교육부 고시 제2022-33호 [별책 32]

화학 공업
전문 교과 교육과정

차 례

【 교육과정 일러두기 】

1. 교과 교육과정 일러두기 ····· 3
2. 과목 교육과정 일러두기 ····· 4

【 화학 공업 전문 교과 교육과정 】

1. 교과 교육과정의 성격 및 목표 ····· 7
2. 교과 교육과정의 구조 및 설계 ····· 8
3. 교과 교육과정의 편성·운영 ····· 10
4. 교과 교육과정의 이수와 진로 설계 ····· 10

【 화학 공업 과목 교육과정 】

전문 공통 과목

1. 성공적인 직업 생활 ····· 15
2. 노동 인권과 산업 안전 보건 ····· 25
3. 디지털과 직업 생활 ····· 40

전공 일반 과목

1. 공업 화학 ····· 51
2. 제조 화학 ····· 60
3. 스마트 공정 제어 ····· 68
4. 화공 플랜트 기계 ····· 75
5. 화공 플랜트 전기 ····· 82
6. 바이오 기초 화학 ····· 92

차 례

7. 에너지 공업 기초 ····· 100
8. 에너지 화공 소재 생산 ····· 107

전공 실무 과목

1. 화학 분석 ····· 115
2. 화학 물질 관리 ····· 128
3. 화학 공정 유지 운영 ····· 146
4. 기능성 정밀 화학 제품 제조 ····· 160
5. 고분자 제품 제조 ····· 176
6. 바이오 의약품 제조 ····· 186
7. 바이오 화학 제품 제조 ····· 202
8. 화장품 제조 ····· 219
9. 에너지 설비 유틸리티 ····· 237
10. 신재생 에너지 실무 ····· 248

【 부 록 】

과목명 축약 글자 ····· 259

교육과정 일러두기

1. 교과 교육과정 일러두기

교과 및 과목 교육과정의 항목들은 다음과 같은 기준으로 작성되었으니 항목들의 의미를 참고하여 교육 활동에 활용하시기 바랍니다.

교과 교육과정은 교과 교육과정의 성격 및 목표 등 개괄적인 소개와 함께 구조 및 설계, 편성 · 운영, 진로 설계항목으로 구성되어 있습니다.

1. 교과 교육과정의 성격 및 목표

가. 성격
- 교과가 가지는 고유한 특성에 대해 개괄적으로 소개함
- 교과 교육의 필요성 및 역할을 제시함
  ※ 일과 노동을 통한 행복 추구, 해당 분야 현장 전문가로서 성장 등

나. 목표
- 교과 교육과정이 지향해야 할 방향을 총괄 목표와 세부 목표로 제시함
- 세부 목표는 교과 교육을 통해 학생이 달성해야 할 학습의 도달점을 핵심역량과 연계하여 제시함

2. 교과 교육과정의 구조 및 설계

가. 교과 교육과정의 구조
- 교과의 기준 학과별로 과목군 및 인력 양성 유형(진로)을 구조화하여 제시함
- 전문 공통 과목 : 직업 세계에서 필요로 하는 기본 소양을 함양하기 위한 과목
- 전공 일반 과목 : 기준 학과별 기초 역량을 함양하기 위한 과목으로 전공 실무 과목의 선수 과목
- 전공 실무 과목 : 인력 양성 유형별로 갖추어야 할 실무 역량을 함양하기 위한 과목으로 국가직무능력표준(NCS)의 능력단위를 토대로 내용 구성

나. 교과 교육과정의 설계
- 교과 교육과정 설계 시 기준 학과별 및 인력 양성 유형별 과목군의 위계성, 계통성 등 고려 사항을 제시함
- 기준 학과별로 선행하여 이수가 필요한 과목(기초 과목)과 인력 양성 유형별로 선택적으로 이수가 필요한 과목(선택 과목)을 구분하여 제시함
  ※ 대표적인 인력 양성 유형(5개 내외)을 중심으로 교과 교육과정 설계 예시를 제시하였으며, 학교에서는 학생의 요구나 학교 환경을 고려하여 유연하게 설계 가능함

3. 교과 교육과정의 편성 · 운영
- 교과 교육과정이 지향하는 방향을 실현하기 위한 포괄적인 측면에서의 학교 교육과정 편성 · 운영 방향을 안내함

4. 교과 교육과정의 이수와 진로 설계
- 교과 교육과정 이수 후 취득할 수 있는 자격, 관련 직업, 후학습 경로 등 학생들의 진로 설계를 안내할 수 있는 내용에 대해 개괄적으로 소개함

2. 과목 교육과정 일러두기

과목 교육과정은 전문 교과 선택 과목(전문 공통 과목, 전공 일반 과목, 전공 실무 과목)의 성격 및 목표, 내용 체계 및 성취기준, 교수·학습, 평가 등에 대한 이해를 돕기 위한 내용으로 구성되어 있습니다.

1. 성격 및 목표

가. 성격 ■
- 과목이 가지는 고유한 특성을 개괄적으로 소개하고, 해당 과목의 필요성 및 역할(본질과 의의 등)을 안내함
- 과목이 추구하는 역량, 과목의 주요 학습 영역을 소개함

나. 목표 ■
- 해당 과목 교육과정이 지향해야 할 방향을 총괄 목표와 세부 목표로 제시함
- 세부 목표는 해당 과목의 교육을 통해 학생이 달성해야 할 학습의 도달점을 핵심역량과 연계하여 제시함

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계 ■
- 과목의 주요 내용을 범주화한 것으로 학생들이 학습해야 할 핵심적인 내용을 학습 영역과 학습 요소로 제시함

나. 성취기준 ■
- 성취기준은 학생들이 과목 교육과정을 학습한 후 나타낼 능력과 기대되는 능력(결과, 역량)을 결합한 학습 활동으로, 성취기준 코드와 함께 문장 형태로 제시함
  ※ 성취기준 코드는 “과목명 축약 글자”(2글자) – “학습 영역 순서” – “학습 요소 순서” – (“성취기준 순서”)로 구성함 과목명 축약 글자는【부록】참고
- 성취기준 중 추가적인 설명을 위해 성취기준 고려 시 적용 사항을 제시함
  ※ (예) 학습 영역 및 학습 요소의 주요 변화, NCS 일부 내용 요소 반영, 디지털 역량 관련 내용에 대한 부연 설명, 전공 일반 과목과 전공 실무 과목 간 연계 학습이 필요한 경우 등

3. 교수 · 학습

가. 교수 · 학습 방향 ■
- 과목 교육과정에서 제시한 목표와 내용 체계를 달성할 수 있는 방법과 지향점을 제시함
- 과목 교육과정을 통한 지식·내용의 이해와 더불어 실무적·태도적 측면에서의 역량을 함양하기 위한 학습 영역별 교수·학습 방법을 제시함

나. 교수 · 학습의 유의 사항 ■
- 교수·학습 과정에서 유의할 주요 사항을 제시함
  ※ (예) 지식, 기능, 태도의 균형, 가치 중립, 안전사고 유의, 디지털 기술 활용과 관련된 학습 맥락, 윤리적 준수 등

4. 평가

가. 평가 방향 ■
- 과목 교육과정에서 제시한 목표와 내용 체계를 평가할 수 있는 방법과 지향점을 제시함
- 과목 교육과정을 통한 지식·내용의 이해와 더불어 실무적·태도적 측면에서의 역량을 함양하기 위한 학습 영역별 평가 방법을 제시함

나. 평가 방법 ■
- 과목 교육과정의 내용 체계를 고려하여 각 학습 영역에 적절한 평가 방법을 제시함

화학 공업 전문 교과 교육과정

1. 교과 교육과정의 성격 및 목표

가. 성격

화학 공업은 제2차 산업혁명 이후 비약적으로 발전하여 건설, 기계, 화학, 에너지, 바이오, 섬유, 식품 등 산업의 전 분야에 걸쳐 기초 화학 제품과 소재를 공급하고, 산업 분야의 다양한 공정 개선을 촉진하는 중추적인 역할을 수행하고 있다. 특히 우리나라의 화학 산업은 국내 제조업에서 큰 비중을 차지하고 있으며, 높은 기술력을 바탕으로 우수한 생산량과 설비를 갖추고 있다.

화학 공업은 산업 현장에서 원료 물질을 합성·분해·중합·발효하는 등의 직접 생산 공정 영역, 화학 공업, 에너지, 바이오 등의 산업 공정의 설계·유지 운영, 제품의 경제성 분석 등의 생산 관리 영역, 원·부재료와 중간 및 최종 생산품의 품질 관리 영역에 이르기까지 그 분야가 광범위하다.

따라서 화학 공업은 원료의 장기적인 수급 전망에 따라 공정을 설계하는 설계자, 경영을 고려하여 생산량을 조절하는 연구 개발자, 공정과 설비를 관리하는 엔지니어, 공정의 운전 실무를 담당하는 오퍼레이터, 화학 및 바이오 제품 분석을 기반으로 하는 품질 관리자뿐만 아니라 최근에는 화학 물질 빅데이터를 분석하고 공정 관리 시스템을 모니터링·제어하는 기술자에 이르기까지 다양한 진로 설계가 가능하다.

고등학교에서는 학습한 지식과 기술을 바탕으로 각종 화학 물질의 성분 분석을 수행하는 화학 분석 기능사, 「위험물 안전 관리법」에 의거하여 위험물을 취급·저장·관리하는 위험물 기능사, 환경 오염의 처리를 수행하는 환경 기능사 등의 자격증을 취득할 수 있고, 산업 현장의 직무를 수행하는 데 필요한 실무 능력을 갖출 수 있도록 이론과 실습의 학습 과정을 통한 경력 개발을 할 수 있으며, 또한 산학 연계 프로그램과 후학습 제도를 활용하여 현장 실무 능력의 지속적인 개발을 위해 일과 학습을 병행할 수 있다.

나. 목표

화학 공업 교과 교육과정은 관련 분야인 화학 물질 분석, 화학 물질 취급 관리, 환경 및 안전 관리, 화학 공정 유지 운영, 석탄 및 석유 화학, 플라스틱 성형과 가공, 바이오 및 화학 제품 품질 관리, 의약품 및 화장품, 신재생 에너지 생산과 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.

첫째, 기초 화학 공정에 대한 지식을 바탕으로 산업 현장에서 제품의 제조와 분석을 효율적으로 수행할 수 있다.

둘째, 「화학 물질 관리법」, 「산업 안전 보건법」 등을 준수하고 빅 데이터의 활용을 통해 원하는 자료를 검색 및 수집·분석하여 다양한 안전 관리에 대한 해결 방안을 모색할 수 있는 정보 활용 능력, 비판적 사고력, 문제 해결 능력, 의사 결정 능력 등을 함양한다.

셋째, 공정 운전과 설계 및 관리 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 문제 해결 능력을 함양하여 산업 현장의 실무를 수행할 수 있다.

넷째, 화학 공업 분야의 직무 능력을 지속적으로 향상하려는 태도를 기르고, 개인의 평생 학습 경로를 주도적으로 개척하여 개인의 발전을 도모하고 국가 산업 발전에 기여할 수 있다.

2. 교과 교육과정의 구조 및 설계

가. 교과 교육과정의 구조

구분	기준 학과	전문 공통 과목	전공 일반 과목	전공 실무 과목	인력 양성 유형 (진로)
화학 공업 교과(군)	화학 공업과	성공적인 직업 생활 노동 인권과 산업 안전 보건 디지털과 직업 생활	공업 화학 제조 화학 스마트 공정 제어 화공 플랜트 기계 화공 플랜트 전기	화학 분석 화학 물질 관리 화학 공정 유지 운영 기능성 정밀 화학 제품 제조 고분자 제품 제조	화학 분석 기술자 화학 제품 제조 기술자 고분자 화합물 제조 기술자 플라스틱 성형 가공 기술자 위험물 관리 기술자 화합 물질 취급 관리 기술자 화학 공정 운전 및 관리 기술자 고압 가스 취급 관리 기술자
	바이오 화학 공업과		바이오 기초 화학	바이오 의약품 제조 바이오 화학 제품 제조 화장품 제조	화장품 제조 기술자 바이오 화학 제품 제조 기술자 의약품 제조 기술자 화학 부사관
	에너지 화학 공업과		에너지 공업 기초 에너지 화공 소재 생산	에너지 설비 유틸리티 신재생 에너지 실무	화력 발전 설비 관리 기술자 온실가스 배출원 설비 관리 기술자 태양광 설비 성능 관리 기술자 바이오매스 생산 기술자
창의적 체험 활동	자율·자치 활동, 동아리 활동, 진로 활동				
현장 실습	학교, 산업체, 지역사회 등과 연계한 현장 실습				

나. 교과 교육과정의 설계

화학 공업 교과(군)의 3개 기준 학과 교육과정의 설계 예시를 제시하면 아래와 같다.

기준 학과	기초 과목		인력 양성 유형 (진로)	선택 과목	
	전공 일반 과목	전공 실무 과목		전공 일반 과목	전공 실무 과목
화학공업과	공업 화학 제조 화학 스마트 공정 제어 화공 플랜트 기계 화공 플랜트 전기	화학 분석 화학 물질 관리 화학 공정 유지 운영 기능성 정밀 화학 제품 제조 고분자 제품 제조 바이오 화학 제품 제조 에너지 설비 유틸리티 신재생 에너지 실무	화학 제품 제조 기술자 위험물 관리 기술자 화학 공정 운전 및 관리 기술자	공업 화학 제조 화학 스마트 공정 제어 화공 플랜트 기계 화공 플랜트 전기	화학 분석 화학 물질 관리 화학 공정 유지 운영 기능성 정밀 화학 제품 제조 고분자 제품 제조 바이오 화학 제품 제조 에너지 설비 유틸리티 신재생 에너지 실무
바이오화학 공업과	공업 화학 제조 화학 스마트 공정 제어 바이오 기초 화학	화학 분석 기능성 정밀 화학 제품 제조 고분자 제품 제조 바이오 의약품 제조 바이오 화학 제품 제조 화장품 제조	화장품 제조 기술자 의약품 제조 기술자 바이오 화학 제품 제조 기술자	공업 화학 제조 화학 스마트 공정 제어 바이오 기초 화학	화학 분석 화학 물질 관리 기능성 정밀 화학 제품 제조 고분자 제품 제조 바이오 의약품 제조 바이오 화학 제품 제조 화장품 제조
에너지화학 공업과	공업 화학 스마트 공정 제어 화공 플랜트 기계 화공 플랜트 전기 에너지 공업 기초 에너지 화공 소재 생산	화학 물질 관리 화학 공정 유지 운영 고분자 제품 제조 에너지 설비 유틸리티 신재생 에너지 실무	바이오매스 생산 기술자 화력 발전 설비 관리 기술자	공업 화학 스마트 공정 제어 화공 플랜트 기계 화공 플랜트 전기	화학 물질 관리 화학 공정 유지 운영 에너지 설비 유틸리티

3. 교과 교육과정의 편성 · 운영

화학 공업 분야는 일반 화학 제품, 바이오 및 의약품의 제조와 분석, 화학 공정 및 에너지 생산 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 기술까지 갖출 수 있도록 편성·운영한다.

첫째, 화학 공업 분야 제품의 제조와 분석, 공정의 운전과 관리, 생산 설비의 관리, 그리고 환경·안전에 이르기까지의 기초 실무 수행 능력을 함양한다.

둘째, 이론 중심의 교과목은 인력 양성 유형별 기초 기능 및 기술을 고려하여 실제 산업 현장에서 사용되는 사례와 공학적 원리를 중심으로 내용을 학습한다.

셋째, 이론과 실습이 통합된 과목은 산업 현장 직무와 관련이 있는 실무 과제를 학습한다.

넷째, 학생의 진로와 미래 산업수요 동향을 반영한 기준 학과별 인력 양성 유형을 구현하고 학생의 취업 역량을 제고할 수 있도록 교육과정을 설계하며, 진로와 적성에 따라 이 교과(군)의 교육과정에서 다루지 않은 국가직무능력표준(NCS)이나 타 교과(군)의 과목도 검토하여 교육과정을 구성한다.

다섯째, 고교학점제 시행과 관련하여 다양한 디지털 도구와 온·오프라인 플랫폼을 교육과정에 연계, 학생들의 학습 수준에 따른 수업과 평가를 계획하고, 평가 후 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생들을 위한 보충 수업 자료를 제시하여 완전 학습이 이루어지도록 교육과정을 구성한다.

4. 교과 교육과정의 이수와 진로 설계

화학 공업 분야는 건설, 기계, 화학, 에너지, 바이오, 섬유, 식품 등 산업의 전 분야에 걸쳐 화학 제품을 제조하는 제조 기술자에서부터 화학 분석 기술자, 공정 운영 기술자에 이르기까지 고등학교에서 배운 지식과 기술을 바탕으로 화학 공업 관련 산업 현장에서 요구되는 실무 능력을 갖추어 경력 개발을 하게 된다. 석유 화학 분야나 화학 제품 제조 분야와 같이 전통적인 화학 공업에서의 실무 기능뿐만 아니라, 신산업으로 분류되는 바이오 산업이나 에너지 산업에서 요구되는 제조 기술과 공정의 유지 보수에 관련된 실무 기능을 갖추어 기능 인력으로서의 경력을 고려할 수 있다. 이때 화학 공업 교과의 교육과정을 이수한 학생들이 진로·직업 설계를 위해 취득할 수 있는 자격증은 화학 분석 기능사, 가스 기능사, 위험물 기능사, 식품 가공 기능사, 화약 취급 기능사 등이 있다. 바이오 화학 공업이나 에너지 화학 공업은 상대적으로 신산업 분야이기 때문에 아직은 관련 기능사 자격증이 없으나, 신산업 확대와 함께 관련 자격증이 신설될 가능성이 있기 때문에 해당 분야의 실무 능력을 학생들이 함양할 필요가 있다.

화학 공업과 관련된 직업에는 화학 분석 기술자, 화학 제품 제조 기술자, 고분자 화합물 제조 기술자,

플라스틱 성형 가공 기술자, 위험물 관리 기술자, 화합 물질 취급 관리 기술자, 화학 공정 운전 및 관리 기술자, 고압 가스 관리 취급 기술자, 화장품 제조 기술자, 바이오 화학 제품 제조 기술자, 의약품 제조 기술자, 화학 부사관, 화력 발전 설비 관리 기술자, 온실가스 배출원 설비 관리 기술자, 태양광 설비 성능 관리 기술자, 바이오매스 생산 기술자 등이 있다. 구체적으로는 해당 산업의 기능 인력으로서 입직하고, 이후 현장에서 해당 산업의 기능적 업무의 특성을 파악하고 기능을 심도 있게 익혀 산업에 대한 이해도를 제고함으로써 전문성을 높일 수 있다. 후학습 경로의 경우 화학공학과, 응용화학공학과, 바이오생명화학공학과, 환경공학과, 에너지자원공학과, 고분자공학과 등이 있다. 후학습은 입직 후 해당 산업의 특성을 파악하여 일과 학습을 병행할 수 있는 학습 경로의 탐색이 필요하다. 특히 남학생의 경우 병역과 관련된 사항을 고려하여 전공을 선택하고, 각각의 고등 교육 기관의 후학습 제도를 파악하여 진학할 수 있다.

자격증 취득	관련 직업(직무)	후학습 경로
· 화학 분석 기능사 · 가스 기능사 · 위험물 기능사 · 식품 가공 기능사 · 화약 취급 기능사	· 화학 분석 · 화학 제품 제조 · 고분자 화합물 제조 · 플라스틱 성형 가공 · 위험물 관리 · 화합 물질 취급 관리 · 화학 공정 운전 및 관리 기술자 · 고압 가스 관리 취급 기술자 · 화장품 제조 기술자 · 바이오 화학 제품 제조 기술자 · 의약품 제조 기술자 · 화학 부사관 · 화력 발전 설비 관리 기술자 · 온실가스 배출원 설비 관리 기술자 · 태양광 설비 성능 관리 기술자 · 바이오매스 생산 기술자	· 화학공학과 · 응용화학공학과 · 바이오생명화학공학과 · 환경공학과 · 에너지자원공학과 · 고분자공학과

화학 공업 과목 교육과정

[전문 공통 과목]

1. 성공적인 직업 생활

1. 성격 및 목표

가. 성격

'성공적인 직업 생활'은 직업계 고등학교 학생들이 졸업하기 전에 자신이 선택하고자 하는 직업의 의미와 가치에 대하여 생각해 보게 하고 졸업 후에 취업이나 창업뿐만 아니라 평생의 삶을 통하여 직업 선택과 진로를 결정하고 성공적인 직업 생활을 영위하는 데 도움을 주기 위한 과목이다.

이 과목의 학습을 통해 직업적 가치와 개인의 특성에 맞는 직업 선택의 성공적인 사례를 바탕으로 자신의 직업을 탐색하여 선택한 후 직무 역량을 키우는 데 필요한 직업 기초 역량을 함양하고, 직업 세계의 최신 동향과 사회의 변화에 따라 미래의 직업 세계를 예측해 볼 수 있도록 함으로써 궁극적으로 성공적인 직업 생활을 통하여 평생 행복한 삶을 설계하는 데 도움이 되는 내용을 다룬다. 이에 따라 '성공적인 직업 생활' 과목은 학생들에게 사례 중심의 활동을 통한 체험을 중시하며, 학생들이 스스로 자신의 진로와 직업을 선택하고 설계하도록 한다는 점에서 학생의 자기주도적 학습을 지향하는 특성이 있다.

따라서 '성공적인 직업 생활' 과목은 두 가지 특성을 갖는다. 첫째, 교과(군)와 관계없이 선택할 수 있는 전문 공통 과목으로, 직업 사회로 진출을 준비하는 예비 직업인들이 성공적으로 직업 세계로 진입할 수 있도록 돕기 위해 고등학교 재학 중에 학습해야 할 필요가 있는 일과 직업, 진로 직업 설계와 직업 기초 능력, 취업과 창업, 직업 생활과 직업 윤리, 근로관계와 산업 안전, 경력 관리와 평생 학습 등에 관한 지식을 습득하고, 디지털 자원을 활용하여 서로 소통하며 데이터를 공유하면서 직업 생활 속에서 일어날 수 있는 다양한 문제 해결력을 기를 수 있는 전문적인 역량뿐만 아니라 인성과 인간관계의 중요성을 학습할 수 있는 내용으로 구성된 과목이다. 둘째, 직업계 고등학교뿐만 아니라 직업 교육을 필요로 하는 모든 계열의 고등학교나 학과에서 편성할 수 있는 과목이다.

나. 목표

'성공적인 직업 생활' 과목은 삶과 연계된 진로와 직업에 대한 가치를 바탕으로 직업인으로서의 진로 목표를 세우고 직업인으로서 갖추어야 할 직업 기초 역량을 개발시켜 성공적인 직업 생활을 준비할 수 있는 능력과 태도를 기르며, 직업 생활과 평생 학습을 연계하여 경력 개발을 통한 삶을 설계할 수 있도록 도움을 주는 것을 목표로 한다. 이와 같은 목표를 달성하기 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 성공적인 직업 생활을 위해 자신이 설정한 진로와 직업을 바탕으로 체계적인 진로 직업 계획을 수립하고, 직업인으로 당면하게 될 직업 생활에서 발생할 수 있는 다양한 문제를 해결할 수 있는 업무 수행 능력을 기를 수 있도록 한다.

둘째, 직업 생활에서 필요로 하는 기초적인 지식과 직업 기초 역량을 길러 합리적인 사고력, 의사소통 능력, 자기 관리 능력, 문제 해결 능력, 심미적 감성 역량, 공동체 역량 등을 가질 수 있고, 건강한 직업 윤리 의식과 직업에 대한 소양을 함양할 수 있도록 한다.

셋째, 자신의 진로와 직업, 취업이나 창업의 기회뿐만 아니라 평생 학습의 기회에 대한 구체적인 정보를 다양한 도구를 활용하여 탐색하고 활용할 수 있는 역량을 기를 수 있도록 한다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
일과 직업	• 일과 직업의 의미와 가치 • 생애 발달과 직업적 성공
진로 직업 설계와 직업 기초 능력	• 진로 직업 탐색과 설계 • 직업 기초 능력의 종류 • 직업 기초 능력의 개발
취업과 창업	• 합리적 의사 결정과 취업 • 취업 계획과 구직 활동 • 면접과 이미지 메이킹 • 창업 절차와 실제
직업 생활과 직업 윤리	• 직업 생활에 대한 이해 • 직장에서의 인간관계 • 직업 윤리와 사회 문제
근로관계와 산업 안전	• 근로관계와 법 • 고용 서비스와 사회 제도 • 협력적 노사 관계 • 산업 안전과 재해 예방
경력 관리와 평생 학습	• 경력 관리와 개발 • 평생 학습 • 미래 사회와 직업 세계의 변화

나. 성취기준

1) 일과 직업

[성직 01-01] 일과 직업의 의미를 알고, 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치를 가지고 있는지를 설명할 수 있다.
[성직 01-02] 생애 발달의 개념을 알고 생애 발달 과정을 구분할 수 있으며, 생애 발달의 과정 속에서 직업적 성공을 위해 필요한 것을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [성직 01-01] 일과 직업의 차이를 알고 직업에 대한 다양한 정보를 제공하여 학생들로 하여금 직업에 대한 생각의 폭을 넓힐 수 있도록 안내하고, 직업 생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치가 있는지를 설명할 수 있도록 지도한다.
- [성직 01-02] 개인의 생애 발달 과정에서 상승과 하강을 반복하면서 발전적 변화를 통하여 성장해 가는 인간의 모습을 학생이 인지하도록 하고, 직업적 성공 요인 중에는 전문성도 중요하지만 인성, 인간관계 등도 매우 중요한 요소임을 강조하여 지도한다.

2) 진로 직업 설계와 직업 기초 능력

[성직 02-01] 다양한 검색 도구를 활용하여 진로와 직업에 대한 정보를 탐색하여 정리할 수 있고, 자신이 탐색한 진로와 직업 분야에서 성공한 다양한 직업인을 찾아보고 그들의 성공 요인들을 분석하여 정리할 수 있으며, 자신의 흥미와 적성에 맞는 진로와 직업을 설정하여 구체적으로 미래를 설계해 보고 이를 프레젠테이션 자료로 제작하여 발표할 수 있다.
[성직 02-02] 직업 기초 능력의 개념을 설명할 수 있고, 직업 기초 능력과 하위 능력을 종류별로 구분하여 설명할 수 있다.
[성직 02-03] 직업 기초 능력이 성공적인 직업 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있고, 성공적인 직업 생활을 위한 효과적인 직업 기초 능력 향상 방법을 탐색할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [성직 02-01] 디지털 자원이나 다양한 도구 등을 활용하여 학생들이 진로와 직업에 대한 정보를 찾아볼 수 있는 정보원을 안내하여 정보를 탐색하고 내용을 정리할 수 있도록 하고, 디지털 도구 등을 활용하여 다양한 분야에서 성공한 사례들을 탐색하게 한 후 성공 요인을 추출하여 정리할 수 있도록 한다. 학생의 환경과 수업 상황에 맞는 적절한 '진로 직업 설계서' 작성 양식을 제작하여 제공하도록 한다.
- [성직 02-02] 직업 기초 능력 10가지와 각각의 하위 개념을 구분할 수 있도록 지도한다.
- [성직 02-03] 직업 기초 능력에 대한 교수·학습의 경우 사례 중심으로 계획하고 다양한 활동 등을 통하여 성취기준에 효과적으로 도달하도록 지도한다.

3) 취업과 창업

[성직 03-01] 합리적인 의사 결정 방법으로 자신의 경력 개발 경로를 취업과 연계하여 수립할 수 있고, 경력 개발 경로와 취업을 연계해서 미래의 경력 개발 경로를 설정할 수 있다.
[성직 03-02] 취업 계획 수립 절차와 방법을 설명할 수 있고, 자신이 관심 있는 기업체의 구인 정보를 토대로 이력서와 자기소개서 작성, 자격증 취득, 입사 시험 정보, 면접 정보 등에 대한 자료 준비 과정을 통하여 구직 활동을 할 수 있다.
[성직 03-03] 면접 준비 전략과 이미지 메이킹에 대하여 설명할 수 있고, 이미지 메이킹을 효과적으로 표현할 수 있다.
[성직 03-04] 창업의 의미를 알고 창업 조건과 절차에 대하여 설명할 수 있고, 창업의 성공과 실패 사례를 다양하게 조사하여 원인을 분석하고 발표할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [성직 03-02] 취업 준비를 위해 필요한 계획 수립 절차와 방법 등을 소개하고, 학생이 희망하는 분야의 기업체에 대한 구직 정보 등을 토대로 이력서와 자기소개서 작성, 관련 자격증 탐색, 입사 시험 정보, 면접 정보 등에 대한 자료 준비 과정을 통하여 구직 활동을 체험해 보도록 한다.
- [성직 03-03] 이미지의 중요성을 강조하며 면접에서 면접관에게 보여지는 이미지란 외형적인 모습에만 국한되지 않음을 인지하게 하여 자신의 내면적인 이미지 관리를 잘할 수 있도록 지도한다.
- [성직 03-04] 창업의 의미와 절차를 알 수 있게 하고, 창업의 성공과 실패 사례를 중심으로 다양한 경험을 해 볼 수 있도록 지도한다.

4) 직업 생활과 직업 윤리

[성직 04-01] 직업 생활의 모습이 내용, 성격, 장소, 방식 등에 따라 다양한 모습으로 나타날 수 있음을 제시할 수 있고, 직업 생활의 의미와 중요성을 개인적·사회적 측면에서 설명할 수 있다.
[성직 04-02] 직업인으로서 갖추어야 할 기본적인 자세를 표현할 수 있으며, 직장 생활에서의 인간관계 갈등과 극복 방법 등에 대한 사례를 조사하여 소개하고, 자신의 생각을 정리하여 발표할 수 있다.
[성직 04-03] 직업 윤리의 개념에 대하여 설명할 수 있고, 직업 윤리와 사회 윤리와의 관계를 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [성직 04-01] 직업 생활의 다양한 모습, 직업 생활의 의미와 중요성 등에 대하여 사례 중심으로 조사 보고서를 작성해 보도록 함으로써 문서 작성 능력도 기를 수 있도록 지도한다.
- [성직 04-02] 직업인으로서 인간관계나 업무 등을 수행함에 있어서 구체적으로 갖추어야 할 기본적인 자세를 인지할 수 있도록 안내하고, 직장생활에서 발생할 수 있는 인간관계에서의 갈등과 극복 사례, 자신의 입장에서 대처하는 방법 등에 대하여 다양한 유형으로 활동적인 교수·학습

프로그램을 구안하여 적용하도록 한다.

- [성직 04-03] 직업 생활에서 발생할 수 있는 윤리적 문제와 쟁점들에 대한 상황을 설정하고, 이를 개인과 사회 윤리적 측면에서 해결하기 위한 방안과 이를 실천할 수 있는 구체적인 실행 계획을 수립해 볼 수 있도록 한다.

5) 근로 관계와 산업 안전

[성직 05-01] 근로 관련 법의 기본 원리를 설명할 수 있고, 「근로 기준법」에 따른 근로 계약 체결의 의미를 설명할 수 있으며, 근로 계약 관계에서 권익의 침해와 차별이 발생되었을 때 해결 방법을 설명할 수 있다.
[성직 05-02] 고용 서비스의 의미와 중요성을 설명할 수 있으며, 고용 보험 제도의 종류별 특징을 알고, 신청 절차를 설명할 수 있다.
[성직 05-03] 노사 관계의 의미와 중요성을 설명할 수 있고, 노동조합과 사용자 단체의 역할과 사회적 책임을 설명할 수 있으며, 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 설명할 수 있다.
[성직 05-04] 안전사고의 형태와 원인을 알고 안전 수칙 및 사고 형태별 안전 대책을 수립할 수 있고, 산업 재해의 개념을 알고 예방 원칙과 대책을 수립할 수 있으며, 산업 재해의 종류를 알고 산업 재해 처리 방법을 제시할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [성직 05-01] 근로 관련 법의 의미와 목적을 이해할 수 있도록 안내하고, 피고용인들의 기본 생활 보장과 보호받아야 할 권리에 대하여 이해할 수 있도록 안내하고, 직업 생활 현장에서 당면하게 되는 다양한 사례를 토대로 해결 과정을 서로 토의하고 토론하면서 결론에 이를 수 있도록 교수·학습을 계획하여 운영한다.
- [성직 05-02] 국가나 지역사회에서 운영하는 다양한 고용 서비스 제도에 대하여 조사하고 참여할 수 있는 방법 등을 발표하거나 토론해 보면서 고용 서비스의 중요성을 이해할 수 있도록 지도한다.
- [성직 05-03] 노사 관계에 대한 다양한 사례를 중심으로 조사하여 발표나 토론 학습 등을 통하여 합리적인 노사 문화를 형성하는 데 필요한 것들을 학생 스스로 생각해 볼 수 있도록 안내하는 것이 필요하다.
- [성직 05-04] 산업 안전과 재해 예방 교육을 위해 산업 현장이나 학교 현장에서 발생하고 있는 사례들을 조사하여 소개함으로써 학생의 이해도를 높이고 안전의 중요성을 깨달을 수 있도록 지도한다.

6) 경력 관리와 평생 학습

[성직 06-01] 경력의 의미에 대하여 설명할 수 있고, 경력 관리의 중요성과 경력 개발 방법에 대하여 설명할 수 있다.
[성직 06-02] 평생 학습의 의미를 설명할 수 있고, 평생 학습의 중요성과 활성화 방안에 대하여 설명할 수 있다.
[성직 06-03] 과거로부터 현재까지의 직업 세계 변화 동향과 특징을 조사하고 설명할 수 있고, 미래 사회 변화와 그에 따른 직업 세계의 변화를 예측하고 대처 방법을 모색해 볼 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [성직 06-01] 경력 관리의 의미와 중요성을 평생 교육의 측면에서 설명할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 적용하고, 학생이 스스로 자신의 경력 개발 경로를 설정하여 평생에 걸쳐 경력을 관리하고 개발할 수 있는 방법에 대하여 안내하도록 한다.
- [성직 06-02] 평생 학습을 계속 교육 기관과 고용 정보를 연계하여 지도함으로써 학생으로 하여금 평생 학습을 직업과 연계할 수 있는 생각을 해 볼 수 있도록 지도한다.
- [성직 06-03] 과거로부터 현재에 이르기까지 직업 생활이 어떻게 변화해 왔는가를 탐색해 보도록 하고, 새롭게 탄생하거나 소멸되는 직업들을 탐색해 보면서 미래의 직업 세계 변화를 예측해 볼 수 있도록 하며, 이러한 과정들을 통하여 직업 세계의 변화에 대처해 볼 수 있는 예비 직업인들이 될 수 있도록 지도한다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '성공적인 직업 생활' 과목의 교육과정에서 제시한 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생들이 예비 직업인으로서 필요로 하는 기본적인 지식과 실천적인 역량을 기를 수 있도록 교수·학습을 계획하여 운영한다.

가) '성공적인 직업 생활' 과목의 교수·학습은 과목의 교육과정에서 목표로 하는 기초적인 지식과 역량 등을 습득하고, 합리적인 사고력, 문제 해결력, 디지털 자원 활용 능력 등을 함양하는 데 목표를 둔다.

나) '성공적인 직업 생활' 과목의 교육과정에서 제시한 역량을 효율적으로 달성할 수 있는 학습 영역과 학습 요소에 관련된 실천적 내용을 도출하고, 이를 중심으로 교수·학습을 계획한다.

다) 각각의 학습 영역별로 기초적인 개념을 제시하고, 이를 토대로 학습 요소의 내용을 효과적으로 습득하여 교육 목표에서 추구하는 역량을 함양할 수 있도록 계획한다.

라) 교사는 학생이 각 학습 영역에서 필요로 하는 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체를 효과적으로 활용할 수 있는 기회를 제공해야 하며, 이 과정이 과목의 성취기준과 연계될 수 있도록 설계하여 '성공적인 직업 생활' 과목의 목표를 내실 있게 달성할 수 있도록 한다.

2) '성공적인 직업 생활' 과목의 학습 활동 과정에서 예비 직업인으로서 졸업 후 직업인이 되는 특성을 반영하여 다양한 현장 사례와 체험 기회를 제공함으로써 학생들이 '성공적인 직업 생활' 과목에 흥미를 가지고 의미 있는 배움이 일어날 수 있도록 교수·학습을 계획하여 운영한다.

가) '일과 직업' 학습 영역에서는 기본적인 개념과 원리를 바탕으로 변화하는 직업 세계에서 자신들이 생각하는 일과 직업의 의미와 가치에 대하여 다양한 생각들을 제시하고 학생이 생각하는 직업적 성공을 이룬 사람과의 인터뷰, 사례 조사 등을 통해 자신의 삶에서 일과 직업적 성공이 무엇인지 탐색해 볼 수 있도록 지도한다.

나) '진로 직업 설계와 직업 기초 능력' 학습 영역에서는 진로 직업 탐색과 설계를 통하여 학생들이 직접적으로 체험해 볼 수 있는 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용하여 직업 기초 능력의 종류와 계발 방법을 알 수 있도록 지도한다.

다) '취업과 창업' 학습 영역에서는 학생들이 희망하는 기업의 구직 정보 등을 분석하고, 이에 기초한 자기소개서와 이력서 작성, 면접 준비, 이미지 메이킹, 관련 직업 자격 탐색 등을 체험 프로젝트 과제로 제시하여 수행해 볼 수 있도록 지도한다. 또한 창업의 절차와 창업 방법에 대한 정보를 제공하고 창업의 성공과 실패 사례를 중심으로 다양하게 경험해 볼 수 있도록 지도한다.

라) '직업 생활과 직업 윤리' 학습 영역에서는 학생들이 미래의 직업 생활을 예측해 볼 수 있도록 현장 전문가 특강, 견학, 실제 사례 조사 등과 같이 직업 현장과 연계된 소재를 활용하도록 하고, 직업 생활에서 필요로 하는 긍정적인 인간관계를 상사, 동료, 후배의 관점에서 생각해 보도록 하여 다양한 체험이 제공되도록 한다. 직업 생활에서 필요로 하는 직업 윤리와 사회 문제에 대한 사례들을 제시하여 직업 윤리의 중요성을 깨달을 수 있도록 지도한다.

마) '근로관계와 산업 안전' 학습 영역에서는 직업 현장에서 당면하게 되는 다양한 사례에 기초하여 근로 관계법, 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 방법과 대책, 노사 관계의 의미와 중요성 등은 다양한 직업 현장의 사례를 통한 체득 중심의 활동에 중점을 두어 지도한다.

바) ‘경력 관리와 평생 학습’ 학습 영역에서는 학생들이 전 생애에 걸쳐 이루어지는 직업 생활을 통하여 자신의 직무 영역에서 필요로 하는 경력을 개발할 수 있도록 하고, 평생 학습의 의미와 중요성을 설명할 수 있으며, 미래 사회와 직업 세계의 변화를 살펴볼 수 있도록 지도한다.

3) ‘성공적인 직업 생활’ 과목을 학습하는 과정에서 협동 학습이나 프로젝트 학습을 통해 학생들이 배운 내용을 적용하여 미래 직업인으로서의 다양한 역할을 경험해 볼 수 있는 기회를 제공하는 데 중점을 두고 교수·학습을 운영한다.

4) 각종 디지털 기술을 활용하여 출석 수업과 원격 수업이 가능한 교수·학습 자료를 개발하여 대면 수업과 원격 수업의 연계가 가능하도록 한다.

가) 대면 수업과 원격 수업이 연계된 프로젝트 과제의 경우 온라인 수업에서는 원격 수업용 도구를 활용하여 교사가 제작한 동영상 자료나 실시간 이론 강의 중심으로 운영하고, 오프라인 수업에서는 온라인 수업에서 학습한 내용을 프로젝트 학습으로 구현할 수 있는 과제를 개발하여 적용한다.

나) 재택 수업이 필요한 경우에는 사전에 학습용 도구나 재료 등을 개인별로 분배하여 지급하고 가정에서 프로젝트 과제를 해결하는 과정을 온라인을 통하여 서로 소통하면서 작업이 이루어질 수 있도록 한다. 이와 같은 수업의 경우 오프라인 수업에서 반드시 피드백이 이루어지도록 한다.

5) ‘성공적인 직업 생활’ 과목은 모든 교과(군)에서 배우는 과목의 특성을 반영하여 내용이 특정 교과(군)에 치우치지 않도록 교수·학습을 계획하여 운영한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) ‘성공적인 직업 생활’ 과목은 역할과 체험적인 활동을 필요로 하는 과목으로 교수·학습 과정에서 다양한 유형의 교수·학습 방법을 구안하여 활동 중심의 교수·학습 활동이 일어나도록 계획되어야 하며, 실생활이나 산업 현장과 연계되도록 하는 것이 필요하다.

2) 현장 조사, 인터넷 자료 검색 등 다양한 방식으로 정보를 탐색하는 과정에서 다양한 정보를 분별력 있게 활용할 수 있도록 하고, 저작권 보호 등을 준수하면서 책임감 있게 사용할 수 있도록 지도하는 것이 필요하다.

3) 협동 학습이나 과제 해결 학습으로 모둠 수업을 진행할 때에는 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있는 수업 분위기가 조성될 수 있도록 유도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '성공적인 직업 생활' 과목의 교육과정에서 제시한 교육 목표와 성취기준을 고려하여 예비 직업인으로서의 학생들에게 필요한 의사소통 능력, 정보 활용 능력, 문제 해결 능력, 디지털 역량 등을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

2) 평가 과정에서 각각의 학습 영역별 기초적 개념이나 지식을 효과적으로 습득하고 관련된 다양한 사례들을 스스로 탐색하며, 이를 통해 학습 내용과 사례를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

3) 학생의 수업 참여 동기를 높이고 학습 공간과 일상이 연계된 학습과 평가가 이루어질 수 있도록 계획한다.

4) '성공적인 직업 생활' 과목을 학습하는 과정에서 프로젝트 학습을 통해 학생들이 배운 내용을 적용하여 실제 직무 상황을 경험해 볼 수 있는 기회를 제공하고, 활동 결과뿐만이 아니라 준비 과정, 활동 등을 모두 평가하도록 계획한다.

5) 학생 중심의 프로젝트 수업에서는 부과된 과제를 학생이 수행하는 일련의 과정과 결과를 모두 평가한 후 미흡한 부분은 보충·정정 등을 통해 학생의 성장을 도모해 주고, 모둠 학습의 경우 자기 평가, 모둠원 평가, 모둠 평가 등을 실시하여 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있도록 계획한다.

6) 최근 디지털 환경에서 이루어지고 있는 스마트 직업 정보와 서비스에 대한 중요성을 알 수 있도록 디지털 매체를 통한 정보 수집, 토론 활동 등을 평가함으로써 학생의 디지털 역량과 의사소통 역량을 강화시키는 데 중점을 둔다.

7) '성공적인 직업 생활' 과목을 학습하는 과정에서 학생들이 직업인으로서 갖추어야 할 바람직한 태도와 소양을 가지고 있는지를 평가하되, 학습 영역에서 제시한 지식, 기술, 태도 등을 전반적으로 평가할 수 있도록 해야 하며 특정 내용에 치우치지 않도록 한다.

8) '성공적인 직업 생활' 과목의 평가 결과는 차후 평가 계획 수립에 반영하여 교사의 교수·학습 개선에 반영될 수 있도록 하고, 학생의 학습 동기 유발과 개별 지도 자료로 활용한다. 평가 결과를 통하여 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 평가 결과에 대한 피드백과 함께 보충 지도 자료를 제시하여 학습을 지원한다.

9) ‘성공적인 직업 생활’ 과목의 평가는 평가 계획서에 제시된 방법과 평가 절차를 따르고, 평가 문항 제작, 평가 시행, 채점 등에 관한 사항은 평가 계획서에 근거하여 점검표로 만들어 각 항목을 하나씩 점검함으로써 신뢰도를 유지해야 한다.

나. 평가 방법

1) ‘일과 직업’ 학습 영역에서는 제시한 성취기준을 토대로 변화하는 직업 세계의 중심에 위치하고 있는 학생들의 입장에서 자신들이 생각하는 일과 직업에 대한 다양한 생각과 가치에 대하여 자료를 조사·분석하고 판단할 수 있도록 하고, 생애 발달과 직업적 성공의 의미에 대하여 체계적이고도 논리적으로 설명할 수 있는가를 평가한다.

2) ‘진로 직업 설계와 직업 기초 능력’ 학습 영역에서는 진로 직업 탐색과 설계를 통하여 학생들이 직접적으로 체험해 볼 수 있는 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용할 수 있도록 하고, 이를 통하여 직업 기초 능력별 적용 및 향상 정도를 평가한다. 아울러 진로와 직업에 관련된 정보를 탐색하고 이에 대한 진로 직업 계획을 수립한 후 이를 보고서로 작성하여 발표할 수 있는 능력을 평가한다.

3) ‘취업과 창업’ 학습 영역에서는 구직, 취업, 창업 등에 대한 다양한 성공과 실패 사례를 효과적으로 학습할 수 있도록 사례 조사, 역할극, 포트폴리오 작성, 프로젝트 기반 학습(project based learning) 등을 적용하면서 산출된 결과물을 평가하고, 교수·학습 과정을 통하여 개인들이 맡은 역할과 모둠원들과의 상호 작용을 통하여 일어나는 서로의 반응성을 평가한다.

