



# 화학 공업 전문 교과 교육과정





# Contents

<b>화학 공업 전문 교과 교육과정</b> .....	1
1. 교과 교육과정의 목표와 구조, 편성·운영의 방향 .....	1
1-1. 교과 교육과정의 목표 .....	1
1-2. 교과 교육과정의 구조 .....	2
1-3. 교과 교육과정 편성·운영의 방향 .....	2

## [과목별 교육과정]

### 전문 공통 과목

1. 성공적인 직업생활 .....	4
--------------------	---

### 기초 과목

1. 공업 화학 .....	11
2. 제조 화학 .....	18
3. 단위 조작 .....	25

### 실무 과목

1. 화학 분석 .....	33
2. 화학 물질 관리 .....	38
3. 공정 제어 .....	44
4. 석유 화학제품 .....	52
5. 고분자 제품 제조 .....	59



# Contents

6. 무기 공업 화학 .....	66
7. 정밀 화학제품 제조 .....	74
8. 바이오 화학제품 제조 .....	82
9. 플라스틱 성형과 가공 .....	90
10. 생산 품질 관리와 설비 관리 .....	96

# 화학 공업 전문 교과 교육과정

## 1. 교과 교육과정의 목표와 구조, 편성·운영의 방향

### 1-1. 교과 교육과정의 목표

화학 공업은 세계적으로 21세기 산업 발전에 가장 큰 역할을 담당하였으며, 석유 화학 분야 뿐만 아니라 다른 산업 분야에서도 기술 발전의 원동력이 되었다.

화학 공업은 산업 초기에는 석유 화학 분야로 한정되었으나, 현대에 이르러서는 기계, 전기·전자, 에너지, 환경, 첨단 소재 등의 산업 전반에 걸쳐 중추적인 역할을 하고 있다. 화학 공업이 산업 전반으로 영향력이 확대된 배경에는 화학 공업의 학문적 유연성이 큰 역할을 하고 있다. 화학 공업은 석유 화학의 원료의 생산과 분석뿐만 아니라 생산 공정의 효율적인 설계와 구성, 그리고 경제성 분석에 이르기까지 다양한 접근 방식이 필요한 종합 학문의 성격을 가지고 있다.

화학 공업 관련 산업 현장에서는 지식과 경험 수준에 따라서 업무가 분리된다. 직무의 구분으로 볼 때, 원료의 장기적인 수급 전망에 따라 공정을 설계하는 설계자, 경영을 고려하여 생산량을 조절하여야 하는 연구 개발자, 공정과 설비 및 품질을 관리하는 엔지니어, 그리고 공정의 운전 실무를 담당하는 오퍼레이터로 구분할 수 있다. 이 중에서 연구 개발자는 고도의 고등 교육과정을 거쳐서 양성되지만, 오퍼레이터와 엔지니어는 고등학교에서 배운 지식과 기술을 바탕으로 산업 현장에서 실무 능력을 갖추어 경력 개발을 하게 된다.

따라서 화학 공업 분야 교육은 제품 기반의 화학 지식을 바탕으로 화학제품의 제법과 분석, 그리고 공정 운전에 대한 지식을 익히고 자기 주도적으로 학습하는 기술 인재의 양성을 목적으로 한다.

화학 공업 교과 교육과정은 관련 분야인 화학 분석, 화학 물질 취급 관리, 환경 관리, 화학 공정 운전과 제어, 석유 화학제품의 생산, 바이오 화학제품 제조, 플라스틱 성형과 가공, 생산 품질 관리, 위험물 관리 등에 필요한 기술 인재를 양성하기 위하여 입직 수준의 화학 공업 분야 직무 능력을 갖추도록 하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

- 가. 화학제품의 기초 화학 지식을 습득하여 산업 현장에서 제품의 제조와 분석을 효율적으로 수행할 수 있다.
- 나. 공정 운전과 관리 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 문제 해결 능력을 길러 산업 현장의 실무를 수행할 수 있다.
- 다. 화학 공업 분야의 직무 수행 능력을 지속적으로 향상시키려는 태도를 기르고 개인의 직업 생애를 주도적으로 개척하여 국가 산업 발전에 기여할 수 있다.

## 1-2. 교과 교육과정의 구조

구분	기준 학과	전문 공통 과목	기초 과목	실무 과목	인력 양성 유형 (진로)
화학 공업 교과	화학공업과	성공적인 직업생활	공업 화학 제조 화학 단위 조작 공업 일반* 기초 제도*	화학 분석 화학 물질 관리 공정 제어 석유 화학제품 고분자 제품 제조 무기 공업 화학 정밀 화학제품 제조 바이오 화학제품 제조 플라스틱 성형과 가공 생산 품질 관리와 설비 관리	화학분석 기술자 유기화합물 제조 기술자 석유화학제품 제조 기술자 무기화합물 제조 기술자 정밀 화학제품 제조 기술자 화학비료 제조 기술자 화학 첨가물 제조 기술자 고분자화합물 제조 기술자 나노 화합물 제조 기술자 바이오 화학제품 제조 기술자 플라스틱 성형 가공 기술자 위험물 관리 기술자 화합물질 취급 관리 기술자 화학 공정 운전 및 관리 기술자
창의적 체험 활동	자율 활동, 동아리 활동, 봉사 활동, 진로 활동				
현장 실습	산업체 견학 → 산업체 체험 학습 → 현장 실습(인턴십)				

\* 는 다른 교과군(또는 기준 학과)에 편성된 과목임을 의미함.

## 1-3. 교과 교육과정 편성·운영의 방향

화학 공업 분야는 화학제품의 제조와 분석에서 공정의 운전과 관리를 거쳐 설비 관리와 환경 안전에 이르는 기초 지식에서부터 전문적이고 숙련된 실무 기술까지 요구하고 있다. 이에 고등학교의 교육과정은 화학 공업 기반의 산업 전반에 관한 지식에서부터 전공에 관한 기본적인 지식과 기술을 갖추 수 있도록 편성·운영되어야 한다.

- 가. 화학 공업 분야의 제품의 제조와 분석, 공정의 운전과 관리, 생산 설비의 관리, 그리고 환경 안전에 이르기까지의 기초 실무 수행 능력을 습득할 수 있어야 한다.

- 나. 이론 위주의 기초 과목은 학생의 학력 수준과 학과별 기초 기능 및 기술을 고려하여 내용을 구성하여야 한다.
- 다. 학과별 인력 양성 유형을 구현하고 학생의 취업 역량을 제고할 수 있도록 교육과정을 구성하며, 필요에 따라 이 교과군의 교육과정에서 다루지 않은 국가직무능력표준(NCS)이나 타 교과(군)의 기초과목 및 실무과목도 검토하여 교육과정에 편성한다.

[전문 공통 과목]

# 1. 성공적인 직업생활

## 1. 성격 및 목표

### 가. 성격

‘성공적인 직업생활’은 교과군과 관계없이 선택할 수 있는 전문 공통 과목으로, 노동 시장에 성공적으로 이행하기 위해 고등학교 재학 중에 학습해야 할 필요가 있는 직업기초능력, 일과 산업의 이해, 취업과 창업, 산업 안전, 근로관계, 직업윤리 등을 학습하는 기초적인 성격의 과목이다. 따라서 ‘성공적인 직업생활’은 특성화 고등학교나 산업수요 맞춤형 고등학교, 또는 전문 교과를 주로 교육하는 고등학교의 어느 학과에서나 편성할 수 있다.

### 나. 목표

미래의 직업생활에서 요구하는 기초적이고 실천적인 지식을 습득하고, 직업인으로서의 기본 자세를 갖추어 성공적인 직업생활을 준비할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
일과 직업생활	<ul style="list-style-type: none"><li>• 일과 직업의 가치</li><li>• 직업생활의 의미</li><li>• 생애 발달과 직업적 성공</li></ul>

내용 영역	내용 영역 요소
기업과 산업 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기업과 기업 활동</li> <li>• 제조업과 제품 생산 활동</li> <li>• 서비스업과 서비스 생산</li> </ul>
직업 능력 개발과 평생 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직업기초능력의 종류와 향상</li> <li>• 전공별 직무 수행 능력 탐색</li> <li>• 경력 개발과 평생 학습의 의미</li> </ul>
취업과 창업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 합리적인 의사 결정과 취업</li> <li>• 취업 계획 수립과 구직 활동</li> <li>• 창업과 기업가 정신</li> </ul>
근로관계와 산업 안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근로관계와 법</li> <li>• 고용 서비스와 사회 제도</li> <li>• 산업 안전과 재해 예방</li> <li>• 협력적인 노사 관계</li> </ul>
직업윤리와 직업사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사회 문제와 직업윤리</li> <li>• 미래의 직업 사회</li> </ul>

## 나. 영역별 성취기준

### 1) 일과 직업생활

#### 가) 일과 직업의 가치

- 일과 직업의 의미를 설명할 수 있다.
- 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치가 있는지 설명할 수 있다.

#### 나) 직업생활의 의미

- 직업생활이 내용, 성격, 장소, 방식 등에 따라 다양한 모습으로 나타날 수 있음을 설명할 수 있다.
- 다양한 직업생활의 의미와 중요성을 개인적·사회적 측면에서 설명할 수 있다.

#### 다) 생애 발달과 직업적 성공

- 생애 발달의 일반적인 과정과 특성을 설명할 수 있다.
- 생애 발달의 과정 속에서 직업적 성공을 위해 필요한 것을 설명할 수 있다.

### 2) 기업과 산업 활동

#### 가) 기업과 기업 활동

- 기업의 의미와 특징을 설명할 수 있다.

- 기업의 종류를 이해하고, 형태별 특징을 설명할 수 있다.
- 기업 경영과 관련한 제반 활동을 이해하고, 이들 간의 관계를 설명할 수 있다.

나) 제조업과 제품 생산 활동

- 제조업의 의미와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 제품의 생산 방식과 생산 체제를 설명할 수 있다.

다) 서비스업과 서비스 생산

- 서비스업의 의미와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 서비스의 생산 방식과 생산 체제를 설명할 수 있다.

3) 직업 능력 개발과 평생 학습

가) 직업기초능력의 종류와 향상

- 직업기초능력의 개념을 설명할 수 있다.
- 직업기초능력의 종류를 파악하고 성공적인 직업생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.
- 미래의 성공적인 직업생활을 위한 효과적인 직업기초능력 향상 방법을 탐색할 수 있다.

나) 전공별 직무 수행 능력 탐색

- 직무 수행 능력의 개념과 의미를 설명할 수 있다.
- 전공별 요구되는 직무 수행 능력을 파악하고, 이를 향상시키기 위한 방법을 탐색할 수 있다.

다) 경력 개발과 평생 학습의 의미

- 직업 세계의 변화에 따른 경력 개발의 필요성과 의미를 설명할 수 있다.
- 전공별 경력 개발 경로를 탐색하고, 평생 학습의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.

4) 취업과 창업

가) 합리적인 의사 결정과 취업

- 합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립할 수 있다.
- 자신의 경력 개발 경로에서 취업의 의미를 설명할 수 있다.

나) 취업 계획 수립과 구직 활동

- 취업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.
- 이력서 및 자기 소개서 작성, 면접 준비 등 효과적인 구직 활동을 위한 방법을 탐색하고 실천할 수 있다.

다) 창업과 기업가 정신

- 창업의 의미와 과정을 설명하고 창업의 조건과 다양한 사례를 탐색할 수 있다.
- 기업가 정신의 개념과 의미를 설명할 수 있다.

5) 근로관계와 산업 안전

가) 근로관계와 법

- 근로관계법의 종류와 기본 원리를 설명할 수 있다.
- 「근로기준법」에 따른 근로 계약 체결의 의미를 설명할 수 있다.
- 근로 계약 관계에서 권익의 침해와 차별에 대한 시정 방법을 설명할 수 있다.

나) 고용 서비스와 사회제도

- 고용 서비스의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
- 고용 보험 제도의 종류별 특징을 이해하고, 신청 절차를 설명할 수 있다.

다) 산업 안전과 재해 예방

- 안전사고의 형태와 원인을 알고 안전 수칙 및 사고형태별 안전 대책을 설명할 수 있다.
- 산업 재해의 개념을 알고 예방 원칙과 대책에 대해 설명할 수 있다.
- 산업 재해의 종류를 알고 산업 재해 처리 방법에 대해 설명할 수 있다.

라) 협력적인 노사 관계

- 노사 관계의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
- 노동조합과 사용자 단체의 역할과 사회적 책임을 설명할 수 있다.
- 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 이해할 수 있다.

6) 직업윤리와 직업 사회

가) 사회문제와 직업윤리

- 급격한 사회 변동에서 발생하는 사회 문제에 따른 직업윤리의 중요성을 설명할 수 있다.
- 직업생활과 관련된 책임과 의무를 적극적으로 실천한 사례를 통해 윤리적 의사 결정의 중요성을 설명할 수 있다.
- 직업생활과 관련된 윤리적 쟁점들을 해결할 수 있는 개인 윤리적 방안과 사회 윤리적 방안을 탐구할 수 있다.

나) 미래의 직업 사회

- 최근의 직업 사회 변화 동향을 탐색할 수 있다.
- 미래 사회 변화의 특징을 이해하고, 이를 통해 미래의 직업생활을 전망할 수 있다.

### 3. 교수 · 학습

- 가. 기본적인 개념과 원리를 바탕으로 변화하는 직업 세계를 이해할 수 있도록 한다. 직업기초 능력, 일과 산업의 이해, 산업 안전, 근로관계, 직업윤리 등을 학습하는 기초 과목이지만, 다양한 전공 학생들의 성취수준, 취업 희망 분야 및 교육 환경 등을 고려하여 기본적인 개념과 원리를 효율적으로 학습할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘일과 직업생활’ 영역에서는 학생이 희망하는 일과 직업생활의 의미를 이해할 수 있도록 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용한다. 학생이 생각하는 직업적 성공을 이룬 사람과의 인터뷰, 사례 조사 등을 통해 자신의 삶에서 일과 직업적 성공이 무엇인지 탐색해 볼 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘기업과 산업 활동’ 영역에서는 기업의 의미와 특징, 기업의 종류와 형태별 특징을 이해하고, 제조업과 서비스업의 특징과 생산 체제를 파악할 수 있도록 지도한다. 전공과 관련한 기업과 부서를 선택하여 견학이나 체험 활동 등을 통해 기업 경영과 관련한 제반 활동을 효율적으로 학습할 수 있도록 한다.
- 라. ‘직업 능력 개발과 평생 학습’ 영역에서는 학생이 몸으로 체득할 수 있도록 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용하여 직업기초능력별 적용 및 향상 방법을 실습하도록 한다. 전공과 적합한 경력 개발 계획 설계를 통해 기업에서 요구하는 기본 소양을 갖추고 평생 학습의 의미와 중요성을 학습할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘취업과 창업’ 영역에서는 학생이 희망하는 기업의 구직 정보 등을 분석하고, 이에 기초한 자기소개서 및 이력서 작성, 면접 준비, 관련 직업 자격 탐색 등을 실습해 볼 수 있도록 지도한다. 창업의 다양한 사례를 통해 창업의 의미, 기업가 정신의 개념과 의미를 학습할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘근로관계와 산업 안전’ 영역에서는 직업 현장에서 당면하게 되는 다양한 사례에 기초하여 근로관계법, 고용 서비스와 고용 보험 제도, 차별 시정 제도, 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 효율적으로 학습할 수 있도록 지도한다. 산업별 안전사고의 특성과 예방 대책, 재해 예방을 위한 대책을 다양한 직업 현장의 사례를 통한 체득 중심의 활동에 중점을 두어 지도한다.
- 사. ‘직업윤리와 직업 사회’ 영역에서는 다양한 직업생활에서 당면하게 되는 다양한 윤리적 문제 상황을 설정하고, 이를 해결하기 위한 개인 및 사회 윤리적 방안과 이를 실천할 수 있는 구체적인 실행계획을 수립하도록 지도한다.
- 아. 이 과목에서는 직업 현장의 소재와 핵심 지식을 이해할 수 있도록 지도하고, 이 과목과 관련된 일반 과목, 전공 기초 과목, 전공 실무 과목과의 통합 수업을 통하여 ‘몸으로 익히고 마음으로 느끼는 수업’이 되도록 지도한다.
- 자. 학생들이 취업 후 직장 생활에서 직면할 수 있는 다양한 상황에 적극적으로 대처할 수 있도록 다양한 사회적인 현안과 연계하여 지도한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 평가는 단순하고 지엽적인 문제보다는 원리의 이해, 응용, 종합적인 사고와 실용적인 측면에 중점을 두고 실시한다.
- 2) 개념의 이해와 관련 지식의 단순한 습득 정도보다는 구체적인 상황에서의 문제해결능력과 관계 지식을 체득하였는지에 중점을 두고 평가한다.
- 3) 수행 평가는 사전에 평가 방법을 안내하여 학생들이 스스로 계획하여 수행하도록 하되, 일부 특정 내용이나 영역에 치우치지 않도록 한다.
- 4) 관찰, 견학, 조사, 토론 학습에 대한 평가는 수업 시간을 이용하여 학생들이 작성한 보고서와 태도, 발표력 등을 평가하되, 학생의 자기 평가를 병행하도록 한다.
- 5) 주제에 대한 핵심 내용 파악 및 요점 정리 능력을 통하여 주어진 과제에 능동적으로 적응할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 평가한다.
- 6) 미래 직업인으로서 갖추어야 할 올바른 직업관을 확립하여 자아실현은 물론 산업 발전에 기여할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 평가한다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
일과 직업생활	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치가 있는지 설명하고, 직업적 성공을 위해 무엇이 필요한지 설명할 수 있다.	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업의 의미, 그리고 생애 발달의 과정에서 직업적 성공의 의미를 설명할 수 있다.	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업의 의미, 그리고 생애 발달의 특성을 설명할 수 있다.
기업과 산업 활동	기업의 의미와 형태별 특징을 구체적으로 설명하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징, 생산 방식과 생산 체제를 구체적으로 설명할 수 있다.	기업의 의미와 형태별 특징을 설명하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징을 예를 들어 설명할 수 있다.	기업의 의미와 형태별 특징을 이해하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징을 설명할 수 있다.
직업 능력 개발과 평생 학습	직업기초능력과 전공별 직무수행능력 향상 방법을 탐색하여 구체적인 실천 계획을 수립하고, 구체적인 경력 개발 경로를 설정하여 자신에게 적합한 경력 개발 계획 수립을 통해 평생 학습의 중요성을 설명할 수 있다.	다양한 직업기초능력의 종류와 특징, 전공별 요구되는 직무수행능력의 종류와 특징을 설명하고, 그들의 향상 방법을 탐색하여 자신에게 적합한 경력 개발 계획을 수립할 수 있다.	직업기초능력, 직무수행능력 및 경력 개발의 중요성을 설명하고, 전공별 관련 정보를 수집하여 실천 계획과 경력 개발 계획을 수립할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
취업과 창업	합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립하고, 효과적인 구직과 창업 활동을 위한 방법을 실천할 수 있다.	합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립하고, 취업과 창업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.	자신의 경력 개발 경로에서 취업과 창업이 갖는 의미를 확인하고, 취업과 창업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.
근로관계와 산업 안전	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도를 구체적으로 설명하고, 산업안전, 재해 예방을 위한 방법을 사례와 연계하여 설명하며, 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 구체적으로 설명할 수 있다.	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도의 의미와 중요성을 이해하고, 산업 안전, 재해 예방을 위한 방법을 예를 들어 설명하며, 노사관계의 의미와 중요성을 구체적으로 설명할 수 있다.	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도의 의미와 중요성을 이해하고, 산업 안전, 재해 예방을 위한 방법, 노사 관계의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
직업윤리와 직업 사회	직업생활에서 발생할 수 있는 윤리적 문제와 쟁점들을 구체적인 사례를 들어 제시하고, 이를 해결할 수 있는 방법을 합리적으로 설명하며, 미래 직업생활의 변화를 일상생활과 관련지어 구체적으로 예를 들어 설명할 수 있다.	직업생활에서 발생할 수 있는 윤리적 문제와 쟁점들을 제시하고 이를 해결할 수 있는 방안을 설명하며, 미래 직업생활의 변화를 구체적으로 설명할 수 있다.	성공적인 직업생활을 위한 조건으로서 직업윤리와 윤리적 의사 결정의 중요성을 설명하고, 미래 직업생활의 변화를 설명할 수 있다.

\* S(Superior) 등급: 새로운 아이디어를 활용하여 실행하거나 새로운 예를 만들어 설명할 수 있는 수준  
A(Advanced) 등급: 타인에게 설명하면서 실행하거나 예를 들어 비교하면서 설명할 수 있는 수준  
P(Pass) 등급: 필요지식을 모두 이해하고 스스로 실행할 수 있는 수준

[기초 과목]

## 1. 공업 화학

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

‘공업 화학’ 교과에서는 화학제품의 제조에 연관된 기초 화학 이론을 학생들에게 전달하고 이러한 기초 이론을 활용하여 화학 공업 공정에서의 기본적인 양론을 다룰 수 있는 원리를 이해하도록 한다. 또한 화학 공업 전반에 걸쳐 세분화된 산업 분야를 소개하여 현재의 산업 동향을 에너지 경제 논리와 연관하여 공업 화학을 이해할 수 있는 창의성을 가질 수 있도록 해야 한다. 기초 화학 이론은 화학공업에서 생산되는 제품의 구분과 제조공정에 대한 기본적인 개념을 이해하는데 반드시 필요하기 때문에 화학 공업 제품 제조와 관련된 화학 반응을 기저로 제시하였다. 그리고 화학제품의 제조 공정을 이해하기 위해서 화학 물질의 양적 관계를 다루는 화공 양론의 내용을 중심으로 학습 내용을 구성하였다. 화학제품의 생산을 위한 원자재와 생산되는 제품의 양을 파악하고 이를 공정에 적용하는 것은 화학 공업의 대부분의 산업 분야에서 필요로 하는 기본적인 직무 지식이다. 양론의 학습이 선행되어야 단위 조작과 같은 연계 기초 과목을 무리 없이 이해할 수 있다. 공업 화학 교과는 위 기술한 내용들을 고려하여 실무 교과와의 연계를 도모할 수 있도록 내용을 구성하여 이론과 실습을 병행하는 화학공업 분야의 기초교과로서의 성격을 지닌다.

#### 나. 목표

화학 공업 관련 산업의 분류 방법과 각 산업 분야 간 상호 연계성을 이해하고, 화학의 제반 법칙에 대한 탐구를 통해 화학제품의 제법과 물성을 이해할 수 있다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
물질의 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>원자 구조와 주기율</li> <li>물질의 변화</li> <li>화학 결합</li> </ul>
물질의 상태와 용액	<ul style="list-style-type: none"> <li>기체·액체·고체</li> <li>용액</li> </ul>
화학 반응	<ul style="list-style-type: none"> <li>화학 반응과 에너지</li> <li>반응 속도와 화학 평형</li> <li>산과 염기의 반응</li> <li>산화 환원 반응</li> </ul>
무기 화학	<ul style="list-style-type: none"> <li>무기 화학의 개요</li> <li>비금속 화학</li> <li>금속 화학</li> </ul>
유기 화학	<ul style="list-style-type: none"> <li>유기 화학의 개요</li> <li>지방족 탄화수소</li> <li>방향족 탄화수소</li> </ul>
화학 공업 양론	<ul style="list-style-type: none"> <li>화학 공정의 소개</li> <li>물질 수지</li> <li>에너지 수지</li> </ul>
측정과 계측	<ul style="list-style-type: none"> <li>화학 공정 계측 장비</li> <li>유체의 물성 측정</li> </ul>
환경과 안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>환경 범규의 이해</li> <li>화학 물질 취급과 관리</li> </ul>

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 물질의 구조

##### 가) 원자 구조와 주기율

- 원자의 구조, 분자, 이온 및 화학식의 개념을 알고, 화합물을 명명할 수 있다.
- 원자의 원자량, 분자의 분자량 및 화합물의 화학식량을 계산할 수 있다.
- 원소 주기율표에서 족과 주기에 따라 원자 반지름의 크기, 이온화 에너지 크기, 전자 친화도 크기에 대한 관계성을 설명할 수 있다.

