

출제기준(필기)

직무 분야	화학	중직무 분야	화학	자격 종목	화학기사	적용 기간	2022.1.1. ~ 2026.12.31.
○ 직무내용 : 화학공정 전반에 걸친 반응, 혼합, 분리정제, 분쇄 등의 단위공정을 설계, 운전, 관리·감독하고 화학공정을 계측, 제어, 조작하는 직무이다.							
필기검정 방법	객관식	문제수	80	시험시간	2시간		
필기과목명	문제수	주요항목	세부항목	세세항목			
공업합성	20	1. 무기공업화학 2. 유기공업화학 3. 공업화학제품 생산 4. 환경·안전관리	1. 산 및 알칼리공업 2. 암모니아 및 비료공업 3. 전기 및 전지화학공업 4. 반도체공업 1. 유기합성공업 2. 석유화학공업 3. 고분자공업 1. 시제품 평가 2. 공업용수, 폐수 관리 1. 물질안전보건자료(MSDS) 2. 안전사고 대응	1. 황산 2. 질산 3. 염산 4. 인산 5. 탄산나트륨(소다회), 수산화나트륨(가성소다) 6. 기타 1. 암모니아 2. 비료 1. 1차전지, 2차전지 2. 연료전지 3. 부식, 방식 1. 반도체원리 2. 반도체 원료 및 제조공정 1. 유기합성공업원료 2. 단위반응 1. 천연가스 2. 석유정제 3. 합성수지원료 1. 고분자 종류 2. 고분자 중합 3. 고분자 물성 1. 배합, 공정 적정성 평가 2. 품질평가 1. 공업용수처리 2. 공업폐수처리 1. 물질안전보건자료 2. 화학물질 취급시 안전수칙 3. 규제물질 1. 안전사고 대응			

필기과목명	문제수	주요항목	세부항목	세세항목
반응운전	20	1. 반응시스템 파악 2. 반응기설계 3. 반응기와 반응운전 효율화 4. 열역학 기초	1. 화학반응 메커니즘 파악 2. 반응조건 파악 3. 촉매특성 파악 4. 반응 위험요소 파악 1. 단일반응과 반응기해석 2. 복합반응과 반응기해석 3. 불균일 반응 4. 반응기설계 1. 반응기운전 최적화 효율화 1. 기본양과 단위 2. 유체의 상태방정식	1. 반응의 분류 2. 반응속도식 3. 활성화에너지 4. 부반응 5. 한계반응물 6. 화학조성분석 1. 반응조건 도출(온도, 압력, 시간) 2. 반응용매 1. 균일·불균일 촉매 2. 촉매 활성도 3. 촉매 교체주기 4. 촉매독 5. 촉매 구조 6. 촉매반응 메커니즘 7. 촉매특성 측정장비 1. 폭주반응 2. 위험요소 3. 반응물의 부식과 독성 1. 단일반응의 종류와 속도론 2. 다중반응, 순환식반응, 자동촉매반응 속도론 3. 이상형반응기의 물질 및 에너지 수지 1. 연속반응속도론 해석 2. 연속반응의 가역/비가역 반응 3. 최적반응조건 1. 불균일 반응의 반응 변수 1. 회분 및 흐름반응기의 설계방정식 2. 반응기의 특성 및 성능비교 3. 비정상상태에서의 반응기운전 4. 반응기의 연결 1. 직렬, 병렬 반응 2. 복합반응 3. 반응시간과 체류시간 4. 선택도 5. 전환율 1. 차원과 단위 2. 압력, 부피, 온도 3. 힘, 일, 에너지, 열 1. 이상기체와 상태방정식 2. P·V·T관계 3. 기체 혼합물과 실제기체 상태법칙 4. 액체와 초임계유체거동

필기과목명	문제수	주요항목	세부항목	세세항목
			3. 열역학적 평형	1. 닫힌계와 열린계 2. 열역학적 상태함수
			4. 열역학 제2법칙	1. 엔트로피와 열역학 제2법칙 2. 열효율, 일, 열 3. 정용, 정압, 등온, 단열, 폴리트로프 (Polytropic)과정 4. 열기관과 냉동기(Carnot)
	5. 유체의 열역학과 동력	1. 유체의 열역학	1. 잔류성질 2. 2상계 3. 열역학도표의 이해	
		2. 흐름공정 열역학	1. 압축성유체의 도관흐름 2. 터빈 3. 내연기관 4. 제트, 로켓기관	
	6. 용액의 열역학	1. 이상용액	1. 상평형과 화학포텐셜 2. 휘발성(Fugacity)와 계수	
		2. 혼합	1. 혼합액의 평형해석 2. 혼합에서의 물성변화 3. 혼합과정의 열효과	
	7. 화학반응과 상평형	1. 화학평형	1. 반응엔탈피 2. 평형상수 3. 반응과 상태함수 4. 다중반응평형	
		2. 상평형	1. 평형과 안정성 2. 기-액, 액-액 평형조건 3. 평형과 상률	

