독한다. 출혈이 심한 경우 상처부위를 심장보다 높은 곳에 위치하게 한다. - ○○안과 병원(053.000.0000) - 손·발 접합: ○○병원(053.000.0000) - 척추: ○○○병원(053.000.0000)
		공통 부분	- 안전보건표지를 부착하고 준수한다. - 개인보호구(실험실 가운, 보호 장갑)를 착용한다. - 사용이 완료되면 반드시 전원을 끈다.	- 추가피해가 없도록 방열장갑(감전사고인 경우 절연장갑) 착용 후 기기 작동을 중지한다. - 부상자의 상태(의식, 호흡, 맥박, 출혈 등)를 살피고 심폐소생술 등 응급처치를 한다. - 부상자를 안전한 장소로 옮기고, 사고 사실을 주변에 알리면서 신고한다. - 환경설비팀(053.000.0000) - 교내사고 신고(053.000.0000) - 응급환자: 경산 ○○병원(053.000.0000)



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 도시 및 산단지역의 유해대기오염물질(HAPs) 측정 및 분석

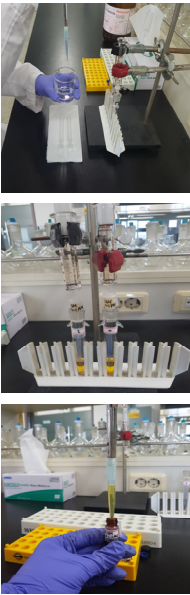
순서	연구실험 절차	위험분석유형	안전계획	비상조치계획
2	시약장에서 아세토니트릴, 메탄올, 테트라하이드로푸란 운반    	누출된 화학물질(아세토니트릴, 메탄올, 테트라하이드로푸란)이 피부에 묻거나 기화되어 호흡기로 흡입될 수 있다. [화학 누출·접촉]	- 개인보호구(실험실 가운, 보호 장갑, 안전고글, 방독 마스크 등)를 착용한다. - 기화된 화학물질에 의해 뚜껑 잘 열리지 않을 경우 피부에 튀지 않게 주의하며 안전하게 연다.	- 피부에 접촉했을 때 누출된 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 세척한다.(눈인 경우 비상세안기, 전신에 접촉된 경우 비상샤워기 등) - 화학물질이 누출된 경우 개인보호구를 입은 상태에서 케미컬용 흡착포로 제거한다. - 기화된 화학물질을 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. - 약품 누출 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - 〇〇안과 병원(053.000.0000) - 화상환자: 대구〇〇병원(053.000.0000)
		누출된 화학물질이 서로 반응할 수 있으며, 화재가 발생할 수 있다. [화학 화재·폭발]	- 아세토니트릴과 메탄올은 인화성 안전 캐비닛에 보관한다. - 테트라하이드로푸란은 부식성물질이므로 인화성 물질과 혼합적재해서는 안되며 내산 시약장에 따로 보관한다. - 절대로 화기를 가까이 하지 않는다.	- 화학물질로 인한 화재발생 시 소화기로 초기 진화 실시 및 2차 재해에 대비하여 안전한 지정된 장소로 대피한다. - 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. - 화재 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - 재난신고(119)
		- 시약병이 파손될 수 있다. - 시약병을 떨어뜨려 신체에 부상을 입을 수 있다. - 시약장개폐시문에신체의 일부가 끼일 수 있다. [상처 및 출혈]	- 캐비닛 또는 시약장에서 화학물질을 꺼낼 때 떨어뜨리지 않도록 주의한다. - 액체 시약병은 양손으로 1개씩만 옮긴다. - 안전 캐비닛에서 꺼낼 경우 최소 2인 이상이 함께 운반한다.(운반자 1인, 개폐자 1인)	- 상처가 난 경우 흐르는 깨끗한 물로 세척하고 비상구급함을 이용해 지혈 및 소독한다. 출혈이 심한 경우 상처부위를 심장보다 높은 곳에 위치하게 한다. - 멍이든 경우 얼음주머니나 찬물로 찜질을 한다. - 〇〇안과 병원(053.000.0000) - 손·발 접합: 〇〇병원(053.000.0000) - 척추: 〇〇〇병원(053.000.0000)
		공동 부분	- 안전보건표지를 부착하고 준수한다. - MSDS/GHS를 비치하고 화학물질 성상별 취급법을 숙지한다. - 시약장에서 시약 운반 후 반드시 잠금장치를 이용해 외부인이 함부로 접근하지 못하게 한다.	- 부상자의 상태(의식, 호흡, 맥박, 출혈 등)를 살피고 심폐소생술 등 응급처치를 한다. - 부상자를 안전한 장소로 옮기고, 사고 사실을 주변에 알리면서 신고한다. - 환경설비팀(053.000.0000) - 교내사고 신고(053.000.0000) - 응급환자: 경산 〇〇병원(053.000.0000)



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 도시 및 산단지역의 유해대기오염물질(HAPs) 측정 및 분석

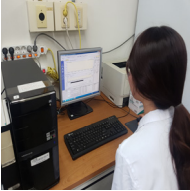
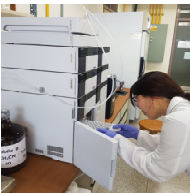
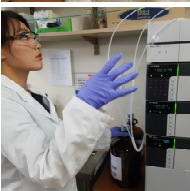
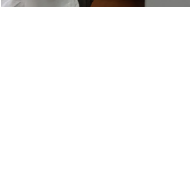
순서	연구·실험 절차	위험분석 [유형]	안전계획	비상조치계획
3	아세트ونی트릴(용매)로 카보닐화합물 추출 및 시료 분취 	• 화학물질(아세트ونی트릴, 메탄올)이 피부에 묻거나 기화되어 호흡기로 흡입될 수 있다.[화학 누출·접촉]	• 개인보호구(실험실 가운, 보호 장갑, 안전고글, 방독 마스크 등)를 착용한다. • 아세트ونی트릴, 메탄올 사용 시 흘리지 않도록 주의한다.	• 피부에 접촉했을 때 노출된 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 세척한다.(눈인 경우 비상 세안기, 전신에 접촉된 경우 비상샤워기 등) • 기화된 화학물질을 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. • 약품 누출 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - ○○안과 병원(053.000.0000) - 화상환자: 대구○○병원(053.000.0000)
		• 기화된 화학물질에 의해 화재가 날 수 있다.[화학 화재·폭발]	• 국소배기장치를 가동한다. • 절대로 화기를 가까이 하지 않는다.	• 화학물질 화재발생 시 소화기로 초기진화 실시 및 2차 재해에 대비하여 안전한 지정된 장소로 대피한다. • 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. • 화재 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - 재난신고(119)
		• 초자가구가 파손될 수 있다.[상처 및 출혈]	• 초자가구 및 실험도구를 다룰 때 신체에 부딪히거나 찔리지 않도록 주의한다.	• 상처가 난 경우 흐르는 깨끗한 물로 세척하고 비상구급함을 이용해 지혈 및 소독한다. 출혈이 심한 경우 상처부위를 심장보다 높은 곳에 위치하게 한다. - ○○안과 병원(053.000.0000) - 손·발 접합: ○○병원(053.000.0000) - 척추: ○○병원(053.000.0000)
		공동 부분	• 안전보건표지를 부착하고 준수한다.	• 부상자를 안전한 장소로 옮기고, 사고 사실을 주변에 알리면서 신고한다. - 환경설비팀(053.000.0000) - 교내사고 신고(053.000.0000) - 응급환자: 경산 ○○병원(053.000.0000)
4	HPLC로 카보닐화합물 분석	• 이동상 용액(아세트ونی트릴, 테트라하이드로 푸란)이 누출되어 피부에 묻거나 기화되어 호흡기로 흡입될 수 있다.[화학 누출·접촉]	• 개인보호구(실험실 가운, 보호 장갑, 안전고글, 방독 마스크 등)를 착용한다.	• 피부에 접촉했을 때 노출된 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 세척한다.(눈인 경우 비상 세안기, 전신에 접촉된 경우 비상샤워기 등) • 기화된 화학물질을 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. • 약품 누출 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - ○○안과 병원(053.000.0000) - 화상환자: 대구○○병원(053.000.0000)



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

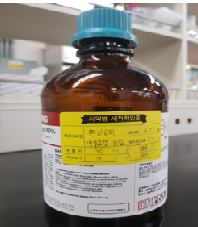
연구목적 : 도시 및 산단지역의 유해대기오염물질(HAPs) 측정 및 분석

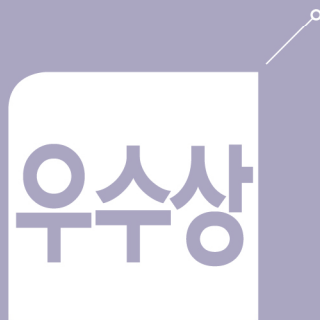
순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
4	HPLC로 카보닐화합물 분석 	이동상 용액(아세트오니 트릴, 테트라하이드로 푸란)이 누출되어 기화된 상태에서 화재가 날 수 있다. [화학 화재·폭발]	- 이동상 용액이 누출되지 않도록 용액병을 파라필름으로 잘 감싼다. - 절대로 화기를 가까이 하지 않는다.	- 화학물질 화재발생 시 소화기로 초기진화 실시 및 2차 재해에 대비하여 안전한 지정된 장소로 대피한다. - 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. - 화재 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - 재난신고(119)
		전기기기에 감전될 수 있다. [감전]	- 전기기기 사용 시에는 필히 접지한다. - 전원부가 물에 닿지 않도록 주의하며, 젖은 손으로 기기를 다루지 않는다.	- 감전사고 발생 시 2차 감전을 방지하기 위해 감전 부상자와 신체접촉이 안되도록 주의하며 나무 또는 플라스틱 막대를 이용해 부상자를 구호한다. - 부상자의 상태(의식, 호흡, 맥박, 출혈 등)를 살피고 심폐소생술 등 응급처치를 한다. - 감전사고 상황신고(부상자 유·무 등)
		전기화재가 발생할 수 있다. [전기화재]	- 용량을 초과하는 문어발식 멀티콘센트 사용을 금지한다. - 전열기 근처에 가연물을 방치하지 않는다.	- 전기화재 발생 시 감전 위험 있으므로 물 분사를 금지하며, C급 소화기를 사용하여 초기 진화한다. - 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. - 화재 발생사고 상황신고(위치, 부상자 유·무 등) -재난신고(119)
		시약병을 옮기는 중에 파손될 수 있다. [상처 및 출혈]	- 시약병을 떨어뜨리지 않도록 주의한다. - 액체 시약병은 양손으로 1개씩만 옮긴다.	- 상처가 난 경우 흐르는 깨끗한 물로 세척하고 비상구급함을 이용해 지혈 및 소독한다. 출혈이 심한 경우 상처부위를 심장보다 높은 곳에 위치하게 한다. - 멍이든 경우 얼음주머니나 찬물로 찜질을 한다. - ○○안과 병원(053.000.0000) - 손·발 접합: ○○병원(053.000.000) - 척추: ○○병원(053.000.0000)
5	폐액 및 폐시약병 처리	공동 부분	- 안전보건표지를 부착하고 준수한다. - 사용이 완료되면 반드시 전원을 끈다.	- 추가피해가 없도록 보호 장갑(감전사고인 경우 절연장갑)기기 작동을 중지한다. - 부상자를 안전한 장소로 옮기고, 사고 사실을 주변에 알리면서 신고한다. - 환경설비팀(053.000.0000) - 교내사고 신고(053.000.0000) - 응급환자: 경산○○병원(053.000.0000)
		폐시약병이 파손되어 신체에 부상을 입을 수 있다. [상처 및 출혈]	- 폐시약병은 양손으로 1개씩만 옮긴다. - 폐시약병 운반 시 깨지지 않도록 주의한다. - 세척된 폐시약병은 종이 박스에 담고 깨지지 않도록 신문지나 에어캡으로 포장한다.	- 상처가 난 경우 흐르는 깨끗한 물로 세척하고 비상구급함을 이용해 지혈 및 소독한다. 출혈이 심한 경우 상처부위를 심장보다 높은 곳에 위치하게 한다. - 멍이든 경우 얼음주머니나 찬물로 찜질을 한다. - ○○안과 병원(053.000.0000) - 손·발 접합: ○○병원(053.000.000) - 척추: ○○병원(053.000.0000)

연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부 3년)

연구목적 : 도시 및 산단지역의 유해대기오염물질(HAPs) 측정 및 분석

순서	연구·실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
5	폐액 및 폐시약병 처리   	• 폐시약(아세트니트릴, 테트라하이드로푸란, 메탄올 등 유기용제 혼합물)을 붓는 중에 피부에 묻거나 기화되어 호흡기로 흡입될 수 있다. [화학 누출·접촉]	• 개인보호구(살함실기온, 보호장갑)를 착용하고 폐시약을 다룬다. • 국소배기장치를 가동한다.	• 피부에 접촉했을 때 노출된 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 세척한다.(눈인 경우 비상세안기, 전신에 접촉된 경우 비상사위기 등) • 화학물질이 누출된 경우 개인보호구를 입은 상태에서 케미컬용 흡착포로 제거한다. • 기화된 화학물질을 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. •약품 누출 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - ○○안과 병원(053.000.0000) - 화상환자: 대구 ○○병원(053.000.0000)
		• 누출된 폐액증기로 인해 화재가 날 수 있다. • 혼합되어서는 안되는 물질이 혼합되어 반응할 수 있으며, 화재가 발생할 수 있다. • 폐시약병에 잔류한 화학물질로 인해 장기간 방치 시 시약병이 폭발할 수 있다. [화학 화재·폭발]	• 폐액용기로 옮기는 도중 절대로 화기를 가까이 하지 않는다. • 폐액처리 후 화학물질이 누출되지 않도록 폐액용기의 뚜껑을 닫는다. • 폐액은 성상별로 분류하여 폐액용기에 담는데 아세트니트릴, 테트라하이드로푸란, 메탄올은 유기용제용 폐액용기에 보관한다. • 폐시약병에 화학물질이 남아 있지 않도록 깨끗이 세척한 다음 세척확인 라벨을 부착한다. • 폐액용기는 통풍이 잘되는 그늘진 곳에 보관한다.	• 화학물질로 인한 화재발생 시 소화기로 초기 진화 실시 및 2차 재해에 대비하여 안전한 지정된 장소로 대피한다. • 연기를 흡입한 경우 곧바로 신선한 공기를 마신다. • 화재 발생사고 상황신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유·무 등) - 재난신고(119)
		공동 부분	• MSDS/GHS를 비치하고 화학물질 성상별 취급법을 숙지한다.	• 부상자의 상태(의식, 호흡, 맥박, 출혈 등)를 살피고 심폐소생술 등 응급처치를 한다. • 부상자를 안전한 장소로 옮기고, 사고 사실을 주변에 알리면서 신고한다. - 환경설비팀(053.000.0000) - 교내사고 신고(053.000.0000) - 응급환자: 경산○○병원(053.000.0000)



사전유해인자위험분석 우수사례

(2017 보고서 경진대회)



기초과학연구원

나세진



2. 우수상

1 기초과학연구원

가. 약하게 반응하는 입자들과 우주에 대한 연구

① 실험목적

- NaI, CaCO_3 등의 저순도 파우더를 화학적으로 정제하여 고순도 파우더 제작

② 준비사항

- 재료 : 질산, 염화수소, 암모니아수, NaI, CaCO_3 등
- 시설 및 장비 : 마이크로피펫, 여과플라스크, 초음파세척기, 히팅플레이트 등

③ 실험절차

연번	실험절차	절차내용
1	초자 및 시약준비	• 실험을 위해 필요한 초자 및 시약 준비
2	투입	• 글러브박스에서 NaI 파우더를 계량한 후 비이커에 투입
3	용해	• 파우더를 Di-water에 용해한 후 5%로 희석한 HI 용액을 조금 넣어 pH를 낮추고 물 중탕을 이용해 60~70 °C에서 용해
4	침전	• 완전히 용해된 용액을 waterjet pump를 사용하여 필터링한 후 걸러진 용액을 mechanical stirrer로 빠르게 저으며 천천히 식힘
5	여과	• 재결정 된 NaI crystal을 vacuum filtration을 통해 걸러냄
6	건조	• 차가운 pure ethanol으로 crystal을 한번 세척 후 vacuum oven를 사용하여 130 °C 에서 건조
7	정리	• 실험 종료 후 용액 폐기 및 초자 세척



연구실 안전현황

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

기관명	기초과학연구원		구 분	1.대 학 ☐ 2.연구 기관 ☒ 3.기업부설(연구) ☐ 4.기 타 ☐
연구실 개요	연구실명	단결정육성연구실 지하실험연구단		
	연구실 위치	KT 대덕 1연구센터 내부 ○○동		
	연구실 면적	97 m ²	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화학 / 화공 ☒ 2.기계 / 물리 ☒ 3.전기 / 전자 ☐ 4.생명 / 미생물 ☐ 5.건축/토목/자원 ☐ 6.기 타 ☐ ()
	연구실책임자명	나○○	연락처 (e-mail 포함)	042-000-0000 (000000@ibs.re.kr)
	연구실 안전관리 담당자명	김○○	연락처 (e-mail 포함)	042-000-0000 (000000@ibs.re.kr)
비상연락처	연구실안전환경관리자 : 010-000-0000 보건관리자 : 042-000-0000 병원 : 042-000-0000 (○○○○병원) 사고처리기관(소방서 등) : 119			
	중대한 사고시 비상 연락 순서		기타 경미한 사고시 연락 순서	
	사고처리기관 연구실안전환경관리자 혹은 보건관리자 연구실책임자 혹은 연구실안전관리담당자		연구실안전환경관리자 혹은 보건관리자 연구실책임자 혹은 연구실안전관리담당자	
연구실 수행 연구개발활동명 (실험/연구과제명)	과제명 : 약하게 반응하는 입자들과 우주에 대한 연구 1. XMoO ₄ (X=Ca, Li ₂ , Na ₂ , 등) 단결정 육성 실험 2. CaCO ₃ , NaI 파우더 정제 실험 3. ¹⁰⁰ Mo recovery 실험 4. 섬광체 발광특성 측정 실험			
연구활동종사자 현황	연 번	이 름 (성별 표시)	직 위 (교수/연구원/학생 등)	담당 연구개발활동명 (연구/실험/실습명)
	1	나○○ (남)	선임기술원	XMoO ₄ (X=Ca, Li ₂ , Na ₂ , 등) 단결정 육성 실험
	2	김○○ (남)	연구원	XMoO ₄ (X=Ca, Li ₂ , Na ₂ , 등) 단결정 육성 실험
	3	손○○ (남)	연구원	XMoO ₄ (X=Ca, Li ₂ , Na ₂ , 등) 단결정 육성 실험
	4	○○○ (여)	연구위원	CaCO ₃ , NaI 파우더 정제 실험 ¹⁰⁰ Mo recovery 실험
	5	신○○ (여)	연구원	CaCO ₃ , NaI 파우더 정제 실험 ¹⁰⁰ Mo recovery 실험
	6	○○○ (여)	연구연수학생	CaCO ₃ , NaI 파우더 정제 실험 ¹⁰⁰ Mo recovery 실험
	7	○○○ (여)	연구연수학생	CaCO ₃ , NaI 파우더 정제 실험 ¹⁰⁰ Mo recovery 실험
	8	○○ Lee (남)	연구위원	섬광체 발광특성 측정 실험
	9	하○○ (남)	연구연수학생	섬광체 발광특성 측정 실험
10	이○○ (남)	기술원	XMoO ₄ (X=Ca, Li ₂ , Na ₂ , 등) 단결정 육성 실험 NaI 파우더 정제 실험	



주요기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구/기계/장비)	규 격 (수량)	활용 용도	비 고
	1	초크랄스키 섬광 단결정 육성 장치	2 대	단결정 육성	
	2	키로플로스 섬광체 단결정 성장로	2 대	단결정 육성	
	3	고온 브리지만 단결정 성장로	1 대	단결정 육성	

연구실 유해인자					
화 학 물 질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준)	- 보유 물질 -		- 보유 수량 -		
	1. 폭발성 물질 3. 물 반응성 물질 5. 고압가스 7. 발화성 물질 9. 급속부식성 물질	☐ 2. 인화성 물질 ☐ 4. 산화성 물질 ☒ 6. 자기반응성 물질 ☐ 8. 유기과산화물	☒ 1.10종 미만 ☒ 2.10종 ~ 30종 미만 ☐ 3.30종 ~ 50종 미만 ☐ 4.50종 ~ 100종 미만 ☐ 5.100종 이상		
가스(「고압가스관리법」 기준)	공기(5N), 질소(5N)				
생물체	1. 고위험병원체 (-)종 2. 고위험병원체를 제외한 제3 위험군 (-)종 3. 고위험병원체를 제외한 제4 위험군 (-)종				
물 리 적 유 해 인 자	1. 소음 ☒ 2. 진동 ☐ 3. 방사선 ☐ 4. 이상기온 ☒ 5. 이상기압 ☐ 6. 분진 ☒ 7. 전기 ☒ 8. 레이저 ☐ 9. 위험기계·기구 ☒ 10. 기타 ☐ ()				
24시간 가동여부		☒ Yes ☐ No		정전시 긴급대응 여부 ☒ Yes ☐ No	

개인보호구 현황 및 수량					
보안경/고글/보안면	보안경 8 보안면 3	안전화/내화학장화/절연장화	10	구마개/구덮개	10
레이저 보안경		안전장갑		실험실 가운	일회용 다수
안전모/머리카버		방진/방독/송기마스크	방독 10/방진(특급) 다수	보호복	
기타	내화학장갑 8 EA, 방진복 8 EA, 방진화 8 EA, 니트릴 장갑(일회용), 라텍스 장갑(일회용) 다수				

안전장비 및 설비 보유현황	
☒ 세안설비(Eye washer) ☐ 가스누출경보장치 ☒ 케미컬누출대응킷 ☒ 시약보관캐비닛 ☒ 기타 (구급함, 폐기물 보관 용기, 안전보호구 보관함, 안전 페액통 보관함)	☒ 비상샤워시설 ☐ 자동차단밸브(AVS) ☒ 유(油)흡착포 ☒ 글러브 박스 ☒ 흡후드 ☐ 중화제독장치(Scrubber) ☒ 안전페액통 ☐ 불산치료제(CGG)
☐ 국소배기장치 ☐ 가스 실린더 캐비닛 ☐ 레이저 방호장치 ☒ 소화기	

연구실 배치현황	
배치도 	주요 유해인자 위험설비 사진



연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석

(보존기간 : 연구종료일부 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	약하게 반응하는 입자들과 우주에 대한 연구	연구기간 (실험·실습/연구과제)	14/09/01 ~
연구 (실험·실습/연구과제)	1. NaI, CaCO ₃ 등의 저순도 파우더를 화학적으로 정제하여 고순도 파우더 제작.		
연구활동종사자	나○○, 김○○, 손○○, 신○○, ○○○, ○○○, ○○Lee, 하○○, 이○○		

유해인자	유해인자 기본정보				
	CAS NO 물질명	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA 심볼	위험분석
1) 「산업안전보건법」 39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 2조에 따른 유해화학물질	7697-37-2 질산	1 L 13 통	 위험	 OX	- 산화성 액체 - 피부 부식성/피부 자극성 - 심한 눈 손상성/눈 자극성 물질 - 특정표적장기 독성 물질 - 흡인 유해성
	7647-01-0 염화수소	500 mL 4 통 1 L 2 통	 위험	 COR	- 고압가스 : 액화가스 - 급성 독성 물질 - 피부 부식성/피부 자극성 - 심한 눈 손상성/눈 자극성/호흡기 과민성 - 특정표적장기 독성 - 급성 수생환경 유해성
	7722-84-1 과산화수소	1 L 2 통	 위험	 OX	- 산화성 액체 - 급성 독성 물질 (경구, 흡입: 중기) - 피부 부식성/피부 자극성 - 심한 눈 손상성/눈 자극성 물질 - 발암성, 특정표적장기 독성
	7664-93-9 황산	1 L 7 통	 위험	 W	- 금속부식성 물질 - 급성 독성 (흡입: 분진, 미스트) - 피부 부식성/피부 자극성 - 심한 눈 손상성/눈 자극성 물질 - 발암성, 특정표적장기 독성 - 만성 수생환경 유해성
	1310-73-2 수산화 나트륨	100 mL 1 통 500 mL 3 통	 위험	 ALK	- 피부 부식성/피부 자극성 - 심한 눈 손상성/눈 자극성 - 특정표적장기 독성
	67-66-3 트리클로 로메탄	1 L 6 통	 위험	 0	- 급성 독성(경구) - 부식성/피부 자극성 - 눈 손상성/눈 자극성 - 발암성, 특정표적장기 독성 - 만성 수생환경 유해성
	10034-85-2 요오드화 수소	50 mL 1 통	 위험	 COR	- 고압가스 : 액화가스 - 피부 부식성/피부 자극성 - 심한 눈 손상성/눈 자극성 - 특정표적장기 독성
	64-17-5 에탄올	1 L 2 통	 위험	-	- 인화성 액체 - 심한 눈 손상성/눈 자극성 - 발암성 - 특정표적장기 독성
	110-54-3 헥산	1 L	 위험	 3	- 인화성 액체 - 부식성/피부 자극성 - 심한 눈 손상성/눈 자극성 - 생식독성 - 특정표적장기 독성 - 흡인 유해성