4) ‘직업 생활과 직업 윤리’ 학습 영역에서는 학습하는 과정에서 개념을 알 수 있도록 현장 전문가 특강 혹은 견학, 사례 조사 등을 통해 학생들이 직업인으로서의 직업 생활과 직업 윤리에 대한 다양한 사례들을 알아보는 과정에서 역할극, 자료 탐색 활동, 조사 보고서 작성, 시나리오 작성 등의 다양한 평가 방법을 고려하여 평가한다.

5) ‘근로관계와 산업 안전’ 학습 영역에서는 근로 관계법, 고용 서비스와 고용 보험 제도, 차별 시정 제도, 상생의 노사 문화 형성의 의미와 중요성과 산업별 안전사고의 특성과 예방 대책, 재해 예방을 위한 방법과 대책, 노사 관계 등에 대한 산업 현장의 다양한 사례 등을 통한 체험 중심의 학습 활동 등에 대하여 체험 활동 보고서 작성, 역할극, 전문가 인터뷰, 탐구 보고서 작성, 토의·토론 등의 다양한 평가 방법을 고려하여 평가한다.

6) ‘경력 관리와 평생 학습’ 학습 영역에서는 전 생애에 걸쳐 이루어지는 직업적 삶의 설계와 전공 분야에 적합한 경력 개발, 평생 학습의 의미와 중요성, 직업 세계의 변화 등에 대하여 자료 탐색 활동, 조사 보고서 작성 등의 다양한 평가 방법을 고려하여 평가한다.

[전문 공통 과목]

2. 노동 인권과 산업 안전 보건

1. 성격 및 목표

가. 성격

우리나라 경제 활동 인구의 대다수가 임금 노동자이며, 일상생활에서 모든 시민들은 임금 노동자와 관계를 맺으며 살아가고 있다. 시장 경제 체제에서 노동의 권리와 책임을 둘러싼 임금 노동자와 사용자 간 갈등은 피할 수 없는 것이다. '노동 인권과 산업 안전 보건'은 학생들이 노동의 의미를 잘 이해하고 노동 인권에 대한 감수성과 문제 해결력을 함양함으로써 갈등을 합리적으로 해결하는 역량을 배양함으로써 노동하면서 살아가는 대다수 시민의 삶을 서로 인정하고 존중하며, 안전·보건을 최우선으로 하는 사회를 만들기 위한 가치와 태도를 함양하기 위한 과목이다.

사고의 가능성과 위험을 제거하고 안전한 생활을 할 수 있도록 하기 위해 산업 안전 보건 교육(이하 안전 교육)은 사람의 기본적인 욕구를 충족시킬 수 있는 필수적인 도구이다. 그러므로 이를 통해 산업 현장에서 일하는 사람들이 갖추어야 할 안전에 필요한 지식, 기능, 태도 등을 이해시키고 자신과 타인의 생명을 존중하며, 안전하고 건강한 생활을 영위할 수 있는 습관을 형성시킬 필요가 있다.

또한 산업 현장에서 신규 채용자의 산업 재해 발생률이 높은 원인은 산업 안전 교육과 현장 직무 경험의 부족에서 찾을 수 있을 것이다. 특히 특성화 및 산업수요 맞춤형 고등학교 학생들이 접하는 산업 현장은 기존의 초등학교·중학교에서 배워 왔던 재난 및 교통 중심의 안전 교육 내용과는 분명한 차이가 있다. 실무와 관련된 산업 현장에서 일 중심의 활동에 직접 참여하는 학생들을 양성하는 특성화 및 산업수요 맞춤형 고등학교의 안전 교육은 근로자로서 기본적으로 알아야 할 매우 중요한 과정이다.

따라서 '산업 안전 일반' 학습 영역에서는 특성화 및 산업수요 맞춤형 고등학교 학생들이 전공에 상관없이 기본적으로 알아야 할 산업 안전 및 산업 보건의 기초 지식(최근 재해 현황 포함)과 산업 안전 관련 현안 사항, 그리고 근로자가 알아야 할 「산업 안전 보건법」(규칙)을 학습할 수 있다. '사고 예방의 이해' 학습 영역에서는 업종별 사고 발생 원인과 주요 재해 사례 및 예방 대책, 위험성 평가의 이해를 통하여 산업 안전에 대한 이해를 확대할 수 있을 것이다. '안전한 작업 방법' 학습 영역에서는 업종별 작업의 특성 및 현장에서 사용하는 기계·기구별 위험 요소를 파악하고 보호구 등의 올바른 사용 방법을 학습함으로써 안전한 행동하는 것이 습관화될 수 있도록 하는 데 목적을 두어야 한다. 또한 이 과목의 학습을 통해 학생들은 예비 직업인으로서 필요한 의사소통 능력, 문제 해결 능력, 자원 관리 능력, 대인 관계 능력, 기술 능력, 디지털 역량을 기르는 능력을 함양할 수 있을 것이다.

나. 목표

‘노동 인권과 산업 안전 보건’ 과목은 노동의 의미와 가치를 이해하고, 국제 규범과 헌법이 보장하는 보편적 권리로서의 노동 기본권을 이해하고 실천할 수 있는 능력을 기르며, 노동을 통해 행복을 추구하고 자아를 실현하며 세계시민으로서의 공동체 의식을 바탕으로 연대를 실천하여 노동 인권에 대한 차별과 침해 문제에 맞서 해결할 수 있는 능력을 향상시키는 것으로 목표로 한다. 또한 산업 현장에서 필요한 법률 지식 및 안전 요소들을 습득하고, 각종 위험 상황에서 적절한 대처를 할 수 있는 능력과 태도를 기르는 것을 목표로 한다. 이와 같은 목표를 달성하기 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 노동이 노동자 개인과 사회에 어떤 의미와 가치를 갖는지를 이해하고 노동과 인간의 존엄에 대한 감수성 향상을 통하여 심미적감성역량을 강화할 수 있도록 한다.

둘째, 시민으로서 노동자의 행복 추구권과 노동 기본권 향상의 의미를 이해하고, 이를 위한 법과 제도를 이해하며 지식정보처리 역량을 향상할 수 있도록 한다.

셋째, 우리 사회의 다양한 노동자군의 실태를 파악하고 각종 차별의 원인을 분석하여 이를 해결하기 위한 문제 해결 능력을 함양할 수 있도록 한다.

넷째, 산업 안전의 개념을 이해하고, 이를 통해 다양한 현장의 사례를 디지털 자원을 포함한 방법으로 조사하며, 만들어진 자료를 정보를 구축·활용함으로써 의사소통 능력, 대인 관계 능력 및 디지털 역량을 기를 수 있도록 한다.

다섯째, 산업 현장의 잠재된 위험을 예측하여 항상 안전을 확인하고 올바른 판단하에서 안전하게 행동할 수 있는 태도와 능력을 기르며 궁극적으로 습관화할 수 있도록 한다.

여섯째, 산업 현장의 예기치 못한 위험 상황에서도 산업 안전의 지식을 바탕으로 문제를 해결할 수 있는 태도와 행동을 적용하여 사고 예방의 능력을 기를 수 있도록 한다.

일곱째, 노동 존중을 위해 노동자 및 다양한 사회 계층의 연대 필요성을 공감하고, 실천하는 공동체 역량을 향상할 수 있도록 한다.

여덟째, 미래 사회에 노동을 둘러싼 각종 사회의 변화를 탐색하여 디지털 역량을 고양시키고, 미래 사회에서 노동의 권리와 존중을 위한 방안을 탐구할 수 있도록 한다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
노동과 인간의 존엄	• 노동의 의미와 가치 • 노동과 노동 인권의 발전 • 헌법이 보장하는 노동의 가치 실현
노동 인권의 보장	• 노동자 권리와 임금 • 노동 계약과 노동 시간 • 노동조합과 노동 3권
다양한 노동과 노동 인권	• 고용 형태의 다양화 • 다양한 노동의 이해 • 숨겨진 노동의 가치와 사회적 역할
산업 안전 일반	• 개요·개념 및 기초 지식의 이해 • 산업 재해 현황 및 현안 사항 • 「산업 안전 보건법」(규칙)의 이해
사고 예방의 이해	• 사고 발생 원인 및 형태의 이해 • 주요 재해 사례 및 예방 대책 • 위험성 평가 절차 및 방법의 이해
안전한 작업 방법	• 업종별 작업의 특성 • 기계·기구 등 설비 위험 요소 파악 • 안전 수칙·표지·보호구 등의 올바른 사용 방법
노동 인권 실천과 사회 참여	• 노동과 민주주의 • 노동과 연대 • 노동과 미래 사회

나. 성취기준

1) 노동과 인간의 존엄

[인산 01-01] 인간이 일을 하는 이유와 노동의 의미와 개념을 설명할 수 있다.
[인산 01-02] 산업 혁명 전후의 노동 형태 변화를 이해하고, 노동 인권의 발전 배경과 내용을 설명할 수 있다.
[인산 01-03] 헌법에서 보장하는 노동권의 의미를 이해하고, 노동자의 행복 추구권 실현을 위한 방안을 탐색할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [인산 01-01] 인간은 노동을 통해서 자신의 정체성을 확립하고, 사회가 유지되기 위해서는 노동이 동반되지 않을 수 없다는 것을 이해하도록 한다. 또한 노동의 법적 개념과 사회적인 의미를 이해하고, 노동이 개인에게 끼치는 영향과 가치, 사회적인 가치를 이해하도록 한다.

- [인산 01-02] 인류의 역사는 노동의 역사이다. 하지만 시대와 상황에 따라서 노동은 다르게 인식되었으므로 산업 혁명 이후 임금 노동자의 탄생 과정과 특징을 이해하도록 한다. 또한 노동자는 사회적으로 중요한 위치임에도 불구하고 자신의 권리를 인정받지 못하였지만, 자신의 권리를 보장받기 위한 다양한 활동을 통해 필라델피아 선언, 세계 인권 선언 및 각종 국제 규범을 제정하는 과정과 의미를 이해하도록 한다.
- [인산 01-03] 우리나라 헌법에서 노동권을 보장하는 이유와 배경을 이해하고, 시민들의 노동권을 보장하기 위한 국가의 역할과 직업 훈련 제도 등을 알아보도록 한다. 또한 헌법 제10조의 행복을 추구할 권리와 제34조의 모든 국민의 인간다운 생활을 할 권리를 보장하기 위해 노동과 사회 보장의 의미와 역할을 이해하도록 한다.

2) 노동 인권의 보장

[인산 02-01] 노동자의 권리와 임금의 의미와 내용을 이해하고, 공정한 처우를 위한 대처 방안을 탐색할 수 있다.
[인산 02-02] 노동 계약과 노동 시간의 의미와 내용을 이해하고, 현실 사례에 근거해 공정한 처우를 위한 대처 방안을 탐색할 수 있다.
[인산 02-03] 노동 3권과 노동조합의 의미와 역할에 대해 파악하고, 사회적 인식에 대해 비판적으로 토론할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [인산 02-01] 임금은 노동의 대가이며, 생존을 위한 필수 요건이고, 노동에 대한 동기 부여를 일으키는 등 노동자와 그 가족의 삶에 미치는 영향이 지대함을 이해하도록 지도한다. 또한 기본적인 생활 보장을 위한 최저 임금의 취지, 역할과 실태를 이해하고, 「근로 기준법」상의 임금 관련 조항의 내용을 파악하며, 실제 상황에서 임금을 계산할 수 있도록 지도하고, 공정한 처우를 위해 임금과 관련한 권리 구제 및 부당한 사례에 대처하는 방안을 토론하고 발표하도록 한다.
- [인산 02-02] 임금 노동은 노동자와 사용자의 계약을 통해서 이루어지므로 노동 계약의 성립부터 종료까지의 과정을 이해하고, 근로 계약서를 작성하는 모의 활동을 실시하도록 한다. 「근로 기준법」상의 노동 시간과 휴게 시간에 대해 알아보고, 휴식과 휴게가 인간에게 미치는 영향을 탐색하도록 한다. 또한 고용과 노동 시간에 대한 부당한 사례에 대처하는 방안에 대해 토론하고 발표하도록 한다.
- [인산 02-03] 노동 3권을 헌법으로 보장하는 것에 대한 의미를 이해하고, 노동 3권의 보장을 위해 노동조합의 의미와 역할, 그리고 노동자의 자주적인 단결권, 단체 교섭권, 단체 행동권의 의미와 노동조합의 역할을 알아보도록 한다. 또한 우리 사회에서 노동 3권을 어떠한 시각으로 바라보는지 확인하고 비판적 사고로 토론하도록 지도한다.

3) 다양한 노동과 노동 인권

[인산 03-01] 노동 시장 유연화의 증대에 따른 비정규 노동과 플랫폼 노동 등 다양한 고용 형태에 대한 이해와 쟁점을 토론할 수 있다.
[인산 03-02] 노동 시장 내 다양한 노동의 실태를 파악하고, 차별적 요소의 원인을 분석하여 발표할 수 있다.
[인산 03-03] 우리 주변에 숨겨진 노동의 존재와 중요성을 파악하고, 숨겨진 노동을 대하는 우리 사회의 인식을 제고하고 사회적 역할에 대해 발표할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [인산 03-01] 노동 시장 유연화가 증대되면서 확대되는 프리랜서 등 다양한 비정규 노동을 비롯해 디지털 기술의 발달로 인해 새롭게 등장하는 긱 노동(Gig work), 플랫폼 노동의 실태를 파악하여 고용 형태 다양화가 노동 현실에 미치는 영향과 쟁점에 대해 설명할 수 있도록 지도하고, 기존 노동법의 적용을 받지 못하는 새로운 형태의 노동자를 보호하기 위한 사회적 대안을 모색하기 위해 토론할 수 있도록 한다.
- [인산 03-02] 노동 시장 내 성차별 실태 및 평등할 권리를 파악하고 일·생활 균형 방안을 모색하며, 아동·청소년 노동과 노인 노동 등 연령에 따른 노동 환경 실태 및 장애인 노동과 이주 노동 등 다양한 노동의 실태를 이해하고, 차별적 요소와 원인을 분석하여 해결 방안을 논의할 수 있도록 지도한다.
- [인산 03-03] 가사 노동, 야간 노동, 감정 노동 등과 같은 우리가 일상생활에서 매일 접하는 노동이지만 겉으로 잘 드러나지 않는 노동의 존재를 파악하고, 숨겨진 노동의 중요성과 이들에 대한 사회의 인식을 제고하며 사회적 역할에 대해 발표할 수 있도록 한다.

4) 산업 안전 일반

[인산 04-01] 산업 안전의 개념을 이해하여 설명할 수 있다.
[인산 04-02] 일터의 산업 재해 현황 및 현안 사항을 파악하고 설명할 수 있다.
[인산 04-03] 「산업 안전 보건법」(규칙)을 통해 주체별 의무와 권리를 이해하고 법의 필요성을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [인산 04-01] 산업 안전 태동과 필요성, 학생의 안전 의식 내면화와 행동의 습관화에 중점을 두어 지도한다. 또한 학생이 주로 진출하는 주요 분야에 관한 직무 위험성의 다양한 사례를 통해서 산업 안전 기초 지식을 이해하고 설명할 수 있도록 지도한다.
- [인산 04-02] 산업 재해 일반 현황, 최근 5년 이내 사고 발생의 유형 및 사례를 학생이 디지털

도구를 이용하여 조사할 수 있도록 하여 다발 사고 유형을 파악하고 학생의 직무와 연관 지을 수 있도록 지도한다. 또한 정부의 방침 등 현안 사항을 조사하고 주요 재해와 산업재해보상에 대한 법의 변화와 최신 동향을 설명할 수 있도록 지도한다. 이를 통해 산업 재해 위험도를 간접적으로 습득하여 중요성을 인지할 수 있도록 지도한다.

- [인산 04-03] 「산업 안전 보건법」(규칙)에서 정하는 주체별(근로자, 사업주) 의무와 권리를 이해하고 현장에서의 안전한 행동 요령에 적용할 수 있는 법과 규칙에 대해 알아보고 설명할 수 있도록 지도한다.

5) 사고 예방의 이해

[인산 05-01] 사고 발생의 주요 원인 및 형태에 대해 이해하고 전반적인 위험성을 설명할 수 있다.
[인산 05-02] 작업 현장에서 발생하는 주요 재해 사례의 예방 대책에 대해 설명할 수 있다.
[인산 05-03] 작업 현장 위험성 평가의 개념을 이해하고, 이를 활용한 예방 대책과 작업 방법에 대해 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [인산 05-01] 사고가 일어나는 주요 업종·형태·기인물(원인이 되는 기계·기구 등)에 대한 각 업종별 구체적 사례를 제시하여 이에 대한 위험성을 인지할 수 있도록 지도한다.
- [인산 05-02] 작업 현장에서 자주 발생하는 주요 산업 재해 사례를 구체적으로 제시하여 해당 작업의 위험성을 인지하도록 지도한다. 또한 이에 대한 예방 대책을 제시하여 현장에서 안전한 작업 방법을 기반으로 작업에 임할 수 있도록 지도한다.
- [인산 05-03] 위험성 평가의 개념·실행 및 절차·적용과 이행 방법에 대한 구체적인 사례를 제시하여 이해를 돕고, 이를 바탕으로 현장에서 안전한 작업 방법을 선택할 수 있도록 지도한다.

6) 안전한 작업 방법

[인산 06-01] 업종별 작업의 특성을 고려한 안전한 작업 방법을 선택할 수 있다.
[인산 06-02] 위험 기계·기구 등 설비의 위험 요소를 파악하고 안전한 작업 방법을 선택할 수 있다.
[인산 06-03] 안전 수칙·표지·보호구 등 근로자 보호 대책에 대해 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [인산 06-01] 각 업종별 특성에 따른 안전 보건 관리 환경과 주요 업종의 유해·위험 요인에 대해 이해하고 이를 연계하여 현장에서 안전한 작업 방법을 선택할 수 있도록 지도한다.
- [인산 06-02] 현장에서의 설비별 위험 요소와 안전 수칙, 각 업종별 사고가 자주 발생하는 기계·

기구·시설·장비에 중점을 두고 지도한다.

- [인산 06-03] 안전 수칙에 대한 준수 사항, 안전표지에 대한 이해와 표기 및 주지 방법, 반드시 필요한 보호구의 착용 방법, 위험 요소 발견 시 대처 요령 등에 대하여 지도한다.

7) 노동 인권 실천과 사회 참여

[인산 07-01] 직장 내 민주주의 실현을 위한 제도의 핵심 내용을 파악하고, 일터와 사회 경제적 민주주의 성장에 있어서 노동의 역할을 설명할 수 있다.
[인산 07-02] 노동의 연대 의미를 이해하고, 노동자와 다양한 사회 주체들 간의 연대의 필요성을 공감하고 실천적 방안을 탐색하여 발표할 수 있다.
[인산 07-03] 디지털 혁명으로 인한 미래 사회의 노동의 변화를 탐색하고, 기후위기 극복과 불평등 해소를 포함한 노동 존중 사회를 상상하고 실천 방안에 대해 토론할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [인산 07-01] 직장 내 괴롭힘과 성희롱 등에 대한 제도의 핵심 내용을 '민주적 조직 문화' 형성의 관점에서 이해하고, 일터 민주주의 실현을 위한 노동자 대변 기구의 역할과 경영 참여 제도 등에 대해 설명할 수 있도록 한다. 또한 조합원들의 경제적 이해를 대변하는 기능에 더해 사회 경제적 민주주의 발전을 위한 노동(노동조합)의 역할을 역사 속에서 이해하고 과제를 설명할 수 있도록 한다.
- [인산 07-02] 노동의 결과물은 수많은 노동의 합산물이며 사람들이 노동을 통해 어떻게 연결되어 있는지를 이해하고, 노동자들 간의 연대뿐 아니라 다양한 사회 주체들 간의 연대의 필요성을 인식함으로써 참여와 실천을 통한 공동체성의 회복을 경험할 수 있도록 한다. 아울러 '내가 살고 있는 지역'의 노동 문제를 이해하고 실천적 대안을 탐색하여 발표할 수 있도록 한다.
- [인산 07-03] 디지털 환경의 변화, 그리고 인공지능과 로봇의 등장에 따른 노동 세계의 변화와 연결하여 이해할 수 있도록 하며, 불평등 심화의 위험성을 인식하고 인간 존엄 관점에서 대안을 모색할 수 있도록 한다. 또한 탄소 중립 등 기후위기에 대한 노사의 바람직한 태도에 대해 고민하고 '정의로운 전환'의 의미를 이해하며 미디어 등에 나타난 현실 쟁점에 대한 비판적 사고 능력을 함양할 수 있도록 한다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

‘노동 인권과 산업 안전 보건’ 과목은 「근로 기준법」이나 「최저 임금법」, 「노동조합 및 노동관계 조정법」 등과 같은 법률적 지식과 노사 관계 원칙을 이해하고 부당한 지시나 대우를 받았을 때 어떻게 대처해야 하는지를 실제 사례를 통해서 익히는 것에 주안점을 두고 교수·학습을 계획한다. 하지만 단순히 지식을 습득하는 것을 넘어서서 일상적인 삶에서 나타나는 노동과 관련된 각종 사안들을 인권과 시민 의식을 바탕으로 노동의 관점에서 바라보고 자신의 생각을 글로 표현하며, 실천 활동을 통해 노동에 대한 감수성을 향상시키고 노동자로서의 자존감과 연대 의식을 향상시키도록 한다.

1) 노동의 의미를 이해하고 노동에 대한 감수성과 가치에 공감하도록 각종 정보를 다양하고 균형 있게 제공한다.

   가) 인간의 발달 과정에서 일이 가지는 의미를 살펴보고, 개인과 사회에 있어서 노동의 가치에 대해서 알아보며, 노동자의 법적 개념과 사회적 개념을 파악할 수 있도록 지도한다.

   나) 인간의 역사를 통해서 노동의 형태가 어떻게 변해 왔는지를 이해하고, 산업 혁명 이후 임금을 받는 노동자가 탄생하게 된 배경을 파악하며, 노동자의 인권을 보호하기 위한 각종 규범이 형성된 과정을 역사적 자료를 조사하여 토론과 토의 학습, 프로젝트 학습 등의 다양한 교수·학습 방법을 활용하여 지도한다.

   다) 우리나라 헌법에서 노동을 권리와 의무로 규정하고 있는 이유를 탐색하고, 사회적으로 시민들의 노동을 보장하기 위해 마련된 방안과 행복 추구권을 연계하여 창의적으로 사고할 수 있도록 지도한다.

2) 노동 인권을 보장해야 하는 이유와 노동 인권 보장에 대한 법적 내용을 구체적인 사례를 통해서 알아보고 부당한 대우를 받았을 때의 대처 방안에 대해 토론, 토의 방법을 활용해 찾아볼 수 있도록 한다.

   가) 노동자의 권리를 보호하는 이유에 대해 노동의 의미와 가치, 헌법 정신과 행복 추구권 등을 통합적으로 사고하여 파악할 수 있도록 지도한다.

   나) 임금이 가지는 의미를 파악하고 최저 임금 제도를 도입한 배경과 의미에 대해 공감하며, 임금에 대한 부당한 사례에 대처하기 위한 방안에 대한 사례 조사와 토론, 시뮬레이션 학습 등을 통하여 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.

   다) 근로 계약서를 작성하는 활동을 통하여 근로 계약서 작성의 중요성을 이해할 수 있도록 지

도한다. 「근로 기준법」에서 노동 시간을 제한하는 배경을 이해하고 휴식과 여가가 노동자와 사회에 끼치는 영향을 각종 표와 사례를 통해서 해석하고 공감할 수 있도록 지도한다.

라) 헌법에서 노동 3권을 보장하는 이유를 이해하고 노동 3권의 실질적인 보장은 노동조합을 통해서 가능함을 인식할 수 있도록 한다. 노동자의 권리를 보호하고 확장하기 위한 노동조합의 역할을 파악하고 외국의 사례를 통하여 노동조합의 활동에 대한 사고를 확장할 수 있도록 한다. 또한 노동조합 활동에 대한 부당한 각종 사례를 수집하고 이에 대처하기 위한 방안을 탐색할 수 있도록 지도한다.

3) 고용 형태의 다양화가 노동자에게 어떤 영향을 끼치고 있는지를 파악하고 사회적 약자들의 노동을 살펴봄으로써 차별적인 요소를 파악하여 해결 방안을 모색할 수 있도록 한다. 또한 우리 사회에서 꼭 필요하나 눈에 잘 띄지 않는 노동의 중요성에 대해 공감할 수 있도록 지도한다.

가) 4차 산업 혁명의 가속화 등 고용 형태의 다양화가 나타난 배경을 파악하고, 프리랜서나 특수 고용 형태 노동의 증가 등 비정규직 노동과 긱 노동(Gig work), 플랫폼 노동의 개념과 실태, 문제점 등을 각종 자료와 표 등을 활용하여 국제 사회와 비교하면서 파악할 수 있도록 지도한다.

나) 사회적으로 약자에 속하는 아동, 젠더, 노인, 장애인, 외국인 노동자의 실태와 차별적 요소 등을 자신의 주변과 지역의 인물을 파악하여 사례를 발표하고, 이를 해결하기 위한 창의적인 방안을 탐구할 수 있도록 지도한다.

다) 우리 사회는 수많은 노동자들의 노동으로 유지되고 있음을 공감할 수 있도록 지도한다. 눈에 잘 띄지는 않지만 필수적으로 존재해야 하는 노동의 종류를 찾아보고, 이들의 노동 권리를 보장하기 위한 방안을 탐구할 수 있도록 지도한다.

4) 노동 인권은 실천과 참여를 통해서 보장된다는 사실을 이해하며, 실천과 참여는 노동자 개개인이 아니라 노동자와 시민 등이 연대하였을 때 가능함을 공감할 수 있도록 한다. 또한 미래 사회에서 노동을 존중하기 위한 방안을 탐색할 수 있도록 지도한다.

가) 직장 내에서 발생하는 괴롭힘과 성희롱 등은 회사 내의 권력 구조에 기반함을 이해하고, 노동자가 경영에 참여하는 것의 의미와 효과에 대해서 조사하고 발표할 수 있도록 한다.

나) 사회가 원활하게 유지되고 작동하기 위해서는 수많은 노동이 서로 유기적으로 결합되어야 한다. 하나의 상품이 완성되기까지 수많은 노동자의 손길이 더해져야 함을 자료와 동영상 등을 통해서 확인할 수 있도록 한다. 각 모둠별로 하나의 상품을 지정한 후에 그 상품이 완성되기까지 어떤 노동이 관여하였는지를 디지털 자료를 조사하고 프레젠테이션을 작성하고 발표할 수 있도록 한다.

다) 노동자들이 협력과 연대를 하는 사례와 목적을 조사하고, 자신이 주변의 동료들과 또는 마을의 주민들과 협력을 할 수 있는 방안을 찾아서 발표할 수 있도록 지도한다.

라) 미래 사회의 노동 형태의 변화와 그로 인한 문제점들을 파악하고, 노동을 둘러싼 사회의 변화에는 무엇이 있고 그 영향은 무엇인지를 조사할 수 있도록 한다. 또한 노동이 존중받는 미래 사회를 만들기 위한 방안을 글, 도표, 그림, 영상 자료 등을 활용하여 발표할 수 있도록 지도한다.

5) 산업 안전 보건은 직업계고 학생들이 산업 현장에서 안전하게 근무하기 위해 필요한 산업 안전 보건의 기본 개념을 이해하고 다양한 사례를 통해 각 분야의 산업에서 요구하는 직무 역량을 기를 수 있도록 교수·학습 활동을 계획하고 운영한다.

가) 산업 안전 보건 내용의 교수·학습은 의사소통 능력, 문제 해결 능력, 자원 관리 능력, 대인 관계 능력, 기술 능력 함양을 통해 각 분야 산업 현장의 직무 수행에 필요한 직무 능력을 갖출 수 있도록 계획한다.

나) '산업 안전 일반' 학습 영역에서는 산업 안전의 기초적인 개념을 제시하고 「산업 안전 보건법」에 대한 주체별(사업주, 근로자) 의무와 권리를 이해할 수 있도록 교수·학습을 계획한다. 이를 바탕으로 '사고 예방의 이해', '안전한 작업 방법' 학습 영역에서는 작업 현장의 구체적인 재해 사례와 예방 대책에 대해 알아보고, 각 업종별 안전한 작업 방법 선택으로 학생의 이해를 확장하는 방향으로 교수·학습을 계획한다.

다) 산업 안전 보건에 대한 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 소통 역량을 활용할 수 있는 기회를 제공해야 하며, 이 과정이 교과의 성취기준과 연계될 수 있도록 한다.

6) 산업 안전 보건 내용을 통해 산업 안전 보건의 중요성 및 필요성을 인식할 수 있도록 다양한 사례를 제공함으로써 학생의 안전 의식이 내면화될 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) '산업 안전 일반' 학습 영역에서는 산업 안전의 개요·개념 및 기초 지식을 이해하고 산업 현장의 재해 현황을 제시하고, 이를 바탕으로 「산업 안전 보건법」의 주체별(사업주, 근로자)의 무와 권리를 적용해 볼 수 있도록 지도한다.

나) '사고 예방의 이해' 학습 영역에서는 사고가 일어나는 주요 업종·형태·기인물(원인이 되는 기계·기구 등)에 대해 구체적인 사례를 제시하여 학생이 위험성을 명확하게 인지할 수 있도록 한다. 또한 위험성 평가의 개념부터 적용 및 이행 방법까지 구체적 사례를 바탕으로 학습하여 학생이 현장에 적용할 수 있도록 집중적으로 지도한다.

다) '안전한 작업 방법' 학습 영역에서는 각 업종별 특성에 따른 유해·위험요인 및 현장에서의

설비별 위험 요소와 업종별 사고가 다발하는 기계·기구·시설·장비에 대해 구체적인 사례를 통해서 재해에 대한 간접적 경험 기회를 제공하고, 안전 수칙 준수사항, 안전표지에 대한 이해, 보호구 착용 방법, 위험 요소 발견 시 대처 요령 등에 대해 중점을 두고 지도한다.

7) 산업 안전 보건의 개념을 통해 산업 현장에 필요한 안전한 작업 방법과 예방 대책을 습득하여 상황에 따른 행동 요령을 적용할 수 있도록 한다.

가) 업종별 발생한 산업 재해 사례에 대한 지식을 토대로 안전한 작업 방법 및 예방 대책에 대한 이해를 확장시킬 수 있도록 지도한다.

나) 산업 재해 사례를 탐색하는 경우 학생이 현장을 직간접적으로 체험할 수 있는 방안(견학, 인터뷰 등)을 계획할 수 있도록 한다.

8) 산업 안전 보건 관련 법의 변화에 민감하고 새로운 정보를 습득할 수 있는 디지털 역량과 법을 현장에 적용하여 문제를 해결하고자 하는 태도를 함양할 수 있도록 수업을 설계한다.

9) 출석 수업과 원격 수업이 가능한 교수·학습 자료를 개발하여 온오프라인 연계 수업이 가능하도록 한다.

가) 모듬별 형태의 수업을 통해 하나의 학습 영역을 다양한 방법(해당 분야의 전문가 온오프라인 인터뷰, 산업 현장 견학, 안전 관련 기관 방문, 도서관 등)으로 조사·기록하도록 하며, 해당 자료를 온오프라인으로 공유하며 수업이 진행될 수 있도록 계획한다.

나) 온라인으로 수업한 경우(이론 강의, 과제 발표 등)에 대해서는 오프라인 수업에서 반드시 피드백이 이루어지도록 한다.

10) '노동 인권과 산업 안전 보건'은 해당 분야의 전문 공통 과목으로 전공별 전공 실무 과목의 안전 분야 학습 영역과 연계하여 학습의 효율성을 높일 수 있도록 교수·학습을 운용한다.

11) 과목의 평가 계획에서 설정한 최소 성취수준에 도달하지 못하는 학생에 대해서는 온오프라인의 보충 자료를 제공하도록 한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 노동과 관련된 사회적 논쟁을 회피하지 않고 교실에서 학생들이 논쟁적으로 받아들여 자신의 의견을 발표하고 서로 다른 의견을 경청하고 토론할 수 있도록 한다.

2) 수업에서 배운 노동의 권리와 법규를 지식의 습득에서 그치지 않고, 학교생활과 일상생활에서 연결하고 적용할 수 있도록 지도한다.

3) 현장 실습이나 아르바이트 노동을 하는 학생들에게는 근로 계약서 작성, 역할극, 사례 조사 및 연구 등을 통해 실질적으로 노동의 권리를 체득할 수 있도록 한다.

4) 노동과 관련된 각종 실태와 현황을 표, 그래프, 그림, 뉴스 등의 자료를 활용하여 지식 정보를 처리하고 해석하는 능력을 향상시키고, 각종 자료를 바탕으로 토론과 토의를 통해서 창의적 사고 능력을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

5) 노동의 의미와 가치, 타인의 노동을 존중하는 노동 감수성을 향상시키도록 하고, 그를 바탕으로 공동체 역량을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

6) 산업 안전 보건 내용은 안전에 대한 기초가 되는 내용으로 교수·학습 과정에서 안전 의식 내면화 및 행동의 습관화가 이루어질 수 있도록 계획해야 하며, 특히 산업 현장에서 근로자의 안전한 행동 요령이 실행될 수 있도록 지도하는 것에 유념해야 한다.

7) 온오프라인을 통해 산업 재해 사례에 대한 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체상의 다양한 정보를 분별력 있게 활용하고, 필요시 저작권 보호 등을 준수하며 책임감 있게 사용할 수 있도록 지도해야 한다.

8) 모둠별 수업을 진행할 경우 타인을 배려하며 협동하는 정신을 배울 수 있는 수업 분위기가 조성될 수 있도록 유도한다.

9) 수업 설계 시 출석 수업, 원격 수업 등 다양한 환경 변화에 즉각적으로 대응할 수 있도록 하며, 원격 수업 시에도 학생이 수업에 적극적으로 참여할 수 있도록 수업의 형태를 다양하게 계획한다.

4. 평가

가. 평가 방향

노동의 권리와 법적 내용과 관련된 지식을 바탕으로 권리와 법, 제도가 작동하는 상황을 파악하고, 구체적인 상황에 대한 비판적인 판단과 해결 방안을 찾아보기 위해 각종 정보와 자료를 획득하고 해석하며 활용하는 능력과 노동의 의미와 가치 존중에 대해 인식하는 수준 등을 평가한다.

1) 학습의 과정과 결과를 통합적으로 판단하기 위해 다양한 방법을 적용한다.

가) 선택형, 서술형, 논술형을 포함하는 지필평가와 글쓰기, 토론, 프로젝트 학습 등 다양한 모둠 활동에 대한 과정 평가, 보고서 평가, 포트폴리오를 활용한 수행평가를 실시한다.

나) 서술형, 논술형의 경우 사회에서 논쟁 중인 다양한 노동의 쟁점을 구체적으로 분석 및 해석해 자신의 현재와 미래 상황과 접목하여 사고하고, 동료들과의 토론과 토의를 통하여 자신의 생각을 확장하여 서술할 수 있도록 한다,

다) 프로젝트 학습, 포트폴리오 제작, 모둠 활동 등을 통해 자신의 주변에서 벌어지는 노동의 상황을 구체적으로 파악하여 해석하고 문제점을 해결하는 방안을 창의적으로 탐색하도록 한다,

2) 노동 존중에 대한 감수성 향상, 사회적 약자의 노동, 노동의 연대와 같은 노동에 대한 가치와 태도 학습 영역에서는 노동 현실과 관련된 다양한 가치와 관점에 대한 이해와 공감의 기회를 제공하고, 노동의 관점에서 해석하는 정도, 가치에 대한 분석과 판단 능력 등을 평가한다.

3) 노동 현상을 이해하는 데 필요한 다양한 자료와 정보를 수집하고 도표, 그림, 그래프 등을 분석하고 활용하여 표현할 수 있는 의사소통, 토론, 발표를 위한 디지털 활용 등을 통해 상호 협력하는 능력을 평가한다.

4) '산업 안전 일반' 학습 영역의 평가는 교과 교육과정에서 제시한 교육 목표와 성취기준을 고려하여 산업 현장에서 안전하고 안심하며 일할 수 있도록 학생에게 필요한 의사소통 능력, 문제해결 능력, 자원 관리 능력, 대인 관계 능력, 기술 능력, 디지털 역량 등을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 계획하고 시행한다.

5) '산업 안전 일반'과 '사고 예방의 이해' 학습 영역의 평가 과정에서 각 학습 영역별 기초적 개념이나 지식을 효과적으로 습득하고, 디지털 콘텐츠 활용을 통하여 학생의 전공과 관련된 구체적인 사례를 활용하며, 이를 통해 추상적 개념과 사례를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

6) 각 학습 영역의 학습 과정에서 산업 안전 보건에 대한 개념의 이해를 돕기 위해 현장 전문가 특강 혹은 사례 발표 등을 통해 산업 현장에서 발생하는 문제 상황이 해결되는 과정을 학생들이 직간접적으로 경험할 수 있도록 한다. 이 과정에서 조사 보고서, 시나리오 작성 등 다양한 평가 방법을 고려하여 적용할 수 있다.

   가) '산업 안전 일반' 학습 영역을 학습하는 과정에서는 「산업 안전 보건법」의 주체별(사업주, 근로자) 의무와 권리를 구분하여 이해하고 구체적 사례에 적용할 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

7) '사고 예방의 이해'의 학습 영역에서는 각 분야별 산업 재해의 구체적인 사례 조사 및 발표를 통해 간접적 경험의 기회를 제공하도록 하며, 이 과정에서 디지털 매체를 통한 정보 수집, 자료 공유, 보고서 작성 등을 평가함으로써 디지털 의사소통 및 협력에 대한 역량을 강화할 수 있도록 평가를 계획한다.

8) 산업 현장의 잠재된 위험을 예측하여 항상 안전을 확인하고 위험 상황에 직면해서도 적절한 대처를 할 수 있는 태도를 가지고 있는지를 평가하되, 학습 영역에 제시된 지식, 기술, 태도 등을 전반적으로 평가할 수 있도록 해야 하며 특정 내용에 치우치지 않도록 한다.

9) 과목의 교육 목표에 도달할 수 있도록 성취기준과 수행평가 항목을 고려하여 평가 계획을 수립하고, 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게 내용과 관련된 보충 자료 및 과제를 제시한다.

10) '산업 안전 일반' 학습 영역의 평가는 평가 계획서에 제시된 방법과 평가 절차를 따르고, 지필평가 문항 제작 및 시행과 채점에 관한 사항을 평가 계획서에 근거하여 점검표로 만들어 각 항목을 하나씩 점검함으로써 신뢰도를 유지해야 한다.

나. 평가 방법

1) 지식의 암기보다는 구체적인 상황에서의 문제 해결 능력과 창의적 사고 능력을 발휘하고 있는지를 평가한다.

2) 지필평가 외에 글쓰기, 포트폴리오, 프로젝트 활동, 토론 등을 활용하여 다양한 평가가 이루어지도록 한다.

3) 논술 평가는 사회에서 발생하는 노동과 관련된 쟁점들에 대해서 학생들의 자료 분석력, 이해력, 비판력, 문제 해결력, 창의력 등 통합적인 사고 능력을 판단할 수 있도록 시행한다.

4) 모둠 활동이나 프로젝트 활동 등을 통하여 협동하고 연대하는 능력을 발휘하도록 하여 공동체 역량의 향상을 파악하여 평가한다.

5) '산업 안전 일반' 학습 영역에서는 「산업 안전 보건법」의 태생을 알고 필요성을 이해할 수 있도록 산업 현장과 연계하여 학생 스스로 조사하고 분석하는 능력을 측정하기 위해 발표, 시나리오 등을 토대로 학생들의 과제 수행의 적극성 및 이해도를 평가한다.

6) '산업 안전 일반'의 개념을 이해하고 「산업 안전 보건법」의 주체별(사업자, 근로자) 의무와 권리를 이해하고 실천할 수 있는지를 평가하기 위해 역할 연극, 시나리오 발표 등을 이용한다.

7) '사고 예방의 이해' 학습 영역에서는 학생이 사고가 일어나는 주요 업종, 형태별 특성을 이해하고, 관련 산업에서 발생 가능한 위험성을 제시하고 안전한 작업 방법, 사고 예방을 위한 태도와 위험 대처 능력을 연계하여 설명할 수 있는지를 프로젝트 수업을 실시하여 평가한다.

8) '안전한 작업 방법' 학습 영역에서는 업종을 구분하고 특성을 파악하여 관련된 안전 수칙을 설명할 수 있는지를 사례 발표, 문제 해결 시나리오를 통해 평가하고, 현장에서 적용할 수 있는 안전한 작업 방법을 습득하였는지를 평가자 체크리스트, 작업장 평가, 사례 발표 등을 통해 평가한다.

[전문 공통 과목]

3. 디지털과 직업 생활

1. 성격 및 목표

가. 성격

우리 사회는 인공지능, 클라우드 컴퓨팅, 블록체인, 가상 현실 등 4차 산업혁명의 핵심 기술과 디지털 환경에서의 소통 및 협업, 디지털 콘텐츠의 활용 및 제작 등을 위한 다양한 디지털 기술이 사회 및 경제 분야에서 사람들이 생각하고 행동하는 방식을 근본적으로 변화시켜 새로운 가치를 창출하는 디지털 전환 시대를 맞이하고 있다.

'디지털과 직업 생활'은 예비 직업인이 직업 세계의 디지털 전환에 따른 변화를 이해하고 적응하는 데 필요한 지식을 습득하여 디지털 기술을 이용할 수 있는 능력을 기르도록 이론과 실습으로 구성된 과목이다. 예비 직업인들은 디지털 전환이 직업 생활에 미치는 영향을 이해하고, 직업 생활에서 발생하는 다양한 문제를 해결하기 위하여 각종 디지털에 관한 지식과 기술을 습득하고 디지털 시민 의식을 갖추는 것이 필요하다. 이 과목은 디지털 전환과 직업 생활, 디지털 의사소통과 협업, 디지털 콘텐츠의 활용과 제작, 디지털 문제 해결, 인공지능과 직업 생활, 디지털 시민 의식과 직업 윤리 등의 내용으로 구성되었으며, 예비 직업인들이 디지털 직업 환경에 적응하고, 디지털 관련 직무를 수행하는 과정에서 발생하는 다양한 문제에 대비하기 위해 필요한 지식, 기술, 태도를 기를 수 있도록 한다.

이 과목을 통해 학생들은 디지털 환경의 직업 세계를 주도할 예비 직업인으로서 각 직업 분야의 직무 수행에 필요한 디지털에 관한 지식을 습득하고, 디지털 기술의 활용 방법을 익힐 수 있다. 그리고 디지털 시대에 필요한 디지털 역량, 문제 해결 능력, 창의적 사고 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량, 자기 관리 역량, 비판적 사고 역량 등을 기를 수 있다.

나. 목표

'디지털과 직업 생활' 과목은 지능정보사회를 살아갈 시민과 직업인으로서의 주어진 역할을 성공적으로 수행하기 위해 필요한 디지털 역량을 기르는 것을 목표로 한다. 즉, 디지털 사회의 시민으로서 책임과 의무를 준수하고, 권리를 행사하며, 직업적 요구를 수용하기 위해 필요한 디지털에 관한 지식, 기능, 태도를 기르는 것을 목표로 한다. 이와 같은 목표를 달성하기 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 디지털 전환이 생활 방식과 직업 분야에서 일하는 방식 등에 미친 영향을 이해하고, 자신의 직무 수행 과정에서 적절한 디지털 도구나 기술을 이용하여 타인과 소통하고, 자료나 의견을 공동으로 구축하여 협업하는 의사소통 역량을 기를 수 있도록 한다.

둘째, 디지털 환경의 직업 분야 종사자로서 규범을 지키고 권리를 행사하는 공동체 역량 및 자기 관리 역량을 기르며, 직무를 수행하는 과정에서 발생하는 문제를 구체적으로 정의하고, 직무를 분석하여 문제 해결책을 모색하는 문제 해결 역량을 기를 수 있도록 한다.

셋째, 직업 생활에 필요한 디지털 콘텐츠를 찾아서 활용하고, 자신의 아이디어를 표현하는 독창적인 디지털 콘텐츠를 생성하는 창의적 사고 역량 및 디지털 콘텐츠를 비판적으로 이해하는 비판적 사고 역량을 기를 수 있도록 한다.