필기과목명	문제수	주요항목	세부항목	세세항목
단위공정관리	20	1. 물질수지 기초지식	1. 비반응계 물질수지 2. 반응계물질수지 3. 순환과 분류	1. 대수적 풀이 2. 대응 성분법 3. 화공양론 4. 한정반응물과 과잉반응물 5. 과잉백분율 6. 전하율, 수율 및 선택도 7. 연소반응 8. 순환 9. 분류 10. 퍼지(Purging)
		2. 에너지수지 기초 지식	1. 에너지와 에너지 수지 2. 비반응공정의 에너지수지 3. 반응공정의 에너지 수지	1. 운동에너지와 위치에너지 2. 닫힌계/열린계의 에너지수지 3. 에너지 수지 계산 4. 기계적 에너지 수지 5. 열용량 6. 상변화조작 7. 혼합과 용해 8. 반응열 9. 생성열 10. 연소열 11. 연료와 연소
		3. 유동현상 기초지식	1. 유체정역학 2. 유동현상 및 기본식 3. 유체수송 및 계량	1. 유체 정역학적 평형 2. 유체 정역학적 응용 3. 유체의 유동 4. 유체의 물질수지 5. 유체의 운동량수지 6. 유체의 에너지수지 7. 유체의 수송 및 동력 8. 유량측정
		4. 열전달 기초지식	1. 열전달원리 2. 열전달응용	1. 열전달기구 2. 전도 3. 대류 4. 복사 5. 열교환기 6. 증발관 7. 다중효용증발
		5. 물질전달 기초지식	1. 물질전달원리	1. 확산의 원리 2. 확산 계수
		6. 분리조작 기초지식	1. 증류	1. 기액평형

필기과목명	문제수	주요항목	세부항목	세세항목
				2. 증류방법 3. 다성분계 증류 4. 공기혼합물의 증류 5. 수증기증류 2. 추출 1. 추출장치 및 조작 2. 추출계산 3. 침출 3. 흡수, 흡착 1. 흡수, 흡착 장치 2. 흡수, 흡착 원리 3. 충전탑 4. 건조, 증발 1. 건조 및 증발 원리 2. 건조장치 3. 습도 4. 포화도 5. 증발과 응축 6. 증기압 5. 분쇄, 혼합, 결정화 1. 분쇄이론 2. 분쇄기의 종류 3. 교반 4. 반죽 및 혼합 5. 결정화 6. 여과 1. 막 분리 2. 여과원리 및 장치

필기과목명	문제수	주요항목	세부항목	세세항목
화공계측제어	20	1. 공정제어일반 2. 공정의 거동해석 3. 제어계설계 4. 계측-제어 설비 5. 공정모사(설계), 공정개선, 열물질 수지검토	1. 공정제어 일반 1. 라플라스(Laplace) 변환 2. 제어계 전달함수 1. 제어계 2. 고급제어 3. 안정성 1. 특성요인도 작성 2. 설계도면 파악 3. 계장설비 원리 파악 6. 안전밸브 용량 산정 1. 공정 설계 기초 2. 공정 개선 3. 에너지 사용량 확인	1. 공정제어 개념 2. 제어계(Control system) 3. 공정제어계의 분류 1. 푸리에(Fourier)변환과 라플라스(Laplace)변환 2. 적분의 라플라스(Laplace) 변환 3. 미분의 라플라스(Laplace) 변환 4. 라플라스(Laplace) 역변환 1. 1차계의 전달함수 2. 2차계의 전달함수 3. 제어계의 과도응답(Transient Response) 1. 전달함수와 블록다이아그램(Block Diagram) 2. 비례제어 3. 비례-적분 제어 4. 비례-미분 제어 5. 비례-적분-미분 제어 1. 캐스케이드(Cascade) 제어 2. 피드포워드(Feed Forward) 제어 1. 안정성 개념 2. 특성방정식 3. 루스-허비츠(Routh-Hurwitz)의 안정판정 4. 특수한 경우의 안정판정 1. 특성요인도(Cause and Effect) 1. 도면기호와 약어 2. 부품의 구조와 용도 3. 제어루프 4. 분산제어장치(DCS) 1. 컨트롤밸브의 종류와 용도 2. PLC의 구조와 원리 3. 제어시스템 이론 1. 안전밸브 종류 2. 안전밸브 용량 1. 화학물질의 물리·화학적 특성 2. 설계도면 3. 국제규격(ASTM, ASME, API, IEC, JIS 등) 4. 공정 모사(Simulation) 1. 공정운전자료 해석 2. 공정 개선안 도출 3. 효과분석 1. 에너지 활용과 절감