유해인자	유해인자 기본정보			
납화합물 류	-	1 kg		- 삼키거나 흡입하면 유해함 - 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 - 암을 일으킬 수 있음 - 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 특정 표적장기에 손상을 일으킬 수 있음
	1314-13-2	4.3 kg		- 특정표적장기 독성 - 급성 수생환경 유해성 - 만성 수생환경 유해성
산화아연				
2) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 가스 및 「고압가스관리법」에 의한 독성 가스	해당없음			
3) 생물체	해당없음			
4) 물리적 유해인자 (소음, 진동, 방사선, 이상기온, 이상기압, 분진, 전기, 레이저, 위험기계·기구 등)	기구명	유해인자종류	크기	위험분석
	초크랄스키 단결정 육성장치	고온 장비, 흠, 소음, 감전	고온 1500℃ 미세	- 화상 위험 - 흠 흡입으로 특정표적장기 독성 위험 - 청각 저하 - 감전 위험
	키로플로스 단결정 육성장치	고온장비, 흠, 감전	고온 2200℃ 미세	- 화상 위험 - 흠 흡입으로 특정표적장기 독성 위험 - 감전 위험
	브리지만 단결정 육성장치	고온장비, 모터	고온 1500℃	- 화상 위험 - 모터 회전 부위에 손 등의 끼임 및 협착 위험
	초음파 세척기	소음, 화학물질 튀	초음파	- 청각 저하 - 세척시 화학약품이 튀어 화상 위험
	글로브 박스	분진	미세	- 미세분진 흡입으로 특정표적장기 독성 위험
	막자사발	분진	0.1~0.25 mm	- 미세분진 흡입으로 특정표적장기 독성 위험
	프레스	분진, 협착, 근골격계 질환	미세	- 미세분진 흡입으로 특정표적장기 독성 위험 - 협착 위험 - 무리하게 힘을 가할 시 근육 이상
	건조기	감전, 폭발, 화상, 화재	150 도	- 물에 젖은 손으로 장비 조작시 감전 위험 - 식지 않은 실험 기구 접촉으로 인한 화상 위험 - 장비 오용으로 인한 화재
	밀링머신	분진, 협착, 화상	미세	- 밀링 용기의 밀봉 미흡으로 인한 파우더 누출로 인한 미세 분진 흡입 - 회전 부위에 손 등의 말림에 의한 협착 - 회전 부위에 접촉시 마찰 화상 위험
	분쇄기	분진, 끼임, 화상	미세	- 단결정 분쇄시 미세 분진 흡입 - 회전 부위에 손 등의 말림에 의한 협착 - 분쇄시 마찰열로 인한 화상 위험
	흠후드	흠, 끼임, 분진, 화학물질	미세	- 흠/분진 흡입으로 특정표적장기 독성 위험 - 후드 도어 사용시 도어에 손등 협착 - 화학물질 보관용기 넘어짐에 유의



안전계획 (질산)	
취급방법	- 취급 후에는 취급 부위를 철저히 세척 - 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연 금지 - 환기가 잘 되는 지역에서만 사용 - 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 실시 - 희석된 질산을 washing bottle 에 담아서 사용 시, 경고 표지를 눈에 잘 보이게 부착하여 사용, 사용 후 마개를 약간 열어 두어 내/외부 압력 차이에 의한 누출 방지 및 후드 내부 보관
저장방법	- 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하십시오 - 금연 - 가연성 물질로부터 격리·보관 - 잠금장치가 있는 저장장소에 저장 - 음식과 음료수로부터 멀리하십시오
폐기방법	- 내화학성 폐액 보관 용기에 회수, 다른 종류의 시약과 동일 용기에 회수 금지 - 회수시 안전 보호구 착용, 갈때기 사용 - 남은 용액은 물로 희석하여 폐액 보관 용기에 회수 - 폐액 보관 용기는 80% 만 채울 것
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 - 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 - 작업시 흡 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 - 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구 - 호흡기 보호구 착용 - 화학물질 방어용 안경과 보안면 착용 - 질산 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용 안전장갑을 착용 - 적합한 내화학성 장갑/보호의 착용 - 질산 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신)을 착용
비상조치계획 (질산)	
응급조치 방법	- 눈에 들어갔을 때 - 긴급 의료조치를 필요 - 눈에 묻으면 몇분간 물로 조심해서 세척, 가능하면 콘택트렌즈를 제거 후 세척 - 흡입했을 때 - 즉시 의료기관의 진찰이 필요 - 노출원으로부터 이탈 - 호흡하지 않을 경우 인공호흡을 실시 - 피부에 접촉했을 때 - 오염된 모든 의복 제거 후 피부를 물로 세척 - 뜨거운 물질은 경우, 영향 받은 부위를 다량의 차가운 물에 세척 - 다시 사용전 오염된 의복은 세척 후 사용 - 오염 지역 격리 및 확산 방지 실시 - 먹었을 때 - 즉시 의료기관의 진찰이 필요 - 삼켰다면 입을 세척, 구도를 피함 - 구강대구강법으로 인공호흡 금지, 적절한 호흡의료장비 이용
누출시 대처방법	- 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 (분진, 흡, 가스, 미스트, 증기, 스프레이) 흡입 금지 - 오염 지역 격리, 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람 출입 금지 - 위험하지 않다면 누출을 중단 - 피해야할 물질 및 조건에 유의 - 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 - 누출물은 부식성/독성이며 오염을 유발함: 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입 방지 - 정화 또는 제거 방법 - 중화제 킷이 있다면 사용 - 불활성 물질(건조한 모래 혹은 흙)로 얹지른 것을 흡수, 화학폐기물 용기에 회수 - 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제 혹은 중화제 킷을 사용하여 세척
화재·폭발시 대처방법	- 적절한(부적절한) 소화제 - 질산과 관련된 소화 시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무 사용 - 질식소화 시 건조한 모래 또는 흙을 사용 - 화재물질로부터 생기는 특정 유해성 - 화재를 강렬하게 함 산화제 - 다른 가연성 물질과 접촉하여 화재를 일으킬 수 있음 - 격렬하게 중화반응하여 화재와 폭발을 일으킬 수 있음 - 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스 발생 가능하지 않게함 - 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치 - 구조자는 적절한 보호구를 착용 - 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화 - 증기는 밀폐공간에 축적될 수 있으니 주의 - 소화수의 처분을 위해 도랑을 파서 가두고 물질이 흘러지



안전계획 (염화수소)		
취급방법	- 취급 후에는 취급 부위를 철저히 세척 - 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 금지 - 환기가 잘 되는 지역에서만 사용 - 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 실시 - 희석된 염화수소를 washing bottle 에 담아서 사용 시, 경고 표지를 눈에 잘 보이게 부착하여 사용, 사용 후 마개를 약간 열어 두어 내/외부 압력 차이에 의한 누출 방지 및 후드 내부 보관	
저장방법	- 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연 - 가연성 물질로부터 격리·보관 - 잠금장치가 있는 저장장소에 저장 - 음식과 음료수로부터 멀리하시오	
폐기방법	- 내화학성 폐액 보관 용기에 회수, 다른 종류의 시약과 동일 용기에 회수 금지 - 회수시 안전 보호구 착용, 갈때기 사용 - 남은 용액은 물로 희석하여 폐액 보관 용기에 회수 - 폐액 보관 용기는 80% 만 채울 것	
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 작업시 흡 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구 호흡기 보호구 착용 염화수소 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 전면형 아황산가스용 방독마스크 이상을 착용 화학물질 방어용 안경과 보안면 착용 적합한 내화학성 장갑 착용 염화수소 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용 안전장갑을 착용 적합한 내화학성 보호의 착용 염화수소 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신)을 착용	
비상조치계획 (염화수소)		
응급조치 방법	- 눈에 들어갔을 때 긴급 의료조치를 필요 눈에 묻으면 몇분간 물로 조심해서 세척, 가능하면 콘택트렌즈를 제거 후 세척	- 흡입했을 때 즉시 의료기관의 진찰이 필요 노출원으로부터 이탈 호흡하지 않을 경우 인공호흡을 실시
	- 피부에 접촉했을 때 오염된 모든 의복 제거 후 피부를 물로 세척 뜨거운 물질은 경우, 영향 받은 부위를 다량의 차가운 물에 세척 다시 사용전 오염된 의복은 세척 후 사용 오염 지역 격리 및 확산 방지 실시	- 먹었을 때 즉시 의료기관의 진찰이 필요 삼켰다면 입을 세척, 구도를 피함 구강대구강법으로 인공호흡 금지, 적절한 호흡의료 장비 이용
누출시 대처방법	- 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 흡입 금지, 오염 지역 격리, 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람 출입 금지 위험하지 않다면 누출을 중단 피해야할 물질 및 조건에 유의	- 정화 또는 제거 방법 중화제 킷이 있다면 사용 불활성 물질(건조한 모래 혹은 흙)로 덮어둔 것을 흡수, 화학폐기물 용기에 회수 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제 혹은 중화제 킷을 사용하여 세척 톱밥과 같은 가연성 물질 사용 금지
	- 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 누출물은 부식성/독성이며 오염을 유발함. 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입 방지	
화재·폭발시 대처방법	- 적절한(부적절한) 소화제 염화수소와 관련된 소화 시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무 사용 질식소화 시 건조한 모래 또는 흙을 사용	- 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치 구조자는 적절한 보호구를 착용 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화액화가스 증기는 공기보다 무겁기 때문에 지면을 따라 확산하니 주의 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 이송
	- 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스 발생 가능 가열시 용기가 폭발할 수 있음 화재에 노출된 실린더는 가연성 가스를 방출할 수 있음 증기는 매우 자극적이고 부식성이 있음	



안전계획 (과산화수소)		
취급방법	- 가연성 물질과 혼합되지 않도록 조치 - 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연 금지 - 환기가 잘 되는 지역에서만 사용 - 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 실시	
저장방법	- 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연 - 가연성 물질로부터 격리·보관 - 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장 - 음식과 음료수로부터 멀리하시오	
폐기방법	- 내화학성 폐액 보관 용기에 회수, 다른 종류의 시약과 동일 용기에 회수 금지 - 회수시 안전 보호구 착용, 갈때기 사용 - 남은 용액은 물로 희석하여 폐액 보관 용기에 회수 - 폐액 보관 용기는 80% 만 채울 것	
안전설비 및 개인보호구 활용 방안	- 안전설비 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 작업시 흠 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구 호흡기 보호구 착용 과산화수소 및 이를 35% 이상 함유한 혼합물질의 경우 전면형 유기화합물용 방독마스크 이상을 착용 화학물질 방어용 안경과 보안면 착용 적합한 내화학성 장갑 착용 과산화수소 및 이를 35% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용 안전장갑을 착용 적합한 내화학성 보호의 착용 과산화수소 및 이를 35% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신)을 착용	
비상조치계획 (과산화수소)		
응급조치 방법	- 눈에 들어갔을 때 긴급 의료조치를 필요, 눈에 묻으면 몇분간 물로 조심해서 세척, 가능하면 렌즈를 제거 후 세척 - 피부에 접촉했을 때 의복에 묻으면 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 세척 의료기관(의사)의 진찰 필요 뜨거운 물질은 경우, 영향 받은 부위를 차가운 물에 세척 다시 사용전 오염된 의복은 세척 후 사용 오염 지역 격리 및 확산 방지 실시, 오염된 옷은 건조시 화재 위험	- 흡입했을 때 흠에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치 호흡하지 않을 경우 인공호흡을 실시 즉시 의료기관(의사)의 진찰 필요
		- 먹었을 때 삼켰다면 입을 세척. 구토를 피함
누출시 대처방법	- 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 흡입 금지, 방화복/방염복 착용 가연성 물질과 누출물 이격 매우 미세한 입자는 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 모든 점화원 제거 오염 지역 격리, 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람 출입 금지 피해야할 물질 및 조건에 유의 - 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 누출물은 부식성/독성이며 오염을 유발함. 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입 방지	- 정화 또는 제거 방법 중화제 킷이 있다면 사용 불활성 물질(건조한 모래 혹은 흙)로 얹지른 것을 흡수, 화학폐기물 용기에 회수 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제 혹은 중화제 킷을 사용하여 세척 톱밥과 같은 가연성 물질 사용 금지
화재·폭발시 대처방법	- 적절한(부적절한) 소화제 과산화수소와 관련된 소화 시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무 사용 질식소화 시 건조한 모래 또는 흙을 사용 - 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치 방화복·방염복을 입으시오 대형 화재 시 폭발의 위험, 주변의 사람을 대피시키고 거리를 유지하면서 소화 구조자는 적절한 보호구를 착용 물과 (격렬히)반응하여 부식성/독성가스를 방출하니 주의 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 이송	- 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 화재 또는 폭발을 일으킬 수 있음; 강산화제 다른 가연성 물질과 접촉하여 화재를 일으킬 수 있음 건조후 잔여물은 산화제로 작용할 수 있음 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스 발생 가능 가열시 용기가 폭발할 수 있음 누출물은 화재/폭발 위험이 있음 독성 흠이 밀폐공간에 쌓일 수 있음 마찰, 열, 오염에 의해 폭발할 수 있음 일부는 탄화수소(연료)와 폭발적으로 반응함



안전계획 (황산)	
취급방법	- 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급 금지 - 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오. - 환기가 잘 되는 지역에서만 사용 - 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 실시
저장방법	- 원래의 용기에만 보관 - 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장 - 금속부식성 물질이므로 (제조사 또는 행정관청에서 정한) 내부식성 용기에 보관 - 음식과 음료수로부터 멀리하시오
폐기방법	- 내화학성 폐액 보관 용기에 회수, 다른 종류의 시약과 동일 용기에 회수 금지 - 회수시 안전 보호구 착용, 깔때기 사용 - 남은 용액은 물로 희석하여 폐액 보관 용기에 회수 - 폐액 보관 용기는 80% 만 채울 것
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 작업시 흠 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구 호흡기 보호구 착용 황산 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 전면형 아황산가스용 방독/1급 이상 방진 겸용 마스크를 착용 내산성 재질의 안경과 보안면 착용 적합한 내산성 재질의 장갑 착용 황산 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용 안전장갑을 착용 적합한 내산성 재질의 보호의 착용 황산 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질의 경우 화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신)을 착용
비상조치계획 (황산)	
응급조치 방법	- 눈에 들어갔을 때 긴급 의료조치를 필요, 눈에 묻으면 몇분간 물로 조심해서 세척, 가능하면 렌즈를 제거 후 세척 - 피부에 접촉했을 때 의복에 묻으면 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 세척 의료기관(의사)의 진찰 필요 뜨거운 물질은 경우, 영향 받은 부위를 차가운 물에 세척 다시 사용전 오염된 의복은 세척 후 사용 오염 지역 격리 및 확산 방지 실시, 용융물질이 피부에 고착되어 제거할 시 의료인의 도움 필요
	- 흡입했을 때 호흡에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치 호흡하지 않을 경우 인공호흡을 실시 즉시 의료기관(의사)의 진찰 필요 - 먹었을 때 삼켰다면 입을 세척, 구도를 피함 구강대구강법으로 인공호흡 금지, 적절한 호흡의료장비 이용
누출시 대처방법	- 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 흡입 금지, 방화복/방염복 착용 가연성 물질과 누출물 이격 매우 미세한 입자는 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 모든 점화원 제거 오염 지역 격리, 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람 출입 금지 피해야할 물질 및 조건에 유의 - 정화 또는 제거 방법 물질손상을 방지하기 위해 누출물을 흡수 불활성 물질(건조한 모래 혹은 흙)로 덮어둔 것을 흡수, 화학 폐기물 용기에 회수 공기성 먼지를 제거하고 물로 습윤화하여 흠여지는 것을 방지 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제 혹은 중화제 킷을 사용하여 세척 청결한 방폭 도구를 사용하여 누출물을 수거하고 느슨하게 덮인 플라스틱 용기에 회수
	- 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 누출물은 부식성/독성이며 오염을 유발함. 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입 방지
화재·폭발시 대처방법	- 적절한(부적절한) 소화제 황산과 관련된 소화 시 알칼 포말, 이산화탄소 또는 물분무 사용 질소소화 시 건조한 모래 또는 흙을 사용 - 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치 금속을 부식시킬 수 있음 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스 발생 가능 가열되거나 물로 오염되면 용기가 폭발할 수 있음 금속을 부식시켜 가연성 수소가스를 발생 할 수 있음 밀폐공간에 인화성/독성 가스가 축적될 수 있음 물과 반응하여 공기중 흠의 농도를 증가시킬 많은 열을 발생 할 수 있음
	- 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 구조자는 적절한 보호구를 착용 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화 용융되어 운송될 수도 있으니 주의하시오 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 이송



안전계획 (수산화나트륨)		
취급방법	- 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급 금지 - 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오. - 환기가 잘 되는 지역에서만 사용 - 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 실시	
저장방법	- 잠금장치가 있는 저장장소에 저장 - 음식과 음료수로부터 멀리하시오 피해야할 물질 및 조건에 유의	
폐기방법	- 내화학성 폐액 보관 용기에 회수, 다른 종류의 시약과 동일 용기에 회수 금지 - 회수시 안전 보호구 착용, 깔때기 사용 - 남은 용액은 물로 희석하여 폐액 보관 용기에 회수 - 폐액 보관 용기는 80% 만 채울 것	
안전설비 및 개인보 호구 활용 방안	- 안전설비 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 작업시 흠 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구 호흡기 보호구 착용 화학물질 방어용 안경과 보안면 착용 적합한 내화학성 장갑/보호의 착용	
비상조치계획 (수산화나트륨)		
응급조치 방법	- 눈에 들어갔을 때 긴급 의료조치를 필요 눈에 묻으면 몇분간 물로 조심해서 세척, 가능하면 콘택트렌즈를 제거 후 세척 눈에 자극이 지속되면 의학전문 조치/조언 필요	- 흡입했을 때 즉시 의료기관(의사)의 진찰 필요
	- 피부에 접촉했을 때 의복에 묻으면 의복을 벗기 전에 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 세척, 의료기관(의사)의 진찰 필요 뜨거운 물질은 경우, 영향 받은 부위를 다량의 차가운 물에 세척, 다시 사용전 오염된 의복은 세척 후 사용 오염 지역 격리 및 확산 방지 실시.	- 먹었을 때 삼켰다면 입을 세척. 구토를 피함 구강대구강법으로 인공호흡 금지, 적절한 호흡의료장비 이용
누출시 대처방법	- 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 흡입 금지, 오염 지역 격리, 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람 출입 금지 위험하지 않다면 누출을 중단. 모든 점화원 제거 용기에 물이 들어가지 않도록 주의	- 정화 또는 제거 방법 불활성 물질(건조한 모래 혹은 흙)로 얹지른 것을 흡수, 화학 폐기물 용기에 회수 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제와 물로 세척
	- 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 누출물은 부식성/독성이며 오염을 유발함. 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입 방지	
화재·폭발시 대처방법	- 적절한(부적절한) 소화제 수산화나트륨과 관련된 소화 시 알칼리 포말, 이산화 탄소 또는 물분무 사용 질식소화 시 건조한 모래 또는 흙을 사용	- 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 금속을 부식시킬 수 있음 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스 발생 가능 가열되거나 물로 오염되면 용기가 폭발할 수 있음 금속을 부식시켜 가연성 수소가스를 발생 할 수 있음 밀폐공간에 인화성/독성 가스가 축적될 수 있음 물과 반응하여 공기중 흠의 농도를 증가시킬 많은 열을 발생 할 수 있음
	- 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치 구조자는 적절한 보호구를 착용 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 이송	



안전계획 (요오드화수소)		
취급방법	- 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연 금지 압력을 가하거나, 자르거나, 용접, 납땜, 접합, 뚫기, 연마 또는 열에 폭로, 화염, 불꽃, 정전기 또는 다른 점화원에 폭로 금지 - 환기가 잘 되는 지역에서만 사용 - 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 실시	
저장방법	- 잠금장치가 있는 저장장소에 저장 - 직사광선을 피하고 환기가 잘 되는 곳에 보관, 용기는 열에 노출되었을 경우 압력이 올라갈 수 있으므로 열에 폭로되지 않도록 주의 - 음식과 음료수로부터 멀리하십시오	
폐기방법	- 내화학성 폐액 보관 용기에 회수, 다른 종류의 시약과 동일 용기에 회수 금지, 회수시 안전 보호구 착용, 깔때기 사용 - 남은 용액은 물로 희석하여 폐액 보관 용기에 회수, 폐액 보관 용기는 80% 만 채울 것	
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 작업시 흠 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구 호흡기 보호구 착용	
비상조치계획 (요오드화수소)		
응급조치 방법	- 눈에 들어갔을 때 긴급 의료조치를 필요 눈에 묻으면 몇분간 물로 조심해서 세척, 가능하면 콘택트렌즈를 제거 후 세척	- 흡입했을 때 즉시 의료기관(의사)의 진찰 필요
	- 피부에 접촉했을 때 의복에 묻으면 의복을 벗기 전에 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 세척 의료기관(의사)의 진찰 필요 뜨거운 물질은 경우, 영향 받은 부위를 다량의 차가운 물에 세척 다시 사용전 오염된 의복은 세척 후 사용 오염 지역 격리 및 확산 방지 실시 가스 또는 액화 가스와 접촉 시 화상, 심각한 상해, 동상을 유발할 수 있음	- 먹었을 때 삼켰다면 입을 세척. 구토를 피함 구강대구강법으로 인공호흡 금지, 적절한 호흡 의료장비 이용
누출시 대처방법	- 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 흡입 금지, 오염 지역 격리, 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람 출입 금지 위험하지 않다면 누출을 중단. 모든 점화원 제거 용기에 물이 들어가지 않도록 주의	- 정화 또는 제거 방법 불활성 물질(건조한 모래 혹은 흙)로 덮지른 것을 흡수, 화학폐기물 용기에 회수 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제와 물로 세척
	- 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 누출물은 부식성/독성이며 오염을 유발함. 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입 방지	
화재·폭발시 대처방법	- 적절한(부적절한) 소화제 요오드화수소와 관련된 소화 시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무 사용 질식소화 시 건조한 모래 또는 흙을 사용	- 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스 발생 가능 가열시 용기 폭발 가능 일부는 탈 수 있으나 쉽게 점화하지 않음 일부 물질은 흡입, 섭취, 피부흡수 시 유독하거나 치명적일 수 있음 증기는 매우 자극적이고 부식성이 있음
	- 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치 구조자는 적절한 보호구를 착용 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화 액화가스 증기는 공기보다 무겁기 때문에 지면을 따라 확산하니 주의 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 옮기시오	



안전계획 (초크랄스키 단결정 육성장치)		
취급방법	- 작업 전 장비 사용 수칙을 읽고 작업 실시 - 육성할 물질의 MSDS 숙지 - 청력 보존을 위한 조치 필요(보호구) - 적절한 호흡기 보호구 착용 - 냉각수 정상 가동 여부 확인 - 필요시 방열장갑 사용	- 냉난방 또는 통풍 등을 위하여 적절한 온도 조절장치 사용 - 장비 가동 중 발전기 부근에서 작업 금지(감전위험) - 압축 가스 사용시 전도 방지 실시 - 실험 진행 상황 관찰시 필터 사용
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 - 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 - 작업시 흙 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 - 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구: 방독마스크 착용, 귀마개 착용, 방열장갑/보호장갑 착용, 실험복 착용	
비상조치계획 (초크랄스키 단결정 육성장치)		
비상조치 방법	- 협착/중량물 낙하: 챔버 개폐시 협착 혹은 시드 척/벨로즈 낙하하여 부상을 당한 경우 즉시 병원 진료 실시 - 화상시: 육성로 내부는 고온이나 외부는 냉각수로 인해 냉각됨. 실험 중 고온 접촉에 의한 화상을 입었을 경우 찬물로 화상 부위를 충분히 식혀준 후 부상이 심할 경우 병원 진료 실시 - 정전시: 장비의 전원은 꺼져도 냉각수는 UPS/비상발전기 연동되어 가동됨. 정전시 실험실 입구 주변에 비치된 비상등 찾아 침착하게 대피하고 긴급 연락망을 통해 연구실안전관리담당자 및 연구실 책임자에게 연락 - 흙 흡입시: 과량의 먼지 또는 흙에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치를 취하시오, 호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시 - 청각 이상시: 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.	
안전계획 (키로플로스 단결정 육성장치)		
취급방법	- 작업 전 장비 사용 수칙을 읽고 작업 실시 - 육성할 물질의 MSDS 숙지 - 적절한 호흡기 보호구 착용 - 냉각수 정상 가동 여부 확인 - 필요시 방열장갑 사용 - 냉난방 또는 통풍 등을 위하여 적절한 온도 조절 장치 사용	- 장비 가동 중 발전기 부근에서 작업 금지(감전위험) - 압축 가스 사용시 전도 방지 실시 - 실험 진행 상황 관찰시 필터 사용 2 년 주기로 압력용기 테스트 실시 - 가압 실험의 경우 안전 장치 작동 여부 확인 후 실험/허용된 압력 이하에서만 실시
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 - 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 - 작업시 흙 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기, 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구: 방독마스크 착용, 방열장갑/보호장갑 착용, 실험복 착용	
비상조치계획 (키로플로스 단결정 육성장치)		
비상조치 방법	- 협착/중량물 낙하: 챔버 개폐시 협착 혹은 시드 척/벨로즈 낙하하여 부상을 당한 경우 즉시 병원 진료 실시 - 화상시 - 육성로 내부는 고온이나 외부는 냉각수로 인해 냉각됨. 실험 중 고온 접촉에 의한 화상을 입었을 경우 찬물로 화상 부위를 충분히 식혀준 후 부상이 심할 경우 병원 진료 실시 - 정전시: 장비의 전원은 꺼져도 냉각수는 UPS/비상발전기 연동되어 가동됨. 정전시 실험실 입구 주변에 비치된 비상등 찾아 침착하게 대피하고 긴급 연락망을 통해 연구실안전관리담당자 및 연구실 책임자에게 연락 - 흙 흡입시: 과량의 먼지 또는 흙에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치를 취하시오 - 호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시 - 가압 실험 중 챔버 파열의 경우 - 비상 정지 버튼 누른 후 신속히 대피 - 가스를 흡입하여 호흡하지 않는 경우 안전한 곳으로 옮긴 뒤 인공호흡 실시	



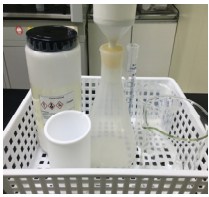
안전계획 (브리지만 단결정 육성장치)	
취급방법	- 작업 전 장비 사용 수칙을 읽고 작업 실시 - 육성할 물질의 MSDS 숙지 - 냉각수 정상 가동 여부 확인 - 필요시 방열장갑 사용 - 냉난방 또는 통풍 등을 위하여 적절한 온도 조절장치 사용 - 장비 가동 중 발전기 부근에서 작업 금지(감전위험) - 압축 가스 사용시 전도 방지 실시 - 실험 진행 상황 관찰시 필터 사용
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 - 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 - 작업시 흠 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 - 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구: 방열장갑/보호장갑 착용, 실험복 착용
비상조치계획 (브리지만 단결정 육성장치)	
비상조치 방법	- 협착 - 모터 사용시 협착으로 인해 부상을 당한 경우 즉시 병원 진료 실시 - 화상시 - 육성로 내부는 고온이나 외부는 냉각수로 인해 냉각됨. 실험 중 고온 접촉에 의한 화상을 입었을 경우 찬물로 화상 부위를 충분히 식혀준 후 부상이 심할 경우 병원 진료 실시 - 정전시 - 장비의 전원은 꺼져도 냉각수는 UPS/비상발전기 연동되어 가동됨. 정전시 실험실 입구주변에 비치된 비상등 찾아 침착하게 대피하고 긴급 연락망을 통해 연구실안전관리담당자 및 연구실책임자에게 연락
안전계획 (초음파 세척기)	
취급방법	- 작업 전 장비 사용 수칙을 읽고 작업 실시 - 화학약품 사용하여 세척시 물질의 MSDS 숙지 - 청력 보존을 위한 조치 필요(보호구) - 보호 장갑 착용 - 필요시 방독마스크 착용 30 분 사용 후 장비의 가열 방지를 위해 10 분 휴식
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 안전설비 - 공정격리, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 필요 - 작업시 흠 또는 미스트가 발생하는 경우, 공기 오염이 노출기준 이하로 유지되도록 환기 - 세안설비와 안전 샤워를 설치 - 개인보호구: 방독마스크, 귀마개, 보호 장갑, 실험복 착용
비상조치계획 (초음파 세척기)	
비상조치 방법	- 청각 이상시: 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오. - 가스 흡입시: 과량의 먼지 또는 가스에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치를 취하시오 호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시 - 피부에 접촉했을 때 : 오염된 모든 의복 제거 후 피부를 물로 세척 뜨거운 물질은 경우, 영향 받은 부위를 다량의 차가운 물에 세척