나) 물질의 변화

- 물질 변화에서 물리적인 변화와 화학적인 변화를 각각 정의할 수 있으며, 물질 변화의 현상과 결과를 관찰하여 물리·화학적 변화를 구분할 수 있다.
- 화학 반응에서 반응물과 생성물의 관계를 화학 방정식으로 나타낼 수 있다.

다) 화학 결합

- 물질을 이루는 원소와 분자 간의 화학적 결합에서 이온 결합, 공유 결합, 금속 결합 및 그 밖의 결합의 원리를 설명할 수 있다.
- 화학 결합 종류에 따라 물질의 물리적·화학적 성질을 서로 비교하여 그 차이점을 설명할 수 있다.

2) 물질의 상태와 용액

가) 기체·액체·고체

- 물질의 상태를 기체, 액체, 고체로 구분하는 기준을 물리적 변화의 원리를 이용하여 설명할 수 있다.
- 압력, 온도의 변화에 따라 물질의 상태를 예측할 수 있다.

나) 용액

- 용질, 용매, 용액을 정의하고, 용액의 종류를 제시할 수 있다.
- 용해도를 이해하고, 용질과 용매의 성질에 따라 용해도의 변화를 설명할 수 있다.
- 용액의 다양한 농도와 농도 단위의 개념을 이해하고 서로 다른 농도 단위 간의 관계를 설명할 수 있다.

3) 화학 반응

가) 화학 반응과 에너지

- 우리 주변 물질의 변화에서 흡열 반응과 발열 반응을 구별할 수 있다.
- 화학 반응에 수반되는 열의 출입을 엔탈피 변화로 나타내고 헤스의 법칙을 설명할 수 있다.

나) 반응 속도와 화학 평형

- 화학 반응 속도에 영향을 주는 인자의 종류를 규명하고 인자의 변화와 화학 반응 속도의 관계를 이해할 수 있다.
- 화학 평형의 개념과 르사틀리에 법칙에 의한 화학 평형의 이동에 대해 설명할 수 있다.

다) 산과 염기의 반응

- 산과 염기를 정의하고 다양한 산과 염기의 개념을 설명할 수 있다.
- 수용액 중에서의 산과 염기의 반응 및 세기를 이해하고 중화 반응에서 산·염기의 양적 관계를 설명할 수 있다.

라) 산화 환원 반응

- 화학 반응에서 산화·환원을 정의할 수 있다.
- 화학 전지와 전기 분해의 원리를 산화 환원 반응으로 설명할 수 있다.

4) 무기 화학

가) 무기 화학의 개요

- 무기 화합물을 정의하고 물질의 분자식을 분석하여 무기 화합물을 구분할 수 있다.
- 무기 화합물의 화학적 특성에 따라 용도별 종류를 설명할 수 있다.
- 무기 화합물을 명명할 수 있다.

나) 비금속 화학

- 할로젠 원소와 화합물, 원소 주기율에서 제6족 원소에 해당하는 황과 황화물, 제4족 원소에 해당하는 탄소, 규소, 주석, 납 등 비금속 화합물의 물리적·화학적 성질, 제조 방법 및 용도 등을 설명할 수 있다.

다) 금속 화학

- 금속의 종류 및 분류 방법을 알고 금속의 물리·화학적 성질과 이온화 경향을 이해하며, 금속 화합물의 성질, 제조 방법 및 그 용도 등을 설명할 수 있다.

5) 유기 화학

가) 유기 화학의 개요

- 유기 화합물을 정의하고 물질의 분자식을 분석하여 유기 화합물을 구분할 수 있다.
- 유기 화합물의 화학적 특성에 따라 용도별 종류를 설명할 수 있다.

나) 지방족 탄화수소

- 지방족 탄화수소를 정의하고 명명할 수 있다.
- 지방족 탄화수소 유도체의 종류와 특성, 지방족 화합물에 존재하는 작용기의 종류와 특성을 이해할 수 있다.

다) 방향족 탄화수소

- 방향족 탄화수소를 정의하고 명명할 수 있다.
- 방향족 탄화수소의 물리·화학적 성질을 이해하고, 방향족 화합물 및 그 유도체의 종류와 특성을 이해할 수 있다.

6) 화학 공업 양론

가) 화학 공정의 소개

- 대표적인 화학 공정의 구성과 원료의 투입, 생산 공정의 원리를 이해한다.

나) 물질 수지

- 화학 공정의 물질 수지를 원료 기준으로 계산할 수 있다.

다) 에너지 수지

- 화학 공정의 기초적인 에너지 수지를 계산할 수 있다.

7) 측정과 계측

가) 화학 공정 계측 장비

- 화학 공정에 사용되는 계측 장비의 종류를 제시할 수 있다.
- 각각의 계측 장비의 용도에 맞추어 측정과 계측에 적절하게 사용할 수 있다.

나) 유체의 물성 측정

- 유체의 물성을 측정할 수 있고, 흐름 특성을 계측 장비를 이용하여 측정할 수 있다.

8) 환경과 안전

가) 환경 법규의 이해

- 산업 현장에서 숙지하여야 할 환경 법규를 이해한다.

나) 화학 물질 취급과 관리

- 화학 물질을 취급하고 관리하는 기본적인 절차와 안전사고 발생 방지 및 대처법에 대해서 이해한다.

### 3. 교수·학습

- 가. 물질의 물리·화학적 특성이 화학 공업에 응용되는 다양한 방법과 과정을 이해할 수 있도록 물리·화학적 원리의 이해에 주안점을 두고 이론과 실습을 병행하여 운영한다.
- 나. 화학 원리의 충분한 이해를 바탕으로 화학 공업에 응용되는 실제의 예를 찾도록 하여 창의적 사고가 신장되도록 한다.
- 다. 화학 반응의 원리를 이해하고, 실제 화학 반응의 현상을 반응 속도, 반응 에너지 등과 관계하여 체계적으로 기록하도록 한다.
- 라. 분자 구조 모형을 활용하여 화합물의 구조와 생성 과정을 상상할 수 있도록 하고, 그 과정을 가시적으로 표현하도록 한다.
- 마. 프로젝트 기반 학습을 통해 기본적인 화학 공장을 설계하도록 하여 화학 공업 양론, 측정과 계측, 환경과 안전의 학습 영역에서 창의성을 고려하고, 물질의 상태, 화학 반응, 무기 화학, 유기 화학 학습 영역의 적용성을 고려할 수 있다.

### 4. 평가

#### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 성취수준을 참조하여 학생의 성취능력에 따라 평가 방법을 다양하게 고안하여 적용한다.
- 2) 단순한 암기식 지식에 대한 평가를 지양하고, 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 창의적 업무 수행 능력을 평가하며 그 결과를 반드시 학습에 피드백하여 학습의 목표를 효과적으로 달성하도록 한다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도(실습 장치의 구성, 장치 조작 능력, 데이터 처리, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함시킨다.

## 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
물질의 구조	원자, 분자, 이온의 화학적 관계성과 생성 원리를 응용하여 창의적으로 물질의 구조, 물질의 변화를 이해하고, 화학 결합의 종류와 원리를 추론하여 설명할 수 있다.	원자, 분자, 이온의 화학적 관계성과 생성 원리를 응용하여 창의적으로 물질의 구조, 물질의 변화를 이해하고, 화학 결합의 종류와 원리를 설명할 수 있다.	원자, 분자, 이온의 화학적 관계성과 생성 원리를 통해 물질의 구조, 물질의 변화를 이해하고, 화학 결합의 종류를 설명할 수 있다.
물질의 상태와 용액	물질의 상태 변화의 원인을 조건별로 설명할 수 있으며, 용해의 원리를 이해하고 농도의 단위 간 관계를 자신이 만든 함수 관계를 이용하여 설명할 수 있다.	물질의 상태 변화의 원인을 설명할 수 있으며, 용해의 원리를 이해하고 농도의 단위 간 관계를 자신이 만든 함수 관계를 이용하여 설명할 수 있다.	물질의 상태 변화의 원인을 설명할 수 있으며, 용해의 원리를 이해하고 농도의 단위 간 관계를 설명할 수 있다.
화학 반응	물질의 화학 반응 원리를 이해하고, 화학 반응의 가설을 설계하여 반응 속도와 화학 평형을 설명하며, 산화 환원 반응을 실제 예를 들어 설명할 수 있다.	물질의 화학 반응 원리를 이해하고, 반응 속도와 화학 평형을 설명하며, 산화 환원 반응을 실제 예를 들어 설명할 수 있다.	물질의 화학 반응 원리를 이해하고, 반응 속도와 화학 평형을 설명하며, 산화 환원 반응을 설명할 수 있다.
무기 화학	무기 화합물을 정의하고 비금속 화합물과 금속 화합물을 구성 원소와 화학적 성질과 관련된 가설을 세워 구분할 수 있으며, 실제 제조 방법과 용도를 예를 들어 설명할 수 있다.	무기 화합물을 정의하고 비금속 화합물과 금속 화합물을 구분할 수 있으며, 실제 제조 방법과 용도를 예를 들어 설명할 수 있다.	무기 화합물을 정의하고 비금속 화합물과 금속 화합물을 구분할 수 있으며, 제조 방법과 용도를 설명할 수 있다.
유기 화학	유기 화합물을 정의하고 지방족 탄화수소와 방향족 탄화수소를 구성원소와 구조식에 관련된 가설을 세워 구분할 수 있으며, 실제 유도체와 특성을 예를 들어 설명할 수 있다.	유기 화합물을 정의하고 지방족 탄화수소와 방향족 탄화수소를 구분할 수 있으며, 실제 유도체와 특성을 예를 들어 설명할 수 있다.	유기 화합물을 정의하고 지방족 탄화수소와 방향족 탄화수소를 구분할 수 있으며, 유도체와 특성을 설명할 수 있다.
화학 공업 양론	화학 공정의 구성과 생산 공정의 원리를 이해하고 화학 공정의 물질 수지를 계산할 수 있으며, 실제 화학 공정의 에너지 수지를 계산할 수 있다.	화학 공정의 구성과 생산 공정을 이해하고 화학 공정의 물질 수지를 계산할 수 있으며, 실제 화학 공정의 에너지 수지를 계산할 수 있다.	화학 공정의 구성과 생산 공정을 이해하고 화학 공정의 기초 물질 수지를 계산할 수 있으며, 기초 에너지 수지를 계산할 수 있다.
측정과 계측	화학 공정에 사용되는 계측 장비별 특성을 이해하고 용도별로 사용할 수 있으며, 유체 물성의 특징에 따라서 흐름 특성 측정 방법을 결정할 수 있다.	화학 공정에 사용되는 계측 장비별 특성을 이해하고 용도별로 사용할 수 있으며, 유체의 물성에 따라 흐름 특성을 측정할 수 있다.	화학 공정에 사용되는 계측 장비별로 사용할 수 있으며, 유체의 물성에 따라 흐름 특성을 측정할 수 있다.
환경과 안전	산업 현장의 환경 법규를 숙지하고 취급 화학 물질의 물리·화학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 취급 방법을 결정하고 지시할 수 있으며, 안전사고 발생 방지 및 대처법을 설명할 수 있다.	산업 현장의 환경 법규를 숙지하고 취급 화학 물질의 물리·화학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 취급 방법을 결정하고, 안전사고 발생 방지 및 대처법을 설명할 수 있다.	산업 현장의 환경 법규를 숙지하고 취급 화학 물질의 취급 방법에 따라 관리할 수 있으며, 안전사고 발생 방지 및 대처법을 이해할 수 있다.

[기초 과목]

## 2. 제조 화학

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

‘제조 화학’ 교과는 화학 공업 분야에서 화학적 변화를 이용하여 얻어지는 화학제품 제조의 기초적 원리와 기본 생산 방법을 내용으로 구성하였으며, 실무 교과인 석유 화학제품, 고분자 제품 제조, 무기 공업 화학, 정밀 화학제품 제조, 바이오 화학제품 제조, 그 밖의 화학제품 제조 교과와의 학습 수월성을 고려하여 화학 반응의 개념과 기초 원리의 이해를 바탕으로 하고 있다.

학습 내용은 제조 화학의 개요, 무기 화합물 제조, 유기 화합물 제조, 전기 화학 공업으로 구성하였으며, 제조 화학 원리의 이해와 화학제품 제조 능력을 높이기 위해 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있도록 하였다.

#### 나. 목표

화합물을 제조하는 데 필요한 화학적 원리를 이해하고 그 원리를 적용하여 유용한 화합물을 제조할 수 있으며, 제조 화학 공업 분야에서 제품의 제조와 생산에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
제조 화학의 개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조 화학 공업</li> <li>• 제조 화학의 기초</li> <li>• 제조 화학 공정</li> </ul>
무기 화합물 제조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무기 제조 화학의 기초</li> <li>• 산과 알칼리의 제조</li> <li>• 비료의 제조</li> <li>• 나노 물질의 제조</li> <li>• 그 밖의 무기 화합물</li> </ul>
유기 화합물 제조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유기 제조 화학 기초</li> <li>• 유기 화합물의 제조</li> <li>• 석유 화학제품의 제조</li> <li>• 고분자 화합물의 제조</li> <li>• 그 밖의 유기 화합물</li> </ul>
전기 화학 공업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기 화학 공업의 기초</li> <li>• 전해 공업</li> <li>• 표면 처리</li> <li>• 전지와 연료 전지</li> </ul>

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 제조 화학의 개요

##### 가) 제조 화학 공업

- 화학 공업의 분야별 산업과 관련하여 제조 화학의 의의를 설명할 수 있다.
- 제조 화학과 관련된 화학 공업 산업 분야를 제품군에 따라 구분할 수 있다.

##### 나) 제조 화학의 기초

- 원자, 분자, 화합물 등에 대해 정의하고 각각의 화학적 관계를 설명할 수 있다.
- 다양한 화학 반응의 종류를 예를 들어 제시하고 화학 반응의 원리를 이해한다.
- 화학 반응식을 세우고 반응의 조건을 제시할 수 있다.
- 화학 반응에서 반응물과 생성물의 물질수지를 계산할 수 있다.
- 화학 반응에서 질량 보존의 법칙에 따라 성분 물질 수지식을 세울 수 있다.
- 실제 화학 반응을 통하여 제조화학 산업 분야에 사용되는 기초 물질을 제조할 수 있다.

- 이온화 경향의 정의를 설명하며, 실험을 통해 여러 금속의 이온화 경향 크기를 순서대로 나열할 수 있다.

다) 제조 화학 공정

- 화학제품 생산과 관련하여 제조 화학 공정을 정의할 수 있다.
- 제조 화학 단위 공정의 종류를 예를 들어 설명할 수 있다.
- 제조 화학 공정을 통해 생산되는 화학제품의 생산과정을 단계별로 제시할 수 있다.

2) 무기 화합물 제조

가) 무기 제조 화학의 기초

- 무기 화합물의 화학적 특성을 설명할 수 있다.
- 무기 화합물의 종류를 예를 들어 제시할 수 있다.
- 화학 반응을 통하여 간단한 무기 화합물을 제조할 수 있다.

나) 산과 알칼리의 제조

- 산과 알칼리를 정의하고 물리·화학적 특징을 설명할 수 있다.
- 산과 알칼리를 제조하는 화학반응의 원리를 이해하고 화학 반응을 통하여 산과 알칼리를 제조할 수 있다.
- 화학 공업에서 사용되는 산과 알칼리의 역할을 예를 들어 설명할 수 있다.

다) 비료의 제조

- 화학 비료를 구성하는 화학 성분에 따라 비료의 종류를 구분할 수 있다.
- 화학 비료를 제조하는 화학 반응의 원리를 이해하고, 화학 반응을 통하여 실제 화학 비료 공장에서 생산되는 기초 물질을 제조할 수 있다.

라) 나노 물질의 제조

- 나노 화합물을 정의하고, 나노 화합물이 활용되는 분야를 예를 들어 제시할 수 있다.
- 나노 화합물의 제조 과정을 이해하고, 분자 구조를 설명할 수 있다.

마) 그 밖의 무기 화합물

- 화학 반응에서 촉매의 역할을 설명하고, 실제 화학 공업에 활용되는 분야를 예를 들어 설명할 수 있다.
- 황성탄의 제조 방법을 설명하고, 실제 화학 공업에 활용되는 분야를 예를 들어 설명할 수 있다.

## 3) 유기 화합물 제조

## 가) 유기 제조 화학 기초

- 유기 화합물을 정의하고 다양한 유기 화합물을 명명할 수 있다.
- 작용기(radical)의 종류를 제시하고 그 화학적 특징과 반응의 특징을 설명할 수 있다.
- 유기 화합물의 구조식을 이해하고 여러 가지 유기 화학 반응을 설명할 수 있다.
- 탄화수소 유도체의 종류를 설명할 수 있다.

## 나) 유지 화합물의 제조

- 유지의 채취 및 정제 방법을 설명할 수 있다.
- 유지 가공법과 유지 제품에 대하여 설명할 수 있다.
- 콩에 용매를 사용하여 식물성 기름을 추출할 수 있다.
- 페인트의 제조 원리를 이해하고 페인트를 제조할 수 있다.

## 다) 석유 화학제품의 제조

- 석유를 정의할 수 있고, 원유의 조성과 종류에 관해 설명할 수 있다.
- 석유 화학 공업을 정의할 수 있고, 석유 화학 공업의 대표적 특징을 설명할 수 있다.
- 단증류의 원리를 설명하고, 실제 석유 화학 공업에서 생산되는 기초 물질을 이용하여 단 증류 실습 장치를 조작할 수 있다.
- 석유 화학 공업의 원료인 기초 유분의 종류를 설명할 수 있다.

## 라) 고분자 화합물의 제조

- 고분자를 정의하고 고분자의 성질을 설명할 수 있다.
- 고분자 중합 방법에 대해 설명할 수 있다.
- 합성 고분자와 천연 고분자의 종류와 특성에 대해서 설명할 수 있다.

## 마) 그 밖의 유기 화합물

- 계면 활성제를 정의하고 구조를 설명할 수 있다.
- 비누의 제조 원리를 설명하고, 비누를 제조할 수 있다.
- 화장품의 제조 원리를 설명하고, 화장품을 제조할 수 있다.
- 나일론의 합성법에 의해 나일론을 제조할 수 있다.

## 4) 전기 화학 공업

## 가) 전기 화학 공업의 기초

- 전기 화학 공업을 분류할 수 있다.

- 산화와 환원 반응을 구분하며, 전자 전달 반응을 예를 들어 설명할 수 있다.

나) 전해 공업

- 전해 분해의 특징을 설명할 수 있다.
- 물의 전기 분해 반응식을 세울 수 있다.
- 식염의 전해 반응을 세울 수 있다.
- 용융염의 전해 반응을 설명할 수 있다.
- 전해 반응의 원리를 이용하여 화학제품을 제조할 수 있다.

다) 표면 처리

- 부식의 메커니즘과 이를 방지할 수 있는 방법들을 설명할 수 있다.
- 도금의 원리와 방법에 대해 설명할 수 있다.
- 도금의 원리를 이용하여 화학제품을 제조할 수 있다.

라) 전지와 연료 전지

- 전지의 원리를 설명할 수 있다.
- 1차 전지와 2차 전지의 종류와 특징을 설명할 수 있다.
- 연료 전지를 분류하고 그 특징을 설명할 수 있다.
- 염화나트륨 수용액을 이용하여 다니엘 전지를 만들어 전기를 발생시킬 수 있다.
- 전지의 원리를 이용하여 전지와 연료 전지를 제조할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 화합물의 제조 방법을 효과적으로 학습하기 위해서 화학 기초 반응에 대한 메커니즘을 중심으로 하는 이론과 실습을 병행하여 운영한다.
- 나. 상용화된 화학제품을 무기 화합물과 유기 화합물로 구분하고, 각각의 물리·화학적 특성을 이해할 수 있도록 실습을 통하여 다양한 물리·화학적 변화와 반응에 대한 현상을 기록하도록 한다.
- 다. 화학의 기초와 화학 반응의 원리를 응용하여 반응물과 생성물 간의 관계를 창의적으로 규명할 수 있도록 한다.
- 라. 분자 구조 모형을 활용하여 화합물의 구조와 생성 과정을 상상할 수 있도록 하고 그 과정을 가시적으로 표현하도록 한다.
- 마. 프로젝트 기반 학습을 통해 제조 화학 반응을 이용하여 제품을 생산하도록 한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 성취수준을 참조하여 학생의 성취 능력에 따라 평가 방법을 다양하게 고안하여 적용한다.
- 2) 단순한 암기식 지식에 대한 평가를 지양하고, 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 창의적 업무 수행 능력을 평가하며 그 결과를 반드시 학습에 피드백하여 학습의 목표를 효과적으로 달성하도록 한다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도(실습 장치의 구성, 장치 조작 능력, 데이터 처리, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함시킨다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
제조 화학의 개요	화학 반응의 원리를 이해하고 그 원리를 바탕으로 제조 화학 공업에 어떻게 응용되고 활용되었는지를 예를 들어 설명할 수 있다.	화학 반응의 원리를 이해하고 제조 화학 공업에 어떻게 활용되었는지를 설명할 수 있다.	화학 반응이 제조 화학 공업 분야에 어떻게 활용되는지를 설명할 수 있다.
무기 화합물 제조	무기 화합물의 화학적 특성을 이해하고, 산과 알칼리, 비료, 나노 물질, 그 밖의 무기 화합물의 제조 원리를 이용하여 무기 화합물을 제조하며, 각각의 제조 방법을 다양한 예를 들어 제시할 수 있다.	무기 화합물의 화학적 특성을 이해하고, 산과 알칼리, 비료, 나노 물질, 그 밖의 무기 화합물의 제조 원리를 이용하여 무기 화합물을 제조할 수 있다.	무기 화합물의 화학적 특성을 이해하고, 산과 알칼리, 비료, 나노 물질, 그 밖의 무기 화합물을 제조할 수 있다.
유기 화합물 제조	유기 화합물의 화학적 특성을 이해하고 유기 화합물, 석유 화학제품, 고분자 화합물, 그 밖의 유기 화합물의 제조 원리를 이용하여 유기 화합물을 제조하며, 각각의 제조 방법을 다양한 예를 들어 제시할 수 있다.	유기 화합물의 화학적 특성을 설명하고 유기 화합물, 석유 화학제품, 고분자 화합물, 그 밖의 유기 화합물의 제조 원리를 이용하여 유기 화합물을 제조할 수 있다.	유기 화합물의 화학적 특성을 이해하고 유기 화합물, 석유 화학제품, 고분자 화합물, 그 밖의 유기 화합물을 제조할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전기 화학 공업	전기 화학 공업의 종류를 예를 들어 설명하고, 산화 환원 반응의 이해를 바탕으로 전해 공업, 표면 처리를 이용한 제품 제조, 전지의 제조에 대한 원리를 설명하며, 각각의 제품을 제조할 수 있다.	전기 화학 공업의 종류를 예를 들어 설명하고, 전해 공업, 표면 처리를 이용한 제품 제조, 전지의 제조에 대한 원리를 설명하며, 각각의 제품을 제조할 수 있다.	전기 화학 공업의 종류를 설명하고, 전해 공업, 표면 처리 관련 제품과 전지를 제조할 수 있다.