출제기준(실기)

직무 분야	화학	중직무 분야	화공	자격 종목	화공기사	적용 기간	2022.1.1. ~ 2026.12.31.
<p>○ 직무내용 : 화학공정 전반에 걸친 반응, 혼합, 분리정제, 분쇄 등의 단위공정을 설계, 운전, 관리·감독하고 화학공정을 계획, 제어, 조작하는 직무이다.</p> <p>○ 수행준거 : 1. 수지를 합성하기 위하여 원재료의 특성을 파악하고, 설계 요구사항을 파악하여 원재료 혼합비율을 결정할 수 있다.</p> <p>2. 고분자 중합반응을 이용해 제품을 생산할 수 있다.</p> <p>3. 반응기 시스템의 경제성 향상을 위하여 반응기운전 최적화, 반응기 구조 개선, 운전조건 개선효과 분석을 수행할 수 있다.</p> <p>4. 반응의 필수요소인 촉매와 반응조건을 결정하고 그에 따른 반응 메커니즘과 조성물의 위험요소를 사전에 판단할 수 있다.</p> <p>5. 합성공정 관리, 혼합공정 관리, 분리·정제공정 관리, 제형화 공정 관리 등을 수행할 수 있다.</p> <p>6. 제조현장에서 안전한 작업환경을 조성하기 위해 안전법규파악, 작업장 안전관리, 작업위해위험요소 개선, 안전사고 대응 등의 업무를 수행할 수 있다.</p> <p>7. 화학공정을 안정적이고 효율적으로 운용하기 위해서 공정 개선안 도출, 공정 개선 계획 수립, 계획 실행, 효과 분석 등의 업무를 수행할 수 있다.</p> <p>8. 공정에 사용되는 원료와 제품의 구성요소, 물리·화학적 특성을 확인하고 도식화하여 공정설계에 적용할 수 있다.</p> <p>9. 공정 설계를 위하여 특성요인도 파악 및 계획·제어 타입, 운전조건, 안전밸브 용량 등을 결정할 수 있다.</p> <p>10. 공정의 운전변수와 운전절차를 파악하여 공정을 운전하고 이상상황을 조치할 수 있다.</p>							
실기검정방법	복합형	시험시간	6시간 정도 (필답형 2시간, 작업형 4시간 정도)				
실기과목명	주요항목	세부항목		세세항목			
화학공정실무	1. 합성수지 배합설계	1. 원재료 특성 파악하기	1. 합성수지배합을 위하여 단량체(Monomers)의 종류를 파악할 수 있다. 2. 합성수지배합을 위하여 단량체의 물리·화학적 특성을 파악할 수 있다. 3. 합성수지배합을 위하여 단량체의 반응속도를 파악할 수 있다. 4. 합성수지 반응에 필요한 촉매의 종류와 기능을 파악할 수 있다.	1. 합성수지 배합설계 요구사항 파악하기	1. 합성수지의 물성 특성을 파악할 수 있다. 2. 배합 설계를 위해 합성수지의 저장 안정성을 파악할 수 있다. 3. 배합 설계를 위해 합성수지의 작업성을 파악할 수 있다.	1. 합성수지 배합설계 프로세스 결정하기	1. 원재료의 기술자료를 통해 배합의 특성을 파악할 수 있다. 2. 제조설비의 사양자료를 통해 공정설비, 공정순서, 공정별 조건을 결정할 수 있다.
		2. 원재료 혼합비율 결정하기	1. 혼합비율을 결정하기 위해 반응온도,			2. 선별 공정관리	1. 고분자 이온중합 반응하기
						2. 산화에틸렌 부가물 제조하기	1. 고분자 제품의 특성을 파악하여 제조장치 및 저장설비의 재질 등 설계 기준을 파악할 수 있다. 2. 촉매종류 및 사용량, 모노머 종류 및 사용량, 생산수율, 용매 종류 및 사용량 등을 파악할 수 있다. 3. 반응온도, 반응압력, 반응시간, 반응정지시간 등 운전조건을 확인 할 수 있다. 4. 저장온도, 저장기간, 운송 방법 등 저장조건을 확인할 수 있다. 5. 합성공정 관리를 위해 고분자 중합반응을 파악할 수 있다.
						3. 과산화물 제조하기	1. 제품 제조 공정의 반응시간, 온도, 압력 등 운전 조건을 파악할 수 있다. 2. 제품제조 공정의 반응 촉매 종류 및 량을 파악할 수 있다. 3. 촉매의 제거 방법 및 중화제의 종류 및 량을 파악할 수 있다. 4. 원료 사용량, 원료투입 물비, 반응수율, 부산물의 량 등을 파악할 수 있다.
						3. 반응기와 반응운전 효율화	1. 과산화물 제품의 특성을 파악하여 제조장치 및 저장 설비의 재질 등을 선택할 수 있다. 2. 촉매 종류 및 사용량, 원료 사용량, 원료 투입 물비, 반응 수율, 부산물의 량 등을 파악 할 수 있다. 3. 반응온도, 압력, 시간 등 운전 조건을 확인 할 수 있다.
							1. 반응기운전 최적화하기
							1. 직렬반응의 경우 최대의 선택성을 갖기 위하여 반응시간과 체류시간을 조절할 수 있다.