넷째, 인공지능의 기본 개념과 기초 원리를 이해하고, 직업 분야에서 인공지능이 하는 역할과 문제 해결 방식을 이해하는 역량을 기를 수 있도록 한다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
디지털 전환과 직업 생활	• 디지털 전환의 이해 • 디지털 전환과 생활의 변화 • 디지털 전환과 직업 세계의 변화
디지털 의사소통과 협업	• 디지털 의사소통 • 직업 생활과 디지털 협업
디지털 콘텐츠의 활용과 제작	• 디지털 콘텐츠의 이해 • 디지털 콘텐츠의 활용 • 직업 생활과 디지털 콘텐츠의 제작
디지털 문제 해결	• 디지털 문제 해결의 이해 • 문제 분석과 해결 방법 탐색 • 직업 생활과 디지털 문제 해결의 구현
인공지능과 직업 생활	• 인공지능의 이해 • 기계 학습에 대한 이해와 모델 구현 • 직업 생활과 인공지능의 역할
디지털 시민 의식과 직업 윤리	• 디지털 시민 의식의 이해 • 디지털 시대의 예절 • 디지털 시대의 직업 윤리

나. 성취기준

1) 디지털 전환과 직업 생활

[디직 01-01] 디지털 전환의 의미와 디지털 전환을 가져온 주요 기술의 개념을 이해하고, 이러한 기술이 적용된 사례를 설명할 수 있다.
[디직 01-02] 디지털 전환이 우리 생활에 미친 영향을 설명하고, 자신의 디지털 역량을 진단할 수 있다.
[디직 01-03] 자신의 전공과 관련된 직업 분야에 나타난 디지털 전환 사례를 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [디직 01-01] 4차 산업혁명 및 디지털 전환의 의미와 디지털 전환을 가져온 4차 산업혁명의 핵심 기술, 즉 인공지능, 빅데이터, 블록체인, 가상현실/증강현실(VR/AR), 로봇 공학, 사물 인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 메타버스 등의 개념을 이해할 수 있도록 하고, 이러한 기술이 적용된 사례를 찾아서 설명하도록 함으로써 디지털 전환 사회를 이해할 수 있도록 지도한다.
- [디직 01-02] 디지털 전환으로 인하여 변화된 우리 생활 전반의 모습을 찾아보고, 공식적인 인터넷 사이트 등을 통해 자신의 디지털 역량을 진단함으로써 디지털 역량 수준을 파악할 수 있도록 지도한다.
- [디직 01-03] 자신의 전공과 관련된 직업 분야에서 일하는 방식 등에 나타난 디지털 전환 사례를 찾아 설명하고, 앞으로 직업 세계의 변화에 대해 예측해 보도록 지도한다.

2) 디지털 의사소통과 협업

[디직 02-01] 자신의 직무를 수행하는 과정에서 적합한 디지털 도구나 기술을 이용하여 타인과 다양한 의견이나 자료를 교환할 수 있다.
[디직 02-02] 디지털 직업 환경에서 타인과 다양한 의견이나 자료의 공동 작업을 통해 협업할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [디직 02-01] 디지털 직업 환경에서 발생할 수 있는 여러 유형의 의사소통을 이해하고, 자신의 직무를 수행하는 과정에서 적합한 디지털 의사소통 도구나 기술을 선택 및 이용하여 타인과 함께 의견을 나누거나 다양한 디지털 자료를 공유하며, 올바른 방식으로 의사소통하는 역량을 기를 수 있도록 지도한다.
- [디직 02-02] 디지털 직업 환경에서 타인과 공동으로 협력하여 작업하는 데 적합한 디지털 도구나 기술을 선택하고, 이를 이용하여 타인과 함께 직업 생활에 필요한 디지털 자료를 공동으로 작업하여 만드는 경험을 통해 디지털 협업 역량을 기를 수 있도록 지도한다.

3) 디지털 콘텐츠의 활용과 제작

[디직 03-01] 디지털 콘텐츠의 개념과 특징에 대해 이해하고, 다양한 유형의 디지털 콘텐츠를 구분할 수 있다.
[디직 03-02] 디지털 콘텐츠를 검색·선택·열람·평가하여 다양한 직업 생활에 활용할 수 있다.
[디직 03-03] 다양한 디지털 콘텐츠 편집 소프트웨어를 사용하여 직업 생활에 필요한 창의적인 디지털 콘텐츠를 제작할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [디직 03-01] 디지털 콘텐츠의 개념과 특징 등에 대해 개괄적으로 이해하고, 나아가 다양한 유형의 디지털 콘텐츠를 구분할 수 있도록 실생활 속 사례를 바탕으로 학습 자료를 구성하여 지도한다.
- [디직 03-02] 객관적이고 비판적인 관점에서 디지털 콘텐츠를 검색·선택·열람·평가하여 사운드, 이미지, 동영상, VR/AR, 슬라이드 등 여러 가지 형식의 디지털 콘텐츠를 다양한 직업 생활에서 효과적으로 활용할 수 있도록 지도한다.
- [디직 03-03] 디지털 콘텐츠를 편집할 수 있는 다양한 소프트웨어를 사용할 수 있도록 하며, 이를 바탕으로 직업 생활에 필요한 창의적인 디지털 콘텐츠를 제작해 봄으로써 자신의 아이디어를 디지털 방식으로 표현할 수 있도록 지도한다.

4) 디지털 문제 해결

[디직 04-01] 직업 생활에서 디지털 기술을 활용한 문제 해결의 필요성을 이해할 수 있다.
[디직 04-02] 디지털 기술을 활용한 문제 해결을 위해 직무를 분석하고, 디지털 기술의 활용 방안을 탐색할 수 있다.
[디직 04-03] 디지털 문제 해결 방안을 디지털 기술을 활용하여 구현할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [디직 04-01] 직업 생활에서 디지털 기술을 활용한 문제 해결의 사례 탐색을 통해 디지털 문제 해결의 필요성을 이해할 수 있도록 지도한다.
- [디직 04-02] 직업 생활에서 디지털 문제 해결을 위해 직무를 분석하고, 이를 토대로 디지털 기술을 활용하여 문제를 해결하는 방안을 탐색할 수 있는 역량을 키우는 데 주안점을 두고 지도한다. 또한 직무 분석 시 업무의 자동화 요소, 직무에 사용하는 데이터의 패턴 등의 분석을 통해 향후 소프트웨어 구현을 통한 자동화로 연계할 수 있도록 지도한다. 또한 수업 운영 시 전공 일반 과목 중 '알고리즘 설계' 과목과의 연계성을 고려하고, 17개 교과(군)와 관련된 직무 분야에서의 적용 사례를 탐색하는 등 연계성을 고려하여 지도한다.
- [디직 04-03] 디지털 문제 해결 방안을 디지털 기술을 활용한 소프트웨어 구현을 통해 자동화하는

과정이 직업 생활에서 효율적인 업무 처리에 도움이 될 수 있음을 학생들이 이해하고, 이러한 과정을 경험할 수 있도록 지도한다. 또한 수업 운영 시 전공 일반 과목 중 '프로그래밍' 과목과의 연계성을 고려하고, 17개 교과(군)와 관련된 직무 분야에서의 적용 사례를 탐색하는 등 연계성을 고려하여 지도한다.

5) 인공지능과 직업 생활

[디직 05-01] 인공지능의 개념과 특징을 이해할 수 있다.
[디직 05-02] 데이터를 활용한 기계 학습을 이해하고, 기계 학습 모델을 구현할 수 있다.
[디직 05-03] 직업 생활에서 인공지능의 필요성을 이해하고, 활용 분야를 탐색할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [디직 05-01] 다양한 인공지능 기술이 적용된 콘텐츠를 활용한 실습을 통해 학생들이 인공지능의 개념과 특징을 이해할 수 있도록 지도한다. 또한 인공지능의 이론적 접근보다는 생활 속 사례를 바탕으로 학습 자료를 구성하여 지도한다. 또한 수업 운영 시 전공 일반 과목 중 '인공지능 일반' 과목과의 연계성을 고려하고, 17개 교과(군)와 관련된 직무 분야에서의 적용 사례를 탐색하는 등 연계성을 고려하여 지도한다.
- [디직 05-02] 데이터를 사용하는 기계 학습에 대한 이해를 바탕으로 기계 학습 모델 구현을 실습함으로써 인공지능의 생성 과정에 대해 이해할 수 있도록 지도한다. 또한 인공지능의 기계 학습에 대한 이론적 접근보다는 비교적 활용이 용이한 이미지 혹은 텍스트 데이터 등을 활용한 기계 학습 모델 구현 실습에 중점을 두고 지도하여 학생들에게 어떻게 인공지능을 생성할 수 있는지에 대한 개괄적 이해를 도울 수 있도록 지도한다. 또한 수업 운영 시 전공 실무 과목 중 '인공지능 모델링' 과목과의 연계성을 고려하고, 17개 교과(군)와 관련된 직무 분야에서의 적용 사례를 탐색하는 등 연계성을 고려하여 지도한다.
- [디직 05-03] 디지털 사회에서 인공지능으로 인하여 발생하는 직업 분야의 다양한 변화 트렌드(예: 자동화, 일하는 방식과 역할의 변화, 일자리의 생성과 소멸 등)에 대한 비교·분석 과정을 통해 직업 생활에서 인공지능이 왜 필요한지 이해할 수 있도록 지도하고, 직업 분야에서 직무를 수행하기 위해 인공지능을 어떻게 활용할 수 있는가에 대해 아이디어를 제시하거나 사례를 탐색하는 과정을 통해 직업 생활에서 인공지능의 효용성을 이해할 수 있도록 지도한다. 또한 수업 운영 시 전공 일반 과목 중 '인공지능 일반' 과목과의 연계성을 고려하고, 17개 교과(군)와 관련된 직무 분야에서의 적용 사례를 탐색하는 등 연계성을 고려하여 지도한다.

6) 디지털 시민 의식과 직업 윤리

[디직 06-01] 디지털 시민 의식의 의미와 중요성에 대해 이해하고, 디지털 시민 의식의 구성 요소를 설명할 수 있다.
[디직 06-02] 다양한 디지털 환경에 적합한 예절을 이해하고 실천할 수 있다.
[디직 06-03] 디지털 시대의 직업인이 갖추어야 할 직업 윤리의 개념에 대해 설명하고, 디지털 직업 환경에서 올바른 가치관을 바탕으로 윤리적 의사 결정 및 행동을 할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [디직 06-01] 디지털 시민 의식의 의미와 중요성을 이해하고 나아가 전통적 시민 의식과의 비교를 통해 디지털 시민 의식이 갖는 특징을 보다 명확히 파악할 수 있도록 지도한다. 또한 디지털 의사소통 과정 참여, 디지털 문해력, 디지털 법의 준수, 디지털 표현의 자유와 책임 등과 같은 디지털 시민 의식이 갖는 여러 가지 구성 요소에 대해 설명할 수 있도록 직업 생활 속 사례를 바탕으로 지도한다.
- [디직 06-02] 사회관계망 서비스(SNS), 사회관계망 서비스(SNS) 단체 대화방, 메타버스 등과 같은 다양한 디지털 환경에서 자신의 권리를 보호하면서 타인을 존중하고 배려하는 디지털 예절에 대해 이해하여 이를 구체적으로 실천해 볼 수 있도록 함으로써 디지털 사회에서 요구하는 올바른 시민성을 갖춘 건전한 디지털 시민을 양성할 수 있도록 지도한다.
- [디직 06-03] 일반적인 직업 윤리의 개념과 더불어 디지털 시대 직업인으로서 갖추어야 할 직업 윤리인 디지털 정보 보호, 프라이버시 보호, 저작권 및 라이선스 등에 대해 이해할 수 있도록 지도한다. 또한 직업 윤리의 중요성을 인식할 수 있도록 디지털 직무를 수행하는 과정에서 발생할 수 있는 다양한 문제 상황을 제시하고, 이에 대해 개인적·사회적 측면에서 올바른 가치관을 바탕으로 윤리적 의사 결정 및 행동을 할 수 있도록 구체적인 직업 생활 속 사례를 활용한 학생 활동 중심으로 지도한다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '디지털과 직업 생활' 과목은 디지털 환경의 직업 분야에 종사할 예비 직업인이 디지털 전환 시대를 이해하고, 기본적인 디지털에 관한 지식과 기술을 습득하기 위한 이론과 실습 중심의 과목이므로 학생의 학습 수준 및 선수 지식, 학교의 실습 환경 등을 고려하여 교수·학습을 계획한다.

가) 온오프라인 수업이 병행될 경우 온라인 수업과 오프라인 수업 운영 여건에 따라 이론 내용에 대한 강의, 디지털 기술의 실습, 실습 과제 제시 등을 적절히 선택 및 운영하여 디지털에 관한 지식, 기술, 태도의 균형 있는 향상에 중점을 둔다.

나) 직업 분야의 디지털 전환 사례에 대한 이해를 돕기 위해 직업 생활과 관련된 다양한 자료를 활용하도록 한다.

2) 학생이 학습 영역별 성취기준을 고려한 내용을 효과적으로 습득할 수 있도록 다양한 학습 자료와 교수·학습 방법을 활용한다.

가) '디지털 전환과 직업 생활' 학습 영역에서는 디지털 전환이 가져온 우리 사회의 다양한 모습을 주제로 조사 및 분석을 통한 탐구 학습, 토의·토론 학습 등으로 진행하여 학생이 주도적으로 수업 과정에 참여할 수 있도록 지도한다. 또한 공식적인 인터넷 사이트 등을 통해 자신의 디지털 역량을 진단해보고, 자신의 전공과 관련된 직업 분야에서 일하는 방식 등에 나타난 디지털 전환 사례를 찾아 설명하고, 앞으로 직업 세계의 변화에 대해 예측해 보도록 지도한다.

나) '디지털 의사소통과 협업' 학습 영역에서는 다양한 유형의 의사소통을 이해하고, 디지털 직업 환경에서의 적합한 디지털 의사소통 및 협업 도구나 기술에 대해 비교함으로써 직업 생활에서 적합한 디지털 도구나 기술을 선택할 수 있도록 지도한다.

다) '디지털 콘텐츠의 활용과 제작' 학습 영역에서는 디지털 콘텐츠의 개념·특징·유형 등에 대한 이해를 도모하기 위해 모둠을 구성하여 다양한 사례를 중심으로 조사·분석·발표가 이루어질 수 있도록 지도하여 협동적 문제 해결 능력이 함양되도록 한다.

라) '디지털 문제 해결' 학습 영역에서는 학생 진로와 관련된 직무에서의 자동화, 데이터 분석 및 활용 등의 사례 제시를 통해 디지털 문제 해결의 필요성을 이해할 수 있도록 한다. 또한 문제의 자동화 또는 일반화 요소를 파악하고, 그 요소를 디지털 기술을 활용한 소프트웨어 구현을 통해 자동화하여 문제를 해결함으로써 결과적으로 직무 수행의 효율적인 처리에 도움을 줄 수 있음을 이해하고 디지털 역량을 신장시킬 수 있도록 지도한다. 이 학습 영역은 프로그래밍 능력의 함양보다는 문제의 분석과 프로그래밍을 활용한 자동화 학습 경험을 통해 컴퓨팅 사고력 함양을 고려하여 지도한다.

마) '인공지능과 직업 생활' 학습 영역에서는 인공지능과 관련한 다양한 콘텐츠(인공지능의 개념 이해 영상, 인공지능 활용 웹사이트, 인공지능 관련 뉴스 등)를 활용하여 인공지능에 대한 개념과 특징을 이해하고, 데이터를 기반으로 하는 기계 학습 모델을 만드는 과정을 실습함으로써 이를 바탕으로 직업 생활에서 인공지능을 활용할 수 있는 방안을 탐색할 수

있도록 지도한다.

3) 디지털 전환 시대에 산업 현장 활용도가 높은 실습 자료 및 도구나 기술을 활용하여 지도함으로써 학생들의 디지털 역량 신장을 돕는다.

가) '디지털 전환과 직업 생활' 학습 영역에서는 4차 산업혁명의 핵심 기술(인공지능, 블록체인, VR/AR, 로봇 공학, 사물 인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 메타버스 등)에 대해 사진, 동영상 등의 멀티미디어 자료, 관련 인터넷 사이트, 디지털 플랫폼 등 다양한 학습 자료를 활용하여 설명함으로써 교수·학습의 효율성과 실제적 이해도를 높일 수 있도록 지도한다.

나) '디지털 의사소통과 협업' 학습 영역에서는 디지털 직업 환경에서 활용할 수 있는 다양한 디지털 의사소통 및 협업 도구나 기술 중 직무 활용도가 높은 것을 활용한 실습 환경을 제공하고, 공동 프로젝트 활동을 통해 협업하는 역량을 기를 수 있도록 지도한다.

다) '디지털 콘텐츠의 활용과 제작' 학습 영역에서는 다양한 디지털 콘텐츠를 학생 스스로 검색·선택·열람·평가할 수 있도록 하는 학생 중심의 탐구 기회를 제공하는 실습 위주로 지도한다.

라) '디지털 문제 해결' 학습 영역에서는 제시된 문제의 자동화 요소를 파악하거나 문제를 해결하기 위해 어떤 순서로 해결할 것인가에 대해 파악하고, 이를 소프트웨어를 활용하여 자동화할 수 있도록 지도한다. 이때 블록 프로그래밍, 워드프로세서나 스프레드시트 등을 활용한 업무 자동화 등 학생 수준에서 접근 가능한 도구를 활용하도록 한다.

마) '인공지능과 직업 생활' 학습 영역에서는 인공지능 활용 콘텐츠 제공 웹사이트를 활용하여 인공지능의 특징을 이해하도록 하고, 간단한 이미지 또는 텍스트 등의 데이터를 이용하는 기계 학습 모델 구현 실습을 통해 인공지능 모델링을 개괄적으로 이해할 수 있도록 한다. 그리고 인공지능에 대한 이해를 기반으로 직업 생활에서 인공지능을 어떻게 활용할 수 있는지에 대한 아이디어 및 관련 사례를 발표하도록 한다. 한편 인공지능 체험 활동에서 인공지능의 윤리적 쟁점(데이터 편향성, 딥 페이크 등)에 대하여 언급함으로써 인공지능 윤리 준수의 필요성을 강조한다.

바) '디지털 시민 의식과 직업 윤리' 학습 영역에서는 디지털 시민 의식이 갖는 여러 가지 구성 요소를 실생활과 관련하여 파악할 수 있도록 학생들에게 다양한 사례를 제시하고, 디지털 시대 직업인으로서 갖추어야 할 직업 윤리인 디지털 정보 보호, 프라이버시 보호, 저작권 및 라이선스의 이해 등을 지도할 때에는 이와 관련한 피해 사례를 조사하고 각 사례별 문제점에 따른 직업 윤리 실천 방안을 수립하도록 한다.

4) 직업 생활에서의 디지털 역량 향상과 관련된 수업 진행 시 학생이 타인 또는 공동 작업자와의

올바른 의사소통 방법을 익히고 공동체 의식, 사회성 등을 함양하며, 디지털 직업 윤리와 인공지능 윤리를 실천할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

5) 디지털 사회로의 전환에 따라 급격하게 변화하고 있는 다양한 직업 생활의 모습에 대한 수업 진행 시 17개 교과(군) 전공 관련 직무 분야에서의 적용 사례를 탐색하는 등 연계성을 고려하여 수업 활동을 계획하고 운영한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 디지털 시대에 발생할 수 있는 여러 가지 사회적 문제에 대한 개인적·사회적 측면에서의 올바른 윤리적 의사 결정을 주제로 하는 수업은 비판적 사고력, 의사소통 능력, 문제 해결 능력 등을 함양하는 데 중점을 두고 실천적 문제 해결 학습을 통해 대안을 모색한 후 이를 실천할 수 있도록 지도한다.

2) 디지털 도구의 활용과 콘텐츠의 제작에 있어 디지털 시민으로서의 윤리적 책임을 준수하는 노력이 필요함을 강조한다.

3) 디지털 콘텐츠의 활용 및 제작에 대한 올바른 이해를 도모하기 위해 단편적인 디지털 정보 탐색이나 검색을 뛰어넘어 다양한 직업 생활에서 그 필요에 따라 매체를 선정하여 사용할 줄 아는 역량, 성숙하고 도덕적인 인식을 바탕으로 디지털 콘텐츠를 제작할 줄 아는 역량 등 바람직한 디지털 미디어 소양을 함양할 수 있도록 지도한다.

4) 디지털 콘텐츠의 검색·열람·선택·평가와 관련하여 일상생활과 직업 생활에 모두 활용할 수 있는 다양한 주제와 형태의 과제를 부여하고, 디지털 콘텐츠를 창의적으로 수정·개선·편집을 통해 제작할 줄 아는 디지털 콘텐츠 역량을 함양하기 위한 프로젝트 학습이 이루어질 수 있도록 지도한다.

5) 공개용 소프트웨어나 오픈 소스 통합 개발 환경, 교육용 도구와 플랫폼 등을 활용하여 교수·학습 활동에 학생의 접근성을 높일 수 있도록 한다.

6) 인공지능이 직업 생활에 미치는 영향을 학습하는 데 있어 인공지능과의 공존으로 고려해야 할 윤리적 쟁점에 대해 비판적으로 사고하고, 인공지능에 대한 올바른 가치관을 함양할 수 있도록 지도한다.

7) 원격 수업 상황에서는 가정의 디지털 기기 사용 환경과 활용 가능한 소프트웨어 환경을 고려하여 수업 운영 계획을 수립한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) 디지털 직업 환경 속에서 다양한 디지털 문제에 대비하기 위해 필요한 디지털에 관한 지식, 디지털 기술, 디지털에 관한 태도를 포함한 디지털 역량의 신장을 평가한다.

   가) 디지털 의사소통 및 협업 능력 함양을 위해 개별 과제 및 협업 과제를 제시하고, 협업 과제 수행 과정을 관찰하며, 문제 해결 여부 확인 등을 통해 개인의 역량 신장에 대해 피드백하고, 그룹 내에서의 역할 수행에 대한 피드백을 제시한다.

   나) 프로젝트 학습을 평가할 때에는 최종 결과물만을 평가하기보다 중간 결과물, 성찰 일지, 피드백 등을 포함하여 과정과 결과가 모두 평가에 반영될 수 있도록 한다.

2) 디지털 전환과 그로 인한 직업 세계의 변화, 의사소통과 공유 및 협업을 위한 디지털 도구나 기술의 이해, 디지털 시대의 직업 윤리, 디지털 콘텐츠의 개념과 인공지능에 대한 이해를 평가한다.

3) 디지털 도구나 기술을 활용한 공유 및 협업 결과, 디지털 시대의 직업 윤리 실천 방안, 직업 생활의 문제 분석과 소프트웨어 구현 또는 활용, 생성한 디지털 콘텐츠, 인공지능 모델링 결과 등의 실습 결과를 평가한다.

4) 직업 분야에서 요구하는 디지털 도구나 기술의 사용법을 습득하여 활용하는 태도를 평가한다.

5) 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 평가 결과에 대한 피드백과 함께 보충 자료를 제시하여 학습을 지원한다.

나. 평가 방법

1) '디지털 전환과 직업 생활' 학습 영역에서는 디지털 전환이 가져온 우리 사회의 다양한 모습에 대한 조사 및 분석을 통한 탐구 학습, 토의·토론 학습 등을 진행하는 과정을 관찰하여 학생이 자기주도적으로 수업에 참여하였는지 여부에 대해 평가한다. 전공과 관련된 직업 분야의 디지털 전환 사례에 대한 이해를 바탕으로 앞으로 직업 세계의 변화에 대해 예측해보도록 한 후, 보고서 평가, 발표 평가 등을 활용하여 평가한다.

2) '디지털 의사소통과 협업' 학습 영역에서는 문제 상황에 적합한 디지털 도구나 기술을 선택하여 타인과 의견과 자료를 원활히 교환할 수 있으며, 협업하여 문제를 해결할 수 있는가를 관찰 평가,

동료 평가, 보고서 평가 등을 활용하여 평가한다.

3) '디지털 콘텐츠의 활용과 제작' 학습 영역에서는 실생활이나 직업 생활에서의 활용 가치에 초점을 둔 다양한 디지털 콘텐츠 활용 분야에 대해 조사·분석하는 과제형 평가를 진행할 경우 일반적인 보고서 형태뿐만 아니라 디지털 형식의 다양한 과제물을 활용하여 평가한다.

4) '디지털 문제 해결' 학습 영역에서는 디지털 문제 해결에 대한 적절한 이해와 문제 분석을 토대로 적절한 소프트웨어 활용 또는 구현을 통해 문제를 해결하였는가를 평가하기 위한 관찰 평가, 포트폴리오 평가, 발표 평가 등을 활용한다.

5) '인공지능과 직업 생활' 학습 영역에서는 인공지능에 대한 이해를 바탕으로 인공지능의 기계 학습 및 모델 구현 실습 결과를 보고서를 활용하여 평가하고, 직업 생활에서의 인공지능 활용 방안을 서술형 평가, 발표 평가 등을 활용하여 평가한다.

6) '디지털 시민 의식과 직업 윤리' 학습 영역에서는 디지털 시대 직업인으로서 갖추어야 할 직업 윤리인 디지털 정보 보호, 프라이버시 보호, 저작권 및 라이선스의 보호 등에 대한 피해 사례를 조사하도록 하고, 각 사례별 문제점에 따른 직업 윤리 실천 방안을 수립하였는지 여부를 평가한다. 또한 디지털 시대에 발생할 수 있는 여러 가지 사회적 문제에 대한 개인적·사회적 측면에서의 올바른 윤리적 의사 결정을 위한 실천적 문제 해결 학습이 이루어지도록 학생 활동 중심의 과제를 제시하여 관찰 평가, 동료 평가 등을 활용한다.

[전공 일반 과목]

1. 공업 화학

1. 성격 및 목표

가. 성격

'공업 화학' 교과에서는 화학 제품과 연관된 기초 이론과 디지털 기기를 활용한 화학 공업 공정의 기본적인 계산을 학습한다. 또한 화학 공업의 세분화된 산업 분야를 탐구하는 활동을 통하여 현재의 산업 동향을 에너지 경제 논리와 연관하여 화학 공정을 이해할 수 있는 융복합적 사고를 기른다. 물질의 구조와 상태, 용액은 기초 화학에 관련된 사항으로, 화학 공업에서 생산되는 제품과 제조에 대한 기본적인 개념을 이해하기 위해 학습한다. 그리고 화학 제품의 제조 공정을 이해하기 위해서 화학 반응과 유기, 무기 화학, 화학 물질의 양적 관계를 다루는 화공 양론의 내용을 학습한다. 화공 양론, 측정과 계측은 화학 제품의 생산을 위한 원자재와 생산되는 제품의 양을 파악하고 공정을 최적화하기 위한 사항으로, 화학 공정 스마트화의 핵심 기술에 해당한다. 또한 환경과 안전을 통해 관련 법규를 준수하여 지속가능한 산업 발전을 도모하고, 산업 안전의 기본적 요소를 학습한다.

'공업 화학' 과목은 이론과 실습이 통합되어 있는 과목으로, 기본 개념 및 원리를 폭넓게 이해하여 화공 관련 전공 실무 과목을 학습하기 전의 기조 교과로서 전공 심화 및 전공 실무 과목에 효과적으로 활용할 수 있는 지식과 능력을 갖춘다.

나. 목표

이 과목은 직업계고 학생들이 화학 공업에 대한 흥미와 호기심을 갖고 관련 이론과 실무의 상호 연계성을 파악하고, 화학 공정의 기초 이론 및 지식을 제공함으로써 전문성 있는 화공 산업의 기술 인력 양성을 목표로 한다. 이 과목의 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 화학 공업의 기초 이론에 대하여 이해하고, 물질을 분류하고 화학 반응을 이해하고 설명할 수 있다.

둘째, 화학 공업에 적용되는 양론을 계산할 수 있으며, 각종 측정과 계측 장비에 대하여 설명할 수 있다.

셋째, 환경과 안전에 대해 학습하여 화공 산업 분야에서 안전 수칙을 준수하고, 위기 상황에 대처할 수 있는 능력을 기를 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
물질의 구조	• 물질의 변화 • 화학 결합
물질의 상태와 용액	• 기체·액체·고체 • 용액
화학 반응	• 화학 반응과 에너지 • 반응 속도와 화학 평형
무기 화학	• 무기 화학의 개요 • 비금속 화학 • 금속 화학
유기 화학	• 유기 화학의 개요 • 지방족 탄화수소 • 방향족 탄화수소
화학 공업 양론	• 화학 공정의 소개 • 물질 수지 • 에너지 수지
측정과 계측	• 화학 공정 계측 장비 • 유체의 물성 측정
환경과 안전	• 환경 법규의 이해 • 화학 물질 취급과 관리

나. 성취기준

1) 물질의 구조

가) 물질의 변화

[공화 01-01-01] 물질 변화에서 물리적인 변화와 화학적인 변화를 각각 정의할 수 있으며, 물질 변화의 현상과 결과를 관찰하여 물리·화학적 변화를 구분할 수 있다.
[공화 01-01-02] 화학 반응에서 반응물과 생성물의 관계를 화학 방정식으로 나타낼 수 있다.

나) 화학 결합

[공화 01-02-01] 물질을 이루는 원소와 분자 간의 화학적 결합에서 이온 결합, 공유 결합, 금속 결합 및 그 밖의 결합의 원리를 설명할 수 있다.
[공화 01-02-02] 화학 결합 종류에 따라 물질의 물리적·화학적 성질을 서로 비교하여 그 차이점을 설명할 수 있다.

2) 물질의 상태와 용액

가) 기체·액체·고체

[공화 02-01-01] 물질의 상태를 기체, 액체, 고체로 구분하는 기준을 물리적 변화의 원리를 이용하여 설명할 수 있다.
[공화 02-01-02] 압력, 온도의 변화에 따라 물질의 상태를 예측할 수 있다.

나) 용액

[공화 02-02-01] 용질, 용매, 용액을 정의하고, 용액의 종류를 제시할 수 있다.
[공화 02-02-02] 용해도를 이해하고, 용질과 용매의 성질에 따라 용해도의 변화를 설명할 수 있다.
[공화 02-02-03] 용액의 다양한 농도와 농도 단위의 개념을 이해하고, 서로 다른 농도 단위 간의 관계를 설명할 수 있다.

3) 화학 반응

가) 화학 반응과 에너지

[공화 03-01-01] 우리 주변 물질의 변화에서 흡열 반응과 발열 반응을 구별할 수 있다.
[공화 03-01-02] 화학 반응에 수반되는 열의 출입을 엔탈피 변화로 나타내고, 헤스의 법칙을 설명할 수 있다.

나) 반응 속도와 화학 평형

[공화 03-02-01] 화학 반응 속도에 영향을 주는 인자의 종류를 규명하고, 인자의 변화와 화학 반응 속도와의 관계를 이해할 수 있다.
[공화 03-02-02] 화학 평형의 개념과 르샤틀리에 법칙에 의한 화학 평형의 이동에 대해 설명할 수 있다.

4) 무기 화학

가) 무기 화학의 개요

[공화 04-01-01] 무기 화합물을 정의하고 물질의 분자식을 분석하여 무기 화합물을 구분할 수 있다.
[공화 04-01-02] 무기 화합물의 화학적 특성에 따라 용도별 종류를 설명할 수 있다.
[공화 04-01-03] 무기 화합물을 명명할 수 있다.

나) 비금속 화학

[공화 04-02-01] 할로겐 원소와 화합물, 원소 주기율에서 제6족 원소에 해당하는 황과 황화물, 제4족 원소에 해당하는 탄소, 규소, 주석, 납 등 비금속 화합물의 물리·화학적 성질, 제조 방법 및 용도 등을 설명할 수 있다.

다) 금속 화학

[공화 04-03-01] 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

[공화 05-01-01] 유기 화합물을 정의하고 물질의 분자식을 분석하여 유기 화합물을 구분할 수 있다.
[공화 05-01-02] 유기 화합물의 화학적 특성에 따라 용도별 종류를 설명할 수 있다.

나) 지방족 탄화수소

[공화 05-02-01] 지방족 탄화수소를 정의하고 명명할 수 있다.
[공화 05-02-02] 지방족 탄화수소 유도체의 종류와 특성, 지방족 화합물에 존재하는 작용기의 종류와 특성을 이해할 수 있다.

다) 방향족 탄화수소

[공화 05-03-01] 방향족 탄화수소를 정의하고 명명할 수 있다.
[공화 05-03-02] 방향족 탄화수소의 물리·화학적 성질을 이해하고, 방향족 화합물 및 그 유도체의 종류와 특성을 이해할 수 있다.

6) 화학 공업 양론

가) 화학 공정의 소개

[공화 06-01-01] 대표적인 화학 공정의 구성과 원료의 투입, 생산 공정의 원리를 이해할 수 있다.
[공화 06-01-02] 공학용 계산기의 사용법에 대해 학습하고, 기본적인 계산을 수행할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [공화 06-01-02]는 사전에 공학용 계산기를 준비할 수 있도록 한다.

나) 물질 수지

[공화 06-02-01] 공학용 계산기를 이용하여 화학 공정의 물질 수지를 원료 기준으로 계산할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [공화 06-02-01]은 공학용 계산기를 준비할 수 있도록 하고, 사용법을 정확하게 숙지했는지 파악한다.

다) 에너지 수지

[공화 06-03-01] 공학용 계산기를 이용하여 화학 공정의 기초적인 에너지 수지를 계산할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [공화 06-03-01]은 공학용 계산기를 준비할 수 있도록 하고, 사용법을 정확하게 숙지했는지 파악한다.

7) 측정과 계측

가) 화학 공정 계측 장비

[공화 07-01-01] 화학 공정에 사용되는 계측 장비의 종류를 제시할 수 있다.
[공화 07-01-02] 각각의 계측 장비의 용도에 맞추어 측정과 계측에 적절하게 사용할 수 있다.

나) 유체의 물성 측정

[공화 07-02-01] 유체의 물성을 측정할 수 있고, 흐름 특성을 계측 장비를 이용하여 측정할 수 있다.

8) 환경과 안전

가) 환경 법규의 이해

[공화 08-01-01] 산업 현장에서 숙지하여야 할 환경 법규를 설명할 수 있다.

나) 화학 물질 취급과 관리

[공화 08-02-01] 화학 물질을 취급하고 관리하는 기본적인 절차와 안전사고 발생 방지 및 대처법을 제시할 수 있다.
[공화 08-02-02] 실험실 안전 수칙을 확인할 수 있다.
[공화 08-02-03] 실험에 사용되는 개인 보호 장구의 사용 방법을 파악할 수 있다.
[공화 08-02-04] 실험 장비와 기구의 사용 주의 사항을 파악할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [공화 08-02-01]은 디지털 미디어를 활용, 안전사고 사례를 통해 화학 물질의 위험성을 시각적으로 인지할 수 있도록 하며, 이에 따른 대처 방법을 학습할 수 있도록 한다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '공업 화학' 과목의 교수·학습 방향은 관련 기술의 발달, 학생들의 학업 성취도, 정보 활용 능력 및 학교의 특성에 따라 재구성하여 지도할 수 있다.

가) 화학 공업 분야의 기초 및 전반적인 사항을 파악할 수 있도록 지도한다.

나) 기본적인 이론과 원리를 이해하여 현장에서 적용할 수 있도록 지도한다.

2) '공업 화학' 과목의 교수·학습 방법을 교사 중심에서 학생이 주도적으로 학습에 참여하는 학생 주도형의 교수·학습이 되도록 구성한다.

가) '물질의 구조' 영역에서는 물질의 물리·화학적 특성이 화학 공업에 응용되는 다양한 방법과 과정을 이해할 수 있도록 물리·화학적 원리의 이해에 주안점을 두고 이론과 실습을 병행하여 운영한다.

나) '물질의 상태와 용액' 영역에서는 기본적인 개념과 원리를 중심으로 충분히 이해하고 실생활 및 공업에 응용되는 실제의 예를 찾도록 하여 창의적 사고가 신장되도록 한다.

다) '화학 반응' 영역에서는 화학 반응의 원리를 이해하고, 실제 화학 반응의 현상을 반응 속도, 반응 에너지 등과 관계하여 체계적으로 기록하도록 한다.

라) '무기 화학' 및 '유기 화학' 영역에서는 기본적인 개념과 원리를 바탕으로 학습하고, 영상 자료, 모형 학습 자료 등을 수업에 활용하여 분자 구조 모형으로 화합물의 구조와 생성 과정을 상상할 수 있도록 하고, 그 과정을 가시적으로 표현하도록 한다.

마) '화학 공업 양론' 및 '측정과 계측' 영역에서는 프로젝트 기반 학습을 통해 기본적인 화학 공장을 설계하도록 하여 창의성을 고려한다. 또한 공학용 계산기를 사용하는 과정에서 사용법을 숙지하였는지 확인하고, 반복적인 학습을 통해 공학용 계산기의 사용에 익숙해질 수 있도록 한다.

바) '환경과 안전' 영역에서는 산업 현장에 적용되는 환경 법규를 이해하였는지 확인하고, 사고를 사전에 방지할 수 있는 방안, 그리고 사고가 났을 시 대처 방법에 대해 강조하여 현장에서 적용 가능하도록 하며, 시각적인 다양한 디지털 매체를 활용할 수 있도록 한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '공업 화학' 교과목의 일부 학습 영역 및 학습 요소는 다른 교과목과 중복되는 내용이 다소 있으나 중요한 기본 개념이기 때문에 반복해서 충실히 설명하고, 학생들의 이해 여부를 확인할 수 있도록 한다.

2) 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 수준의 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 자기주도적으로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

3) 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통하여 협동심과 창의성을 기르고, 학생들이 능동적으로 참여할 수 있도록 지도한다.

4) 최근 변화된 기술을 접목하여 지도함으로써 실무에 적용할 수 있도록 한다.

5) 안전 교육과 관련하여 디지털 미디어를 활용할 때는 저작권에 유의하고, 최신 자료 및 기사를 활용할 수 있도록 한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) 이론과 실습을 적절히 안배하고 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 스스로의 학습 정도를 확인하고, 자기주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.

6) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함한다.

나. 평가 방법

1) '공업 화학' 과목의 전 영역에서 학생들의 기본적인 소양, 이해 능력, 문제 해결 능력, 창의적 사고 능력, 태도 및 과제물의 완성도 등을 구체적인 평가 도구를 개발하여 항목별로 평가한다.

2) '물질의 구조' 영역에서는 기본 개념을 정확하게 이해하였는지 확인하고, 물리·화학적 변화를 구분할 수 있는가에 대해 평가한다. 반응물과 생성물을 식으로 표현하고, 다양한 결합에 대해 설명하고 구분할 수 있는지 평가한다.

3) '물질의 상태와 용액' 영역에서는 물질의 상태를 구분하고, 상태가 변화하는 원인 및 원리를 파악할 수 있는지 확인한다. 또한 용액에서는 기본 개념을 정확하게 파악하였는지 확인하며, 사용되는 농도 단위의 개념을 이해하고 관계를 파악할 수 있는지 평가한다.

4) '화학 반응' 영역에서는 학생 개인의 문제 해결에 중점을 두어 화학 반응에 수반되는 열의 반응을 이해하고, 반응 속도 및 화학 평형 등의 개념에 대해 설명할 수 있는지 체크리스트 등을 통해 평가한다.

5) '무기 화학' 및 '유기 화학' 영역에서는 기본 개념 이해 여부를 파악하는 것이 중요하다. 학생들이 무기 및 유기 화학 물질을 구별할 수 있고, 다양한 물질을 나열하고 구분지어 설명할 수 있는지 평가한다.

6) '화학 공업 양론' 영역에서는 대표적인 화학 공정의 구성과 원료의 투입, 생산 공정의 원리를 이해하였는지를 프로젝트 학습 및 포트폴리오 등의 구성을 통하여 평가한다. 또한 공학용 계산기를 활용하여 기본적인 계산을 수행할 수 있는지의 여부를 수행평가를 통하여 평가한다.

7) '측정과 계측' 영역에서는 화학 공정에 사용되는 계측 장비의 종류를 제시하고 용도에 맞추어 측정과 계측에 적절하게 사용할 수 있는지를 토론 수업 및 포트폴리오 구성을 통하여 평가한다.

8) '환경과 안전' 영역에서는 관련 환경 법규를 이해하고, 사고 예방 및 대처 능력을 기르기 위하여 적용 사례 연구 발표, 체크리스트 등을 통해 평가한다.

[전공 일반 과목]

2. 제조 화학

1. 성격 및 목표

가. 성격

'제조 화학' 과목은 원료 물질로부터 화학 변화를 포함하는 다양한 조작을 통해 현대 사회에 필요한 제품을 만드는 방법에 대해서 다루는 학문이다. 공업용 생산품부터 일상 생활용품까지 우리 생활에 필요한 대부분의 모든 제품은 제조 화학에 의해 생산된다. 이 교과는 화학 공업 분야에서 화학적 변화를 이용하여 얻어지는 화학 제품 제조의 기초적 원리와 기본 생산 방법을 내용으로 구성하였으며, 전공 실무 과목인 '고분자 제품 제조', '기능성 정밀 화학 제품 제조', '바이오 화학 제품 제조', 그 밖의 화학 제품 제조 교과의 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 화학 제품 제조 능력을 높이기 위해 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있도록 하였다.

'제조 화학' 과목은 그 범위가 매우 넓고 다양한 분야를 포함하고 있어 모든 내용을 다루기는 어렵지만, 원료 물질부터 제품의 생산까지의 기본 개념 및 원리를 이해하는 데 매우 중요한 교과로서 산업 현장에서 적용할 수 있는 현장 전문 인력을 양성하는 과목이다.

나. 목표

'제조 화학' 교과 교육과정은 화학 공업 분야를 전공하는 학생들이 제조 화학의 기초 이론과 관련 산업의 체계를 이해하며, 화공 제조 산업 분야에 필요한 인력으로서 직무 능력을 갖추도록 하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 화합물을 제조하는 데 필요한 화학적 원리를 이해하고, 그 원리를 적용하여 유용한 화합물을 제조할 수 있다.

둘째, 제조 화학 공업 분야에서 원료 물질의 준비와 제품의 제조, 생산 실무를 수행할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
제조 화학의 개요	• 제조 화학 공업 • 제조 화학의 기초 • 제조 화학 공정
무기 화합물 제조	• 무기 제조 화학의 기초 • 산과 알칼리의 제조 • 비료의 제조 • 나노 물질의 제조 • 그 밖의 무기 화합물
유기 화합물 제조	• 유기 제조 화학 기초 • 유지 화합물의 제조 • 석유 화학 제품의 제조 • 고분자 화합물의 제조 • 그 밖의 유기 화합물
전기 화학 공업	• 전기 화학 공업의 기초 • 전해 공업 • 표면 처리 • 전지와 연료 전지

나. 성취기준

1) 제조 화학의 개요

가) 제조 화학 공업

[제화 01-01-01] 화학 공업의 분야별 산업과 관련하여 제조 화학의 의의를 설명할 수 있다.
[제화 01-01-02] 제조 화학과 관련된 화학 공업 산업 분야를 제품군에 따라 구분할 수 있다.

나) 제조 화학의 기초

[제화 01-02-01] 원자, 분자, 화합물 등에 대해 정의하고, 각각의 화학적 관계를 설명할 수 있다.
[제화 01-02-02] 다양한 화학 반응의 원리를 이해하고, 종류를 제시할 수 있다.
[제화 01-02-03] 화학 반응식을 세우고, 반응의 조건을 제시할 수 있다.
[제화 01-02-04] 화학 반응에서 반응물과 생성물의 물질 수지를 계산할 수 있다.
[제화 01-02-05] 화학 반응에서 질량 보존의 법칙에 따라 성분 물질 수지식을 세울 수 있다.
[제화 01-02-06] 실제 화학 반응을 통하여 제조 화학 산업 분야에 사용되는 기초 물질을 제조할 수 있다.
[제화 01-02-07] 이온화 경향의 정의를 설명하며, 실험을 통해 여러 금속의 이온화 경향 크기를 순서대로 나열할 수 있다.

다) 제조 화학 공정

[제화 01-03-01] 화학 제품 생산과 관련하여 제조 화학 공정을 정의할 수 있다.
[제화 01-03-02] 제조 화학 단위 공정의 종류를 예를 들어 설명할 수 있다.
[제화 01-03-03] 제조 화학 공정을 통해 생산되는 화학 제품의 생산 과정을 단계별로 제시할 수 있다.

2) 무기 화합물 제조

가) 무기 제조 화학의 기초

[제화 02-01-01] 무기 화합물의 화학적 특성을 설명할 수 있다.
[제화 02-01-02] 무기 화합물의 종류를 예를 들어 제시할 수 있다.
[제화 02-01-03] 화학 반응을 통하여 간단한 무기 화합물을 제조할 수 있다.

나) 산과 알칼리의 제조

[제화 02-02-01] 산과 알칼리를 정의하고, 물리·화학적 특징을 설명할 수 있다.
[제화 02-02-02] 산과 알칼리를 제조하는 화학 반응의 원리를 이해하고, 화학 반응을 통하여 산과 알칼리를 제조할 수 있다.
[제화 02-02-03] 화학 공업에서 사용되는 산과 알칼리의 역할을 예를 들어 설명할 수 있다.

다) 비료의 제조

[제화 02-03-01] 화학 비료를 구성하는 화학 성분에 따라 비료의 종류를 구분할 수 있다.
[제화 02-03-02] 화학 비료를 제조하는 화학 반응의 원리를 이해하고, 화학 반응을 통하여 실제 화학 비료 공장에서 생산되는 기초 물질을 제조할 수 있다.

라) 나노 물질의 제조

[제화 02-04-01] 나노 화합물을 정의하고, 나노 화합물이 활용되는 분야를 예를 들어 제시할 수 있다.
[제화 02-04-02] 나노 화합물의 제조 과정을 이해하고, 분자 구조를 설명할 수 있다.

마) 그 밖의 무기 화합물

[제화 02-05-01] 화학 반응에서 촉매의 역할을 설명하고, 실제 화학 공업에 활용되는 분야를 예를 들어 설명할 수 있다.
[제화 02-05-02] 활성탄의 제조 방법을 설명하고, 실제 화학 공업에 활용되는 분야를 예를 들어 설명할 수 있다.

3) 유기 화합물 제조

가) 유기 제조 화학 기초

[제화 03-01-01] 유기 화합물을 정의하고, 다양한 유기 화합물을 명명할 수 있다.
[제화 03-01-02] 작용기의 종류를 제시하고, 그 화학적 특징과 반응의 특징을 설명할 수 있다.
[제화 03-01-03] 유기 화합물의 구조식을 이해하고, 여러 가지 유기 화학 반응을 설명할 수 있다.
[제화 03-01-04] 탄화수소 유도체의 종류를 설명할 수 있다.