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : NaI/CaCO₃ powder purification(NaI)

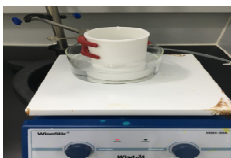
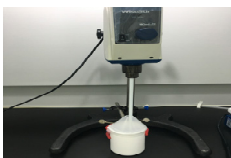
순서	연구실험 절차	위험분석	안전계획	비상조치계획
1	실험을 위해 필요한 초자 및 시약 준비	시약 운반 중 낙하로 (1) 인한 용기 파손 및 시약 누출	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 실험에 필요한 초자 및 시약을 운반할 경우에는 운반용 바구니를 사용하여 안전하게 운반 - 손이나 장갑이 미끄러운 상태로 운반 금지	- 용기 파손으로 인한 시약 누출 시 소량의 경우 보호구 장착 후 흡착포 등을 사용하여 오염 확산에 유의하여 폐액 보관 용기에 화수 및 중화제를 사용하여 중화. 다량의 경우 안전한 곳으로 대피하면서 즉시 중대한 사고시 비상 연락 순서에 따라 신고 - 용기가 낙하하여 타박상 또는 절상이 발생한 경우 응급조치를 취함 - 부상 정도가 심한 경우 병원 진료 실시
		파손된 용기를 청소하는 경우 날카로운 부분에 의한 배임 (2)	- 파손된 용기를 청소 할 경우 절대 손으로 직접 접촉하지 말고 청소도구를 사용 - 필요한 경우 두꺼운 보호 장갑을 착용한 후 청소	- 파손된 용기에 의해 부상이 발생한 경우 소독 등 응급조치를 취함 - 부상 정도가 심한 경우 병원진료 실시
		누출된 시약을 청소하는 경우 화학약품의 피부 접촉 및 체내 흡입 (3)	- 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 꼭 착용하여 절대 흡입 하거나 피부에 접촉하지 않도록 해야함 - 케미컬 누출 대응 키트를 잘 보이는 곳에 배치	- 케미컬 누출 대응 키트를 이용하고 화학 물질을 즉시 닦아냄 - 미세한 분진이 누출 된 경우 화재의 위험이 있으므로 모든 점화원을 제거 - 분진 또는 증기 흡입 시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 안정을 취한 후 의사의 진찰을 받아야함 - 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : NaI/CaCO₃ powder purification(NaI)

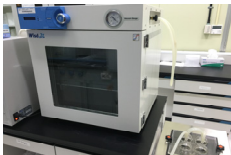
순서	연구실험 절차	위험분석	안전계획	비상조치계획
2	글러브박스에서 NaI 파우더를 계량한 후 비이커에 투입	(1) 실험복 미착용으로 인한 화학약품 피부 접촉	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보 안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가	- 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시
		(2) 마스크 미착용으로 인한 화학물질 체내 흡입	- 환기 시스템 가동 - 실험 시작 전 보호구(장갑, 보 안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가	- 분진 또는 증기 흡입 시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 안 정을 취한 후 의사의 진찰을 받 아야함
		(3) 글로브 박스에 질소 충진 시 질소가스 누출에 의한 질식사고 발생 가능	- 질소가스 누출 파악을 위해 실험실 내의 산소농도를 지속적 으로 측정 - 주기적인 leak check 실시	- 글로브 박스에 leak 발생 시 inlet gas line을 잠그고 환기가 잘되는 곳으로 대피
3	파우더를 Di-water에 용해한 후 5%로 희석한 HI 용액을 조금 넣어 pH를 낮추고 물중탕을 이용해 60~70 °C에서 용해	(1) 히팅 교반기 사용으로 인한 화상 위험	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보 안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 환기 시스템 가동 - 히팅기 주변 정리정돈 및 온도가 완전히 식지않았을 경우 방열장갑 착용	- 고온에 의해 화상을 입었을 경우 찬물로 화상 부위를 충분히 식혀 준 후 부상이 심할 경우 병원 진료 실시
		(2) 강산 용액 사용에 따른 피부 부식 위험	- 사용 물질의 MSDS 확인 - 2인 1조로 실험	- 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시 - 눈에 들어간 경우 흐르는 물로 15분 동안 씻고 즉시 의사의 진찰을 받아야함
4	완전히 용해된 용액을 waterjet pump를 사용하여 필터링한 후 걸러진용액을 mechanical stirrer로 빠르게 저으며 천천히 식힘	(1) 고속 교반에 의해 용액이 비커 밖으로 튀 경우 피부 및 안구 접촉 위험	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보 안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 교반시 용액이 튀지 않도록 커버를 씌움	- 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시 - 눈에 들어간 경우 흐르는 물로 15분 동안 씻고 즉시 의사의 진찰을 받아야함
		(2) 실험 중 부주의로 인한 용액 었지름	- 2인 1조로 실험하며 었지름에 유의 - 케미컬 누출 대응 키트를 잘 보이는 곳에 배치	- 케미컬 누출 대응 키트를 이용 하고 화학물질을 즉시 닦아냄



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : NaI/CaCO₃ powder purification(NaI)

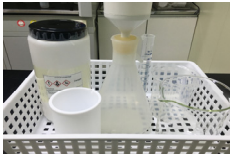
순서	연구실험 절차	위험분석	안전계획	비상조치계획
5	재결정 된 NaI crystal을 vacuum filtration을 통해 걸러냄	(1) 방독 마스크 미착용으로 인한 화학물질 체내 흡입	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가	- 분진 또는 증기 흡입 시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 안정을 취한 후 의사의 진찰을 받아야함
		(2) 실험복 미착용으로 인한 화학약품 피부 접촉	- 2인 1조로 실험하며 실험 시작 전 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가	- 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시 - 눈에 들어간 경우 흐르는 물로 15분 동안 씻고 즉시 의사의 진찰을 받아야함
6	차가운 pure ethanol로 crystal을 한번 세척 후 vacuum oven를 사용하여 130 °C에서 건조	(1) 방독 마스크 미착용으로 인한 화학물질 체내 흡입	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 환기 시스템 가동	- 분진 또는 증기 흡입 시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 안정을 취한 후 의사의 진찰을 받아야함
		(2) 고온 오븐 사용에 따른 화상 위험	- 건조 후 초자를 만질 경우 초자가 완전히 식은 후 만지거나 방열 장갑 사용	- 고온 접촉에 의해 화상을 입었을 경우 찬물로 화상 부위를 충분히 식혀준 후 부상이 심할 경우 병원 진료 실시
7	실험 종료 후 용액 폐기 및 초자 세척	(1) 혼합 금지물과 접촉 시 화학반응 발생 및 화재발생 가능	- 폐기물 처리 시 종류별로 구분하여 처리 - 특정 폐기물 표지를 부착한 용기를 사용 - 혼합 금지물과 접촉 금지	- 혼합금지물의 혼합에 의한 화재 시 초기진화 실시/불가능한 경우 신속 대피 및 비상대응체계도에 따라 상황 전파
		(2) 1% 질산 수용액을 사용함에 따른 산용액에 의한 피부 부식 위험	- 실험 도구 세척 시 보호구(장갑, 보안경, 실험복) 착용	- 안구 및 신체 접촉 시 충분히 흐르는 물에 씻은 후 병원진료 실시
		(3) 초자 세척 시 부주의로 인한 초자 깨짐 및 베임	- 초자는 깨지지 않도록 - 주의하며 세척	- 초자 파손에 의한 상해 발생 시 상처 부위 소독 후 심한 경우 병원 진료 실시



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

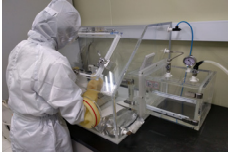
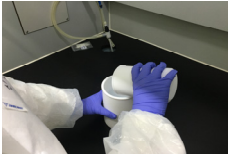
연구목적 : NaI/CaCO_3 powder purification(CaCO_3)

순서	연구실험 절차	위험분석	안전계획	비상조치계획
1	실험을 위해 필요한 초자 및 시약 준비	(1) 시약 운반 중 낙하로 인한 용기 파손 및 시약 누출	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 실험에 필요한 초자 및 시약을 운반할 경우에는 운반용 바구니를 사용하여 안전하게 운반 - 손이나 장갑이 미끄러운 상태로 운반 금지	- 용기 파손으로 인한 시약 누출 시 소량의 경우 보호구 장착 후 흡착포 등을 사용하여 오염 확산에 유의하여 폐액 보관 용기에 회수 및 중화제를 사용하여 중화. 다량의 경우 안전한 곳으로 대피하면서 즉시 중대한 사고시 비상 연락 순서에 따라 신고 - 용기가 낙하하여 타박상 또는 절상이 발생한 경우 응급조치를 취함 - 부상 정도가 심한 경우 병원 진료 실시
		(2) 파손된 용기를 청소하는 경우 날카로운 부분에 의한 배임	- 파손된 용기를 청소 할 경우 절대 손으로 직접 접촉하지 말고 청소 도구를 사용 - 필요한 경우 두꺼운 보호 장갑을 착용한 후 청소	- 파손된 용기에 의해 부상이 발생한 경우 소독 등 응급조치를 취함 - 부상 정도가 심한 경우 병원진료 실시
		(3) 누출된 시약을 청소하는 경우 화학약품의 피부 접촉 및 체내 흡입	- 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 꼭 착용하여 절대 흡입하거나 피부에 접촉하지 않도록 해야함 - 케미컬 누출 대응 키트를 잘 보이는 곳에 배치	- 케미컬 누출 대응 키트를 이용하고 화학물질을 즉시 닦아냄 - 미세한 분진이 누출된 경우 화재의 위험이 있으므로 모든 점화원을 제거 - 분진 또는 증기 흡입 시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 안정을 취한 후 의사의 진찰을 받아야함 - 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

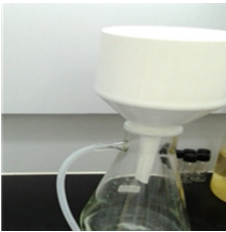
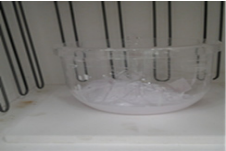
연구목적 : NaI/CaCO ₃ powder purification(CaCO ₃)				
순서	연구실험 절차	위험분석		비상조치계획
2	글러브박스에서 NaI 파우더를 계량한 후 비이커에 투입	(1)	실험복 미착용으로 인한 화학약품 피부 접촉	- 실험 시작 전 보호구 (장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시
		(2)	마스크 미착용으로 인한 화학물질 체내 흡입	- 분진 또는 증기 흡입 시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 안정을 취한 후 의사의 진찰을 받아야함
		(3)	글로브 박스에 질소 충전 시 질소가스 누출에 의한 질식사고 발생 가능	- 질소가스 누출 파악을 위해 실험실 내의 산소농도를 지속적으로 측정 - 주기적인 leak check 실시 - 글로브 박스에 leak 발생 시 inlet gas line을 잠그고 환기가 잘되는 곳으로 대피
3	CaCO ₃ 파우더를 HNO ₃ 용액에 녹임	(1)	실험복 미착용으로 인한 화학약품 피부 접촉	- 실험 시작 전 보호구 (장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시
		(2)	산 용액 사용에 따른 피부 부식 및 증기 흡입 위험	- 분진 또는 증기 흡입 시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 안정을 취한 후 의사의 진찰을 받아야함 - 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시
4	Peristaltic pump를 이용하여 MDM column에 solution을 통과시킴	(1)	column 밸브를 통한 용액 누출 위험	- 실험 시작 전 보호구 (장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가 - 용액이 누출되지 않도록 접합부 완벽한 실링 필요 - 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시
		(2)	부주의한 펌프 사용에 따른 용액 누출 위험	- 눈에 들어간 경우 흐르는 물로 15분 동안 씻고 즉시 의사의 진찰을 받아야함 - 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : NaI/CaCO_3 powder purification(CaCO_3)

순서	연구실험 절차	위험분석	안전계획	비상조치계획
5	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$를 넣어 CaCO_3를 침전시킨 후 필터를 통해 정제된 파우더만 걸러낸다. 	(1) 실험복 미착용으로 인한 화학약품 피부 접촉	- 실험 시작 전 보호구(장갑, 보안경, 마스크, 실험복)를 착용, 미착용 시 실험 불가	- 화학물질이 피부에 묻은 경우 피부를 물로 충분히 씻고 샤워 실시
6	얻은 CaCO_3 파우더를 $\sim 450^\circ\text{C}$ 전기로에 넣어 완전히 건조하여 회수 	(1) 고온 전기로 사용 시 완전히 식히지 않았을 때 초자를 깨낼 경우 고온의 의한 화상 위험	- 전기로가 완전히 식은 후 초자를 꺼내거나 방열장갑 착용	- 고온 접촉에 의해 화상을 입었을 경우 찬물로 화상 부위를 충분히 식혀준 후 부상이 심할 경우 병원 진료 실시
7	실험 종료 후 용액 폐기 및 초자 세척 	(1) 혼합 금지물과 접촉 시 화학반응 발생 및 화재발생 가능 (2) 1% 질산 수용액을 사용함에 따른 산용액에 의한 피부 부식 위험 (3) 초자 세척 시 부주의로 인한 초자 깨짐 및 베임	- 폐기물 처리 시 종류별로 구분하여 처리 - 특정 폐기물 표지를 부착한 용기를 사용 - 혼합 금지물과 접촉 금지 - 실험 도구 세척 시 보호구(장갑, 보안경, 실험복) 착용 - 초자는 깨지지 않도록 주의하며 세척	- 혼합금지물의 혼합에 의한 화재 시 초기진화 실시/불가능한 경우 신속 대피 및 비상대응체계도에 따라 상황 전파 - 안구 및 신체 접촉 시 충분히 흐르는 물에 씻은 후 병원진료 실시 - 초자 파손에 의한 상해 발생 시 상처 부위 소독 후 심한 경우 병원 진료 실시



우수상

사전유해인자위험분석 우수사례

(2017 보고서 경진대회)



충북대학교

장용운



2 충북대학교

가. 과산화수소 추력기 시스템에 사용되는 시편의 적합성 평가실험

① 실험목적

- 추력기 시스템의 안전한 취급 및 운용, 보관을 위한 기초 연구와 안전수칙 개발

② 준비사항

- 재료 : 과산화수소, 수산화나트륨, 질산
- 시설 및 장비 : HPLC/UV, 흡광광도계, 건조기 등

③ 실험절차

연번	실험절차	절차내용
1	필요시약 제작	• 실험에 필요한 시약제작 • 제작이 완료된 시료는 제조일자, 농도 및 용도를 상세히 적어, 라벨링 실시 • 45wt% HNO₃는 실험과정에 따라 전날에 적정온도로 가열
2	시편 세제 세척 및 중화	• 실험에 사용할 시편에 세제를 묻혀 표면을 세척 • 증류수 행굼이 끝난 시편은 라벨링이 된 100ml 삼각플라스크에 보관
3	시편 세제세척 및 NaOH 침지	• 삼각플라스크에 0.25wt% NaOH를 투입 • 1min, 8min 경과 시의 반응성을 관찰하고 사진 촬영 • 10min 경과시 0.25wt% NaOH를 제거 • 시편이 중화될 때까지 증류수로 충분히 행굼 • 중화가 완료된 시편은 45°C 오븐에서 12시간동안 건조
4	HNO ₃ 패시베이션	• 100ml 삼각플라스크에 담긴 시편(0.25wt% NaOH 처리가 끝난) 준비 • 삼각플라스크에 45wt% HNO₃을 투입한다. • 1min, 60min 경과 시의 반응성을 관찰하고 사진 촬영 • 60min 경과시 45wt% HNO₃을 제거 • 시편이 중화될 때까지 증류수로 충분히 행굼 • 시편을 50ml 삼각플라스크로 옮긴후 65°C 오븐에서 12시간동안 건조 • 건조가 완료된 시편과 삼각플라스크의 무게를 측정
5	H ₂ O ₂ 컨디셔닝 및 침지	• 50ml 삼각플라스크에 담긴 시편(45wt% HNO₃ 패시베이션 끝난) 준비 • 35wt% H₂O₂을 50ml씩 투입 후 36hour 경과 시의 반응성 관찰 • 36hour 경과 시 35wt% H₂O₂을 제거 • 90wt% H₂O₂ 50ml를 투입 • 투입하고 남은 90wt% H₂O₂의 농도 측정 • 50ml 삼각플라스크 입구부분을 밀봉한다.(습기침투방지)
6	밀봉 및 관찰	• 14일 동안 격일을 주기로 무게 측정 및 사진 촬영 • 측정 후 재밀봉 하며, 14일 경과 후 H₂O₂ 농도 측정



연구실 안전현황

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

기관명	충북대학교			구 분	1.대 학 ☒ 2.연구 기관 ☐ 3.기업부설(연) ☐ 4.기 타 ☐
연구실 개요	연구실명	방화 및 안전성 평가실			
	연구실 위치	충청북도 청주시 서원구 충대로 1 E8-0동 000호			
	연구실 면적	89.92㎡	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화학 / 화공 ☒ 2.기계 / 물리 ☐ 3.전기 / 전자 ☐ 4.생명 / 미생물 ☐ 5.건축/토목/자원 ☐ 6.기 타 ☐ ()	
	연구실책임자명	최○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000/000@cbnu.ac.kr	
	연구실 안전관리 담당자명	최○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000/000@cbnu.ac.kr	
비상연락처		연구실안전환경관리자 : 010-0000-0000 병원 : ○○병원(043-000-0000) 사고처리기관(소방서 등) : ○○소방센터 (043-000-0000)			
연구실 수행 연구 개발 활동명 (실험/연구과제명)		1. 과산화수소 시편 적합성 실험 및 추력기 촉매 강도 실험 / 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 및 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구			
연구활동종사자현황	연 번	이 름 (성별 표시)	직 위 (교수/연구원/학생 등)	담당 연구개발활동명 (연구/실험/실습명)	
	1	최○○	교수	과산화수소 추력기 강도실험 및 적합성평가 실험	
	2	손○○	연구원	과산화수소 추력기 촉매 강도 개선실험	
	3	이○○	연구원	과산화수소 추력기 촉매 강도 개선실험	
	4	장○○	학생	과산화수소 추력기 시스템에 사용하는 시편의 적합성평가 실험 및 안정된 패시베이션 연구	
	5	위○○	학생	과산화수소 추력기 시스템에 사용하는 시편의 적합성평가 실험 및 안정된 패시베이션 연구	
주요기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구/기계 장비)	규 격(수량)	활용 용도	비 고
	1	Forced Convention Oven	1	고농도 과산화수소 가열 용도	상시사용
	2	Flitering Storage Regrigerator	1	시약보관	상시사용
	3	Digital Refractometer	1	과산화수소 농도측정	주 3회사용



연구실 유해인자						
화 학 물 질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준)	- 보유 물질 -			- 보유 수량 -		
	1. 폭발성 물질	☐	2. 인화성 물질	☒	1. 10종 미만	☐
가 스 (「고압가스관리법」 기준)	3. 물 반응성 물질	☐	4. 산화성 물질	☒	2. 10종 ~ 30종 미만	☐
	5. 고압가스	☒	6. 자기반응성 물질	☐	3. 30종 ~ 50종 미만	☒
생물체	7. 발화성 물질	☐	8. 유기과산화물	☐	4. 50종 ~ 100종 미만	☐
	9. 금속부식성 물질	☒			5. 100종 이상	☐
물 리 적 유 해 인 자	고압가스 안전관리법 제3조(정의)에 의거한 일정량 이상의 고압가스 (H ₂ , CO, O ₂ , N ₂)를 보유하고 있으며 H ₂ , CO는 가스누출경보장치가 설치된 캐비닛 안에 배치되어 있다.					
	1. 고위험병원체	()종				
24시간 자동여부	2. 고위험 병원체를 제외한 제3 위험군	()종				
	3. 고위험 병원체를 제외한 제4 위험군	()종				
24시간 자동여부	1. 소음	☐	2. 진동	☐	3. 방사선	☐
	4. 이상기온	☐	5. 이상기압	☐	6. 분진	☐
정전시 긴급대응 여부	7. 전기	☒	8. 레이저	☐	9. 위험기계·기구	☐
	10. 기타	()				
24시간 자동여부		☒ Yes ☐ No	정전시 긴급대응 여부		☒ Yes ☐ No	
개인보호구 현황 및 수량						
보안경/고글/보안면	2/10/4	안전화/내화학장화/절연장화	6/6/0	귀마개/귀덮개	6/0	
레이저 보안경	0	안전장갑	6	실험실 가운	6	
안전모/머리커버	6/0	방진/방독/송기 마스크	9/4/0	보호복	6	
기타						
안전장비 및 설비 보유현황						
☒ 세안설비(Eye washer)	☒ 비상사위시설	☒ 흡후드	☒ 국소배기장치			
☒ 가스누출경보장치	☒ 자동차단밸브(AVS)	☒ 중화제독정차(Scrubber)	☒ 가스 실린더 캐비닛			
☐ 케미컬누출대응킷	☒ 유(油)흡착포	☒ 안전폐액통	☐ 레이저 방호장치			
☒ 시약보관캐비닛	☐ 클러브 박스	☐ 불산치료제(CGG)	☒ 소화기			
☐ 기타 ()						
연구실 배치현황						
배치도			주요 유해인자 위험설비 사진			
방화 및 안전성 평가실						



연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	과산화수소 시편 적합성 / 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 및 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구	연구기간 (실험·실습/연구과제)	2017.3 ~ 2017.12
연구(실험·실습/연구과제) 주요 내용	추력기 시스템에 사용하는 알루미늄, 서스 및 다양한 소재와 추력기 연료인 과산화수소사이의 관계를 연구하여 안정된 과산화수소 저장과 사용에 관한 연구		
연구활동종사자	손○○, 이○○, 장○○, 위○○		

유해인자	유해인자 기본정보				
1) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 제2조에 따른 유해화학물질	CAS NO	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA 심볼	위험분석
	물질명				
	7722-84-1	1			- 화재 또는 폭발을 일으킬 수 있음 - 삼키면 유해함 - 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴
	과산화수소				
	1310-73-2	1			- 금속을 부식시킬 수 있음 - 삼키면 유독함 - 피부와 접촉하면 유해함 - 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴
	수산화 나트륨				
7697-37-2	1			- 화재 또는 폭발을 일으킬 수 있음 - 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 - 눈에 심한 손상을 일으킴 - 흡입하면 유독함	
질산					
2) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 가스 및 「고압가스관리법」에 의한 독성 가스	가스명	보유 수량	가스종류		위험분석
	해당없음				
3) 생물체	해당없음				
4) 물리적 유해인자 (소음, 진동, 방사선 등)	기구명	유해인자종류	크기	위험분석	
	Filtering Storage Refrigerator	이상기온	140x80x200	이상기온으로 인한 가온으로 내부온도상승 온도에 민감한 화학물질의 발화 및 폭발위험	
	Fume hood	이상현상	180x110x245	전선설비이상 및 슬러지로 인한 관 내부 막힘으로 기압상승 폭발 및 중독 위험	
	Forced Convection Oven	이상기온	72x72x86	이상기온, 기압으로 인한 가온으로 내부온도상승 실험중인 화학물질의 발화점 또는 비점한계 통과로 발화 또는 중독위험	



안전계획(Hydrogen Peroxide : H ₂ O ₂)		
취급방법	- 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급하지 않음 - 가연성 물질과 혼합되지 않도록 조치 - 취급 후에는 취급 부위를 철저히 행굼 - 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 않음 - 장기간 또는 지속적인 피부접촉을 하지 않음	 
저장방법	- 빈 드럼통은 완전히 배수하고 적절히 막아 즉시 드럼 조절기에 되돌려 놓거나 적절히 배치 - 음식과 음료수로부터 멀리 배치 - 열, 스파크, 화염 및 고열로부터 멀리하며 취급물질 주위에서는 금연 - 의복 및 가연성 물질로부터 격리 - 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장	
폐기방법	중화, 가수분해, 산화 및 환원으로 충분히 희석하고 처리	
안전설비 및 개인 보호구 활용방안	- 공정격리, 국소배기를 사용하거나, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 - 작업장 가까운 곳에 세안설비와 비상샤워시설을 설치 - 화학물질 방어용 안경과 보안면을 사용 - 적합한 내 화학성 장갑을 착용 - 적합한 내 화학성 보호의를 착용	
비상조치계획(Hydrogen Peroxide : H ₂ O ₂)		
응급조치 방법	- 눈에 들어간 경우, 긴급 의료조치 또는 수 분간 물로 조심해서 씻고, 콘택트 렌즈는 착용하지 않음 - 피부에 접촉한 경우, 의복에 묻으면 의복을 벗기 전에 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 행굼 - 흡입한 경우, 산소를 공급하고 즉시 의료기관의 진찰 - 먹었을 경우, 입을 세척하고 토하지 않도록 함	
누출시 대처방법	- 엮일러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 항의 예방조치를 따름 - 오염 지역을 격리 - 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 착용하지 않은 사람은 출입을 금함 - 가연성 물질과 누출물을 멀리함 - 누출물은 오염을 유발할 수 있으므로 수로, 하수구, 지하실 및 밀폐공간으로의 유입을 방지 - 소화를 위해 제방을 쌓고 물을 수거 - 불활성 물질로 얹지른 것을 흡수하고, 화학폐기물 용기에 폐기	
화재 ·폭발시 대처방법	- 과산화수소와 관련된 소화시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무를 사용 - 질식소화시 건조한 모래 또는 흙을 사용 - 방화복 및 방염복 착용 - 대형 화재 시 폭발의 위험이 있으므로, 주변 지역의 사람을 대피시키고 거리를 유지하면서 소화 - 구조자는 적절한 보호구를 착용 - 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화	