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
			반응시간을 파악할 수 있다. 2. 합성 시험결과에 따라 요구물성을 충족시킬 수 있는 원재료 종류와 혼합비율을 결정할 수 있다.
			1. 원재료의 기술자료를 통해 배합의 특성을 파악할 수 있다. 2. 제조설비의 사양자료를 통해 공정설비, 공정순서, 공정별 조건을 결정할 수 있다.
			1. 고분자 제품의 특성을 파악하여 제조장치 및 저장설비의 재질 등 설계 기준을 파악할 수 있다. 2. 촉매종류 및 사용량, 모노머 종류 및 사용량, 생산수율, 용매 종류 및 사용량 등을 파악할 수 있다. 3. 반응온도, 반응압력, 반응시간, 반응정지시간 등 운전조건을 확인 할 수 있다. 4. 저장온도, 저장기간, 운송 방법 등 저장조건을 확인할 수 있다. 5. 합성공정 관리를 위해 고분자 중합반응을 파악할 수 있다.
			1. 제품 제조 공정의 반응시간, 온도, 압력 등 운전 조건을 파악할 수 있다. 2. 제품제조 공정의 반응 촉매 종류 및 량을 파악할 수 있다. 3. 촉매의 제거 방법 및 중화제의 종류 및 량을 파악할 수 있다. 4. 원료 사용량, 원료투입 물비, 반응수율, 부산물의 량 등을 파악할 수 있다.
			1. 과산화물 제품의 특성을 파악하여 제조장치 및 저장 설비의 재질 등을 선택할 수 있다. 2. 촉매 종류 및 사용량, 원료 사용량, 원료 투입 물비, 반응 수율, 부산물의 량 등을 파악 할 수 있다. 3. 반응온도, 압력, 시간 등 운전 조건을 확인 할 수 있다.
			1. 직렬반응의 경우 최대의 선택성을 갖기 위하여 반응시간과 체류시간을 조절할 수 있다.