나) 유지 화합물의 제조

[제화 03-02-01] 유지의 채취 및 정제 방법을 설명할 수 있다.
[제화 03-02-02] 유지 가공법과 유지 제품에 대하여 설명할 수 있다.
[제화 03-02-03] 콩에 용매를 사용하여 식물성 기름을 추출할 수 있다.
[제화 03-02-04] 페인트의 제조 원리를 이해하고, 페인트를 제조할 수 있다.

다) 석유 화학 제품의 제조

[제화 03-03-01] 석유를 정의할 수 있고, 원유의 조성과 종류에 관해 설명할 수 있다.
[제화 03-03-02] 석유 화학 공업을 정의할 수 있고, 석유 화학 공업의 대표적 특징을 설명할 수 있다.
[제화 03-03-03] 단증류의 원리를 설명하고, 실제 석유 화학 공업에서 생산되는 기초 물질을 이용하여 단증류 실습 장치를 조작할 수 있다.
[제화 03-03-04] 석유 화학 공업의 원료인 기초 유분의 종류를 설명할 수 있다.

라) 고분자 화합물의 제조

[제화 03-04-01] 고분자를 정의하고, 고분자의 성질을 설명할 수 있다.
[제화 03-04-02] 고분자 중합 방법에 대해 설명할 수 있다.
[제화 03-04-03] 합성 고분자와 천연 고분자의 종류와 특성에 대해서 설명할 수 있다.

마) 그 밖의 유기 화합물

[제화 03-05-01] 계면 활성제를 정의하고, 구조를 설명할 수 있다.
[제화 03-05-02] 비누의 제조 원리를 설명하고, 비누를 제조할 수 있다.
[제화 03-05-03] 화장품의 제조 원리를 설명하고, 화장품을 제조할 수 있다.
[제화 03-05-04] 나일론의 합성법에 의해 나일론을 제조할 수 있다.

4) 전기 화학 공업

가) 전기 화학 공업의 기초

[제화 04-01-01] 전기 화학 공업을 분류할 수 있다.
[제화 04-01-02] 산화와 환원 반응을 구분하며, 전자 전달 반응을 예를 들어 설명할 수 있다.

나) 전해 공업

[제화 04-02-01] 전해 분해의 특징을 설명할 수 있다.
[제화 04-02-02] 물의 전기 분해 반응식을 세울 수 있다.
[제화 04-02-03] 식염의 전해 반응식을 세울 수 있다.
[제화 04-02-04] 용융염의 전해 반응을 설명할 수 있다.
[제화 04-02-05] 전해 반응의 원리를 이용하여 화학 제품을 제조할 수 있다.

다) 표면 처리

[제화 04-03-01] 부식의 메커니즘과 이를 방지할 수 있는 방법들을 설명할 수 있다.
[제화 04-03-02] 도금의 원리와 방법에 대해 설명할 수 있다.
[제화 04-03-03] 도금의 원리를 이용하여 화학 제품을 제조할 수 있다.

라) 전지와 연료 전지

[제화 04-04-01] 전지의 원리를 설명할 수 있다.
[제화 04-04-02] 1차 전지와 2차 전지의 종류와 특징을 설명할 수 있다.
[제화 04-04-03] 연료 전지를 분류하고, 그 특징을 설명할 수 있다.
[제화 04-04-04] 염화나트륨 수용액을 이용하여 다니엘 전지를 만들어 전기를 발생시킬 수 있다.
[제화 04-04-05] 전지의 원리를 이용하여 전지와 원료 전지를 제조할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '제조 화학' 과목의 교수·학습 방향은 관련 기술의 발달, 학생들의 학업 성취도, 정보 활용 능력 및 학교의 특성에 따라 재구성하여 지도할 수 있다.

가) 제조 화학 분야의 기초 및 전반적인 사항을 파악할 수 있도록 지도한다.

나) 기본적인 개념 및 원리를 이해하여 현장에서 적용할 수 있도록 지도한다.

2) '제조 화학' 과목의 교수·학습 방법을 교사 중심에서 학생이 주도적으로 학습에 참여하는 학생 주도형의 교수·학습이 되도록 구성한다.

가) '제조 화학의 개요' 영역에서는 기본적인 개념과 원리를 중심으로 충분히 이해하고 화합물의 제조 방법을 효과적으로 학습하기 위해서 화학 기초 반응에 대한 메커니즘을 중심으로 하는 이론과 실습을 병행하여 운영한다. 화학의 기초와 화학 반응의 원리를 응용하여 반응물과 생성물 간의 관계를 창의적으로 규명할 수 있도록 한다.

나) '무기 화합물 제조' 및 '유기 화합물 제조' 영역에서는 상용화된 화학 제품을 무기 화합물과 유기 화합물로 구분하고, 각각의 물리·화학적 특성을 이해할 수 있도록 실습을 통하여 다양한 물리·화학적 변화와 반응에 대한 현상을 기록하도록 한다. 분자 구조 모형을 활용하여 화합물의 구조와 생성 과정을 상상할 수 있도록 하고, 그 과정을 가시적으로 표현하도록 한다.

다) '전기 화학 공업' 영역에서는 자기주도적인 학습을 유도하여 실생활에서의 예를 찾아 제시할 수 있도록 하며, 포트폴리오 및 프로젝트 기반 학습을 통해 제조 화학 반응을 이용하여 실습해 볼 수 있도록 한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '제조 화학' 과목의 일부 학습 영역 및 학습 요소는 다른 교과목과 중복되는 내용이 다소 있으나 중요한 기본 개념이기 때문에 반복해서 충실히 설명하고, 학생들의 이해 여부를 확인할 수 있도록 한다.

2) 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 수준의 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 자기주도적으로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

3) 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통하여 협동심과 창의성을 기르고, 학생들이 능동적으로 참여할 수 있도록 지도한다.

4) 제조 산업에서 변화하는 신산업을 소개하고, 최근 변화된 기술을 접목하여 지도함으로써 실무에 적용할 수 있도록 한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) 이론과 실습을 적절히 안배하고 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, 자기주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.

6) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함한다.

나. 평가 방법

1) '제조 화학' 과목의 전 영역에서 학생들의 기본적인 소양, 이해 능력, 문제 해결 능력, 창의적 사고 능력, 태도 및 과제물의 완성도 등을 구체적인 평가 도구를 개발하여 항목별로 평가한다.

2) '제조 화학의 개요' 영역에서는 다양한 제조 화학 산업의 종류들에 대해 파악하고 설명할 수

있는지에 대해 평가한다. 제조 화학 산업 분야를 제품군에 따라 구분하여 화학 반응식을 세우고, 반응을 이해하고 관계를 설명할 수 있는지 평가한다.

3) '무기 화합물 제조' 영역에서는 기본 개념 이해 여부를 파악하는 것이 중요하며, 학생들이 무기 화합물을 구별할 수 있고 생산 공정의 원리를 이해하였는가를 토론 수업, 프로젝트 학습 및 포트폴리오 등의 구성을 통하여 평가한다.

4) '유기 화합물 제조' 영역에서는 기본 개념 이해 여부를 파악하는 것이 중요하며, 학생들이 유기 화합물을 구별할 수 있고 생산 공정의 원리를 이해하였는가를 토론 수업, 프로젝트 학습을 통하여 평가한다. 또한 실험을 통해 연구 포트폴리오를 작성하고 발표하며 연구실 안전 수칙 준수 등의 체크리스트 등을 통한 평가를 할 수 있다.

5) '전기 화학 공업' 영역에서는 전기 화학 반응을 이해하고 설명할 수 있는지를 체크리스트 등을 통해 평가한다. 또한 실험을 수행해 보며 연구 포트폴리오 작성, 체크리스트 등을 통한 평가를 할 수 있다.

[전공 일반 과목]

3. 스마트 공정 제어

1. 성격 및 목표

가. 성격

화학 공업 관련 제품 생산의 전체 공정은 물질의 물리·화학적 변화가 일어나는 장치를 이용한 순차적 단계를 거치는 과정으로 이루어져 있다. 이러한 물리·화학적 변화가 일어나는 각각의 단계를 제어하는 것을 '공정 제어'라고 한다.

대규모 화공 장치 산업은 초기 공장 구축 단계에서부터 공정 설비와 함께 공정 상태를 계측하는 센서와 공정 자동화 시스템을 함께 도입한다. 또한 중·소 규모의 화학 제품 생산 공정에서도 4차 산업 혁명 시대에 맞춰 스마트 팩토리로 전환되고 있으며, 이는 생산 효율을 높이고 인간의 오차를 줄임은 물론, 조기 위험 감지와 이상 징후를 발견함으로써 공정의 안정성을 제고하는 방향으로의 전환을 의미한다.

제어 방식의 발전으로 전통적인 수동 제어 방식에서 스마트 기기와 프로그램을 활용한 제어 체계가 구축됨에 따라 고등학교에서도 스마트 기기와 프로그램을 활용한 공정 제어의 원리를 이해하고, 이를 화학 공업에 활용할 수 있는 능력이 요구된다.

'스마트 공정 제어' 과목에서는 전공 실무 과목 학습의 수월성을 고려하여 공정 제어의 다양한 형태와 조작 원리를 제시하였다. 이수할 내용은 공정 제어, 화공 계측, 제어 장치, 공정 자동화 등으로, 공정 제어에 관한 기본적인 용어에서 공정 자동화까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

'스마트 공정 제어' 과목은 화학 공장에서의 자동화 설비 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러, 현장의 직무를 원활히 수행할 수 있도록 공정 제어, 화공 계측, 제어 장치, 공정 자동화로 구성되어 있다. 공정 제어의 원리와 작동 방법을 이해하고 그에 따른 기술을 습득하여, 화학 공업 분야에 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 계측과 제어의 개념을 파악하여, 화학 공정 제어에서의 공정 흐름도와 공정 개관 계장도의 일반적인 원칙을 설명할 수 있다.

둘째, 공정 변량 계측을 위한 센서와 검출과 변화에 대해 설명할 수 있다.

셋째, 시퀀스 제어, 마이크로프로세서 제어, PLC 제어, 전기 공기압 제어, 공정 제어 기기에 대하여 설명할 수 있다.

넷째, 간단한 공정 자동화 시스템, 분산 제어 시스템과 최적 운전 조건과 적용에 대해 설명할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
공정 제어	• 계측과 제어 • 제어의 종류 • 자동 제어 • 화학 공정 제어 • 공정 흐름도와 공정 배관 계장도
화공 계측	• 센서 • 공정 변량 계측 • 검출과 변화 • 화학 공정 변량 계측
제어 장치	• 시퀀스 제어 • 마이크로프로세서 제어 • PLC 제어 • 전기 공기압 제어 • 공정 제어 기기
공정 자동화	• 중·소 규모 자동화 시스템 • 분산 제어 시스템 • 최적 운전 조건과 적용

나. 성취기준

1) 공정 제어

가) 계측과 제어

[공제 01-01-01] 계측과 제어의 개념을 파악하고, 필요성에 대해 설명할 수 있다.
[공제 01-01-02] 공정 제어계의 기본 요소를 설명할 수 있다.
[공제 01-01-03] 공정 제어 장치의 기본 기호와 상세 기호에 대해 설명할 수 있다.

나) 제어의 종류

[공제 01-02-01] 정성적 제어와 정량적 제어의 차이점과 종류에 대해 설명할 수 있다.
[공제 01-02-02] 수동 제어와 자동 제어의 특징을 설명할 수 있다.
[공제 01-02-03] 아날로그 제어와 디지털 제어의 특징을 설명할 수 있다.

다) 자동 제어

[공제 01-03-01] 자동 제어의 필요성과 장점에 대해 제시할 수 있다.
[공제 01-03-02] 자동 제어의 분류 방법에 대해 제시하고, 열린 회로 제어와 닫힘 회로 제어를 설명할 수 있다.
[공제 01-03-03] 자동 제어 응용 분야에 대해 제시할 수 있다.

라) 화학 공정 제어

[공제 01-04-01] 화학 공정 제어의 목적과 특징에 대해 설명할 수 있다.
[공제 01-04-02] 공정 제어 시스템의 구성에 대해 설명할 수 있다.

마) 공정 흐름도와 공정 배관 계장도

[공제 01-05-01] 공정 흐름도(PFD) 도면에 표시하는 기호와 작성되는 일반적인 원칙을 설명할 수 있다.
[공제 01-05-02] 공정 배관 계장도(P&ID) 도면에 표시하는 기호와 작성되는 일반적인 원칙을 설명할 수 있다.

2) 화공 계측

가) 센서

[공제 02-01-01] 센서의 기능, 종류, 용도를 설명할 수 있다.
[공제 02-01-02] 스마트 센서의 종류와 활용 분야에 대해 설명할 수 있다.

나) 공정 변량 계측

[공제 02-02-01] 공정 변량의 개념과 공정 변량 계측의 필요성에 대하여 설명할 수 있다.
[공제 02-02-02] 화학 공정에서의 공정 변량 계측의 종류를 구분할 수 있다.

다) 검출과 변화

[공제 02-03-01] 계측 신호 변환의 개념과 그 과정을 설명할 수 있다.
[공제 02-03-02] 계측 시스템의 구성과 측정값의 변환과 전송에 대해 설명할 수 있다.
[공제 02-03-03] 화학 공정의 분산 제어 시스템(DCS)을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [공제 02-03-03]은 화학 공정의 분산 제어 시스템(DCS)의 기본적인 개념과 원리에 대해 학습할 수 있도록 구성한다.

라) 화학 공정 변량 계측

[공제 02-04-01] 화학 공정에 활용되는 계측기의 구성과 성능에 대해 설명할 수 있다.
[공제 02-04-02] 화학 공장에서 공정 변량의 계측 방법을 설명할 수 있다.
[공제 02-04-03] 간단한 물리량을 제어할 수 있는 장치를 제작할 수 있다.

3) 제어 장치

가) 시퀀스 제어

[공제 03-01-01] 시퀀스 제어를 사례를 들어 설명할 수 있다.
[공제 03-01-02] 화학 공정의 시퀀스 제어용 기기의 종류를 제시하고, 구조와 특징을 설명할 수 있다.
[공제 03-01-03] 화학 공정의 간단한 시퀀스도를 작성하고, 기기 식별 문자를 표기할 수 있다.

나) 마이크로프로세서 제어

[공제 03-02-01] 마이크로프로세서의 기본 원리와 구성 요소, 기능에 대하여 설명할 수 있다.
[공제 03-02-02] 화학 공정의 마이크로프로세서 프로그램 언어에 대하여 설명할 수 있다.

다) PLC 제어

[공제 03-03-01] PLC의 정의와 활용 분야에 대하여 설명할 수 있다.
[공제 03-03-02] PLC의 구성 기기에 대하여 설명할 수 있다.
[공제 03-03-03] 화학 공정의 PLC 프로그래밍 언어와 명령어를 설명할 수 있다.

라) 전기 공기압 제어

[공제 03-04-01] 전기 공기압 시스템을 정의하고, 구성 요소에 대하여 설명할 수 있다.
[공제 03-04-02] 스위치, 감지기, 액추에이터의 종류를 제시하고, 각각의 특징을 설명할 수 있다.
[공제 03-04-03] 제어 밸브의 종류와 구조, 기능 등을 알고 제어할 수 있다.

마) 공정 제어 기기

[공제 03-05-01] 화학 공정의 제어 기기의 종류와 특징에 대해 설명할 수 있다.
[공제 03-05-02] 변환기, 조절기, 조작 기기, 서보 기구의 특징과 종류를 설명할 수 있다.

4) 공정 자동화

가) 중소 규모 자동화 시스템

[공제 04-01-01] PLC를 이용한 제어 시스템에 대하여 설명할 수 있다.
[공제 04-01-02] 디지털 직접 제어(DDC)를 이용한 제어 시스템에 대하여 설명할 수 있다.
[공제 04-01-03] PC/PLC를 이용한 제어 시스템에 대하여 설명할 수 있다.

나) 분산 제어 시스템

[공제 04-02-01] 분산 제어 시스템의 구성 및 특징에 대해 설명할 수 있다.
[공제 04-02-02] 분산 제어 시스템의 주요 기능과 시스템 적용 방법에 대해 설명할 수 있다.

다) 최적 운전 조건과 적용

[공제 04-03-01] 데이터 자동 추출 도구를 통해 수집된 정보를 정리할 수 있다.
[공제 04-03-02] 축적된 데이터를 이용한 고정 최적화 방법에 대해 설명할 수 있다.

3. 교수 · 학습

1) '스마트 공정 제어' 과목의 교수·학습은 화공 계측과 공정 제어의 개념을 이해하고, 화학 공정 자동화 시스템 운용에 관한 기초 소양을 기르는 데 그 목표를 둔다.

가) 각 학습 영역별로 제시되는 기본 개념을 바탕으로 그 이론과 적용 사례를 제시하고, 교과 목표를 효과적으로 달성할 수 있도록 계획한다.

나) 교사는 학생이 스마트 공정 제어와 관련된 내용을 디지털 매체를 활용하여 역동적으로 탐색할 수 있는 기회를 제공한다.

2) '스마트 공정 제어' 과목의 학습 과정에서 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하여 학생들이 공정 자동화에 대해 관심을 가지고 쉽게 이해할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) '공정 제어'와 '화공 계측' 영역에서는 계측과 제어에 관한 지식을 학습하는 과정에서 실생활에서 적용되는 사례를 통해 학습할 수 있는 방안을 계획한다.

나) '제어 장치' 영역에서는 제어 장치의 종류와 구조를 파악하여 각각의 제어 원리에 대해 다른 사람에게 설명할 수 있는 능력을 함양하도록 학습을 계획한다.

다) '공정 자동화' 영역에서는 배관과 밸브, 반응기의 원리와 구성 파악하고, 목적에 알맞은 종류를 선택할 수 있는 능력을 함양하는 데 목표를 두고 학습을 계획한다.

3) 이 과목은 화공 분야의 전공 일반 과목으로, 전공 실무 과목인 '화학 공정 유지 운영', '신재생 에너지 실무'와 연계하여 학습의 효율성을 높일 수 있도록 교수·학습을 운용한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 주어진 실습을 성실히 효과적으로 수행할 수 있도록 이론과 실기 능력을 익혀 학습할 수 있도록 지도한다.

2) 공정 제어의 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.

3) 제어 장치를 교수·학습할 때는 안전과 편의를 위해 제작된 모형 등을 활용한다.

4) 협동 학습, 프로젝트 실습 등 다양한 수업 모형과 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

5) 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 수준의 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '스마트 공정 제어' 교육과정에서 영역별로 제시된 목표와 성취기준을 참조하여 학생이 계측과 제어에 대한 이론적 지식, 자동화 요소들의 이해, 각종 제어 장치에 대한 구조와 종류를 파악하고 적용하는 능력을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

2) '스마트 공정 제어' 과목의 평가 과정에서 각 학습 영역별 기초적인 개념이나 지식을 효과적으로 습득하고, 관련된 사례를 스스로 탐색하며, 이를 통해 추상적 개념과 사례를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

3) 학생의 수업 참여 동기를 높이고 학습 공간과 일상이 연계된 학습과 평가가 이루어질 수 있도록 3D 모델링을 활용한 제어 기기의 구조를 파악하여 직접 살펴볼 수 있게 하고, 이 과정을 통해 학습 목표를 효과적으로 달성하였는지 평가한다.

4) 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.

5) 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 평가 결과에 대한 피드백과 함께 보충 자료를 제시하여 학습을 지원한다.

나. 평가 방법

1) '공정 제어' 영역에서는 계측과 제어의 관계에 대해 설명할 수 있으며, 모둠별 과제를 통하여 의사소통 능력, 문제 해결 능력 및 과제 수행의 적극성을 평가한다.

2) '화공 계측' 영역에서는 센서, 공정 변량 계측, 검출과 변화, 화학 공정 변량 계측에 대해 학습한 후 익힌 내용을 평가자 질문을 통해 이해도를 확인하고, 학생들이 각 구성 부품과 종류를 조사하여 제출한 자료를 포트폴리오로 구성하여 평가한다.

3) '제어 장치' 영역에서는 각종 제어의 원리 및 특성에 대한 파악 여부를 평가자 체크리스트를 통해 평가한다.

4) '공정 자동화' 영역에서는 자동화 시스템과 분산 제어 시스템의 원리를 알고, 최적 운전 조건과 적용에 창의적인 아이디어를 도출하는 과정에서 디지털 매체를 활용할 수 있는가를 평가한다.

[전공 일반 과목]

4. 화공 플랜트 기계

1. 성격 및 목표

가. 성격

화학 공업은 산업의 기초를 이루고 있으며, 여러 산업에 걸쳐 전방위적으로 넓게 퍼져 있어 다른 공업 분야와 연계하여 빠르게 발전하고 있다. 이러한 산업의 동향을 반영하여 화학 공업을 바탕으로 각종 유체 기계와 유체 수송 장치, 냉·난방 장치들의 원리와 구조를 파악하여 산업 현장에 적용하는 '화공 플랜트 기계' 과목을 신설하였다. 따라서 이 과목은 기초적인 열역학의 지식을 습득하고, 유체에 대한 이해도를 높이며, 화공 산업 현장에 많이 쓰이는 배관, 밸브, 펌프 등의 종류와 특징을 파악하여 산업 현장에 적용할 수 있는 현장 전문 인력을 양성하는 과목이다.

나. 목표

'화공 플랜트 기계' 교과 교육과정은 화공 플랜트 분야에 필요한 인력을 양성하기 위하여 입직 수준의 직무 능력을 갖추도록 하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 화공 분야의 기초 지식과 기술을 습득하여 다양한 화공 플랜트 기계 영역에서 관련 직무를 수행할 수 있다.

둘째, 열역학에 사용되는 기초 단위 및 중요 용어의 개념을 이해할 수 있다.

셋째, 공기 조화의 일반적인 개념과 원리를 알고, 이를 바탕으로 냉동 시스템과 공기 조화 시스템을 설계할 수 있다.

넷째, 화공 플랜트 기계인 수송 장치, 냉동 장치, 반응기, 보일러의 구조와 원리를 알고, 사용 목적에 맞게 선택하여 사용할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
화공 플랜트 기계 일반	• 열역학의 개요 • 공기 조화의 개요 • 유체 기기의 개요
화공 플랜트 기계요소	• 배관 • 밸브 • 반응기
수송 장치	• 기체 수송 장치 • 액체 수송 장치 • 고체 수송 장치
냉동 장치	• 냉동 원리 • 냉매의 구비 조건 • 냉동 시스템의 구성 요소 기기
보일러	• 보일러의 원리 • 보일러의 구조 • 보일러의 종류

나. 성취기준

1) 화공 플랜트 기계 일반

가) 열역학의 개요

[화기 01-01-01] 열역학에 사용되는 기초 단위 및 중요 용어의 개념을 정의하고, 국제 표준 단위계의 기본 단위와 유도 단위를 비교할 수 있다.
[화기 01-01-02] 엔탈피, 엔트로피의 개념을 통하여 열역학 제1, 2 법칙을 익히고, 이상 기체의 성질을 통하여 보일·샤를 법칙 등을 설명할 수 있다.
[화기 01-01-03] 열전달의 원리를 이해하고, 전도와 대류 및 복사의 개념을 비교, 분석할 수 있다.

나) 공기 조화의 개요

[화기 01-02-01] 공기 조화 부하의 개념과 분류를 설명하고, 실내 적정 온습도를 유지하기 위하여 필요한 냉각, 가열, 감습, 가습을 위한 열량을 계산할 수 있다.
[화기 01-02-02] 냉방 부하의 구성 요인과 설계 조건을 바탕으로 여러 가지 조건을 고려하여 실내 온도 및 습도 조절에 필요한 부하 계산을 할 수 있다.
[화기 01-02-03] 난방 부하의 구성 요인과 설계 조건을 바탕으로 여러 가지 조건을 고려하여 실내 온도 및 습도 조절에 필요한 부하 계산을 할 수 있다.

다) 유체 기기의 개요

[화기 01-03-01] 유체 기계의 종류와 산업체에서 활용되고 있는 유체 기계에 대한 조사 활동, 탐구 활동 등을 통하여 유체 기계의 종류를 나열하고 설명할 수 있다.
[화기 01-03-02] 유체의 물리적 성질, 유체의 압력, 유체의 압력 측정 방법 등을 알고, 유체의 흐름, 유량의 측정 등 유체 기계의 기초 이론을 설명할 수 있다.

2) 화공 플랜트 기계요소

가) 배관

[화기 02-01-01] 파이프 커터의 구조와 명칭을 설명하고, 쇠톱과 파이프 커터를 사용하여 치수에 맞게 파이프를 절단할 수 있다.
[화기 02-01-02] 강관의 구부림 길이를 계산하고, 냉간 굽힘의 방법으로 굽힘 작업을 할 수 있다.
[화기 02-01-03] 파이프의 절단 길이를 계산하고, 강관에 나사를 절삭하고 이음쇠를 사용하여 조립할 수 있다.

나) 밸브

[화기 02-02-01] 공압 제어 밸브의 종류와 특징, 밸브의 사용 방법을 이해하고, 공압 제어 밸브를 선정할 수 있다.
[화기 02-02-02] 유압 제어 밸브의 종류와 기능, 밸브의 구조와 작동 원리 및 각종 제어 밸브의 표시 방법을 설명할 수 있다.
[화기 02-02-03] 팽창 밸브의 작용, 수동 팽창 밸브와 자동식 팽창 밸브의 종류 및 특성을 파악하여, 모세관과 팽창 밸브를 비교할 수 있다.

다) 반응기

[화기 02-03-01] 반응기의 목적과 운전 변수를 설명할 수 있다.
[화기 02-03-02] 반응기를 목적에 맞게 선택하여 사용할 수 있다.

3) 수송 장치

가) 기체 수송 장치

[화기 03-01-01] 기체 수송 장치의 목적과 원리를 요약하여 정리할 수 있다.
[화기 03-01-02] 통풍기, 송풍기, 압축기, 진공 펌프를 사용 범위와 한계에 맞게 선택할 수 있다.

나) 액체 수송 장치

[화기 03-02-01] 액체 수송 장치의 목적과 원리를 요약하여 정리할 수 있다.
[화기 03-02-02] 압력 손실, 유량, 액체의 성질, 높이 차 등을 고려하여 원심 펌프, 왕복 펌프, 회전 펌프, 특수 펌프 등을 선택할 수 있다.

다) 고체 수송 장치

[화기 03-03-01] 다양한 고체 수송 장치의 특성을 활용하여 효율성이 높은 연속 수송 방법을 선택할 수 있다.

4) 냉동 장치

가) 냉동 원리

[화기 04-01-01] 냉동 장치(또는 냉동 사이클)의 구조를 보면서 냉동 원리를 설명할 수 있다.

나) 냉매의 구비 조건

[화기 04-02-01] 냉매의 구비 조건을 과학적 원리에 입각하여 해석할 수 있다.

다) 냉동 시스템의 구성 요소 기기

[화기 04-03-01] 압축기의 작용, 압축기의 분류를 통해서 압축기의 구조를 익히고, 왕복동식 압축기, 스크루 압축기, 스크롤 압축기의 장단점을 설명할 수 있다.
[화기 04-03-02] 응축기의 작용, 수냉식 응축기, 증발식 응축기, 공랭식 응축기의 형식과 특징을 비교하고, 각 응축기의 장단점을 설명할 수 있다.
[화기 04-03-03] 증발기의 작용과 성능, 건식 증발기, 만액식 증발기, 냉매액 강제 순환식 증발기, 냉매 분사식 증발기의 구조와 특성을 이해하여 구조에 따른 분류를 하고, 각종 증발기의 종류와 특성을 장단점으로 나눠 설명할 수 있다.

5) 보일러

가) 보일러의 원리

[화기 05-01-01] 보일러의 원리를 설명할 수 있다.

나) 보일러의 구조

[화기 05-02-01] 보일러의 구조를 설명할 수 있다.
[화기 05-02-02] 공정에 따라 조업 조건을 기준으로 보일러, 분해로의 구조와 기능을 설명할 수 있다.

다) 보일러의 종류

[화기 05-03-01] 보일러의 종류별 특성을 고려하여 필요한 보일러의 종류를 선택할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '화공 플랜트 기계' 과목의 교수·학습은 열과 유체의 특징을 이해하고, 그것을 운용하기 위한 기기의 특성을 파악하고 활용하는 기본 소양을 기르는 데 그 목표를 둔다.

가) 각 학습 영역별로 제시되는 기본 개념을 바탕으로 그 이론이 실제로는 어떻게 적용되고 있는지 사례를 제시하고, 교과 목표를 효과적으로 달성할 수 있도록 계획한다.

나) 교사는 학생이 화공 플랜트 기계의 내용을 탐색하는 과정에서 디지털 매체를 활용할 수 있는 기회를 제공하고, 이 과정이 교과의 성취기준과 연계될 수 있도록 한다.

2) '화공 플랜트 기계' 과목의 학습 과정에서 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하여 학생들이 화공 플랜트 기계에 대한 관심을 가지고 쉽게 이해할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) '화공 플랜트 기계 일반' 영역에서는 열역학, 공기 조화, 유체 기기에 관한 지식을 학습하는 과정에서 연관된 배경지식을 연결지어 학습함으로써 기초 지식의 확장과 실생활에서 적용되는 사례를 통해 학습할 수 있는 방안을 계획한다.

나) '화공 플랜트 기계요소' 영역에서는 배관과 밸브, 반응기의 원리와 구성을 파악하고, 목적에 알맞은 종류를 선택할 수 있는 능력을 함양하는 데 목표를 두고 학습을 계획한다.

다) '수송 장치', '냉동 장치', '보일러' 영역에서는 그 종류와 구조를 파악하여 구동 원리에 대해 다른 사람에게 설명할 수 있으며, 각각의 장치들을 필요한 곳에 적절하게 선택할 수 있는 능력을 함양하도록 학습을 계획한다.

3) '화공 플랜트 기계' 과목을 학습하는 과정에서 학생들이 펌프, 유체 기기, 냉각 장치와 보일러 등을 다루는 데 올바른 지식과 바람직한 태도를 함양할 수 있도록 3D 모델링을 활용한 교수·학습을 계획하고 운영한다.

4) 이 과목은 화공 분야의 전공 일반 과목으로, 전공 실무 과목인 '화학 공정 유지 운영', '에너지 설비 유틸리티'와 연계하여 학습의 효율성을 높일 수 있도록 교수·학습을 운용한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '화공 플랜트 기계' 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들이 열과 유체의 특징 및 유체기기에 대한 학습 전이를 높일 수 있도록 한다.

2) 기초 지식과 연계하여 관련된 기기나 각 요소를 학습할 때는 구조와 전체를 파악하는 학습 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

3) 수송 장치, 냉동 장치, 보일러를 교수·학습할 때는 안전과 편의를 위해 제작된 모형 등을 활용한다.

4) 협동 학습, 프로젝트 실습 등 다양한 수업 모형과 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

5) 학생의 능력에 따라 수준을 고려하여 교과의 내용을 재구성하며, 학생이 산업 현장에서 필요로 하는 지식과 기능을 습득하여 직무에 적용하고 응용할 수 있는 내용으로 지도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '화공 플랜트 기계' 교육과정에서 영역별로 제시된 목표와 성취기준을 참조하여 학생이 열역학과 유체에 대한 이론적 지식, 화공 플랜트 기계요소들의 이해, 각종 유체 기기에 대한 구조와 종류를 파악하고 적용하는 능력을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

2) '화공 플랜트 기계' 과목의 평가 과정에서 각 학습 영역별 기초적인 개념이나 지식을 효과적으로 습득하고, 관련된 사례를 스스로 탐색하며, 이를 통해 이론과 사례를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

3) 학생의 수업 참여 동기를 높이고 학습 공간과 일상이 연계된 학습과 평가가 이루어질 수 있도록 각종 유체 기기의 구조를 파악하여 직간접적으로 살펴볼 수 있게 하고, 이 과정을 통해 학습 목표를 효과적으로 달성하였는지를 평가자 질문이나 보고서 등을 통해 평가한다.

4) 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.

5) 수행평가 항목의 최하점은 수행평가에 참여한 학생의 수행 능력이 가장 최하인 경우 부여하는 점수임을 고려하여 계획하고, 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 보충 자료를 기초부터 단계별로 제시한다.

나. 평가 방법

1) '화공 플랜트 기계 일반' 영역에서는 열역학의 법칙을 숙지하고 설명할 수 있으며, 모둠별 과제를 통하여 의사소통 능력, 문제 해결 능력 및 과제 수행의 적극성 등을 평가한다.

2) '화공 플랜트 기계요소' 영역에서는 배관, 밸브, 반응기에 대해 학습한 후 익힌 내용을 평가자 질문을 통해 이해도를 확인하고, 학생들이 각 구성 부품과 종류를 조사하여 제출한 자료를 포트폴리오 등과 같이 평가한다.

3) '수송 장치' 영역에서는 기체, 액체, 고체 수송 장치의 목적과 원리 및 특성을 파악하고, 각 용도에 알맞은 수송 장치를 선택할 수 있는가에 대한 평가를 자가 체크리스트, 평가자 체크리스트 등을 이용해서 평가한다.

4) '냉동 장치' 영역에서는 냉동 원리를 알고, 냉매의 구비 조건을 명확히 설명하기 위하여 정보를 탐색하거나, 창의적인 아이디어를 도출하는 과정에서 디지털 매체 등을 활용할 수 있는가를 평가한다.

5) '보일러' 영역에서는 작동 원리를 구조와 관련지어 설명하는 것을 구두 발표 등과 같은 방법으로 평가하고, 종류별 특성을 고려하여 보일러를 선택하는 과정을 평가한다.

[전공 일반 과목]

5. 화공 플랜트 전기

1. 성격 및 목표

가. 성격

화학 공업은 모든 산업에서의 기초적인 토대가 되어 다양한 분야에서 활용되고 있다. 과거에는 화학 공업이 석유 화학 공업에 치중되어 있었다면, 최근에는 모든 산업 분야의 전반에 걸쳐 중요한 산업으로 자리매김하고 있다. 이러한 변화에 발맞추어 화학 공업과 및 관련 학과 학생들에게 화학 공업의 중추적인 역할을 하고 있는 플랜트 분야의 기초적인 이해를 돕기 위해 '화공 플랜트 전기' 과목을 신설하였다. 이 과목은 화공 플랜트에 필요한 전기 기초, 전자 기초, 전기 설비, 전기 기기, 자동화 설비 등에 관한 기초적인 지식과 기술을 습득하여 산업 현장에 적용하고, 이를 화학 공업 분야 직무 수행에 활용할 수 있는 능력을 기를 수 있는 과목이다.

나. 목표

화학 공업에 필요한 전기·전자 기초 및 각종 전기 설비, 전기 기기, 자동화 설비에 대한 지식과 기술을 습득하여 산업 현장 화공 플랜트 공정에서 전기 관련 직무 수행 시 이를 안전하고 효율적으로 운전·관리할 수 있는 능력과 태도를 기른다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 화공 플랜트에 관련된 전기·전자 기초를 이해하고, 각종 측정 기구를 사용할 수 있다.
둘째, 화공 플랜트 설비의 기초가 되는 전기 설비 영역에 대해 이해할 수 있다.
셋째, 화공 플랜트 설비에 사용되는 전기 기기에 대해 이해할 수 있다.
넷째, 화공 플랜트 공정에서 기초가 되는 자동화 설비에 대해 이해하고 설계할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
화공 플랜트 전기 기초	• 전기와 자기 • 직류와 교류 • 측정 기구 사용법
화공 플랜트 전자 기초	• 회로 소자 • 기초 전자 회로 • 디지털 논리 회로
화공 플랜트 전기 설비	• 설비의 개요 • 전력 설비 • 동력 배선 설비
화공 플랜트 전기 기기	• 발전기의 원리 및 특성 • 변압기의 원리 및 특성 • 유도 전동기의 원리 및 특성
화공 플랜트 자동화 설비	• 자동화 설비의 개요 • 시퀀스 제어

나. 성취기준

1) 화공 플랜트 전기 기초

가) 전기와 자기

[화전 01-01-01] 전기의 어원과 역사에 대하여 설명할 수 있다.
[화전 01-01-02] 전기장에 대한 정의를 내릴 수 있고, 전기장의 세기와 방향을 설명할 수 있다.
[화전 01-01-03] 자기장에 대한 정의를 내릴 수 있고, 자기장의 세기와 방향을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 01-01-01], [화전 01-01-02], [화전 01-01-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 01-01-01], [화전 01-01-02], [화전 01-01-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 미디어 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

나) 직류와 교류

[화전 01-02-01] 전압, 전류, 저항에 대하여 설명할 수 있고, 옴의 법칙에 적용할 수 있다.
[화전 01-02-02] 직류 회로를 정의할 수 있고, 각종 소자의 적용에 대해 설명할 수 있다.
[화전 01-02-03] 교류 회로를 정의할 수 있고. 각종 소자의 적용에 대해 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 01-02-01], [화전 01-02-02], [화전 01-02-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 01-02-01], [화전 01-02-02], [화전 01-02-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

다) 측정 기구 사용법

[화전 01-03-01] 측정에 대한 개념, 종류를 알고 측정할 수 있다.
[화전 01-03-02] 측정 기구를 아날로그와 디지털 기구로 구분하여 측정 방법을 학습하고 측정할 수 있다.
[화전 01-03-03] 전압, 전류, 저항의 측정 방법을 학습하고 측정할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 01-03-01], [화전 01-03-02], [화전 01-03-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 01-03-01], [화전 01-03-02], [화전 01-03-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.
- [화전 01-03-01], [화전 01-03-02], [화전 01-03-03]은 이론 실습을 병행하므로 다양한 실습 방법을 적용하여 운영할 수 있다.

2) 화공 플랜트 전자 기초

가) 회로 소자

[화전 02-01-01] 소자의 종류에 대하여 이해하고, 특성에 대하여 설명할 수 있다.
[화전 02-01-02] 소자별로 구조와 동작을 이해하고, 용도에 맞게 활용할 수 있다.
[화전 02-01-03] 소자를 이용한 간단한 회로를 제시하고, 동작 원리를 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 02-01-01], [화전 02-01-02], [화전 02-01-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 02-01-01], [화전 02-01-02], [화전 02-01-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

나) 기초 전자 회로

[화전 02-02-01] 집적 회로의 종류와 특성을 이해하고, 제조 공정을 설명할 수 있다.
[화전 02-02-02] 정류 회로와 평활 회로를 이해하고, 출력 전압과 파형의 특성을 설명할 수 있다.
[화전 02-02-03] D/A 변환 회로와 A/D 변환 회로의 구성과 동작 원리를 이해할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 02-02-01], [화전 02-02-02], [화전 02-02-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 02-02-01], [화전 02-02-02], [화전 02-02-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.
- [화전 02-02-01], [화전 02-02-02], [화전 02-02-03]은 자동 제어 관련 분야의 기초가 되는 아날로그와 디지털 분야에 대한 적용을 고려한다.

다) 디지털 논리 회로

[화전 02-03-01] 디지털 시스템의 정의를 내릴 수 있고, 아날로그 신호와 디지털 신호의 차이점을 설명할 수 있다.
[화전 02-03-02] 불 대수의 연산 게이트를 이해하고 설명할 수 있다.
[화전 02-03-03] 불 대수를 활용하여 논리 회로를 설계할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 02-03-01], [화전 02-03-02], [화전 02-03-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.

- [화전 02-03-01], [화전 02-03-02], [화전 02-03-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

3) 화공 플랜트 전기 설비

가) 설비의 개요

[화전 03-01-01] 화공 플랜트에서의 전기 설비를 정의할 수 있다.
[화전 03-01-02] 화공 플랜트에서의 전기 설비를 분류할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 03-01-01], [화전 03-01-02]는 최신 트렌드를 반영한 플랜트 설비의 사례를 들 수 있게 운영한다.
- [화전 03-01-01], [화전 03-01-02]는 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 03-01-01], [화전 03-01-02]는 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

나) 전력 설비

[화전 03-02-01] 화공 플랜트에서의 전력 계통에 대하여 이해하고, 설명할 수 있다.
[화전 03-02-02] 송전, 배전 설비에 대하여 정의하고, 종류와 특성에 대해 설명할 수 있다.
[화전 03-02-03] 수전, 변전 설비에 대하여 정의하고, 종류와 특성에 대해 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 03-02-01], [화전 03-02-02], [화전 03-02-03]은 최신 트렌드를 반영한 플랜트 설비의 사례를 들 수 있게 적용한다.
- [화전 03-02-01], [화전 03-02-02], [화전 03-02-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 03-02-01], [화전 03-02-02], [화전 03-02-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

다) 동력 배선 설비

[화전 03-03-01] 화공 플랜트 동력 배선 설비의 정의를 이해하고, 개요에 대해 설명할 수 있다.
[화전 03-03-02] 화공 플랜트 동력 배선 설비의 구성도를 제시하고, 설계할 수 있다.
[화전 03-03-03] 화공 플랜트 동력 배선 설비 설계를 토대로 직접 구성할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 03-03-01], [화전 03-03-02], [화전 03-03-03]은 최신 트렌드를 반영한 플랜트 설비의 사례를 들 수 있게 적용한다.
- [화전 03-03-01], [화전 03-03-02], [화전 03-03-03]은 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 03-03-01], [화전 03-03-02], [화전 03-03-03]은 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

4) 화공 플랜트 전기 기기

가) 발전기의 원리 및 특성

[화전 04-01-01] 화공 플랜트에서 사용하는 발전기의 원리를 이해하고, 종류를 나열할 수 있다.
[화전 04-01-02] 화공 플랜트에서 사용하는 발전기의 특성을 알고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 04-01-01], [화전 04-01-02]는 최신 트렌드를 반영한 플랜트 설비의 사례를 들 수 있게 적용한다.
- [화전 04-01-01], [화전 04-01-02]는 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 04-01-01], [화전 04-01-02]는 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

나) 변압기의 원리 및 특성

[화전 04-02-01] 화공 플랜트에서 사용하는 변압기의 원리를 이해하고, 종류를 나열할 수 있다.
[화전 04-02-02] 화공 플랜트에서 사용하는 변압기의 특성을 알고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 04-02-01], [화전 04-02-02]는 최신 트렌드를 반영한 플랜트 설비의 사례를 들 수 있게 적용한다.
- [화전 04-02-01], [화전 04-02-02]는 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 04-02-01], [화전 04-02-02]는 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

다) 유도 전동기의 원리 및 특성

[화전 04-03-01] 화공 플랜트에서 사용하는 유도 전동기의 원리를 이해하고, 종류를 나열할 수 있다.
[화전 04-03-02] 화공 플랜트에서 사용하는 유도 전동기의 특성을 알고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 04-03-01], [화전 04-03-02]는 최신 트렌드를 반영한 플랜트 설비의 사례를 들 수 있게 적용한다.
- [화전 04-03-01], [화전 04-03-02]는 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 04-03-01], [화전 04-03-02]는 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

5) 화공 플랜트 자동화 설비

가) 자동화 설비의 개요

[화전 05-01-01] 화공 플랜트에서의 자동화를 정의하고, 필요성과 목적에 대하여 설명할 수 있다.
[화전 05-01-02] 화공 플랜트 자동화 기술에 대하여 이해하고, 적용한 실제 사례를 제시하고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 05-01-01], [화전 05-01-02]는 스마트 공정 제어 과목과의 연계성을 고려하여 지도한다.
- [화전 05-01-01], [화전 05-01-02]는 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 05-01-01], [화전 05-01-02]는 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.

나) 시퀀스 제어

[화전 05-02-01] 화공 플랜트에서 사용하는 시퀀스 제어를 정의하고, 사례를 들어 설명할 수 있다.
[화전 05-02-02] 화공 플랜트에서 사용하는 시퀀스 제어 접점의 종류를 구분하고, 도면을 작성할 수 있다.
[화전 05-02-03] 화공 플랜트에서 사용하는 시퀀스 제어용 기기의 종류를 알고, 구조와 특성을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화전 05-02-01], [화전 05-02-02]는 스마트 공정 제어 과목과의 연계성을 고려하여 지도한다.
- [화전 05-02-01], [화전 05-02-02]는 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 관련 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 적용하고 운영한다.
- [화전 05-02-01], [화전 05-02-02]는 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 자료 활용 정도를 조절하여 적용하도록 한다.
- [화전 05-02-01], [화전 05-02-02]는 이론 실습을 병행하므로 다양한 실습 방법을 적용하여 운영할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '화공 플랜트 전기' 과목의 교수·학습 내용은 관련 기술의 발달, 학생들의 학업 성취도, 지역사회와의 관계 및 학교 특성에 따라 재구성하여 지도할 수 있다.

가) 화학 공업 분야의 전기·전자에 관한 일반적인 사항을 파악할 수 있도록 지도한다.

나) 기본적인 이론과 원리를 이해하여 현장에 적응할 수 있도록 지도한다.

2) '화공 플랜트 전기' 과목의 교수·학습 방법을 교사 중심에서 학생이 주도적으로 학습에 참여하는 학생 주도형의 교수·학습이 되도록 구안하여 적용할 수 있다.

가) '화공 플랜트 전기 기초' 영역에서는 각종 미디어를 활용하여 실물, 동작 원리에 대한 영상 자료, 모형 학습 자료 등을 수업에 활용하고, 협동 학습, 프로젝트 학습을 통해 토론, 발표 수업도 병행하여 지도한다.