[기초 과목]

## 3. 단위 조작

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

화학 공업 관련 제품 생산의 전체 공정은 물질의 물리적·화학적 변화가 일어나는 장치를 이용한 순차적 단계를 거치는 과정으로 이루어져 있다. 이러한 물리적·화학적 변화가 일어나는 각각의 단계에서 일어나는 조작적 단위를 ‘단위 조작(unit operation)’이라고 한다. 여러 가지 단위 조작의 원리를 이해하고 이를 화학 공업에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 교과이며, 실무 교과 학습의 수월성을 고려하여 단위 조작의 다양한 형태와 조작 원리를 제시하였다.

이수할 내용은 화공 양론, 유체 수송, 열전달, 물질 전달, 기계적 분리 조작 등으로 단위 조작에 관한 화공 양론에서 기계적 분리 조작까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

단위 조작에 관한 화공 양론, 유체 수송, 열전달, 물질 전달, 분체 기술의 원리와 작동 원리를 이해하고 그에 따른 기술을 습득하여, 화학 공업 분야에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
화공 양론	<ul style="list-style-type: none"> <li>단위 환산하기</li> <li>물질 수지 계산하기</li> <li>에너지 수지 계산하기</li> </ul>
유체 수송	<ul style="list-style-type: none"> <li>유체의 흐름</li> <li>유체의 유량 측정하기</li> <li>유체 마찰 손실 계산하기</li> <li>액체 혼합 및 교반하기</li> </ul>
열전달	<ul style="list-style-type: none"> <li>열전달 기구 적용하기</li> <li>열 교환기 활용하기</li> <li>증발 및 응축시키기</li> </ul>
물질 전달	<ul style="list-style-type: none"> <li>증류하기</li> <li>추출하기</li> <li>흡수와 흡착하기</li> <li>습도 조절하기</li> <li>결정 만들기</li> </ul>
분체 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>분쇄하기</li> <li>여과하기</li> <li>건조하기</li> </ul>
화공 기계 및 장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>수송 장치</li> <li>냉동 장치</li> <li>반응기</li> <li>보일러</li> </ul>

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 화공 양론

##### 가) 단위 환산하기

- 차원과 단위의 의미 차이를 구분지을 수 있다.
- 표준 단위계에서 표준 단위와 유도 단위를 구분할 수 있다.
- 표준 단위계의 기본량을 단위의 크기에 따라 그 관계를 환산할 수 있다.
- 유도량의 정의에 따라 공식을 유도하고 환산할 수 있다.
- 임의 물리량에 대해 다른 단위로 환산할 수 있다.

## 나) 물질 수지 계산하기

- 물질 수지의 질량 보존의 법칙에 따라 총괄 물질 수지식을 세울 수 있다.
- 정상 상태에서의 물질 수지를 계산할 수 있다.
- 물질 수지의 질량 보존의 법칙에 따라 성분 물질 수지식을 세우고 반응물과 생성물의 양적 관계를 계산할 수 있다.
- 연속식을 적용하여 평균 유속과 질량 유속을 구할 수 있다.

## 다) 에너지 수지 계산하기

- 에너지 보존의 법칙에 따라 에너지 수지식을 세울 수 있다.
- 운동 에너지, 위치 에너지, 압력 에너지의 관계식을 제시할 수 있다.
- 유체가 가지는 에너지를 두(head)로 나타낼 수 있다.
- 비압축성 유체의 정상 상태 흐름의 에너지를 베르누이 정리의 관계식으로 나타낼 수 있다.

## 2) 유체 수송

## 가) 유체의 흐름

- 압력 및 온도의 변화에 따른 유체 특성의 변화를 예측할 수 있다.
- 압력과 점도가 유체의 흐름에 미치는 영향을 이해할 수 있다.
- 유체 흐름 상태를 계산하여 층류와 난류로 판정할 수 있다.

## 나) 유체의 유량 측정하기

- 질량 유속과 밀도의 관계를 이용하여 부피 유량을 계산할 수 있다.
- 평균 유속과 부분 유속을 계산할 수 있다.
- 벤투리 유량계, 오리피스 유량계, 로터미터 유량계의 그림을 보고 각각의 특징을 구분할 수 있다.

## 다) 유체 마찰 손실 계산하기

- 직관에서의 마찰 손실을 계산할 수 있다.
- 관 부속품의 명칭을 익혀서 마찰 손실을 계산할 수 있다.
- 급 축소, 급 확대 형상에서의 마찰 손실을 계산할 수 있다.
- 실제 상황에서의 상당 길이를 구할 수 있다.

## 라) 액체 혼합 및 교반하기

- 액체의 혼합에서 점도와 온도가 미치는 영향을 제시할 수 있다.
- 고체와 고체, 고체와 유체, 액체와 액체, 액체와 기체 물질의 혼합과정에 대해 차이점을 설명할 수 있다.
- 교반조의 크기를 결정하는 요인을 제시할 수 있다.

- 교반기 종류에 따른 특성과 장점을 표를 그려 요약할 수 있다.

### 3) 열전달

#### 가) 열전달 기구 적용하기

- 온도차 개념을 활용하여 열전달 현상의 원리를 설명할 수 있다.
- 열의 이동을 전도, 대류, 복사의 열전달 방법으로 변별하여 활용할 수 있다.
- 전도의 푸리에 법칙을 적용하여 단층, 여러 층, 원관의 열전달 속도를 계산할 수 있다.
- 대류의 경막 열전달 개념을 활용하여 고체 벽을 통한 두 유체 간의 열전달 속도를 계산할 수 있다.
- 복사에서 복사선의 성질과 슈테판·볼츠만 법칙을 활용하여 두 물체 사이의 복사 열전달 속도를 계산할 수 있다.

#### 나) 열 교환기 활용하기

- 열 교환기 원리와 용도를 이해하고 활용할 수 있다.
- 이중관식 열 교환기의 유체 흐름을 이해하고 있어서 효과적으로 활용할 수 있다.
- 실제 화학 공업 관련 생산 현장에서 활용되는 다관식 열교환기의 관 배열과 방해관의 원리를 이해하고, 특성에 따른 종류를 선택할 수 있다.

#### 다) 증발 및 응축시키기

- 증발 조작의 목적과 특성을 통해 증발 조작에 따른 현상을 구분할 수 있다.
- 증발 조작에서 가열 방식에 따라 증발기의 종류를 선택할 수 있다.
- 증발관의 다양한 조작 방법을 운용 목적에 따라 증발관을 선택할 수 있다.
- 실제 화학 공업 관련 생산 현장에서 활용되는 증발관의 증발 능력을 계산할 수 있다.
- 응축기의 사용 목적을 이해하고 운용할 수 있다.

### 4) 물질 전달

#### 가) 증류하기

- 증류의 기-액 평형에서 라울 및 돌턴의 분압 법칙을 구분하여 적용할 수 있다.
- 다양한 증류 방법(단증류, 평형 증류, 수증기 증류, 진공 증류)을 사용 목적에 따라 선택할 수 있다.
- 증류의 원리와 과정을 물질 흐름에 따라 순차적으로 증류 조작 방법을 설명할 수 있다.
- 증류 장치의 구성 요소별 명칭과 기능을 설명할 수 있다.
- 정상 상태에서 증류 장치의 전체 물질 수지를 수립할 수 있다.

## 나) 추출하기

- 추출의 목적과 원리에 따라 액-액 추출과 고-액 추출을 설명할 수 있다.
- 용매의 조건에 따라 필요한 용매를 선택할 수 있다.
- 추출의 목적에 따라 추출 장치를 선택할 수 있다.

## 다) 흡수와 흡착하기

- 흡수에서 기체의 용해도와 압력과 온도의 관계를 예측할 수 있다.
- 흡수 용도에 따라 필요한 흡수 장치를 선택할 수 있다.
- 흡착의 원리에 따라 흡착 방식과 장치, 방법을 구분할 수 있다.

## 라) 습도 조절하기

- 습도의 다양한 개념을 구분하여 적용할 수 있다.
- 습도 조절을 위해 증습과 감습을 선택하고 그 방법을 설명할 수 있다.

## 마) 결정 만들기

- 결정을 이루는 결합의 형태와 결합력(힘)을 관련지어 설명할 수 있다.
- 증발 및 용해도 차이에 따른 결정화의 원리를 설명할 수 있다.

## 5) 분쇄 기술

## 가) 분쇄하기

- 분쇄의 모양, 구형도, 크기(산술 평균과 기하 평균), 체 분석 방법을 요약하여 정의할 수 있다.
- 분쇄의 기본 성질과 2차 성질에 따라 나타날 수 있는 현상을 설명할 수 있다.
- 분쇄의 목적과 원리를 요약하여 정의할 수 있다.
- 다양한 분쇄 방법 중에서 분쇄 목적에 알맞은 방법을 선택할 수 있다.
- 분쇄 원료의 성질을 알고 있어서 분쇄에 좋지 않은 영향을 회피할 수 있다.
- 분쇄 입자 크기에 따른 다양한 분쇄기에 관한 자료를 이용하여 분쇄 목적에 알맞게 분쇄기를 선택할 수 있다.

## 나) 여과하기

- 여과의 목적과 원리 그리고 여과 조작 준비에 대해 요약하여 설명할 수 있다.
- 여과 조제를 조건에 따라 선택할 수 있다.
- 여과기의 여과 조작 조건에 관한 자료를 보고, 용도에 맞는 여과기를 선택할 수 있다.

## 다) 건조하기

- 건조의 목적과 원리, 평형 함수율과 자유 함수율, 결합 수분과 비결합 수분의 개념을 요약하여 정의할 수 있다.

- 건조 실험 곡선에서 건조 시간에 따른 재료 온도와 함수율의 관계를 해석할 수 있다.
- 건조 특성 곡선으로부터 건조 과정을 세 기간으로 구별하고 함수율과 건조 속도에 관한 정보를 해석해 낼 수 있다.
- 건조 재료에 적합한 건조 장치를 선택할 수 있다.
- 건조 조작에서 공기의 조건, 공기 흐름의 방향, 공기의 가열 방식, 건조 속도에 관해서 요약하여 정의할 수 있다.

## 6) 화공 기계 및 장치

### 가) 수송 장치

#### ① 기체 수송 장치

- 기체 수송 장치의 목적과 원리를 요약하여 정리할 수 있다.
- 통풍기, 송풍기, 압축기, 진공 펌프의 사용 범위와 한계에 맞게 선택할 수 있다.

#### ② 액체 수송 장치

- 액체 수송 장치의 목적과 원리를 요약하여 정리할 수 있다.
- 압력 손실, 유량, 액체의 성질(밀도, 점성), 높이 차 등을 고려하여 원심 펌프, 왕복 펌프, 회전 펌프, 특수 펌프 등을 선택할 수 있다.

#### ③ 고체 수송 장치

- 다양한 고체 수송 장치의 특성을 활용하여 효율성이 높은 연속 수송 방법을 선택할 수 있다.

### 나) 냉동 장치

- 냉동 장치(또는 냉동 사이클)의 구조를 보면서 냉동 원리를 설명할 수 있다.
- 냉매의 구비 조건을 과학적 원리에 입각하여 해석할 수 있다.

### 다) 반응기

- 반응기의 목적과 운전 변수를 요약하여 설명할 수 있다.
- 반응기를 목적에 맞게 선택하여 사용할 수 있다.
- 기체, 액체, 고체의 저장 용기를 물질 상태의 특성에 맞추어 설명할 수 있다.

### 라) 보일러

- 보일러의 원리를 구조와 관련지어 설명할 수 있다.
- 보일러의 종류별 특성을 고려하여 필요한 보일러의 종류를 선택할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 주어진 실습을 성실히 효과적으로 수행할 수 있도록 이론과 실기 능력을 익혀 학습할 수 있도록 지도한다.
- 나. 실습에 관한 설명과 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 다. 단위 조작의 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 라. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 단위 조작 실험 장치의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 마. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

### 4. 평가

#### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 평가한다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도(실습 장치의 구성, 장치 조작 능력, 데이터 처리, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 실습 결과에 영향을 미치는 시료의 전처리, 실습 장치의 정상 상태, 측정 장비의 검정 등에 적절히 대응하는 능력을 평가한다.

## 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
화공 양론	단위 환산, 물질 수지 및 에너지 수지에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 계산할 수 있다.	단위 환산, 물질 수지 및 에너지 수지에 대해 다른 사람에게 설명하면서 계산할 수 있다.	단위 환산, 물질 수지 및 에너지 수지에 대해 계산할 수 있다.
유체 수송	유체의 흐름, 유량의 측정, 마찰 손실, 액체 혼합 및 교반에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 계산할 수 있다.	유체의 흐름, 유량의 측정, 마찰 손실, 액체 혼합 및 교반에 대해 다른 사람에게 설명하면서 계산할 수 있다.	유체의 흐름, 유량의 측정, 마찰 손실, 액체 혼합 및 교반에 대해 계산할 수 있다.
열전달	열전달 기구, 열 교환기, 증발 및 응축기에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 계산할 수 있다.	열전달 기구, 열 교환기, 증발 및 응축기에 대해 다른 사람에게 설명하면서 계산할 수 있다.	열전달 기구, 열 교환기, 증발 및 응축기에 대해 계산할 수 있다.
물질 전달	증류하기, 추출하기, 흡수 및 흡착하기, 습도 조절하기, 결정화에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 계산할 수 있다.	증류하기, 추출하기, 흡수 및 흡착하기, 습도 조절하기, 결정화에 대해 다른 사람에게 설명하면서 계산할 수 있다.	증류하기, 추출하기, 흡수 및 흡착하기, 습도 조절하기, 결정화에 대해 계산할 수 있다.
분체 기술	분쇄하기, 여과하기, 건조하기에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 필요한 것을 선택할 수 있다.	분쇄하기, 여과하기, 건조하기에 대해 다른 사람에게 설명하면서 필요한 것을 선택할 수 있다.	분쇄하기, 여과하기, 건조하기에 대해 필요한 것을 선택할 수 있다.
화공 기계 및 장치	수송 장치, 냉동 장치, 반응기, 보일러에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 필요한 것을 선택할 수 있다.	수송 장치, 냉동 장치, 반응기, 보일러에 대해 다른 사람에게 설명하면서 필요한 것을 선택할 수 있다.	수송 장치, 냉동 장치, 반응기, 보일러에 대해 필요한 것을 선택할 수 있다.

[실무 과목]

## 1. 화학 분석

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

화학 공업 관련 학과 학생들이 화학 분석에 관한 기초 지식과 응용 기술을 익혀 다양한 물질의 화학 분석에 활용할 수 있는 분석 능력을 기르는 데 필요한 과목이다.

이수해야 할 내용은 시료 전처리, 이화학·기기 분석, 분석 결과 보고서 작성 등으로 화학 분석에 관한 시료 전처리부터 결과 보고서 작성까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

화학 물질의 성분, 조성, 구조, 함량, 특성 등을 확인하기 위한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 화학 반응이나 분석 기기 등을 활용하여 분석 계획 수립, 시료 채취, 전처리, 분석 데이터 해석, 결과 보고서 작성 등의 분석 업무를 수행할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

### 2. 내용

#### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
시료 전처리 (1701010103_13v1)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 시료의 특성 확인하기</li><li>• 전처리 준비하기</li><li>• 전처리 실시하기</li></ul>

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
이화학·기기 분석 (1701010104_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이화학 분석 실시하기</li> <li>• 기기 분석 실시하기</li> <li>• 측정 데이터 확인하기</li> </ul>
분석 결과 보고서 작성 (1701010105_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분석 원리 이해하기</li> <li>• 분석 결과 종합하기</li> <li>• 분석 결과 해석하기</li> <li>• 분석 결과 보고서 작성하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

## 나. 영역별 성취기준

### 1) 시료 전처리

#### 가) 시료의 특성 확인하기

- 분석 기기를 활용하여 시료의 결정형, 입도 자료와 같은 물리적 특성을 확인할 수 있다.
- 분석 기기를 활용하여 시료의 구조식, 용해도, 녹는점과 같은 화학적 특성을 확인할 수 있다.
- 분석 기기를 활용하여 시료의 생물학적 특성을 확인할 수 있다.

#### 나) 전처리 준비하기

- 분석 시료의 물리·화학·생물학적 특성에 따라 물리적, 화학적, 생물학적으로 적합한 전처리 방법을 선택할 수 있다.
- 분석 시료의 물리·화학·생물학적 특성에 따라 분석 시험에 필요한 시약과 용매를 선택할 수 있다.
- 정확한 결과 산출을 위해 전처리 과정 중의 분석대상물질의 농도 변화를 계산할 수 있다.
- 선택한 전처리 방법, 시약, 용매와 계산한 농도에 따라 전처리 계획을 세우고 준비할 수 있다.

#### 다) 전처리 실시하기

- 전처리 계획에 따라 물리적 전처리를 할 수 있다.
- 전처리 계획에 따라 화학적 전처리를 할 수 있다.
- 전처리 계획에 따라 생물학적 전처리를 할 수 있다.

### 2) 이화학·기기 분석

#### 가) 이화학 분석 실시하기

- 분석 관련 표준 작업 지침서에 따라 이화학 분석에 필요한 초자, 기구, 시약을 준비할 수 있다.
- 분석 관련 표준 작업 지침서에 따라 적정, pH, 무게, 밀도 등을 측정할 수 있다.

- 분석 결과에 따른 정밀성, 정확성을 비교할 수 있다.

#### 나) 기기 분석 실시하기

- 분석 장비의 사용 설명서에 따라 장비를 운용할 수 있다.
- 분석 조건에 따른 시험 결과의 정확성과 정밀성을 비교하고 판단할 수 있다.
- 분석 장비별 변경 가능한 분석 조건을 확인할 수 있다.
- 분석 장비별 분석 조건의 변경에 따른 결과를 예측할 수 있다.

#### 다) 측정 데이터 확인하기

- 분석 장비별, 항목별 측정 데이터를 통계 처리할 수 있다.
- 측정 기기와 측정법에 따라 측정 데이터를 적절하게 저장할 수 있다.
- 측정 데이터를 정기적으로 백업할 수 있다.
- 측정 데이터를 보고하기 위해 필요한 파라미터를 파악할 수 있다.
- 데이터 조작 방지 시스템을 사용하여 데이터를 보호할 수 있다.
- 데이터 저장 시스템을 활용하여 데이터의 시험 이력을 확인할 수 있다.

### 3) 분석 결과 보고서 작성

#### 가) 분석 원리 이해하기

- 분석 기기에 대하여 분석 가능 항목, 분석 능력, 분석 감도를 해당 기기 사용 설명서를 통해 파악할 수 있다.
- 측정 목적에 따른 분석 장비와 측정값과의 상호 관계를 이해할 수 있다.
- 화학 물질 분석에 적합한 분석 장비를 사용하여 신뢰성 있는 분석이 이루어졌는지 확인할 수 있다.
- 컴퓨터 시스템으로 운용되는 자동화 장비는 사용 설명서에 따라 소프트웨어의 유효성을 검증하고 이를 문서화할 수 있다.

#### 나) 분석 결과 종합하기

- 측정 데이터를 종합하여 분석 시료의 성분, 조성, 구조, 함량, 특성을 확인할 수 있다.
- 화학 물질에 함유된 중금속, 부산물, 불순물의 농도를 정량적으로 분석하고 확인할 수 있다.
- 수집·처리된 분석 데이터는 백업하여 보관하고, 필요에 따라 이를 활용 가능하도록 할 수 있다.

#### 다) 분석 결과 해석하기

- 분석 결과를 통계적 기법, 그래프, 도표를 이용하여 해석할 수 있다.

- 분석 장비, 표준 물질, 분석 시료의 농도, 전처리 방법, 조작 조건이 시험 방법서에 따라 수행되었는지 비교하고 검증할 수 있다.
- 측정 데이터가 기준치 이내이지만 결과값의 편향이 발생하였을 경우, 분석 조건과 시험 방법을 재검토한 후 재분석을 실시할 수 있다.

라) 분석 결과 보고서 작성하기

- 시험의 적합성과 신뢰성을 보장하기 위한 제반 사항을 절차서에 따라 기록할 수 있다.
- 성적서를 해당 규정에서 요구하는 양식에 따라 작성할 수 없는 경우, 각각의 시험 유형에 적합하도록 시험자의 고찰을 포함한 결과 보고서를 작성할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 주어진 실습을 성실히 효과적으로 수행할 수 있게 이론과 실기 능력을 익혀 학습할 수 있도록 한다.
- 나. 실습에 관한 설명과 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 다. 화학 물질 분석의 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 라. 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 화학 물질 분석 방법을 익히고, 구두 발표나 작업장 평가 등의 방법을 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 마. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 바. 시료 분석을 위한 측정법 숙지 능력, 분석 초자와 분석 기기의 작동법과 주의 사항 숙지 능력, 데이터 접근에 대한 숙지 및 데이터 종류별 저장 방법의 차이점 이해 능력을 기를 수 있도록 지도한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 평가한다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널, 체크리스트 등을 이용한 과정형 평가나 구체적인 평정 척도(실습 장치의 구성, 장치 조작 능력, 데이터 처리, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 실습 결과에 영향을 미치는 시료의 전처리, 실습 장치의 정상 상태, 측정 장비의 검정 등에 적절히 대응하는 능력을 평가한다.
- 7) 분석 대상인 시료의 위험성 파악 능력과 새로운 전처리 방법을 제시한 경우, 수행 능력을 평가한다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
시료 전처리	시료의 특성을 확인하고 전처리를 준비하며, 새로운 예를 들어 전처리 방법을 설명하면서 시료 전처리를 실시할 수 있다.	시료의 특성을 확인하고 전처리를 준비하며, 전처리 방법을 설명하면서 시료 전처리를 실시할 수 있다.	시료의 특성을 확인하고 전처리를 준비하며, 시료 전처리를 실시할 수 있다.
이화학·기기 분석	이화학 분석, 기기 분석을 실시하고 측정 데이터를 확인하며 새로운 예를 들어 분석 방법 및 결과에 대해 설명할 수 있다.	이화학 분석, 기기 분석을 실시하고 측정 데이터를 확인하며, 분석 방법 및 결과에 대해 설명할 수 있다.	이화학 분석, 기기 분석을 실시하고 측정데이터를 확인할 수 있다.
분석 결과 보고서 작성	항목별 시험 결과를 정확하게 보고하기 위해 분석 원리 이해, 분석 결과 종합, 분석 결과 해석, 측정 불확도 결정, 시험 성적서 검증, 결과 보고서 작성 등을 수행하고 그 과정에 대해 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	항목별 시험 결과를 정확하게 보고하기 위해 분석 원리 이해, 분석 결과 종합, 분석 결과 해석, 측정 불확도 결정, 시험 성적서 검증, 결과 보고서 작성 등을 수행하고 그 과정에 대해 설명할 수 있다.	항목별 시험 결과를 정확하게 보고하기 위해 분석 원리 이해, 분석 결과 종합, 분석 결과 해석, 측정 불확도 결정, 시험 성적서 검증, 결과 보고서 작성 등을 수행할 수 있다.

[실무 과목]

## 2. 화학 물질 관리

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

화학 공업과 관련된 산업 분야와 물질의 물리적·화학적 변화를 이용하는 산업 분야에서는 화학 물질을 다루게 된다. 화학 물질은 항상 위험성과 위해성이 잠재되어 있어서 일정량 이상을 다루는 경우에는 관련 전문가가 취급·관리하여야 한다.