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
		2. 반응기 구조 개선하기	<p>2. 병렬반응의 경우 최대 선택성을 갖기 위하여 순간선택성을 정의할 수 있다.</p> <p>3. 병렬반응의 경우 원하는 순간선택성을 위하여 반응조건을 최적화할 수 있다.</p> <p>4. 선택성과 전환율을 조화시킬 수 있는 반응기의 최적 조건을 결정할 수 있다.</p> <p>1. 반응속도, 열전달속도, 물질전달속도를 향상시키기 위해 총괄열전달계수와 총괄 열전달 속도를 계산하여 반응기 구조의 개선 방안을 도출할 수 있다.</p> <p>2. 개선 방안에 의해 반응기 구조를 재설계할 수 있다.</p> <p>3. 반응기 구조 재설계에 따른 반응기 경제성을 산출할 수 있다.</p> <p>4. 반응기 구조의 개선에 따른 안전성 평가를 할 수 있다.</p> <p>5. 반응기 구조개선 수립 계획서에 따라 반응기 구조개선을 할 수 있다.</p> <p>6. 열전도도를 계산하여 측정할 수 있다.</p> <p>7. 대류 복사량을 계산하여 측정할 수 있다.</p>
		3. 반응기운전조건 개선효과 분석하기	<p>1. 반응기운전조건 개선 전후의 운전 데이터를 확인하고 비교할 수 있다.</p> <p>2. 반응기운전조건 개선계획 수립 대비 실제 효과를 비교할 수 있다.</p> <p>3. 반응기운전조건 개선에 대한 효과의 증감 발생 시 그 원인을 분석하고 필요 시 보완할 수 있다.</p> <p>4. 반응기운전자료 확보를 위하여 개선사항을 데이터 시트나 도면에 작성할 수 있다.</p>
	4. 반응시스템 파악	1. 화학반응 메커니즘 파악하기	<p>1. 실험실적 반응실험 통하여 반응속도의 차수와 상수를 계산할 수 있다.</p> <p>2. 실험에서 온도변화를 주어 활성화에너지를 계산할 수 있다.</p> <p>3. 부반응의 개념을 파악하고 생성물의 조성을 분석하여 부반응률을 산출할 수 있다.</p> <p>4. 한계반응물을 결정하고 전환율과 수율을 계산할 수 있다.</p> <p>5. 각 반응물과 생성물의 비열, 엔탈피데이터와 몰수 변화로부터 반응열을 계산할 수 있다.</p>

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
		2. 반응조건 파악하기	<p>1. 반응온도와 압력 변화를 통해서 반응이 활성화되는 조건을 도출할 수 있다.</p> <p>2. 특정 온도와 압력 하에서 반응물과 생성물의 상변화를 파악할 수 있다.</p> <p>3. 용매 선정 실험을 통해서 반응 조건에 적합한 용매를 결정할 수 있다.</p> <p>4. 반응 전환율과 수율을 측정하여 반응 조건에 적합한 체류시간을 결정할 수 있다.</p>
		3. 촉매특성 파악하기	<p>1. 균일·불균일 촉매를 구별하고 각 특성에 맞는 취급방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2. 특정 촉매를 사용하는 반응실험을 통해서 촉매특성을 파악할 수 있다.</p> <p>3. 촉매실험을 통해서 반응물과 생성물의 조성을 분석하여 활성도를 계산할 수 있다.</p> <p>4. 촉매 특성에 따라 교체주기를 결정할 수 있다.</p> <p>5. 촉매에 따른 촉매독을 파악하고 비활성화를 예측할 수 있다.</p>
		4. 반응 위험요소 파악하기	<p>1. 폭발반응의 종류를 파악하고 대상반응의 폭발반응성 여부를 판단할 수 있다.</p> <p>2. 안전운전조건을 파악하고 조건에 따라 운전할 수 있다.</p> <p>3. 반응 시 압력의 변화를 계산하여 고압에 따른 폭발 위험요소를 사전에 예측할 수 있다.</p> <p>4. 반응물과 생성물의 MSDS를 파악하여 반응물의 부식과 독성을 파악할 수 있다.</p>
	5. 작업공정관리	1. 합성공정 관리하기	<p>1. 합성공정을 위한 원료사용량, 합성공정 방법, 반응기 운전방법, 주의사항 등을 작성할 수 있다.</p> <p>2. 합성공정에서 이상 징후 발생 보고를 받으면 대처요령에 따라 공정조건 변경 등 비상조치를 할 수 있다.</p>
		2. 혼합공정 관리하기	<p>1. 혼합공정을 위한 원료 사용량, 혼합공정 방법, 혼합기 운전방법, 주의사항 등을 작성할 수 있다.</p> <p>2. 혼합공정에서 이상 징후 발생 보고를 받으면 대처요령에 따라 공정 조건 변</p>