나) '화공 플랜트 전자 기초' 영역에서는 기본적인 개념과 원리를 중심으로 변화하는 산업 사회를 이해할 수 있도록 각종 미디어 자료를 활용하여 문제 해결을 할 수 있도록 지도한다.

다) '화공 플랜트 전기 설비' 영역에서는 학생들의 수준을 고려하여 현장에서 활용할 수 있는 직무 중심의 내용으로 재편성하여 지도하거나 기본적인 개념과 원리를 실습과 연계시켜 지도하는 등 현장 적응력을 향상시킬 수 있는 직무 중심으로 지도한다.

라) '화공 플랜트 전기 기기' 영역에서는 실생활과 밀접하게 관련 있는 응용 제품을 만들어 볼 수 있는 모듈식 실습 지시서를 개발하여 흥미를 유발할 수 있는 다양한 교수·학습 방법을 적용하도록 한다.

마) '화공 플랜트 자동화 설비' 영역에서는 자동화 기술과 적용 사례 등에 대하여 실물이나 동작 원리에 대한 영상 자료, 모형 학습 자료 등과 같은 각종 미디어 자료를 수업에 활용하여 이해를 돕도록 하며, 토론과 발표 수업을 병행하여 지도한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '화공 플랜트 전기' 과목에서 각종 전기·전자 기기의 취급은 취급 설명서의 취급 요령을 따르도록 하며, 안전 수칙을 반드시 지키도록 지도하여 안전사고 예방에 유의한다.

2) 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 각종 장치의 사용법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

3) 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 수준의 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

4) 최근 변화된 기술을 접목하여 지도함으로써 실무에 적용할 수 있도록 한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '화공 플랜트 전기' 교육과정에서 단순하고 지엽적인 내용의 평가를 지양하고 기본적인 개념이나 원리의 이해, 문제 해결 능력, 실천적 태도 등에 중점을 두어 평가한다.

2) 학생의 흥미를 유발하여 수업 참여 동기를 높이고, 산업 현장에서의 적응력을 높이는 학습과 평가가 이루어질 수 있도록 시뮬레이션 등을 통해 실제 경험에 가까운 상황을 체험하게 하며, 이 과정 및 결과에 대하여 평가한다.

3) 이론과 실습을 적절히 안배하여, 지도한 내용이 균형 있게 평가될 수 있도록 한다.

4) 영역별로 제시된 성취기준의 달성 정도를 확인할 수 있는 평가 방법과 내용을 계획한다.

5) 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 평가 결과에 대한 피드백과 함께 보충 자료를 제시하여 학습을 지원한다.

나. 평가 방법

1) '화공 플랜트 전기' 과목의 전 영역에서 학생들의 기본적인 소양, 이해 능력, 작업 수행 능력, 작업 태도, 안전 관리 능력, 과제물의 완성도 등을 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.

2) '화공 플랜트 전기 기초' 영역에서는 화학 공업 공정의 기초가 되는 전기와 자기, 직류 회로와 교류 회로의 특성 및 차이점, 회로를 구성하고 각종 측정 장치를 결선하여 전압, 전류 및 전력을 측정하고 설명할 수 있는가에 관한 기초 지식과 응용 능력을 미디어 자료를 활용하여 평가한다.

3) '화공 플랜트 전자 기초' 영역에서는 학생 개인의 문제 해결에 중점을 두어 각종 회로 소자의 특성 및 종류, 기초 전자 회로의 구성 및 응용, 디지털 논리 회로 설계 등을 수행할 수 있는지 체크리스트 등을 통해 평가한다.

4) '화공 플랜트 전기 설비' 영역에서는 화학 공정에서 필요한 각종 설비의 구성과 기능 및 특성을 이해하고 설명할 수 있는지를 포트폴리오 등의 구성을 통하여 평가한다.

5) '화공 플랜트 전기 기기' 영역에서는 화학 공정에서 사용되는 각종 전기 기기의 종류, 원리, 기능 등의 지식과 기술을 가지고 있는지를 포트폴리오, 체크리스트 등을 통해 평가한다.

6) '화공 플랜트 자동화 설비' 영역에서는 화학 공정에서 공정 제어를 이해하기 위한 기초 지식 및 기술의 이해를 적용 사례 연구 발표, 체크리스트 등을 통해 평가한다.

[전공 일반 과목]

6. 바이오 기초 화학

1. 성격 및 목표

가. 성격

'바이오 기초 화학' 과목은 전문계 고등학교 학생들이 바이오 화학 관련 개념과 원리를 이해하고 바이오 기기 분석의 기초를 학습함으로써 4차 산업 혁명의 핵심 융합 분야인 바이오 산업 분야에 종사할 수 있는 능력을 배양하기 위한 과목이다. 이 과목은 전공 실무 과목인 '바이오 화학 제품 제조'와 '바이오 의약품 제조' 교과의 학습 수월성을 고려하여 바이오 화학의 기초 이론과 실습 능력 함양을 바탕으로 하고 있다.

'바이오 기초 화학' 과목의 학습 내용은 바이오의 개념과 정의, 생명 공학 기술의 영역과 발전에 대한 내용을 소개하고, 세포, 물, 아미노산과 단백질, 효소, 탄수화물, 지질, 뉴클레오티드와 핵산, 바이오 기기 분석의 기초 등으로 구성하였으며, 바이오 화학의 원리 이해와 바이오 화학 제품 및 바이오 의약품 제조 능력을 높이기 위해 이론과 실습을 병행하여 학습할 수 있도록 하였다.

나. 목표

변화하는 미래 사회의 주요 산업 분야 중 하나인 바이오 산업의 기반이 되는 바이오 화학에 대한 전반적인 이론과 원리를 이해하고, 이를 바탕으로 산업 현장에서 활용할 수 있는 능력과 태도를 기른다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 바이오 화학의 개념을 이해하고, 바이오 화학과 관련된 기초적인 핵심 지식과 원리를 이해할 수 있다.

둘째, '바이오 화학 제품 제조 산업기사' 등의 인력 양성 유형을 구현할 수 있도록 바이오 산업 분야에 활용할 수 있는 지식과 기술, 문제 해결 능력 및 창의적 사고 능력을 배양하고 적용할 수 있다.

셋째, 바이오 산업의 실제 업무에서 많이 사용되는 분석 기기에 대한 원리와 기초 지식을 학습함으로써 기기 분석에 활용할 수 있는 디지털 역량을 바탕으로 한 실무 능력을 기른다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
생명의 화학	• 바이오의 개념과 정의 • 생명 공학의 영역 • 생명 공학의 발전
세포	• 생명의 기본 단위 세포 • 세포 내 주요 소기관 • 미생물의 정의와 분류
물의 화학	• 물의 구조 및 특성 • 수소 이온의 농도: 산과 염기 • 완충 용액
아미노산과 단백질	• 아미노산의 종류와 성질 • 단백질의 종류, 구조와 성질
효소, 탄수화물과 지질	• 효소의 촉매 작용 및 활용 • 탄수화물의 종류와 특징 • 지질의 종류와 화학적 성질
뉴클레오티드와 핵산	• 핵산의 종류와 구조 • 유전 정보의 전달 및 단백질의 합성
바이오 기기 분석의 기초	• 흡수 분광법 • 크로마토그래피 • 현미경

나. 성취기준

1) 생명의 화학

가) 바이오의 개념과 정의

[바기 01-01-01] 바이오의 개념과 의미를 설명할 수 있다.
[바기 01-01-02] 바이오 화학의 중요성을 설명할 수 있다.

나) 생명 공학의 영역

[바기 01-02-01] 생명 공학의 범위와 생명 공학의 분류에 대한 내용을 설명할 수 있다.
[바기 01-02-02] 생명 공학의 분류별 특징을 설명할 수 있다.

다) 생명 공학의 발전

[바기 01-03-01] 생명 공학 기술의 발달 과정과 현재 실용화되고 있는 생명 공학 기술과 그 효과에 대하여 설명할 수 있다.
[바기 01-03-02] 미래의 생명 공학 기술의 전망과 발전 효과를 제시할 수 있다.

2) 세포

가) 생명의 기본 단위 세포

[바기 02-01-01] 생물과 무생물의 차이 및 생명체의 특징을 설명할 수 있다.
[바기 02-01-02] 세포의 종류와 차이를 이해할 수 있다.

나) 세포 내 주요 소기관

[바기 02-02-01] 세포를 이루는 소기관의 구조와 기능에 대하여 설명할 수 있다.
[바기 02-02-02] 세포의 분화 과정을 이해하고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바기 02-02]는 '바이오 화학 제품 제조'와 '바이오 의약품 제조' 전공 실무 과목과 연계, 이론과 실습을 병행하여 지도가 가능하다.

다) 미생물의 정의와 분류

[바기 02-03-01] 미생물의 정의를 이해하고 설명할 수 있다.
[바기 02-03-02] 미생물의 분류와 특징을 이해하고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바기 02-03]은 '바이오 화학 제품 제조'와 '바이오 의약품 제조' 전공 실무 과목과 연계, 이론과 실습을 병행하여 지도가 가능하다.

3) 물의 화학

가) 물의 구조 및 특성

[바기 03-01-01] 물의 구조와 그 특성에 대해 설명할 수 있다
[바기 03-01-02] 물의 생물학적 중요성과 용매로서의 물에 대해 설명할 수 있다.

나) 수소 이온의 농도: 산과 염기

[바기 03-02-01] 수소 이온의 농도에 대해 이해하고, 산과 염기의 개념을 설명할 수 있다.
[바기 03-02-02] 이온화 및 산-염기의 개념을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바기 03-02]는 전공 일반 과목인 '공업 화학' 및 '제조 화학' 과목과 연계하여 지도가 가능하다.

다) 완충 용액

[바기 03-03-01] 물의 생체 내에서의 완충 작용에 대해 설명할 수 있다.
[바기 03-03-02] 전해질의 역할에 대해 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바기 03-03]은 '바이오 화학 제품 제조'와 '바이오 의약품 제조' 전공 실무 과목과 연계, 이론과 실습을 병행하여 지도가 가능하다.

4) 아미노산과 단백질

가) 아미노산의 종류와 성질

[바기 04-01-01] 아미노산의 종류와 구조를 이해하고 분류할 수 있다.
[바기 04-01-02] 아미노산의 구조에 따른 화학적 성질을 설명할 수 있다.

나) 단백질의 종류, 구조와 성질

[바기 04-02-01] 단백질의 종류와 구조를 이해하고 분류할 수 있다.
[바기 04-02-02] 단백질의 물리·화학적 성질을 설명할 수 있다.

5) 효소, 탄수화물과 지질

가) 효소의 촉매 작용 및 활용

[바기 05-01-01] 효소의 분류과 특징에 대해 설명할 수 있다.
[바기 05-01-02] 효소 반응의 성격과 특징에 대해 설명할 수 있다.
[바기 05-01-03] 생물 전환, 효소의 고정화에 대한 내용을 이해하고 설명할 수 있다.

나) 탄수화물의 종류와 특징

[바기 05-02-01] 탄수화물의 정의를 이해하고, 탄수화물의 구조와 종류를 분류할 수 있다.
[바기 05-02-02] 탄수화물의 종류에 따른 물리·화학적 성질을 설명할 수 있다.

다) 지질의 종류와 화학적 성질

[바기 05-03-01] 지질의 정의를 이해하고, 지질의 구조와 종류를 분류할 수 있다.
[바기 05-03-02] 지질의 종류에 따른 물리·화학적 성질을 설명할 수 있다.

6) 뉴클레오티드와 핵산

가) 핵산의 종류와 구조

[바기 06-01-01] DNA와 RNA의 구조와 그 특징들을 이해하고 설명할 수 있다.
[바기 06-01-02] 핵산의 물리·화학적 성질과 역할을 설명할 수 있다.

나) 유전 정보의 전달 및 단백질의 합성

[바기 06-02-01] 유전 정보의 전달 과정을 통한 단백질의 합성 과정을 설명할 수 있다.
[바기 06-02-02] 유전자 변형 기술의 원리를 설명할 수 있다.

7) 바이오 기기 분석의 기초

가) 흡수 분광법

[바기 07-01-01] 흡수 분광법의 분석 원리와 분석 장치의 구성에 대해 설명할 수 있다.
[바기 07-01-02] 흡수 분광법의 분석 방법을 이해하고, 분광기를 조작할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바기 07-01]은 화학 분석에 관한 기초 지식과 응용 기술을 익혀 다양한 물질의 화학 분석에 활용할 수 있는 분석 능력을 기르는 데 필요한 과목인 '화학 분석' 전공 실무 과목과 연계, 이론과 실습을 병행하여 지도가 가능하다.

나) 크로마토그래피

[바기 07-02-01] 크로마토그래피의 분석 원리와 종류에 대해 설명할 수 있다.
[바기 07-02-02] 크로마토그래피의 종류에 다른 특징과 분석 방법을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바기 07-02]는 화학 분석에 관한 기초 지식과 응용 기술을 익혀 다양한 물질의 화학 분석에 활용할 수 있는 분석 능력을 기르는 데 필요한 과목인 '화학 분석' 전공 실무 과목과 연계, 이론과 실습을 병행하여 지도가 가능하다.

다) 현미경

[바기 07-03-01] 현미경의 분석 원리와 종류에 대해 설명할 수 있다.
[바기 07-03-02] 현미경의 종류에 따른 특징과 분석 방법을 이해하고 조작할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바기 07-03]은 화학 분석에 관한 기초 지식과 응용 기술을 익혀 다양한 물질의 화학 분석에 활용할 수 있는 분석 능력을 기르는 데 필요한 과목인 '화학 분석' 전공 실무 과목과 연계, 이론과 실습을 병행하여 지도가 가능하다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) 바이오 화학의 개념 및 원리에 대한 기초적인 지식을 견고히 하며, 이를 바탕으로 바이오 산업 현장에 적용할 수 있는 기초적인 실무 능력을 배양하도록 한다.

2) 바이오 산업 기술의 이용에 실제 활용되고 있는 기술을 제시하여 학생의 흥미와 학습 동기를 유발하도록 한다.

3) 프로젝트 학습, 문제 해결 중심 학습(PBL: problem-based learning), 창의적 교수·학습 방법(CTT: creative teaching technology) 등 다양한 교수·학습 방법을 활용하여 지도한다.

4) 학교의 교육 여건과 학생의 요구 수준 등을 고려하여 재구성하여 지도할 수 있으며, 시청각 기자재를 이용하거나 관련 기관, 산업체 등을 견학하여 학습 효과를 높이도록 한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 학습에 대한 이력 및 포트폴리오를 체계적으로 작성하여 관리하는 능력을 배양할 수 있도록 지도한다.

2) 실험·실습을 병행하여 지도할 때는 기기 및 기구의 사용 방법과 시약, 미생물, 세포의 취급 등에 대한 안전 교육을 철저히 한다.

3) 고교학점제 도입을 고려하여 최소 성취수준 미도달 학생에게는 보충 학습을 할 수 있도록 지도한다.

4) 디지털 역량 강화를 위한 매체 활용 수업이나 원격 수업 시 적절한 매체를 선정하여 효율적인 학습이 이루어지도록 한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) 영역별로 제시된 성취수준을 참조하여 학생의 성취 능력에 따라 지필평가, 보고서 작성, 구두 발표, 과제물, 실기 능력 등 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) 평가는 단순하고 지엽적인 문제보다는 생명 공학의 기본 원리 및 개념의 이해, 창의적인 사고와 실용적인 면에 중점을 두어 실시한다.

4) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 실기 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.

5) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.

나. 평가 방법

1) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.

2) 사전에 평가 방법과 시기를 계획하여 실시하되, 일부 특정 내용이나 영역에 치우치지 않도록 한다.

3) 학습에 대한 이력 및 포트폴리오를 체계적으로 작성하여 관리하는 능력을 평가한다.

4) 견학, 조사, 토론 등의 평가는 학생들의 발표 내용 및 보고서를 통해 창의적 사고 역량과 의사소통 역량을 평가하도록 한다.

5) 교사의 평가와 학생의 '자기 평가'를 병행하도록 한다.

[전공 일반 과목]

7. 에너지 공업 기초

1. 성격 및 목표

가. 성격

에너지는 일을 할 수 있는 능력을 나타내며, 인류 사회가 생존하고 발전하는 데 기초가 되는 필수적인 요소이다. 에너지 사용량 증가에 따른 기후위기는 전 세계적인 화두이며, 탈탄소화, 분산화, 디지털화 등 에너지 산업 패러다임이 급변하는 상황에서 에너지에 대한 깊이 있는 이해와 교육이 필요한 상황이다. 이에 '에너지 공업 기초' 과목은 에너지와 연관된 기초 이론 및 적용을 중심으로 학습 내용을 구성하여 에너지 공업에 대한 학생들의 이해도를 높이고자 하였으며, 에너지원을 화석 연료, 원자력, 신재생 에너지로 구분하여 각 에너지원의 분류 및 특징에 대하여 학습할 수 있도록 하였다. 또한 생산된 에너지를 수송하고 저장하는 기술에 대하여 제시하고, 분산형 발전 및 스마트 그리드 학습 요소를 포함시켜 차세대 에너지 전력망에 대하여 학습할 수 있도록 하였다. 그리고 에너지와 환경과의 연계성을 제시하여 탄소 중립 및 기후변화 대응에 대한 학생들의 이해도를 높이고자 하였다.

이 교과 학습을 통하여 에너지 관련 분야의 실무 능력과 기술력을 갖춘 직업계고 기술 인력이 양성되고, 지속적으로 증가하고 있는 에너지 생산, 저장, 전환, 이송 등 에너지 산업 전 주기에 대응하는 일자리 분야로 진출할 수 있을 것이다.

나. 목표

이 과목은 직업계고 학생들이 에너지 공업 기초 지식을 함양하여 에너지 공업에 대한 전반적인 이해를 높일 수 있도록 하고, 에너지 화학 공업 관련 전공 실무 과목을 배우기에 앞서 필요한 기초 이론 및 지식을 제공하는 것을 목표로 한다. 이를 통하여 전문성 있는 에너지 산업의 기술 인력 양성을 목표로 한다. 이 과목의 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 에너지 공업의 기초 이론에 대하여 이해하고, 에너지원의 분류 및 각 에너지원의 특징을 설명할 수 있다.

둘째, 에너지 수송 및 저장 기술에 대하여 이해하며, 에너지와 환경의 연계성 및 탄소 중립 및 기후변화 대응에 대해 설명할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
에너지 개요	• 에너지의 분류 • 에너지의 역할 • 에너지의 변환과 보존
화석 연료	• 석탄 • 석유 • 천연가스
원자력 에너지	• 원자력의 원리 • 발전용 원자로 • 방사선과 안전 관리
신재생 에너지	• 수소 에너지 • 태양 에너지 • 풍력 에너지 • 수력 에너지 • 기타 신재생 에너지
에너지 수송 및 저장	• 에너지 수송 기술 • 에너지 저장 기술 • 분산형 발전과 스마트 그리드
에너지와 환경	• 탄소 배출과 기후위기 • 탄소 중립 방안

나. 성취기준

1) 에너지 개요

[에기 01-01] 에너지를 분류할 수 있다.
[에기 01-02] 에너지의 역할에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.
[에기 01-03] 에너지의 변환 개념을 이해하고, 에너지 보존 법칙을 적용해 계산할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [에기 01-01]은 '화석 연료', '원자력 에너지', '신재생 에너지' 학습 영역과 연계하여 학습할 수 있도록 한다. 또한 분류의 기준을 연료뿐만 아니라 다양한 기준에 따라 고려하여 분류해 볼 수 있도록 한다.
- [에기 01-03]의 에너지 변환 및 보존은 열역학의 기초 지식과 연계하여 학습할 수 있도록 한다.

2) 화석 연료

[에기 02-01] 석탄을 활용하는 에너지에 대하여 이해하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.
[에기 02-02] 석유를 활용하는 에너지에 대하여 이해하고, 적용 분야 및 특징을 설명할 수 있다.
[에기 02-03] 천연가스를 활용하는 에너지에 대하여 이해하고, 적용 분야 및 특징을 발표할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 화석 연료의 경우 오랜 시간 기간 산업으로 활용되어 온 안정화된 에너지 산업이므로 다양한 사례 조사가 가능하며, 이에 따라 학생들이 주도적으로 사례 조사를 실시하고, 이에 대해 발표할 수 있도록 한다.

3) 원자력 에너지

[에기 03-01] 원자력의 원리에 대하여 이해할 수 있다.
[에기 03-02] 발전용 원자로 구조 및 특징에 대하여 이해할 수 있다.
[에기 03-03] 방사선의 종류와 위험성을 파악하고, 안전 관리 방법을 제시할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 원자력 에너지는 유용성과 위험성을 동시에 갖는 특성을 가지므로 학생들이 원자력 에너지의 지속적인 사용에 대한 찬반 의견을 결정하고 상호 토론하며 깊이 있는 논의가 이루어지도록 유도한다.

4) 신재생 에너지

[에기 04-01] 수소 생산, 저장 및 활용에 대하여 이해하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.
[에기 04-02] 태양 에너지의 종류에 대하여 이해하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.
[에기 04-03] 풍력 발전기의 구조 및 원리에 대하여 이해하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.
[에기 04-04] 수력 에너지의 특징에 대하여 이해하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.
[에기 04-05] 기타 신재생 에너지의 종류 및 특징에 대하여 이해하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 태양, 풍력, 수소, 수력, 해양, 지열, 바이오 등 다양한 신재생 에너지가 존재하므로 이에 대해 비교 분석하여 포트폴리오를 작성해 볼 수 있도록 한다.

5) 에너지 수송 및 저장

[에기 05-01] 에너지 수송 방법을 파악하고, 각 에너지 수송 기술을 비교하여 차이점을 설명할 수 있다.
[에기 05-02] 에너지 저장 방법을 파악하고, 각 에너지 저장 기술을 비교하여 차이점을 설명할 수 있다.
[에기 05-03] 분산형 발전의 필요성 및 특징을 파악하고, 스마트 그리드에 대하여 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소 특성을 반영하여 학생들의 디지털 매체 활용 정도를 조절하여 적용한다.

6) 에너지와 환경

[에기 06-01] 탄소 배출의 원인 및 문제점을 이해하고, 지구 온난화 및 기후변화를 설명할 수 있다.
[에기 06-02] 탄소 중립 방안 및 기술을 비교하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '에너지 공업 기초' 과목의 교수·학습은 교과 교육과정에서 제시하는 성취기준을 고려하여 학생이 에너지 공업 분야에서 필요로 하는 기초 지식을 함양하고, 관련 분야 업무 의사소통 능력과 문제 해결 능력, 디지털 역량을 함양하는 것을 목표로 한다.

가) 각 학습 영역별 필수 지식 및 관련 사례를 도출하고, 이를 중심으로 교수·학습을 구성하여 학생이 효과적으로 에너지 공업 기초 지식을 습득할 수 있도록 한다.

나) 학생이 에너지 공업 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체를 활용할 수 있는 기회를 제공하며, 이 과정이 교과의 성취기준과 연계될 수 있도록 한다.

2) '에너지 공업 기초' 과목의 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 에너지 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) '에너지 개요' 영역에서는 에너지 공업에 대한 기초 지식을 함양할 수 있도록 기초적인 이론을 소개하며, 적극적인 참여를 할 수 있도록 다양한 시청각 자료를 활용한다.

나) '화석 연료' 영역에서는 에너지 산업에서 오랜 시간 안정적으로 활용되어 온 기간 산업이므로 현재 적용된 사례들을 학생들이 주도적으로 조사하여 발표할 수 있도록 한다.

다) '원자력 에너지' 영역에서는 원자력 에너지의 유용성과 위험성의 양면적인 특성에 대해 학생들이 토론하고 논의하며 학습할 수 있도록 하며, 토론에 임하는 올바른 자세와 태도를 함양할 수 있도록 한다.

라) ‘신재생 에너지’ 영역에서는 신재생 에너지의 각 에너지원들이 실제로 적용된 사례들을 활용하여 다양한 에너지원의 종류와 특징에 대하여 이해를 높일 수 있도록 한다.

마) ‘에너지 수송 및 저장’ 영역에서는 실생활에 적용되어 있는 다양한 예시들을 제시하여 실생활에 직간접적으로 미치는 영향에 대하여 조사하여 흥미를 유발할 수 있도록 한다.

바) ‘에너지와 환경’ 영역에서는 탄소 배출을 감소시킬 수 있는 방안들에 대해 조사하고 상호 토론하며 학생들이 적극적으로 참여할 수 있도록 한다.

3) ‘에너지 공업 기초’ 과목의 학습 과정에서 미래 에너지 분야 종사자로서 학생이 습득해야 할 기능과 이를 효과적으로 습득하는 방법에 대하여 중점을 두고 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) 모둠별 활동을 통하여 각 에너지원의 사례들을 조사하여 공유하며, 동료 피드백을 통한 평가를 통하여 종합적인 이해를 증진시킬 수 있도록 한다.

나) 프로젝트 학습을 통하여 무분별한 에너지 사용이 환경에 미치는 영향에 대하여 학생이 주도적으로 파악할 수 있도록 하며, 이 과정에서 디지털 기술을 활용하여 효과적으로 정보를 습득하고 가공할 수 있도록 한다.

4) ‘에너지 공업 기초’ 과목의 학습 과정을 통하여 에너지 분야의 중요성을 인식하고 미래 에너지 산업 분야에 대한 이해를 증진시키며, 지속가능한 에너지 사용에 대한 바람직한 태도를 함양할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

5) 이 과목은 ‘공업 화학’ 및 ‘제조 화학’ 등 전공 일반 과목과 연계하여 기초적인 화학 지식을 포함한 에너지 공업 관련 기초 지식을 습득할 수 있도록 하며, 이를 기반으로 ‘에너지 화공 소재 생산’, ‘에너지 설비 유틸리티’, ‘신재생 에너지 실무’ 등의 과목과 연계하여 실무 지식을 함양할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) ‘에너지 공업 기초’ 과목은 에너지 공업의 기초가 되는 과목으로, 교수·학습 과정에서 지식, 기술, 소양이 균형을 이룰 수 있도록 계획하며, 특히 산업 현장과 연계되도록 지도한다.

2) 모둠별 활동 및 프로젝트 학습 등 모둠 수업을 진행할 때는 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있도록 수업 환경을 조성한다.

3) 에너지 관련 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체상의 다양한 정보를 공신력 있는 정보를 중심

으로 근거를 제시하며 활용하고, 필요시 저작권 보호를 준수하며 책임감 있게 사용할 수 있도록 지도한다.

4) '에너지 공업 기초' 과목은 '에너지 화공 소재 생산', '에너지 설비 유틸리티', '신재생 에너지 실무' 과목 등과 학습 내용이 중복될 수 있으므로, 지도할 때 과목 간 유사성에 유의하여 지도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '에너지 공업 기초' 교육과정에서 제시한 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 에너지 공업 분야에서 요구하는 의사소통 능력과 문제 해결 능력, 디지털 역량을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

2) 평가 과정에서 각 학습 영역별 기초적 개념과 지식을 효과적으로 습득하고, 관련된 사례를 자기 주도적으로 탐색하며, 이를 통해 개념과 사례를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

3) 학생의 수업 참여도를 높이기 위해 모둠별 활동, 프로젝트 학습 등 다양한 교수법을 적용하여 학습 영역에 대한 사례 조사 및 발표를 실시할 수 있으며, 이 과정에서 온라인 매체를 통한 정보 수집 및 가공 등 디지털 역량 및 의사소통 역량을 증진할 수 있도록 한다.

4) 각 학습 영역의 이해를 높이기 위해 현장 전문가 특강 또는 사례 발표 등을 통해 학생들이 에너지 공업 분야에 대해 직간접적으로 경험할 수 있도록 한다.

5) 학습 과정에서 학생이 에너지 공업에 대한 바람직한 태도를 가지고 있는지를 평가하되, 학습 영역에 제시된 지식, 기술, 소양 등을 전반적으로 평가할 수 있도록 하며, 특정 내용에 치우치지 않도록 한다.

6) 평가는 평가 계획서에 제시된 방법과 절차에 따른다. 특히 지필평가 문항 제작, 시행 및 채점에 관한 사항은 계획서에 근거한 점검표를 활용하여 체계적으로 점검함으로써 신뢰도를 유지해야 한다.

7) 고교학점제 도입 고려 시 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생들을 위하여 보충 자료를 제시한다.

8) 평가 결과를 차후 평가 계획 수립에 반영하여 교수·학습 개선에 환류될 수 있도록 하고, 학습 동기 유발, 학생 개별 지도, 최소 성취수준 미도달 학생의 보충 이수 등을 위한 자료에 활용될 수 있도록 한다.

나. 평가 방법

1) '에너지 개요' 영역에서는 에너지 공업 관련 교과의 기초가 되는 내용이므로 교수·학습 과정에서 지식, 기술, 소양 등이 균형을 이루도록 계획되어야 하며, 기존 화학 공업의 교과목과 연계하여 에너지의 분류, 역할, 변환과 보존 관련 지식에 대한 이해도를 평가한다.

2) '화석 연료' 영역에서는 석유, 석탄, 천연가스 등 현재 에너지 산업의 중추를 담당하고 있는 분야이기에 산업 현장과 밀접하게 연계하여 학생이 관련 사례를 주도적으로 조사하고 분석하며, 이를 통해 화석 연료 관련 에너지 공업에 대한 이해도를 평가한다.

3) '원자력 에너지' 영역에서는 원자력 에너지의 유용성과 안전성에 관한 토의 및 토론을 시행하고, 학생들이 제출한 보고서, 발표 자료, 시나리오 및 소감문 등을 토대로 학생들의 적극성 및 태도를 평가한다.

4) '신재생 에너지' 영역에서는 신재생 에너지의 종류 및 특징을 이해하고 적용 사례들을 파악할 수 있도록 프로젝트 수업을 실시하여 포트폴리오로 평가한다.

5) '에너지 수송 및 저장' 영역에서는 에너지 수송 및 저장 기술의 종류와 특징에 대하여 학생이 주도적으로 조사하고 분류할 수 있는가를 평가하고, 이 과정에서 디지털 매체를 효율적으로 활용할 수 있는가를 평가한다.

6) '에너지와 환경' 영역에서는 탄소 배출 및 이로 인한 기후위기에 대하여 이해하고, 이를 해결하기 위한 방안들을 조사하고 분석할 수 있는 능력을 평가한다.

[전공 일반 과목]

8. 에너지 화공 소재 생산

1. 성격 및 목표

가. 성격

에너지 화공 소재는 에너지 생산, 수송, 저장, 변환, 활용의 모든 단계에서 매우 중요한 역할을 한다. 소재의 특성과 구조에 대한 이해도를 높이면 기존 에너지 화공 소재를 기반으로 새로운 소재에 대한 개발 및 생산에 있어 상당한 진전을 이룰 수 있으며, 동시에 저렴한 비용으로 효율성을 높일 수 있다. 에너지 화공 소재는 전통적인 화석 연료 에너지의 소재뿐만 아니라 이차 전지, 연료 전지, 태양 전지 등을 포함한 많은 첨단 에너지 기술의 핵심이다.

'에너지 화공 소재 생산' 과목은 다양한 분야에 적용되는 에너지 화공 소재에 대하여 살펴보고, 각 적용 분야별 에너지 화공 소재의 특징 및 생산에 대한 내용을 체계적으로 구성하여 학생들의 이해도를 높이고자 하였다.

나. 목표

이 과목은 에너지 화공 소재 분야 관련 기초 이론 및 실무 지식을 제공하고, 이를 통하여 일상생활에 필수적인 에너지 산업의 전문성 있는 에너지 화공 소재 분야 기술 인력 양성을 목표로 한다. 양성되는 에너지 전문 기술 인력은 지속적으로 성장하는 에너지 신산업 분야로 진출할 수 있을 것으로 기대된다. 이 과목의 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 에너지 화공 소재의 기초 이론 및 에너지 화공 소재의 분류에 대하여 이해하고, 다양한 에너지 화공 소재의 합성법과 특성 평가 방법의 실무적인 지식을 습득할 수 있다.

둘째, 화석 연료 에너지 화공 소재, 이차 전지 소재, 태양 전지 소재, 수소 생산 및 저장 소재, 연료 전지 소재에 대하여 분류하고, 각 화공 소재의 차이점을 비교하여 설명할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
에너지 화공 소재 개요	• 에너지 화공 소재의 종류 • 에너지 화공 소재 합성법 • 에너지 화공 소재 특성 평가
화석 연료 에너지 화공 소재	• 석유 화학 촉매 • 흡착제 • 정화 촉매
이차 전지 소재	• 이차 전지 양극재 • 이차 전지 음극재 • 이차 전지 전해질 • 이차 전지 분리막 • 이차 전지 기타 소재
태양 전지 소재	• 실리콘 정제 • 단결정 및 다결정 실리콘 제조 • 특수 화합물 태양 전지 소재
수소 생산 및 저장 소재	• 수소 생산 소재 • 수소 저장 소재
연료 전지 소재	• 연료 전지 촉매 • 연료 전지 전해질 • 연료 전지 탄소 소재

나. 성취기준

1) 에너지 화공 소재 개요

[에화 01-01] 에너지 화공 소재의 종류에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.
[에화 01-02] 에너지 화공 소재 합성법에 대하여 이해할 수 있다.
[에화 01-03] 에너지 화공 소재 특성 평가법에 대하여 이해할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 화석 연료 에너지 화공 소재, 이차 전지 소재, 태양 전지 소재, 수소 생산 및 저장 소재, 연료 전지 소재 학습 영역과 연계하여 학습할 수 있도록 한다. 또한 '에너지 공업 기초' 과목의 화석 연료, 신재생 에너지, 에너지 수송 및 저장 학습 영역과 연계하여 학습할 수 있도록 한다.

2) 화석 연료 에너지 화공 소재

[에화 02-01] 석유 화학 촉매의 종류 및 특징에 대하여 이해할 수 있다.
[에화 02-02] 흡착제의 종류 및 적용 분야를 조사하고 발표할 수 있다.
[에화 02-03] 정화 촉매의 종류와 특징을 파악하고, 각 촉매의 차이점을 비교 분석할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 화석 연료 에너지 화공 소재는 에너지 산업 중 오랜 기간을 거쳐 기술적으로 안정화된 분야이므로, 적용된 사례들을 다양하게 조사하고 비교하여 발표할 수 있도록 한다.

3) 이차 전지 소재

[에화 03-01] 이차 전지 양극재의 종류 및 기능에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.
[에화 03-02] 이차 전지 음극재의 역할 및 생산에 대하여 조사·분석할 수 있다.
[에화 03-03] 이차 전지 전해질의 종류 및 기능에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.
[에화 03-04] 이차 전지 분리막의 종류를 파악하고, 차이점을 설명할 수 있다.
[에화 03-05] 이차 전지 도전재, 집전체 등 기타 소재의 종류 및 기능에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 이차 전지 소재는 휴대 전화, 노트북 등 소형 가전뿐만 아니라 전기 자동차, 에너지 저장 장치 등 중대형 분야까지 다양하게 활용되고 있으며, 급격한 성장이 이루어지고 있는 분야이므로 현장 전문가 특강 또는 실생활에 적용된 분야 및 시장에 대한 구체적인 사례를 파악하도록 하여 학생들의 관심을 유도한다.

4) 태양 전지 소재

[에화 04-01] 실리콘 정제 방법에 대하여 이해할 수 있다.
[에화 04-02] 단결정 및 다결정 실리콘 제조 방법을 구분할 수 있다.
[에화 04-03] 특수 화합물 태양 전지 소재에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 태양 전지 소재는 단결정, 다결정 실리콘을 비교하여 차이점을 설명할 수 있도록 하며, 차세대 태양 전지 소재에 대하여 적극적인 기술 태도를 함양할 수 있도록 유도한다.

5) 수소 생산 및 저장 소재

[에화 05-01] 수소 생산 소재의 종류를 비교하고, 적용 사례를 발표할 수 있다.
[에화 05-02] 수소 저장 소재의 특징을 파악할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 수소 생산 및 저장 소재는 수소 충전소 공급을 위한 수소 생산 등 실생활에 적용되고 있는 수소 생산 적용 사례를 파악할 수 있도록 유도하며, 수소 충전소에 수소를 저장하는 방법에 대해 생각해 볼 수 있도록 하여 수소 생산 및 저장 소재에 대한 관심을 유도한다.

6) 연료 전지 소재

[에화 06-01] 연료 전지 촉매 종류와 제조법에 대하여 이해할 수 있다.
[에화 06-02] 연료 전지 전해질에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.
[에화 06-03] 연료 전지 탄소 소재를 비교하여 차이점을 설명할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- 연료 전지 소재는 수소 전기차에 탑재된 연료 전지 소재에 대하여 관심을 유도하여 해당 성취기준을 달성할 수 있도록 한다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '에너지 화공 소재 생산' 과목의 교수·학습 활동은 교육과정에서 제시한 성취기준을 고려하여 학생이 직무 상황에서 요구하는 역량을 함양할 수 있도록 계획하고 운영한다.

가) 교과 교육과정에서 목표로 하는 의사소통 능력, 문제 해결 능력, 디지털 역량, 정보 활용 능력을 함양하는 데 목표를 둔다.

나) 해당 역량을 효과적으로 달성할 수 있는 내용 영역과 필수 지식 및 기능 등을 도출하고, 이를 중심으로 교수·학습을 구성한다.

다) 학생이 내용 영역별 해당 사례를 주도적으로 탐색할 수 있도록 하며, 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체를 활용할 수 있는 기회를 제공한다.

2) ‘에너지 화공 소재 생산’ 과목의 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 에너지 화공 소재의 다양한 예시와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) ‘에너지 화공 소재 개요’ 영역에서는 다양한 소재의 종류 및 합성법에 대한 사례를 활용하고, 해당 합성법을 위한 기구들을 미디어 자료로 제시하여 에너지 화공 소재 생산에 대한 이해를 높일 수 있도록 한다.

나) ‘화석 연료 에너지 화공 소재’ 영역에서는 화석 연료 산업이 오랜 시간 발전되어 안정화된 에너지 산업이므로 현재 적용된 다양한 사례들을 학생들이 조사하고 발표하며 논의할 수 있도록 한다.

다) ‘이차 전지 소재’ 영역에서는 이차 전지 주요 소재의 기능과 역할에 대해 이해하고, 각 소재를 조합하여 이차 전지를 제작하는 실험·실습을 통하여 각 소재가 실제 적용되는 것을 습득할 수 있도록 한다.

라) ‘태양 전지 소재’ 영역에서는 단결정, 다결정 실리콘을 비교 분석하고, 차세대 태양 전지 소재의 신규성과 특징에 대해 이해할 수 있도록 한다.

마) ‘수소 생산 및 저장 소재’ 영역에서는 산업 현장에 적용되어 있는 예시들을 조사하여 적용 사례를 발표할 수 있도록 한다.

바) ‘연료 전지 소재’ 영역에서는 촉매, 전해질, 탄소 소재 등 각 소재의 특징을 파악하고, 실험·실습을 통하여 수소 에너지 활용을 경험할 수 있도록 한다.

3) ‘에너지 화공 소재 생산’ 과목의 학습 과정에서 미래 에너지 분야 종사자로서 학생이 습득해야 할 기능과 이를 효과적으로 습득하는 방법에 대하여 중점을 두고 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) 팀별 활동을 통하여 각 에너지 화공 소재의 사례들을 조사하여 공유하며, 동료 피드백을 통한 평가를 통하여 종합적인 이해를 증진할 수 있도록 한다.

나) 프로젝트 학습을 통하여 에너지 화공 소재 생산에 대하여 학생이 주도적으로 파악할 수 있도록 하며, 이 과정에서 디지털 기술을 활용하여 효과적으로 정보를 습득하고 가공할 수 있도록 한다.

4) 각 학습 영역의 이해를 높이기 위해 현장 전문가 특강 또는 사례 발표 등을 통해 학생들이 에너지 화공 소재 분야에 대해 직간접적으로 경험할 수 있도록 한다.

5) '에너지 화공 소재 생산' 과목의 학습 과정을 통하여 에너지 화공 소재 분야의 중요성을 인식하고 미래 에너지 산업 분야에 대한 이해를 증진시키며, 지속가능한 에너지 사용에 대한 바람직한 태도를 함양할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

6) 이 과목은 '공업 화학', '제조 화학' 및 '에너지 공업 기초' 등 전공 일반 과목과 연계하여 기초적인 화학 지식을 포함한 에너지 관련 지식을 습득할 수 있도록 하며, 이를 기반으로 '에너지설비 유틸리티', '신재생 에너지 실무' 등 전공 실무 과목과 연계하여 실무 지식을 함양할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '에너지 화공 소재 생산' 과목은 에너지 화공 소재의 전반적인 내용을 다루는 과목이므로 교수·학습 과정에서 지식, 기술, 소양이 균형을 이룰 수 있도록 계획한다.

2) 모둠별 활동 및 프로젝트 학습 등 모둠 수업을 진행할 때는 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있도록 수업 환경을 조성한다.

3) 에너지 화공 소재 관련 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체상의 다양한 정보를 공신력 있는 정보를 중심으로 근거를 제시하며 활용하고, 필요시 저작권 보호를 준수하며 책임감 있게 사용할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '에너지 화공 소재 생산' 교육과정에서 제시한 목표와 성취기준을 고려하여 학생의 지식, 기술, 태도 및 역량을 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

2) 평가 과정에서 각 학습 영역별 기초적 개념과 지식을 효과적으로 습득하고, 관련된 사례를 자기 주도적으로 탐색하며, 이를 통해 개념과 사례를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

3) 학생의 수업 참여도를 높이기 위해 모둠별 활동, 프로젝트 학습 등 다양한 교수법을 적용하여 학습 영역에 대한 사례 조사 및 발표를 실시할 수 있으며, 이 과정에서 온라인 매체를 통한 정보

수집 및 가공 등 디지털 역량 및 의사소통 역량을 증진할 수 있도록 한다.

4) 학습 과정에서 학생이 에너지 화공 소재 분야에 대한 바람직한 태도를 가지고 있는지를 평가하되, 학습 영역에 제시된 지식, 기술, 소양 등을 전반적으로 평가할 수 있도록 하며, 특정 내용에 치우치지 않도록 한다.

5) 평가는 평가 계획서에 제시된 방법과 절차에 따른다. 특히 지필평가 문항 제작, 시행 및 채점에 관한 사항은 계획서에 근거한 점검표를 활용하여 체계적으로 점검함으로써 신뢰도를 유지해야 한다.

6) 고교학점제 도입 고려 시 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생들을 위하여 보충 자료를 제시한다.

7) 평가 결과를 차후 평가 계획 수립에 반영하여 교수·학습 개선에 환류될 수 있도록 하고, 학습 동기 유발, 학생 개별 지도, 최소 성취수준 미도달 학생의 보충 이수 등을 위한 자료에 활용될 수 있도록 한다.

나. 평가 방법

1) '에너지 화공 소재 개요' 영역에서는 에너지 화공 소재의 기초가 되는 내용인 에너지 화공 소재의 종류, 에너지 화공 소재 합성법, 에너지 화공 소재 특성 평가 관련 내용에 대한 이해도를 평가한다.

2) '화석 연료 에너지 화공 소재' 영역에서는 현재 에너지 산업에서 가장 높은 비율을 차지하는 화석 연료 관련 에너지 화공 소재에 대해 실제 산업 현장과 연계된 사례들을 학생이 주도적으로 조사하고 분석하는 능력을 평가한다.

3) '이차 전지 소재' 영역에서는 이차 전지의 양극재, 음극재, 전해질, 분리막의 역할 및 생산에 대한 이해도를 평가하며, 실습 장비가 구비된 경우 각 소재를 조합하여 이차 전지를 제작할 수 있는 지식과 기능을 가지고 있는지에 대한 실습 평가를 진행한다.

4) '태양 전지 소재' 영역에서는 실리콘 기반 태양 전지의 기초 물질인 실리콘의 정제 및 단결정, 다결정 실리콘의 제조를 비교할 수 있으며, 페로브스카이트 등 차세대 특수 화합물 태양 전지 소재에 대한 기술 태도를 평가한다.

5) '수소 생산 및 저장 소재' 영역에서는 수전해 수소, 개질 수소, 부생 수소 등 다양한 수소 생산

방법에 사용되는 수소 생산 및 저장 소재의 조사 및 비교에 관한 과제를 제시하여 과제 수행형 평가를 진행한다.

6) ‘연료 전지 소재’ 영역에서는 연료 전지 촉매, 전해질, 탄소 소재의 역할 및 생산에 대한 이해도를 평가하며, 실습 환경이 구축된 경우 연료 전지를 제작할 수 있는 지식과 기능을 가지고 있는지에 대한 실습 평가를 진행한다.

[전공 실무 과목]

1. 화학 분석

1. 성격 및 목표

가. 성격

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

이 과목에서 이수해야 할 내용은 분석 업무 지시서 확인, 분석 실험 준비, 분석 시료 준비, 기초 화학 분석, 시료 전처리, 이화학 분석, 분광 분석, 크로마토그래피 분석, 실험 결과 보고서 작성, 분석 장비 관리, 실험실 환경·안전 점검, 실험실 문서 관리 등으로, 화학 분석에 관한 분석 업무 지시서 확인에서부터 실험실 문서 관리에 이르기까지 산업 현장의 특성을 반영하고 있다. 따라서 기초 교과인 전문 공통 과목의 '공업 화학'을 이수한 학생이 학습하는 것이 바람직하며, 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

미래 사회에서 필요한 화학 공업 분야는 바이오 화학 공업, 에너지 화학 공업으로 다각화하고 있다. 이러한 분야는 과학 기술이 발전함에 따라 분석 물질이 미량화되고 있어 고도의 계측 기술이 요구되고 있으며, 전자 및 기계 공업의 급격한 발전에 따라 감도와 정밀도가 매우 높은 정밀 분석법이 요구되고 있다. 학생들은 이러한 시대의 흐름에 따라 화학 분석의 원리를 이해하고, 조작 방법을 습득하여 분석 실무 능력의 정확도와 정밀도를 높이는 능력을 함양해야 한다.