화학 물질 관리 과목을 통해 화학 공업 분야를 전공하는 학생이 다양한 화학 물질의 물리·화학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 실제 산업 현장에서 화학 물질의 취급·안전·환경 관리를 할 수 있는 수행 능력을 함양할 수 있다.

학습 내용은 화학 물질 사고 대비·초기 대응, 화학 물질 취급, 화학 물질 취급 시설 관리로 구성되어 화학 물질을 취급하는 산업 현장의 특성을 반영한 실무 교과로서 기초 교과인 공업 화학 또는 제조 화학을 이수한 학생이 학습하는 것이 바람직하며, 이론과 실습을 병행하여 학습할 수 있다.

#### 나. 목표

화학 물질의 물리·화학적 특성을 이해하고, 산업 현장에서 다루는 화학 물질에 대한 관련 규정과 법규에 근거하여 다양한 화학 물질을 안전하게 취급·관리를 할 수 있으며, 화학 물질과 관련된 사고에 대비하고 사고에 대한 초기 대응 능력을 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
화학 물질 사고 대비·초기 대응 (1701010307_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사고에 대한 화학 물질의 관리 기준 작성하기</li> <li>• 위험 예방을 위해 필요한 조치하기</li> <li>• 사고 대비·대응 계획 수립하기</li> <li>• 사고 대응·상황 전파하기</li> </ul>
취급 장소에 따른 관리 (1701010306_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실내 공간 화학 물질 취급하기</li> <li>• 야외 저장 설비 취급하기</li> <li>• 화학 물질 운송 관리하기</li> </ul>
시설 점검 관리 (1701010304_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학 물질 시설 점검하기</li> <li>• 작업장 내 유해 화학 물질 측정하기</li> <li>• 허용 기준 관리하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 화학 물질 사고 대비·초기 대응

##### 가) 사고에 대한 화학 물질의 관리 기준 작성하기

- 현장 안전 관리를 위하여 관리 기준을 현장 배포, 게시할 수 있다.
- 사고를 예방하기 위하여 사고에 대비한 화학 물질의 취급 시설 출입문에는 잠금 장치를 설치하고, 관리 담당자가 관리할 수 있다.
- 사고를 예방하기 위하여 사고에 대비한 화학 물질의 안전표지를 부착할 수 있다.
- 관련 법규와 준수 사항에 의거하여 사고에 대비한 화학 물질의 누출·유출 시 신속히 보고하고 조치를 받을 수 있다.

##### 나) 위험 예방을 위해 필요한 조치하기

- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 위험 예방 규정을 작성할 수 있다.
- 개인 보호와 위험 예방을 위하여 적절한 보호 장구를 비치하고 착용할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 화학 물질 저장소는 방재 설비를 설치하여 기록·관리할 수 있다.
- 위험 예방을 위하여 통제 구역을 설정하고 외부인의 출입을 통제할 수 있다.

다) 사고 대비·대응 계획 수립하기

- 안전한 화학 물질 취급을 위하여 인력 확보와 조직을 구성할 수 있다.
- 안전한 화학 물질 취급을 위하여 장비 확보와 운용 계획을 수립할 수 있다.
- 안전한 화학 물질 취급을 위하여 교육 훈련 계획을 수립 및 실시하고 평가할 수 있다.

라) 사고 대응·상황 전파하기

- 화학 물질 관련 사고에 대비하기 위하여 응급조치 방법에 대한 매뉴얼을 작성할 수 있다.
- 화학 물질 관련 사고에 대비하기 위하여 응급 상황을 대비한 비상 연락 체제를 작성할 수 있다.
- 화학 물질 관련 사고 시 확산 방지를 위한 응급조치를 할 수 있다.
- 화학 물질 관련 사고 시 상황 전파 후 수습 조치를 취할 수 있다.
- 화학 물질 관련 사고 조치 완료 후 사고 보고서를 작성할 수 있다.

2) 취급 장소에 따른 관리

가) 실내 공간 화학 물질 취급하기

- 관련 법규와 준수 사항에 의거하여 실내 공간의 화학 물질 취급에 대한 허가서를 받을 수 있다.
- 관련 법규와 준수 사항에 의거하여 실내 공간의 화학 물질 취급에 관한 개인 안전 보호구를 지급하고 점검할 수 있다.
- 실내 공간에서의 화학 물질의 유해성을 알고 대처할 수 있다.
- 실내 공간에서의 유해 화학 물질 농도 측정 장비를 다룰 수 있다.
- 화학 물질 안전 취급 관리를 위한 안전 보건 표지를 부착할 수 있다.
- 실내 공간에서의 가스 및 분진 폭발 예방을 위하여 안전 설비를 설치할 수 있다.

나) 야외 저장 설비 취급하기

- 화학 물질의 안전한 취급 관리를 위해서 야외 저장 설비 비정상 상태를 진단하고 응급처방을 할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급 관리를 위해서 야외 저장 설비에 안전·보건표지를 부착할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급 관리를 위해서 냉암소나 직사광선을 차단하는 설비를 구축할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급 관리를 위해서 재해·재난에 대비하여 자체 방재 설비를 시설할 수 있다.

다) 화학 물질 운송 관리하기

- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 화학 물질별 운송 방법을 규정할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 취급자는 운송 물질에 대해 이상 발생 시 대처할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 유출 등 사고 발생 시 사내 보고와 관계 기관에 상황을 보고할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 화학 물질 운반 탱크 차량의 노후와 이상 상태를 점검할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 차량의 경우 화학 물질 상차·하차 시 안전관리자의 입회하에 엔진을 끄고, 바퀴에 고임돌을 끼고, 안전 보호 장구를 착용하는 등 안전 관리 기준을 수행할 수 있다.
- 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 차량의 운행 속도를 규정할 수 있다.

3) 시설 점검 관리

가) 화학 물질 시설 점검하기

- 관련 법규와 규정에 따라 화학 물질의 안전한 취급을 위해 적정한 시설과 설비 점검 체크리스트를 작성할 수 있다.
- 관련 법규와 규정에 따라 화학 물질의 안전한 취급을 위해 정전기 제거 설비를 설치, 점검할 수 있다.
- 관련 법규와 규정에 따라 화학 물질의 안전한 취급을 위해 방폭 설비를 점검할 수 있다.
- 관련 법규와 규정에 따라 화학 물질의 안전한 취급을 위해 시설과 설비에 안전·보건표지를 부착할 수 있다.

나) 작업장 내 유해 화학 물질 측정하기

- 관련 법규와 사내 규정을 준수하기 위한 작업장 내 유해 화학 물질 허용 기준량을 산출할 수 있다.
- 관련 법규와 준수 사항에 따라 작업장 내 유해 화학 물질 측정 방법에 따라 측정하고 계산할 수 있다.

다) 허용 기준 관리하기

- 화학 물질의 노출 기준과 생물학적 노출 기준을 관련 법규와 준수 사항에 따라 인지하고 관리할 수 있다.
- 화학 물질의 노출 기준과 생물학적 노출 기준을 관련 법규와 준수 사항에 따라 게시하고 보고할 수 있다.
- 건강 검진 결과에 따라 작업자를 적소에 배치할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 취급 화학 물질의 물리·화학적 특성에 따라 화합물을 구분하는데 관련 법규와의 연관성을 고려하도록 한다.
- 나. 취급 화합물의 물리·화학적 특성을 이해할 수 있도록 이론과 실습을 병행하여 학습하고, 다양한 화합물에 대한 특성을 위해성과 위험성을 기준으로 기록하도록 한다.
- 다. 화학 물질의 취급 부주의로 발생하는 사고는 유형별로 정리하여 포트폴리오를 작성하게 한다.
- 라. 실제 화학 물질 취급 시설을 확인하고 시설 관리 방법에 대한 사항을 산업 현장의 실습을 통해 학습하도록 한다.
- 마. 문제 해결 학습을 통해 화학 물질 취급에서 발생하는 사고의 예방 방법을 추론하도록 한다.

### 4. 평가

#### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 성취수준을 참조하여 학생의 성취 능력에 따라 평가 방법을 다양하게 고안하여 적용한다.
- 2) 단순한 암기식 지식에 대한 평가를 지양하고, 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 창의적 업무 수행 능력을 평가하며 그 결과를 반드시 학습에 피드백하여 학습의 목표를 효과적으로 달성하도록 한다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도(실습 장치의 구성, 장치 조작 능력, 데이터 처리, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함시킨다.
- 7) 다양한 화학 물질에 대한 자료를 제시하고 인터넷을 통해 실제 산업 현장에서 다루는 화학 물질에 대해 검색하게 하여 화학적 특성을 파악하도록 한다.

## 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
화학 물질 사고 대비·초기 대응	화학 물질의 화학적 특성에 따라 관련 법규를 적용하여 물질 관리 기준을 작성하고, 화학 물질의 물리·화학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 위험 예방, 사고 대비, 사고 대응에 필요한 제반의 사항을 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	화학 물질에 따라 관련 법규를 적용하여 물질 관리 기준을 작성하고, 화학 물질의 물리·화학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 위험 예방, 사고 대비, 사고 대응에 필요한 제반의 사항을 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	화학 물질에 따라 관련 법규를 적용하여 물질 관리 기준을 작성하고, 화학 물질에 대한 위험 예방, 사고 대비, 사고 대응에 필요한 제반의 사항을 수행할 수 있다.
취급 장소에 따른 관리	화학 물질의 화학적 특성의 이해를 바탕으로 화학 물질의 실내 공간에서의 취급, 야외 저장 설비에서의 취급, 물질 운송 관리 취급에 대한 처리 방법을 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 계획하고 지시할 수 있다.	화학 물질의 화학적 특성의 이해를 바탕으로 화학 물질의 실내 공간에서의 취급, 야외 저장 설비에서의 취급, 물질 운송 관리 취급에 대한 처리 방법을 다른 사람에게 설명하면서 처리할 수 있다.	화학 물질의 실내 공간에서의 취급, 야외 저장 설비에서의 취급, 물질 운송 관리 취급에 대한 처리를 수행할 수 있다.
시설 점검 관리	화학물질의 화학적 특성의 이해를 바탕으로 화학물질 취급 시설의 점검, 작업장 내 유해 화학물질의 측정, 허용기준 관리에 관하여 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 계획을 수립하고 관련 업무를 수행 할 수 있다.	화학물질의 화학적 특성의 이해를 바탕으로 화학물질 취급 시설의 점검, 작업장 내 유해 화학물질의 측정, 허용기준 관리 업무를 다른 사람에게 설명하면서 수행 할 수 있다.	화학 물질 취급 시설의 점검, 작업장 내 유해 화학 물질의 측정, 허용 기준 관리 업무를 수행할 수 있다.

[실무 과목]

## 3. 공정 제어

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

화학 공업 관련 학과 학생들이 공정 제어에 관한 기초 지식과 응용 기술을 익혀 화학 공업에서 제어의 대상이 되는 온도, 유량, 압력, 농도, 비중, 액위, pH 등을 목적에 맞게 제어할 수 있는 능력을 기르도록 하기 위해 필요한 과목이다.

이수해야 할 내용은 '화학 공정 설계의 열 물질 수지 검토, 화학 반응 공정 개발 운전의 반응기 운전, 화학 공정 유지 운영의 공정 흐름 파악, 배관 유지·보수, 회전 기계 유지·보수 등으로, 공정 제어에 관한 열 물질 수지 검토부터 회전 기계 유지·보수에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

공정 제어에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하여 화학 공업 분야에서 대상을 목적에 맞도록 조절하고, 정해진 규격의 제품을 효율적으로 생산할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
열·물질 수지 검토 (1701020105_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물리·화학적 특성 파악하기</li> <li>• 구성 요소와 구성비 확인하기</li> <li>• 원료와 생산량 확인하기</li> <li>• 에너지 사용량 확인하기</li> </ul>
반응기 운전 (1701020206_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사전 운전성 평가하기</li> <li>• 원료 투입·반응 시작하기</li> <li>• 정상 운전하기</li> <li>• 반응물 분석·문제 해결하기</li> </ul>
공정 흐름 파악 (1701020301_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공정 흐름도 파악하기</li> <li>• 공정 배관·계장도 파악하기</li> <li>• 물질안전보건자료(MSDS) 파악하기</li> <li>• 공정 물질 파악하기</li> </ul>
배관 유지·보수 (1701020307_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계도면 파악하기</li> <li>• 배관 현상 파악하기</li> <li>• 배관 점검·정비하기</li> </ul>
회전 기계 유지·보수 (1701020305_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계도면 파악하기</li> <li>• 회전 기계 원리 파악하기</li> <li>• 회전 기계 점검·정비하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 열·물질 수지 검토

##### 가) 물리·화학적 특성 파악하기

- 공정 안전을 위해 물질안전보건자료(MSDS)에 따라 화학 물질의 취급 방법을 확인할 수 있다.
- 공정 설계를 위해 필요한 물성치를 계산할 수 있다.
- 취급 물질의 물리·화학적 특성에 따라 기계·기기 장치, 배관, 계측·제어기 설계 시에 적용할 수 있다.
- 취급 물질의 물리·화학적 특성에 따라 환경 오염을 예방할 수 있다.

나) 구성 요소와 구성비 확인하기

- 구성 요소와 구성비에 따라 유해·위험 물질의 존재 여부를 확인할 수 있다.
- 구성 요소와 구성비에 따라 취급 물질에 관련한 법규를 설계에 적용할 수 있다.
- 구성 요소와 구성비에 따라 기계·기기 장치의 재질, 형태(type)를 결정할 수 있다.
- 구성 요소와 구성비에 따라 안전 설계 기준을 적용할 수 있다.

다) 원료와 생산량 확인하기

- 물질 수지에 따라 기계·기기 장치의 공정 데이터를 작성할 수 있다.
- 물질 수지에 따라 계측·제어기의 공정 데이터를 작성할 수 있다.
- 물질 수지에 따라 배관의 이송량을 확인할 수 있다.
- 물질 수지에 따라 소방 법규와 안전 법규를 적용할 수 있다.

라) 에너지 사용량 확인하기

- 유틸리티 서머리(Summary)에 따라 프로세스를 구성하는 기계·기기 장치와 계측·제어기에서의 유틸리티 사용량을 파악할 수 있다.
- 유틸리티 서머리에 따라 용도별 에너지 사용량을 예측하여 에너지 사용 계획서를 작성할 수 있다.
- 경제성을 고려하여 용도별 소요 열량에 따라 에너지 절감 방안을 수립할 수 있다.

2) 반응기 운전

가) 사전 운전성 평가하기

- 반응기의 거동을 점검하기 위하여 반응기 내에 원료 대신 안전한 물을 투입하여 승온·승압에 필요한 조치를 할 수 있다.
- 질소 가스나 물이 투입된 상태에서 승온·승압하여 반응기 시스템 내의 누출 여부를 점검할 수 있다.
- 반응기 시스템 내에 기계적으로 작동하는 회전 기기를 시운전하여 정상 작동 여부를 점검할 수 있다.
- 반응기 시스템의 온도·압력을 조절하는 제어 기기의 작동을 통하여 반응기 제어 시스템을 점검할 수 있다.

나) 원료 투입·반응 시작하기

- 회분식 반응기에서 반응에 필요한 대상 원료를 확인·계량하여 정량의 원료를 투입할 수 있다.
- 반응성과 안전성을 위하여 원료 투입 순서를 정확히 준수하여 투입할 수 있다.
- 비정상 반응의 사전 예방을 위하여 연속식 반응기에서 원료의 투입 비율에 따라 주입할 수 있다.
- 연속식 반응기에서 반응기 이상 현상을 예방하기 위하여 반응 시작 절차를 준수하여 투입되는 원료량을 점진적으로 증가시킬 수 있다.

- 반응 사고 방지를 위하여 반응 변수를 설계치에 알맞게 연속적으로 조절할 수 있다.

#### 다) 정상 운전하기

- 반응 변수들을 실측하여 설계치와 비교 분석함으로써 반응기 시스템의 정상 운전 여부를 파악할 수 있다.
- 회분식 반응기에서 반응 진행 상태나 전환율을 판단하기 위해 반응물을 수시로 샘플링하고 분석할 수 있다.
- 연속식 반응기에서 반응기 토출부의 반응물을 수시로 샘플링하여 분석함으로써 반응기의 정상 운전 상태 여부를 판단할 수 있다.
- 정상 운전 상태 점검을 위해 반응 시 사용되는 유틸리티 사용량을 측정하여 설계치와 비교할 수 있다.
- 운전 시간에 따른 전환율을 비교함으로써 촉매의 비활성화를 판단할 수 있다.

#### 라) 반응물 분석·문제 해결하기

- 지속적인 반응물 샘플링과 분석을 통하여 비정상 반응을 판단할 수 있다.
- 비정상 반응 발생 시의 피해를 최소화하기 위하여 사전에 대비 방안을 수립·실행할 수 있다.
- 정상 제품과의 혼합과 같은 2차 피해를 예방하기 위하여 비정상 반응물의 처리 방안을 사전에 수립할 수 있다.
- 비정상 반응의 재발 방지를 위해 발생했던 모든 비정상 상황의 운전 변수들을 기록할 수 있다.
- 모든 비정상 상황의 운전 변수들을 분석하여 문제 발생의 원인을 도출하고 재발을 방지할 수 있다.

### 3) 공정 흐름 파악

#### 가) 공정 흐름도 파악하기

- 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 전반적인 공정 흐름을 파악할 수 있다.
- 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 운전 조건을 파악할 수 있다.
- 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 공정 배관·계장도와의 연관성을 파악할 수 있다.
- 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 물질 수지를 파악할 수 있다.

#### 나) 공정 배관·계장도 파악하기

- 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 세부적인 공정 흐름을 파악할 수 있다.
- 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 설비 사양을 파악할 수 있다.
- 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 제어 시스템을 파악하고 공정 트러블을 방지할 수 있다.

- 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 상세도면과의 연관성을 파악할 수 있다.

다) 물질안전보건자료(MSDS) 파악하기

- 물질안전보건자료에 따라 위험 요소를 예측하고 대응 방법을 수립할 수 있다.
- 물질안전보건자료에 따라 이송 및 저장에 대한 취급 절차를 규정할 수 있다.
- 물질안전보건자료에 따라 환경에 미치는 영향을 파악할 수 있다.
- 물질안전보건자료에 따라 법적 규제 사항을 파악할 수 있다.

라) 공정 물질 파악하기

- 공정 물질의 종류를 파악하여 위험 요소를 예측할 수 있다.
- 공정 물질의 규격을 파악하여 부적합품의 발생을 예방할 수 있다.
- 공정 물질의 특성에 따라 인체에 미치는 영향을 파악할 수 있다.
- 공정 물질의 종류에 따라 신속한 환경 오염 예방 대책을 수립할 수 있다.

4) 배관 유지·보수

가) 설계도면 파악하기

- 설계도면과 시방서에 따라 도면 기호와 약어의 의미를 파악할 수 있다.
- 도면과 시방서에 따라 배관의 재질과 용도를 숙지할 수 있다.
- 설계도면과 시방서에 따라 배관의 수리 방법을 결정할 수 있다.
- 도면 관리를 통하여 배관 수리 이력을 관리할 수 있다.

나) 배관 현상 파악하기

- 배관 작업에 사용되는 자재의 종류에 따라 용도와 규격을 파악할 수 있다.
- 배관의 운전조건에 따라 보온·보냉 방법을 선정할 수 있다.
- 밸브의 종류에 따라 구조와 용도를 파악할 수 있다.
- 개스킷, 스트레이너, 벨로즈, 볼트, 너트의 종류에 따라 규격을 파악할 수 있다.

다) 배관 점검·정비하기

- 배관의 도면과 설계 사양서에 따라 배관 자재별 규격을 파악할 수 있다.
- 배관 설계 사양서에 따라 배관별 적정 두께, 열화, 변형, 이탈의 허용값을 파악할 수 있다.
- 점검 결과에 따라 수리 작업을 수행할 수 있다.
- 점검과 수리 결과에 따라 점검 주기를 변경하고 수명을 예측할 수 있다.

## 5) 회전 기계 유지·보수

## 가) 설계도면 파악하기

- 설계도면과 시방서에 따라 도면 기호와 약어 의미를 파악할 수 있다.
- 도면과 시방서에 따라 부품의 구조와 용도를 숙지할 수 있다.
- 설계도면과 시방서에 따라 회전 기계의 수리 방법을 결정할 수 있다.
- 도면 관리를 통하여 회전 기계 변경 이력을 관리할 수 있다.

## 나) 회전 기계 원리 파악하기

- 펌프의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
- 컴프레서의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
- 터빈의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
- 팬(fan), 블로어(blower)의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.

## 다) 회전 기계 점검·정비하기

- 설비의 도면과 데이터 시트에 따라 설비별 구조를 파악할 수 있다.
- 회전 기계의 안정 운전을 위해 설비의 데이터 시트에 따라 설비별 적정 진동, 온도, 소음, 윤활 허용값을 파악할 수 있다.
- 점검 결과에 따라 정비 작업을 수행할 수 있다.
- 점검과 정비 결과에 따라 정비 주기를 변경하고 수명을 예측할 수 있다.

## 3. 교수·학습

- 가. 주어진 실습을 성실히 효과적으로 수행할 수 있도록 이론과 실기 능력을 익혀 학습할 수 있도록 한다.
- 나. 실습에 관한 설명과 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 다. 열 물질 수지의 검토, 반응기 운전, 공정 흐름 파악, 배관 유지·보수, 회전 기계 유지·보수 등을 위해 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 라. 평가자 체크리스트를 통한 과정형 평가나 구두 발표를 통한 작업장 평가 등의 방법을 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 마. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

- 바. 공정 안전을 위해 물질안전보건자료(MSDS)에 따라 화학 물질의 취급 방법을 숙지할 수 있도록 한다.
- 사. 물질 수지에 따라 기계·기기 장치와 제어 계측 기기의 공정 데이터를 작성할 수 있도록 지도 한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 능력에 대한 평가자 체크리스트 등을 이용한 과정형 평가나 구두 발표 등을 이용한 결과 평가 등 구체적인 평정 척도(실습 장치의 구성, 장치 조작 능력, 데이터 처리, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 유틸리티 서머리(Summary)에 따라 용도별 에너지 사용량을 예측하여 에너지 사용 계획서를 작성할 수 있는 능력을 평가한다.
- 7) 구성 요소와 구성비에 따라 유해·위험 물질의 존재 여부를 확인하는 능력과 취급 물질에 관한 법규를 적용하는 능력을 평가한다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
열·물질 수지 검토	공정에 사용되는 원료와 제품의 구성 요소, 물리·화학적 특성을 확인하고 도식화하여 공정 설계에 적용하면서 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	공정에 사용되는 원료와 제품의 구성 요소, 물리·화학적 특성을 확인하고 도식화하여 공정 설계에 적용하면서 다른 사람에게 설명할 수 있다.	공정에 사용되는 원료와 제품의 구성 요소, 물리·화학적 특성을 확인하고 도식화하여 공정 설계에 적용할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
반응기 운전	반응기 시운전을 통한 반응기 성능 점검 실시, 실제 원료 투입 후 반응기 시운전, 반응기의 정상 상태 유지를 위한 운전의 기준을 설정, 문제 발생 시 진단·해결 방법에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하고 운전할 수 있다.	반응기 시운전을 통한 반응기 성능 점검 실시, 반응기 시운전, 반응기의 정상 상태 유지를 위한 운전의 기준을 설정, 문제 발생 시 진단·해결 방법에 대해 예를 들어 설명하고 운전할 수 있다.	반응기 시운전을 통한 반응기 성능 점검 실시, 반응기 시운전, 반응기의 정상 상태 유지를 위한 운전의 기준을 설정하고 운전할 수 있다.
공정 흐름 파악	공정 흐름도와 배관·계장도, 물질안전보건자료를 파악하고, 공정 물질의 종류를 확인하는 방법에 대해 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 공정 흐름을 파악할 수 있다.	공정 흐름도와 배관·계장도, 물질안전보건자료를 파악하고, 공정 물질의 종류를 확인하는 방법에 대해 다른 사람에게 설명하면서 공정 흐름을 파악할 수 있다.	공정 흐름도와 배관·계장도, 물질안전보건자료를 파악하고, 공정 물질의 종류를 확인할 수 있다.
배관 유지·보수	작업을 위하여 설계도면 및 현황을 파악하고 점검하기, 정비하기, 손상 재발 방지 대책 수립하기를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 배관 유지·보수 작업을 할 수 있다.	작업을 위하여 설계도면 및 현황을 파악하고 점검하기, 정비하기, 손상 재발 방지 대책 수립하기를 다른 사람에게 설명하면서 배관 유지·보수 작업을 할 수 있다.	작업을 위하여 설계도면 및 현황을 파악하고 점검하기, 정비하기, 손상 재발 방지 대책 수립하기를 할 수 있다.
회전 기계 유지·보수	작업을 수행하기 위하여 설계도면 파악 및 현황 파악, 점검, 정비, 고장 재발 방지 대책 수립하기 등에 대해 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 회전 기계 유지·보수를 할 수 있다.	작업을 수행하기 위하여 설계도면 파악 및 현황 파악, 점검, 정비, 고장 재발 방지 대책 수립하기 등에 대해 다른 사람에게 설명하면서 회전 기계 유지·보수를 할 수 있다.	작업을 수행하기 위하여 설계도면 파악 및 현황 파악, 점검, 정비, 고장 재발 방지 대책 수립하기 등을 할 수 있다.