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
			경 등 비상조치를 할 수 있다.
		3. 분리정제 공정관리하기	1. 분리정제공정을 위한 용제 사용량, 첨가제 사용량, 부산물 처리 방법, 분리공정장치 운전방법, 주의사항 등을 작성할 수 있다. 2. 분리정제공정에서 이상 징후 발생 보고를 받으면 대처요령에 따라 공정조건변경 등 비상조치 할 수 있다. 3. 분리정제공정에서 단증류 및 연속증류를 수행할 수 있다. 4. 분리정제공정에서 추출, 흡수, 흡착을 수행할 수 있다.
		4. 제형화 공정관리하기	1. 제형화공정을 하기 위한 제형화기기 운전방법, 주의사항 등을 작성할 수 있다. 2. 제형화공정에서 이상 징후 발생 보고를 받으면 대처요령에 따라 공정정지, 성형변경 등 비상조치를 할 수 있다. 3. 제형화공정에서 건조, 여과, 분쇄를 수행할 수 있다.
6. 안전관리	1. 안전관리법규 파악하기	1. 제조설비의 안전사고를 예방하기 위하여 안전관리규정을 파악할 수 있다. 2. 안전관리규정에 따라 안전작업 수행시 위해위험요소를 파악할 수 있다. 3. 안전관리규정에 따라 안전점검과 안전관리절차를 파악할 수 있다.	
		2. 작업장 안전관리하기	1. 안전관리규정에 따라 작업자의 건강상태, 위생상태, 복장, 개인보호구 등을 파악할 수 있다. 2. 안전관리규정에 따라 작업자의 안전을 위하여 비상조치 절차를 파악하고 긴급상황 시 비상조치를 취할 수 있다. 3. 안전관리규정에 따라 작업장의 청결상태, 위험물 관리상태를 파악할 수 있다. 4. 안전관리규정에 따라 작업장의 위해요소를 제거하기 위해 적절한 안전관리업무를 수행할 수 있다. 5. 안전관리규정에 따라 작업장 관리기준 미달 시 필요조치를 할 수 있다.
		3. 작업위해위험요소 개선하기	1. 안전관리규정에 따라 안전작업 절차를 파악할 수 있다.

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
			2. 제조공정의 현장 점검 과 안전사고의 발생 사례를 통해 제조공정의 위해 위험요소를 파악할 수 있다. 3. 작업자가 작업현장에서 안전작업 절차를 준수하는지 여부를 파악할 수 있다. 4. 제조공정의 안전사고 예방을 위하여 잠재 위해 위험요소를 파악하여 공정개선을 할 수 있다.
		4. 안전사고 대응하기	1. 안전사고 발생 시 대응매뉴얼에 따라 초기 행동요령을 파악하고 대응할 수 있다. 2. 안전사고 대응 매뉴얼에 따라 관련부서와 외부조직의 지원·조치를 요청할 수 있다. 3. 안전사고의 재발방지를 위하여 발생원인, 비상조치 결과를 분석하여 개선방안을 제시할 수 있다.
	7. 공정개선	1. 공정 개선안 도출하기	1. 단위공정의 설계자료와 실제 운전 자료를 통해 운전조건을 비교할 수 있다. 2. 운전조건을 비교를 통해 공정의 문제점을 파악할 수 있다. 3. 개선 가능성이 있는 공정별 개선요소들을 도출할 수 있다. 4. 도출된 개선요소들에 대하여 타당성 검토를 할 수 있다.
		2. 공정 개선계획 수립하기	1. 개선 계획에 따라 적합한 공정을 설계할 수 있다. 2. 개선안에 필요한 자원을 산출할 수 있다.
		3. 공정 개선계획 실행하기	1. 공정 개선 사항을 적용하여 시운전할 수 있다.
		4. 공정 개선효과 분석하기	1. 공정개선 전후의 운전 데이터를 확인하고 비교할 수 있다. 2. 수립계획서 상의 기대효과와 실제효과를 비교하여 효과의 증감 발생 원인을 분석할 수 있다.
	8. 열물질 수지검토	1. 물리·화학적 특성 파악하기	1. 공정안전을 위해 화학 물질의 취급 방법을 확인할 수 있다. 2. 공정설계를 위해 필요한 물성치를 계산할 수 있다.