따라서 '화학 분석' 과목을 통해 학생들이 분석 기기의 조작 방법을 습득하고 분석 실무 능력을 높일 수 있도록 본문의 내용을 학습하여 화학 분석의 전반적인 기초 지식을 익히고, 이를 통하여 조작 능력을 키울 수 있도록 한다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
분석 업무 지시서 확인	• 분석 업무 지시서 파악하기 • 분석 시료 확인하기 • 분석 절차 확인하기
분석 실험 준비	• 분석 장비 준비하기 • 실험 기구 준비하기 • 시약 준비하기
분석 시료 준비	• 고체 시료 준비하기 • 액체 시료 준비하기 • 기체 시료 준비하기
기초 화학 분석	• 기초 이화학 분석하기 • 기초 분광 분석하기 • 기초 크로마토그래피 분석하기
시료 전처리	• 시료 특성 확인하기 • 전처리 준비하기 • 전처리 실시하기
이화학 분석	• 이화학 분석 준비하기 • 이화학 분석 실시하기 • 이화학 분석 결과 확인하기
분광 분석	• 분광 분석 조건 확인하기 • 분광 기기 분석 실시하기 • 분광 분석 결과 확인하기
크로마토그래피 분석	• 크로마토그래피 분석 조건 확인하기 • 크로마토그래피 분석 실시하기 • 크로마토그래피 데이터 확인하기
시험 결과 보고서 작성	• 시험 분석 결과 정리하기 • 시험 측정 결과 분석하기 • 시험 결과 보고서 작성하기
분석 장비 관리	• 분석 장비 검·교정하기 • 분석 장비 유지·관리하기 • 분석 장비 소모품 관리하기 • 분석 장비 관리 대장 작성하기
실험실 환경·안전 점검	• 안전 수칙 파악하기 • 위해 요소 확인하기 • 폐수·폐기물 처리하기
실험실 문서 관리	• 실험실 관리 일지 · 시험 기록서 작성하기 • 시약 · 소모품 대장 기록하기 • 실험 결과 정리하기

나. 성취기준

1) 분석 업무 지시서 확인

가) 분석 업무 지시서 파악하기

[화분 01-01-01] 분석 업무 지시서의 내용을 확인하고 분석 대상 시료의 일치 여부를 파악할 수 있다.
[화분 01-01-02] 분석 대상 시료의 양을 확인하여 각각의 시험 항목에 필요한 충분량의 시료인지 파악할 수 있다.
[화분 01-01-03] 분석 업무 지시서의 기재 사항(분석 대상 시료, 시험 항목, 시험 의뢰일, 시험 의뢰 번호, 지시자의 서명 결재 등)을 파악할 수 있다.
[화분 01-01-04] 분석 업무 지시서의 시험 항목에 필요한 초자, 기구, 시약, 소모품, 장비의 구비 여부를 파악할 수 있다.

나) 분석 시료 확인하기

[화분 01-02-01] 분석 업무 지시서에 따라 분석에 필요한 시액을 조제할 수 있다.
[화분 01-02-02] 분석 의뢰 내용에 따라 시료를 구분할 수 있다.
[화분 01-02-03] 분석 대상 시료의 특성에 따라 시료가 적정하게 보관되어 있는지 확인할 수 있다.
[화분 01-02-04] 분석 대상 시료의 물리·화학적 특성에 관한 자료를 검색할 수 있다.
[화분 01-02-05] 분석 대상 시료의 물리·화학적 특성에 따라 시료를 취급할 수 있다.

다) 분석 절차 확인하기

[화분 01-03-01] 분석 업무 지시서에 따라 검체의 처리 과정을 확인할 수 있다.
[화분 01-03-02] 분석 업무 지시서에 따라 초자 장치를 설치하고 기기 또는 장비의 가동 설정을 할 수 있다.
[화분 01-03-03] 시험 수행 시 획득하게 될 데이터(데이터 측정 출력물 및 사진)를 예측할 수 있다.
[화분 01-03-04] 분석 완료 후 검체 및 시액 폐기 방법에 따라 검체 및 시액 등 분석에 사용된 물질을 폐기할 수 있다.
[화분 01-03-05] 분석 완료 후 정해진 방법에 따라 시료의 보관 또는 폐기를 할 수 있다.

2) 분석 실험 준비

가) 분석 장비 준비하기

[화분 02-01-01] 분석 장비의 원리와 구조에 대한 이해를 바탕으로 각 부품의 기능을 확인할 수 있다.
[화분 02-01-02] 분석 표준 작업 지침서에 따라 분석 실험에 필요한 분석 장비를 파악하고 조작할 수 있다.
[화분 02-01-03] 분석 표준 작업 지침서에 따라 분석 장비 검·교정 수행 여부를 확인할 수 있다.
[화분 02-01-04] 분석 장비의 가동 전 정상 가동 여부를 점검하고 장비의 비정상에 대해 조치할 수 있다.

나) 실험 기구 준비하기

[화분 02-02-01] 분석 실험에 사용되는 실험 기구의 종류, 기능, 사용법을 파악할 수 있다.
[화분 02-02-02] 분석 표준 작업 지침서에 따라 실험 기구 취급 주의 사항을 파악할 수 있다.
[화분 02-02-03] 실험에 사용할 초자 기구의 세척, 건조 상태 여부를 확인할 수 있다.
[화분 02-02-04] 분석 표준 작업 지침서에 따라 실험 기구들을 준비하고 조합(Setting)할 수 있다.

다) 시약 준비하기

[화분 02-03-01] 분석 표준 작업 지침서에 따라 실험에 필요한 시약을 파악할 수 있다.
[화분 02-03-02] 시약의 보관 조건별 보관 장소를 확인하고, 시약 관리 절차를 준수할 수 있다.
[화분 02-03-03] 분석 표준 작업 지침서에 따라 시약 취급 주의 사항, 라벨 표시 사항을 파악할 수 있다.
[화분 02-03-04] 물질안전보건자료에 따라 시약의 사용 시 주의 사항을 파악하고 개인 보호 장구를 착용할 수 있다.

3) 분석 시료 준비

가) 고체 시료 준비하기

[화분 03-01-01] 고체 시료를 준비하기 위해 표준 작업 지침서에 따라 분석 대상 물질을 채취할 수 있다.
[화분 03-01-02] 고체 시료의 물리적·화학적 특성을 확인할 수 있다.
[화분 03-01-03] 분석용 저울을 사용하여 시료의 질량을 측정할 수 있다.
[화분 03-01-04] 고체 시료의 입도 조절을 위해 분쇄기를 사용하여 입도를 감소시킬 수 있다.
[화분 03-01-05] 고체 시료의 입도와 입도 분포를 확인하기 위해 표준망체를 사용할 수 있다.

나) 액체 시료 준비하기

[화분 03-02-01] 액체 시료를 준비하기 위해 표준 작업 지침서에 따라 분석 대상 물질을 채취할 수 있다.
[화분 03-02-02] 액체 시료의 물리적·화학적 특성을 확인할 수 있다.
[화분 03-02-03] 분석 장비에서 측정 가능한 용액을 제조할 수 있다.
[화분 03-02-04] 액체 시료의 농도를 조절하기 위해 희석 작업을 수행하고 희석된 시료의 농도를 계산할 수 있다.
[화분 03-02-05] 액체 시료 특정 성분 분리와 상분리를 위해 필터링과 원심 분리를 할 수 있다.
[화분 03-02-06] 액체 시료의 pH 측정을 위해 pH 미터를 보정할 수 있다.

다) 기체 시료 준비하기

[화분 03-03-01] 기체 시료를 준비하기 위해 표준 작업 지침서에 따라 분석 대상 물질을 채취할 수 있다.
[화분 03-03-02] 기체 시료의 물리적·화학적 특성을 확인할 수 있다.
[화분 03-03-03] 분석 표준 작업 지침서에 따라 시료 중 분석 물질을 기체화할 수 있다.
[화분 03-03-04] 분석 표준 작업 지침서에 따라 성분을 분석하기 위해 포집을 통하여 기체 시료를 준비할 수 있다.
[화분 03-03-05] 분석 표준 작업 지침서에 따라 기체 시료 중의 수분을 제거할 수 있다.
[화분 03-03-06] 분석 표준 작업 지침서에 따라 기체 시료의 보관 조건을 파악할 수 있다.

4) 기초 화학 분석

가) 기초 이화학 분석하기

[화분 04-01-01] 분석 업무 지시서에 따라 분석 장비와 기구, 시료, 시약의 준비 상태를 확인할 수 있다.
[화분 04-01-02] 분석 표준 작업 지침서에 따라 기초 이화학 분석 장비를 조작할 수 있다.
[화분 04-01-03] 분석 대상 물질의 물리 화학적 특성을 파악하기 위해 기초 실험을 진행할 수 있다.
[화분 04-01-04] 실험 과정을 관찰한 내용과 기록물을 정리하고 실험 결과를 도출할 수 있다.

나) 기초 분광 분석하기

[화분 04-02-01] 분석 업무 지시서에 따라 분석 장비와 기구, 시료, 시약의 준비 상태를 확인할 수 있다.
[화분 04-02-02] 표준 작업 지침서에 따라 분광 분석 장비의 기본적인 조작을 수행할 수 있다.
[화분 04-02-03] 분석 대상 물질의 분광학적 특성을 이용하여 정성, 정량 분석을 수행할 수 있다.
[화분 04-02-04] 실험 과정을 관찰한 내용과 기록물을 정리하고 실험 결과를 도출할 수 있다.

다) 기초 크로마토그래피 분석하기

[화분 04-03-01] 분석 업무 지시서에 따라 분석 장비와 기구, 시약의 준비 상태를 확인할 수 있다.
[화분 04-03-02] 표준 작업 지침서에 따라 칼럼과 이동상의 조건을 확인할 수 있다.
[화분 04-03-03] 표준 작업 지침서에 따라 크로마토그라피 장비의 기본적인 조작을 수행할 수 있다.
[화분 04-03-04] 설정된 분석 조건에 따라 정성, 정량 분석을 수행할 수 있다.
[화분 04-03-05] 실험 과정을 관찰한 내용과 기록물을 정리하고 실험 결과를 도출할 수 있다.

5) 시료 전처리

가) 시료 특성 확인하기

[화분 05-01-01] 분석 시료의 성상, 용해도, 녹는점, 입도와 같은 물리적 특성을 확인할 수 있다.
[화분 05-01-02] 분석 시료의 구조식, 반응성과 같은 화학적 특성을 확인할 수 있다.
[화분 05-01-03] 분석 시료의 생물학적 특성을 확인할 수 있다.

나) 전처리 준비하기

[화분 05-02-01] 분석 시료의 물리·화학·생물학적 특성에 따라 적합한 물리적, 화학적, 생물학의 전처리 방법을 선택할 수 있다.
[화분 05-02-02] 분석 시료의 물리·화학·생물학적 특성에 따라 분석 시험에 필요한 시약과 용매를 선택할 수 있다.
[화분 05-02-03] 정확한 결과 산출을 위해 전처리 과정 중의 분석 대상 물질의 농도 변화를 계산할 수 있다.
[화분 05-02-04] 선택한 전처리 방법, 시약, 용매와 계산한 농도에 따라 전처리 계획을 세우고 준비할 수 있다.

다) 전처리 실시하기

[화분 05-03-01] 전처리 계획에 따라 물리적 전처리를 할 수 있다.
[화분 05-03-02] 전처리 계획에 따라 화학적 전처리를 할 수 있다.
[화분 05-03-03] 전처리 계획에 따라 생물학적 전처리를 할 수 있다.

6) 이화학 분석

가) 이화학 분석 준비하기

[화분 06-01-01] 분석 관련 표준 작업 지침서에 따라 시험에 필요한 표준액, 검액, 시약을 준비할 수 있다.
[화분 06-01-02] 분석 관련 표준 작업 지침서에 따라 시험에 필요한 초자, 기구 등을 사용할 수 있다.
[화분 06-01-03] 시험에 사용되는 시약, 기구, 기기의 주의 사항, 라벨 표시 사항, 개인 보호 장구를 파악할 수 있다.
[화분 06-01-04] 시험에 사용되는 전자저울, pH 미터, 원심 분리기, 교반기 등 기초 시험 장비를 사용할 수 있다.
[화분 06-01-05] 분석 관련 표준 작업 지침서의 지시에 따라 시험액을 조제하고 보관할 수 있다.
[화분 06-01-06] 분석 관련 표준 작업 지침서에 따라 시험에 사용되는 표준품을 관리할 수 있다.

나) 이화학 분석 실시하기

[화분 06-02-01] 분석 대상 물질의 길이, 무게, 부피, 굴절, 융점과 같은 물리적 특성을 측정할 수 있다.
[화분 06-03-02] 분석 대상 물질의 비점, pH, 침전, 정색, 비색, 불꽃 시험과 같은 화학적 특성을 측정할 수 있다.
[화분 06-04-03] 분석 관련 표준 작업 지침서에 따라 교반, 여과, 원심 분리, 진탕, 추출, 증류와 같은 검체 처리를 수행할 수 있다.
[화분 06-05-04] 분석 관련 표준 작업 지침서에 따라 적정 시험, 강열 잔분, 중금속 시험, 박층 크로마토그래피와 같은 개별 항목의 시험을 수행할 수 있다.

다) 이화학 분석 결과 확인하기

[화분 06-03-01] 분석 관련 표준 작업 지침서의 시험 기준에 따라 분석 결과의 적합 여부를 판별하고 분석 결과를 확인할 수 있다.
[화분 06-03-02] 시험 일지에 시험 결과를 기록할 수 있다.
[화분 06-03-03] 시험 결과의 상대 표준 편차 결과에 따라 시험 결과를 확인할 수 있다.
[화분 06-03-04] 분석 결과에 따른 정밀성, 정확성을 계산할 수 있다.

7) 분광 분석

가) 분광 분석 조건 확인하기

[화분 07-01-01] 분광 분석 기기의 기초 분석 원리를 설명할 수 있다.
[화분 07-01-02] 분광 분석 기기에 따라 설정이 필요한 분석 조건을 설명할 수 있다.
[화분 07-01-03] 분석 관련 표준 작업 지침서에 기재된 시험 기준과 시험 방법을 설명할 수 있다.
[화분 07-01-04] 분광 분석 기기의 분석 조건 변경 시 예상되는 분석 결과를 예측하고 설명할 수 있다.

나) 분광 기기 분석 실시하기

[화분 07-02-01] 분광 분석에 사용될 표준액과 검액을 조제할 수 있다.
[화분 07-02-02] 분광 분석 기기의 소프트웨어에 사용되는 용어를 이해하고 설명할 수 있다.
[화분 07-02-03] 장비 사용 표준 작업 지침서에 따라 분석 장비를 가동하고 검체를 분석할 수 있다.
[화분 07-02-04] 시험 일지의 지시 내용에 따라 분광 분석 기기에서 분석 조건을 설정할 수 있다.
[화분 07-02-05] 분광 분석 기기를 이용한 시험에서 공시험의 의미를 이해하고 시험 결과 해석에 활용할 수 있다.
[화분 07-02-06] 분광 분석 장비의 안정화를 이해하고, 그 과정을 수행할 수 있다.
[화분 07-02-07] 검량선을 이용한 미지 시료를 정량할 수 있다.

다) 분광 분석 결과 확인하기

[화분 07-03-01] 분석 관련 표준 작업 지침서의 시험 기준에 따라 분광 분석 기기로부터 얻은 분석 결과를 해석할 수 있다.
[화분 07-03-02] 분광 분석 시험 결과를 이해하고 시험 일지에 시험 결과를 기록할 수 있다.
[화분 07-03-03] 표준품(액)과 검체(액) 각각의 스펙트럼을 비교하여 일치 여부를 확인할 수 있다.
[화분 07-03-04] 표준품(액)과 검체(액) 각각의 스펙트럼에서 특정 신호를 확인할 수 있다.
[화분 07-03-05] 분석 결과에 따른 기초적인 통계 결과를 산출할 수 있다.

8) 크로마토그래피 분석

가) 크로마토그래피 분석 조건 확인하기

[화분 08-01-01] 고정상과 이동상의 조건을 파악하고 개별 시험의 분석 표준 작업 지침서에 따라 이동상을 조제하여 칼럼을 선택할 수 있다.
[화분 08-01-02] 크로마토그래피 장비와 소프트웨어의 운용 방법을 파악할 수 있다.
[화분 08-01-03] 크로마토그래피 분석 장비에 따라 분석 조건을 설정할 수 있다.
[화분 08-01-04] 크로마토그래피 분석 조건 변경 시 예상되는 분석 결과를 파악할 수 있다.

나) 크로마토그래피 분석 실시하기

[화분 08-02-01] 크로마토그래피 분석에 사용될 표준액과 검액을 조제할 수 있다.
[화분 08-02-02] 크로마토그래피 분석 장비를 안정화할 수 있다.
[화분 08-02-03] 분석 표준 작업 지침서에 따라 분석 장비를 가동하고 검체를 분석할 수 있다.
[화분 08-02-04] 분석 표준 작업 지침서에 따라 시험 방법과 분석 순서를 설정하고 저장할 수 있다.

다) 크로마토그래피 데이터 확인하기

[화분 08-03-01] 시험 내용에 따라 시험 인자(parameter)를 출력할 수 있다.
[화분 08-03-02] 분석 표준 작업 지침서에 따라 분석 시스템의 적합성을 확인할 수 있다.
[화분 08-03-03] 분석 표준 작업 지침서에 따라 시험 결과의 정밀성과 정확성을 계산할 수 있다.
[화분 08-03-04] 분석 표준 작업 지침서에 따라 시험 결과를 확인하고 시험 일지에 기록할 수 있다.

9) 시험 결과 보고서 작성

가) 시험 분석 결과 정리하기

[화분 09-01-01] 측정된 결과 중 유효한 결과를 수집하고 분석 목적에 맞게 분류할 수 있다.
[화분 09-01-02] 측정 결과를 그래프, 도표를 이용하여 정리할 수 있다.
[화분 09-01-03] 측정 결과를 목적에 맞는 단위로 변환하여 추세를 확인할 수 있다.
[화분 09-01-04] 측정 오류가 발생하였을 경우 분석 조건과 시험 방법을 재검토한 후 재분석을 실시할 수 있다.

나) 시험 측정 결과 분석하기

[화분 09-02-01] 분석 기기에 대한 분석 가능 항목, 분석 능력, 분석 감도를 해당 기기 사용 설명서를 통해 파악할 수 있다.
[화분 09-02-02] 측정 목적에 따른 분석 장비와 측정값과의 상호 관계를 이해할 수 있다.
[화분 09-02-03] 화학 물질 분석에 적합한 분석 장비를 사용하여 신뢰성 있는 분석이 이루어졌는지 확인할 수 있다.

다) 시험 결과 보고서 작성하기

[화분 09-03-01] 분석 시료에 대한 고객 요구 사항, 시험 조건, 분석 환경, 시험 절차 등을 정확하게 기록할 수 있다.
[화분 09-03-02] 시험 항목별 결과값을 확인하고 논리적으로 시험 결과를 정리할 수 있다.
[화분 09-03-03] 시험 결과 보고서를 시험 유형에 적합하고 오해와 오용의 가능성을 최소화하도록 작성할 수 있다.
[화분 09-03-04] 시험 결과값이 올바르게 계산되고 신뢰성 있게 기록되었는지 계산식의 내용을 검산하여 확인할 수 있다.
[화분 09-03-05] 시험 결과 보고서의 오타와 오류를 점검하고, 이를 수정할 수 있다.

10) 분석 장비 관리

가) 분석 장비 검·교정하기

[화분 10-01-01] 분석 장비 매뉴얼에 따라 분석 장비별 검·교정 절차서를 작성할 수 있다.
[화분 10-01-02] 분석 장비별 검·교정 절차서에 따라 표준 시약과 표준 계측기를 사용하여 검·교정을 수행할 수 있다.
[화분 10-01-03] 분석 장비별 검·교정 절차서에 따라 검·교정 보고서를 작성할 수 있다.

나) 분석 장비 유지·관리하기

[화분 10-02-01] 분석 장비별 검·교정 기간을 설정할 수 있다.
[화분 10-02-02] 분석 장비별 연간 점검 계획서를 작성할 수 있다.
[화분 10-02-03] 분석 장비별 적격성 평가를 할 수 있다.
[화분 10-02-04] 분석 장비별 응급조치를 할 수 있다.
[화분 10-02-05] 분석 장비별 관리 담당자를 지정할 수 있다.

다) 분석 장비 소모품 관리하기

[화분 10-03-01] 분석 장비별 소모품 종류를 파악하고 목록을 작성할 수 있다.
[화분 10-03-02] 교체 주기에 맞추어 소모품을 교체할 수 있다.
[화분 10-03-03] 분석 장비별 소모품의 사용 이력을 기록할 수 있다.
[화분 10-03-04] 분석 장비별 소모품의 재고를 파악할 수 있다.

라) 분석 장비 관리 대장 작성하기

[화분 10-04-01] 분석 장비 관리 규정에 따라 분석 장비 관리 이력을 기록할 수 있다.
[화분 10-04-02] 분석 장비 관리 규정에 따라 분석 장비 사용 이력을 기록할 수 있다.
[화분 10-04-03] 분석 장비별 사용 설명서를 작성할 수 있다.

11) 실험실 환경·안전 점검

가) 안전 수칙 파악하기

[화분 11-01-01] 실험실 안전 수칙을 확인할 수 있다.
[화분 11-01-02] 시험에 사용되는 개인 보호 장구의 사용 방법을 파악할 수 있다.
[화분 11-01-03] 실험 장비와 기구의 사용 주의 사항을 파악할 수 있다.
[화분 11-01-04] 실험실 점검 체크리스트에 따라 점검 일지를 작성할 수 있다.

나) 위해 요소 확인하기

[화분 11-02-01] 화학 물질 취급 시 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위해 안전 점검 항목을 확인할 수 있다.
[화분 11-02-02] 시약, 폐기 물질로부터 취급자의 안전을 확보할 수 있다.
[화분 11-02-03] 안전사고를 예방하기 위해 실험실 장비와 시설의 정상 작동을 확인할 수 있다.

다) 폐수·폐기물 처리하기

[화분 11-03-01] 화학적 특성에 따라 시약, 검액, 폐기물을 안전하게 분류할 수 있다.
[화분 11-03-02] 규정에 따라 혼합이 금지된 폐기물의 종류를 파악하고 처리할 수 있다.
[화분 11-03-03] 규정에 따라 실험실에서 발생한 폐수, 폐기물을 안전하게 처리·보관할 수 있다.

12) 실험실 문서 관리

가) 실험실 관리 일지·시험 기록서 작성하기

[화분 12-01-01] 실험실 관리 규정에 따라 환경·안전 체크리스트를 항목별로 점검하여 실험실 관리 일자를 작성할 수 있다.
[화분 12-01-02] 실험실 관리 규정에 따라 실험실 온·습도, 출입자 이력을 파악하여 실험실 관리 일지를 작성할 수 있다.
[화분 12-01-03] 실험실 관리 규정에 따라 실험실 분석 장비와 시설의 사용 일지를 작성할 수 있다.
[화분 12-01-04] 분석 장비명, 장비 번호, 적격성 평가 유효 기한을 파악하여 시험 기록서를 작성할 수 있다.
[화분 12-01-05] 시료의 명칭, 종류, 분석 조건, 분석 방법을 확인하여 분석 업무 지시서에 따라 시험 과정을 기록할 수 있다.
[화분 12-01-06] 문서 관리 규정에 따라 실험실 생산 문서를 관리할 수 있다.

나) 시약·소모품 대장 기록하기

[화분 12-02-01] 시약의 명명법, 분자식, CAS 등록 번호에 따라 시약의 보관 위치를 파악할 수 있다.
[화분 12-02-02] 시약의 재고 현황을 시약 관리 대장에 기록할 수 있다.
[화분 12-02-03] 시약 관리 규정에 따라 시약의 사용 내역을 시약 관리 대장에 기록할 수 있다.
[화분 12-02-04] 실험실 소모품 내역을 파악하여 소모품 관리 대장에 기록할 수 있다.
[화분 12-02-05] 시약 관리 대장, 소모품 관리 대장의 재고 현황에 따라 시약, 소모품의 적정 수량을 유지할 수 있다.

다) 시험 결과 정리하기

[화분 12-03-01] 분석 장비로부터 도출된 가공되지 않은 데이터(Raw Data)를 출력할 수 있다.
[화분 12-03-02] 결과 처리를 위해 출력된 데이터를 오기, 누락 없이 입력할 수 있다.
[화분 12-03-03] 실험 결과값을 통계 처리하고 결과를 문서화할 수 있다.
[화분 12-03-04] 실험 과정에서 생성된 데이터, 자료를 백업하여 보관할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) 주어진 실습을 성실히 효과적으로 수행하게 함으로써 이론과 실기 능력을 기를 수 있도록 한다.

2) 실습에 관한 설명과 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.

3) 화학 물질 분석의 원리와 기초 개념을 충실히 설명하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.

4) 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 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

5) 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 수준의 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 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 및 분석 능력을 기를 수 있도록 지도한다.

2) 분석 장비의 유지 관리, 검·교정 절차 및 수행 방법, 관리 대장을 작성할 수 있도록 지도한다.

3) 시험 결과를 토대로 시험 결과 보고서를 작성할 수 있도록 지도한다.

4) 화학 물질 분석의 환경을 점검하고, 안전 사항을 준수하는 태도를 기르도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.

2) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고 자기주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.

3) 실습 결과에 영향을 미치는 시료의 전처리, 실습 장치의 정상 상태, 측정 장비의 검정 등에 적절히 대응하는 능력을 평가한다.

4) 분석 대상인 시료의 위험성 파악 능력과 새로운 전처리 방법을 제시한 경우 수행 능력을 평가한다.

나. 평가 방법

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, 평가지 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, 환경 점검, 안전 점검 등)를 개발하여 항목별로 평가한다.

[전공 실무 과목]

2. 화학 물질 관리

1. 성격 및 목표

가. 성격

원료의 합성·분해·중합·발효 등 화학적 공정을 주로 한 화학 공업과 관련된 산업 분야와 물질의 물리적·화학적 변화를 이용하는 산업 분야에서 다루는 화학 물질에는 항상 위험성과 위해성이 잠재되어 있다. 이에 따라 최근에는 국제적으로 자국의 국민 건강 보호와 화학 산업 경쟁력 강화를 위해 화학 물질 관리 제도가 강화되고 있고, 국내에서도 우리나라 화학 공업이 국제적 경쟁력을 갖고 안전한 산업으로 국민에게 신뢰받을 수 있도록 화학 물질 관리 전문 인력 양성을 통해 산업계가 화학 물질 정보 확보 및 화학 사고 예방·대비·대응 능력을 갖추기 위해 노력하고 있다.

'화학 물질 관리' 과목에서는 화학 공업 관련 산업 분야를 전공하는 학생이 다양한 화학 물질의 물리적·화학적 특성에 대한 기초 지식을 함양하고, 화학 물질의 취급·안전·환경 관리를 할 수 있는 산업체 현장과 연계된 실무 능력을 기를 수 있도록 하였다. 또 이러한 지식을 바탕으로 화학 분석 기능사, 화공 산업기사, 화학류 제조 산업기사, 화학류 관리 산업기사 등의 자격증 취득을 통해 화학 공학 기술자, 화학 연구원, 화학 제품 제조원 등의 직업을 가질 수 있는 기회를 마련할 수 있다.

'화학 물질 관리' 과목의 학습 내용은 화학 물질 유형 파악, 화학 물질 취급 시 안전 작업 준수, 화학 물질 사고 피해 방지, 특수 작업 점검, GHS-MSDS 파악, 화학 물질 취급 설비 점검, 화학 물질 취급 작업 안전 점검, 화학 물질 보관 장소 점검, 화학 물질 입·출하 관리, 화학 물질 취급 사고 초기 대응, 정전기 방지 대책 수립 등으로 구성하였다. 또 이 과목은 공공의 안전 유지를 위한 화학 물질을 취급하는 산업 현장의 특성을 반영한 전공 실무 과목으로서 '공업 화학', '제조 화학' 등의 전공 일반 과목을 이수한 학생이 학습하는 것이 바람직하며, 이론과 실습 병행을 통해 화학 공업 분야의 전문 역량을 갖춘 현장 전문가로 성장하도록 돕는 과목이다.

나. 목표

'화학 물질 관리' 과목은 화학 물질 등으로 발생할 수 있는 문제를 해결하고, 환경 위해 또는 안전 사고를 예방하고 사고 피해를 최소화할 수 있도록 화학 물질을 체계적으로 관리하여 화학 공업 분야의 필요한 직무 능력을 갖추도록 하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

첫째, 화학 물질에 대한 기초 지식과 물리적·화학적 특성을 이해하고, 산업 현장에서 다루는 화학 물질에 대한 관련 규정과 법규에 근거하여 다양한 화학 물질을 안전하게 취급·관리할 수 있는 실무 능력을 함양하여 직무를 효율적으로 수행할 수 있다.

둘째, 화학 물질과 관련된 사고에 대비하고, 사고 초기에 대응할 수 있는 문제 해결 능력과 공동체 역량을 갖추어 산업 현장의 실무를 창의적으로 수행할 수 있다.

셋째, 기술 발전과 변화에 대응할 수 있는 디지털 역량과 직무 수행에 필요한 직업 윤리 의식과 평생 학습 태도를 길러 자신의 직업 생애를 설계함으로써 해당 산업 발전에 기여할 수 있는 역량을 기른다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
화학 물질 유형 파악	• 화학 물질 안전 관리 규정 검색하기 • 화학 물질 종류 확인하기 • 화학 물질 정보 확인하기
화학 물질 취급 시 안전 작업 준수	• 개인 보호구 착용하기 • 작업별 안전 수칙 준수하기
화학 물질 사고 피해 방지	• 개인 보호구 관리하기 • 방재 약품 사용법 숙지하기 • 소방·방재 설비 관리하기
특수 작업 점검	• 고소 작업 점검하기 • 화기 작업 시 작업 구역 점검하기 • 밀폐 공간 작업 점검하기
GHS-MSDS 파악	• GHS-MSDS 대상 물질 파악하기 • GHS-MSDS 내용 파악하기
화학 물질 취급 설비 점검	• 일상 점검하기 • 정기 점검하기 • 점검 결과 조치하기
화학 물질 취급 작업 안전 점검	• 작업 안전 지시 사항 확인하기 • TBM(Tool Box Meeting) 회의하기
화학 물질 보관 장소 점검	• 화학 물질 옥·내외 저장소 점검하기 • 화학 물질 옥·내외 저장 탱크 점검하기 • 화학 물질 지하 탱크 저장소 점검하기
화학 물질 입·출하 관리	• 화학 물질 반입·보관하기 • 사업장 내 화학 물질 운반하기 • 화학 물질 반출하기 • 화학 물질 사외 운송하기

학습 영역	학습 요소
화학 물질 취급 사고 초기 대응	• 사고 상황 전파하기 • 응급조치하기
정전기 방지 대책 수립	• 정전기 위험 요소 파악하기 • 정전기 위험 요소 제거하기 • 정전기 방지 설비 유지 관리하기

나. 성취기준

1) 화학 물질 유형 파악

가) 화학 물질 안전 관리 규정 검색하기

[화물 01-01-01] 사내에서 취급하는 화학 물질에 대한 안전 관리 법규를 국가법령센터 등을 통하여 확인할 수 있다.
[화물 01-01-02] 화학 물질 안전 관리 관련 법규 용어를 국가법령센터 등을 통하여 확인할 수 있다.
[화물 01-01-03] 사내에서 취급하는 화학 물질을 안전하게 취급하기 위하여 사내 규정을 확인할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 01-01-01], [화물 01-01-02]는 디지털 도구를 이용하여 「화학 물질 관리법」, 「산업 안전 보건법」, 「위험물 안전 관리법」 등 관련 법규, 용어 등에 대하여 조사하고, 이에 대한 중요성과 준수하고자 하는 의지 등에 대해 토의하는 활동을 통해 디지털 역량과 공동체 역량을 함양할 수 있도록 한다.

나) 화학 물질 종류 확인하기

[화물 01-02-01] 유해 화학 물질, 위험물, 유해 인자의 용어를 관련 법규에서 확인할 수 있다.
[화물 01-02-02] 유해 화학 물질, 위험물, 유해 인자의 종류를 관련 법규에 따라 구분할 수 있다.
[화물 01-02-03] 화학 물질 관리법에 따라 기존 물질, 신규 화학 물질, 유독 물질, 제한 물질, 금지 물질, 허가 물질, 사고 대비 물질을 확인할 수 있다.
[화물 01-02-04] 위험물 안전 관리법을 기준으로 위험물별로 특성을 확인할 수 있다.
[화물 01-02-05] 산업 안전 보건법을 기준으로 유해 인자별로 특성을 확인할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 01-02-01], [화물 01-02-02], [화물 01-02-03]은 디지털 기기의 활용을 통해 제시된 용어의 정의, 특성, 관련 예시를 법규에 적용해 봄으로써 지식정보처리 역량을 함양할 수 있도록 한다.
- 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 디지털 활용 정도를 조절하여 지도하도록 한다.

다) 화학 물질 정보 확인하기

[화물 01-03-01] 화학 물질의 물질안전보건자료(MSDS)를 안전보건공단 사이트 등에서 검색하여 확인할 수 있다.
[화물 01-03-02] 화학 물질 MSDS에 의거하여 화학 물질의 유해성 위험성 정보를 확인할 수 있다.
[화물 01-03-03] 화학 물질 MSDS에 의거하여 취급 시 주의 사항을 확인할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 01-03-01]은 디지털 도구를 이용하여 다양한 기관에서 제시하는 화학 물질 정보를 확인하고 분류하는 활동을 통해 디지털 역량을 함양할 수 있도록 한다.
- [화물 01-03-02], [화물 01-03-03]은 화학 물질 MSDS에 대하여 조사하고, 문제 해결 능력 함양을 위해 이를 숙지하여 산업 현장에 적용할 수 있도록 지도한다.

2) 화학 물질 취급 시 안전 작업 준수

가) 개인 보호구 착용하기

[화물 02-01-01] 화학 물질 취급 시 안전 작업을 수행하기 위하여 작업에 맞는 안전모, 안전화, 귀마개 등을 착용할 수 있다.
[화물 02-01-02] 화학 물질 취급 시 안전 작업을 수행하기 위하여 작업에 맞는 호흡 보호구 등을 착용할 수 있다.
[화물 02-01-03] 화학 물질 취급 시 안전 작업을 수행하기 위하여 작업에 맞는 보호복, 안전 장갑, 보안면, 보안경 등을 착용할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 02-01-01], [화물 02-01-02], [화물 02-01-03]은 화학 물질 취급 시 개인 보호구를 착용해야 하는 이유와 중요성, 관련 사례를 조사하고, 역할 연기 활동 등을 통해 공동체 역량과 문제 해결 능력을 함양할 수 있도록 한다.

나) 작업별 안전 수칙 준수하기

[화물 02-02-01] 화학 물질 취급 시, 제조 공정별 시료 채취·정전기 방지 등의 안전 수칙을 준수하여 작업할 수 있다.
[화물 02-02-02] 화학 물질 취급 시, 유해 화학 물질 적재·하역·운반 안전 작업 수칙을 준수하여 작업할 수 있다.
[화물 02-02-03] 화학 물질 취급 시, 유해 화학 물질 보관·저장 안전 작업 수칙을 준수하여 작업할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 02-02-01], [화물 02-02-02], [화물 02-02-03]은 화학 물질 취급 시 모든 과정에서 안전 수칙을 준수해야 할 필요성과 준수하려는 태도, 사례 등을 디지털 기기를 활용하여 조사하고 토의해 보는 활동을 통해 디지털 역량과 자기 관리 역량, 책임 의식을 배양할 수 있도록 한다.

3) 화학 물질 사고 피해 방지

가) 개인 보호구 관리하기

[화물 03-01-01] 취급하는 화학 물질의 종류별로 적합한 개인 보호구를 파악할 수 있다.
[화물 03-01-02] 개인 보호를 위하여 작업에 필요한 적정 수량의 개인 보호 장구를 구비할 수 있다.
[화물 03-01-03] 개인 보호를 위하여 화학 물질에 따른 응급 약품을 구비하여 비치할 수 있다.
[화물 03-01-04] 긴급 시 개인 보호를 위한 살수기, 아이 샤워기를 설치할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 03-01-01]은 [화물 02-01] '개인 보호구 착용하기'와 연계하여 취급 화학 물질 종류별로 적합한 개인 보호구를 조사하고, 착용법과 안전 수칙을 숙지할 수 있도록 지도한다.

나) 방재 약품 사용법 숙지하기

[화물 03-02-01] 취급하는 화학 물질의 종류별로 적합한 방재 약품을 선정할 수 있다.
[화물 03-02-02] 취급하는 화학 물질의 종류별로 선정된 방재 약품의 사용 방법을 숙지할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 03-02-02]는 화학 물질의 종류별 방재 약품을 사용하는 사례, 관련 법규 등을 디지털 기기를 활용하여 조사할 수 있도록 지도한다.

다) 소방·방재 설비 관리하기

[화물 03-03-01] 화재와 화학 물질의 누출 위험에 대비하기 위하여 소방 설비를 점검할 수 있다.
[화물 03-03-02] 화학 물질의 누출 위험에 대비하기 위해 약제를 구비하여 적절히 사용할 수 있다.
[화물 03-03-03] 화학 물질의 화재에 대비하여 소화제를 구비하여 적절히 사용할 수 있다.
[화물 03-03-04] 약제와 소화제의 유효 기간을 확인하고 점검할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 03-03-02]는 화학 물질의 누출 위험에 대비하기 위한 약제 사용법과 사고 시 신속한 대응 방법 등을 디지털 기기 활용을 통해 숙지하여 문제 해결 능력을 기르고, 디지털 콘텐츠 활용 역량을 함양할 수 있도록 한다.

4) 특수 작업 점검

가) 고소 작업 점검하기

[화물 04-01-01] 작업자의 안전을 위하여 고소 작업의 위험성을 파악하여 대책을 세울 수 있다.
[화물 04-01-02] 작업자의 안전을 위하여 고소 작업에 대한 허가서를 발행하고, 유관 부서 협조를 요청할 수 있다.
[화물 04-01-03] 작업자의 안전을 위하여 안전벨트와 같은 보호 장구 착용을 의무화하고 고소 장비를 사용할 수 있다.
[화물 04-01-04] 작업자의 안전을 위하여 고소 작업 시 안전 규정 준수 여부를 점검할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 04-01-01]은 고소 작업의 기준을 확인하고, 안전 규정 숙지를 통해 책임 의식과 협업 능력 등의 공동체 역량을 함양할 수 있도록 지도한다.
- 학교 교육 환경과 안전 문제 등을 고려하여 디지털 콘텐츠 활용을 통해 지도하도록 한다.

나) 화기 작업 시 작업 구역 점검하기

[화물 04-02-01] 작업자와 작업 현장의 안전 관리를 위하여 작업 전 유관 부서에 협조를 요청할 수 있다.
[화물 04-02-02] 작업자의 안전을 위하여 화기 작업 시 개인 안전 장구 착용 여부를 점검할 수 있다.
[화물 04-02-03] 작업자의 안전을 위하여 화기 작업 시 화재에 대한 방재 시설의 위치와 처리 방법을 파악할 수 있다.
[화물 04-02-04] 작업자 및 작업 현장의 안전 관리를 위하여 화기 작업 시 작업 주변의 잔류 화학 유해 물질을 측정할 수 있다.
[화물 04-02-05] 작업자와 작업 현장의 안전 관리를 위하여 가연성 탱크 작업의 경우 불연성 가스 퍼징 작업을 할 수 있다.
[화물 04-02-06] 작업자와 작업 현장의 안전 관리를 위하여 가스나 분진 폭발에 대비할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 04-02-04]는 화기 작업 시 화재에 대한 사례를 조사하고, 화기 작업 시 위험 요소에 대한 대처 방법, 주변 잔류 화학 유해 물질 측정 방법 등에 대해 토의하는 활동을 통해 문제 해결 역량을 함양하도록 한다.
- [화물 04-02-06]은 일상생활에서도 발생할 수 있는 가스나 분진 폭발에 대한 사례와 사고에 대비하는 요령을 숙지하여 활용할 수 있도록 지도한다.

다) 밀폐 공간 작업 점검하기

[화물 04-03-01] 작업자와 작업 현장의 안전 관리를 위하여 작업 전 유관 부서 협조를 요청할 수 있다.
[화물 04-03-02] 작업자의 안전을 위하여 밀폐 공간에서의 작업 안전 장구 착용 여부를 점검할 수 있다.
[화물 04-03-03] 작업자 안전을 확보하기 위하여 밀폐 공간에서의 산소 농도를 측정할 수 있다.
[화물 04-03-04] 작업자 안전을 확보하기 위하여 밀폐 공간에서의 가스나 분진 폭발을 대비할 수 있다.
[화물 04-03-05] 작업자 안전을 확보하기 위하여 질식이나 유독 가스 방지 대책을 세울 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 04-03-03]은 밀폐 공간에서의 화재·폭발 및 위해성에 대한 기준과 관련 법규 등을 파악하고 준수하여 작업할 수 있도록 책임 의식의 중요성을 지도하도록 한다.
- [화물 04-03-04]는 밀폐 공간의 구체적인 장소(맨홀, 저장 탱크, 반응기 등)에서의 작업 시 예방 대책을 구분하여 파악할 수 있도록 지도한다.

5) GHS-MSDS 파악

가) GHS-MSDS 대상 물질 파악하기

[화물 05-01-01] 작업장에서 사용되는 화학 물질의 종류를 확인할 수 있다.
[화물 05-01-02] 사용되는 화학 물질 중 GHS-MSDS의 대상 물질인지 안전보건공단 홈페이지에서 검색하여 확인할 수 있다.
[화물 05-01-03] 관련 법규와 화학 물질 안전 수칙에 따라 작업장에서 사용되는 화학 물질의 GHS-MSDS 자료 관리 규정을 조사할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 05-01-02]는 GHS, MSDS란 무엇이며, 안전보건공단, 화학물질관리협회 등 관련 사이트에서 화학 물질을 검색하여 파악할 수 있는 디지털 활용 능력을 함양할 수 있도록 한다.

나) GHS-MSDS 내용 파악하기

[화물 05-02-01] 관련 사내 규정에 따라 GHS-MSDS의 주요 항목과 내용을 파악할 수 있다.
[화물 05-02-02] 작업장에서 사용되는 화학 물질의 물리적, 화학적 특성을 파악 및 숙지할 수 있다.
[화물 05-02-03] 작업장에서 사용되는 화학 물질 취급 시 유의 사항을 숙지할 수 있다.
[화물 05-02-04] 작업장에서 사용되는 화학 물질의 GHS-MSDS 자료에 대한 변경 이력을 전달받고 숙지할 수 있다.
[화물 05-02-05] GHS-MSDS 자료에 대하여 사내 규정에 따라 최신화하고 반복 교육을 할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 05-02-02]는 [화물 01-03] '화학 물질 정보 확인하기' 학습 요소와 연계하여 디지털 기기 활용을 통해 화학 물질을 파악하도록 지도한다.
- [화물 05-02-05]는 업데이트되는 GHS-MSDS 내용을 파악하여 적용할 수 있도록 디지털 활용 정도를 조절하여 지도하도록 한다.

6) 화학 물질 취급 설비 점검

가) 일상 점검하기

[화물 06-01-01] 관련 법규와 사내 규정에 따라 일일 점검 대상의 항목, 방법을 설정할 수 있다.
[화물 06-01-02] 설정된 체크리스트에 따라 공정 설비를 점검할 수 있다.
[화물 06-01-03] 관련 법규와 규정에 따라 안전 보건 표지를 점검할 수 있다.
[화물 06-01-04] 일일 점검 시 이상 상황을 보고하고 조치를 받을 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 06-01-01], [화물 06-01-02], [화물 06-01-03], [화물 06-01-04]는 화학 물질 취급 시설 점검을 위해 [화공 01] '공정 흐름도 파악' 학습 영역과 연계하여 공정 배관 계장도(P&ID)와 공정 흐름도(PFD)에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.

나) 정기 점검하기

[화물 06-02-01] 화학 물질 취급 설비 등급과 공정별 점검 기준에 따라 점검 방법, 항목을 파악할 수 있다.
[화물 06-02-02] 연간 설비 유지 보수 계획에 따라 월별, 분기별, 반기별 정기 점검을 실시할 수 있다.
[화물 06-02-03] 화학 물질 취급 설비에 대한 정기 점검 결과를 취합하여 보고할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 06-02-01]은 디지털 기기를 활용하여 화학 물질 제조 설비의 등급 분류를 조사하고, 「산업 안전 보건법」에 의한 공정 안전 관리(PSM)에 대한 내용을 숙지하여 적용해 볼 수 있도록 지도한다.