[실무 과목]

## 4. 석유 화학제품

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

석유 화학 공업에서 얻어지는 원료를 이용하여 생산할 수 있는 제품 중 석유 화학제품과 합성수지 제품의 생산은 원료의 선택과 관리, 제조 공정 운전, 품질 관리, 관련 설비의 관리, 생산 제품의 출하 관리 등의 과정을 통해 이루어진다. 이러한 일련의 과정을 운영하는 산업 현장의 전문가는 석유 화합물의 특성과 제조 방법, 화학 공업 관련 장치에 대한 화학 공학적 전문성을 갖추어야 관련 업무를 수행할 수 있다.

석유 화학제품 교과는 실무 교과로 화학 공업 분야를 전공하는 학생이 석유 화학제품 생산의 직무를 수행할 수 있는 능력을 함양할 수 있도록 제품 생산에 필요한 원재료·부재료의 관리 방법, 공정 운전, 설비의 유지·관리의 실제, 생산되는 제품의 품질 관리와 재고 관리의 실재를 학습 내용으로 구성하였다. 기초 교과인 제조 화학과 단위 조작 과목을 이수한 학생이 학습하는 것이 바람직하며 이론과 실습을 병행하여 학습할 수 있다.

#### 나. 목표

석유 화합물의 물리·화학적 특성을 이해하고 석유 제품 제조에서 원재료·부재료 공급, 공정 운전, 설비 관리와 합성수지 제조에서 원료 및 부원료 관리, 품질 관리, 재고 관리, 설비 관리 등의 직무를 수행할 수 있다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원료·부원료 관리 (1702020202_13v1) (1702010102_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입고품의 품질 분석·관리하기</li> <li>• 원재료·부재료 품질 검사 확인하기</li> <li>• 저장 탱크 운용하기</li> <li>• 원재료·부재료 투입하기</li> </ul>
재고·출하 관리 (1702020204_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제품 포장하기</li> <li>• 생산 제품 입고하기</li> <li>• 제품 출고하기</li> <li>• 제품별 재고 관리하기</li> </ul>
품질 관리 (1702020205_13v1) (1702010106_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분석 기기 관리하기</li> <li>• 품질 규격 및 시험 방법 파악하기</li> <li>• 공정·제품 시료 채취하기</li> <li>• 시험 기기 운영하기</li> </ul>
설비 유지·보수 관리 (1702020207_13v1) (1702020106_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공정 설비 점검하기</li> <li>• 설비 보수·정비하기</li> <li>• 설비별 주요 특성 파악하기</li> <li>• 회전 기계 설비 관리하기</li> </ul>
공정 운전 (1702020103_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공정 운전 절차 파악하기</li> <li>• 운전 현황 파악하기</li> <li>• 운전 변수 조절하기</li> <li>• 이상 상황 조치하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 원료·부원료 관리

##### 가) 입고품의 품질 분석·관리하기

- 입고된 원료 및 부원료의 수량을 파악하고 적합한 보관 장소를 확보할 수 있다.
- 분석용 시료를 채취하여 품질 분석을 의뢰하고 합부 판정을 확인할 수 있다.

##### 나) 원재료·부재료 품질 검사 확인하기

- 시험 성적서와 시험 결과를 근거로 투입 전 원재료·부재료의 품질 이상 유무를 파악할 수 있다.

- 작업자의 안전 보건과 안정적인 공정 운전을 위해서 원재료·부재료의 물리·화학적 성질을 파악할 수 있다.
- 원재료·부재료의 품질, 공정 운전, 안전 사항에 대해 물질안전보건자료(MSDS)에 근거하여 각 원재료·부재료에 적합한 저장과 취급 방법을 파악할 수 있다.

다) 저장 탱크 운용하기

- 저장 탱크 관리 시스템에 따라 저장 탱크별 원재료·부재료의 재고를 파악할 수 있다.
- 안전 환경 관리를 위하여 저장 탱크의 주요 구조물, 부대 설비에 대한 이상 유무와 누출 여부를 파악할 수 있다.
- 탱크 시료 채취를 통하여 품질 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 저장 탱크 관리 기준에 따라서 저장 탱크 운용 시 안전 수칙과 비상 조치 방법을 수행할 수 있다.

라) 원재료·부재료 투입하기

- 공정 관리 시스템에 따라 원재료·부재료의 투입 현황을 파악할 수 있다.
- 안전 환경 관리를 위해 원재료·부재료 투입 설비의 누출과 이상 여부를 파악할 수 있다.

2) 재고·출하 관리

가) 제품 포장하기

- 생산 능력과 포장 능력을 감안하여 제품 중간 저장조의 재고를 조절할 수 있다.
- 포장에 필요한 포장 자재 수량을 확보할 수 있다.
- 포장 형태에 따라 포장 설비를 운전할 수 있다.
- 제품 이력 관리를 위하여 관리 번호를 부여할 수 있다.

나) 생산 제품 입고하기

- 포장 형태에 따라서 입고량과 입고 위치를 결정할 수 있다.
- 입고에 필요한 자원을 확보하고 배정할 수 있다.
- 제품 특성을 파악하여 적재 유형을 결정하고 조치할 수 있다.
- 품질 관리 기준에 따라 출하에 부적합한 제품을 구분하여 별도 지정 장소에 입고할 수 있다.

다) 제품 출고하기

- 영업팀의 출하 요청서를 접수하여 출고량과 포장 형태에 적합한 운반 차량 배정을 할 수 있다.
- 제품 창고에서 출하 요청된 제품에 대해 출고와 상차 작업을 수행할 수 있다.
- 상차 후 계근 설비를 활용하여 출하량을 정확하게 확인할 수 있다.
- 출하 관리 시스템을 활용하여 제품 출고 자료를 고객과 관련 부서에 통보할 수 있다.

## 라) 제품별 재고 관리하기

- 단위 기간별 생산·판매 계획에 따라 제품별 적정 재고를 예측할 수 있다.
- 예측된 제품 재고를 감안하여 사전에 생산 계획에 반영할 수 있다.
- 제품 품질 유지를 위해 선입·선출 원칙을 준수할 수 있다.
- 창고 적재 능력 초과 시 기타 보관 방안을 결정할 수 있다.

## 3) 품질 관리

## 가) 분석 기기 관리하기

- 분석 기기 관리 매뉴얼에 근거하여 분석 기기 관리 절차를 수립할 수 있다.
- 분석 기기 점검 결과에 따라 분석 기기를 유지·보수할 수 있다.
- 최신 분석 장비 도입에 따른 기기 사용과 유지·보수 방법을 파악할 수 있다.

## 나) 품질 규격 및 시험 방법 파악하기

- 품질 관리 기준에 근거하여 공정·제품의 품질 규격을 확인할 수 있다.
- 시험 업무 표준에 따른 절차, 시약, 시험 기기 사용법을 파악할 수 있다.
- 시험 업무 표준에 따른 예상 시험 기간과 비용을 산정할 수 있다.

## 다) 공정·제품 시료 채취하기

- 품질 관리 기준에 따라 공정·제품 시료 채취 장소를 확인할 수 있다.
- 시험 업무 표준에 따른 시료 채취 방법과 절차를 파악할 수 있다.
- 시험 업무 표준에 따른 시료 채취용 기구와 장비를 선정할 수 있다.
- 사내 안전 규정 절차에 따라 시료 채취를 할 수 있다.

## 라) 시험 기기 운영하기

- 시험 업무 표준에 따른 시험 기기의 종류와 사양을 파악할 수 있다.
- 시험 기기 관련 안전 규정에 따라 사고 발생 시 긴급 조치를 실시할 수 있다.
- 시험 업무 표준에 따른 시험 기기 운전 절차를 파악하고 시험을 수행할 수 있다.
- 시험 업무 표준에 따라 시험 결과의 오류를 검증하고 정리·기록할 수 있다.

## 4) 설비 유지·보수 관리

## 가) 공정 설비 점검하기

- 설비 고장 시 진단 장비를 활용하여 고장 원인을 조사할 수 있다.
- 설비의 체계적인 이력 관리를 위해 점검 결과를 문서화하여 활용할 수 있다.
- 최신 검사 기법과 장비 운용 지식을 습득하여 검사에 적용할 수 있다.

나) 설비 보수·정비하기

- 결정된 작업 방법에 따라 필요한 공구, 장비, 인력과 작업 시간을 산출할 수 있다.
- 작업 허가에 따른 안전 조치가 완료됨을 확인하고 필요한 작업을 수행할 수 있다.
- 설비 이력 관리 시스템을 이용하여 설비 이력, 투입 자원 실적을 관리하고 추가로 필요한 예비 부품 관리를 할 수 있다.

다) 설비별 주요 특성 파악하기

- 매뉴얼을 통해 각 설비별 주요 특성을 파악할 수 있다.
- 매뉴얼과 교육 자료를 통해 각 설비별 정상 가동 절차를 파악할 수 있다.
- 도면과 예방 정비 지침서를 통해 각 설비별 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 도면과 예방 정비 지침서를 통해 각 설비별 주요 예방 정비 요소를 파악할 수 있다.

라) 회전 기계 설비 관리하기

- 회전 기계 설비의 특징과 주요 구성 요소를 파악할 수 있다.
- 회전 기계 설비의 운전 지침서를 통해 정상 가동 여부를 파악할 수 있다.
- 회전 기계 설비의 예방 지침서를 통해 예방 정비를 할 수 있다.
- 회전 기계 설비의 이상 상황 발생 시 관련 긴급 조치를 수행할 수 있다.

5) 공정 운전

가) 공정 운전 절차 파악하기

- 공정 운전 지침서를 통해 공정별 특성과 운전 변수를 파악할 수 있다.
- 주요 설비의 매뉴얼을 통해 설비별 가동 절차를 파악할 수 있다.
- 공정 도면, 공정 관리 시스템을 통해 전체 공정의 흐름을 파악할 수 있다.
- 공정별 특성과 운전 변수, 주요 설비 가동 상태의 여부를 통해 공정 운전 절차를 파악할 수 있다.

나) 운전 현황 파악하기

- 공정 분석기와 시료 분석을 통해 제품의 품질 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 현장 점검과 기록부(Log Book) 확인을 통해 공정 이상 유무와 특이 사항을 파악할 수 있다.
- 공정 관리 시스템 모니터링, 시료 분석, 현장 점검을 통해 공정 운전 현황을 파악할 수 있다.

다) 운전 변수 조절하기

- 생산 계획에 따른 공정 운전 절차를 파악할 수 있다.
- 공정 운전 지침에 근거하여 공정 운전 변수를 조절할 수 있다.

## 라) 이상 상황 조치하기

- 공정 관리 시스템, 현장 점검, 기록부(Log Book) 확인을 통해 이상 상황을 파악할 수 있다.
- 이상 상황 발생 시 공정 비상 운전 절차에 따라 초동 조치를 시행할 수 있다.
- 필요시 공정 비상 운전 절차에 따라 관련 부서에 조치를 요청할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 석유 화학제품(합성수지)의 원재료·부재료에 대한 물리·화학적 특성을 이해하기 위해 유기 화합물의 기초 화학 반응에 대해 선수 학습하도록 한다.
- 나. 생산 과정의 각 단계에 해당하는 학습은 가능 한 산업 현장의 현장 실습을 통해 이루어지도록 하고, 현장 실습 전에 다양한 현장의 생산 과정을 사진 또는 영상을 이용하여 생산 단계별로 학습하도록 한다.
- 다. 석유 화학제품 제조 공정에서 이용되는 설비에 대해서 운영 및 관리 방법을 제시하고 설비의 점검과 보수 계획을 모듈별로 수립하도록 한다.
- 라. 산업 현장에서 사용되는 생산 공정별 매뉴얼을 제시하고 실습에 활용하도록 한다.
- 마. 프로젝트 기반 학습을 통해 석유 화학제품 생산에 필요한 유형별 계획을 수립하고 자료의 공유를 통해 계획서를 수정·보완하도록 한다.

### 4. 평가

## 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 성취수준을 참조하여 학생의 성취 능력에 따라 평가 방법을 다양하게 고안하여 적용한다.
- 2) 단순한 암기식 지식에 대한 평가를 지양하고, 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 창의적 업무 수행 능력을 평가하며 그 결과를 피드백하여 학습의 목표를 효과적으로 달성하도록 한다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도(실습 장치의 구성, 장치 조작 능력, 데이터 처리, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.

- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함시킨다.

#### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
원료·부원료 관리	원료와 부원료의 물리·화학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 품질 분석, 품질 관리, 저장 탱크 운용, 재료 투입 방법을 결정하고 지시할 수 있다.	원료와 부원료의 물리·화학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 품질 분석, 품질 관리, 저장 탱크 운용, 재료 투입 방법을 결정하고 해당 업무를 수행할 수 있다.	원료와 부원료의 품질 분석, 품질 관리, 저장 탱크 운용, 재료 투입 업무를 수행할 수 있다.
재고·출하 관리	생산된 화학제품의 포장, 입고, 출고, 재고 관리에 필요한 제반의 업무 사항을 결정하고 작업을 지시하며 해당 업무를 수행할 수 있다.	생산된 화학제품의 포장, 입고, 출고, 재고 관리에 필요한 제반의 결정된 업무 사항에 대해서 작업을 지시하고 해당 업무를 수행할 수 있다.	생산된 화학제품의 포장, 입고, 출고, 재고 관리에 필요한 제반의 업무 지시에 따라서 해당 업무를 수행할 수 있다.
품질 관리	생산된 화학제품의 품질 관리를 위한 분석 기기 관리하기, 품질 규격·시험 방법 파악하기, 공정 제품 시료 채취하기, 시험 기기 운영하기 등의 제반 업무에 대해서 업무 절차와 계획을 수립하여 업무 지시와 해당 업무를 수행할 수 있다.	생산된 화학제품의 품질 관리를 위한 분석 기기 관리하기, 품질 규격·시험 방법 파악하기, 공정 제품 시료 채취하기, 시험 기기 운영하기 등의 계획된 제반 업무에 대해서 업무 지시와 해당 업무를 수행할 수 있다.	생산된 화학제품의 품질 관리를 위한 분석 기기 관리하기, 품질 규격·시험 방법 파악하기, 공정 제품 시료 채취하기, 시험 기기 운영하기 등의 지시받은 제반 업무를 수행할 수 있다.
설비 유지·보수 관리	화학제품 생산 설비의 유지와 보수 관리를 위한 공정 설비 점검하기, 설비 보수·정비하기, 설비별 주요 특성 파악하기, 회전 기계 설비 관리하기 등의 업무에 대해서 설비 고장의 원인과 설비의 특성을 파악하여 처리 방법을 결정·계획하고 업무 지시를 내리고 이를 수행할 수 있다.	화학제품 생산 설비의 유지와 보수 관리를 위한 공정 설비 점검하기, 설비 보수·정비하기, 설비별 주요 특성 파악하기, 회전 기계 설비 관리하기 등의 결정된 업무에 대해서 지시를 내리고 업무를 수행할 수 있다.	화학제품 생산 설비의 유지와 보수 관리를 위한 공정 설비 점검하기, 설비 보수·정비하기, 설비별 주요 특성 파악하기, 회전 기계 설비 관리하기 등의 지시받은 업무를 수행할 수 있다.
공정 운전	화학제품 생산 공정 운전을 위한 공정 운전 절차 파악하기, 운전 현황 파악하기, 운전 변수 조절하기, 이상 상황 조치하기 등의 업무 처리 방법을 결정하고 상황에 따라 업무를 지시하고 해당 업무를 수행할 수 있다.	화학제품 생산 공정 운전을 위한 공정 운전 절차 파악하기, 운전 현황 파악하기, 운전 변수 조절하기, 이상 상황 조치하기 등의 결정된 업무에 대해서 업무를 지시하고 해당 업무를 수행할 수 있다.	화학제품 생산 공정 운전을 위한 공정 운전 절차 파악하기, 운전 현황 파악하기, 운전 변수 조절하기, 이상 상황 조치하기 등의 지시된 업무를 수행할 수 있다.

[실무 과목]

## 5. 고분자 제품 제조

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

고분자 제품 제조에 종사하는 화학 공업 기술자는 고분자 화합물의 화학적 특성과 제조 반응의 원리를 이해하고 이를 응용할 수 있는 능력이 필요하다. 고분자 제품 제조의 실무 과목은 고객의 요구 사항과 시장 분석에서부터 화학 반응을 통한 제품 생산에 이르기까지 실제 산업 현장에서 제조 기술자가 수행해야 하는 제반의 직무 내용을 중심으로 학습 내용을 구성하였다.

학습 내용의 구성은 복합 재료의 시장 분석, 복합 재료의 배합 설계, 복합 재료의 혼련, 기능성 고분자의 시장 분석, 기능성 고분자의 합성, 기능성 고분자의 개질 등으로 고분자 제품 제조에 관한 고객 요구에서 제품 포장에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

고분자 제품의 제조 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 고분자 제품 제조 분야에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
고객 요구 사항과 시장 분석 (1702020501_13v1) (1702020601_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고객 요구 사항 파악하기</li> <li>• 시장 동향 분석하기</li> </ul>
배합 설계 (1702020502_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수지 선정하기</li> <li>• 복합물 선정하기</li> <li>• 첨가제 선정하기</li> </ul>
혼련 (1702020504_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 혼련 준비하기</li> <li>• 원료 투입하기</li> <li>• 혼련하기</li> <li>• 토출 포장하기</li> </ul>
기능성 고분자의 합성 (1702020603_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중합 방법 검토하기</li> <li>• 중합 반응기 운전 조작하기</li> <li>• 최적 조건 선정하기</li> <li>• 중합 결과물 분석하기</li> </ul>
기능성 고분자의 개질 (1702020604_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 베이스 레진 선정하기</li> <li>• 첨가제 선정하기</li> <li>• 콤팩운딩 실시하기</li> <li>• 개질 물성 분석하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 고객 요구 사항과 시장 분석

##### 가) 고객 요구 사항 파악하기

- 고객 상담을 통해서 고객의 요구 사항을 파악할 수 있다.
- 선정한 제품이 업계 표준과 관련 규격을 준수하는지 파악할 수 있다.
- 고분자 복합 재료의 품질 수준의 차이를 구분할 수 있다.

##### 나) 시장 동향 분석하기

- 시장 분석을 통해 국내외 경쟁사의 기술 동향을 파악할 수 있다.
- 시장 분석을 통해 국내외 경쟁사의 시장 동향을 파악할 수 있다.

## 2) 배합 설계

### 가) 수지 선정하기

- 고분자 복합 재료를 제조하기 위한 수지의 종류 및 특성을 파악할 수 있다.
- 고분자 복합 재료를 제조하기 위하여 혼련에 적합한 수지를 선정할 수 있다.
- 고분자 복합 재료의 특성을 나타내기 위한 수지의 조합과 비율을 결정할 수 있다.

### 나) 복합물 선정하기

- 고분자 복합 재료를 제조하기 위한 복합물의 종류 및 특성을 파악할 수 있다.
- 배합 설계를 하기 위하여 혼련에 적합한 복합물을 선정할 수 있다.
- 고분자 복합 재료를 제조하기 위한 복합물의 조합과 비율을 결정할 수 있다.

### 다) 첨가제 선정하기

- 고분자 복합 재료 제조하기 위한 첨가제의 종류 및 특성을 파악할 수 있다.
- 고분자 복합 재료 제조에 적합한 첨가제를 선정할 수 있다.
- 고분자 복합 재료를 제조하기 위하여 첨가제의 특성을 나타내는 함량과 비율을 결정할 수 있다.

## 3) 혼련

### 가) 혼련 준비하기

- 고분자 복합 재료를 제조하기 위하여 혼련 전에 혼련기의 내부 청소를 할 수 있다.
- 고분자 복합 재료를 제조하기 위하여 혼련기의 준비 상태를 점검하고 설정할 수 있다.
- 생산량과 생산 속도를 고려하여 원료의 소모량을 파악할 수 있다.
- 고분자 복합 재료를 제조하기 위하여 혼련기 주변 설비와 이송 라인의 이상 유무를 점검할 수 있다.

### 나) 원료 투입하기

- 혼련기에 원료를 투입하기 위하여 전처리가 필요한 원료를 구별할 수 있다.
- 호퍼 내에서 원료의 불균일한 공급을 막기 위하여 필요한 조치를 할 수 있다.
- 고분자 복합 재료를 제조하기 위하여 혼련기 내부로 원료를 투입할 수 있다.

### 다) 혼련하기

- 혼련기 내부로 원료 투입 후 제조의 안정화 여부를 확인할 수 있다.
- 혼련기에 대한 공정 설정 조건과 측정값을 비교 점검하여 혼련 상태를 확인할 수 있다.
- 제조된 고분자 복합 재료 토출물을 확인 후 분산 상태를 구별할 수 있다.

라) 토출 포장하기

- 혼련기에서 용융 혼합된 내용물의 토출 방법을 결정할 수 있다.
- 혼련기에서 용융 혼합된 토출물의 온도를 관리할 수 있다.
- 고객이 요구하는 상태로 토출물을 포장할 수 있다.
- 고분자 복합 재료의 제품을 포장 방법에 따라 보관, 관리할 수 있다.

4) 기능성 고분자의 합성

가) 중합 방법 검토하기

- 중합 방법을 실시하기 위하여 고분자 중합 반응의 원리를 파악하고 적용할 수 있다.
- 중합 방법을 수행하기 위하여 해당 기능성 고분자 중합 반응의 화학 반응을 확인하여 적용할 수 있다.
- 비커 스케일 테스트 결과에 따라 중합 설비의 운전 조건을 설정할 수 있다.
- 설정된 운전 조건에 따라 보유 설비의 적합성을 판단할 수 있다.
- 보유 설비가 적합하지 않은 경우 장비의 보완과 신규 설치를 검토하여 제안할 수 있다.