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
			<ol style="list-style-type: none"> 관 부속품 및 마찰에 관한 두손실을 측정하여 기계·기기 장치, 배관, 설계 시에 적용할 수 있다. 취급 물질의 물리·화학적 특성에 따라 환경오염을 예방할 수 있다. 열역학적 원리를 화학공정에 적용하여 효율적인 공정설계, 제어 및 개선 등에 활용할 수 있다.
		2. 구성 요소와 구성비 확인하기	<ol style="list-style-type: none"> 구성요소와 구성비에 따라 유해·위험물질의 존재여부를 확인할 수 있다. 구성요소와 구성비에 따라 기계·기기 장치의 재질, 타입을 결정할 수 있다. 구성요소와 구성비에 따라 안전설계 기준을 적용할 수 있다.
		3. 원료와 생산량 확인하기	<ol style="list-style-type: none"> 물질수지에 따라 기계·기기 장치의 공정 데이터를 작성할 수 있다. 물질수지에 따라 계측·제어기의 공정 데이터를 작성할 수 있다. 물질수지에 따라 배관의 이송량을 확인할 수 있다. 유체수송 장치를 이용하여 저장조로부터 유체를 수송할 수 있다. 변수(유체의 속도, 점도, 밀도, 관의 직경)에 따라 유체의 레이놀즈수를 구할 수 있다.
		4. 에너지 사용량 확인하기	<ol style="list-style-type: none"> 유틸리티 Summary에 따라 프로세스를 구성하는 기계·기기 장치(열교환기)와 계측·제어기에서의 유틸리티 사용량을 파악할 수 있다. 유틸리티 Summary에 따라 용도별 에너지 사용량을 예측할 수 있다. 경제성을 고려하여 용도별 소요 열량에 따라 에너지 절감 방안을 수립할 수 있다. 에너지 사용량을 기준으로 유틸리티 공정을 설계할 수 있다.
	9. 계측·제어 설계용 공정 데이터 결정과 입력	1. 특성요인도 작성하기	<ol style="list-style-type: none"> 특성요인도를 근거로 공정운전상의 위험요소를 파악할 수 있다.
		2. 계측·제어 타입 선정하기	<ol style="list-style-type: none"> 설비의 사용목적에 따라 계측기의 타입을 결정할 수 있다. 공정의 운전조건을 고려하여 계측기의 타입을 결정할 수 있다.

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
			<ol style="list-style-type: none"> 유체의 물리·화학적 특성을 고려하여 계측기의 타입을 결정할 수 있다. 경제성을 고려하여 계측기의 타입을 결정할 수 있다. 온도, 압력, 유량 계측기에 대한 종류와 특성을 결정할 수 있다.
		3. 상세 설계 조건 설정하기	<ol style="list-style-type: none"> 공정흐름도와 물질수지를 근거로 설계 온도·압력을 결정할 수 있다. 물질특성에 따라 부식성, 독성, 인화성을 결정할 수 있다. 저장물질의 물리·화학적 특성과 압력에 따라 적용기준을 결정할 수 있다. 설계기준에 따라 계측기의 세부사양을 결정할 수 있다.
		4. 안전밸브 용량 산정하기	<ol style="list-style-type: none"> 사안별로 계산된 안전밸브 용량을 근거로 최대 토출량을 선정하여 안전밸브를 설계할 수 있다. 적당한 안전밸브 용량을 적용함으로써 공정상의 기계·기기장치를 보호할 수 있다.
	10. 공정운전	1. 공정운전 절차 파악하기	<ol style="list-style-type: none"> 라플라스 변환 및 전달함수를 이용하여 공정별 특성과 운전변수를 파악할 수 있다. 주요 설비의 매뉴얼을 통해 설비별 가동절차를 파악할 수 있다. 공정도면, 공정관리시스템을 통해 전체 공정의 흐름을 파악할 수 있다. 공정별 특성과 운전변수, 주요 설비 가동상태의 여부를 통해 공정 운전절차를 파악할 수 있다.
		2. 운전현황 파악하기	<ol style="list-style-type: none"> 공정관리시스템을 통해 공정의 주요 운전변수를 파악할 수 있다. 공정분석기와 시료분석을 통해 제품의 품질 이상 유무를 파악할 수 있다.
		3. 운전변수 조절하기	<ol style="list-style-type: none"> 생산계획에 따른 공정운전절차를 파악할 수 있다. 공정운전지침에 근거하여 공정 운전변수를 조절할 수 있다. 시료분석과 공정분석 결과를 해석하여 필요시 추가로 공정운전 변수를 조절할 수 있다.
		4. 이상상황 조치하기	<ol style="list-style-type: none"> 공정관리시스템, 현장점검, 기록부(Log Book)를 통해 이상상황을 파악할 수 있다.