다) 점검 결과 조치하기

[화물 06-03-01] 화학 물질 취급 설비의 일일 또는 정기 점검 결과에 따라 개선 대책을 수립할 수 있다.
[화물 06-03-02] 화학 물질 취급 설비 개선 대책에 따라 설비 개선을 실시할 수 있다.
[화물 06-03-03] 화학 물질 취급 설비 개선 대책에 따라 변경 관리를 의뢰할 수 있다.

7) 화학 물질 취급 작업 안전 점검

가) 작업 안전 지시 사항 확인하기

[화물 07-01-01] 사내 현장에서 작업 안전 지시서의 내용을 파악할 수 있다.
[화물 07-01-02] 사내 현장에서 작업 안전 지시서에 따른 작업 이행 여부를 확인할 수 있다.
[화물 07-01-03] 사내 현장에서 작업 안전 지시서의 작업 절차 불이행에 따른 중단 및 개선을 요구할 수 있다.
[화물 07-01-04] 사내 현장에서 작업 안전 지시서를 비치하고 보관할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 07-01-03]은 안전 작업 지시를 위한 의사소통 능력 함양을 위해 작업 지시서에 따른 관리 및 이행 절차를 철저히 숙지하고, 현장 적응 능력을 기를 수 있도록 지도한다.

나) TBM(Tool Box Meeting) 회의하기

[화물 07-02-01] 사내 규정에 따라 작업 전 당일 업무를 파악할 수 있다.
[화물 07-02-02] 당일 업무에 따른 인원, 지정 수량, 작업 절차를 확인하여 작업을 지시할 수 있다.
[화물 07-02-03] 현장 안전 관리를 위해서 보호구 착용 상태를 확인할 수 있다.
[화물 07-02-04] 현장 안전 관리를 위해서 작업자의 건강 상태를 확인할 수 있다.
[화물 07-02-05] 현장 안전 관리를 위해서 작업장 내 방호 장비와 접근 제한과 같은 유사시 대응 조치 사항을 지시할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 07-02-01], [화물 07-02-02], [화물 07-02-03]은 효율적인 작업 전 위험 예지 훈련(TBM)을 위해 사내 규정에 따른 현장 안전 작업 절차와 내용을 파악하고, TBM 회의 진행을 통해 공동체 역량과 의사소통 역량을 함양할 수 있도록 한다.
- [화물 07-02-04]는 유사시에 대비한 대응 조치 사항을 숙지하고, 반복 훈련을 통해 자기 관리 역량을 강화할 수 있도록 지도한다.

8) 화학 물질 보관 장소 점검

가) 화학 물질 옥·내외 저장소 점검하기

[화물 08-01-01] 관련 법규와 준수 사항에 의거하여 화학 물질 옥·내외 저장소에 대한 기준을 파악할 수 있다.
[화물 08-01-02] 옥·내외 저장하고 있는 화학 물질의 유해성을 파악할 수 있다.
[화물 08-01-03] 옥·내외 화학 물질 취급에 대한 안전 보건 표지를 부착하고 점검할 수 있다.
[화물 08-01-04] 화학 물질이 지정 장소에 보관, 관리되고 있는지 여부를 확인할 수 있다.
[화물 08-01-05] 관련 법규와 준수 사항에 의거하여 냉암소나 직사광선의 차단 여부를 확인할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 08-01-01], [화물 08-01-02]는 [화물 05-01-02] 학습 요소와 연계하여 GHS-MSDS에서의 화학 물질 옥내·외 저장소에서의 기준 내용과 화학 물질의 유해성을 디지털 기기를 활용하여 지도하도록 한다.
- [화물 08-01-03]은 화학 물질의 취급에 맞는 안전 보건 표지를 인식하고 분류할 수 있는지 확인해 보는 활동을 통해 문제 해결 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.

나) 화학 물질 옥·내외 저장 탱크 점검하기

[화물 08-02-01] 관련 법규와 준수 사항에 의거하여 화학 물질 옥·내외 탱크 저장소에 대한 기준을 파악할 수 있다.
[화물 08-02-02] 화학 물질의 안전한 저장을 위해서 화학 물질 옥·내외 탱크 저장소의 설비를 점검할 수 있다.
[화물 08-02-03] 화학 물질 옥·내외 탱크 저장소에 대한 안전 보건 표지를 부착하고 점검할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 08-02-02]는 화학 물질 옥내·외 탱크 저장소 설비 점검 시 가스·분진에 의한 폭발 위험 및 예방을 위한 방재 설비에 대해 [화물 04-03] '밀폐 공간 작업 점검하기'와 [화물 04-02-06] 학습 요소와 연계하여 지도하도록 한다.

다) 화학 물질 지하 탱크 저장소 점검하기

[화물 08-03-01] 관련 법규와 준수 사항에 의거하여 화학 물질 지하 탱크 저장소에 대한 기준을 파악할 수 있다.
[화물 08-03-02] 화학 물질의 안전한 저장을 위해서 화학 물질 지하 탱크 저장소의 설비를 점검할 수 있다.
[화물 08-03-03] 화학 물질 지하 탱크 저장소에 대한 안전 보건 표지를 부착하고 점검할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 08-03-01], [화물 08-03-02], [화물 08-03-03]은 [화물 08-01] '화학 물질 옥·내외 저장소 점검하기', [화물 08-02] '화학 물질 옥·내외 저장탱크 점검하기'와 연계하여 지도하도록 한다.

9) 화학 물질 입·출하 관리

가) 화학 물질 반입·보관하기

[화물 09-01-01] 화학 물질 보관·저장 시설과 취급 관리 기준에 대해서 관련 법을 파악할 수 있다.
[화물 09-01-02] 화학 물질 반입·보관품에 대해서 유해성과 물질의 특성을 파악할 수 있다.
[화물 09-01-03] 화학 물질 보관·저장 시설의 운영 규정을 숙지하여 반입·저장·보관에 대해서 재고 관리를 할 수 있다.
[화물 09-01-04] 환경 안전 관리 운영 규정을 파악하여 화학 물질 취급 보관·저장을 안전하게 운영할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 09-01-01]은 [화물 01-01] '화학 물질 안전 관리 규정 검색하기' 학습 요소와 연계하여 디지털 기기를 활용해 화학 물질 저장 및 취급에 관한 지침을 조사하고 이해하는 자기주도적인 역량을 함양할 수 있도록 지도한다.

나) 사업장 내 화학 물질 운반하기

[화물 09-02-01] 화학 물질 운반·이송 운영 규정을 파악하고 운반 계획서를 작성하여 안전하게 운반할 수 있다.
[화물 09-02-02] 화학 물질 저장 설비에서 생산 설비에 이송되는 설비의 종류와 사양을 파악하여 안전하게 운용할 수 있다.
[화물 09-02-03] 작업장 내에서 운반 도구나 장비를 사용하여 화학 물질을 안전하게 이동·운반할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 09-02-02]는 화학 물질 이송 시 안전 수칙을 준수할 수 있는 태도를 기를 수 있도록 취급 기준, 운반 장비 관리 등 안전의 중요성에 대해 지도하도록 한다.

다) 화학 물질 반출하기

[화물 09-03-01] 화학 물질 출하 요청서를 접수하여 출고량과 포장 형태에 적합한 운반 차량 배정을 할 수 있다.
[화물 09-03-02] 제품 창고에서 출하 요청된 화학 물질에 대해 출고와 상차 작업을 수행할 수 있다.
[화물 09-03-03] 상차 후 계근 설비를 활용하여 출하량을 정확하게 확인할 수 있다.
[화물 09-03-04] 상차된 화학 물질 적재 상태와 차량에 대해서 안전 점검을 할 수 있다.
[화물 09-03-05] 출하 관리 시스템을 활용하여 제품 출고 자료를 고객과 관련 부서에 통보할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 09-03-05]는 출하 관리 전산 시스템 활용을 통해 출고 작업을 이해하고 작업에서의

원활한 협력적 소통이 될 수 있도록 지도한다.

라) 화학 물질 사외 운송하기

[화물 09-04-01] 화학 물질의 안전한 운송을 위하여 보호 장구, 방재 물품을 차량 내 비치하고 운반 계획서를 작성할 수 있다.
[화물 09-04-02] 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 화학 물질 운반 탱크 차량의 노후와 이상 상태를 점검할 수 있다.
[화물 09-04-03] 화학 물질 운송 시 실시간 모니터링 장비와 통신 기기를 활용하여 차량 운전자에게 안전 운행을 안내할 수 있고 이동 경로와 위치 정보를 모니터링할 수 있다.
[화물 09-04-04] 화학 물질 차량 운행 도중 적재 화물의 이상 상태 발생 시 화물 자동차 비상 대응 매뉴얼에 따라 운전자가 해야 할 비상 안전 조치를 취할 수 있다.
[화물 09-04-05] 화학 물질의 안전한 취급을 위하여 유출 등 사고 발생 시 사내 보고와 관계 기관에 상황을 보고할 수 있다.
[화물 09-04-06] 관련 법규와 화물 자동차 비상 대응 매뉴얼에 따라 사고 현장을 조치할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 09-04-05]는 디지털 기기 활용을 통해 유해 화학 물질 취급 시 그림문자, 신호어, 유해·위험 문구, 예방 조치 문구 등을 찾아보고, 운송에서 이상 발생 시 신속하게 대처할 수 있는 매뉴얼을 숙지하도록 지도한다.

10) 화학 물질 취급 사고 초기 대응

가) 사고 상황 전파하기

[화물 10-01-01] 사고 상황을 전파하기 위하여 비상 연락 체제를 작성할 수 있다.
[화물 10-01-02] 시나리오에 따라 사고 상황을 신속히 사내에 전파할 수 있다.
[화물 10-01-03] 사고 상황에 따라 인근 지역에 전파하고 유관 기관에 보고할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 10-01-02]는 화학 사고 발생 시 초동 대응을 위한 화재 모델, 폭발 모델, 확산 모델 등의 시나리오를 파악하여 위험 정도에 따른 사고 상황을 안내할 수 있도록 지도한다.

나) 응급조치하기

[화물 10-02-01] 사내 규정에 따라 사고 유형별 응급조치에 대한 매뉴얼을 숙지할 수 있다.
[화물 10-02-02] 사내 규정에 따라 사고 유형별로 응급조치를 할 수 있다.
[화물 10-02-03] 사내 규정에 따라 상황별로 피해 확산 방지 조치를 취할 수 있다.
[화물 10-02-04] 사내 규정에 따라 사고에 대해서 신속히 복구 조치를 취할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 10-02-01]은 [화물 01] '화학 물질 유형 파악' 학습 영역과 연계하여 유해 화학 물질 종류별로 취급 방법에 따른 응급조치 방법에 대해 조사하고 분류해 보는 활동을 통해 문제 해결 능력과 공동체 역량을 함양할 수 있도록 지도한다.

11) 정전기 방지 대책 수립

가) 정전기 위험 요소 파악하기

[화물 11-01-01] 인화성 화학 물질 취급 장소에서 정전기를 측정할 수 있다.
[화물 11-01-02] 인화성 화학 물질 취급 장치·시설에 절연 저항, 접지 저항, 정전 용량을 측정하여 정전기 위험 요소를 파악할 수 있다.
[화물 11-01-03] 인화성 화학 물질 이송·포장 시 정전기 발생 위험 요인을 파악할 수 있다.
[화물 11-01-04] 인화성 화학 물질 취급 장치·시설과 취급 장소에서 정전기 발생 원인을 파악할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 11-01-01]은 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하고 안전을 고려하여 디지털 활용 정도를 조절하여 수업에 적용하도록 한다.

나) 정전기 위험 요소 제거하기

[화물 11-02-01] 인화성 화학 물질 취급 장치·시설과 취급 장소에서 정전기 발생원에 따른 대책을 수립할 수 있다.
[화물 11-02-02] 인화성 화학 물질 취급 장치·시설에 접지를 설치 관리할 수 있다.
[화물 11-02-03] 인화성 화학 물질 취급 장치·시설과 취급 장소에 방폭형 제전기를 설치 사용할 수 있다.
[화물 11-02-04] 인화성 화학 물질 취급 장치·시설과 취급 시 전하 소멸 환경을 구축할 수 있다.
[화물 11-02-05] 인체 내 정전기 제거를 위한 시설과 작업 지침을 작성하여 모니터링할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 11-02-01]은 화학 물질 종류 및 장치, 취급 장소에 따른 정전기 발생 원인을 파악하고 안전에 유의한 방지 대책에 대해 토의하는 활동을 통해 공동체 역량을 함양하고, 협력적 소통을 할 수 있도록 지도한다.

다) 정전기 방지 설비 유지 관리하기

[화물 11-03-01] 정전기 방지를 위하여 인화성 화학 물질 취급 장치·시설에 접지·본딩 상태를 측정 점검할 수 있다.
[화물 11-03-02] 정전기 방지를 위하여 제전 설비의 체크리스트를 점검할 수 있다.
[화물 11-03-03] 정전기 방지를 위하여 인화성 화학 물질 취급에 대한 정전기 완화 조치를 할 수 있다.
[화물 11-03-04] 정전기에 대한 전기 안전 예방 지침을 작성하여 교육할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화물 11-03-04]는 [화물 11-01], [화물 11-02] 학습 요소와 연계하여 정전기 발생을 억제하거나 제거하기 위한 기술적 사항에 대한 제반 조치 규정을 디지털 기기를 활용하여 조사하고, 이를 통해 디지털 역량을 함양하고 안전에 대한 책임 의식을 확립할 수 있도록 지도한다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '화학 물질 관리' 교과 교육과정에서 제시한 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 화학 공업 분야에서 요구하는 산업체 직무 역량을 기를 수 있도록 교수·학습 활동을 계획하고 운영한다.

가) '화학 물질 관리' 교수·학습은 교과 교육과정에서 목표로 하는 창의적 문제 해결 능력, 기술적 사고력, 디지털 활용 능력, 공동체 역량 등을 함양하는 데 목표를 둔다.

2) '화학 물질 관리' 과목을 학습하는 과정에서 취급하는 화학 물질의 특성을 이해할 수 있도록 이론과 실험·실습을 병행하여 학습하고, 실생활에 활용할 수 있는 다양한 사례들을 제공함으로써 흥미를 가지고 의미 있는 배움이 일어날 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) 화학 물질 사고 피해 방지, 화학 물질 보관 장소 점검, 화학 물질 취급 사고 초기 대응 등을 학습하는 과정에서 관련된 법규와 실생활과 관련된 사례 등을 제시하여 이해를 높일 수 있도록 계획한다.

나) 실제 화학 물질 취급 시설을 확인하고 시설 관리 방법에 대한 사항을 학습함으로써 이해를 증진시킬 수 있도록 한다.

3) '화학 물질 관리' 과목 지도 시 교과(군) 내 다양한 과목과 연계하여 지도한다.

가) ‘화학 물질 관리’ 교과 지도 시 연계성을 고려, ‘공업 화학’, ‘제조 화학’ 등을 학습하여 관련 기초 지식을 확립하고 학습의 효율성을 높일 수 있도록 교수·학습을 운용한다.

4) 기술 발전과 변화에 대응할 수 있는 디지털 역량과 공공의 안전을 보호하고 유지하기 위한 태도를 함양할 수 있도록 한다.

가) 화학 물질을 다루는 업무의 책무성을 올바르게 이해할 수 있도록 지도하며, 안전에 대한 바람직한 가치관을 확립할 수 있도록 한다.

5) ‘화학 물질 관리’ 교과의 특성상 현장에 적용한 실험·실습이 어려운 경우가 많으므로 디지털 도구를 활용하여 교수·학습이 원활하게 이루어질 수 있도록 한다.

가) 정보를 원활하게 검색하고, 정보 탐색에 대한 개별 과제를 제시하고 이를 해결할 수 있도록 지도한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) ‘화학 물질 관리’ 과목은 교수·학습 과정에서 지식·기능·태도 등이 균형을 이루도록 계획하여야 하며, 전공 실무 과목의 특성을 반영하여 화학 공업 관련 산업 현장과 연계되도록 지도하는 것에 유념해야 한다.

2) 실습 과제 수행을 위해 수업 시작 전 안전사고 예방 교육을 충분히 실시하고, 안전사고가 발생할 경우 대처 방법을 숙지할 수 있도록 사전교육을 철저히 한다.

3) 실습실 안전 점검 및 안전사고 예방 교육을 통해 산업 현장에서의 안전 확보를 위한 법률 및 규정에 대한 이해와 태도를 함양하도록 한다.

4) 디지털 기기를 통해 작업장에서 사용되는 화학 물질들의 MSDS를 찾아보고, 이를 이해하는 태도를 함양하도록 한다.

5) 수업 설계 시 등교 수업, 원격 수업 등 환경 변화에 대응할 수 있도록 다양한 콘텐츠 활용을 위한 계획을 수립한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '화학 물질 관리' 교육과정에서 제시한 목표와 성취기준을 고려하여 학생의 지식, 기술, 태도 등이 균형을 이루도록 평가를 계획해야 하며, 특히 산업 현장과 연계하여 학생 스스로 탐색하고 분석하는 능력을 평가한다.

2) '화학 물질 관리' 과목의 각 학습 요소에서 필요로 하는 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체를 효과적으로 활용할 수 있는 기회를 제공하고, 이 과정을 평가할 수 있도록 설계하여 학생의 디지털 역량과 의사소통 역량을 강화하는 데 중점을 둔다.

3) '화학 물질 관리' 과목을 학습하는 과정에서 실험·실습을 통해 학생이 습득해야 하는 지식 및 기능이 무엇이고, 이를 효과적으로 습득하는 방법이 무엇인지에 중점을 두고 습득한 내용을 활용할 수 있는 평가를 계획하고 시행한다.

4) 학생의 흥미를 유발하여 수업 참여 동기를 높이고 산업 현장에서의 적응력을 높이는 학습과 평가가 이루어질 수 있도록 화학 물질 취급 사고 대응 및 응급조치에 대해서는 시뮬레이션 등을 통해 실제 경험에 가까운 상황을 체험하게 하고, 이 과정 및 결과에 대하여 평가한다.

5) 화학 공업 분야의 산업 현장에서 직면하게 될 다양한 상황에 대한 문제 해결 능력, 자기 관리 능력, 의사소통 능력, 공동체 역량을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

6) 평가 결과를 차후 평가 계획 수립에 반영하여 교사의 교수·학습 개선에 환류될 수 있도록 하고, 학생의 학습 동기 유발 및 개별 지도, 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생을 위한 보충 이수 자료로 활용될 수 있도록 제시한다.

7) 수행평가 항목의 기본 점수는 수행평가에 참여한 학생의 수행 능력이 최소 성취수준에 미도달한 경우에 부여하는 점수임을 고려하여 계획한다. 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 보충 자료를 제시한다.

8) 다양한 환경 변화에 대응하여 직접적인 실습이 어려운 경우 온라인 매체를 통해 정보를 수집하고 이를 활용하는 평가를 통해 문제 해결 역량을 강화할 수 있도록 한다.

나. 평가 방법

1) '화학 물질 유형 파악' 영역에서는 화학 물질의 유해성·위험성을 확인하기 위하여 화학 물질 안전 관리 규정을 검색하고 화학 물질 종류에 따른 정보를 파악하여 보고서나 관련 영상 자료 시청 등의 과정을 토대로 학생들의 역량 중심 평가를 한다.

2) '화학 물질 취급 시 안전 작업 준수' 영역에서는 화학 물질을 안전하게 취급하기 위하여 물질의 특성에 따라 개인 보호구를 선별하여 착용하고 작업별 안전 수칙을 준수할 수 있는지에 대해 역할 연기와 평가자 체크리스트 등을 토대로 학생들의 역량과 과정을 중시하는 평가를 한다.

3) '화학 물질 사고 피해 방지' 영역에서는 화학 물질을 취급하는 과정에서 발생하는 안전사고에 대비하기 위한 개인 보호구 관리, 방재 약품 사용법 숙지, 소방·방재 설비 관리 등의 과정을 과제로 제시해 봄으로써 학생들의 과제 수행의 적극성과 이해도를 평가한다.

4) '특수 작업 점검' 영역에서는 고소 작업, 화기 작업 시 작업 구역, 밀폐 공간 작업 점검과 관련하여 학습 내용의 이해를 도모하기 위하여 관련 정보를 조사하고 사례들에 대한 영상 자료를 시청하는 등의 과정을 통하여 이루어지는 디지털 매체의 활용 역량을 평가한다.

5) 'GHS-MSDS 파악' 영역에서는 GHS-MSDS 대상 물질과 내용을 디지털 도구를 사용하여 조사하고 보고서 등을 작성해 보는 활동을 통해 물질안전보건자료(MSDS)를 이해하고 설명할 수 있는지를 평가한다.

6) '화학 물질 취급 설비 점검' 영역에서는 공정 배관 계장도(P&ID)와 공정 흐름도(PFD)의 기본적인 지식을 이해하고 산업 현장과 연계하여 화학 물질 취급 설비 개선 대책 등을 학생 스스로 조사하고 분석하는 능력을 평가한다.

7) '화학 물질 취급 작업 안전 점검' 영역에서는 작업 공정의 순서와 내용을 파악하고 TBM 회의를 진행하는 능력을 문제 해결 시나리오와 평가자 질문 및 체크리스트 등을 통해 학생들의 역량을 중심으로 평가한다.

8) '화학 물질 보관 장소 점검' 영역에서는 화학 물질 보관 장소에 대한 기준을 파악하고 안전 보건 표지에 대한 인식과 저장 시 절차 등에 대한 기본적인 지식을 이해하고 실제 직무 상황과 접목하여 과제를 수행하는 적극성과 이해도를 평가한다.

9) '화학 물질 입·출하 관리' 영역에서는 화학 물질을 반입·보관, 운반, 반출, 운송하는 과정의 이해를 도모하기 위해 관련 영상 자료 시청, 시뮬레이션, 자료 탐색 활동 등의 과정을 통해

이루어지는 디지털 매체의 활용 역량을 평가한다.

10) '화학 물질 취급 사고 초기 대응' 영역에서는 화학 물질의 보관·취급·운반·관리에 대한 기초적인 지식과 취급 부주의로 인해 발생하는 사고 등에 필요한 대응 방법을 디지털 도구를 사용하여 작성한 보고서 및 발표 자료 등을 토대로 학생들의 역량과 과정을 중시하는 평가를 한다.

11) '정전기 방지 대책 수립' 영역에서는 정전기 위험 요소를 파악하고 발생 원인과 방지 대책을 수립하여 실제 직무 상황에 적용할 수 있는 능력과 문제 해결 능력을 보고서나 발표 자료 등을 통해 과정을 중시하는 평가를 한다.

[전공 실무 과목]

3. 화학 공정 유지 운영

1. 성격 및 목표

가. 성격

'화학 공정 유지 운영' 과목은 화학 공업 관련 학과 학생들이 스마트 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 기르는 데 필요한 전공 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 공정 흐름도 파악, 공정 물질 특성 파악, 반응 원료 분석과 관리, 반응기 운전, 화학 공정 설비 운전, 반응기 가동 정지와 정비, 비정상 운전 조치, 계장 설비 점검, 배관·고정 기기 점검, 회전 기계 점검, 전기 설비 점검, 스마트 화학 공정 유지 운영 및 최적화, 환경·안전 점검 등으로, 공정 제어에 관한 공정 흐름 파악에서부터 환경·안전 점검에 이르기까지 기초 지식과 응용 기술을 익혀 화학 공정의 유지 및 운영 능력을 배양할 수 있다.

'화학 공정 유지 운영' 과목은 화학 반응 공정의 운전을 위해 산업 현장의 특성을 반영한 전공 실무 과목으로, 전공 일반 과목인 '스마트 공정 제어'를 이수한 학생이 학습하는 것이 바람직하며, 이론과 실습을 병행하여 학습할 수 있는 과목이다.

나. 목표

화학 공정 유지 운영에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하여 화학 공업 분야에서 대상을 목적에 맞도록 조절하며, 정해진 규격의 제품을 효율적으로 생산할 수 있는 능력과 태도를 기른다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

첫째, 공정 흐름도와 공정 물질의 특성을 파악하여 전반적인 공정의 원리와 흐름에 대해 설명할 수 있다.

둘째, 반응 원료 분석과 관리, 운전, 가동 정지와 정비, 운전 조치의 매뉴얼을 파악하여 반응 시스템을 운전할 수 있다.

셋째, 화학 공장에서의 각종 기계와 설비의 도면과 원리를 파악하여 점검·수리할 수 있다.

넷째, 스마트 공장의 데이터를 추출하고 분석하여 스마트 화학 공정 유지 운영 및 최적화하는 방법에 대해 설명할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
공정 흐름도 파악	• 공정 흐름도 파악하기 • 공정 배관·계장도 파악하기 • 유틸리티 공정도 파악하기
공정 물질 특성 파악	• 공정 물질 물리적 특성 확인하기 • 공정 물질 화학적 특성 확인하기 • 공정 물질 위험·위해성 확인하기
반응 원료 분석과 관리	• 원료 분석하기 • 반응 원료 입고 관리하기 • 원료 전처리하기
반응기 운전	• 사전 운전 점검하기 • 원료 투입·반응 시작하기 • 정상 운전하기
화학 공정 설비 운전	• 현장 준비하기 • 단위 설비 시운전하기 • 원·부재료 투입하기 • 정상 운전하기
반응기 가동 정지와 정비	• 반응기 가동 정지하기 • 반응기 클리닝하기 • 반응기 보수·정비하기 • 재가동 준비하기
비정상 운전 조치	• 이상 징후 파악·대비하기 • 비정상 반응 조치하기 • 비정상 조치 방법 보완하기
계장 설비 점검	• 설계 도면 파악하기 • 계장 설비 원리 파악하기 • 계장 설비 점검·수리하기
배관·고정 기기 점검	• 설계 도면 파악하기 • 배관·고정 기기 구조 파악하기 • 배관·고정 기기 점검·수리하기
회전 기계 점검	• 설계 도면 파악하기 • 회전 기계 원리 파악하기 • 회전 기계 점검·수리하기
전기 설비 점검	• 설계 도면 파악하기 • 전기 설비 원리 파악하기 • 전기 설비 점검·수리하기
스마트 화학 공정 유지 운영 및 최적화	• 데이터 추출하기 • 데이터 결과 해석하기

학습 영역	학습 요소
환경·안전 점검	• 안전 위험 요소 점검하기 • 환경 위해 요소 점검하기 • 안전 장비 사용법 파악하기 • 공정 사고 초기 대응하기

나. 성취기준

1) 공정 흐름도 파악

가) 공정 흐름도 파악하기

[화공 01-01-01] 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 전반적인 공정 흐름을 파악할 수 있다.
[화공 01-01-02] 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 운전 조건을 파악할 수 있다.
[화공 01-01-03] 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 공정 배관·계장도와의 연관성을 파악할 수 있다.
[화공 01-01-04] 공정 흐름도와 도면 기호를 활용하여 물질 수지를 파악할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화공 01-01-01]은 학생들이 블록 다이어그램을 도시하는 연습을 할 수 있도록 공정 문제를 많이 준비한다.
- [화공 01-01-03]은 공정 흐름도와 공정 배관·계장도의 차이를 구체적 사례로 비교하며 그 연관성을 설명한다.

나) 공정 배관·계장도 파악하기

[화공 01-02-01] 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 세부적인 공정 흐름을 파악할 수 있다.
[화공 01-02-02] 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 설비 사양을 파악할 수 있다.
[화공 01-02-03] 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 제어 시스템을 파악하고 공정 트러블을 방지할 수 있다.
[화공 01-02-04] 공정 배관·계장도와 도면 기호를 활용하여 상세 도면과의 연관성을 파악할 수 있다.

다) 유틸리티 공정도 파악하기

[화공 01-03-01] 공장 가동에 필요한 유틸리티의 종류와 특성을 파악할 수 있다.
[화공 01-03-02] 유틸리티 설비의 작동 원리를 파악하여 유틸리티 공정 흐름을 파악할 수 있다.
[화공 01-03-03] 유틸리티 설비별 정상 운전 조건을 확인할 수 있다.
[화공 01-03-04] 사용처의 유틸리티 사용 증감에 따라 공급량을 조절할 수 있다.

2) 공정 물질 특성 파악

가) 공정 물질 물리적 특성 확인하기

[화공 02-01-01] 공정 물질의 종류에 따라 물질안전보건자료(MSDS)를 파악할 수 있다.
[화공 02-01-02] 물질안전보건자료에 따라 물리적 특성을 파악할 수 있다.
[화공 02-01-03] 물질적 특성에 따른 법적 규제 사항을 파악할 수 있다.

나) 공정 물질 화학적 특성 확인하기

[화공 02-02-01] 물질안전보건자료에 따라 화학적 특성을 파악할 수 있다.
[화공 02-02-02] 화학적 특성에 따른 위해성과 위험성을 파악할 수 있다.
[화공 02-02-03] 화학적 특성에 따른 법적 규제 사항을 파악할 수 있다.

다) 공정 물질 위험·위해성 확인하기

[화공 02-03-01] 공정 물질의 특성에 따라 위험 요소를 예측할 수 있다.
[화공 02-03-02] 공정 물질의 특성에 따라 인체에 미치는 영향을 파악할 수 있다.
[화공 02-03-03] 공정 물질의 종류에 따라 환경 오염을 예방할 수 있다.

3) 반응 원료 분석과 관리

가) 원료 분석하기

[화공 03-01-01] 반응 공정 파악을 통해 원료의 분석 항목을 결정할 수 있다.
[화공 03-01-02] 분석 시 필요한 적절한 시료 채취 방법을 선택할 수 있다.
[화공 03-01-03] 원료별 분석 항목을 측정하기 위한 분석 장비들의 종류, 작동 원리 등을 파악할 수 있다.
[화공 03-01-04] 분석 장비별 조건에 적합하도록 시료를 전처리할 수 있다.
[화공 03-01-05] 원료 분석에 필요한 장비들의 사용법을 숙지하고 분석 결과를 해석할 수 있다.
[화공 03-01-06] 분석의 신뢰성 확보를 위하여 분석 항목·방법, 시료 채취 방법을 표준화할 수 있다.

나) 반응 원료 입고 관리하기

[화공 03-02-01] 반응 공정에 필요한 원료의 종류, 성상, 필요량을 파악할 수 있다.
[화공 03-02-02] 반응물, 용매, 촉매, 부원료 등의 품질 규격을 파악하여 입고 원료를 검수할 수 있다.
[화공 03-02-03] 원료 물질의 보관 상태와 조건을 파악하여 주기적으로 분석이 필요한 원료를 선정할 수 있다.
[화공 03-02-04] 입고된 원료의 MSDS를 파악하여 누출, 화재 등 비상 상황에 대처할 수 있다.
[화공 03-02-05] 원료별 관리 항목과 방법에 대한 매뉴얼을 작성할 수 있다.

다) 원료 전처리하기

[화공 03-03-01] 반응 공정의 효율을 향상하기 위하여 원료의 전처리 필요 유무를 파악할 수 있다.
[화공 03-03-02] 촉매 반응에서 촉매독의 종류를 파악하여 제거할 수 있다.
[화공 03-03-03] 보관 중 발생하는 원료의 오염 정도를 파악하여 관리할 수 있다.
[화공 03-03-04] 원료 전처리 절차에 따라 반응 효율을 저하시키는 불순물을 제거할 수 있다.

4) 반응기 운전

가) 사전 운전 점검하기

[화공 04-01-01] 반응기의 거동 상태를 점검하기 위하여 반응기 내에 원료 대신 안전한 용매나 가스를 투입하여 가온·가압에 필요한 조치를 할 수 있다.
[화공 04-01-02] 질소 가스나 용매가 투입된 상태에서 가온, 가압하여 반응기 시스템 내의 누출 여부를 점검할 수 있다.
[화공 04-01-03] 반응기 시스템 내에 기계적으로 작동하는 회전 기기를 시운전하여 정상 작동 여부를 점검할 수 있다.
[화공 04-01-04] 반응기 시스템의 온도·압력을 조절하는 제어 기기의 작동을 통하여 반응기 제어 시스템 점검을 할 수 있다.

나) 원료 투입·반응 시작하기

[화공 04-02-01] 원료 투입 이전에 화학 반응 공정의 Start-Up, 정상 운전, Shut-Down 등의 절차를 충분히 숙지할 수 있다.
[화공 04-02-02] 계획된 생산량에 따라 반응에 필요한 대상 원료를 확인·계량할 수 있다.
[화공 04-02-03] 운전 매뉴얼의 원료 투입 순서를 준수하여 원·부재료를 투입할 수 있다.
[화공 04-02-04] 연속식 반응기에서 제조 지시서에 따라 원료 투입량을 점진적으로 증가시켜 운전할 수 있다.

다) 정상 운전하기

[화공 04-03-01] 설정된 운전 조건에 따라 압력, 온도, 투입량 등의 공정 운전 변수를 설정할 수 있다.
[화공 04-03-02] 정상 운전 설정값과 실제 운전값을 비교하여 반응기 시스템의 정상 운전 여부를 파악할 수 있다.
[화공 04-03-03] 회분식 반응기에서 반응물을 샘플링 결과를 확인하여 반응 진행 상태나 전환율을 파악할 수 있다.
[화공 04-03-04] 연속식 반응기에서 반응물의 분석 결과를 확인하여 반응기의 정상 운전 상태 여부를 판단할 수 있다.
[화공 04-03-05] 정상 운전 상태 점검을 위해 반응 시 사용되는 유틸리티 사용량을 측정하여 운전 설계치와 비교할 수 있다.
[화공 04-03-06] 운전 시간에 따른 전환율을 비교하여 촉매의 비활성화 정도를 판단할 수 있다.
[화공 04-03-07] 공정 기록 일지에 주요 설비의 운전 사항, 작업 사항, 특기 사항 등을 기록할 수 있다.

5) 화학 공정 설비 운전

가) 현장 준비하기

[화공 05-01-01] 공정 설비의 라인업이 정상적으로 준비되었는지 확인할 수 있다.
[화공 05-01-02] 원활한 가동을 위하여 전기, 계장 설비를 점검 조치할 수 있다.
[화공 05-01-03] 안전 운전을 위하여 현장 정리 정돈을 사전에 수행할 수 있다.
[화공 05-01-04] 원활한 가동을 위하여 모든 회전 기기를 점검 조치할 수 있다.

나) 단위 설비 시운전하기

[화공 05-02-01] 공정의 가동을 점검하기 위하여 단위 공정에 필요한 물질을 투입하여 승온·승압에 필요한 조치를 할 수 있다.
[화공 05-02-02] 시운전 물질을 투입한 상태에서 승온 승압하여 공정 시스템 내의 누출 여부를 점검할 수 있다.
[화공 05-02-03] 공정 내의 회전 기기를 시운전하여 정상 작동 여부를 점검할 수 있다.
[화공 05-02-04] 공정 조건을 조절하는 제어 기기의 작동을 통하여 제어 시스템을 점검할 수 있다.

다) 원·부재료 투입하기

[화공 05-03-01] 공정 운전에 필요한 유틸리티의 종류 및 정량을 투입할 수 있다.
[화공 05-03-02] 공정에 필요한 원료를 확인, 계량하여 정량의 원료를 투입할 수 있다.
[화공 05-03-03] 공정의 안정적 운전을 위하여 원료와 부재료의 투입 순서를 준수하여 투입할 수 있다.
[화공 05-03-04] 사고 방지를 위하여 공정 변수를 설계치에 알맞게 연속적으로 조절할 수 있다.

라) 정상 운전하기

[화공 05-04-01] 운전 매뉴얼에 따라 설비를 가동할 수 있다.
[화공 05-04-02] 공정 변수들을 실측하여 공정 설계치와 비교 분석함으로써 공정의 정상 운전 여부를 파악할 수 있다.
[화공 05-04-03] 공정의 진행 상태를 판단하기 위해 공정 물질을 수시로 샘플링하고 분석할 수 있다.
[화공 05-04-04] 정상 운전 상태를 점검하기 위하여 공정에 사용되는 유틸리티 사용량을 측정하여 설계치와 비교할 수 있다.

6) 반응기 가동 정지와 정비

가) 반응기 가동 정지하기

[화공 06-01-01] 반응기 가동 정지 절차에 따라 원료 투입을 서서히 감소시키며 반응기를 가동 정지할 수 있다.
[화공 06-01-02] 안전 절차에 따라 고온·고압 기기를 점진적으로 상온 상압 상태로 환원시킬 수 있다.
[화공 06-01-03] 반응기 클리닝과 작업자 안전성 확보를 위하여 반응기 내부에 남아 있는 모든 내용물들을 배출·제거할 수 있다.
[화공 06-01-04] 질소, 물 등을 반응기에 주입하여 유해·위험 요소를 완전히 제거할 수 있다.

나) 반응기 클리닝하기

[화공 06-02-01] 반응기 내부의 오염 물질 및 오염 수준에 따라 적합한 클리닝 방법을 선택할 수 있다.
[화공 06-02-02] 반응기 클리닝을 위해 반응기와 연결된 배관의 밸브 잠김, 블라인드 삽입 등의 적절한 안전 조치를 취할 수 있다.
[화공 06-02-03] 클리닝 표준 절차에 따라 반응기를 클리닝할 수 있다.
[화공 06-02-04] 클리닝 완료 후 작업 지시서에 의거하여 반응기 내부의 오염 방지 조치를 할 수 있다.
[화공 06-02-05] 클리닝 완료 여부를 점검하고 보고서를 작성할 수 있다.

다) 반응기 보수·정비하기

[화공 06-03-01] 반응기 클리닝 후 내부 부식, 핀홀 등을 점검하고 점검 결과에 따라 적합한 조치를 취할 수 있다.
[화공 06-03-02] 반응 공정의 밸브, 프렌지(flange) 등 연결부의 누출 여부를 점검하고 필요시 누출에 관련된 부품을 교체할 수 있다.
[화공 06-03-03] 원활한 재가동을 위하여 모든 회전 기기를 점검·조치할 수 있다.
[화공 06-03-04] 원활한 재가동을 위하여 전기, 계장 설비를 점검·조치할 수 있다.
[화공 06-03-05] 재가동 일정에 맞추기 위하여 계획된 기간 내에 반응기 보수·정비 작업을 완료할 수 있다.

라) 재가동 준비하기

[화공 06-04-01] 반응기 재가동을 위해 필요한 유틸리티를 점검하고 Stand-By 상태를 유지시킬 수 있다.
[화공 06-04-02] 재가동을 위하여 원부원료를 사전에 점검하고 준비할 수 있다.
[화공 06-04-03] 반응기의 안전 운전을 위하여 현장 정리 정돈을 사전에 수행할 수 있다.
[화공 06-04-04] 가동 정지 시 발생한 반응 폐기물을 폐기물 처리 절차에 따라 처리할 수 있다.

7) 비정상 운전 조치

가) 이상 징후 파악·대비하기

[화공 07-01-01] 정상 운전 조건과 비정상 운전 조건의 차이를 파악할 수 있다.
[화공 07-01-02] 운전 메뉴얼에 따라 이상 징후 발생 유형을 정의할 수 있다.
[화공 07-01-03] 이상 징후 발생 유형에 따른 적절한 대응 조치 방법을 선정할 수 있다.
[화공 07-01-04] 이상 징후의 원인을 파악하여 이상 징후를 감지하기 위한 설비를 추가할 수 있다.
[화공 07-01-05] 이상 징후 발생 유형에 따라 대응 절차를 문서화할 수 있다.

나) 비정상 반응 조치하기

[화공 07-02-01] 정상 상태의 운전 범위와 반응물 분석 결과를 확인하여 비정상 반응 여부를 판단할 수 있다.
[화공 07-02-02] 비정상 반응 발생 시 운전 메뉴얼에 따라 비상조치를 실시할 수 있다.
[화공 07-02-03] 비정상 반응 발생 시 운전 메뉴얼에 따라 비정상 반응물을 처리할 수 있다.
[화공 07-02-04] 비정상 반응의 재발 방지를 위해 발생했던 모든 비정상 상황의 운전 변수와 조치 결과를 기록할 수 있다.

다) 비정상 조치 방법 보완하기

[화공 07-03-01] 발생한 비정상 반응의 조치 결과에 따라 정상화 방안을 분류하고 선정할 수 있다.
[화공 07-03-02] 공장 정상화를 위한 운전 조건과 절차를 개선하기 위하여 유지 보수 체크리스트를 보완할 수 있다.
[화공 07-03-03] 비정상 반응 발생 반응기의 정상 운전을 위한 비상조치 방법을 보완할 수 있다.

8) 계장 설비 점검

가) 설계 도면 파악하기

[화공 08-01-01] 도면과 시방서에 따라 도면 기호와 약어 의미를 파악할 수 있다.
[화공 08-01-02] 도면과 시방서에 따라 부품의 구조와 용도, 제어 방법을 파악할 수 있다.
[화공 08-01-03] 도면과 시방서에 따라 계장 설비의 수리 방법을 파악할 수 있다.
[화공 08-01-04] 도면에 따라 제어 루프를 숙지하고 공정의 Interlock 시스템을 파악할 수 있다.

나) 계장 설비 원리 파악하기

[화공 08-02-01] 컨트롤 밸브의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
[화공 08-02-02] DCS·PLC의 구조와 원리의 파악에 따른 공정의 제어·분석 방법을 파악할 수 있다.
[화공 08-02-03] 분석기의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
[화공 08-02-04] 스위치의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.

다) 계장 설비 점검·수리하기

[화공 08-03-01] 설비의 도면과 데이터 시트에 따라 설비별 구조를 파악할 수 있다.
[화공 08-03-02] 계장 설비의 안정적 운용을 위하여 데이터 시트에 따라 교정 작업을 할 수 있다.
[화공 08-03-03] 점검 결과에 따라 수선·교체 작업을 수행할 수 있다.
[화공 08-03-04] 점검과 수선 결과에 따라 수선 주기를 변경하고 수명을 예측할 수 있다.

9) 배관·고정 기기 점검

가) 설계 도면 파악하기

[화공 09-01-01] 설계 도면과 시방서에 따라 도면 기호와 약어 의미를 파악할 수 있다.
[화공 09-01-02] 도면과 시방서에 따라 부품의 구조와 용도를 숙지할 수 있다.
[화공 09-01-03] 설계 도면과 시방서에 따라 배관·고정 기기의 점검·수리 방법을 파악할 수 있다.

나) 배관·고정 기기 구조 파악하기

[화공 09-02-01] 공정에 따라 조업 조건을 기준으로 배관, 그 부속품의 위치, 기능을 파악할 수 있다.
[화공 09-02-02] 공정에 따라 조업 조건을 기준으로 타워의 구조와 기능을 파악할 수 있다.
[화공 09-02-03] 공정에 따라 조업 조건을 기준으로 열교환기의 구조와 기능을 파악할 수 있다.
[화공 09-02-04] 공정에 따라 조업 조건을 기준으로 Vessel, Drum, Tank의 구조와 기능을 파악할 수 있다.
[화공 09-02-05] 공정에 따라 조업 조건을 기준으로 보일러, 분해로의 구조와 기능을 파악할 수 있다.

다) 배관·고정 기기 점검·수리하기

[화공 09-03-01] 설비의 도면과 데이터 시트에 따라 설비별 구조를 파악할 수 있다.
[화공 09-03-02] 설비의 안정적인 운전을 위해, 데이터 시트에 따라 설비별 사양 두께, 열화, 변형, 이탈의 허용값을 파악할 수 있다.
[화공 09-03-03] 점검 결과에 따라 정비 작업을 수행할 수 있다.
[화공 09-03-04] 점검과 정비 결과에 따라 정비 주기를 변경하고 수명을 예측할 수 있다.

10) 회전 기계 점검

가) 설계 도면 파악하기

[화공 10-01-01] 설계 도면과 시방서에 따라 도면 기호와 약어 의미를 파악할 수 있다.
[화공 10-01-02] 도면과 시방서에 따라 부품의 구조와 용도를 숙지할 수 있다.
[화공 10-01-03] 설계 도면과 시방서에 따라 회전 기계의 점검·수리 방법을 파악할 수 있다.
[화공 10-01-04] 도면 관리를 통하여 회전 기계 변경 이력을 관리할 수 있다.

나) 회전 기계 원리 파악하기

[화공 10-02-01] 펌프의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
[화공 10-02-02] 컴프레서의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
[화공 10-02-03] 터빈의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.
[화공 10-02-04] 팬 블로워(Fan·Blower)의 종류와 용도에 따라 작동 원리를 파악할 수 있다.

다) 회전 기계 점검·수리하기

[화공 10-03-01] 설비의 도면과 데이터 시트에 따라 설비별 구조를 파악할 수 있다.
[화공 10-03-02] 설비의 데이터 시트에 따라 설비별 적정 진동, 온도, 소음, 윤활 허용값을 파악할 수 있다.
[화공 10-03-03] 점검 결과에 따라 정비 작업을 수행할 수 있다.

11) 전기 설비 점검

가) 설계 도면 파악하기

[화공 11-01-01] 설계 도면과 시방서에 따라 도면 기호와 약어 의미를 파악할 수 있다.
[화공 11-01-02] 도면과 시방서에 따라 전기 설비의 구조와 용도, 사용 방법을 숙지할 수 있다.
[화공 11-01-03] 도면과 시방서에 따라 전기 설비의 수리 방법과 교체 시기를 결정할 수 있다.

나) 전기 설비 원리 파악하기

[화공 11-02-01] 전동기의 종류와 용도에 따라 원리와 사용 방법을 파악할 수 있다.
[화공 11-02-02] 차단기의 종류와 용도에 따라 원리를 파악할 수 있다.
[화공 11-02-03] 변압기의 종류와 용도에 따라 원리와 사용 방법을 파악할 수 있다.
[화공 11-02-04] 발전기 종류와 용도에 따라 원리와 사용 방법을 파악할 수 있다.