안전계획(Sodium Hydroxide : NaOH)	
취급방법	• 취급 후에는 취급 부위를 철저히 행균 • 장기간 또는 지속적인 피부접촉을 금함 • 적절한 환기가 없으면 저장지역에 출입하지 않음 • 피해야할 물질 및 조건에 유의 • 공학적 관리 및 개인보호구를 참조하여 작업 • 가열된 물질에서 발생하는 증기를 호흡하지 않음
저장방법	• 잠금장치가 있는 저장장소에 저장 • 빈 드럼통은 완전히 배수하고 적절히 막아 즉시 드럼 조절기에 되돌려 놓거나 적절히 배치 • 음식과 음료수로부터 멀리함 • 피해야할 물질 및 조건에 유의
폐기방법	• 중화, 가수분해, 산화 및 환원으로 충분히 희석하고 처리
안전설비 및 개인보호구 활용방안	• 노출되는 물질의 물리화학적 특성에 맞는 한국산업안전보건공단의 인증을 필할 호흡용 보호구를 착용 • 작업장과 가까운 곳에 세안설비와 비상샤워시설을 설치 • 화학물질 방어용 안경과 보안면을 사용 • 적합한 내 화학성 장갑을 착용 • 적합한 내 화학성 보호의를 착용
비상조치계획(Sodium Hydroxide : NaOH)	
응급조치 방법	• 눈에 들어간 경우, 긴급 의료조치 또는 수 분간 물로 조심해서 씻고, 콘택트 렌즈는 착용하지 않음 • 피부에 접촉한 경우, 의복에 묻으면 의복을 벗기 전에 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 즉시 씻어낸다. • 흡입한 경우, 산소를 공급하고 즉시 의료기관의 진찰 • 먹었을 경우, 입을 세척하고 토하지 않도록 함
누출시 대처방법	• 엇질러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 항의 예방조치를 따름 • 오염 지역을 격리 • 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 착용하지 않은 사람은 출입을 금함 • 모든 점화원을 제거하고 용기에 물이 들어가지 않도록 함 • 누출물은 부식성 및 독성이므로 수로, 하수구, 지하실 및 밀폐공간으로의 유입을 방지 • 불활성 물질로 엇지른 것을 흡수하고, 화학폐기물 용기에 폐기
화재 폭발시 대처방법	• 수산화나트륨과 관련된 소화시 알칼 포말, 이산화탄소 또는 물분무를 사용 • 질식소화시 건조한 모래 또는 흡사용 • 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 유독한 가스가 발생될 수 있으므로 유의 • 금속과 접촉시 가연성 수소가스를 생성할 수 있으므로 접촉에 유의 • 내부에 물이 들어가지 않도록 하며 탱크 화재시 소화가 진화된 후에도 다량의 물로 용기를 냉각 • 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화



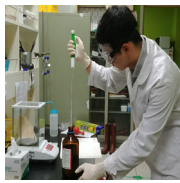
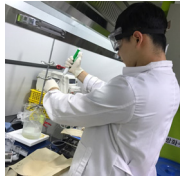
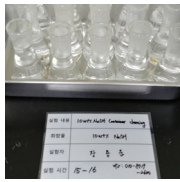
안전계획(Nitric Acid : HNO ₃)	
취급방법	• 압력을 가하거나, 자르거나, 용접, 납땜, 접합, 연마 또는 열에 폭로, 화염, 불꽃, 정전기 또는 다른 점화원을 피함 • 폭발하여 상해나 사망을 초래할 수 있으므로 가연성 물질과 혼합되지 않도록 조치 • 적절한 환기가 없으면 저장지역에 출입을 금함 • 용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 따름 • 장기간 또는 지속적인 피부접촉을 금함
저장방법	• 빈 드럼통은 완전히 배수하고 적절히 막아 즉시 드럼 조절기에 되돌려 놓거나 적절히 배치 • 음식과 음료수로부터 멀리함 • 열, 스파크, 화염 및 고열로부터 멀리하며 취급물질 주위에서는 금연 • 의복 및 가연성 물질로부터 격리 보관 • 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장
폐기방법	• 중화, 가수분해, 산화 및 환원으로 충분히 희석하고 처리
안전설비 및 개인 보호구 활용방안	• 공정격리, 국소배기를 사용하거나, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리 실시 • 작업장 가까운 곳에 세안설비와 비상샤워시설을 설치 • 화학물질 방어용 안경과 보안면을 사용 • 적합한 내 화학성 장갑을 착용 • 적합한 내 화학성 보호의를 착용
비상조치계획(Nitric Acid : HNO ₃)	
응급조치 방법	• 눈에 들어간 경우, 긴급 의료조치 또는 수 분간 물로 조심해서 씻고, 콘택트 렌즈는 착용하지 않음 • 피부에 접촉한 경우, 의복에 묻으면 의복을 벗기 전에 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 행굼 • 흡입한 경우, 산소를 공급하고 즉시 의료기관의 진찰 • 먹었을 경우, 입을 세척하고 토하지 않도록 함
누출시 대처방법	• 엇질러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 향의 예방조치를 따름 • 오염 지역을 격리 • 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 착용하지 않은 사람은 출입을 금함 • 가연성 물질과 누출물을 멀리함 • 누출물은 오염을 유발할 수 있으므로 수로, 하수구, 지하실 및 밀폐공간으로의 유입을 방지 • 소화를 위해 제방을 쌓고 물을 수거 • 불활성 물질로 엇지른 것을 흡수하고, 화학폐기물 용기에 폐기
화재· 폭발시 대처방법	• 과산화수소와 관련된 소화시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무를 사용 • 질식소화시 건조한 모래 또는 흡사음 • 방화복 및 방염복착용 • 대형 화재 시 폭발의 위험이 있으므로, 주변 지역의 사람을 대피시키고 거리를 유지하면서 소화 • 구조자는 적절한 보호구를 착용 • 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 과산화수소 보관 및 사용에 적합한 물질 규정과 패시베이션 연구

순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
1-1	필요시약 제작 0.25, 10wt% NaOH 	- 물리적 위험 - NaOH 용해열 : 비커파손 - 화학적 위험 - NaOH 접촉 : 피부, 눈 점막 극심한 손상위험 - NaOH 흡입 : 호흡기 손상 - 인적 위험 - 제작중인 비커 떨어트림, 시약병 떨어트림	- 증류수가 미리 채워진 용기에 희석 (용해열로 인한 비커파손 방지) - 실험시 보호구 및 보호장비 착용 (호흡용보호구 및 실험용 고글) - 실험기자재 및 실험진행은 철제 트레이 위에서 진행	- 실험 주변에 흡착포 등을 내용물 비산과 누출이 발생시 흡수시키거나 닦아냄 - 다량의 물을 주변에 배치(피부에 접촉한 경우 즉시 다량의 물로 세척)
1-2	필요시약 제작 10, 45wt% HNO₃ 및 가열 	- 물리적 위험 - HCl 용해열 : 비커파손 - 가열로 인한 HNO₃ 증기 생성 - 화학적 위험 - HCl 접촉 : 피부, 눈 점막에 닿을 경우 심한 화상 - 인적 위험 - 제작중인 비커 및 시약병 떨어트림	- 증류수가 미리 채워진 용기에 희석 (용해열로 인한 비커파손 방지) - 실험용 고글과 실험복 실험 장갑을 반드시 착용 - 실험기자재 및 실험진행은 철제 트레이 위에서 진행 - 완성된 HNO₃는 랩을 씌어 오븐으로 가열	- 실험 주변에 흡착포 등을 배치 하여 내용물 비산과 누출이 발생 시 흡수시키거나 닦아냄 - 다량의 물을 주변에 배치(피부에 접촉한 경우 즉시 다량의 물로 세척) - 랩이 손상되어 증기가 많이 생성 된 경우 그 즉시 창문을 열고 환기
1-3	필요시약 제작 35wt% H₂O₂ 	- 물리적 위험 - 화학적 위험 - 90wt% H₂O₂ : 희석시 사용되는 H₂O₂는 강산 화제로 화상 위험 - 90wt% H₂O₂ : 강산화제로 위험 - 35wt% H₂O₂ : 위험물에 포함되지 않음	90wt% H₂O₂를 사용하는 경우 안전보호구를 착용하도록 함 - 실험복 등 용액이 비산하여도 피부에 직접접촉이 발생하지 않도록 함 - 과산화수소를 고온으로 가열 하지 않음	- 실험 주변에 흡착포 등을 배치 하여 내용물 비산과 누출이 발생 시 흡수시키거나 닦아냄 - 다량의 물을 주변에 배치(피부에 접촉한 경우 즉시 다량의 물로 세척) - 특히 90wt% H₂O₂의 경우에는 강산화제로 위험하므로 비상사위장치를 사용
1-4	용기세척 (10wt% NaOH → 10wt% HNO₃) 	- 물리적 위험 - 화학적 위험 - 1-1, 1-2 내용과 동일 - 인적위험 : - 떨어트림 및 부딪힘으로 인한 내용물 비산 - 실험내용을 모르는 연구 종사자의 접촉 및 폐용액 처리 실수	- 실험시 보호구 및 보호장비 착용 (호흡용보호구 및 실험용 고글) - 실험기자재 및 실험진행은 철제 트레이 위에서 진행 - 실험에 관한 내용을 카드로 작성하여 보기쉬운곳에 위치	- 실험 주변에 흡착포 등을 배치 하여 내용물 비산과 누출이 발생 시 흡수시키거나 닦아냄 - 다량의 물을 주변에 배치(피부에 접촉한 경우 즉시 다량의 물로 세척)



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 과산화수소 보관 및 사용에 적합한 물질 규정과 패시베이션 연구

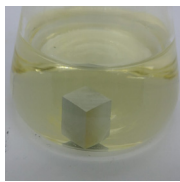
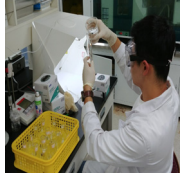
순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
1-5 실험 전과정 포함	폐용액 처리 (산, 염기, H ₂ O ₂ 등일) 	1. 물리적 위험 2. 화학적 위험 - 산, 염기 혼합으로 인한 열 발생 용기통 파손 3. 인적 위험 - 연구종사자의 실수로 인한 산, 염기 혼합 - 불투명 용기로 용기 채워진 상태 확인 불가능 폐용액 넘침현상 - 연구종사자의 실수로 인한 용액 비커 떨어트림	1. 폐시약통을 색별로 구분 (파-염기, 빨-산성, 노-유기물) 2. 연구종사자가 사용한 시약함에 카드를 작성하여 용액의 성질 표시 3. 폐용액을 처리할 때 반드시 용액통은 트레워위에 위치하며 용액비커는 두손으로 들 것	1. 폐용액을 잘못 처리한 경우 10분 정도 반응성을 확인 (격렬히 반응할 경우 다량의 물을 투입 또는 방화수 준비) 2. 실험복 또는 피부에 접촉한 경우 즉시 물로 씻어 화학시킴
1-6 실험 전과정 포함	비산용액 처리 	1. 물리적 위험 2. 화학적 위험 3. 인적 위험 - 연구종사자의 실수로 인한 접촉 - 연구실 폐기규정을 따르지 않은 경우 화학반응이 진행될 수 있음	1. 실험실 폐기물 처리규정을 따라서 처리(성상과 성분을 구분 해서 폐기 처리 - 충북대 연구실 내규에 따름) 2. 화학용장갑을 착용하고 접촉 할 것	1. 실수로 인해 피부에 접촉한 경우 다량의 물로 접촉한 부위를 씻음 2. 폐기물 처리포대 또는 상자에서 반응이 진행되는 경우 즉시 다량의 물로 화학시킴 (이후 반응양상을 확인)
2-1	시편 세제세척 및 중화 	1. 물리적 위험 2. 화학적 위험 3. 인적 위험	1. 실험 매뉴얼에 따라 진행(세제와 증류수만을 사용하므로 위험 하지 않음)	1. 실험 매뉴얼에 따라 진행
3-1	시편 처리 (0.25wt% NaOH) 	1. 물리적 위험 2. 화학적 위험 - NaOH와 시편의 반응열로 인한 용기파열 (극히 드묾) - 시편과 반응하여 유독성 가스를 생성하는 경우 3. 인적 위험 - 플라스크를 실수로 떨어트리는 경우	1. 소량의 NaOH를 투입하여 반응성을 확인 (유독성 가스를 생성하는 경우 방독 마스크 착용) 2. 주변에 다량의 물 배치 3. 실험기자재 및 실험진행은 철제트레이 위에서 진행 4. 리텍소재질의 장갑 착용(마찰력 극대화, 미끄러짐 방지)	1. 반응이 너무 격렬하여 용기에 무리가 갈 우려가 있는 경우 즉시 증류수 투입 (희석) 2. 플라스크를 넘어트리는 경우 철제트레이 내부의 플라스크 제거 및 오염부위를 닦아냄(사용 한 폐기물은 충북대 폐기 규정에 따름)



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 과산화수소 보관 및 사용에 적합한 물질 규정과 패시베이션 연구

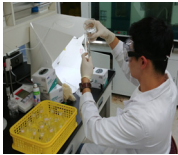
순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
3-2	행금 및 중화과정 	- 물리적 위험 - 화학적 위험 - 플라스크의 NaOH를 폐기하는 과정에서 피부 접촉 - 인적 위험 - 증류수를 사용하는 심리적 안전감에서 오는 방심	- 폐용액을 버리는 경우 폐용액 폐기 안전계획을 따름(1-5) - 항상 화학실험용 장갑을 착용한 채 실험	다량의 물로 즉시 희석
4-1	시편 처리 (45wt% HNO₃) 	- 물리적 위험 - 가열 HNO₃이 들어있는 플라스크 온도로 인한 화상 - 화학적 위험 - 가열 HNO₃에서 나오는 증기 흡입으로 인한 폐 손상 - 시편과 HNO₃의 반응으로 인한 용기파열 - 인적 위험 - 가열 HNO₃의 온도로 인한 화상 및 떨어트림 (물리적 위험과 연계)	- 가열된 HNO₃를 오븐에서 반출할 때 라텍스장갑과 일반장갑(미끄럼 방지 처리된 것) 동시착용 - 증기가 새어나오지 않도록 HNO₃ 플라스크는 랩을 씌어둠 - HNO₃증기에 적합한 방독마스크 착용 - 소량의 HNO₃을 시편에 투입하여 반응성 확인	- 랩 등 밀봉이 파열되어 증기가 새 경우 그 즉시, 모든 창문을 개방하여 환기 - 플라스크를 바닥에 떨어트린 경우 즉시 다량의 물로 희석 - 반응이 격렬하여 용기파열 및 독성가스가 생성되는 경우 물을 투입하여 희석
4-2	행금 및 중화과정  (3-2과정과 동일)	- 물리적 위험 - 화학적 위험 - 플라스크의 HNO₃를 폐기하는 도중에 피부접촉 - 인적 위험 - 증류수를 사용하는 심리적 안전감에서 오는 방심	- 폐용액을 버리는 경우 폐용액 폐기 안전계획을 따름(1-5) - 항상 화학실험용 장갑을 착용한 채 실험	다량의 물로 즉시 희석
5-1	시편 처리 (35wt% H₂O₂) 	- 물리적 위험 - 화학적 위험 - 위험물에 포함하지 않지만 자체적으로 강한 산화작용을 일으킬 수 있음 (피부 및 점막에 큰 손상) - 인적 위험 - 매스플라스크를 사용하는 도중 비커 넘어트림 - 실수로 H₂O₂가 담긴 플라스크를 넘어트림	- 실험용 고글 및 안전장갑 착용 - 실험은 트레이 위에서 진행 - 충분한 실험공간을 확보하여 실험에 지장이 없도록 함	- 실험중 소량의 H₂O₂를 흘린 경우 물로 희석시킨 후 닦아냄 - 비커를 넘어트려 다량의 H₂O₂가 누출된 경우 즉시 다량의 물을 사용하여 희석 - 피부에 접촉한 경우 흐르는 물에 충분히 씻고 화상의 유무를 파악



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 과산화수소 보관 및 사용에 적합한 물질 규정과 패시베이션 연구

순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
6-1	시편 침지 (90wt% H ₂ O ₂)	1. 물리적 위험 2. 화학적 위험	1. 실험용 고글 및 안전장갑 반드시 착용 2. 실험은 트레이 위에서 진행 3. 충분한 실험공간을 확보하여 실험에 지장이 없도록 함 4. 비상시를 대비하여 반드시 2명 이 한팀을 이루어 실험을 진행	1. 실험중 흘러거나 누출된 H ₂ O ₂ 는 그 즉시 닦아내거나 흡석(90 wt% H ₂ O ₂ 는 산화성이 크기 때문에 책상 및 실험기구에 손상을 줄 수 있음) 2. 피부에 접촉한 경우 흐르는 물에 충분히 씻어내고 내원을 함
	 (5-1과정과 동일)	- 90wt% H ₂ O ₂ 는 강산화성 물질로 산화로 인한 화재의 위험 및 피부접촉시 손상 - 특히 눈에 접촉한 경우 그 즉시 설명할 수 있으므로 주의 3. 인적 위험 - 매스플라스크를 사용하는 도 중 비커 넘어트림 - 실수로 H ₂ O ₂ 가 담긴 플라스크를 넘어트림		
6-2	밀봉 및 관찰	1. 물리적 위험 2. 화학적 위험	1. 예비실험을 통하여 한계 온도를 파악 (시편으로 인한 반응성을 포함하여 최고온도보다 낮게 실험 진행) 2. 밀봉된 플라스크는 항상 철제 트레이 위에 위치	1. 반응성이 너무 커 화재 폭발의 위험이 있는 경우 오븐을 열지 않고 온도를 낮추고 냉각될 때 까지 관측
		- 30℃, 60℃ 및 더 높은 온도로 가열하는 경우 시편에서 생성된 산소와 물질이 반응하여 화재 및 폭발 위험 3. 인적 위험		



사전유해인자위험분석 우수사례

(2017 보고서 경진대회)



충북대학교

위대웅



3 충북대학교

가. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노 와이어 형태의 금속산화물 제작

① 실험목적

- 나노입자 형태 산소 센서의 성능 개선을 위해 사용할 나노와이어 형태의 금속산화물 제작

② 준비사항

- 재료 : 이산화티타늄, 수산화나트륨, 염산 등
- 시설 및 장비 : 가열교반기, 전자저울, 교반건조기, 원심분리기 등

③ 실험절차

연번	실험절차	절차내용
1	준비	• 실험장소 및 실험기구, 안전설비 등의 상태 점검 실시
2	시약 제조	• 부피플라스크에 98% NaOH를 408.13g을 넣고 증류수 투입 • 마그네틱 바를 넣고 교반기로 섞어 10.5M NaOH를 준비 • 부피플라스크에 35% HCl을 10.42g을 넣고 증류수 투입 • 마그네틱 바를 넣고 교반기로 섞어 0.1M HCl을 준비 • 시료를 구분하기 위해 각각 라벨링을 실시
3	합성	• PTFE 원통용기에 메스실린더를 이용하여 10.5M NaOH 100ml를 넣음 • 유산지를 이용해 TiO_2를 특정 중량 넣은 후 마그네틱 바를 넣어 교반기로 500rpm, 5분 동안 교반 • 압력용기에 PTFE 원통용기를 넣고 바이스로 고정 후 토크렌치로 조임 • 압력용기를 교반건조기에 넣고 회전 속도는 500rpm, 시간대별 설정온도 결정하여 가동
3	분리	• 하루 식혀준 후 바이스에 고정시켜 토크렌치로 개봉 • PTFE 원통용기에 있는 용액을 꺼내 비커에 담아 마그네틱 바를 넣고 교반기로 500rpm, 5분 동안 교반 • 섞어준 용액을 비커를 이용해 원심분리기 튜브에 나누어 담고 원심분리기를 12000rpm으로 4분 동안 분리
4	중화	• 원심분리기 튜브에 분리된 용액은 폐기 • 튜브에 남아있는 내용물에 0.1M HCl을 부어준 후 비커에 담은 후 마그네틱 바를 넣고 교반기로 500rpm, 5분 동안 교반 • 중화가 될 때까지 분리, 중화과정을 반복
5	건조	• 중화가 완료되면 원심분리기를 돌린 후, 분리된 용액폐기 • 내용물만 남은 원심분리기 튜브를 교반건조기에 넣고 50℃에 24시간 건조
6	정리 정돈	• 실험 종료 후 폐액의 성상에 따라 폐기 실시 • 실험기구 세척 및 정리정돈 실시



연구실 안전현황

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

기관명	충북대학교		구 분	1.대 학 ☒	2.연구 기관 ☐
			3.기업부설(연구) ☐ <td>4.기 타 ☐<td></td></td>	4.기 타 ☐ <td></td>	
연구실 개요	연구실명	방화 및 안전성 평가실 충북대학교 공과대학 안전공학과			
	연구실 위치	E8-3 동 0 층 000 호			
	연구실 면적	89.92 m ²	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화학 / 화공 ☒ 3.전기 / 전자 ☐ 5.건축/토목/자원 ☐ 6.기 타 ☐ ()	2.기계 / 물리 ☐ 4.생명 /미생물 ☐
	연구실책임자명	최○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000 (000000@cbnu.ac.kr)	
	연구실 안전관리 담당자명	손○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000 (000000@gmail.com)	
비상연락처		연구실안전환경관리자 : 043-000-0000 병원 : 043-000-0000 사고처리기관(소방서 등) : 043-000-0000 기타 : 010-0000-0000			
연구실 수행 연구개발활동명 (실험/연구과제명)	1. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 개발 2. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작 3. 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 4. 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구				
연구활동종사자 현황	연번	이 름 (성별 표시)	직 위 (교수/연구원/ 학생 등)	담당 연구개발활동명 (연구/실험/실습명)	
	1	최○○	교수	1. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 개발 2. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작 3. 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 4. 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구	
	2	염○○	박사과정	1. 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선	
	3	손○○	석사과정	1. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 개발 2. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작 3. 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 4. 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구	
	4	이○○	석사과정	1. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 개발 2. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작 3. 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 4. 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구	
	5	장○○	학부연구생	1. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 개발 2. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작 3. 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 4. 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구	
	6	위○○	학부연구생	1. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 개발 2. 웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작 3. 과산화수소 추력기 촉매 강도 개선 4. 시스템 구성 소재의 과산화수소 저항성 개선 표면처리 연구	
주요기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구/기계·장비)	규 격(수량)	활용 용도	비 고
	1	포텐시오스탯	1	전압인가 및 측정	-
	2	원심분리기	1	혼합물 분리	-
	3	흡후드	2	휘발성 물질 환기	-



연구실 유해인자					
화 학 물 질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준)	- 보유 물질 - 1. 폭발성 물질 ☐ 2. 인화성 물질 ☒ 3. 물 반응성 물질 ☐ 4. 산화성 물질 ☒ 5. 고압가스 ☒ 6. 자기반응성 물질 ☐ 7. 발화성 물질 ☐ 8. 유기과산화물 ☐ 9. 금속부식성 물질 ☒ - 보유 수량 - 1. 10종 미만 ☐ 2. 10종 ~ 30종 미만 ☐ 3. 30종 ~ 50종 미만 ☒ 4. 50종 ~ 100종 미만 ☐ 5. 100종 이상 ☐				
가 스 (「고압가스관리법」 기준)	질 소, 산 소, 수 소, 헬륨, 압축 공기				
생물체	1. 고위험병원체 (0)종 2. 고위험 병원체를 제외한 제3 위험군 (0)종 3. 고위험 병원체를 제외한 제4 위험군 (0)종				
물 리 적 유 해 인 자	1. 소음 ☐ 2. 진동 ☐ 4. 이상기온 ☐ 5. 이상기압 ☐ 7. 전기 ☒ 8. 레이저 ☐ 10. 기타 ☐ () 3. 방사선 ☐ 6. 분진 ☐ 9. 위험기계·기구 ☐				
24시간 가동 여부	☐ Yes ☒ No	정전시 긴급대응 여부		☐ Yes ☒ No	
개인보호구 현황 및 수량					
보안경/고글/보안면	2/10/4	안전화/내화학장화/절연장화	6/6/0	귀마개/귀덮개	6/0
레이저 보안경	0	안전장갑	6	실험실 가운	6
안전모/머리커버	6/0	방진/방독/송기마스크	9/4/0	보호복	6
기타	-				
안전장비 및 설비 보유현황					
☒ 세안설비(Eye washer) ☒ 가스누출경보장치 ☐ 케미컬누출대응킷 ☒ 시약보관캐비닛 ☐ 기타 () ☒ 비상사위시절 ☒ 자동차단밸브(AVS) ☒ 유(油)흡착포 ☐ 글러브 박스 ☒ 흡후드 ☐ 중화제독장치(Scrubber) ☒ 안전폐액통 ☐ 불산치료제(CGG) ☒ 국소배기장치 ☒ 가스 실린더 캐비닛 ☐ 레이저 방호장치 ☒ 소화기					
연구실 배치현황					
배치도			주요 유해인자 위험설비 사진		



연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	웨어러블 안전 기기용 나노 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작	연구기간 (실험·실습/연구과제)	2016. 10 ~ 2018. 10
연구 (실험·실습/연구과제) 주요 내용	웨어러블 기기에 적합한 단순/소형 구조를 가지며, 색변화를 통해 질식의 위험을 직관적으로 알리고, 전기적 신호를 통해 정밀 정량분석도 동시에 수행할 수 있는 나노입자 형태의 금속산화물 산소 센서의 성능 개선을 위해 사용할 나노와이어 형태의 금속산화물 제작		
연구활동종사자	최○○, 위○○, 손○○, 이○○, 장○○		

유해인자	유해인자 기본정보				
1) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 제2조에 따른 유해화학물질	CAS NO	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA 심볼	위험분석
	물질명				
	13463-67-7	450g 2통	-		-
	Titanium dioxide				
	1310-73-2	500g 2통	 위험		· 피부 부식성 / 피부 자극성 · 심한 눈 손상성 / 눈 자극성 · 특정표적장기 독성 (1회 노출)
	Sodium hydroxide				
2) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 가스 및 「고압가스관리법」에 의한 독성 가스	7647-01-0	500g 1통	 위험		· 급성 독성 (경구) · 급성 독성 (흡입) · 피부 부식성 / 피부 자극성 · 특정표적장기 독성 (1회 노출)
	Hydrochloric acid				
3) 생물체	가스명	보유 수량	가스종류	위험분석	
4) 물리적 유해인자 (소음, 진동, 방사선 등)	기구명	유해인자 종류	크기	위험분석	
				해당없음	