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
			다. 2. 이상상황 발생 시 공정 비상운전절차에 따라 초동조치를 시행할 수 있다. 3. 필요시 공정 비상운전절차에 따라 관련 부서에 조치를 요청할 수 있다. 4. 재발방지를 위하여 이상상황 발생원인, 조치결과를 분석하여 개선방안을 도출할 수 있다.
11. 화학공학 기본개념	1. 화학양론과 화학열역학의 기본개념 파악하기	1. 화학 측정단위계 환산할 수 있다. 2. 화학열역학 기본개념을 이해할 수 있다. 3. 화학열역학을 활용할 수 있다.	
	2. 유체역학과 유체흐름의 기본개념 파악하기	1. 유체역학과 흐름특성을 이해할 수 있다. 2. 유체흐름을 측정할 수 있다. 3. 마찰손실을 측정할 수 있다. 4. 유체수송할 수 있다.	
	3. 열·물질전달의 기본개념 파악하기	1. 물질수지 기본개념을 파악할 수 있다. 2. 에너지수지 기본개념을 파악할 수 있다. 3. 열전도도를 측정할 수 있다. 4. 대류, 복사량을 측정할 수 있다. 5. 총괄 전열계수를 측정할 수 있다.	
12. 화학산업공정 개요	1. 화학산업공정 파악하기	1. 화학산업 공정을 이해할 수 있다.	
13. 화학장치 운전조작	1. 공정 흐름도 파악하기	1. 공정도면을 이해할 수 있다. 2. 공정 흐름도를 파악할 수 있다. 3. 공정 배관·계장도를 파악할 수 있다. 4. 유틸리티 공정도를 파악할 수 있다.	
	2. 공정물질 특성 파악하기	1. 공정물질의 물리적·화학적 특성을 확인할 수 있다. 2. 공정물질의 위험·위해성을 확인할 수 있다.	
	3. 화학장치 운전조작하기	1. 공정운전의 절차를 파악할 수 있다. 2. 반응기를 조작할 수 있다. 3. 열교환기를 조작할 수 있다. 4. 단종류 및 연속종류를 할 수 있다. 5. 추출, 흡수, 건조할 수 있다. 6. 여과, 분쇄할 수 있다. 7. 계장 조작할 수 있다.	
14. 화학공정 설계	1. 화학공정 개념설계 파악하기	1. 물리·화학적 물성을 평가할 수 있다. 2. 물질 및 에너지수지를 파악할 수 있다. 3. 공정상 작업순서도를 작성할 수 있다.	
	2. 공정 흐름도 작성하기	1. 기계·기기 장치를 배열할 수 있다.	

실기과목명	주요항목	세부항목	세세항목
			2. 주요 배관을 표시할 수 있다. 3. 주요 계측·제어를 표시할 수 있다. 4. 운전 조건을 기입할 수 있다.
	15. 화학장치 설계	3. 화학공정 전산모사하기 1. 반응기 시스템 설계하기 2. 화학부대설비 설계하기	1. 화학공정을 전산모사할 수 있다. 1. 화학반응 메커니즘 파악할 수 있다. 2. 반응조건 선정할 수 있다. 3. 반응기운전 최적화할 수 있다. 1. 장치성능에 따른 용량계산을 할 수 있다. 2. 분리장치를 설계할 수 있다. 3. 열교환기를 설계할 수 있다. 4. 이송장치를 설계할 수 있다. 5. 특수장치를 설계할 수 있다.
	16. 화학공정 제어	1. 화학장치 공정제어 파악하기	1. 공정제어를 이해할 수 있다. 2. 공정의 거동 해석을 할 수 있다. 3. 안정성을 판별할 수 있다.
	17. 화학공정 품질관리	1. 화학공정 품질관리 파악하기 2. 화학제품 품질검사와 분석하기	1. 관리도를 작성할 수 있다. 2. 공정능력을 평가할 수 있다. 1. 품질검사를 할 수 있다. 2. 품질검사결과를 해석할 수 있다.
	18. 화학공정 안전관리	1. 화학공정 안전관리하기	1. 화합물제조관련 규제를 파악할 수 있다. 2. 화합물안전관련 규제를 파악할 수 있다. 3. 긴급 상황에 대처할 수 있다.