나) 중합 반응기 운전 조작하기

- 안전사고를 예방하기 위하여 중합 반응기 운전의 안전 수칙을 파악하고 실천할 수 있다.
- 장비를 효율적으로 운용하기 위하여 중합 반응기의 운전 방법을 파악하여 조작할 수 있다.
- 중합 반응기를 효율적으로 활용하기 위하여 운전 결과를 데이터 기록 장치에 입력하고 관리할 수 있다.
- 중합 반응 결과의 재현성을 확보하기 위하여 반응기를 점검, 정비할 수 있다.

다) 최적 조건 선정하기

- 중합 반응기의 최적 조건을 선정하기 위하여 주요 변수에 대하여 파악하고 설정할 수 있다.
- 중합 반응기 조건 선정에서 주요 변수가 한 가지일 경우 실험을 통해 최적 조건을 선정할 수 있다.

라) 중합 결과물 분석하기

- 중합 결과물을 분석하기 위하여 적절하게 시료를 채취할 수 있다.
- 채취된 중합 결과물을 분석하기 위하여 적합한 실험 방법을 선정하고 적용할 수 있다.
- 적합한 실험 방법에 따라 목표 물성에 대한 규격과 기능의 적합 여부를 판단할 수 있다.
- 중합 반응기 실험 결과를 효율적으로 활용하기 위하여 분석 결과를 기록, 관리할 수 있다.

## 5) 기능성 고분자의 개질

### 가) 베이스 레진 선정하기

- 베이스 레진을 선정하기 위하여 콤팩운딩 원리를 파악하여 적용할 수 있다.
- 베이스 레진을 선정하기 위하여 콤팩운딩용 베이스 레진의 기계적·열적 특성을 파악하여 적용할 수 있다.
- 기계적·열적 특성에 따라 목표 물성에 적합한 베이스 레진을 선정할 수 있다.
- 선정된 베이스 레진과 사용할 첨가제가 친화성을 가지는지 판단하여 적용할 수 있다.

### 나) 첨가제 선정하기

- 고분자 개질(reforming)을 위하여 첨가제의 특성을 파악하고 사용 여부를 판단할 수 있다.
- 기계적 물성을 충족하기 위하여 충전제의 종류와 특성을 파악하고 적용할 수 있다.
- 난연 성능을 충족하기 위하여 난연제의 종류와 특성을 파악하고 적용할 수 있다.
- 요구 물성을 충족하기 위하여 기능성 첨가제의 종류와 특성을 파악하고 적용할 수 있다.

### 다) 콤팩운딩 실시하기

- 효과적인 개질을 수행하기 위하여 선정된 베이스 레진과 첨가제에 적합한 콤팩운딩 방법을 선정할 수 있다.
- 원활한 콤팩운딩을 위하여 선정된 방법에 적합한 기계를 운전할 수 있다.
- 양호한 결과물을 얻기 위하여 콤팩운딩 기계의 최적 공정 조건을 설정하여 적용할 수 있다.

### 라) 개질 물성 분석하기

- 개질 물성을 분석하기 위하여 적합한 분석 기기를 선정할 수 있다.
- 개질 물성 분석을 위하여 관련된 분석 방법의 이론적 배경과 분석 기기의 매뉴얼을 파악하고 활용할 수 있다.
- 물성 분석에 적합한 시편을 준비하여 개질된 물성을 분석할 수 있다.
- 분석된 결과를 활용하여 개질의 적합성 여부를 판단하고 조치할 수 있다.

## 3. 교수·학습

- 가. 주어진 직무에 맞게 단계별 실무 기술 능력을 익혀 고분자 제품을 제조할 수 있도록 지도한다.
- 나. 고분자 제품 제조 시 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 다. 고분자 제품의 제조 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.

- 라. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 마. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도(고객 및 시장의 요구, 원료의 배합, 혼련 또는 합성, 출하 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 고분자 화학제품의 제조에 필요한 지식과 운전 조건의 숙지 여부와 운전 능력을 평가한다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
고객 요구 사항과 시장 분석	고객 면담 및 시장 동향을 조사한 결과를 합리적으로 분석하여 환류 할 수 있다.	고객 면담 및 시장 동향을 조사한 결과를 합리적으로 분석할 수 있다.	고객 면담 및 시장 동향을 조사한 결과를 정리할 수 있다.
배합 설계	수지, 복합물, 첨가제의 종류와 특성을 파악하여 적합한 종류를 선정할 수 있고, 함량이나 비율을 결정할 수 있다.	수지, 복합물, 첨가제의 종류와 특성을 파악하여 적합한 종류를 선정할 수 있다.	수지, 복합물, 첨가제의 종류와 특성을 파악하고 있다.
혼련	혼련 준비, 원료 투입, 혼련, 토출, 포장의 일련의 작업을 차질 없이 운용하고 지속적으로 관리할 수 있다.	혼련 준비, 원료 투입, 혼련, 토출, 포장의 일련의 작업을 차질 없이 운용할 수 있다.	혼련 준비, 원료 투입, 혼련, 토출, 포장의 일련의 작업을 지시에 따라 운용할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
기능성 고분자의 합성	중합 방법 점검, 중합 반응기 운전, 최적 조건 선정, 중합 결과물 분석 등의 일련의 작업을 차질 없이 운용하고 지속적으로 관리할 수 있다.	중합 방법 점검, 중합 반응기 운전, 최적 조건 선정, 중합 결과물 분석 등의 일련의 작업을 차질 없이 운용할 수 있다.	중합 방법 점검, 중합 반응기 운전, 최적 조건 선정, 중합 결과물 분석 등의 일련의 작업을 지시에 따라 운용할 수 있다.
기능성 고분자의 개질	베이스 레진 및 첨가제의 선정, 콤팩운딩, 개질 물성 분석 등의 일련의 작업을 차질 없이 운용하고 지속적으로 관리할 수 있다.	베이스 레진 및 첨가제의 선정, 콤팩운딩, 개질 물성 분석 등의 일련의 작업을 차질 없이 운용할 수 있다.	베이스 레진 및 첨가제의 선정, 콤팩운딩, 개질 물성 분석 등의 일련의 작업을 지시에 따라 운용할 수 있다.

[실무 과목]

## 6. 무기 공업 화학

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

화학 공업 관련 학과 학생들이 무기 공업 화학제품의 제조와 관련 있는 무기 화합물에 대한 화학 반응의 원리와 제조 방법을 이해하게 하고 무기 공업 화학 제조에 활용할 수 있는 기술 능력을 기르기 위한 것으로 기초 과목인 제조 화학을 이수하고 학습하는 것이 바람직하다.

학습 내용의 구성은 무기 공업 화학제품의 원료구매, 입고, 저장 및 시설관리, 원료투입, 생산, 공정관리 등으로 무기 공업 화학제품의 제조에 관한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

무기 공업 화학제품의 제조 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 무기 공업 화학제품의 제조 분야에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

### 2. 내용

#### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
질소질 비료 생산 (1702030102_13v1)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 질소질 비료 특성 파악하기</li><li>• 암모니아 생산하기</li><li>• 요소 생산하기</li><li>• 황산 암모늄 생산하기</li></ul>

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
인산질 비료 생산 (1702030103_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>인산질 비료 특성 파악하기</li> <li>용성 인비 생산하기</li> <li>과인산 석회 생산하기</li> <li>인산 생산하기</li> </ul>
칼리질 비료 생산 (1702030104_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>칼리질 비료 특성 파악하기</li> <li>황산칼륨 생산하기</li> <li>염화칼륨 공급하기</li> <li>황산칼륨 마그네슘 공급하기</li> </ul>
복합 비료 생산 (1702030105_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제1종 복합 비료 생산하기</li> <li>제2종 복합 비료 생산하기</li> <li>제3종 복합 비료 생산하기</li> <li>제4종 복합 비료 생산하기</li> <li>완효성 복합 비료 생산하기</li> </ul>
원료와 부재료 관리 (1702030201_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>구매 계획 수립하기</li> <li>입고 검사하기</li> <li>저장과 시설 관리하기</li> <li>입고 장비와 설비 운용하기</li> </ul>
제품 생산 (1702030202_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>공장 가동 전 준비하기</li> <li>원료와 부재료 투입하기</li> <li>제품 생산하기</li> <li>공정 관리하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

## 나. 영역별 성취기준

### 1) 질소질 비료 생산

#### 가) 질소질 비료 특성 파악하기

- 질소질 비료의 형태와 그 특성을 고려하여 비료 생산에 활용할 수 있다.
- 질소질 비료를 생산하기 위하여 질소질 비료의 제품별 제법 및 성질을 구분할 수 있다.

#### 나) 암모니아 생산하기

- 암모니아의 제품 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 원료 전처리를 위해서 탄화수소 원료를 탈황 시설을 통해 정제할 수 있다.
- 암모니아 생산에 필요한 수소를 얻기 위해서 탄화수소의 개질(reforming) 시설을 가동할 수 있다.
- 탈황 시설과 개질 시설을 통해 생산된 수소와 질소를 활용하여 고온·고압 조건에서 합성할 수 있다.

다) 요소 생산하기

- 요소의 제품 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 요소를 생산하기 위해 암모니아와 암모니아 제조 공정 중 발생된 이산화탄소를 고온·고압 조건에서 반응시켜 요소를 합성할 수 있다.
- 반제품 상태의 요소를 수요에 따라 제형을 달리할 수 있는 시설을 가동할 수 있다.
- 생산된 요소 제품을 사용 용도에 따라 보관 시설을 달리 운용할 수 있다.

라) 황산 암모늄 생산하기

- 황산 암모늄의 제품 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 암모니아와 황산을 주원료로 황산 암모늄을 생산하기 위한 합성 시설을 가동할 수 있다.
- 수분이 많은 반제품 상태의 황산 암모늄을 건조하기 위하여 건조기 시설을 가동할 수 있다.
- 반제품 상태의 황산 암모늄을 수요에 따라 제형을 달리할 수 있는 시설을 가동할 수 있다.
- 카프로락탐(caprolactam) 생산 공정에서 회수되는 암모니아와 황산을 반응시켜 황산 암모늄을 제조할 수 있다.

2) 인산질 비료 생산

가) 인산질 비료 특성 파악하기

- 인산질 비료의 형태와 그 특성을 파악할 수 있다.
- 인산질 비료를 생산하기 위하여 인산질 비료의 제품별 제법 및 성질을 구분할 수 있다.
- 인산질 비료의 사용 방법을 선택하고 결정할 수 있다.

나) 용성 인비 생산하기

- 용성 인비 제품 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 용성 인비를 생산하기 위해 인광석과 사문암을 분쇄하고 배합 시설을 가동할 수 있다.
- 일정 비율로 배합된 원료를 사용하여 용성 인비 제조용 용성로를 가동시킬 수 있다.
- 용성된 반제품을 사용 용도에 따라 제형을 달리 생산할 수 있다.

다) 과인산 석회 생산하기

- 과인산 석회 제품의 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 인광석과 황산 용액을 반응시켜 과인산 석회를 제조할 수 있다.
- 과인산 석회 반제품을 분말로 만들기 위하여 분쇄 시설을 가동할 수 있다.
- 입상 과인산 석회를 생산하기 위하여 조립·건조 시설을 가동할 수 있다.

라) 인산 생산하기

- 인산 제조를 위해 인광석 분쇄물을 투입할 수 있다

- 인산 생산을 위한 황산 제조 공장을 가동할 수 있다.
- 분쇄된 인광석과 황산을 일정 비율로 반응시켜 반제품 상태의 인산액을 제조할 수 있다.
- 반제품 상태의 인산액을 정제하기 위하여 여과 시설을 가동할 수 있다.

### 3) 칼리질 비료 생산

#### 가) 칼리질 비료 특성 파악하기

- 칼리질 비료의 형태와 그 특성을 고려하여 비료 생산에 적용할 수 있다.
- 칼리질 비료를 생산하기 위하여 칼리질 비료의 제품별 제법 및 성질을 구분할 수 있다.
- 칼리질 비료의 사용 방법을 선택하고 결정할 수 있다.

#### 나) 황산칼륨 생산하기

- 황산칼륨 제품의 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 주원료인 염화칼륨을 분말로 만드는 분쇄 시설을 가동할 수 있다.
- 분쇄된 염화칼륨과 황산 용액을 반응시켜 황산칼륨을 제조할 수 있다.
- 입상 황산칼륨을 생산하기 위한 조립 시설을 가동할 수 있다.

#### 다) 염화칼륨 공급하기

- 염화칼륨 제품의 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 염화칼륨 수입을 위한 원산지별 특징을 파악하고 공급 업체를 결정할 수 있다.
- 양질의 염화칼륨 공급을 위해서 수입된 제품을 보관하기 위한 방습 시설을 가동할 수 있다.
- 염화칼륨을 형태에 따라 분상과 입상으로 구분하여 포장할 수 있다.

#### 라) 황산칼륨 마그네슘 공급하기

- 황산칼륨 마그네슘 제품의 개요와 제법, 시장 여건과 수요를 파악할 수 있다.
- 황산칼륨 마그네슘 수입을 위한 원산지별 특징을 파악할 수 있다.
- 양질의 황산칼륨 마그네슘 공급을 위해서 수입된 제품을 보관하기 위한 방습 시설을 가동할 수 있다.
- 황산칼륨 마그네슘을 형태에 따라 분상과 입상으로 구분하여 포장할 수 있다.

### 4) 복합 비료 생산

#### 가) 제1종 복합 비료 생산하기

- 제1종 복합 비료 제품 특성을 파악할 수 있다.
- 암모니아, 인산, 황산으로부터 반응 슬러리(slurry)를 제조할 수 있다.
- 반응 슬러리를 필요에 따라 염화칼륨을 배합하여 입자화할 수 있다.

- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해서 완제품으로 검량·포장 생산할 수 있다.

나) 제2종 복합 비료 생산하기

- 제2종 복합 비료 제품 특성을 파악할 수 있다.
- 제1종 복합 비료와 질소질, 인산질, 칼리질 비료를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합할 수 있다.
- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 이용하여 입자화할 수 있다.
- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해서 완제품으로 검량·포장 생산할 수 있다.

다) 제3종 복합 비료 생산하기

- 제3종 복합 비료 제품 특성을 파악할 수 있다.
- 제1종 복합 비료, 질소질, 인산질, 칼리질 비료와 유기질 비료를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합할 수 있다.
- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 이용하여 입자화할 수 있다.
- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해서 완제품으로 검량·포장 생산할 수 있다.

라) 제4종 복합 비료 생산하기

- 제4종 복합 비료 제품 특성을 파악할 수 있다.
- 수용성의 질소질, 인산질, 칼리질 비료, 제1종 복합 비료 원료와 미량 요소를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합할 수 있다.
- 혼합 분쇄된 원료를 제형에 따라 수용제와 액제로 제조할 수 있다.
- 수용제의 경우는 건조기를 통해 수분을 제거하고, 액제의 경우에는 여과 시설을 통해 불순물을 제거하여 검량·포장 생산할 수 있다.

마) 완효성 복합 비료 생산하기

- 완효성 복합 비료 제품 특성을 파악할 수 있다.
- 생산 업체별 특성을 고려하여 피복 물질을 선정할 수 있다.
- 피복 공장에서 입상 요소나 복합 비료에 피복 물질을 피복할 수 있다.

5) 원료와 부재료 관리

가) 구매 계획 수립하기

- 안정적 생산을 위하여 원료와 부재료별 품질 규격과 물질 특성을 파악할 수 있다.
- 원단위와 생산 계획을 통하여 각 제품별로 적합한 원료 및 부재료의 종류와 필요 수량을 산정할 수 있다.
- 경제적인 원료 확보를 위해 적절한 구매처와 구매 방법을 결정할 수 있다.

- 작업자의 안전·보건을 위하여 원료의 물질안전보건자료(MSDS)를 확인할 수 있다.

#### 나) 입고 검사하기

- 최종 제품의 안정된 품질 유지를 위하여 원료와 부재료의 규격을 파악할 수 있다.
- 파악된 원료와 부재료의 입고 검사를 위하여 내부 검사 기기를 활용하여 검사할 수 있다.
- 내부 검사가 어려울 경우 외부 검사 기관에 의뢰하여 품질을 분석할 수 있다.
- 분석 결과를 해석하여 원료와 부재료의 사용 가능 여부를 판단하여 결정할 수 있다.

#### 다) 저장과 시설 관리하기

- 원료와 부재료의 투입 위치와 시간을 고려하여 적합한 저장 장소와 규모를 파악할 수 있다.
- 원료와 부재료의 물성에 적합한 저장 방법을 결정할 수 있다.
- 결정된 저장 방법에 따라 시설의 운전 규정을 파악할 수 있다.
- 운전 규정에 따라 저장 시설 관련 안전 규정을 준수할 수 있다.

#### 라) 입고 장비와 설비 운용하기

- 원료와 부재료의 특성에 적합한 이송 장비와 설비를 선정할 수 있다.
- 선정된 이송 장비와 설비에 대하여 조작과 운전 기술을 파악할 수 있다.
- 선정된 이송 장비와 설비 운용 시 안전과 환경을 고려하여 운전할 수 있다.
- 생산 공정에 따라 선정된 장비를 조작하여 원료와 부재료를 이송할 수 있다.

### 6) 제품 생산

#### 가) 공장 가동 전 준비하기

- 공장 가동 전 준비된 원료와 부재료를 배합하여 설비 투입에 적합한 상태인지 확인할 수 있다.
- 생산 설비에 필요한 원료와 부재료의 수량을 산정하여 투입할 수 있다.
- 환경, 안전, 보건에 대한 중점 요소를 파악하여 기록하고 보고할 수 있다.

#### 나) 원료와 부재료 투입하기

- 안정적 생산을 위하여 공정의 운전 조건을 확인하고 조치할 수 있다.
- 생산 계획과 공정 변화에 따라 원료와 부재료를 투입할 수 있다.
- 투입된 원료와 부재료가 생산 공정에 미치는 영향을 파악할 수 있다.
- 파악된 영향에 대하여 원인을 분석하고 조치할 수 있다.
- 생산 공정의 원활한 가동을 위하여 원료와 부재료의 안정적인 투입을 유지할 수 있다.

다) 제품 생산하기

- 안정적인 제품 생산을 위하여 최적화된 운전 조건을 확인할 수 있다.
- 최적화된 운전 조건에 따라 제품 생산이 되도록 유지할 수 있다.
- 제품 규격에 따라 생산된 제품의 품질과 생산성을 파악할 수 있다.
- 공정의 환경 변화에 따라 적합한 운전을 할 수 있다.

라) 공정 관리하기

- DCS를 통하여 전체 공정을 모니터링할 수 있다.
- 안정적인 생산을 위하여 공정에 대한 최적의 운전 조건을 유지할 수 있다.
- 긴급 상황이 발생할 경우 매뉴얼에 따라 신속하게 대처할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 주어진 직무에 맞게 단계별 실무 기술 능력을 익혀 무기 공업 화학제품을 제조할 수 있도록 지도한다.
- 나. 무기 공업 화학제품 제조 시 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 다. 무기 공업 화학제품의 제조 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 라. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 마. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

### 4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.

- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도(고객 및 시장의 요구, 원료의 배합, 혼련 또는 합성, 출하 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 무기 공업 화학제품의 제조에 필요한 지식과 운전 조건의 숙지 여부 및 운전 능력을 평가한다.

#### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
질소질 비료 생산	질소질 비료인 암모니아, 요소, 황산 암모늄의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 잘 파악하고 있어서 상황에 따라 효과적으로 운전할 수 있다.	질소질 비료인 암모니아, 요소, 황산 암모늄의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 파악하고 있어서 상황에 따라 운전할 수 있다.	질소질 비료인 암모니아, 요소, 황산 암모늄의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 파악하고 있어서 지시에 따라 운전할 수 있다.
인산질 비료 생산	인산질 비료인 용성 인비, 과인산 석회, 인산의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 잘 파악하고 있어서 상황에 따라 효과적으로 운전할 수 있다.	인산질 비료인 용성 인비, 과인산 석회, 인산의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 파악하고 있어서 상황에 따라 운전할 수 있다.	인산질 비료인 용성 인비, 과인산 석회, 인산의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 파악하고 있어서 지시에 따라 운전할 수 있다.
칼리질 비료 생산	칼리질 비료인 황산칼륨, 염화칼륨, 황산칼륨 마그네슘의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 잘 파악하고 있어서 상황에 따라 효과적으로 운전할 수 있다.	칼리질 비료인 황산칼륨, 염화칼륨, 황산칼륨 마그네슘의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 파악하고 있어서 상황에 따라 운전할 수 있다.	칼리질 비료인 황산칼륨, 염화칼륨, 황산칼륨 마그네슘의 특성, 시장 여건, 제법, 생산에 대해 파악하고 있어서 지시에 따라 운전할 수 있다.
복합 비료 생산	복합 비료의 제품 특성을 잘 파악하고 있고, 제품의 종류에 따라 적절하게 생산에 임할 수 있으며, 생산성 향상에 기여할 수 있다.	복합 비료의 제품 특성을 잘 파악하고 있고, 제품의 종류에 따라 생산에 임할 수 있다.	복합 비료의 제품 특성을 알고, 지시에 따라 생산에 임할 수 있다.
원료와 부재료 관리	안정적인 생산을 위해 생산 계획에 따라 원료를 경제적으로 확보하고 안전하고 건강하게 시설을 운용한다.	안정적인 생산을 위해 생산 계획에 따라 원료를 경제적으로 확보하고 시설을 운용한다.	안정적인 생산을 위해 생산 계획에 따라 시설을 운용한다.
제품 생산	공장 가동 준비, 원료와 부재료 투입, 제품 생산, 공정 관리를 전체적인 관점에서 유기적이고 체계적으로 운영하고 생산성 향상에 기여할 수 있다.	공장 가동 준비, 원료와 부재료 투입, 제품 생산, 공정 관리를 전체적인 관점에서 체계적으로 운영할 수 있다.	공장 가동 준비, 원료와 부재료 투입, 제품 생산, 공정 관리를 지시에 따라 운영하고 생산에 참여할 수 있다.

[실무 과목]

## 7. 정밀 화학제품 제조

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

정밀 화학제품 제조에 종사하는 화학 공업 기술자는 정밀 화학 관련 물질의 화학적 특성과 제조 반응의 원리를 이해하고 이를 응용할 수 있는 능력이 필요하다. 정밀 화학제품 제조의 실무 과목은 화학 반응을 통한 제품 생산에 이르기까지 실제 산업 현장에서 제조 기술자가 수행해야 하는 제반의 직무 내용을 중심으로 학습 내용을 구성하였으며, 기초 과목인 공업 화학을 이수하고 본 교과를 학습하는 것이 학습의 수월성 면에서 바람직하다.