1. Titanium dioxide

안전계획	
취급방법	환기가 잘 되는 지역에서만 사용
저장방법	- 밀폐용기에 저장 - 서늘하고 건조하고 통풍이 잘되는 장소에 저장
폐기방법	폐기물관리법에 명시된 경우 규정에 따라 내용물 및 용기를 폐기
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 호흡기 보호 - 안전보건공단의 인증을 필한 호흡용 보호구 착용 - 눈 보호 - 측면 보호대가 있는 보안경 착용 - 분진이 발생하는 경우 보호용 고글 착용 - 취급장소 근처에 눈 세척시설 및 비상세안장치 설치 - 손 보호 - 안전보건공단의 인증을 필한 화학물질용 안전 장갑 착용 - 신체 보호 - 안전보건공단의 인증을 필한 화학물질용 안전 보호복 착용 - 취급장소 근처에 비상샤워장치 설치
비상조치계획	
응급조치 방법	- 눈에 들어갔을 때 - 다량의 물로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 - 피부에 접촉했을 때 - 모든 오염된 의복 및 신발은 즉시 벗거나 제거 - 다량의 물과 비누로 오염물이 남아있지 않을 때까지 세척 - 흡입했을 때 - 즉시 환자를 신선한 공기가 있는 장소로 운반 - 먹었을 때 - 다량의 물로 입을 완전히 헹군 후 물을 충분히 섭취 - 경우에 따라 불편함을 느낄 시 의사의 치료
누출시 대처방법	- 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 - 개인 보호구 착용 - 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 - 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입을 방지 - 정화 또는 제거 방법 - 누출물을 진공청소기로 흡입한 후 적절한 용기에 담아 폐기
화재·폭발시 대처방법	- 적절한(부적절한) 소화제 - 소화 시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무를 사용 - 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 - 없음 - 화재 진압 시 착용할 보호구 및 예방조치 - 양압 자급식 호흡용 보호구 착용 및 필요한 보호구를 반드시 착용 후 화재 진압



2. Sodium hydroxide

안전계획		
취급방법	• 피부접촉, 증기흡입 및 눈에 침입 방지 • 모든 용기는 접지	
저장방법	• 밀폐용기에 저장 • 서늘하고 건조하고 환기가 잘되는 장소에 저장	• 혼합금지물질과 격리 • 강산류, 금속류, 식품 및 사료와 분리 • 내식성 콘크리트 바닥에 보관
폐기방법	• 혼합금지물질과 분리하여 폐기 • 폐기물관리법에 명시된 경우 규정에 따라 내용물 및 용기를 폐기	
안전설비 및 개인보호구 활용방안	1. 호흡기 보호 - 방진마스크 혹은 방진필터를 결합한 호흡기 보호구를 착용 - 안전보건공단의 인증 필한 호흡용 보호구 착용 - 작업환경에 따라 미지농도 또는 기타 생영이나 건강에 영향이 우려될 경우 송기마스크, 공기호흡기를 착용 2. 눈 보호 - 화학물질용 보안경을 착용 - 취급장소 근처에 눈 세척시설 및 비상세안장치를 설치 3. 손 보호 - 화학물질용 안전장갑을 착용 4. 신체 보호 - 화학물질용 보호복을 착용	
비상조치계획		
응급조치 방법	1. 눈에 들어갔을 때 - 다량의 물이나 생리식염수로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 2. 피부에 접촉했을 때 - 모든 오염된 의복 및 신발은 즉시 벗거나 제거 - 15분 이상 다량의 물과 비누로 오염물이 남아있지 않을 때까지 세척 3. 흡입했을 때 - 즉시 환자를 신선한 공기가 있는 장소로 운반 - 호흡정지 및 곤란 시 인공호흡 실시 및 의사의 치료 4. 먹었을 때 - 구토를 하지 않도록 하고 즉시 의사의 치료	
누출시 대처방법	1. 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 - 누출된 물질 접촉 및 흡입 금지 - 밀폐장소인 경우 공기호흡기 착용 및 환기, 발화원 제거 2. 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 - 유출방지를 최소화, 유출물질은 용기에 보관하여 회수 3. 정화 또는 제거 방법 - 고효율 진공청소기로 잔류물을 제거, 산성 물질을 추가하여 중화	
화재·폭발시 대처방법	1. 적절한(부적절한) 소화제 - 소화 시 이산화탄소, 분말소화제, 포말소화제, 물 사용 2. 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 - 열분해생성물 : 나트륨 산화물 - 화재의 위험은 무시 가능 3. 화재 진압 시 착용할 보호구 및 예방조치 - 위험 없이 할 수 있으면 용기를 화재지역으로부터 이동 - 방열복 및 공기호흡기 등 필요한 보호구를 반드시 착용 후 화재 진압 - 화재 진압이 불가능시 즉각 철수, 진화가 된 후에도 상당 시간 동안 물분무로 용기를 냉각 - 관계인의 접근을 막고 위험 지역을 격리하며 출입을 금지	



3. Hydrochloric acid

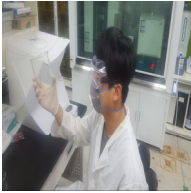
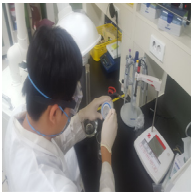
안전계획		
취급방법	• 통풍이 잘 되는 후드에서 취급 또는 작업 • 단기적인 접촉 및 반복적, 장기적인 노출 금지 • 노출기준 이상에서는 호흡보호구 착용 • 빈 용기에는 잔류물 (증기, 액체 및 고체) 이 남아있어 위험할 수 있으므로, 용기에 구멍을 뚫거나 용기를 태우는 행위 금지	
저장방법	• 통풍이 잘되는 저장소에 밀폐 보관 • 직사광선을 피하고 식료품, 사료, 의약품, 음식과 혼합저장 금지 • 필요에 따라 국소배기장치 가동 • 물리적인 손상에 견딜 수 있으며, 유리, 스테인리스, 무쇠, 연철로 제조된 저장용기 사용 • 수산화물, 아민류, 구리, 황동, 아연과 혼합위험성이 있으므로 격리하여 저장 • 산화제, 강산, 강염기, 포름알데히드와 격리하여 저장	
폐기방법	• 폐기물관리법에 명시된 경우 규정에 따라 내용물 및 용기를 폐기	
안전설비 및 개인보호구 활용방안	호흡기 보호 안전보건공단의 인증을 필한 호흡용 보호구 착용	손 보호 안전보건공단의 인증을 필한 화학물질용 안전 장갑 착용
	눈 보호 안전보건공단의 인증을 필한 보안경, 보안면 착용	신체 보호 안전보건공단의 인증을 필한 화학물질용 안전 보호복 착용
비상조치계획		
응급조치 방법	1. 눈에 들어갔을 때 - 콘택트렌즈를 착용하고 있다면 제거 후 다량의 물로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시치료 2. 피부에 접촉했을 때 - 모든 오염된 의복 및 신발은 즉시 벗거나 제거 - 15분 이상 다량의 물과 비누로 오염물이 남아있지 않을 때까지 세척 - 오염물이 피부에서 확산되지 않도록 하고 자극이 지속되면 즉시 의사의 치료 3. 흡입했을 때 - 즉시 환자를 신선한 공기가 있는 장소로 운반 후 의사의 치료 - 구강 대 구강 인공호흡법을 사용하지 말고, 호흡용 기구를 이용 4. 먹었을 때 - 구토를 하지 않도록 하며 중화시키지 말고 즉시 의사의 치료 - 식도나 위장 내에 화상을 입은 경우 위세척을 할 때 잠재적인 출혈이나 위 천공 위험 - 위세척 시 활성탄소는 비효율적	
누출시 대처방법	1. 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 - 누출지역은 관계자 외 출입 통제 및 격리, 반경 25~50미터까지 차단 - 증기는 공기보다 무거우니 저지대에 머물지 말고 바람과 반대방향으로 위치 - 적절한 보호의를 착용하지 않고 파손된 용기나 누출물 접촉 금지 - 화재진압용 보호의는 누출 시에는 비효율적이므로 화재 발생시에만 착용 2. 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항 - 환경으로 배출 금지하고 수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입을 방지 3. 정화 또는 제거 방법 - 토양에 소량 누출 시 오염된 지역을 중탄산나트륨이나 산화 (또는 탄산) 칼슘으로 중화 - 중화제를 이용할 수 없으면 누출물을 질석, 건토, 건사 또는 비가연성물질로 덮어 흡수 - 누출물의 확산방지 및 우천 시 빗물이 달지 않도록 플라스틱 시트를 사용 - 중화된 잔류물은 추후 처분을 위하여 삽으로 용기에 저장 - 토양 대량 누출 시 구덩이나 연못을 만들어 한 곳에 모으거나 흙, 모래주머니 등으로 제방을 쌓아 확산 방지	
화재 폭발시 대처방법	1. 적절한(부적절한) 소화제 - 비가연성 물질이므로 주변화재에 적절한 소화제 사용 2. 화학물질로부터 생기는 특정 유해성 - 화재 시 자극적이고 부식성이 강한 독성기체 방출 - 증기는 공기보다 무거워 바닥을 따라 유동 3. 화재 진압 시 착용할 보호구 및 예방조치 - 위험 없이 할 수 있으면 용기를 화재지역으로부터 이동 - 화재가 모두 진화된 후에도 용기에 다량의 물을 뿌려 용기내의 온도 하강 - 금속과 접촉하면 인화성인 수소가스를 발생시키므로 소화 시 주의 - 가능한 한 먼 거리에서 진화하고 소방용수의 차후 처리를 위해 제방 설치	



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 웨어러블 안전 기기용 나노 금속 산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작

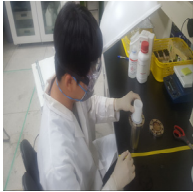
순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
1	실험장소 및 실험기구, 안전설비 상태 점검 	• 실험장소에서 불필요한 장비 및 시약에 의해 사고의 가능성 상승 • 또한 사고가 발생 했을 시 사고 규모 확장 • 불량 상태의 실험기구는 사고를 유발 • 안전설비 고장 시 비상상황에 대응 불가	• 실험장소 정리 정돈 철저 • 실험기구 및 안전설비 상태 점검	-
2	실험에 필요한 시약 제조(1) - 부 피 플 라 스 크 에 NaOH와 증류수를 넣고 교반해 10.5M NaOH 제조 	• 부피플라스크, 비커 취급 부주의로 인한 깨짐, 베임 및 NaOH 비산 • 시약스폰 취급 부주의 혹은 손 떨림으로 인한 NaOH 비산 • 교반기의 빠른 회전속도로 인 해 마그네틱 바 및 NaOH 비산 • 실험실 내시약병 운반중 넘어짐 • 개인 보호구 미착용으로 인한 신체 접촉 및 증기 흡입 • NaOH의 높은 용해열로 인한 신체 화상	• 사용 물질 MSDS 숙지 • 미끄럼방지 내화학성 장갑 착용 • 시약스폰 취급 용량을 최소화 하여 손떨림으로 인한 비산 가능성 최소화 • 사전에 교반기의 적정 회전 속도를 파악 후 설정 • 실험 전 동선 내에 있는 장애물 제거 • 실험 시 개인보호구(실험복, 내화학성 장갑, 보안경, 호흡 보호구) 필수 착용 • 흡후드, 압후드 등 환기 시스템 가동 • NaOH 제조 시 온도 체크	• 안구 접촉 시 다량의 물이나 생리 식염수로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 • 피부에 접촉 시 모든 오염된 의복 및 신발을 제거하고 15분 이상 다량의 물과 비누로 세척 • 흡입 시 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 운반 • 섭취 시 구도를 하지 않도록 하고 즉시 의사의 치료 • 절상 발생 시 상처 부위를 세척 및 소독 후 지혈, 심한 경우 의사의 치료 • 화상 발생 시 해당 부위를 미지근한 물로 열을 식힌 후 의사의 치료
3	실험에 필요한 시약 제조(2) • 부피플라스크에 HCl 과 증류수를 넣고 교반해 0.1M HCl 제조 	• 부피플라스크, 비커, 피펫 취급 부주의로 인한 깨짐, 베임 및 HCl 비산 • 피펫필러 오조작으로 인한 HCl 비산 • 교반기의 빠른 회전속도로 인 해 마그네틱 바 및 HCl 비산 • 실험실 내 시약병 운반 중 넘어짐 • 개인 보호구 미착용으로 인한 신체 접촉 및 증기 흡입	• 사용 물질 MSDS 숙지 • 미끄럼방지 내화학성 장갑 착용 • 피펫필러 사용법 숙지 및 시각적 표시 • 사전에 교반기의 적정 회전 속도를 파악 후 설정 • 실험 전 동선 내에 있는 장애물 제거 • 실험 시 개인보호구(실험복, 내화학성 장갑, 보안경, 호흡 보호구) 필수 착용 • 흡후드, 압후드 등 환기 시스템 가동	• 안구 접촉 시 다량의 물로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 • 피부에 접촉 시 모든 오염된 의복 및 신발을 제거하고 15분 이상 다량의 물과 비누로 세척 • 흡입 시 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 운반 • 섭취 시 구도를 하지 않도록 하며 중화를 시키지 말고 즉시 의사의 치료 • 절상 발생 시 상처 부위를 세척 및 소독 후 지혈, 심한 경우 의사의 치료



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 웨어러블 안전 기기용 나노 금속 산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작

순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
4	나노와이어 합성 • PTFE 원통용기에 10.5M NaOH 와 TiO_2를 넣고, 압력용기에 넣은 후 교반 건조기에 넣어 합성 	• 압력용기, 토크렌치 취급 부주의로 인한 비래 • 압력용기를 고정하는 과정에서 바이스에 손 끼임, 느슨하게 고정된 압력용기의 비래 • 부피플라스크, 메스실린더 취급 부주의로 인한 깨짐, 베임 및 NaOH 비산 • 시약스폰, 유산지 취급 부주의 혹은 손떨림으로 인한 TiO_2 비산 • 교반기의 빠른 회전속도로 인해 마그네틱 바 및 용액 비산 • 실험실 내 시약병 운반 중 넘어짐 • 개인 보호구 미착용으로 인한 신체 접촉 및 증기 흡입	• 사용 물질 MSDS 숙지 • 미끄럼방지 내화학성 장갑 착용 • 바이스를 조이기 전 손의 위치를 확인하고 압력용기를 살짝 흔들어 고정 상태 확인 • 시약스폰, 유산지 취급 용량을 최소화하여 손떨림으로 인한 비산 가능성 최소화 • 사전에 교반기의 적정 회전 속도를 파악 후 설정 • 실험 전 동선 내에 있는 장애물 제거 • 실험 시 개인보호구(실험복, 내화학성 장갑, 보안경, 호흡 보호구) 필수 착용 • 흡후드, 압후드 등 환기시스템 가동	• 안구 접촉 시 다량의 물이나 생리식염수로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 • 피부에 접촉 시 모든 오염된 의복 및 신발을 제거하고 15분 이상 다량의 물과 비누로 세척 • 흡입 시 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 운반 • 섭취 시 구토를 하지 않도록 하고 즉시 의사의 치료 • 절상 발생 시 상처 부위를 세척 및 소독 후 지혈, 심한 경우 의사의 치료 • 타박상 발생 시 해당 부위를 찜질을 하여 붓기를 가라앉히고 의사의 치료
5	나노와이어 분리 • 합성한 용액을 꺼내어 한번 교반한 후 튜브에 넣어 원심분리기로 분리 	• 압력용기, 토크렌치 취급 부주의로 인한 비래 • 압력용기를 고정하는 과정에서 바이스에 손 끼임, 느슨하게 고정된 압력용기의 비래 • 버커 취급 부주의로 인한 깨짐, 베임 및 용액 비산 • 교반건조기의 내부가 고온인 상태에서 개방하여 신체 화상 • 고온의 압력용기로 인한 신체 화상 • 고압의 압력용기 개방 시 뚜껑 튀어오름 • 실험실 내 시약병 운반 중 넘어짐 • 교반기의 빠른 회전속도로 인해 마그네틱 바 및 용액 비산 • 원심분리기 튜브의 입구가 좁아 용액을 담을 때 흘림 • 원심분리기 튜브의 뚜껑을 느슨하게 닫아 원심분리기를 돌릴 때 용액 누출 • 원심분리기 중심이 안맞거나 각 튜브의 무게 균형이 맞지 않아 회전 중 로터가 이탈 • 개인 보호구 미착용으로 인한 신체 접촉 및 증기 흡입	• 사용 물질 MSDS 숙지 • 미끄럼방지 내화학성 장갑 착용 • 바이스를 조이기 전 손의 위치를 확인하고 압력용기를 살짝 흔들어 고정 상태 확인 • 교반건조기의 온도를 충분히 낮춘 후 개방 • 교반건조기를 연 후 압력용기를 대기 중에 충분히 식힌 후 운반 • 압력용기 개방 시 나사를 다 풀지 않고 몇 개 남겨둔 후 개방하여 튜브 방지 • 실험 전 동선 내에 있는 장애물 제거 • 사전에 교반기의 적정 회전 속도를 파악 후 설정 • 원심분리기 튜브에 용액을 담을 때 갈때마다 사용 • 원심분리기 튜브의 뚜껑 반복 확인 • 원심분리기 튜브의 적정 용량 표시 • 실험 시 개인보호구(실험복, 내화학성 장갑, 보안경, 호흡 보호구) 필수 착용	• 안구 접촉 시 다량의 물이나 생리식염수로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 • 피부에 접촉 시 모든 오염된 의복 및 신발을 제거하고 15분 이상 다량의 물과 비누로 세척 • 흡입 시 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 운반 • 섭취 시 구토를 하지 않도록 하고 즉시 의사의 치료 • 절상 발생 시 상처 부위를 세척 및 소독 후 지혈, 심한 경우 의사의 치료 • 타박상 발생 시 해당 부위를 찜질을 하여 붓기를 가라앉히고 의사의 치료 • 화상 발생 시 해당 부위를 미지근한 물로 열을 식힌 후 의사의 치료

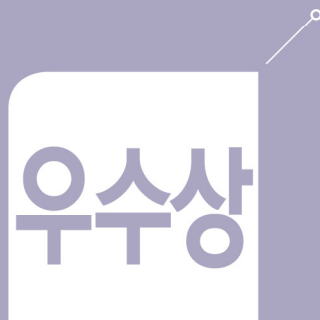


연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 웨어러블 안전 기기용 나노 금속 산화물 산소 센서의 성능 개선을 위한 나노와이어 형태의 금속산화물 제작

순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
6	나노와이어 중화 및 건조 • 튜브에 분리된 용액을 버린 후 0.1M HCl로 중화하고 원심분리를 돌린 후 건조기에 건조 	• 부피플라스크, 비커 취급 부주의로 인한 깨짐, 베임 및 HCl, 용액 비산 • 교반기의 빠른 회전속도로 인해 마그네틱 바 및 용액 비산 • 실험실 내 시약병 운반 중 넘어짐 • 원심분리기 튜브의 입구가 좁아 용액을 담을 때 흘림 • 원심분리기 튜브의 뚜껑을 느슨하게 닫아 원심분리를 돌릴 때 용액 누출 • 원심분리기의 중심이 안맞거나 각 튜브의 무게 균형이 맞지 않아 회전 중 로터가 이탈 • 개인 보호구 미착용으로 인한 신체 접촉 및 증기 흡입	• 사용 물질 MSDS 숙지 • 미끄럼방지 내화학성 장갑 착용 • 사전에 교반기의 적정 회전 속도를 파악 후 설정 • 실험 전 동선 내에 있는 장애물 제거 • 원심분리기 튜브에 용액을 담을 때 깔때기 사용 • 원심분리기 튜브의 뚜껑 반박 확인 • 원심분리기 튜브의 적정 용량 표시 • 실험 시 개인보호구(실험복, 내화학성 장갑, 보안경, 호흡보호구) 필수 착용	• 안구 접촉 시 다량의 물로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 • 피부에 접촉 시 모든 오염된 의복 및 신발을 제거하고 15분 이상 다량의 물과 비누로 세척 • 흡입 시 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 운반 • 섭취시 구토를 하지 않도록 하며 중화를 시키지 말고 즉시 의사의 치료 • 질상 발생 시 상처 부위를 세척 및 소독 후 지혈, 심한 경우 의사의 치료 • 타박상 발생 시 해당 부위를 찜질을 하여 붓기를 가라앉히고 의사의 치료
7	실험 종료 후 폐기 	• 혼합금지물질과 접촉 시 화학반응 발생 • 실험실 내 시약병 운반 중 넘어짐 • 개인 보호구 미착용으로 인한 신체 접촉 및 증기 흡입	• 폐기물 처리 시 종류별, 성상별 분류 및 수집 • 폐기물 처리 시 일반생활하수와 섞이지 않도록 별도의 수거용기에 담아 지정장소에 배출 • 폐기물 수거용기의 유해성, 위험성 표시 • 폐기물 수거용기 종류별, 성상별 구분 용이를 위해 시각적 표시 • 연구실 내 지정된 장소에서 폐기물 수집 및 보관	• 안구 접촉 시 다량의 물로 15분 이상 눈을 세척 후 즉시 의사의 치료 • 피부에 접촉 시 모든 오염된 의복 및 신발을 제거하고 15분 이상 다량의 물과 비누로 세척 • 흡입 시 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 운반 • 섭취시 구토를 하지 않도록 하며 중화를 시키지 말고 즉시 의사의 치료 • 질상 발생 시 상처 부위를 세척 및 소독 후 지혈, 심한 경우 의사의 치료
8	실험기구 세척 및 정리정돈 	• 세척 중 실험 기구 취급 부주의로 인한 깨짐, 베임 • 개인 보호구 미착용으로 인한 신체 접촉	• 실험 도구 세척 시 개인보호구(실험복, 고무장갑, 보안경) 필수 착용	• 질상 발생 시 상처 부위를 세척 및 소독 후 지혈, 심한 경우 의사의 치료



사전유해인자위험분석 우수사례 (2017 보고서 경진대회)

POSTECH
POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

포항공과대학교

온성민



4 포항공과대학교

가. 유기 반도체 소자 및 공정 실험

① 실험목적

- 유기 양극성 트랜지스터 기반 고집적 회로 개발

② 준비사항

- 재료 : 아세톤, IPA, 에탄올, 클로로포름 등
- 시설 및 장비 : 스프인코터, 진공증착기, 소닉케이션, UV-오존 클리너 등

③ 실험절차

연번	실험절차	절차내용
1	샘플 세척	• 기판을 각각 아세톤(약300ml) 10분 세척 • IPA(약300ml) 소닉케이션 장비에 10분 동안 클리닝 진행
2	UV-오존 처리	• 기판 세척 및 건조 후 30분 가량 UV-오존 처리 실시
3	스핀코팅	• 준비된 기판을 스프인코터(spin-coater) 척(chuck) 위에 올려 진공을 이용하여지지 시킴 • 충분히 교반된 유기반도체 용액을 실리지로 정량을 분취하여 기판 위에 균일하게 도포 • start버튼 클릭하여 척이 회전을 통해 일정한 두께의 유기 박막을 형성
4	열처리	• 스프인코팅된 유기반도체 박막을 100℃로 1시간, 200℃로 1시간 각각 열처리 실시 • 사진처럼 핫플레이트위에 각 샘플들을 올려 정해진 조건에 열처리 실시
5	전기적특성 분석	• 열처리까지 완료된 유기반도체 샘플을 프로브스테이션을 이용하여 측정 • 프로브스테이션 챔버안에 샘플을 올려 놓고 각 반도체 전극을 프로브스테이션의 팁을 이용하여 연결한 뒤에 전압을 가해주어 그 특성을 분석



연구실 안전현황

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

기관명	포항공과대학교		구 분	1.대 학 ☒ 2.연구 기관 ☐ 3.기업부설(연) ☐ 4.기 타 ☐	
연구실 개요	연구실명	반도체 소자 및 집적회로 연구실 (Device and Integrated Circuit Engineering Laboratory / DICE LAB)			
	연구실 위치	포항공과대학교 C5 빌딩 0층 000호			
	연구실 면적	78 m ²	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화학 / 화공 ☐ 2.기계 / 물리 ☐ 3.전기 / 전자 ☒ 4.생명 / 미생물 ☐ 5.건축/토목/자원 ☐ 6.기 타 ☐ ()	
	연구실책임자명	김○○	연락처 (e-mail 포함)	054-000-0000 (000000@postech.ac.kr)	
	연구실 안전관리 담당자명	온○○	연락처 (e-mail 포함)	054-000-0000 (000000@postech.ac.kr)	
비상연락처		연구실안전환경관리자 : ○○○, 000-0000 병원 : ○○병원, 000-0000 사고처리기관(소방서 등) : 119, 000-0000 기타 : 상황실, 000-0000			
연구실 수행 연구개발활동명 (실험/연구과제명)	1. 유기 양극성 트랜지스터 기반 고집적 회로 2. 스피ن 뉴런 소자 및 회로 개발				
연구활동종사자 현황	연 번	이 름 (성별 표시)	직 위 (교수/연구원/학생 등)	담당 연구개발활동명 (연구/실험/실습명)	
	1	김○○	교수	유기 반도체 및 집적 회로 설계	
	2	온○○	연구원	유기 반도체 공정 및 소자	
	3	유○○	학생	유기 반도체 공정 및 소자	
	4	유○○	학생	유기 반도체 공정 및 소자	
주요기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구/기계/장비)	규 격(수량)	활용 용도	비 고
	1	글러브박스	1개	유기반도체 실험	
	2	시약장	1개	시약 및 화학약품 보관	
	3	스핀코터	1개	유기재료 코팅	



연구실 유해인자					
화 학 물 질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준)	- 보유 물질 - 1. 폭발성 물질 ☒ 2. 인화성 물질 ☒ 3. 물 반응성 물질 ☐ 4. 산화성 물질 ☒ 5. 고압가스 ☒ 6. 자기반응성 물질 ☒ 7. 발화성 물질 ☒ 8. 유기과산화물 ☐ 9. 금속부식성 물질 ☒				
가 스 (「고압가스관리법」 기준)	질 소				
생물체	1. 고위험병원체 (14)종 2. 고위험 병원체를 제외한 제3 위험군 (11)종 3. 고위험 병원체를 제외한 제4 위험군 (11)종				
물 리 적 유 해 인 자	1. 소음 ☒ 2. 진동 ☒ 3. 방사선 ☐ 4. 이상기온 ☒ 5. 이상기압 ☒ 6. 분진 ☐ 7. 전기 ☒ 8. 레이저 ☐ 9. 위험기계·기구 ☐ 10. 기타 ☐ ()				
24시간 가동 여부 ☒ Yes ☐ No		정전시 긴급대응 여부 ☒ Yes ☐ No			
개인보호구 현황 및 수량					
보안경/고글/보안면	10	안전화/내화학장화/절연장화	15	귀마개/귀덮개	0
레이저 보안경	0	안전장갑	37	실험실 가운	6
안전모/머리커버	0	방진/방독/송기마스크	70	보호복	1
기타					
안전장비 및 설비 보유현황					
☐ 세안설비(Eye washer) ☒ 비상사위시설 ☒ 흡후드 ☐ 국소배기장치 ☐ 가스누출경보장치 ☐ 자동차단밸브(AVS) ☒ 중화제독장치(Scrubber) ☒ 가스 실린더 캐비닛 ☒ 케미컬누출대응킷 ☐ 유(油)흡착포 ☒ 안전폐액통 ☐ 레이저 방호장치 ☒ 시약보관캐비닛 ☒ 글러브 박스 ☐ 불산치료제(CGG) ☒ 소화기 ☒ 기타 (중화제키트, 구급상자)					
연구실 배치현황					
배치도		주요 유해인자 위험설비 사진			



연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	유기반도체제작		연구기간 (실험·실습/연구과제)		2017.1.1. - 2019.12.31
연구 (실험·실습/연구과제) 주요 내용	유기 양극성 트랜지스터 기반 고집적 회로				
연구활동종사자	온○○, 유○○, 유○○				
1) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 제2조에 따른 유해화학물질	유해인자 기본정보				
	CAS NO 물질명	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA 심볼	위험분석
	아세톤 (Acetone)	4L	위험	보건:1 화재:3 반응성:0	H225 고인화성 액체 및 증기 H319 눈에 심한 자극을 일으킴 H335 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 H336 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 H361 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 H373 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 장기에 손상을 일으킬 수 있음
	1,2-다이클로로벤젠 (1,2-Dichloro benzene)	1L	위험	보건:2 화재:2 반응성:0	H302 삼키면 유해함 H317 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 H319 눈에 심한 자극을 일으킴 H331 흡입하면 유독함 H351 암을 일으킬 것으로 의심됨 H370 신체 중 혈액에 손상을 일으킴 H400 수생생물에 매우 유독함 H410 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함
	클로로포름 (Chloroform)	4L	위험	보건:2 화재:0 반응성:0	H302 삼키면 유해함 H315 피부에 자극을 일으킴 H351 암을 일으킬 것으로 의심됨 H372 장기간 또는 반복노출 되면 중 간, 신장에 손상을 일으킴
2) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 가스 및 「고압가스관리법」에 의한 독성 가스	가스명	보유수량	가스종류		위험분석
	고순도질소 (N ₂)	5	고압		H280 가열하면 폭발할 수 있음 H281 극저온 냉화상 또는 손상을 줄 수 있음
	공업용질소 (N ₂)	2	고압		H280 가열하면 폭발할 수 있음 H281 극저온 냉화상 또는 손상을 줄 수 있음
3) 생물체	해당없음				
4) 물리적 유해인자 (소음, 진동, 방사선 등)	기구명	유해인자종류	크기	위험분석	
	UV-오존 클리너	자외선, 오존	750mm* 500mm* 500mm	H270 화재를 일으키거나 강렬하게 함 H319 눈에 심한 자극을 일으킴 H330 흡입하면 치명적임 H341 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨 H361 태아 또는 생식기능에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 H370 장기간 또는 반복노출 되면 (특정표적장치)에 손상을 일으킴 H400 수생생물에 매우 유독함	
	로타리펌프	진공펌프 오일, 소음	400mm* 900mm* 600mm	H350 암을 일으킬 수 있음	



안전계획	
취급방법	화학물질의 저장, 보관 등에 관리와 취급상 필요한 기준을 정한다. 첫 번째로는 취급하고 있는 화학물질의 목록화 하고 물질안전보건자료(MSDS)를 게시하며 관련규정을 이행한다. 두 번째 화학물질을 안전하게 관리되고 있어야하고, 안전장치 등이 설치되어 있어야 한다. 세 번째 화학물질 누출에 의한 방지조치로 주기적으로 점검 하고 응급조치 요령을 알고 있어야 한다. 고압가스의 취급방법으로는 용기를 적절하게 고정시키고, 가스 누출에 의한 화재, 폭발 방지조치가 이루어지도록 정기적으로 점검하고 비상시 대비요령을 알고있어야한다. 연구실내 고압가스 종류, 가스시설 등 보유 및 현황을 기록·유지하여야 한다.
저장방법	시약장을 사용하여 화학물질을 안전하게 저장하고 보관할 수 있다. 그리고 세가지 필터를 통해 밀폐공간 내부의 기체를 항상 정화한다. 큰 입자 제거용 필터, 독성 분진물과 미세한 입자(직경 0.3um)를 33.99% 제거하는 필터, 휘발성 유기화합물(VOC), 산성 물질 및 알코올 계열 물질 제거하는 필터가 설치되어있다. 화학 물질들은 알파벳순이나 가나다 순으로 분류하여서는 안되고 물질이나 특성별로 분류하여 저장해야 할 것이다. 서로 반응할 수 있는 물질은 분류하여 보관하고 위험물 관리법과 MSDS 상의 유해인자 표시를 기준으로 구분하여 보관해야 한다. 고압가스는 철제 가스용기보관함에 보관해야한다. 각 가스 용기마다 가스홀더가 부착되어 있어야하며 식별표를 부착하고 사용정보를 표시해두도록 해야한다. 가스 종류별로 항상 여분을 예비용으로 구분하여 보관하고 공병은 업체에 바로 반납하도록 한다. 그리고 고압가스 교체 내역을 항상 가스용기보관함 외벽에 비치된 일지에 기록을 하도록 해야 한다.
폐기방법	실험실에서 발생하는 각종 폐기물에 관한 관리 지침으로 폐기물을 규정에 따라 처리하고 쾌적한 실험실 환경이 유지되도록 관리, 본 관리지침에 명시되어 있지 않은 사항은 폐기물처리 및 관계 법령에 따라야할 것이다. 1. 폐수처리는 연구 및 실험과정에서 발생하는 각종 실험장비 및 초자류에 묻어 있는 특정유해물질을 세척할 때 발생하는 폐수를 말한다. 보관중인 폐수는 저장용기에 폐수가 유출되거나 악취가 발생하지 않도록 반드시 뚜껑을 닫고 보관한다. 폐수는 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되는 곳에 보관하며, 사람이 왕래가 잦은복도, 계단 등을 피하도록 하고 폐수통이 2/3정도 채워지면 곧바로 수집조로 운반 처리한다. 그리고 폐수저장용기는 반드시 2인 이상의 인원이 개인보호장구를 착용하고 운반장비(카트)등을 이용하여 지정된 저장소에 처리해야한다. 폐수에 대한 정보를 누구나 알아 볼 수 있도록 폐수저장용기에 라벨을 부착하도록 하고 공존할 수 없는 물질은 같은 종류의 물질이라도 용기에 섞어서는 안된다. 반응성 및 폭발성의 물질은 안전한 물질로 전환시킨 후에 용기에 수집하여야 한다. 수집조의 폐수반출은 매월 1회 이상 위탁업체에 의뢰하여 처분한다.



안전계획	
폐기방법	2. 지정폐기물은 실험실에서 화학물질을 사용하고 발생하는 액상 및 고상폐기물로서 주변환경을 오염시킬수 있거나 인체에 위해 줄 수 있는 물질을 말한다. 지정폐기물의 종류에는 폐오일, 폐유기용제, 폐유독물, 부식성 폐기물 등이있다. 폐액이 흘러 내리거나, 휘발하여 악취가 발생하지 않도록 마개를 닫아야하고 성상별 분류에 맞는 폐액통에 수집하며, 싱크대에 무단방출을 금한다. 폐액 수집 폐기시에는 반드시 환기가 되어진 상태에서 안전장구(안전장갑, 실험복, 보안경, 방독마스크 등)를 착용하고 시행한다. 시약병에 남아있는 잔류시약(액체 및 고형)은 폐액통에 버리지 말고 원래의 용기에 담겨져 있는 대로 배출해야 한다. 폐기물처리는 매월 3째주 목요일 폐기물 처리의 날로 정해져서 시행되고 있으며, 다량 발생 시 추가 반출일을 정하여 반출 한다.
안전 설비 및 개인 보호구 활용방안	안전설비에는 응급구급함, 화학 누출 보호 흡후드, 방독면, 유해가스 필터 카트리지, 보안경, 나이트릴 장갑, 실험복, 안전화가 구비되어 있다. 개인안전보호구는 실험실에서 발생할 수 있는 외부의 유해한 자극물을 차단하거나 그 영향을 감소시킬 수 있는 보호구를 말한다. 연구활동종사자는 실험실에서 실험을 수행 할 경우 반드시 적절한 안전보호구를 착용하여야 한다. 1. 방진 마스크는 고위험성의 물질을 사용하지 않는 일반적인 실험의 경우에 사용한다. 2. 보안경은 흡 후드를 사용할 경우(화학 물질을 사용할 경우)에 착용해야한다. 3. 나이트릴 장갑은 실험실에서 실험을 진행할 경우 항상 착용한다. S, M, L, XL의 사이즈 중 사용자의 손 크기에 맞는 장갑을 선택해 사용한다. 실험도중 장갑이 많이 오염이 되면 바로 폐기하고 새 장갑을 사용한다. 4. 실험복은 실험실에서 실험을 진행할 경우 항상 착용하고, 개인의 체격에 맞는 사이즈를 선택하고 오염될 경우 세탁하여 사용하고, 세탁으로도 청결해지지 않을 경우 새로 구입하여 사용한다. 5. 안전화는 실험실에 입장할 경우 항상 착용하고, 벗겨지지 않도록 사용자의 발 사이즈에 맞는 것으로 착용한다.



비상조치계획	
응급조치 방법	1. 옷에 불이 붙었을 때: 당황하여 뛰지 말고 불 붙은 옷을 벗거나, 담요나 실험복을 덮어 불을 끈다. 얼굴 부근의 불이 아닐 경우 화학화재용 소화기를 사용하여도 좋고, 물에 섞이지 않는 유기용매에 의한 불이 아닐 경우에는 물을 사용할 수도 있다. 2. 불에 의한 화상을 입었을 때: 흐르는 찬물로 화상부위를 식혀주거나 얼음 찜질 후, 연고를 바르고 인근 병원으로 이송하여 치료를 받는다. 3. 시약에 의한 화상을 입었을 때: 즉시 다량의 깨끗한 물로 씻어야 하고, 산에 의한 화상 시에는 묽은 탄산 수소나트륨 용액으로, 염기성시약에 의한 화상 시에는 묽은 아세트산용액으로 씻은 후 인근 병원으로 이송하여 치료를 받는다. 4. 눈에 시약이 들어갔을 때: 즉시 다량의 깨끗한 물로 세척한 후 인근 병원으로 이송하여 치료를 받는다. 5. 유독한 기체를 흡입하였을 때: 즉시 통풍이 잘되는 곳으로 옮겨, 앉거나 누워서 깊게 호흡을 한다. 다량의 기체 흡입시 즉시 인근병원으로 이송하여 치료를 받는다. 6. 베었을 때: 에탄올로 소독하고, 깨끗한 수건을 사용하여 지혈시킨 후 인근 병원으로 이송하여 치료를 받는다. 7. 폭발이 발생하였을 때: 연구실에서 모든 학생을 대피시키고, 부상자는 인근 병원으로 이송하여 치료받게 하고, 8. 화재 발생 시에는 근처 소화기로 진화하고, 큰 화재는 신속하게 119에 연락한다.
누출시 대처방법	화학약품 누출시 안전관리 담당자들을 현장에 투입 지시 및 연구책임자에게 연락한다. 누출 지역 주위에 경계 표시판 및 경계기를 설치하고, 외부사람 출입을 금지시킨다. 지휘계통과 상급기관(119)에 통보를 한다. 사고 구역의 전기공급과 가스밸브를 차단하고 안전보호구 착용 한다. 연구실 사고 수습과정에서의 보호 장비로는 안전보호의, 내화학장갑, 장화, 고글, 방독마스크, 정화통, 내화학 신발이있다. 그리고 신속한 사고 수습에 필요한 장비로는 LPG/LNG탐지기, 수소가스 탐지기, VOC탐지기, 접근금지테이프, 중화제, 화학물질용 흡착포 및 수거봉투, 오일 흡착포 및 수거봉투, 사고대응장비운반카드등이 필요하다. MSDS를 확인하여 대응 방법 및 장비를 확보하고, 소방관들이 오기전까지 누출된 약품과 가스 급격하게 반응하는 화학약품들을 격리 시킨다. 부상자가 발생했을 경우 신속히 안전한 장소로 옮기고, 구급차의 출동을 요청한다.
화재 폭발시 대처방법	화재·폭발을 발견할 경우에는 소방관서, 한국가스안전공사 등 유사기관에 신속히 비상출동 및 구조를 요청함과 동시에 즉시 연구책임자, 연구실안전환경관리자 등 비상연락체제에서 정한 순서에 따라 통보한다. 사람이 모이는 것이 위험하다고 판단되는 재해가 발생한 경우 피난하면서 위험발생 신호를 계속하여 보낸다.



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 유기 양극성 트랜지스터 기반 고집적 회로

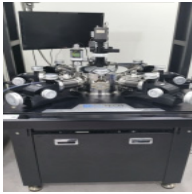
순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
1	샘플 세척 	• 아세톤, IPA를 흡입하게 되면 독성 영향으로 진정, 현기증, 구토, 기관지 자극의 증상이 나타날 수 있다	• 흡후드에서 진행 • 방진 마스크 착용	• 유기물에 노출 될 경우 응급조치 할 수 있는 중화제 키트와 조치 구급함을 근처에 구비하여 바로 대응할 수 있게 한다.
2	UV-오존 클리너 	• UV-오존은 강력한 산화제로서 세포 내 단백질의 구성성분인 설프하이드릴(sulphydryl)계에 작용하게 되어 각종 피부병이나 폐, 기관지, 눈 등을 자극해 여러 가지 질병을 일으킨다.	• 장비를 흡후드 안에 넣고 사용 • 작동중에는 흡후드 front-door닫고, 최대한 멀리서 대기	• UV-오존이 노출 되었을 경우 바로 대응 할 수 있게 응급 급수 시설 및 조치 구급함을 사용한다. 주변 연구자들에게 긴급히 알려 도움을 요청한다.
3	스핀코팅 	• 유기용매 접촉 위험	• 안전보호구 착용(보안경, 나이트릴장갑, 방진복, 마스크)	• 유기물에 노출 될 경우 응급조치 할 수 있는 중화제 키트와 조치 구급함을 근처에 구비하여 바로 대응할 수 있게 한다.
4	기판 열처리 	• 화재 위험 • 화상 위험	• 안전성과 기술력이 인증된 제품, 잔열 확인램프가 부착된 것을 사용 • 핫플레이트 상판이 꺼지거나 금이 간 곳이 없는지 확인 • 가열할 물체가 넘어지거나 미끄러지지 않도록 주의 • 전원을 끈 후에도 잔열이 남아 있으므로 접촉하지 않도록 주의한다.	• 화재 시 5 미터 근처에 구비한 응급 샤워 시설을 활용 조치한다. • 화재 시에는 실험실 3미터 반경마다 구비한 소화기 사용한다. • 긴급 화재 신고한다. • 모든 구성원에게 알린다.

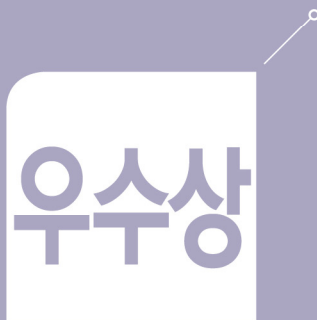


연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 유기 양극성 트랜지스터 기반 고집적 회로

순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
5	증착기 	• 화재 위험	• 구비된 안전 작동법에 따라 조작한다. • 모든 사용자는 기기 주위에 표시된 위험 구역에 접근하지 않는다. • 2인 이상 실험한다.	• 긴급 전원 버튼을 눌러 장비를 섀다운다. • 화재 시에는 실험실 3미터 반경마다 구비한 소화기 사용한다. • 긴급 화재 신고한다. • 모든 구성원에게 알린다.
6	프로브스테이션 	• 전기적 요인으로 감전(안전전압초과), 정전기 위험	• 전기관련 실험은 해당 연구 활동종사자가 아니면 실험을 제한한다. • 실험에 사용할 전기 장치가 정상적으로 작동하는지 점검 후 실시. • 모든 전압선은 접지가 있는 것을 사용한다. • 전기가 통하지 않는 절연 장갑을 착용한다.	• 전원을 확인하여 긴급 장비 섀다운 버튼을 누른다. • 전기 화재용 소화기를 사용하여 진압한다. • 관련 응급 상황과 감전 사고임을 설명하여 긴급 구조를 요청한다.



사전유해인자위험분석 우수사례

(2017 보고서 경진대회)



한국에너지기술연구원

라호원



5 한국에너지기술연구원

가. 탄화수소계 연료(석탄, 바이오매스, 폐기물) 가스화 기초 분석 실험

① 실험목적

- 급속열분해 장치를 이용한 탄화 수소계 연료의 전처리 특성 분석, 열분해, 가스화 특성을 파악

② 준비사항

- 재료 : 석탄분진, 염화수소, 수산화칼륨, 탄산칼륨, 디클로로메탄 등
- 시설 및 장비 : 주사기, 급속열분해 실험장치, Coal Water Slurry제조장치 등

③ 실험절차

연번	실험절차	절차내용
1	준비	• 실험 계획 수립 • 실험 보호구 착용(실험복, 보안경, 장갑) • 질소 가스 공급(가스 밸브 Open) • 실험장치 패널 전원 ON / HMI 프로그램 작동 / DC Power Supply 작동 • SUS Mesh 준비 • 석탄, 바이오매스 샘플 준비 • Tar Collector 준비
2	반응기 Setting	• 석탄 입자사이즈를 75μm이상으로 샘플 준비 • mesh의 무게측정 후 mesh사이에 실험 물질을 공급한 후 다시 무게 측정 • WMR 반응기에 Mesh 장착 • Quartz Cover 장착 • Tar Collector 장착 • 가스 샘플백 장착 • 질소 퍼지(10분) / Tar Collector 냉각
3	실험	• 반응 온도 조건 / 승온속도 입력 • DC Power Supply 전원공급 • 승온속도 최종온도 측정 • 반응 가스/Tar 포집
4	분석	• 반응기 해체 • Mesh의 무게 측정(전환율 계산) • 반응가스 분석(GC) • Tar Sample 분석
5	실험종료	• DC Power Supply /제어판넬 Off • 질소가스 공급 차단 • Tar Collector 세정 • 실험일지 작성 / 실험 결과정리



연구실 안전현황

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

기관명	한국에너지기술연구원			구 분	1.대 학 ☐ 2.연구기관 ☒ 3.기업부설(연) ☐ 4.기 타 ☐
연구실 개요	연구실명	가스화 실험실 기후변화연구본부 ○○연구실			
	연구실 위치	0 연구동 0 층 000 호			
	연구실 면적	60.03㎡	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화 학 / 화 공 ☒ 2.기계 / 물리 ☐ 3.전 기 / 전 자 ☐ 3.생명 /미생물 ☐ 5.건축/토목/자원 ☐ 6.기 타 ☐ ()	
	연구실책임자명	라○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000 / 042-000-0000 000000@kier.re.kr	
	연구실 안전관리 담당자명	서○○	연락처 (e-mail 포함)	010-0000-0000 / 042-000-0000 000000@kier.re.kr	
비상연락처		연구실안전환경관리자 : 042-000-0000 병원 : 042-000-0000(○○병원) 사고처리기관(소방서 등) : 042-000-0000 연구원 긴급전화 : 042-000-0000			
연구실 수행 연구개발활동명 (실험/연구과제명)	1. 탄화수소계 연료의 기초 분석을 위한 급속열분해, 가스화 실험(TGA, Wire Mesh Reactor) - 연료내 수분 분석, 자연발화 특성 측정을 위한 실험 - 가스화 공정에서 생성되는 합성가스의 분석, Tar 분석 2. 습식 분류층 가스화 연료로 이용되는 Coal Water Slurry 제조 실험				
연구활동종사자 현황	연 번	이 름 (성별 표시)	직 위 (교수/연구원/학생 등)	담당 연구개발활동명 (연구/실험/실습명)	
	1	라○○(남)	선임연구원	석탄-물 혼합 슬러리 제조 실험	
	2	서○○(남)	선임연구원	합성가스 및 Tar 성분 분석 실험	
	3	윤○○(남)	기술원	탄화수소계 연료 열분해 실험	
	4	이○○(남)	학연연구생	탄화수소계 연료 열분해 실험	
	5	장○○(여)	연합대학원생	입자 사이즈 분석, 합성가스 분석	
	6	김○○(남)	근로학생	석탄-물 혼합 슬러리 제조 실험	
	7	문○○(남)	선임연구원	석탄 자연발화 조건 측정 실험	
	8	문○○(남)	선임연구원	수분함량 측정, 탈휘발 개시온도 측정실험	
9	이○○(남)	책임연구원	합성가스 및 Tar 성분 분석 실험		
주요기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구/기계/장비)	규 격(수량)	활용 용도	비 고
	1	Wire Mesh Reactor	- (1)	열분해, 가스화 실험	
	2	흡후드	- (1)	Tar 농축	
	3	Gas Chromatography	HP7890 (2)	합성가스 분석	
	4	GCMSD	- (1)	Tar 성분 분석	
	5	TGA	1500N (1)	연소 특성 분석	
	6	Particle size Analyzer	- (1)	입도 분석	
	7	Karl-fisher 수분분석기	- (1)	수분 분석	



연구실 유해인자					
화 학 물 질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준)	- 보유 물질 - 1. 폭발성 물질 ☐ 2. 인화성 물질 ☒ 3. 물 반응성 물질 ☐ 4. 산화성 물질 ☐ 5. 고압가스 ☒ 6. 자기반응성 물질 ☐ 7. 발화성 물질 ☐ 8. 유기과산화물 ☐ 9. 급속부식성 물질 ☐ - 보유 수량 - 1. 10종 미만 ☒ 2. 10종 ~ 30종 미만 ☐ 3. 30종 ~ 50종 미만 ☐ 4. 50종 ~ 100종 미만 ☐ 5. 100종 이상 ☐				
가 스 (「고압가스관리법」 기준)	수소, 질소, 헬륨, 에어, 알곤, 표준가스				
생물체	1. 고위험병원체 (0)종 2. 고위험 병원체를 제외한 제3 위험군 (0)종 3. 고위험 병원체를 제외한 제4 위험군 (0)종				
물 리 적 유 해 인 자	1. 소음 ☐ 2. 진동 ☐ 3. 방사선 ☐ 4. 이상기온 ☒ 5. 이상기압 ☒ 6. 분진 ☒ 7. 전기 ☒ 8. 레이저 ☐ 9. 위험기계·기구 ☐ 10. 기타 ☐ ()				
24시간 가동여부	☐ Yes ☒ No	정전시 긴급대응 여부	☐ Yes ☒ No		
개인보호구 현황 및 수량					
보안경/고글/보안면	15/0/0	안전화/내화학장화/절연장화	9/0/0	귀마개/귀덮개	-
레이저 보안경	-	안전장갑	-	실험실 가운	4
안전모/머리커버	-	방진/방독/송기마스크	30	보호복	10
기타					
안전장비 및 설비 보유현황					
☐ 세안설비(Eye washer)	☒ 비상사위시설	☒ 흡후드	☒ 국소배기장치		
☒ 가스누출경보장치	☐ 자동차단밸브(AVS)	☐ 중화제독장치(Scrubber)	☐ 가스 실린더 캐비넷		
☐ 케미컬누출대응킷	☐ 유(油)흡착포	☐ 안전폐액통	☐ 레이저 방호장치		
☒ 시약보관캐비넷	☐ 글러브 박스	☐ 불산치료제(CGG)	☒ 소화기		
☐ 기타 ()					
연구실 배치현황					
배치도 (면적 : 60.02m²)			주요 유해인자 위험설비 사진		



연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	탄화수소계 연료의 기초 분석을 위한 급속열분해, 가스화 실험	연구기간 (실험·실습/연구과제)	2017.01.01. ~ 2021.12.31.
연구(실험·실습/연구과제) 주요 내용	- 연료내 수분 분석, 자연발화 특성 측정을 위한 실험 - 가스화 공정에서 생성되는 합성가스의 분석, Tar 분석		
연구활동종사자	라○○, 서○○, 윤○○, 이○○, 장○○, 김○○, 문○○, 문○○, 이○○		

유해인자	유해인자 기본정보				
	CAS NO 물질명	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA ¹⁴⁾ 심볼	위험분석
1) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 제2조에 따른 유해화학물질	125612-2 6-2 석탄분진 (coal dust)	10kg	 위험	-	- 인화성 고체 및 분진 - 호흡 자극성을 일으킬 수 있음
	109-99-9 테트라 하이드로 푸란 (tetrahydr ofuran)	0.5L	 위험		- 고인화성 액체 및 증기 - 삼키면 유해함 - 피부에 자극을 일으킴 - 눈에 심한 자극을 일으킴 - 호흡 자극성을 일으킬 수 있음 - 암을 일으킬 것으로 의심됨 - 장기간 또는 반복 노출되면 장기에 손상을 일으킴
	67-56-1 메탄올	1L	 위험		- 고인화성 액체 및 증기 - 눈에 심한 자극을 일으킴 - 호흡 자극성을 일으킬 수 있음 - 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 - 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 - 장기간 또는 반복 노출되면 장기에 손상을 일으킴
	67-64-1 아세톤	0.5L	 위험		- 고인화성 액체 및 증기 - 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 - 눈에 심한 자극을 일으킴 - 장기간 또는 반복 노출되면 장기에 손상을 일으킴
	75-09-2 디클로로 메탄 (dichlorom ethane)	0.5L	 위험		- 암을 일으킬 것으로 의심됨 - 삼키면 유해함 - 피부에 자극을 일으킴 - 눈에 심한 자극을 일으킴 - 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 - 장기간 또는 반복 노출되면 장기에 손상을 일으킴 - 수생생물에 매우 유독함