학습 내용의 구성은 색소, 도료, 접착제, 계면 활성제, 첨가제 등에 대한 제품 제조 기술로서 정밀 화학제품 제조에 관한 작업 계획에서부터 제품 가공에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

정밀 화학제품 제조에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해함과 동시에, 실제 업무에 적용할 수 있는 다양한 제품 제조 분야(색소, 도료, 접착제, 계면 활성제, 첨가제 등)에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
색소 제조 제품 생산 (1703020304_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산 지시서 파악하기</li> <li>• 원료 용해 투입하기</li> <li>• 색소 합성하기</li> <li>• 여과·정제하기</li> <li>• 건조하기</li> <li>• 분쇄·포장하기</li> </ul>
도료 생산 (1703020404_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 전 준비하기</li> <li>• 제품 제조하기</li> <li>• 공정 검사하기</li> </ul>
접착제 제조 (1703020503_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 준비하기</li> <li>• 중합·정제하기</li> <li>• 배합·숙성하기</li> <li>• 공정 규격 관리하기</li> <li>• 포장 작업하기</li> </ul>
제품 생산(계면 활성제) (1703020102_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산 준비하기</li> <li>• 합성하기</li> <li>• 혼합하기</li> <li>• 분리·정제하기</li> <li>• 제형화하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 색소 제조 제품 생산

##### 가) 생산 지시서 파악하기

- 생산 지시서에 따라 필요한 원료의 종류와 수량을 파악할 수 있다.
- 생산 지시서에 따라 원료와 부자재의 규격을 확인하여 작업 준비를 할 수 있다.
- 생산 지시서에 따라 작업 순서 및 작업 방법을 파악할 수 있다.
- 생산 지시서의 생산 활동에서 준수해야 할 안전 규정, 주의 사항 등을 파악할 수 있다.

##### 나) 원료 용해 투입하기

- 작업 표준서에 명기된 원료를 준비할 수 있다.

- 용해된 각각의 원료 물질이 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
- 작업 표준서에 명기된 용해 공정 조건에 따라 원료 용해 작업을 수행할 수 있다.

#### 다) 색소 합성하기

- 작업 표준서에 따라 준비된 원료를 칭량하여 투입할 수 있다.
- 작업 표준서에 명시된 작업 조건과 반응 공정 조건을 준수하여 합성 공정 작업을 수행할 수 있다.
- 합성 공정의 단계별 반응 과정의 적정성을 확인할 수 있다.
- 합성물의 분석을 통하여 합성물이 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
- 합성 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

#### 라) 여과·정제하기

- 색소 합성 후 미반응 물질 또는 불순물을 분석할 수 있다.
- 색소 제품 및 불순물 함유 정도에 따라 여과·정제의 조건과 방법을 달리하여 결정할 수 있다.
- 작업 표준서에 따라 여과·정제 공정을 진행할 수 있다.
- 여과·정제 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

#### 마) 건조하기

- 작업 표준서에 따라 건조 조건과 방법을 확인할 수 있다.
- 작업 표준서에 따라 건조 공정 조건을 설정하고 작업을 진행할 수 있다.
- 건조 상태를 확인하기 위하여 수분 및 용제의 잔유량을 확인할 수 있다.
- 건조 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

#### 바) 분쇄·포장하기

- 작업 표준서에 따라 입자 크기에 따른 분쇄 조건과 방법을 확인할 수 있다.
- 작업 표준서에 따라 분쇄 공정 조건을 설정하고 작업을 진행할 수 있다.
- 분쇄 상태를 확인하기 위하여 색소 입자의 크기를 확인할 수 있다.
- 작업 표준서에 따라 정해진 용량에 맞추어 포장할 수 있다.
- 분쇄·포장 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

### 2) 도료생산

#### 가) 작업 전 준비하기

- 작업 지시서에 따라 세부적인 제조 공정(배합, 분산, 조정, 조색, 여과 포장)별 작업 방법, 주의 사항, 공정별 품질 기준을 파악할 수 있다.
- 생산 활동에 사용될 설비의 청소, 정비 상태를 확인하여 설비의 가동 준비를 할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 규격에 맞는 원료와 부자재를 확인하여 작업 준비를 할 수 있다.

- 작업 지시서에 따라 소요되는 인력을 파악하여 배치할 수 있다.
- 제조 과정에서 이상 상황 발생 시 대처 요령을 사전에 파악할 수 있다.

#### 나) 제품 제조하기

- 작업 지시서에 따라 원재료를 계량하여 배합할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 배합된 원재료를 균일하게 혼합할 수 있도록 분산 작업을 수행할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 분산된 반제품에 원재료를 추가 투입하여 표준 규격에 맞도록 조정 작업을 수행할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 조정 작업이 완료된 반제품에 원색 도료를 투입하여 조색 작업을 수행할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 도료 내의 이물질을 제거하기 위하여 여과 작업을 수행할 수 있다.

#### 다) 공정 검사하기

- 작업 지시서에 따라 설비의 정상 운전 여부를 파악할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 작업 중 반제품의 품질 검사를 수행할 수 있다.
- 반제품 품질 검사 결과를 통해 반제품의 정상 여부를 판단할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 공정 검사 결과를 기록·관리할 수 있다.

### 3) 접착제 제조

#### 가) 작업 준비하기

- 제품 표준서를 확인하여 필요한 원료의 종류와 양을 파악할 수 있다.
- 제조 설비 작동 방법을 확인하여 작업 순서 및 합성, 정제, 배합, 숙성, 포장, 이송, 용제 처리 등 공정 조건을 파악할 수 있다.
- 생산 설비를 점검하여 생산 활동에서 준수해야 할 안전 규정, 주의 사항, 위험 요소, 운전 상태 등을 확인할 수 있다.
- 제품 표준서에 따라 제품의 특성과 제품 품질 규격, 포장, 저장 방법을 파악할 수 있다.
- 제품 표준서를 숙지하여 제품 표준서의 오류를 발견하고 이를 수정, 보완, 재발행을 요청할 수 있다.

#### 나) 중합·정제하기

- 제품 표준서에 따라 규정된 원료를 칭량할 수 있다.
- 제품 표준서에 명시된 작업 조건과 반응 공정 조건을 준수하여 합성 공정 작업을 수행할 수 있다.

- 설정된 반응 공정에 따른 반응기 내 압력, 점도, 용제의 증발량, 반응 온도 등 공정의 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
- 합성물이 색상, 점도, 고형분, 젤(gel) 허용치 등의 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
- 반응 공정에서 온도의 급변, 용제의 과다 증발, 과다 젤 등 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

#### 다) 배합·숙성하기

- 제품 표준서의 원료 배합 순서를 확인하여 규정된 원료를 칭량할 수 있다.
- 제품 표준서의 온도, 교반 속도, 교반 시간과 같은 공정 조건에 따라 배합 공정 작업을 수행할 수 있다.
- 설정된 배합 공정에 따른 점도, 혼합 상태, 용융 상태 등의 공정 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
- 제품 표준서의 공정 규격을 준수하여 제품이 균일하게 혼합·숙성되어 있는지 확인할 수 있다.
- 배합 공정에서 용제의 증발, 배합 온도의 비정상 거동, 층 분리 등 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

#### 라) 공정 규격 관리하기

- 제품 표준서에 설정된 공정 규격에 따라 외관, 색상, 입도 분포, 분자량, 분자량 분포, 점도, 고형분 함량, 중합 금지제 함량 등 제품의 품질 상태를 파악할 수 있다.
- 반응 공정, 혼합 공정, 분리·정제 공정 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
- 미반응 또는 과반응 정도를 확인하여 반응 공정, 혼합 공정 시간을 관리할 수 있다.
- 제품 표준서의 공정 규격을 파악하여 제품의 순도, 수분, 용제 함량, 첨가제 함량 등이 규격에 맞게 제조되었는지 시험 의뢰할 수 있다.
- 분리·정제 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

#### 마) 포장 작업하기

- 포장 지시서에 따른 작업 방법을 파악할 수 있다.
- 포장 공정 흐름도를 파악할 수 있다.
- 접착제의 용제별 포장 용기의 재질 특성, 충전 조건을 파악할 수 있다.
- 접착제의 점도별 포장 용기의 재질 특성, 충전 조건을 파악할 수 있다.
- 접착제 이송 설비의 작동 원리, 용량 및 속도를 파악할 수 있다.
- 포장 작업 매뉴얼에 따른 포장 공정 관리 체크리스트를 작성, 관리할 수 있다.
- 포장 공정 불량률을 산출하고 관리할 수 있다.
- 포장재 관리 규정에 따라 포장 장치의 세척 방법에 대해 파악할 수 있다.

## 4) 제품 생산(계면 활성제)

## 가) 생산 준비하기

- 작업 지시서에 따라 필요한 원료의 종류와 양을 파악할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 작업 순서 및 반응, 혼합, 분리 정제, 제형화 등 공정 조건을 파악할 수 있다.
- 작업 지시서에서 생산 활동에 준수할 안전 규정, 주의 사항 등을 파악할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 제품의 특성과 제품 규격을 파악할 수 있다.

## 나) 합성하기

- 작업 지시서에 따라 규정된 원료를 칭량할 수 있다.
- 작업 지시서에 명시된 작업 조건과 반응 공정 조건을 준수하여 합성 공정 작업을 수행할 수 있다.
- 설정된 반응 공정에 따른 공정의 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
- 합성물이 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
- 반응 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

## 다) 혼합하기

- 작업 지시서의 원료 혼합 순서를 확인하여 규정된 원료를 칭량할 수 있다.
- 작업 지시서의 온도, 교반 속도, 교반 시간과 같은 공정 조건에 따라 혼합 공정 작업을 수행할 수 있다.
- 설정된 혼합 공정에 따른 공정 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
- 작업 지시서의 공정 규격을 고려하여 제품이 균일하게 혼합되어 있는지 확인할 수 있다.
- 혼합 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

## 라) 분리·정제하기

- 작업 지시서에 설정된 공정 규격에 따라 제품의 품질 상태를 확인할 수 있다.
- 불순물의 함유 정도를 확인하고 분리·정제의 조건과 방법을 설정할 수 있다.
- 분리·정제 공정 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
- 작업 지시서의 공정 규격을 고려하여 제품의 불순물을 제거하여 규격에 맞게 분리·정제되었는지 확인할 수 있다.
- 분리·정제 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

## 마) 제형화하기

- 작업 지시서에 따라 모양, 색상, 입자 크기에 따른 제형화의 조건과 방법을 확인할 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 제형화 공정 조건을 설정할 수 있다.

- 설정된 제형화 공정상의 작업 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
- 제품이 작업 지시서에 규정된 모양과 일치하는지 확인할 수 있다.
- 제형화 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급 조치를 할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 주어진 직무에 맞게 단계별 실무 기술 능력을 익혀 정밀 화학제품을 제조할 수 있도록 지도한다.
- 나. 정밀 화학제품에 필요한 기초적 지식과 제조의 원리를 실습과 연계하여 이해하기 쉽도록 지도한다.
- 다. 정밀 화학제품 제조 시 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 라. 제조공정 흐름에 따른 정밀 화학제품 제조 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. 제조 공정별로 구체적이고 자세하게 설명하여, 학생들이 교재의 실습 순서와 방법을 알고 정밀 화학제품을 제조할 수 있는 능력을 익힐 수 있도록 지도한다.
- 바. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 정밀 화학제품 공정 및 기기의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 사. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 아. 관련 업체와 서로 연계할 수 있는 방안을 모색하여 학생들이 교과 내용을 충분히 이해하고 습득할 수 있도록 하고, 산업 현장에 진출 시 현장 적응력이 떨어지지 않고 바로 실무에 종사할 수 있는 자질과 능력을 갖추도록 하는 데 중점을 두어 지도한다.

### 4. 평가

#### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.

- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 학생들이 수행하여야 할 과제를 구체적으로 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

#### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
색소 제조 제품 생산	염·안료 색소 제품 생산을 위한 생산 지시서 파악, 원료 용해 투입, 합성, 여과·정제, 건조, 분쇄·포장 공정을 다른 사람에게 구체적인 내용을 덧붙여 설명하면서 능숙하게 색소 제조 제품을 생산할 수 있다.	염·안료 색소 제품 생산을 위한 생산 지시서 파악, 원료 용해 투입, 합성, 여과·정제, 건조, 분쇄·포장 공정을 다른 사람에게 설명하면서 색소 제조 제품을 생산할 수 있다.	염·안료 색소 제품 생산을 위한 생산 지시서 파악, 원료 용해 투입, 합성, 여과·정제, 건조, 분쇄·포장 공정에 맞추어 색소 제조 제품을 생산할 수 있다.
도료 생산	도료 제조에 따른 완제품을 생산하기 위해 작업 전 준비, 제품 제조, 공정 검사 과정을 전반적으로 구체적인 내용을 덧붙여 설명하며, 도료 생산 방법을 지시하고 도료를 생산할 수 있다.	도료 제조에 따른 완제품을 생산하기 위해 작업 전 준비, 제품 제조, 공정 검사 과정을 전반적으로 설명하며, 도료 생산 방법을 지시하고 도료를 생산할 수 있다.	도료 제조에 따른 완제품을 생산하기 위해 작업 전 준비, 제품 제조, 공정 검사 과정을 이해하고 도료를 생산할 수 있다.
접착제 제조	제품 표준서에 따라 작업 준비, 중합·정제, 배합·숙성, 공정 규격 확인, 포장 공정에 대해 전반적으로 구체적인 내용을 덧붙여 설명하며, 접착제 생산 방법을 지시하고 접착제를 생산할 수 있다.	제품 표준서에 따라 작업 준비, 중합·정제, 배합·숙성, 공정 규격 확인, 포장 공정에 대해 전반적으로 설명하며, 접착제 생산 방법을 지시하고 접착제를 생산할 수 있다.	제품 표준서에 따라 작업 준비, 중합·정제, 배합·숙성, 공정 규격 확인, 포장 공정을 이해하고 접착제를 생산할 수 있다.
제품생산 (계면활성제)	작업 지시서 파악, 생산 준비, 합성, 혼합, 분리정제, 제형화 공정에 대해 전반적으로 구체적인 내용을 덧붙여 설명하며, 계면활성제 생산 방법을 지시하고 계면활성제를 생산할 수 있다.	작업 지시서 파악, 생산 준비, 합성, 혼합, 분리 정제, 제형화 공정에 대해 전반적으로 설명하며, 계면활성제 생산 방법을 지시하고 계면활성제를 생산할 수 있다.	작업 지시서 파악, 생산 준비, 합성, 혼합, 분리 정제, 제형화 공정을 이해하며 계면활성제를 생산할 수 있다.

[실무 과목]

## 8. 바이오 화학제품 제조

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

바이오 화학제품 제조에 종사하는 화학 공업 기술자는 바이오 화학 관련 물질의 화학적 특성과 제조 반응의 원리를 이해하고 이를 응용할 수 있는 능력이 필요하다. 바이오 화학제품 제조의 실무 과목은 화학 반응을 통한 제품 생산에 이르기까지 실제 산업 현장에서 제조 기술자가 수행해야 하는 제반의 직무 내용을 중심으로 학습 내용을 구성하였으며, 기초 과목인 공업 화학과 단위 조작을 이수하고 본 교과를 학습하는 것이 학습의 수월성 면에서 바람직하다.

학습 내용의 구성은 범용 바이오 화학 소재 제조, 특수 바이오 화학제품 제조 등에 대한 제품 제조 기술로서 바이오 화학제품 제조에 관한 작업 계획에서부터 제품 제조에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

바이오 화학제품 제조에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해함과 동시에, 실제 업무에 적용할 수 있는 다양한 제품 제조 분야(범용 바이오 화학 소재 제조, 특수 바이오 화학제품 제조 등)에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
배지 조제(범용 바이오 화학 소재) (1703040102_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저울 검·교정 확인하기</li> <li>• 원료 칭량하기</li> <li>• 조제조에 투입하기</li> <li>• 관련 기기 유지·보수하기</li> </ul>
멸균(범용 바이오 화학 소재) (1703040103_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주의 사항 확인하기</li> <li>• 멸균기를 이용하여 배지 멸균하기</li> <li>• 멸균 여부 확인하기</li> <li>• 멸균기 유지·보수하기</li> </ul>
배양(특수 바이오 화학제품) (1703040302_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세포주 관리하기</li> <li>• 배지 조제하기</li> <li>• 멸균하기</li> <li>• 배양하기</li> </ul>
제제화(특수 바이오 화학제품) (1703040305_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 혼합하기</li> <li>• 건조하기</li> <li>• 분쇄하기</li> <li>• 제품 성형하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 배지 조제(범용 바이오 화학 소재)

##### 가) 저울 검·교정 확인하기

- 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 전용 저울의 상태를 사전에 점검할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 전용 저울의 영점을 조절할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 검·교정 완료 일지를 작성할 수 있다.

##### 나) 원료 칭량하기

- 배지 조제 작업 표준서에 따라 필요한 원료를 준비할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 검·교정이 완료된 저울을 이용하여 각각의 원료를 칭량할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량된 각각의 원료를 재검정할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량된 각각의 원료를 명칭별로 구분하기 위해 라벨을 붙이고 보관할 수 있다.

- 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량 일지를 작성할 수 있다.

다) 조제조에 투입하기

- 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량된 각각의 원료를 순서에 따라 조제조에 투입할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 조제조에 투입된 각종 원료의 혼합 및 용해의 상태를 확인할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 조제조에 투입되어 용해된 원료의 혼합액을 pH, 온도, 액량을 통해 분석할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 원료 용해액의 준비 완료를 기록, 보고할 수 있다.

라) 관련 기기 유지·보수하기

- 배지 조제 작업 표준서에 따라 저울, 펌프 등 배지 조제 관련 기기의 정상 상태 여부를 점검할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 관련 기기의 청소, 윤활유 주입 및 벨트, 밸브, 필터 등 소모품교체를 할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 관련 기기의 점검 일지를 작성할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 관련 기기의 수리 일자를 작성할 수 있다.
- 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 관련 기기의 수리 의뢰서를 작성할 수 있다.

## 2) 멸균(범용 바이오 화학 소재)

가) 주의 사항 확인하기

- 멸균 작업 표준서와 전 근무자의 현장 상태 전달 사항 및 인수인계에 따라 멸균기 운전의 주의 사항을 확인할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서와 전 근무자의 인수인계 사항에 따라 멸균기의 상태를 조사, 확인할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서와 전 근무자의 인수인계 사항에 따라 멸균기의 이상 상태를 정상화할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 멸균기의 점검 일지를 작성, 보고, 공유할 수 있다.

나) 멸균기를 이용하여 배지 멸균하기

- 멸균 작업 표준서에 따라 멸균기와 발효기의 공멸균 상태를 확인할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 배지 조제조의 배지 조제 완료 상태를 확인할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 멸균기를 가동하여 배지를 멸균할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 배지 멸균 작업을 완료하고 일지를 작성할 수 있다.

다) 멸균 여부 확인하기

- 멸균 작업 표준서에 따라 멸균 완료된 배지의 무균 시료를 채취할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 무균 채취된 시료액을 현미경 검정 또는 고체 배양 방법으로 오염 여부를 확인할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 오염 일지를 작성, 보고할 수 있다.

라) 멸균기 유지·보수하기

- 멸균 작업 표준서에 따라 펌프, 밸브, 압력기, 온도계, 탱크 등 멸균 관련 기기의 정상 상태 여부를 점검할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 멸균 관련 기기의 청소, 윤활유 주입, 누출 여부 확인, 소모품 교체를 할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 멸균 관련 기기의 점검 일지, 수리 일지를 작성할 수 있다.
- 멸균 작업 표준서에 따라 멸균 관련 기기의 수리 의뢰서를 작성할 수 있다.

3) 배양(특수 바이오 화학제품)

가) 세포주 관리하기

- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 각 세포주별로 순수 계대 배양을 할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 주 생산 세포주와 작업 생산 세포주를 구분하여 광유 보존, 건조, 동결 건조, 초저온 동결 보존 등을 할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 보관된 세포를 배양할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 배양된 세포주가 정상적인 세포주인지 현미경 검정법, 고체 배양법, 염색법, 화학 반응을 통해 오염과 활성 여부를 확인할 수 있다.
- 배양된 세포주가 정상적인 세포주인지, 배양 관련 표준 작업 지침서의 분석법에 따라 최종생산물 생산 여부를 확인할 수 있다.

나) 배지 조제하기

- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 각 배지별로 정량의 원재료·부재료를 준비할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 각 배지별 원재료·부재료를 순서대로 혼합할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 고온, 고압, 필터링을 통해 멸균할 수 있다.

다) 멸균하기

- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 무균 조작을 수행할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 딸 소독, 살균, 멸균을 확인하여 수행할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 고압 증기 멸균법, 저온 살균법, 간헐 멸균법, 화염 멸균법, 건열 멸균법, 방사선 멸균법, 여과 멸균법을 통한 물리적 제거방법으로 멸균할 수 있다.

- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 가스와 액체를 사용하여 화학적 제거 방법으로 멸균할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 현미경 검경법, 고체 배양법을 통해 멸균 여부를 확인할 수 있다.

#### 라) 배양하기

- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 세포주별 배양 조건 및 배양기를 확인할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 각 배양액의 오염 여부를 확인한 후 다음 단계의 배양 공정 장치에 집중할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서의 온도, pH, 산소, 이산화탄소, 교반 속도, 소포와 같은 운전 조건에 따라 배양 공정을 수행할 수 있다.
- 오염 발생 시 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 운전을 중지하고 보고할 수 있다.
- 배양 관련 표준 작업 지침서에 따라 정제수, 염기, 증기를 이용하여 배양 장치를 세척할 수 있다.

### 4) 제제화(특수 바이오 화학제품)

#### 가) 혼합하기

- 혼합 표준 작업 지침서에 따라 혼합할 원료들을 확인하고 검수할 수 있다.
- 혼합 표준 작업 지침서에 따라 이전 작업 후 청소 유무, 멸균 처리 완료 등의 혼합기 위생 상태를 점검하고 청결 유무를 판단할 수 있다.
- 혼합 표준 작업 지침서에 따라 원료의 정량 및 배합 순서를 확인하고 온도를 조절할 수 있다.
- 혼합 표준 작업 지침서에 따라 원액 해동, 산화 방지제, 완충 용액 등을 투입하고, 교반하면서 기준에 맞는 농도, pH, 삼투압, 점도 및 점도 등을 맞출 수 있다.
- 혼합 표준 작업 지침서에 따라 혼합의 완성도를 점도, 점도에 따라 판단하고 작업을 중지할 수 있다.
- 혼합 표준 작업 지침서에 따라 제형에 이상 발생 시 원재료·부재료, 정비, 공정, 작업자에 대하여 생산 경로를 추적할 수 있다.

#### 나) 건조하기

- 제품 특성에 따른 분말 형태나 동결 건조 형태를 요구하는 제품에 대한 건조 공정 실시 여부를 확인할 수 있다.
- 건조 표준 작업 지침서에 따라 건조 온도, 건조 시간, 압력 등 건조 조건을 설정하고 건조기를 운전할 수 있다.
- 건조 표준 작업 지침서의 운전 조건에 따라 혼합물의 건조 정도를 판단하고 작업을 중지할 수 있다.

다) 분쇄하기

- 제품의 특성상 분말 형태를 요구하는 경우, 분쇄 표준 작업 지침서에 따라 건조물을 고른 입자 상태로 만들기 위한 분쇄 속도, 분쇄 시간 등 분쇄 작업 조건을 확인할 수 있다.
- 분쇄 표준 작업 지침서에 따라 확인한 공정 조건을 설정하고 기기를 운전할 수 있다.
- 분쇄 표준 작업 지침서에 따라 분쇄 상태를 입도 크기 등에 의해 판단하고 작업을 중지할 수 있다.