유해인자	유해인자 기본정보			
2) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 가스 및 「고압 가스 관리법」에 의한 독성 가스	가스명	보유 수량	가스종류 (특정, 독성, 가연성, 고압, 액화 및 압축)	위험분석
	액체질소	40L	액화 및 압축	- 피부접촉시 동상위험 (액화질소) - 폭발의 위험(수소) - 용기 내부의 압력상승으로 인한 파열사고 발생 - 용기의 부식 및 균열 등으로 용기 파열사고 발생 - 압력용기 내부 청소작업 중 산소부족으로 인한 호흡곤란으로 질식 위험
	수소	47L	가연성/고압	
	알곤	47L	고압	
	질소	47L	고압	
	헬륨	47L	고압	
	이산화탄소	40L	고압	
	Air Zero	47L	고압	
	표준가스	10L	고압	
3) 생물체(고위험 병원체 및 고위험 병원체를 제외한 제3, 4 위험군)	생물체명	고위험 병원체 해당여부	위험군 분류	위험분석
	해당없음			
4) 물리적 유해인자(소음, 진동, 방사선, 이상기온, 이상기압, 분진, 전기, 레이저, 위험기계·기구 등)	기구명	유해인자 종류	크기	위험분석
	Wire mesh Reactor	고온주의, 이상압력	-	- 화상의 위험 - 압력상승에 의한 기계 고장 및 파편의 비례로 부상 위험
	고온 TGA (TGA-N1500)	고온주의	-	- 화상의 위험
	Char 제조 장치	분진	-	- 작업하는 장소에서 발생하거나 흩날리는 미세한 분말 상태의 물질이 퍼진 상태에서의 작업



안전계획 (테트라하이드로푸란)	
취급방법	• 사용 전 취급 설명서를 확보 • 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급 금지 • 용기·수용설비를 접지·접합 • 폭발 방지용 전기·환기·조명을 사용 • 스파크가 발생하지 않는 도구를 사용 • 정전기 방지 조치를 취함 • 분진·흙·가스·미스트·증기 흡입 금지 • 취급 후에는 손을 철저히 씻음 • 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연 금지 • 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급
저장방법	• 열·스파크·화염·고열로부터 멀리함 • 용기를 단단히 밀폐 • 밀봉하여 저장 • 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장 • 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지
폐기방법	• 규정에 따라 내용물/용기를 폐기
안전설비 및 개인보호구 활용방안	• 보호장갑·보호의·보안경 착용 • 환기가 잘 되지 않는 곳에서는 호흡기 보호구를 착용
비상조치계획 (테트라하이드로푸란)	
응급조치 방법	• 즉시 의료기관(의사)의 진찰 • 불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 요청 • 다시 사용전 오염된 의류는 세척 • 입을 씻어냄 • 삼켰다면 즉시 의료기관(의사)의 도움 요청 • 피부에 묻으면 다량의 물과 비누로 씻어냄 • 노출되면 의료기관(의사)의 도움을 요청 • 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하고 피부를 물로 샤워 • 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻고 가능하면 콘택트렌즈를 제거함 • 피부 자극이 생기면 의학적인 조언·주의를 받음 • 눈에 대한 자극이 지속되면 의학적인 조언·주의를 받음
누출시 대처방법	-
화재·폭발시 대처방법	• 우선 소화재인 경우 주변의 소화기를 이용 소화 시도하고 주변에 알림 • 대화재인 경우 연구원 긴급 전화 및 119로 신고하고, 연구책임자와 안전담당자에게 알림 • 우선 가스밸브 및 전원 스위치 off • 초동 진화를 시도할 때, 시도자는 반드시 산소마스크를 포함한 안전용구를 갖추고 임함 • 진화 시도에도 불구하고 화재가 확대될 시에는 즉시 대피하도록 함



안전계획 (디클로로메탄)		
취급방법	• 사용 전 취급 설명서를 확보 • 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급 금지 • 분진·흙·가스·미스트·증기 흡입 금지 • 취급 후에는 손을 철저히 씻음	• 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연 금지 • 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급 • 환경으로 배출 금지
저장방법	• 밀봉하여 저장, 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장	
폐기방법	• 규정에 따라 내용물/용기를 폐기	
안전설비 및 개인보호구 활용방안	• 보호장갑·보호의·보안경 착용 • 적절한 개인 보호구를 착용	
비상조치계획 (디클로로메탄)		
응급조치 방법	• 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰 • 불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 요청 • 입을 씻어냄 • 다시 사용전 오염된 의류는 세척 • 삼켜서 불편함을 느끼면 의료기관의 도움 요청 • 피부에 묻으면 다량의 물과 비누로 씻어냄	• 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻고 가능하면 콘택트렌즈를 제거함 • 노출되면 의료기관(의사)의 도움을 요청 • 자극이 생기면 의학적인 조언·주의를 받음 • 눈에 대한 자극이 지속되면 의학적인 조언·주의를 받음
누출시 방법	• 누출물을 모음	
안전계획 (메탄올)		
취급방법	• 사용 전 취급 설명서를 확보 • 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급 금지 • 용기·수용설비를 접지·접합 • 폭발 방지용 전기·환기·조명을 사용 • 스파크가 발생하지 않는 도구를 사용	• 정전기 방지 조치를 취함 • 분진·흙·가스·미스트·증기 흡입 금지 • 취급 후에는 손을 철저히 씻음 • 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연 금지 • 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급
저장방법	• 밀봉하여 저장 • 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장 • 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지	
폐기방법	• 규정에 따라 내용물/용기를 폐기	
안전설비 및 개인보호구 활용방안	• 보호장갑·보호의·보안경 착용 • 적절한 개인 보호구를 착용	
비상조치계획 (메탄올)		
응급조치 방법	• 불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 요청 • 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하고 피부를 물로 샤워 • 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻고 가능하면 콘택트렌즈를 제거함 • 노출 또는 접촉이 우려되면 의학적인 조언·주의를 요청 • 눈에 대한 자극이 지속되면 의학적인 조언·주의를 요청	
화재·폭발시 대처방법	• 우선 소화제인 경우 주변의 소화기를 이용 소화 시도하고 주변에 알림 • 대화제인 경우 연구원 긴급 전화 및 119로 신고하고, 연구책임자와 안전담당자에게 알림 • 우선 가스밸브 및 전원 스위치 off • 초동 진화를 시도할 때, 시도자는 반드시 산소마스크를 포함한 안전용구를 갖추고 임함 • 진화 시도에도 불구하고 화재가 확대될 시에는 즉시 대피하도록 함	



안전계획 (아세톤)	
취급방법	• 사용 전 취급 설명서를 확보 • 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급 금지 • 용기·수용설비를 접지·접합 • 폭발 방지용 전기·환기·조명을 사용 • 스파크가 발생하지 않는 도구를 사용 • 정전기 방지 조치를 취함 • 분진·흙·가스·미스트·증기 흡입 금지 • 취급 후에는 손을 철저히 씻음 • 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급
저장방법	• 열·스파크·화염·고열로부터 멀리할 것 • 밀봉하여 저장 • 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장 • 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지
폐기방법	• 규정에 따라 내용물/용기를 폐기
안전설비 및 개인보호구 활용방안	• 보호장갑·보호의·보안경 착용 • 적절한 개인 보호구를 착용
비상조치계획 (아세톤)	
응급조치 방법	• 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰 • 토하게 하지 말 것 • 삼켰다면 즉시 의료기관(의사)의 도움을 받을 것 • 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하고 피부를 물로 샤워 • 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻고 가능하면 콘택트렌즈를 제거함 • 노출 또는 접촉이 우려되면 의학적인 조언·주의를 요청 • 눈에 대한 자극이 지속되면 의학적인 조언·주의를 요청
누출시 대처방법	-
화재·폭발시 대처방법	• 우선 소화제인 경우 주변의 소화기를 이용 소화 시도하고 주변에 알림 • 대화제인 경우 연구원 긴급 전화 및 119로 신고하고, 연구책임자와 안전담당자에게 알림 • 우선 가스밸브 및 전원 스위치 off • 초동 진화를 시도할 때, 시도자는 반드시 산소마스크를 포함한 안전용구를 갖추고 임함 • 진화 시도에도 불구하고 화재가 확대될 시에는 즉시 대피하도록 함



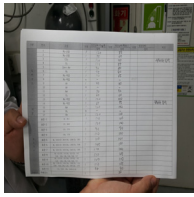
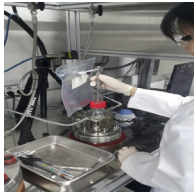
안전계획	
취급방법	- 과압에 따른 폭발을 방지하기 위하여 폭발 방지 성능과 규격을 갖춘 안전밸브 또는 파열판(이하 "안전밸브 등"이라 한다)을 설치하여야 함. 다만, 안전밸브등에 상응하는 방호장치를 설치한 경우에는 그러하지 아니함 - 화학설비 또는 그 배관 중 위험물 또는 인화점이 섭씨 60도 이상인 물질(이하 "위험물질등"이라 한다)이 접촉하는 부분에 대해서는 위험물질등에 의하여 그 부분이 부식되어 폭발·화재 또는 누출되는 것을 방지하기 위하여 위험물질등의 종류·온도·농도 등에 따라 부식이 잘 되지 않는 재료를 사용하거나 도장(塗裝) 등의 조치를 하여야 함 - 밀폐공간에서 작업을 하는 경우에 작업을 시작하기 전과 작업 중에 해당 작업장을 적정공기 상태가 유지되도록 환기하여야 함 - 작업의 성질상 환기가 곤란한 경우 송기마스크를 지급하여 착용하도록 하여야 함
저장방법	가스용기거치대를 이용하여 고정하여 비치
폐기방법	규정에 따라 용기를 폐기
안전설비 및 개인보호구 활용방안	- 구명밧줄 - 산소농도측정기 - 송기마스크(호스마스크 및 에어라인마스크) - 안전대 - 안전밸브 - 파열판
비상조치계획	
응급조치 방법	재해현장의 안전을 확인한 후 피해유발 기계의 정지 및 피해자 응급조치 실시함. 이후 관계자 통보 및 2차 재해 방지
누출시 대처방법	-
화재·폭발시 대처방법	- 우선 소화재인 경우 주변의 소화기를 이용 소화 시도하고 주변에 알림 - 대화재인 경우 연구원 긴급 전화 및 119로 신고하고, 연구책임자와 안전담당자에게 알림 - 우선 가스밸브 및 전원 스위치 off - 초동 진화를 시도할 때, 시도자는 반드시 산소마스크를 포함한 안전용구를 갖추고 임함 - 진화 시도에도 불구하고 화재가 확대될 시에는 즉시 대피하도록 함
안전계획 (물리적 유해인자)	
취급방법	(전기) 전기 기기 및 배선 등의 모든 충전부는 노출시키지 않고 불량하거나 고장난 전기 제품 사용 금지 (전기) 전선은 가급적 적정 굵기의 전선을 짧게 사용하되 연장할 경우 반드시 코드 코넥터를 활용하고 문어발식 사용, 코드의 고정 사용을 금지 (분진) 국소배기장치, 전체 환기장치, 습도 조절 장치 등 설치하여 분진의 축적 방지
안전설비 및 개인보호구 활용방안	(이상압력) 압력계, 자동경보장치, 피난 용구 등 안전장비 구비 (석탄분진) 적절한 호흡용 보호구를 지급하고, 분진 발생원을 밀폐하는 설비나 국소배기장치 설치 (석탄분진) 방폭 구역 구분에 따른 방폭형 기기 사용
비상조치계획 (물리적 유해인자)	
응급조치 방법	(전기) 2차 사고 예방을 위해 일반 작업자는 접근하지 말아야 하며 장비를 착용한 전문가에 의해 구조되고 응급조치 실시하여야 함 (압력) 송기설비의 고장이나 그 밖의 사고로 인하여 고압작업자에게 건강장해가 발생할 우려가 있을 경우 고압작업자를 외부로 대피시킴
화재·폭발시 대처방법	(석탄분진) 화재는 분진폭발이므로 이에 해당하는 비상 조치 강구



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 열분해/가스화 실험

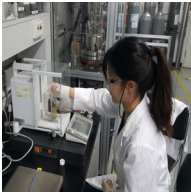
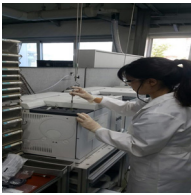
순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
1	실험실 일일 안전점검	- 실험실 안전점검표의 일반, 기계, 전기, 소방, 가스, 화공 각 분야별 문제점 발생시 실험이 원활하지 못함 - 안전보호구 미착용시 실험장치 및 기구에 의한 상해	- 실험 장소 정리 정돈 철저 - 안전 보호구 착용 - 실험장치 상태 점검 - 금연, 정숙, 청결, 정리 정돈 - 소방 설비 및 안전 장비 사용법 숙지	- 주변에 도움 요청 - 실험실 안전관리담당자 및 책임자에게 연락
				
2	가스 점검	실험실에서 사용 가스 중 가연성 가스, 독성 가스의 누출	- 가스 검지기 (H₂, CO, O₂) 설치 - 마스크 등 안전 보호구 착용 필수 - 소방 설비 및 안전 장비 사용법 숙지	- 가스 누출시 실험실 창문 개방 후드 작동 등 환기 - 가연성 가스로 인해 화재시 소방장비를 이용한 초기 진압
				
3	WMR 실험 준비 및 장치 세팅	- 전원 공급장치로부터 감전 - mesh의 면부분에 찔림 - 상단부 유리 케이스 파손에 의한 상해	- 장치 실험 절차 숙지 - 안전 보호구 착용 필수	- 감전시 의식, 호흡, 맥박 상태 파악 - 의식이 없을 시에 인공호흡, 심정지 시는 심장마사지 실시 - mesh의 날카로운 부분에 찔렸을시 소독 및 응급 처치 - 유리 파편에 의한 상해시 지혈 하고 심한 경우 즉시 병원으로 이송
				
4	전원 공급 & 실험	- 전원 공급장치로부터 감전 - 가스 누설로 인한 중독 - 액체 질소 접촉으로 인한 초저온화상	고글, 장갑, 마스크 등 안전보호구 착용	- 감전시 의식, 호흡, 맥박 상태 파악 - 의식이 없을 시에 인공호흡, 심정지 시는 심장마사지 실시 - 가스 누설시 환기 실험자는 외부로 나와 맑은 공기를 흡입 - 화상 정도가 심할 경우 즉시 병원으로 이송
				



연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 : 열분해/가스화 실험

순서	연구실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
5	반응 후 샘플 무게 측정 	Pyrex, Quartz 재질의 반응기 파손으로 인한 상해	- 안전보호구(고글, 장갑 등) 착용 필수 - 유리 및 Quartz 재질 옮길 시 Tray를 이용 하여 이송	유리 파편에 의한 상해시 지혈 하고 심한 경우 즉시 병원으로 이송
6	생성 가스 GC 분석 	- 시료투입용 주사기 바늘에 찔림 - 시료투입구의 고온으로 인한 화상	- 고글, 장갑 등 안전보호구 착용 - 사전 장치 사용법 교육 철저 - 시료 투입구 주변 손 접촉 자제	- 바늘에 찔렸을시 소독 및 응급처치 - 화상시 부위를 찬물로 충분히 식혀줌 - 화상 정도가 심할 경우 즉시 병원으로 이송
7	분석 및 정리	- Mixer 청소 중 Agitator 등에 의한 물리적 상해 - 농도 측정시 사용되는 건조기에 의한 화상	안전보호구(안전화, 고글, 안전장갑) 착용 필수	- 가벼운 화상의 경우 차가운물로 충분히 식혀줌 - 심한 경우 즉시 병원으로 이송 - 골절 등 상해시 즉시 병원으로 이송

III



기 타 (FAQ, 고시 등)

1. 사전유해인자위험분석에 관한 FAQ
2. 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침



III

연구실 사전유해인자위험분석 예시집

기 타 (FAQ, 고시 등)



1. 사전유해인자위험분석 FAQ

일반 사항

Q1 사전유해인자위험분석은 반드시 연구실책임자가 수행해야 하나요?



사전유해인자위험분석은 연구실책임자의 의무입니다. (연구실안전법 시행령 제4조의5 제2항 및 3항) 하지만 연구실책임자 혼자 사전유해인자위험분석을 작성하는 것 보다는 연구실 내의 연구활동 종사자와 함께 의견을 나누며 작성하는 것이 연구실을 훨씬 더 효과적으로 관리하는 방법입니다. 또한 연구활동종사자도 사전유해인자위험분석 작성에 참여함으로써 유해인자를 파악하고 안전 및 비상조치 계획을 숙지할 수 있으므로 함께 작성하는 것을 권장합니다.

Q2 정밀안전진단 대상이 되는 연구실이지만, 현재 연구개발활동을 하지 않을 경우에도 사전유해인자위험분석을 실시해야 하나요?



정밀안전진단 대상 연구실의 경우 반드시 실시해야 합니다. 다만 연구실에서 연구개발활동을 하지 않을 경우 “연구실 안전현황”을 작성하시고 “보고서관리 대장”을 활용하여 변경사항 등을 관리하면 됩니다. 향후, 연구실에서 연구를 실시할 경우 “유해인자 위험분석” 및 “연구개발활동안전분석(R&DSA)” 작성을 추가 후 “보고서관리대장”을 활용하여 관리 하면 됩니다.

Q3 공동연구실의 경우 연구실책임자가 모든 실험들에 대하여 사전유해인자위험분석을 실시해야 하나요?



공동연구실의 경우 연구실에서 수행하는 연구개발활동(실험 및 실습 등)에 대해 사전유해인자위험 분석을 실시해야 합니다. 다만, 연구실에 여러 명의 연구활동종사자가 각각 다른 연구개발활동을 하는 경우 연구활동종사자가 수행하는 연구개발활동에 대해 개별적으로 사전유해인자위험분석 보고서 작성을 권장합니다.



III

| 기타(FAQ, 고시 등)

Q4

산업안전보건법에 의해 위험성평가를 실시하였어도 사전유해인자위험분석을 실시해야 합니까?



연구실에서 수행하는 연구개발활동별로 위험성평가를 실시한 경우, 사전유해인자위험분석은 같음 됩니다.

○ 같음이 될 수 있는 경우

- 위험성평가 개요 부분에 해당 연구실에서 수행하는 연구개발활동에 대한 것인지 확인이 가능한 경우
- 연구개발활동 절차에 따라 위험분석이 이루어진 것이 확인 가능한 경우
- Pilot 설비의 경우는 해당 설비의 공정에 대한 위험성평가를 실시한 것도 같음 가능
- 기타 위험성평가를 실시한 보고서를 확인하여 연구개발활동에 대한 실시여부가 확인되면 같음 가능

○ 같음이 불가능한 경우

- 단순히 사업장의 공정에 대한 위험성평가를 실시한 보고서를 연구실에 비치한 경우
※ 다만, Pilot설비와 같이 실제 공정을 축소하여 운영하는 연구실의 경우는 같음 가능
- 연구실에서 수행하는 연구개발활동에 대한 내용 확인이 어려운 경우
※ 단순히 연구실에서 사용하는 설비 및 화학물질 등에 대해서 위험성평가를 실시한 경우

Q5

연구실 안전현황 중 연구활동종사자를 작성할 때 학부실험과 같이 인원이 많은 경우도 모두 작성해야 합니까?



학부생 실험의 경우 많은 인원이 실험에 참가하게 되기 때문에 연구실 안전현황 중 연구활동종사자 작성 부분에 작성이 어려울 수 있습니다. 이때 작성하는 방법은 해당 연구활동종사자를 묶어서 "000 외00명 또는 000 외"로 작성하고 연구실 안전현황 뒤에 해당 인원수에 대한 출석부, 연구실 출입관리대장 등을 첨부하면 됩니다.

Q6

사전유해인자위험분석 실시를 연구실에 홍보하기 위해 어떻게 해야 합니까?



정밀안전진단 대상 연구실의 경우, 해당 연구실의 연구실책임자가 사전유해인자위험분석을 실시해야 하는 것은 법에 명시된 의무사항입니다. 연구실책임자 및 연구활동종사자에게 연구실이 정밀안전진단 대상 연구실이며, 사전유해인자위험분석이 의무사항임을 인지시킨 후, 사전유해인자위험분석을 실시해야 하는 이유에 대한 설명이 필요합니다.



Q7 지침 제12조제3항을 보면, “연구실책임자는 사전유해인자위험분석 보고서를 연구실 출입문 등 해당 연구실의 연구활동종사자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시할 수 있다.” 라고 되어 있습니다. 반드시 게시를 해야 하나요?



사고 예방 및 발생 시 신속한 대처를 위하여 게시하는 것이 좋습니다.
사전유해인자위험분석 보고서 중 “연구실 안전현황”은 비상연락망을 포함하여 해당 연구실의 기본 정보를 수록하고 있습니다. 사전유해인자위험분석 보고서 전체를 게시하는 것이 어렵다면 연구실 안전현황만이라도 연구실 출입문 등 보기 쉬운 곳에 게시하는 것을 권장합니다.



연구실 안전현황

Q1 연구실 안전현황 중 배치도를 그릴 때 유해인자를 어떻게 표현해야 하나요?



배치도에서 가장 중요한 것은 위험한 설비의 위치 및 유해물질 보관 시약장 등입니다. 이외에도 비상구, 소화기, 응급처치함 등 사고대응 설비 등에 대한 위치를 알 수 있도록 표시하여 주시면 됩니다.

Q2 연구실 안전현황 중 개인보호구의 보유수량 등의 변경이 발생 하였을 경우 사전유해인자위험분석을 수정해야 하나요?



일반적으로 실험내용이 변경되거나 연구실책임자가 필요하다고 인정한 경우 사전유해인자위험 분석을 추가로 실시해야 합니다. 단순히 일회용품 개인보호구(장갑 등)의 수량이 변경된 경우는 수정할 필요가 없지만, 연구개발활동에 필요한 새로운 개인보호구가 추가되거나 연구활동종사자의 현황이 변경됨에 따른 수량 변화의 경우 등은 사전유해인자위험분석 보고서를 수정·보완할 필요가 있습니다.

Q3 연구실 안전현황 중 주요기자재를 작성할 때 연구실에 있는 모든 연구기자재에 대하여 작성하나요?



연구실에서 대표적으로 사용하거나 위험성을 가지고 있다고 판단되는 기자재(상위 3~5개)에 대해서 작성하시면 됩니다.



Q4 24시간 가동여부는 어떠한 때 선택해야 합니까?



연구실에 연구활동종사자가 24시간 상주한다거나, 24시간 전원을 “On” 상태로 유지하여 운영하는 설비 중 정전이 되었을 때 사고위험 등의 위험요소를 자기고 있는 설비를 있을 경우 선택합니다.

Q5 정전시 긴급대응 여부는 어떠한 때 선택해야 합니까?



24시간 전원을 유지해야지 않으면 위험성이 있는 설비를 운영하는 연구실에서 정전 시 대응 할 수 있도록 무정전 시스템이나, 비상 발전기 등을 설치하여 설비의 전원을 유지시킬 수 있도록 되어 있을 경우 선택합니다.



연구개발활동별 유해인자위험분석

Q1 유해인자 중 혼합물의 경우 작성을 어떻게 해야 합니까?



제조자가 제공한 MSDS 등의 물질정보를 이용하여 해당 혼합물의 성분비율을 찾고 성분비율 중에 수분(물)을 제외한 성분비율이 가장 크며 위험성이 가장 높다고 판단되는 물질을 대표로 하여 작성합니다.

※ 혼합물에 대한 MSDS가 제공되어져 위험성을 확인할 수 있다면 혼합물에 대한 MSDS를 활용하여 작성하여도 무방합니다.

Q2 연구개발활동별 유해인자 위험분석의 서식을 보면 유해인자에 대한 보유 수량을 작성하도록 되어있습니다. 어떻게 작성을 해야하나요?



실험·실습 및 연구과제에 사용하는 유해인자 중 화학물질 및 가스는 보유수량에 대하여 작성하도록 되어있습니다. 작성방법은 다음과 같습니다.

- 화학물질 : 해당 연구실내에 보유하고 있는 수량만큼을 작성합니다. 예를 들어 A라는 물질을 용기(500g)채로 5통을 가지고 있다면 보유수량은 2,500g이 되는 것입니다.
- 가스 : 연구실내에 가스실린더를 보관하며 사용할 경우는 가스실린더의 용량과 보유 실린더 개수로 산정하며, 가스실린더를 외부에 보관하고 공급시설로 연구실과 연결되어 있는 경우는 단위 시간당 최대로 공급할 수 있는 양에 대하여 작성합니다.



Q3 유해인자 위험분석 중 화학물질에 대하여 작성할 때 NFPA심볼은 어디서 확인할 수 있습니까?



NFPA 심볼은 미국 소방방재협회에서 만든 것으로 화학물질을 구입할 때 판매자가 제공하는 물질 안전보건자료(Material Safety Data Sheet)에서 확인할 수 있습니다.

Q4 연구개발활동별 유해인자 위험분석 중 물리적 유해인자를 작성 할 때 크기는 무엇을 작성해야 합니까?



물리적 유해인자 중 크기의 작성법은 다음과 같습니다.

- 측정가능 : 실험 시 발생하는 물리적 인자 크기를 측정기기를 이용하여 측정 후 그 값을 작성합니다.
- 측정불가능 : 해당 설비 및 기구의 설명서 또는 사양서 등을 확인하여 작성합니다.

Q5 유해인자 위험분석 중 연구기간을 작성할 때 정기적으로 실시하는 연구 또는 실험의 경우 어떻게 작성해야 합니까?



다음과 같이 예시를 통해 알아보겠습니다.

- 학부 실습과 같은 정기적인 실험 또는 연구 : 각 학기를 기준으로 기간을 결정하는 것이 좋습니다.
- 연구기관 또는 기업부설연구소에서 수행하는 정기적인 연구 : 연구의 순환기를 확인하여 분기, 반기, 연 단위 등으로 알맞게 조정하여 기간을 결정하는 것이 좋습니다.

Q6 유해인자 위험분석 중 유해인자를 작성할 때에는 연구실에서 사용하는 모든 화학 물질, 가스, 생물체, 물리적 유해인자에 대하여 모두 작성해야 합니까?



아닙니다. '연구실 안전현황'에는 연구실에서 사용하는 모든 유해인자를 작성하지만 연구개발활동별 유해인자위험분석에서는 해당 실험 또는 실습, 연구과제에서 사용하는 유해인자에 대해서만 작성하면 됩니다.

Q7 유해인자 위험분석 중 화학물질에 대하여 작성할 때 CAS No.를 반드시 작성해야 합니까?



화학물질은 같은 물질이라 하더라도 상품명, 관용명 등 여러 명칭을 가지고 있습니다. 그래서 확실하게 물질의 종류를 구별하기 위해서는 CAS No.를 확인하고 사용할 필요가 있습니다.



III

| 기타(FAQ, 고시 등)

Q8

유해인자 위험분석 중 화학물질에 대하여 작성할 때 GHS등급은 GHS그림문자만 작성하면 됩니까?



GHS 등급은 위험과 경고 등급이 있으며, 해당물질의 물질안전정보(MSDS)를 확인하면 GHS그림 문자를 확인 할 수 있습니다. 해당 물질의 등급이 경고인지, 위험인지에 대하여 작성한 후, 물질 안전정보에서 고지하는 모든 GHS그림문자에 대하여 작성해야 합니다.

Q9

유해인자 위험분석 중 가스에 대하여 작성 할 때 독성가스만 작성하면 됩니까?



고압가스안전관리법의 독성가스 이외에 산업안전보건법의 유해인자에도 여러 종류의 가스가 포함되어 있습니다. 독성가스와 더불어 산업안전보건법에 해당되는 가스 역시 작성해야 합니다.

Q10

유해인자위험분석 중 안전계획 및 비상조치계획은 어떻게 작성해야 합니까?



현장에 맞춰 자율적으로 작성하면 됩니다. 주로 작성하는 방법은 2가지입니다.

1. 연구개발활동에 사용하는 화학물질, 가스, 생물체, 물리적 유해인자 각각에 대하여 안전계획 및 비상조치계획을 작성합니다.
2. 연구개발활동에 사용되는 화학물질, 가스, 생물체, 물리적 유해인자를 통합하여 작성합니다. 연구실에서 연구활동종사자가 쉽게 이해할 수 있도록 작성 및 정리가 필요하며, 특히, 현장에 맞는 조치계획을 작성하는 것이 중요합니다.



연구개발활동안전분석(R&DSA)

Q1

연구개발활동안전분석(R&DSA)를 작성할 때 연구·실험 절차는 몇 단계로 나누어서 진행하는 것이 좋을까요?



지침 또는 법상에는 정확하게 몇 단계로 나누라는 기준은 없습니다. 다만, 실험을 충분히 이해하고 위험분석을 하기 위해서는 일반적으로 준비단계와 마무리단계를 포함하여 각 실험 당 6~10여 단계 정도로 구분하는 것을 추천드립니다.



Q2 연구개발활동안전분석에서 위험분석은 어떻게 작성해야 하나요?



각 연구개발활동절차별 연구활동종사자에게 위해를 가할 수 있는 유해인자에 대한 위험분석을 실시해야 합니다. 이때 원인+결과 형태로 작성하면 이후 안전계획 및 비상조치계획 작성 시 수월합니다. (예 : 염산 비산으로 인한 화상, 독성가스 외부누출로 인한 흡입 위험 등)

Q3 연구개발활동안전분석에서 안전계획 및 비상조치계획은 어떻게 작성해야 하나요?



안전계획은 각 절차별 위험상황의 원인을 제거하거나 피해를 줄일 수 있는 방법을 위주로 수립하고, 비상조치계획은 사고 발생 시 직접적으로 대응 및 조치해야 하는 방법을 위주로 작성하면 됩니다. 특히, 연구활동종사자가 안전계획 및 비상조치계획을 확인할 수 있도록 함께 작성하는 것을 권장합니다.

※ 각 분야별 사고유형 분류(출처 : 미래창조과학부, 연구실사고대응 매뉴얼, 2014)

분야	사고 유형	시나리오 예
화학	화학물질 누출/접촉	황산이 들어있는 시약병을 옮기는 과정에서 병을 바닥에 떨어뜨려 용기가 파손되고 황산액이 바닥에 누출
	화학물질 화재/폭발	실험 중 톨루엔(유기화합물 등)이 들어있던 용기 내 압력 증가로 용기가 파열되면서 톨루엔이 비산되어 화재 발생
가스	가연성가스 누출/폭발	실험중 분석 장비에 연결되어 있는 가스 배관 이음부에서 가연성 가스가 누출
	독성가스 누출	독성가스 보관 실린더 캐비닛에서 독성가스(알진, 디보레인, 세렌화수소 등) 누출로 경보음 작동
전기	감전	누전차단기의 작동 불량인 상태에서 절연불량의 전기기기 접촉으로 인한 감전
	전기화재	많은 플러그가 꽂혀있어 정격용량을 초과하여 사용하고 있는 멀티콘센트의 과열로 인한 화재 발생
생물	병원성 물질 유출	병원체 유출로 인한 감염, 병원체 외부 유출로 인한 오염
	동물, 바늘에 의한 부상	실험 중 동물에게 손가락을 물려 출혈 발생
	안전작업대 내 유출	실험 중 생물안전작업대내에서 병원체가 유출
기계	끼임 및 절단	기기를 이용한 실험 중 기계에 끼임, 물림, 접촉 등에 의해 신체절단, 타박상, 찰과상 등의 사고발생
기타	화상	Oil Bath를 이용하여 고온, 고압반응을 실험을 하던 중 Oil Bath 내부의 반응튜브가 터지면서 고온의 기름(200℃)이 안면부 및 손등에 튀는 화상사고 발생
	상처 및 출혈	비이커 운반 중 비이커 깨짐으로 인한 베임
	유해광선 접촉	레이저 또는 용접 중 유해광선에 의한 시력장애 발생



기 타

Q1 사전유해인자위험분석 실시 후 보고서 내용이 맞게 작성되었는지 검토 받을 수 있나요?



정밀안전진단 시 사전유해인자위험분석 보고서 작성 여부를 확인합니다. 또한 각 기관의 연구실 안전환경관리자, 연구실책임자를 대상으로 사전유해인자위험분석 Tool 사용법 등 보고서 작성 관련 교육을 실시하고 있으며, 이외에도 교육프로그램을 추가하기 위해 준비 중에 있습니다.

Q2 사전유해인자위험분석은 반드시 해야 하나요?



실시해야 합니다. 사전유해인자위험분석은 정밀안전진단 대상 연구실이 수행하도록 연구실안전법에 명시되어 있는 의무사항입니다.

Q3 사전유해인자위험분석 지침 및 서식은 어디서 확인 할 수 있나요?



국가법령정보센터에서 사전유해인자위험분석 지침 및 서식을 확인할 수 있으며 아래를 참고하여 지침을 검색하시면 됩니다. (국가법령정보센터(www.law.go.kr) 접속 → 행정규칙 클릭 → 지침 검색)

※ 국가법령정보센터(www.law.go.kr) 접속방법 안내





2. 사전유해인자위험분석 고시

연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침

[시행 2017.8.24] [과학기술정보통신부고시 제2017-7호, 2017.8.24, 타법개정]

과학기술정보통신부(연구환경안전팀), 02-2110-2786

제1장 총 칙

제1조(목적) 이 고시는 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」제5조의2제5항 및 같은 법 시행령 제4조의5제2항 및 제3항에 따라 연구실책임자가 스스로 연구실의 유해인자에 대한 실태를 파악하고 이에 대한 사고 예방 등을 위하여 필요한 사항을 정하여 연구실 및 연구활동종사자를 보호하고 연구개발 활성화에 기여함을 목적으로 한다.

제2조(정의) ① 이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "사전유해인자위험분석"이란 연구개발활동 시작 전 유해인자를 미리 분석하는 것으로 연구실 책임자가 해당 연구실의 유해인자를 발굴하고 사고예방 등을 위하여 필요한 대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정을 말한다.
2. "유해인자"란 화학적·물리적 위험요인 등 사고를 발생시킬 가능성이 있는 인자를 말한다.
3. "연구개발활동"이란 과학기술분야 연구실에서 수행하는 연구, 실험, 실습 등을 수행하는 모든 행위를 말한다.
4. "개인보호구 선정"이란 유해인자에 의해 발생할 수 있는 사고를 예방하고 사고 발생 시 연구활동종사자를 보호하기 위하여 적절한 보호구를 선정하는 것을 말한다.
5. "연구개발활동안전분석(Research & Development Safety Analysis, R&DSA)"이란 연구개발활동을 주요 단계로 구분하여 각 단계별 유해인자를 파악하고 유해인자의 제거, 최소화 및 사고를 예방하기 위한 대책을 마련하는 기법을 말한다.

② 이 밖에 이 고시에서 정하지 아니한 용어의 뜻은 연구실 안전환경 조성에 관한 법률(이하 "법"이라 한다), 같은 법 시행령(이하 "령"이라 한다), 같은 법 시행규칙(이하 "규칙"이라 한다)에서 정하는 바에 따른다.

제3조(적용범위) 이 고시는 연구개발활동에 다음 각 호를 취급하는 모든 연구실에 대하여 적용한다.

1. 「화학물질관리법」제2조제7호에 따른 유해화학물질



2. 「산업안전보건법」 제39조에 따른 유해인자
3. 「고압가스 안전관리법 시행규칙」 제2조제1항제2호에 따른 독성가스

제4조(정부의 책무) ① 과학기술정보통신부장관(이하 "장관"이라 한다)은 연구실의 사전유해인자위험분석이 효과적으로 추진되도록 하기 위하여 다음 각 호의 사항을 강구하여야 한다.

1. 사전유해인자위험분석 제도의 개선·홍보
 2. 사전유해인자위험분석 기법의 연구·개발
 3. 사전유해인자위험분석 실시 지원을 위한 정보관리시스템 구축
 4. 그 밖에 사전유해인자위험분석에 관한 정책의 수립 및 추진
- ② 장관은 제1항 각 호의 사항 중 필요한 사항에 대해 권한을 위임 받은 기관 또는 연구실 안전 관련 사업을 수행하는 기관으로 하여금 수행하게 할 수 있다.

제2장 연구실 사전유해인자위험분석 절차 및 방법

제5조(실시시기) 사전유해인자위험분석은 연구개발활동 시작 전에 실시하며, 연구개발활동과 관련된 주요 변경사항 발생 또는 연구실책임자가 필요하다고 인정할 경우 추가적으로 실시하여야 한다.

제6조(사전유해인자위험분석 과정) 연구실책임자는 다음 각 호의 과정으로 이루어지는 사전유해인자위험분석을 실시하여야 한다.

1. 연구실 안전현황 분석
2. 연구개발활동별 유해인자 위험분석
3. 연구실 안전계획 수립
4. 비상조치계획 수립

제7조(연구실 안전현황 분석) ① 연구실 안전현황 분석은 다음 각 호의 정보를 포함하여야 한다.

1. 해당 연구실이 소속되어 있는 기관명
2. 연구실명, 위치, 연락처 등 연구실 개요에 관한 사항
3. 연구실책임자 및 연구실 안전관리담당자 정보
4. 주요기관 등의 비상연락처
5. 해당 연구실 전체 연구개발활동명(실험·실습/연구과제명)
6. 연구활동종사자 및 주요 기자재 현황
7. 해당 연구실의 유해인자, 안전설비 및 개인보호구 보유현황에 관한 사항
8. 해당 연구실의 유해인자, 안전설비 및 개인보호구 등의 보관 위치, 비상문 및 비상통로 등이



표시된 배치도

② 연구실책임자는 다음 각 호의 자료 또는 정보의 전부 또는 일부를 활용하여 연구실 안전현황을 분석하여야 한다.

1. 기계·기구·설비 등의 사양서
2. 물질안전보건자료(MSDS)
3. 연구·실험·실습 등의 연구내용, 방법(기계·기구 등 사용법 포함), 사용되는 물질 등에 관한 정보
4. 안전 확보를 위해 필요한 보호구 및 안전설비에 관한 정보
5. 그 밖에 사전유해인자위험분석에 참고가 되는 자료 등

제8조(연구개발활동별 유해인자 위험분석) ① 연구실책임자는 제7조에 따라 파악한 해당 연구실의 연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자에 대해 위험분석을 실시하여야 한다.

② 연구실책임자는 제7조에 따라 파악한 해당 연구실의 유해인자를 포함한 연구(실험·실습/연구과제별)에 대해 별지 제2호서식에 따른 연구개발활동안전분석(Research & Development Safety Analysis, R&DSA)을 실시하여야 한다.

③ 연구실책임자는 제1항에 따른 연구개발활동별 유해인자 위험분석에 해당 연구실의 연구활동 종사자 및 연구실안전환경관리자가 참여하게 하고, 그들의 의견을 수렴하여야 한다.

제9조(연구실 안전계획) 연구실책임자는 제8조에 따른 연구개발활동별 유해인자 위험분석 실시 후 유해인자에 대한 안전한 취급 및 보관 등을 위한 조치, 안전설비 및 개인보호구 활용 방안 등을 연구실 안전계획에 포함시켜야 한다.

제10조(비상조치계획) 연구실책임자는 화재, 누출, 폭발 등의 비상사태가 발생했을 경우에 대한 대응 방법, 처리 절차 등을 비상조치계획에 포함시켜야 한다.

제3장 사전유해인자위험분석의 보고 및 관리 등

제11조(보고 등) ① 연구실책임자는 법 제5조의2제5항에 따른 사전유해인자위험분석 결과(이하 "보고서"라 한다.)를 별지 제1호서식에 따라 작성하여야 한다.

② 연구실책임자는 제1항에 따른 보고서를 연구개발활동 시작 전에 연구주체의 장에게 보고하여야 한다.

제12조(보고서 관리 등) ① 연구주체의 장은 연구실책임자가 작성한 사전유해인자위험분석 보고서를 종합하여 확인 후 이를 체계적으로 관리할 수 있도록 별지 제3호서식에 따라 문서번호를 부여하여 관리·보관하고, 사고발생 시 보고서 중 유해인자의 위치가 표시된 배치도 등 필요한 부분에 대해



사고대응기관에 즉시 제공하여야 한다.

② 연구주체의 장은 연구실책임자가 작성한 사전유해인자위험분석 보고서를 검토하여 필요할 경우 조치를 취하고 이에 대한 결과를 기록·보존할 수 있다.

③ 연구실책임자는 사전유해인자위험분석 보고서를 연구실 출입문 등 해당 연구실의 연구활동 종사자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시할 수 있다.

제13조 (재검토기한) 이 고시는 『훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정』에 따라 2016년 7월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다.)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부 칙 〈제2016-33호, 2016.3.8.〉

제1조(시행일) 이 지침은 고시한 날부터 시행한다. 다만, 제8조 2항에 따른 연구개발활동안전분석(R&DSA)에 대하여는 2018년 1월1일부터 시행한다.

제2조(적용례) 이 고시 시행 이전에 시작된 연구개발활동에 대해서는 적용하지 아니한다.



■ 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침 [별지 제1호서식]

연구실 안전현황¹⁾

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

기관명			구 분	1.대 학 ☐ 2.연구 기관 ☐ 3.기업부설(연) ☐ 4.기 타 ☐	
연구실 개요	연구실명 ²⁾				
	연구실 위치	동 층 호			
	연구실 면적	m ²	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화학 / 화공 ☐ 2.기계 / 물리 ☐ 3.전기 / 전자 ☐ 4.생명 / 미생물 ☐ 5.건축/토목/자원 ☐ 6.기 타 ☐ ()	
	연구실책임자명		연락처 (e-mail 포함)		
	연구실 안전관리 담당자명		연락처 (e-mail 포함)		
비상연락처 ³⁾		연구실안전환경관리자 : 병원 : 사고처리기관(소방서 등) : 기타 :			
연구실 수행 연구개발활동명 ⁴⁾ (실험/연구과제명)	1. 2. :				
연구활동종사자 현황	연 번	이 름 (성별 표시)	직 위 ⁵⁾ (교수/연구원/학생 등)	담당 연구개발활동명 ⁶⁾ (연구/실험/실습명)	
주요기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구/기계·장비)	규 격(수량)	활용 용도	비 고



III

| 기타(FAQ, 고시 등)

연구실 유해인자			
화 학 물 질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준) ⁷⁾	- 보유 물질 - 1. 폭발성 물질 ☐ 2. 인화성 물질 ☐ 3. 물 반응성 물질 ☐ 4. 산화성 물질 ☐ 5. 고압가스 ☐ 6. 자기반응성 물질 ☐ 7. 발화성 물질 ☐ 8. 유기과산화물 ☐ 9. 금속부식성 물질 ☐ - 보유 수량 - 1. 10종 미만 ☐ 2. 10종 ~ 30종 미만 ☐ 3. 30종 ~ 50종 미만 ☐ 4. 50종 ~ 100종 미만 ☐ 5. 100종 이상 ☐		
가 스 (「고압가스관리법」 기준) ⁸⁾			
생물체	1. 고위험병원체 ()종 2. 고위험병원체를 제외한 제3 위험군 ()종 3. 고위험병원체를 제외한 제4 위험군 ()종		
물 리 적 유 해 인 자	1. 소음 ☐ 4. 이상기온 ☐ 7. 전기 ☐ 10. 기타 ☐ () 2. 진동 ☐ 5. 이상기압 ☐ 8. 레이저 ☐ () 3. 방사선 ☐ 6. 분진 ☐ 9. 위험기계·기구 ☐		
24시간 가동 여부	☐ Yes ☐ No	정전시 긴급대응 여부	☐ Yes ☐ No
개인보호구 현황 및 수량 ⁹⁾			
보안경/고글/보안면	안전화/내화학장화/절연장화	구마개/구덮개	
레이저 보안경	안전장갑	실험실 가운	
안전모/머리카버	방진/방독/송기마스크	보호복	
기타			
안전장비 및 설비 보유현황			
☐ 세안설비(Eye washer) ☐ 가스누출경보장치 ☐ 케미컬누출대응킷 ☐ 시약보관캐비닛 ☐ 기타 ()	☐ 비상샤워시설 ☐ 자동차단밸브(AVS) ☐ 유(油)흡착포 ☐ 글러브 박스	☐ 흡후드 ☐ 중화제독장치(Scrubber) ☐ 안전폐액통 ☐ 불산치료제(CGG)	☐ 국소배기장치 ☐ 가스 실린더 캐비닛 ☐ 레이저 방호장치 ☐ 소화기
연구실 배치현황 ¹⁰⁾			
배치도	주요 유해인자 위험설비 사진		
〈전 체〉	〈해당사진〉	〈해당사진〉	
	〈해당사진〉	〈해당사진〉	



연구개발활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석¹⁾

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	연구기간 (실험·실습/연구과제)
연구 (실험·실습/연구과제) 주요 내용	
연구활동종사자 ¹²⁾	

유해인자	유해인자 기본정보 ¹³⁾				
1) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 제2조에 따른 유해화학물질	CAS NO	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA ¹⁴⁾ 심볼	위험분석
	물질명				
	①				
	②				
2) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 가스 및 「고압가스 관리법」에 의한 독성 가스	가스명	보유 수량	가스종류 (특정, 독성, 가연성, 고압, 액화 및 압축)		위험분석
	①				
	②				
3) 생물체 ¹⁵⁾ (고위험병원체 및 고위험병원체를 제외한 제3,4위험군)	생물체명	고위험병원체 해당여부	위험군 분류		위험분석
	①				
	②				
4) 물리적 유해인자 ¹⁶⁾ (소음, 진동, 방사선, 이상기온, 이상기압, 분진, 전기, 레이저, 위험기계기구 등)	기구명	유해인자종류	크기 ¹⁷⁾		위험분석
	①				
	②				



III

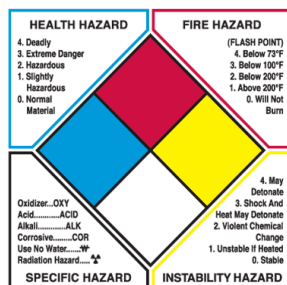
| 기타(FAQ, 고시 등)

안전계획	
취급방법	
저장방법	
폐기방법	
안전설비 및 개인보호구 활용방안 ¹⁸⁾	
비상조치계획	
응급조치 방법	
누출시 대처방법	
화재·폭발시 대처방법	



- 1) 해당 연구실에 전반에 대한 기본적인 내용(연구실 개요, 수행 연구개발활동명, 연구활동종사자 현황, 주요 기자재 현황, 연구실 유해인자, 개인보호구 현황 및 수량, 연구실 배치 현황)을 작성
 - 연구실안전현황은 연구실당 1개만 작성하는 것이며, 연구/실험/실습별 개별로 작성사항은 아님
- 2) 첫 째 줄은 연구실 명을 작성하고 두 번째 줄은 단과대학명/학과명/부서명/팀명 등 연구실 소속을 작성
- 3) 사고발생시 조치를 위한 내부 및 외부 기관 연락처를 작성(사고처리 기관 및 병원 등)
- 4) 해당 연구실에서 고시 시행 이후 시작된 연구명(실험명/프로젝트명) 전체를 각각 작성
- 5) 직위는 교수, 연구원(책임연구원, 선임연구원, 연구원, 파견연구원 등), 학생(대학원생, 학부생 등) 구분하여 작성
- 6) 해당 연구개발활동 명칭은 연구활동종사자가 담당 또는 수행하고 있는 연구명(실험명/프로젝트명)을 모두 작성
- 7) 연구실내에 보유하고 있는 화학물질 종류 및 보유수량을 표기(화학물질 종류는 중복으로 표시 가능)
- 8) 연구실내에서 사용 및 설치되어 있는 모든 가스에 대하여 작성
- 9) 연구실내에 보유하고 있는 개인보호구의 수량에 대하여 작성
- 10) 연구실 배치도를 서식에 붙여 넣었을 때 너무 작아 배치도 구분이 어렵다면, 따로 A4크기로 첨부하여 같이 게시
- 11) 연구실내에서 수행하는 모든 실험(실험·실습, 연구과제 포함)에 대하여 각각 작성
- 12) 해당 연구활동을 수행하는 연구활동종사자의 이름을 작성. 단, 학부 실험 등 대규모 인원이 실험을 수행 또는 참여하는 경우 연구활동종사자 인원수 및 실험 시간만 작성
- 13) 해당 연구활동에서 사용하는 화학물질, 가스, 생물체, 물리적 유해인자 등을 작성
- 14) NFPA 심볼

※ NFPA 등급을 가지고 있는 유해인자에 대해서는 다음의 심볼을 이용하여 표현한다.



※ 화학물질은 NFPA(National Fire Protection Association : 미국의 화재방재청의 분류 (인체위험물질(health Hazard), 화재위험물질(Fire Hazard), 반응성물질(Reactivity), 특수위험물질(Specific Hazard)에 따르되 해당물질 1이상인 경우 각각 표기(중복기재 가능)



III

I 기타(FAQ, 고시 등)

구 분	4	3	2	1	0
인체위해물질 (Health Hazard)	치명적임	매우 유해함	유해함	약간 유해함	유해하지 않음
화재위험물질 (Fire Hazard)	인화점이 22.8℃이하	인화점이 37.8℃이하	인화점이 37.8℃~93.3℃	인화점이 93.3℃이상	잘 타지 않음
반응성물질 (Reactivity)	폭발할 수 있음	충격이나 열을 가하면 폭발할 수 있음	화학물질과 격렬하게 반응함	열에 불안전함	안정함

* 특수위험물질 : \ (물과 반응할 수 있으며 반응시 심각한 위험 수반), OX or OXY(산화제), ACID(산성), ALK(염기성), POI(독성), 방사능표시(방사능물질), CRY or CRYO(극저온 물질) 등

15) 생물체란 미생물 및 동물 등을 포함하는 명칭으로 유전자변형생물체 등을 모두 포함한다.

- ※ 서식에 작성 시 제3,4위험군의 경우 고위험 병원체를 제외한 위험군만 작성
- ※ 고위험병원체란 생물테러의 목적으로 이용되거나 사고 등에 의하여 외부에 유출될 경우 국민 건강에 심각한 위험을 초래할 수 있는 감염병병원체로서「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」시행규칙 별표1과 같다.
- ※ 생물체의 위험군 분류는 인체 및 환경에 미치는 위해 정도에 따라 다음의 네가지 위험군으로 분류하며, 위험군별 해당 생물체 목록은 「유전자재조합실험지침」 별표2와 같다.

위험군 분류	분류 기준
제1위험군	연구활동종사자에게 질병을 일으키지 아니하며, 환경에 방출되더라도 위해를 일으키지 않는 생물체
제2위험군	연구활동종사자에게 감염되었을 경우 증세가 심각하지 않고 예방 또는 치료가 용이하며, 환경에 방출되더라도 위해가 경미하고 치료가 용이한 생물체
제3위험군	연구활동종사자에게 감염되었을 경우 증세가 심각할 수 있으나 예방 또는 치료가 가능하며, 환경에 방출되었을 경우 위해가 상당할 수 있으나 치료가 가능한 생물체
제4위험군	연구활동종사자에게 감염되었을 경우 증세가 매우 치명적이고 예방 또는 치료가 어려우며, 환경에 방출되었을 경우 위해가 막대하고 치료가 곤란한 생물체

16) 물리적 유해인자

- ※ 산업안전보건법 시행규칙 제81조제1항 별표11의2(소음, 진동, 방사선, 이상기압, 이상기온의 기준)
 - 소음: 소음성난청을 유발할 수 있는 85데시벨(A) 이상의 시끄러운 소리
 - 진동: 착암기, 핸드 해머 등의 공구를 사용함으로써 발생하는 백립병·레이노 현상·말초순환장애 등의 국소 진동 및 차량 등을 이용함으로써 발생하는 관절통·디스크·



소화장애 등의 전신 진동

- 방사선: 직접·간접으로 공기 또는 세포를 전리하는 능력을 가진 알파선·베타선·감마선·엑스선·중성자선 등의 전자선
- 이상기압: 게이지 압력이 제곱센티미터당 1킬로그램 초과 또는 미만인 기압
- 이상기온: 고열·한랭·다습으로 인하여 열사병·동상·피부질환 등을 일으킬 수 있는 기온
- 분진: 대기 중에 부유하거나 비산강하(飛散降下)하는 미세한 고체상의 입자상 물질

※ 전기, 레이저, 위험기계·기구(산업안전보건법 시행령 제28조의 6(안전검사 대상 유해·위험기계 등) 12종, 조립에 의한 기계·기구(설비 및 장비 포함)) 등도 물리적 유해인자에 포함

17) 물리적 유해인자에 대한 측정값 또는 제품 인증서 또는 설명서에 기재되어 있는 물리적 인자값 작성

18) 개인보호구 활용방안에는 유해인자 위험분석을 통한 개인보호구 선정결과도 반영하여 기재



■ 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침 [별지 제2호서식]

연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 :

순서	연구실험 절차	위험분석	안전계획	비상조치계획
1				
	(사 진)			
2				
	(사 진)			
3				
	(사 진)			
4				
	(사 진)			
5				
	(사 진)			
6				
	(사 진)			

사전유해인자위험분석 보고서 관리대장

[illegible]

- 개선이 완료되었을 경우 완료날짜를 괄호를 이용하여 작성