라) 제품 성형하기

- 전단계의 혼합, 건조, 분쇄 공정이 제품 성형하기에 적절한 상태인지 공정 중 품질 검사 결과를 통해 판단할 수 있다.
- 고형제의 경우 제품 성형 관련 표준 작업 지침서에 따라 제품의 목적에 맞는 적절한 형태로 성형하기 위해 타정, 충전, 젤화 공정 실시 또는 생략을 확인할 수 있다.
- 제품 성형 관련 표준 작업 지침서에 따라 확인한 공정 조건을 설정하고 기기를 운전할 수 있다.
- 제품 성형 관련 표준 작업 지침서에 따라 성형 상태를 판단하고 작업을 중지할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 주어진 직무에 맞게 단계별 실무 기술 능력을 익혀 바이오 화학제품을 제조할 수 있도록 지도한다.
- 나. 바이오 화학제품에 필요한 기초적 지식과 제조의 원리를 실습과 연계하여 이해하기 쉽도록 지도한다.
- 다. 바이오 화학제품 제조 시 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 라. 제조 공정 흐름에 따른 바이오 화학제품 제조 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. 제조 공정별로 구체적이고 자세하게 설명하여, 학생들이 교재의 실습 순서와 방법을 알고 바이오 화학제품을 제조할 수 있는 능력을 익힐 수 있도록 지도한다.
- 바. 바이오 화학제품 제조에 사용되는 각종 기기 및 기구의 조작법을 익혀 바이오 제품 제조에서 능숙하게 다룰 수 있도록 지도한다.
- 사. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 바이오 화학제품 공정 및 기기의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 아. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

자. 관련 업체와 서로 연계할 수 있는 방안을 모색하여 학생들이 교과 내용을 충분히 이해하고 습득할 수 있도록 하고, 산업 현장에 진출 시 현장 적응력이 떨어지지 않고 바로 실무에 종사할 수 있는 자질과 능력을 갖추도록 하는 데 중점을 두어 지도한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 학생들이 수행하여야 할 과제를 구체적으로 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 7) 학생들 스스로 계획, 실습 준비 및 진행 과정, 동료와의 협력 등을 평가하게 하고, 이를 평가에 반영한다.
- 8) 학생들이 자기 주도적으로 학습 내용에 대해 조사한 내용, 실습 과정 중에 새롭게 인지하거나 생각해 낸 창의적인 내용, 학습자들 사이에 토론한 내용 등은 실습 보고서를 활용하여 평가한다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
배지 조제 (범용 바이오 화학 소재)	배지 조제 작업을 위하여 저울 검·교정 확인, 원료 칭량, 조제조 투입, 관련 기기 유지·보수 등의 공정을 다른 사람에게 구체적인 내용을 덧붙여 설명하면서 능숙하 게 배지를 조제할 수 있다.	배지 조제 작업을 위하여 저울 검·교정 확인, 원료 칭량, 조제조 투입, 관련 기기 유지·보수 등의 공정을 다른 사람에게 설명하면서 배지를 조제할 수 있다.	배지 조제 작업을 위하여 저울 검·교정 확인, 원료 칭량, 조제조 투입, 관련 기기 유지·보수 등의 공정에 맞추어 배지를 조제할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
멸균 (범용 바이오 화학 소재)	멸균 작업 표준서에 따라 멸균 시 주의 사항 확인, 멸균기를 이용한 배지 멸균, 멸균 여부 확인, 멸균 기 유지·보수 등의 공정을 다른 사람에게 구체적인 내용을 덧붙여 설명하면서 능숙하게 멸균 작업을 할 수 있다.	멸균 작업 표준서에 따라 멸균 시 주의 사항 확인, 멸균기를 이용한 배지 멸균, 멸균 여부 확인, 멸균 기 유지·보수 등의 공정을 다른 사람에게 설명하면서 멸균 작업을 할 수 있다.	멸균 작업 표준서에 따라 멸균 시 주의 사항 확인, 멸균기를 이용한 배지 멸균, 멸균 여부 확인, 멸균 기 유지·보수 등의 공정에 맞추어 멸균 작업을 할 수 있다.
배양 (특수 바이오 화학제품)	배양 관련 표준 작업 지침서에 따 라 세포주 관리, 배지 조제, 멸균, 배양 공정을 다른 사람에게 새로 운 예를 들어 설명하면서 배양 작 업을 할 수 있다.	배양 관련 표준 작업 지침서에 따 라 세포주 관리, 배지 조제, 멸균, 배양 공정을 다른 사람에게 설명 하면서 배양 작업을 할 수 있다.	배양 관련 표준 작업 지침서에 따 라 세포주 관리, 배지 조제, 멸균, 배양 공정에 맞추어 배양 작업을 할 수 있다.
제제화 (특수 바이오 화학제품)	혼합 표준 작업 지침서에 따라 혼 합, 건조, 분쇄, 제품 성형 공정을 다른 사람에게 구체적인 내용을 덧붙여 설명하면서 능숙하게 작업 할 수 있다.	혼합 표준 작업 지침서에 따라 혼 합, 건조, 분쇄, 제품 성형 공정을 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	혼합 표준 작업 지침서에 따라 혼 합, 건조, 분쇄, 제품 성형 공정에 맞추어 작업할 수 있다.

[실무 과목]

## 9. 플라스틱 성형과 가공

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

화학 공업 관련 학과 학생들이 플라스틱 성형과 가공에 관한 기술을 습득하여, 플라스틱 성형과 가공 기술에 활용할 수 있는 능력을 기르도록 하기 위한 것으로, 기초과목인 제조 화학을 이수하고 학습하는 것이 학습의 수월성 면에서 바람직하다.

이수해야 할 내용은 압·사출 성형, 코팅 성형, 중공·진공 성형, 콤팩운딩 등에 대한 제품 제조 기술로서 플라스틱 제품 제조에 관한 작업 계획에서부터 제품 성형과 가공에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

플라스틱 제품 제조에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해함과 동시에, 실제 업무에 적용할 수 있는 다양한 제품 제조 분야(압·사출 성형, 코팅 성형, 중공·진공 성형, 콤팩운딩 등)에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

## 2. 내용

### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
압출 성형 작업 (1704010104_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>작업 준비하기</li> <li>성형품 검사하기</li> <li>압출 작업 후 청소하기</li> </ul>
코팅 공정 (1704010205_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>코팅 물성 평가하기</li> <li>코팅 공정 표준 작성하기</li> </ul>
컴파운딩 작업 (1704010404_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>작업 준비하기</li> <li>컴파운딩 제품 생산하기</li> <li>컴파운딩 제품 검사하기</li> <li>정리 정돈하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

### 나. 영역별 성취기준

#### 1) 압출 성형 작업

##### 가) 작업 준비하기

- 압출 성형 작업을 위하여 원재료의 배합, 운반, 해체, 이송을 점검하여 성형 작업을 준비할 수 있다.
- 압출 성형 작업을 위하여 전원을 점검하고 스크루와 다이의 예비 가열, 냉각 라인을 점검할 수 있다.
- 압출 성형 작업을 위하여 컨트롤 패널의 지시기, 온도계, 전기 관련 접촉기를 점검할 수 있다.
- 압출 성형 작업을 위하여 사이징(sizing), 이송 공정을 점검하여 성형 작업을 준비할 수 있다.

##### 나) 성형품 검사하기

- 작업 공정 중 육안이나 기기 검사에 따라 성형품의 외관 검사나 이물검사에 적용할 수 있다.
- 샘플링 검사에 따라 요구된 성형품의 검사에 적용할 수 있다.
- 성형품의 물성 검사, 특성 검사, 기기 검사에 따라 최종 성형품 검사에 적용할 수 있다.

##### 다) 압출 작업 후 청소하기

- 압출기의 구조와 특성을 파악하여 압출 작업 후 압출기 청소에 적용할 수 있다.

- 원재료별 특성을 파악하여 스크루와 다이의 청소 방법에 적용할 수 있다.
- 사이징, 이송 공정의 특성을 파악하여 압출 후 각 공정별 청소 방법에 적용할 수 있다.

## 2) 코팅 공정

### 가) 코팅 물성 평가하기

- 코팅 제품 물성 평가를 위하여 평가 항목을 선정할 수 있다.
- 코팅 제품 물성 평가 항목을 위한 세부 평가 방법을 수립할 수 있다.
- 수립된 평가 방법에 따라 코팅 제품의 물성을 파악할 수 있다.
- 코팅 제품과 코팅 공정과의 최적화 연계성을 파악할 수 있다.

### 나) 코팅 공정표준 작성하기

- 적용되는 장비와 단위 공정의 중요도, 관리 순서를 결정할 수 있다.
- 확정된 코팅 공정 기준에 따라 최적화된 코팅 조건을 정립할 수 있다.
- 코팅 공정의 효율적인 관리를 통하여 표준화된 매뉴얼을 작성할 수 있다.
- 고객의 요구 사항과 표준 규격에 따라 코팅 공정 표준을 설계할 수 있다.

## 3) 콤파운딩 작업

### 가) 작업 준비하기

- 제조 사양서를 파악하여 작업 준비를 할 수 있다.
- 콤파운딩 제품을 생산하기 위하여 원재료·부재료와 첨가제를 계량하여 준비할 수 있다.
- 콤파운딩 작업을 위하여 설비를 예열하고 냉각 라인을 점검할 수 있다.
- 콤파운딩 작업을 위하여 혼합기 조작반과 각종 센서를 점검하고 조치할 수 있다.
- 원활한 커팅과 이송 공정을 위하여 설비를 점검할 수 있다.

### 나) 콤파운딩 제품 생산하기

- 요구되는 콤파운딩 제품 생산을 위하여 압출기 내부를 퍼징할 수 있다.
- 초기 생산을 통해 콤파운딩 제품의 상태를 검사할 수 있다.
- 콤파운딩 제품 검사 결과에 따라 생산 조건을 변경할 수 있다.
- 최적의 생산 조건으로 콤파운딩 제품을 생산할 수 있다.

### 다) 콤파운딩 제품 검사하기

- 생산되고 있는 콤파운딩 제품의 품질을 관리하기 위하여 기초 검사 항목을 선정할 수 있다.
- 기초 검사 항목에 따라 콤파운딩 제품의 시료를 준비할 수 있다.
- 준비된 시료를 항목에 따라 검사할 수 있다.

- 검사 결과에 따라 콤팩운딩 제품 생산 조건을 반영할 수 있다.

라) 정리 정돈하기

- 생산주변을 점검하여 정리 정돈할 수 있다.
- 원재료·부재료별 특성을 파악하여 콤팩운딩 설비의 청소 방법에 적용할 수 있다.
- 콤팩운딩 설비의 구조와 특성을 파악하여 작업 후 설비를 청소할 수 있다.
- 사용된 원재료·부재료를 종류별로 정리하고 보관할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 주어진 직무에 맞게 단계별 실무 기술 능력을 익혀 플라스틱 성형과 가공 제품을 제조할 수 있도록 지도한다.
- 나. 플라스틱 성형과 가공 제품에 필요한 기초적 지식과 제조의 원리를 실습과 연계하여 이해하기 쉽도록 지도한다.
- 다. 플라스틱 성형과 가공 제품 제조 시 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 라. 제조 공정 흐름에 따른 플라스틱 성형과 가공 제품 제조 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. 제조 공정별로 구체적이고 자세하게 설명하여, 학생들이 교재의 실습 순서와 방법을 알고 플라스틱 성형과 가공 제품을 제조할 수 있는 능력을 익힐 수 있도록 지도한다.
- 바. 플라스틱 성형과 가공 제품 제조에 사용되는 각종 기기 및 기구의 조작법을 익혀 플라스틱 성형과 가공 제품 제조에서 능숙하게 다룰 수 있도록 지도한다.
- 사. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 플라스틱 성형과 가공 제품 공정 및 기기의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 아. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 자. 관련 업체와 서로 연계할 수 있는 방안을 모색하여 학생들이 교과 내용을 충분히 이해하고 습득할 수 있도록 하고, 산업 현장에 진출 시 현장 적응력이 떨어지지 않고 바로 실무에 종사할 수 있는 자질과 능력을 갖추도록 하는 데 중점을 두어 지도한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 학생들이 수행하여야 할 과제를 구체적으로 제시하고 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 7) 학생들 스스로 계획, 실습 준비 및 진행 과정, 동료와의 협력 등을 평가하게 하고, 이를 평가에 반영한다.
- 8) 학생들이 자기 주도적으로 학습 내용에 대해 조사한 내용, 실습 과정 중에 새롭게 인지하거나 생각해 낸 창의적인 내용, 학습자들 사이에 토론한 내용 등은 실습 보고서를 활용하여 평가한다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
압축 성형 작업	압출 성형품을 생산하기 위하여 압출 작업 준비, 성형 조건과 압출 라인을 설정, 압출 기계 조작, 통계적 공정, 성형품 검사, 압출 작업 후 청소 공정을 다른 사람에게 구체적인 내용을 덧붙여 설명하면서 능숙하게 압출 성형 작업을 할 수 있다.	압출 성형품을 생산하기 위하여 압출 작업 준비, 성형 조건과 압출 라인을 설정, 압출 기계 조작, 통계적 공정, 성형품 검사, 압출 작업 후 청소 공정을 다른 사람에게 설명하면서 압출 성형 작업을 할 수 있다.	압출 성형품을 생산하기 위하여 압출 작업 준비, 성형 조건과 압출 라인을 설정, 압출 기계 조작, 통계적 공정, 성형품 검사, 압출 작업 후 청소 공정에 맞추어 압출 성형 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
코팅 공정	코팅 제품의 생산을 위하여 코팅 장비 선정, 코팅 조건 설계, 코팅 물성 평가, 코팅 공정 표준 작성 공정을 다른 사람에게 구체적인 내용을 덧붙여 설명하면서 능숙하게 작업할 수 있다.	코팅 제품의 생산을 위하여 코팅 장비 선정, 코팅 조건 설계, 코팅 물성 평가, 코팅 공정 표준 작성 공정을 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	코팅 제품의 생산을 위하여 코팅 장비 선정, 코팅 조건 설계, 코팅 물성 평가, 코팅 공정 표준 작성 공정에 맞추어 작업할 수 있다.
컴파운딩 작업	컴파운딩 제품을 생산하기 위하여 작업 준비를 통해 제품을 생산하고, 생산된 제품을 검사 후 정리 정돈하는 과정을 다른 사람에게 구체적인 내용을 덧붙여 설명하면서 능숙하게 작업할 수 있다.	컴파운딩 제품을 생산하기 위하여 작업 준비를 통해 제품을 생산하고, 생산된 제품을 검사 후 정리 정돈하는 과정을 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	컴파운딩 제품을 생산하기 위하여 작업 준비를 통해 제품을 생산하고, 생산된 제품을 검사 후 정리 정돈하는 과정에 맞추어 작업할 수 있다.

[실무 과목]

## 10. 생산 품질 관리와 설비 관리

### 1. 성격 및 목표

#### 가. 성격

화학 공업 관련 학과 학생들은 생산 품질 관리와 설비 관리에 관한 기초 지식과 응용 기술을 익혀 화학 공업에서 사용되는 생산 설비가 정상 가동될 수 있도록 유지·보수하고, 제품의 품질 관리가 원활히 이루어지도록 설비를 효율적으로 관리할 수 있는 능력이 필요하다.

이수해야 할 내용은 합성수지 제조의 설비 유지·보수 관리, 석유 제품 제조의 설비 관리, 계면 활성제 제조의 설비 유지·보수 등으로 화학 공업에서 사용되는 설비에 관한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

#### 나. 목표

생산 품질 관리 및 설비 관리와 관련된 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하여, 화학 공업 분야의 생산 품질 관리 및 설비 관리 분야에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

### 2. 내용

#### 가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
설비 유지·보수 관리(합성수지) (1702020207_13v1)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 유지·보수 계획 수립하기</li><li>• 공정 설비 점검하기</li><li>• 설비 보수·정비하기</li></ul>

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
설비 관리(석유 제품 제조) (1702010105_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설비별 주요 특성 파악하기</li> <li>• 고정 설비 관리하기</li> <li>• 회전 기계 설비 관리하기</li> <li>• 계전 설비 관리하기</li> </ul>
설비 유지·보수(계면 활성제) (1703020105_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설비 유지·보수 계획 수립하기</li> <li>• 설비 점검·정비하기</li> <li>• 설비 이력 관리하기</li> </ul>

\* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

## 나. 영역별 성취기준

### 1) 설비 유지·보수 관리(합성수지)

#### 가) 유지·보수 계획 수립하기

- 설비 종류에 따라 설비 정보를 데이터베이스화할 수 있다.
- 최신 자료 갱신과 빠른 검색을 위해서 설비 관련 기술 자료를 체계적으로 관리할 수 있다.
- 재고 자산의 비용 감축을 위해 필요한 예비 부품을 선정하고 적정 재고를 확보할 수 있다.
- 유지·보수 계획에 따라 정비에 필요한 장비, 공구, 인력을 확보할 수 있다.

#### 나) 공정 설비 점검하기

- 설비 고장 시 진단 장비를 활용하여 고장 원인을 조사할 수 있다.
- 비파괴 검사 기법과 설비 측정 장비를 활용하여 설비의 결함을 점검할 수 있다.
- 점검 계획에 따라 안전 장치, 전기·계기류의 검·교정을 실시할 수 있다.
- 설비의 체계적인 이력 관리를 위해 점검 결과를 문서화하여 활용할 수 있다.
- 최신 검사 기법과 장비 운용 지식을 습득하여 검사에 적용할 수 있다.

#### 다) 설비 보수·정비하기

- 정비 계획에 따라 보수·정비 작업 내용을 파악하여 작업 방법을 결정할 수 있다.
- 결정된 작업 방법에 따라 필요한 공구, 장비, 인력과 작업 시간을 산출할 수 있다.
- 작업 허가에 따른 안전 조치가 완료됨을 확인하고 필요한 작업을 수행할 수 있다.
- 설비 이력 관리 시스템을 이용하여 설비 이력, 투입 자원 실적을 관리하고 추가로 필요한 예비 부품 관리를 할 수 있다.

## 2) 설비 관리(석유 제품 제조)

### 가) 설비별 주요 특성 파악하기

- 매뉴얼을 통해 각 설비별 주요 특성을 파악할 수 있다.
- 매뉴얼과 교육 자료를 통해 각 설비별 정상 가동 절차를 파악할 수 있다.
- 도면과 예방 정비 지침서를 통해 각 설비별 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 도면과 예방 정비 지침서를 통해 각 설비별 주요 예방 정비 요소를 파악할 수 있다.

### 나) 고정 설비 관리하기

- 고정 설비의 특징과 주요 구성 요소를 파악할 수 있다.
- 고정 설비의 운전 지침서를 통해 정상 가동 여부를 파악할 수 있다.
- 고정 설비의 예방 지침서를 통해 예방 정비를 할 수 있다.
- 고정 설비의 이상 상황 발생 시 긴급 조치를 할 수 있다.

### 다) 회전 기계 설비 관리하기

- 회전 기계 설비의 특징과 주요 구성 요소를 파악할 수 있다.
- 회전 기계 설비의 운전 지침서를 통해 정상 가동 여부를 파악할 수 있다.
- 회전 기계 설비의 예방 지침서를 통해 예방 정비를 할 수 있다.
- 회전 기계 설비의 이상 상황 발생 시 관련 긴급 조치를 수행할 수 있다.

### 라) 계전 설비 관리하기

- 계전 설비의 특징과 주요 구성 요소를 파악할 수 있다.
- 계전 설비의 운전 지침서를 통해 정상 가동 여부를 파악할 수 있다.
- 계전 설비의 예방 지침서를 통해 예방 정비를 할 수 있다.
- 계전 설비의 이상 상황 발생 시 긴급 조치를 할 수 있다.

## 3) 설비 유지·보수(계면 활성화)

### 가) 설비 유지·보수 계획 수립하기

- 각 설비의 특성을 고려하여 정기 정비, 일상 정비, 긴급 정비로 구분하여 계획을 수립할 수 있다.
- 각 정비 계획별로 설비 대상, 항목, 방법 등의 업무 계획을 수립할 수 있다.
- 정비 작업자에게 요구되는 사항을 파악할 수 있다.
- 설비의 특성과 내구 연수에 근거하여 부품의 교체 시기를 확인하고 필요한 부품 확보 계획을 수립할 수 있다.

나) 설비 점검·정비하기

- 정기 정비, 일상 정비 계획에 따라 설비를 점검·정비할 수 있다.
- 설비의 결함과 작동 상태의 이상 징후를 파악하여 정비의 필요 유무를 판단하고, 긴급 정비 절차에 따라 정비할 수 있다.
- 설비의 특성과 내구 연수에 근거하여 부품을 교체할 수 있다.
- 설비 점검·정비 결과에 대한 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 설비 이력 관리하기

- 설비 유지·보수 점검·정비에 대한 보고서를 작성하여 설비의 이력을 관리할 수 있다.
- 설비 점검·정비의 중요 사항을 기록하여 결함과 작동 상태를 파악하여 정비 시기와 부품 교체 시기를 결정할 수 있다.
- 설비 이력에 의해 설비별 가동률, 고장률을 파악하고 설비 및 공정을 개선할 수 있다.
- 설비 이력을 참조하여 새로운 공정의 설계 생산 설비의 도입에 반영할 수 있다.

### 3. 교수·학습

- 가. 주어진 실습을 성실히 효과적으로 수행할 수 있게 이론과 실기 능력을 익혀 학습할 수 있도록 한다.
- 나. 실습에 관한 설명과 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.
- 다. 설비 유지·보수 관리, 설비 관리를 위해 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 라. 사례 발표, 구두 발표, 작업장 평가, 문제 해결 시나리오, 평가자 질문 등을 통한 과정형 평가 방법이나 결과 평가 등의 방법을 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 마. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 바. 유지·보수 계획에 따른 필요 장비, 도구, 인력 확보 여부와 정비 계획에 따라 보수·정비 작업 내용을 파악하여 작업 방법을 결정하고 이를 수행할 수 있도록 지도한다.

## 4. 평가

### 가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 능력에 사례 연구, 구두 발표, 작업장 평가, 문제 해결 시나리오 등을 이용한 과정형 평가나 구두 발표 등을 이용한 결과평가가 등 구체적인 평정 척도(공정별 주요 설비 파악, 공정 및 설비 도면 이해 능력, 설비별 이상 상황 시 긴급 조치 능력, 보고서 작성, 결과의 분석 및 결론, 완성도 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) 설비의 특성과 내구 연수에 근거하여 부품의 교체 시기를 확인하고, 필요한 부품 확보 계획 수립 능력을 평가한다.
- 7) 설비 유지·보수 관리를 위한 진단 장비 활용과 고장 원인 조사 능력을 평가한다.

### 나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
설비 유지·보수 관리 (합성수지)	설비의 유지·보수 계획 수립, 공정 설비 점검·검사하기, 설비 보수·정비에 대해 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 유지·보수 관리를 할 수 있다.	설비의 유지·보수 계획 수립, 공정 설비 점검·검사하기, 설비 보수·정비에 대해 다른 사람에게 설명하면서 유지·보수 관리를 할 수 있다.	설비의 유지·보수 계획 수립, 공정 설비 점검·검사하기, 설비 보수·정비를 할 수 있다.
설비 관리 (석유 제품 제조)	안정적인 운전과 원활한 생산을 위해 공정의 주요 설비와 보조 설비를 효율적으로 관리하는 방법에 대해 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	안정적인 운전과 원활한 생산을 위해 공정의 주요 설비와 보조 설비를 효율적으로 관리하는 방법에 대해 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	안정적인 운전과 원활한 생산을 위해 공정의 주요 설비와 보조 설비를 효율적으로 관리할 수 있다.
설비 유지·보수 (계면 활성제)	생산 설비가 정상 가동될 수 있도록 설비 유지·보수 계획 수립, 설비 점검 관리, 설비 이력 관리 등에 대해 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	생산 설비가 정상 가동될 수 있도록 설비 유지·보수 계획 수립, 설비 점검 관리, 설비 이력 관리 등에 대해 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	생산 설비가 정상 가동될 수 있도록 설비 유지·보수 계획 수립, 설비 점검 관리, 설비 이력 관리 등을 할 수 있다.