다) 전기 설비 점검·수리하기

[화공 11-03-01] 설비의 도면과 데이터 시트에 따라 설비별 구조를 파악할 수 있다.
[화공 11-03-02] 설비별로 적합한 점검 방법을 선택하여 설비별 온도, 저항, 절연의 허용값과 비교·분석할 수 있다.
[화공 11-03-03] 점검 결과에 따라 수선·교체 작업을 수행할 수 있다.

12) 스마트 화학 공정 유지 운영 및 최적화

가) 데이터 추출하기

[화공 12-01-01] 생산, 품질, 설비, 물류, 에너지 등 필요한 데이터의 종류, 항목 등을 선정할 수 있다.
[화공 12-01-02] 설비, 계측기, 센서 등의 데이터 자동 추출 도구를 선정할 수 있다.
[화공 12-01-03] PC에서 수집된 데이터가 참값인지를 확인하기 위해 현장의 자동 추출 데이터를 일정 주기별로 비교할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화공 12-01-03]은 학생의 수준을 고려하여 다양한 예시 자료를 준비하여 지도한다.

나) 데이터 결과 해석하기

[화공 12-02-01] 생산, 품질, 설비, 물류 등의 변동 데이터를 수집할 수 있다.
[화공 12-02-02] 수집된 변동 데이터를 분석하여 이상 상태를 파악할 수 있다.
[화공 12-02-03] 이상 상태의 원인을 파악하여 예방 조치를 취할 수 있다.
[화공 12-02-04] 축적된 데이터를 분석·해석하여 설비, 품질, 생산, 공정 등을 최적화할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화공 12-02-03] 적절한 예방 조치 사례를 들어 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 지도한다.

13) 환경·안전 점검

가) 안전 위험 요소 점검하기

[화공 13-01-01] 안전한 작업을 수행하기 위해 안전사고 발생 사례, 현장 안전 점검 항목을 파악할 수 있다.
[화공 13-01-02] 산업 안전 보건법, 사내 규정에 의거 작업 환경의 특성에 따라 안전 점검 항목을 파악할 수 있다.
[화공 13-01-03] 물질안전보건자료를 기준으로 물질에 대한 위험 요소를 파악할 수 있다.
[화공 13-01-04] 기계, 기기 장치, 배관에서 발생될 수 있는 위험 요소를 점검하고 제거할 수 있다.

나) 환경 위해 요소 점검하기

[화공 13-02-01] 작업장의 환경 관리를 위해 환경 점검 항목을 파악할 수 있다.
[화공 13-02-02] 작업장의 환경 관리를 위해 오염 물질의 종류, 수질 관리 항목, 폐기물 관리 항목을 파악할 수 있다.
[화공 13-02-03] 환경 위해 요소에 대한 예방 관리를 위하여 예방 수칙을 숙지하고 현장에 적용할 수 있다.
[화공 13-02-04] 파악된 환경 위해 요소를 점검하고 위해 요소 발생 시 조치할 수 있다.

다) 안전 장비 사용법 파악하기

[화공 13-03-01] 작업 환경 및 물질에 따라 적절한 안전 장비 종류를 선정할 수 있다.
[화공 13-03-02] 안전 작업을 위하여 적절한 안전 장비의 착용과 사용법을 파악할 수 있다.
[화공 13-03-03] 안전 장비 종류에 따른 점검 사항과 점검 위치를 파악하고 관리할 수 있다.
[화공 13-03-04] 안전 장비 사용에 따른 사용 수명을 파악하고 적절한 시기에 폐기할 수 있다.
[화공 13-03-05] 화재 유형에 따른 소화 설비의 종류와 사용 방법을 파악할 수 있다.

라) 공정 사고 초기 대응하기

[화공 13-04-01] 사고 확대를 방지하기 위하여 공정 물질을 차단하고 사고 범위를 확인할 수 있다.
[화공 13-04-02] 사고 확대 방지와 원인 파악을 위해 조정실과 연락을 취할 수 있다.
[화공 13-04-03] 사고 원인에 따라 방재 방법을 파악하고, 사고 현장을 보존, 유지할 수 있다.
[화공 13-04-04] 재발 방지를 위한 응급조치 매뉴얼에 필요한 자료를 제공할 수 있다.
[화공 13-04-05] 재발 방지를 위해 관련 부서에 사고 대비 훈련을 의뢰할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) 기본적인 개념과 원리를 바탕으로 화학 공장에서의 공정 유지 운영을 이해할 수 있도록 한다. 공정 제어에 관한 기초 지식과 응용 기술을 바탕으로 화학 공업 관련 전공 학생들의 성취수준, 취업·진로 희망 분야 및 학교 교육 환경 등을 고려하여 실무적인 개념과 원리를 효율적으로 학습할 수 있도록 지도한다.

2) 다양한 실물 자료, 멀티미디어 자료 등을 활용하여 학습의 흥미를 높이고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

3) '공정 흐름도 파악' 영역에서는 도면 기호 및 약어에 대해 학생들이 흥미를 가질 수 있도록 다양한 공정 흐름도와 공정 배관·계장도를 준비하여 지도한다. 또한 공정 흐름도와 배관·계장도, 유틸리티 공정도의 차이를 구체적인 사례를 들어 비교하며 연관성을 설명한다.

4) '공정 물질 특성 파악' 영역에서는 공정 물질에 따라 조사량이 많은 경우 주요 내용만 정리하도록 한다. 화학 물질 사고 사례를 소개하여 화학 물질의 안전한 취급의 중요성에 대해 인식시킨다.

5) '반응 원료 분석과 관리' 영역에서는 화학 공정에 사용되는 원료를 파악하고, 입고 관리 프로세스를 설정할 수 있도록 지도한다. 또한 원료의 전처리 및 분석과 관련된 내용은 '화학 분석' 과목과 연계하여 학습할 수 있도록 지도한다.

6) '반응기 운전' 영역에서는 각종 계측 기기, 회전 기기의 실물을 제시하여 사용 방법에 대해 설명하고, 운전 상황에 맞는 조작 방법을 학습할 수 있도록 지도한다.

7) '화학 공정 설비 운전' 영역에서는 원료와 부재료의 투입 순서를 시간대별로 정리하고, 절차를 표준화하여 매뉴얼을 작성할 수 있도록 지도하고, 제품별 정상 운전의 공정 조건을 표준화하여 공정 관리 방법에 대해 파악할 수 있도록 한다.

8) '반응기 가동 정지와 정비', '비정상 운전 조치' 영역에서는 최적의 반응기 상태를 유지하기 위한 유지 보수 매뉴얼을 정확히 파악할 수 있도록 지도한다.

9) '계장 설비 점검', '배관·고정 기기 점검', '회전 기계 점검', '전기 설비 점검' 영역에서는 화학 공정 설비 고장 사례를 제시하고 점검 체크리스트를 작성해 보는 활동을 통해 산업 현장의 적응력을 향상할 수 있는 교수·학습이 되도록 한다. 또한 설비의 고장 요소를 사전에 제거함으로써 안정적인 공정 운전이 가능함을 이해시키며, 도면과 비교하여 계장 설비의 설치가 어떻게 이루어져 있는지를 조사·파악하여 제출하도록 지도한다.

10) '스마트 화학 공정 유지 운영 및 최적화' 영역에서는 스마트 팩토리와 연계하여 설비, 계측기, 센서를 통해 수집되는 데이터를 분석하여 이상 상태를 파악하고 최적화할 수 있는 다양한 방법을 제시하여 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 지도한다.

11) '환경·안전 점검' 영역에서는 안전사고를 방지하기 위해 '화학 공정 설비 운전'의 작업 전 작업 전반에 대한 안전 사항을 익힐 수 있도록 안전 수칙 및 요령 등을 점검 체크리스트를 통해 지도한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 학교의 교육 여건과 학생의 요구 수준 등을 고려, 재구성하여 지도할 수 있으며, 시청각 기자재를 이용하거나 관련 기관, 산업체 등을 견학하여 학습 효과를 높이도록 한다.

2) 학습에 대한 이력 및 포트폴리오를 체계적으로 작성하여 관리하는 능력을 배양할 수 있도록 지도한다.

3) 실험·실습을 병행하여 지도할 때는 기기 및 기구의 사용 방법과 시약, 미생물, 세포의 취급 등에 대한 안전 교육을 철저히 한다.

4. 평가

가. 평가 방향

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 문제 해결 능력과 관계 지식을 체득하였는지에 중점을 두고 평가한다.

3) 수행평가는 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. 평가 방법

1) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.

2) 사전에 평가 방법과 시기를 계획하여 실시하되, 일부 특정 내용이나 영역에 치우치지 않도록 한다.

3) 학습에 대한 이력 및 포트폴리오를 체계적으로 작성하여 관리하는 능력을 평가한다.

4) 견학, 조사, 토론 등의 평가는 학생들의 발표 내용 및 보고서 등을 활용한다.

5) 교사의 평가와 학생의 '자기 평가'를 병행하도록 한다.

6) 가동 정지 상태의 파일럿 설비 또는 가상 시뮬레이션 장비를 활용한 평가를 실시하여 실무 적응력을 향상할 수 있도록 한다.

[전공 실무 과목]

4. 기능성 정밀 화학 제품 제조

1. 성격 및 목표

가. 성격

정밀 화학 산업은 국내 전체 화학 분야 내에서도 상대적으로 고부가 가치를 창출하고 성장세가 유지되고 있다. 정밀 화학 산업은 석유 화학 산업과 같이 기초 화학 제품과 관련된 산업에서 생산되는 원재료를 배합·가공하여 기능성 소재 및 반응 중간체를 타 산업에 제공하는 가공형 산업이다. 4차 산업의 성장에 따라 산업에 필수적인 핵심 소재 및 부자재를 생산하는 정밀 화학 산업은 고부가 가치화가 진행되고 있으며, 이로 인한 일자리 창출이 높은 분야이다. 특히 정밀 화학 제품 제조 분야는 바이오, 생명공학, 반도체, 자동차 등 모든 산업에 필요한 소재를 가공 및 생산하는 산업으로서 필수적이고 기본이 되는 국가 기간 산업 분야이다.

정밀 화학 산업은 유기 화학, 무기 화학, 제조 화학 등 다양한 화학 공학의 기술이 복합되어 나타나는 분야이다. 따라서 '기능성 정밀 화학 제품 제조' 과목은 '공업 화학'과 '제조 화학' 과목에서의 물질 특성과 제조 반응 원리의 이해와 함께 이를 응용하여 정밀 화학 공학 분야의 지식 및 기술을 바탕으로 창의적으로 사고하고 실천하는 기능·기술인의 양성을 목적으로 한다.

'기능성 정밀 화학 제품 제조' 과목의 학습 내용은 생산 준비, 생산 작업, 품질 검사, 색소 제조 제품 생산, 도료 생산, 도료 제조 공정 검사, 접착제 제조, 설비 유지·보수 작업으로 구성하였으며, 기능성 정밀 화학 제품 제조 분야의 전문 역량을 갖춘 현장 전문가로 성장하도록 돕는 성격을 갖는다.

나. 목표

'기능성 정밀 화학 제품 제조' 과목은 화학 반응을 통한 제품 생산을 위한 준비 단계부터 계면 활성제 생산 작업, 품질 검사, 색소 제조 제품 생산, 도료 생산, 도료 제조 공정 검사, 접착제 제조, 설비 유지·보수 작업까지 정밀 화학 산업에 종사하는 화학 공업 기술자가 수행해야 하는 제반 능력과 미래 사회가 요구하는 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량을 가진 전문 기술인 양성을 목표로 하고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

첫째, 기능성 정밀 화학 제품의 기초 원리와 직무별 기능·기술을 기반으로, 디지털 역량을 융합적으로 습득하여 변화하는 산업 현장에서 실무를 능동적으로 수행할 수 있다.

둘째, 기능성 정밀 화학 제품의 직무 수행에 필요한 기술적 융합 사고 능력, 문제 해결 능력, 의사소통 능력, 협업 능력을 길러 산업 현장의 실무를 주도적으로 수행할 수 있다.

셋째, 기능성 정밀 화학 제품의 전문 역량을 지속해서 향상하려는 평생 학습 태도를 길러 자신의 직업 생애를 설계함으로써 개인의 행복을 추구하고, 해당 산업 발전에 기여할 수 있는 자기주도적 태도를 기른다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
생산 준비	• 작업 지시서 확인하기 • 생산 설비 점검하기 • 원·부자재 준비하기 • 작업장 정리 정돈하기
생산 작업	• 합성 공정 작업하기 • 혼합 공정 작업하기 • 분리 정제 공정 작업하기 • 제형화 공정 작업하기
품질 검사	• 제품 규격 확인하기 • 습식 분석하기 • 기기 분석하기 • 분석 결과 작성하기 • 시료 이력 관리하기
색소 제조 제품 생산	• 생산 지시서 파악하기 • 원료 용해 투입하기 • 색소 합성하기 • 여과·정제하기 • 건조하기 • 분쇄·포장하기
도료 생산	• 작업 전 준비하기 • 원재료 투입하기 • 설비 운전하기
도료 제조 공정 검사	• 공정 검사 항목 선정하기 • 분산 검사하기 • 검사 결과 판정하기

학습 영역	학습 요소
접착제 제조	• 작업 준비하기 • 중합·정제하기 • 배합·숙성하기 • 공정 규격 관리하기 • 포장 작업하기
설비 유지·보수 작업	• 안전 작업 허가서 확인하기 • 소요 부품 파악하기 • 소요 공구 파악하기 • 설비 점검·정비하기

나. 성취기준

1) 생산 준비

가) 작업 지시서 확인하기

[기성 01-01-01] 작업 지시서에 따라 필요한 원료의 종류와 양을 확인할 수 있다.
[기성 01-01-02] 작업 지시서에 따라 반응, 혼합, 분리 정제, 제형화 등 공정 순서를 확인할 수 있다.
[기성 01-01-03] 작업 지시서에 따라 생산 작업에서 지켜야 할 안전 규정, 주의 사항 등을 확인할 수 있다.
[기성 01-01-04] 작업 지시서에 따라 제품의 규격과 취급 방법을 확인할 수 있다.

나) 생산 설비 점검하기

[기성 01-02-01] 생산 공정도에 따라 제조 공정에서 요구되는 생산 설비의 최소 사양을 파악할 수 있다.
[기성 01-02-02] 생산 설비 매뉴얼에 따라 생산 설비 점검 항목과 점검 주기를 확인할 수 있다.
[기성 01-02-03] 정기 정비, 일상 정비 계획에 따라 설비를 점검·정비할 수 있다.
[기성 01-02-04] 설비의 결함과 작동 상태의 이상 징후를 파악하여 정비의 필요 유무를 판단하고, 긴급 정비 절차에 따라 정비할 수 있다.
[기성 01-02-05] 설비의 특성과 내구 연한에 근거하여 부품을 교체할 수 있다.
[기성 01-02-06] 설비 점검·정비 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 원·부자재 준비하기

[기성 01-03-01] 작업 지시서에 따라 규격에 맞는 원료를 확인하여 작업 준비를 할 수 있다.
[기성 01-03-02] 작업 지시서에 따라 규격에 맞는 부자재를 확인하여 작업 준비를 할 수 있다.
[기성 01-03-03] 사고 방지를 위하여 적정량의 원·부자재가 투입 순서대로 준비되어 있는지 확인할 수 있다.
[기성 01-03-04] 작업 지시서에 따라 원·부자재를 확인하여 부족한 수량을 요청할 수 있다.

라) 작업장 정리 정돈하기

[기성 01-04-01] 3정 5S 추진 절차에 따라 활동 계획을 수립할 수 있다.
[기성 01-04-02] 활동 계획에 따라 역할을 분담하여 3정 5S 활동을 실행할 수 있다.
[기성 01-04-03] 활동 결과 분석에 따라 결과 보고서를 작성할 수 있다.
[기성 01-04-04] 단계별 활동 결과를 평가하여 차기 활동에 적용할 수 있다.

2) 생산 작업

가) 합성 공정 작업하기

[기성 02-01-01] 합성 공정의 작업 지시서에 따라 규정된 원료를 계량할 수 있다.
[기성 02-01-02] 합성 공정의 작업 지시서에 규정된 촉매 사용량, 반응 온도, 반응 압력, 반응 시간 등 합성 공정 조건을 준수하여 합성 공정 작업을 수행할 수 있다.
[기성 02-01-03] 설정된 반응 공정에 따른 합성 공정의 진행을 모니터링할 수 있다.
[기성 02-01-04] 합성된 제품이 공정 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
[기성 02-01-05] 합성 반응 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 하고, 그 내용을 보고할 수 있다.

나) 혼합 공정 작업하기

[기성 02-02-01] 혼합 공정의 작업 지시서에 따라 원료 혼합 순서를 확인하고 규정된 원료를 계량하여 배합할 수 있다.
[기성 02-02-02] 혼합 공정의 작업 지시서에 따라 혼합 온도, 교반 시간, 교반 속도, 숙성 시간 등 혼합 공정 조건을 준수하여 혼합 공정 작업을 수행할 수 있다.
[기성 02-02-03] 혼합 공정의 작업 지시서에 따라 혼합된 공정품에 원재료를 추가 투입하여 제품 규격에 맞도록 조정 작업을 할 수 있다.
[기성 02-02-04] 설정된 반응 공정에 따른 혼합 공정의 진행을 모니터링할 수 있다.
[기성 02-02-05] 혼합된 제품이 공정 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
[기성 02-02-06] 혼합 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 하고, 그 내용을 보고할 수 있다.

다) 분리 정제 공정 작업하기

[기성 02-03-01] 분리 정제 공정의 작업 지시서에 따라 설정된 공정 규격의 품질 상태를 파악할 수 있다.
[기성 02-03-02] 혼합 공정의 작업 지시서에 따라 불순물의 함유 정도를 확인하고 분리 정제 조건을 준수하여 분리 정제 공정 작업을 수행할 수 있다.
[기성 02-03-03] 설정된 반응 공정에 따른 분리 정제 공정의 진행을 모니터링할 수 있다.
[기성 02-03-04] 분리 정제 공정의 작업 지시서의 공정 규격을 고려하여 정제 분리된 제품이 공정 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
[기성 02-03-05] 혼합 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 하고, 그 내용을 보고할 수 있다.

라) 제형화 공정 작업하기

[기성 02-04-01] 제형화 공정의 작업 지시서에 따라 모양, 색상, 입자 크기 등 제형화 조건과 방법을 확인할 수 있다.
[기성 02-04-02] 제형화 공정의 작업 지시서에 따라 제형화 기기의 운전 조건을 준수하여 제형화 공정 작업을 수행할 수 있다.
[기성 02-04-03] 설정된 제형화 공정에 따라 제형화 공정의 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
[기성 02-04-04] 제형화된 제품이 규정된 모양 등 공정 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
[기성 02-04-05] 제형화 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 하고, 그 내용을 보고할 수 있다.

3) 품질 검사

가) 제품 규격 확인하기

[기성 03-01-01] 품질 관리 기준서에 따라 품질 분석을 위한 제품 규격 항목을 확인할 수 있다.
[기성 03-01-02] 품질 관리 기준서에 따라 품질 분석 방법을 확인할 수 있다.
[기성 03-01-03] 품질 관리 기준서에 따라 분석 작업 시 주의 사항을 확인할 수 있다.
[기성 03-01-04] 품질 관리 기준서에 따라 제품 규격 변경 이력을 확인할 수 있다.

나) 습식 분석하기

[기성 03-02-01] 품질 관리 기준서에 따라 이화학 분석에 필요한 초자, 기구, 시약을 준비할 수 있다.
[기성 03-02-02] 품질 관리 기준서에 따라 적정, pH, 무게, 분자량, 외관, 밀도, 점도, 색도 등을 측정할 수 있다.
[기성 03-02-03] 분석 결과에 따른 정밀성, 정확성을 비교할 수 있다.
[기성 03-02-04] 품질 관리 기준서에 따라 분석 데이터를 정리할 수 있다.

다) 기기 분석하기

[기성 03-03-01] 품질 관리 기준서에 따라 기기 분석에 필요한 분석 장비를 준비할 수 있다.
[기성 03-03-02] 품질 관리 기준서에 따라 분석 장비를 운용할 수 있다.
[기성 03-03-03] 분석 결과에 따른 정밀성, 정확성을 비교할 수 있다.
[기성 03-03-04] 분석 장비별 변경 가능한 분석 조건을 확인할 수 있다.
[기성 03-03-05] 품질 관리 기준서에 따라 분석 데이터를 정리할 수 있다.

라) 분석 결과 작성하기

[기성 03-04-01] 품질 관리 기준서에 따라 분석 결과를 자료화할 수 있다.
[기성 03-04-02] 품질 관리 기준서에 따라 분석 결과를 정리하여 제품 규격과 비교할 수 있다.
[기성 03-04-03] 품질 관리 기준서에 따라 분석 결과를 보고서로 작성할 수 있다.
[기성 03-04-04] 품질 관리 기준서에 따라 분석 결과를 시험 성적서에 활용할 수 있다.
[기성 03-04-05] 품질 관리 기준서에 따라 분석 결과 내용이 규격과 상이하면 즉시 보고할 수 있다.

마) 시료 이력 관리하기

[기성 03-05-01] 품질 관리 기준서에 따라 시료의 관리 대장을 작성하고 보관 기간을 결정할 수 있다.
[기성 03-05-02] 품질 관리 기준서에 따라 보관 기간이 만료된 시료를 폐기할 수 있다.
[기성 03-05-03] 품질 관리 기준서에 따라 보관된 시료를 주기적으로 관찰하고 경시 변화 등 품질 상태를 확인하여 제품 품질 관리에 정보를 제공할 수 있다.
[기성 03-05-04] 품질 관리 기준서에 따라 사내·외에서 발생하는 품질 문제에 표준품으로 활용할 수 있다.

4) 색소 제조 제품 생산

가) 생산 지시서 파악하기

[기성 04-01-01] 생산 지시서에 따라 필요한 원료의 종류와 수량을 파악할 수 있다.
[기성 04-01-02] 생산 지시서에 따라 원료와 부자재의 규격을 확인하여 작업 준비를 할 수 있다.
[기성 04-01-03] 생산 지시서에 따라 작업 순서 및 작업 방법을 파악할 수 있다.
[기성 04-01-04] 생산 지시서의 생산 활동에서 준수해야 할 안전 규정, 주의 사항 등을 파악할 수 있다.

나) 원료 용해 투입하기

[기성 04-02-01] 작업 표준서에 명기된 원료를 준비할 수 있다.
[기성 04-02-02] 용해된 각각의 원료 물질이 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
[기성 04-02-03] 작업 표준서에 명기된 용해 공정 조건에 따라 원료 용해 작업을 수행할 수 있다.

다) 색소 합성하기

[기성 04-03-01] 작업 표준서에 따라 준비된 원료를 칭량하여 투입할 수 있다.
[기성 04-03-02] 작업 표준서에 명시된 작업 조건과 반응 공정 조건을 준수하여 합성 공정 작업을 수행할 수 있다.
[기성 04-03-03] 합성 공정의 단계별 반응 과정의 적정성을 확인할 수 있다.
[기성 04-03-04] 합성물의 분석을 통하여 합성물이 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
[기성 04-03-05] 합성 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 할 수 있다.

라) 여과·정제하기

[기성 04-04-01] 색소 합성 후 미반응 물질 또는 불순물을 분석할 수 있다.
[기성 04-04-02] 색소 제품 및 불순물 함유 정도에 따라 여과·정제의 조건과 방법을 달리하여 결정할 수 있다.
[기성 04-04-03] 작업 표준서에 따라 여과·정제 공정을 진행할 수 있다.
[기성 04-04-04] 여과·정제 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 할 수 있다.

마) 건조하기

[기성 04-05-01] 작업 표준서에 따라 건조 조건과 방법을 확인할 수 있다.
[기성 04-05-02] 작업 표준서에 따라 건조 공정 조건을 설정하고 작업을 진행할 수 있다.
[기성 04-05-03] 건조 상태를 확인하기 위하여 수분 및 용제의 잔유량을 확인할 수 있다.
[기성 04-05-04] 건조 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 할 수 있다.

마) 분쇄·포장하기

[기성 04-06-01] 작업 표준서에 따라 입자 크기에 따른 분쇄 조건과 방법을 확인할 수 있다.
[기성 04-06-02] 작업 표준서에 따라 분쇄 공정 조건을 설정하고 작업을 진행할 수 있다.
[기성 04-06-03] 분쇄 상태를 확인하기 위하여 색소 입자의 크기를 확인할 수 있다.
[기성 04-06-04] 작업 표준서에 따라 정해진 용량에 맞추어 포장할 수 있다.
[기성 04-06-05] 분쇄·포장 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 할 수 있다.

5) 도료 생산

가) 작업 전 준비하기

[기성 05-01-01] 작업 지시서에 따라 세부적인 제조 공정(배합, 분산, 조정, 조색, 여과 포장)별 작업 방법, 주의 사항, 품질 기준을 파악할 수 있다.
[기성 05-01-02] 생산 활동에 사용될 설비의 청소, 정비 상태를 확인하여 설비의 가동 준비를 할 수 있다.
[기성 05-01-03] 작업 지시서에 따라 규격에 맞는 원료와 부자재를 확인하여 작업 준비를 할 수 있다.
[기성 05-01-04] 작업 지시서에 따라 소요되는 인력을 파악하여 배치할 수 있다.
[기성 05-01-05] 제조 과정에서 이상 상황 발생 시 대처 요령을 사전에 파악할 수 있다.

나) 원재료 투입하기

[기성 05-02-01] 작업 지시서에 따라 필요한 원재료의 종류와 수량을 확인하고 준비할 수 있다.
[기성 05-02-02] 작업 지시서에 따라 원재료의 투입 순서를 확인할 수 있다.
[기성 05-02-03] 작업 지시서에 따라 원재료를 계량하여 배합할 수 있다.
[기성 05-02-04] 작업 지시서에 원재료의 배합량을 기록하고 확인할 수 있다.

다) 설비 운전하기

[기성 05-03-01] 설비 매뉴얼에 따라 설비의 작동법을 숙지하여 운전할 수 있다.
[기성 05-03-02] 생산 설비의 내부 청소를 실시하고 준비 상태를 점검할 수 있다.
[기성 05-03-03] 설비별 점검 방법을 숙지하여 주기적으로 점검할 수 있다.
[기성 05-03-04] 설비의 오작동 사례별 대처 요령을 파악할 수 있다.

6) 도료 제조 공정 검사

가) 공정 검사 항목 선정하기

[기성 06-01-01] 공정 검사 항목을 선정하기 위하여 제조의 공정 흐름도를 파악할 수 있다.
[기성 06-01-02] 공정의 정상 여부를 판단할 수 있는 항목을 선정할 수 있다.
[기성 06-01-03] 공정 검사 항목을 시험할 수 있는 검사 설비를 파악할 수 있다.
[기성 06-01-04] 공정 능력 분석에 활용하기 위해 검사 항목을 선정할 수 있다.

나) 분산 검사하기

[기성 06-02-01] 분산 검사를 실시하기 위한 샘플링 방법을 선정하고 시료를 채취할 수 있다.
[기성 06-02-02] 공정 중 분산이 잘 이루어져 있는지 확인할 수 있는 검사 기준을 설정할 수 있다.
[기성 06-02-03] 적절한 분산 검사 설비를 선정하여 운영할 수 있다.
[기성 06-02-04] 부적합 발생으로 분산이 잘 이루어지지 않은 경우 재작업할 수 있다.
[기성 06-02-05] 분산 결과 자료를 통계적 기법을 활용하여 공정 능력 분석에 활용할 수 있다.

다) 검사 결과 판정하기

[기성 06-03-01] 공정 검사 기준과 시험 방법에 따라 공정 검사 결과의 적합 여부를 판정할 수 있다.
[기성 06-03-02] 공정 검사 결과를 기록, 관리할 수 있다.
[기성 06-03-03] 공정 검사 결과 이상 발생 시 원인 분석을 실시할 수 있다.
[기성 06-03-04] 공정 검사 결과를 통해 공정 능력을 파악할 수 있다.

7) 접착제 제조

가) 작업 준비하기

[기성 07-01-01] 제품 표준서를 확인하여 필요한 원료의 종류와 양을 파악할 수 있다.
[기성 07-01-02] 제조 설비 작동 방법을 확인하여 작업 순서 및 합성, 정제, 배합, 숙성, 포장, 이송, 용제 처리 등 공정 조건을 파악할 수 있다.
[기성 07-01-03] 생산 설비를 점검하여 생산 활동에서 준수해야 할 안전 규정, 주의 사항, 위험 요소, 운전 상태 등을 확인할 수 있다.
[기성 07-01-04] 제품 표준서에 따라 제품의 특성과 제품 품질 규격, 포장, 저장 방법을 파악할 수 있다.
[기성 07-01-05] 제품 표준서를 숙지하여 제품 표준서의 오류를 발견하고, 이의 수정, 보완, 재발행을 요청할 수 있다.

나) 중합·정제하기

[기성 07-02-01] 제품 표준서에 따라 규정된 원료를 칭량할 수 있다.
[기성 07-02-02] 제품 표준서에 명시된 작업 조건과 반응 공정 조건을 준수하여 합성 공정 작업을 수행할 수 있다.
[기성 07-02-03] 설정된 반응 공정에 따른 반응기 내 압력, 점도, 용제의 증발량, 반응 온도 등 공정의 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
[기성 07-02-04] 합성물이 색상, 점도, 고형분, 젤(gel) 허용치 등의 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
[기성 07-02-05] 반응 공정에서 온도의 급변, 용제의 과다 증발, 과다 젤 등 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 할 수 있다.

다) 배합·숙성하기

[기성 07-03-01] 제품 표준서의 원료 배합 순서를 확인하여 규정된 원료를 칭량할 수 있다.
[기성 07-03-02] 제품 표준서의 온도, 교반 속도, 교반 시간과 같은 공정 조건에 따라 배합 공정 작업을 수행할 수 있다.
[기성 07-03-03] 설정된 배합 공정에 따른 점도, 혼합 상태, 용융 상태 등의 공정 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
[기성 07-03-04] 제품 표준서의 공정 규격을 준수하여 제품이 균일하게 혼합·숙성되어 있는지 확인할 수 있다.
[기성 07-03-05] 배합 공정에서 용제의 증발, 배합 온도의 비정상 거동, 층 분리 등 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 할 수 있다.

라) 공정 규격 관리하기

[기성 07-04-01] 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.
[기성 07-04-02] 반응 공정, 혼합 공정, 분리·정제 공정 진행 과정을 모니터링할 수 있다.
[기성 07-04-03] 미반응 또는 과반응 정도를 확인하여 반응 공정, 혼합 공정 시간을 관리할 수 있다.
[기성 07-04-04] 제품 표준서의 공정 규격을 파악하여 제품의 순도, 수분, 용제 함량, 첨가제 함량 등이 규격에 맞게 제조되었는지 시험 의뢰할 수 있다.
[기성 07-04-05] 분리·정제 공정에서 이상 징후가 발생하면 대처 요령에 따라 응급조치를 할 수 있다.

마) 포장 작업하기

[기성 07-05-01] 포장 지시서에 따른 작업 방법을 파악할 수 있다.
[기성 07-05-02] 포장 공정 흐름도를 파악할 수 있다.
[기성 07-05-03] 접착제의 용제별 포장 용기의 재질 특성, 충진 조건을 파악할 수 있다.
[기성 07-05-04] 접착제의 점도별 포장 용기의 재질 특성, 충진 조건을 파악할 수 있다.
[기성 07-05-05] 접착제 이송 설비의 작동 원리, 용량 및 속도를 파악할 수 있다.
[기성 07-05-06] 포장 작업 매뉴얼에 따른 포장 공정 관리 체크리스트를 작성하고 관리할 수 있다.
[기성 07-05-07] 포장 공정 불량률을 산출하고 관리할 수 있다.
[기성 07-05-08] 포장재 관리 규정에 따라 포장 장치의 세척 방법에 대해 파악할 수 있다.

8) 설비 유지·보수 작업

가) 안전 작업 허가서 확인하기

[기성 08-01-01] 안전 관리 규정에 따라 화기 작업, 고소 작업, 위험한 작업 등에는 작업 전에 작업자가 위해 위험 요소를 파악하게 하고 안전 작업 허가서 발행을 요청할 수 있다.
[기성 08-01-02] 안전 작업 허가서에 따라 작업 구간 및 범위, 내용, 요구되는 사항을 파악할 수 있다.
[기성 08-01-03] 안전 작업 허가서에 따라 작업 일지를 작성할 수 있다.
[기성 08-01-04] 안전 작업 허가서에 따라 정비 작업자에게 요구되는 사항을 확인할 수 있다.

나) 소요 부품 파악하기

[기성 08-02-01] 점검·정비 작업 일정에 따라 필요한 소요 부품을 확인할 수 있다.
[기성 08-02-02] 소요 부품의 필요에 따라 부품의 구입을 요청할 수 있다.
[기성 08-02-03] 소요 부품 사용 일지를 작성할 수 있다.
[기성 08-02-04] 설비의 특성과 내구 연수에 근거하여 소요 부품 교체 시기를 확인할 수 있다.

다) 소요 공구 파악하기

[기성 08-03-01] 점검·정비 작업 일정에 따라 필요한 소요 공구를 확인할 수 있다.
[기성 08-03-02] 소요 공구의 필요에 따라 공구의 구입을 요청할 수 있다.
[기성 08-03-03] 소요 공구 사용 일지를 작성할 수 있다.
[기성 08-03-04] 사용 공구의 이력을 관리할 수 있다.

라) 설비 점검·정비하기

[기성 08-04-01] 설비의 점검 계획에 따라 설비를 점검할 수 있다.
[기성 08-04-02] 설비의 점검 결과에 따라 수리 및 정비 상태를 판단하고 조치할 수 있다.
[기성 08-04-03] 설비 점검·정비 결과 보고서를 작성할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '기능성 정밀 화학 제품 제조' 교과 교육과정에서 제시한 교과 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 기능성 정밀 화학 제품 제조의 원리, 지식, 기술을 기반으로 생산 준비, 생산 작업, 품질 검사, 색소 제조 제품 생산, 도료 생산, 도료 제조 공정 검사, 접착제 제조, 설비 유지·보수 작업을 수행하여 기능성 정밀 화학 제품 제조 능력을 함양하는 데 학습 목표를 둔다.

   가) 산업 현장 적응력 향상을 위하여 화장품 제조의 실무 능력이 연계된 실험·실습 위주의 교수·학습이 되도록 지도하며, 학생이 기능성 정밀 화학 제품 제조 산업에 대한 올바른 이해와 바람직한 직업 가치관을 기르도록 하는 데 중점을 둔다.

   나) 기능성 정밀 화학 제품 제조 능력 향상을 위한 교수·학습 모형을 선택하고 활용하여 학생 주도의 교수·학습이 이루어지도록 지도하며, 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력 및 디지털 소통 능력을 함양할 수 있도록 계획한다.

2) 기능성 정밀 화학 제품 제조의 방법 및 순서에 대해 기초 과목과 연계하여 설명하고, 원리 및 심화 학습 단계에 적용할 수 있도록 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공함으로써 학생들이 '기능성 정밀 화학 제품 제조' 교과에 흥미를 가지고 의미 있는 배움이 일어날 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

   가) 화학 공업 분야의 '공업 화학', '제조 화학', '화학 분석' 교과목과 연계하여 설명하고, 기초 실험 기기와 기구에 대하여 정확하게 숙지한 후 관련 기능을 습득할 수 있도록 지도한다.

   나) 비커 스케일의 실습을 통해 제조 및 분석 과정의 원리와 순서를 이해할 수 있도록 하여, 플랜트 스케일에서 학생이 적용할 수 있도록 실제 공정의 모습과 사례를 비교하여 지도한다.

   다) 모둠별 활동 및 프로젝트 학습 등 모둠 수업을 진행할 때는 여러 상황을 고려하여 투입되는 원료와 비율에 따른 제품의 품질을 서로 확인하고, 상호 피드백을 통하여 학습에 대한 종합적인 이해를 증진시킬 수 있도록 지도한다.

3) '기능성 정밀 화학 제품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 실험·실습을 통해 학생이 습득해야 할 기능이 무엇이고, 이를 효과적으로 습득하는 방법이 무엇인가에 중점을 두고 교수·학습을 계획하고 운용한다.

   가) 산업 현장 적응력 향상을 위하여 과학 기술의 발전에 따라 필요한 기능성 정밀 화학 제품의

변화 동향에 대해서 선행적으로 설명을 하고, 실무 능력이 연계된 실험·실습 위주의 교수·학습이 이루어지도록 한다.

나) '생산 준비', '설비 유지 ·보수 작업' 영역에서는 실제 공정에서 사용되는 생산과 품질 검사에 필요한 장비 및 원료를 파악하고, 실제 산업체에서 사용하는 다양한 지시서를 숙지할 수 있도록 지도한다.

다) '생산 작업', '색소 제조 제품 생산', '도료 생산', '접착제 제조' 영역에서는 원료의 화학적·물리적 특성과 반응 메커니즘에 대한 이해를 바탕으로 생산 지시서를 통해 제품별 제조 방법에 대해 올바르게 숙지할 수 있도록 지도한다.

라) '품질 검사', '도료 제조 공정 검사' 영역에서는 분석 기기의 운용 방법과 분석 원리에 대한 이해를 바탕으로 상황에 맞는 실험 기기와 기구를 이용하여 검사 성적서를 작성할 수 있도록 지도한다.

4) 각종 디지털 기술을 활용하여 출석 수업과 원격 수업이 가능한 교수·학습 자료를 개발하여 온오프라인 연계 수업이 가능하도록 한다.

가) 실제 공정기 운용을 위해 VR 기기, 시뮬레이션 장치를 활용하여 실험·실습을 직간접적으로 체험해 볼 수 있도록 학습 경험을 제공한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 수업 학습 내용을 계획한다.

2) 단순하고 지엽적인 학습보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 향상할 수 있도록 내용을 계획한다.

3) 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물을 산출해 낼 수 있도록 내용을 계획한다.

4) 실제 공정기 운용을 위한 실습을 교육 환경에 맞추어 비커 스케일에서 진행하여 공정 순서 및 원리를 파악할 수 있도록 내용을 계획한다.

5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시한다.

6) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고 자기주도적으로 학습을 진행할 수 있도록 학습 내용을 구성한다.

4. 평가

가. 평가 방향

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) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.

4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.

5) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함한다.

6) 학생들의 학습 수준에 따른 수업과 평가를 계획하고, 평가 후 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생들을 위한 보충 수업 자료 및 보충 수업을 제공하여 완전 학습이 이루어지도록 한다.

나. 평가 방법

1) '생산 준비' 영역에서는 기능성 정밀 화학 제품 제조를 위한 작업 지시서 확인, 생산 설비 점검, 원·부자재 준비, 작업장 정리 정돈 상태를 평가한다.

   가) 학교 환경에 맞추어 생산할 수 있는 기능성 화학 제품을 선정하고, 그에 따른 작업 지시서를 학생들이 이해하고 양식에 맞게 작성할 수 있는지 평가한다.

   나) 장비 관리 및 원료 보관 방법을 관련 지시서를 확인하여 올바르게 수행할 수 있는지 평가한다.

   다) 매 실습 시 작업장 정리 정돈을 위해 3정 5S 활동을 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 평가한다.

2) ‘생산 작업’ 영역에서는 합성 공정, 혼합 공정, 분리 정제 공정, 제형화 공정을 통한 기능성 정밀 화학 제품을 제조하는 능력을 평가한다.

가) 합성 공정, 혼합 공정, 분리·정제 공정에서 전반적인 공정 흐름을 이해하기 위해 4구 플라스크 및 히팅 맨틀과 같은 비커 스케일의 공정을 통해 학생들의 공정 순서 및 반응 원리를 평가한다.

나) 제형화 공정에서는 물품 출하를 위한 규격을 확인하고, 합성 및 정제된 기능성 정밀 화학 제품의 품질을 비교하여 출하 적합성을 판단할 수 있는지 평가한다.

3) ‘품질 검사’ 영역에서는 기능성 정밀 화학 제품에 대한 제품 규격, 습식 분석 능력과 해당 분석 결과를 작성하고 시료를 관리하는 능력을 평가한다.

가) 제품 규격을 확인하여 생산된 제품의 적합성 평가를 위한 분석 방법, 공정 흐름도의 기호를 파악할 수 있는지 평가한다.

나) 습식 분석, 기기 분석에서는 융점 측정, 적정, 탁도 측정 등 초자 기구를 활용한 분석 실습과 pH 미터기, HPLC, GC 등 기기를 통한 분석 실습을 진행하여 평가한다.

다) 분석 결과는 시험 성적서 작성과 같은 보고서 작성을 통해 제품이 규격에 합당한지, 혹은 합당하지 않다면 공정 과정에서의 문제점을 찾을 수 있는지 평가한다.

4) ‘색소 제조 제품 생산’ 영역에서는 생산 지시서를 통한 원료 용해 투입, 색소 합성, 여과·정제, 건조, 분쇄·포장 등 일련의 공정을 평가한다.

가) 생산 지시서를 통하여 학생이 원료의 종류와 수량, 작업 순서 및 작업 방법을 파악할 수 있는지 평가한다.

나) 원료 용해 투입하기, 색소 합성하기, 여과·정제하기, 건조 작업에서 전반적인 공정 흐름을 이해하기 위해 비커 스케일의 공정을 통해 학생들의 공정 순서 및 반응 원리를 평가한다.

5) ‘도료 생산’ 및 ‘도료 제조 공정 검사’ 영역에서는 도료 생산을 위한 작업 전 준비 항목, 원재료 투입, 설비 운전 방법을 평가하며, 제조된 도료의 검사 항목 선정, 분산 검사, 검사 결과 판정 등 일련의 과정을 평가한다.

가) 도료 생산 및 도료 제조 공정 검사에 사용되는 생산 지시서를 통하여 학생이 원료의 종류와 수량, 작업 순서 및 작업 방법을 파악할 수 있는지 평가한다.

나) 도료 생산의 전반적인 공정 흐름을 이해하기 위해 교반기와 히팅 플레이트와 같은 비커 스케일의 공정을 통해 학생들의 공정 순서 및 반응 원리를 평가한다.

다) 학생별(또는 모둠별) 생산한 도료의 분산 검사를 통하여 공정 능력을 평가한다.

라) 검사 결과는 시험 성적서 작성과 같은 보고서 작성을 통해 제품이 규격에 합당한지, 혹은 합당하지 않다면 공정 과정에서의 문제점을 찾을 수 있는지 평가한다.

6) '접착제 제조' 영역에서는 작업 준비, 중합·정제, 배합·숙성, 공정 규격 관리 및 포장 작업의 일련의 과정을 평가한다.

가) 생산 지시서를 통하여 학생이 원료의 종류와 수량, 작업 순서 및 작업 방법을 파악할 수 있는지 평가한다.

나) 중합·정제하기, 배합·숙성하기에서 전반적인 공정 흐름을 이해하기 위해 비커 스케일의 공정을 통해 학생들의 공정 순서 및 반응 원리를 평가한다.

7) '설비 유지·보수 작업' 영역에서는 안전 작업 허가서 확인, 소요 부품 파악, 소요 공구 파악, 설비 점검·정비 능력을 평가한다.

가) 매 실습 시 안전 관리 규정을 준수하는지 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 평가한다.

나) 실습 시 소요 부품 파악, 소요 공구 파악에서는 점검 일지 및 사용 일지를 지속적으로 작성하는지 평가한다.

다) 설비 점검·정비를 실시하고, 일지를 작성하여 적합 유무를 확인할 수 있는지 평가한다.

[전공 실무 과목]

5. 고분자 제품 제조

1. 성격 및 목표

가. 성격

'고분자 제품 제조' 과목은 고분자 화합물의 특성과 반응 원리에 대한 이해를 바탕으로 고분자 제품 제조 공정에 대해 학습할 수 있는 실무 중심의 과목이다. 고분자 제품 제조에 종사하는 화학 공업 기술자는 고분자 화합물의 화학적 특성과 제조 반응의 원리를 이해하고, 이를 응용할 수 있는 능력이 필요하다. 따라서 이 과목은 화학 공업 관련 학과 학생들이 고분자 중합과 개질, 물성 측정에 관한 기술을 습득하고, 플라스틱 성형과 가공 기술을 통해 고분자 제품 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르도록 하기 위한 것으로, 기초 과목인 '제조 화학'을 이수하고 학습하는 것이 학습의 수월성 면에서 바람직하다.

'고분자 제품 제조' 과목은 고분자 제품 생산을 위한 화학 반응을 통해 기능성 고분자의 중합과 개질 및 합성된 기능성 고분자의 물성을 측정할 수 있는 직무 내용을 포함한다. 또한 플라스틱 성형과 가공에 관한 기술을 습득하기 위한 압출 작업, 사출 성형품 생산, 코팅 생산 작업과 콤파운딩 작업에 이르기까지 실제 산업 현장에서 제조 기술자가 수행해야 하는 제반의 직무 내용을 중심으로 학습 내용을 구성하였다. 기능성 고분자 합성의 원리에서 고분자 제품 생산 공정에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

기능성 고분자의 중합과 개질 방법 및 고분자 물성 측정의 이론과 기술을 습득하고, 또한 압·사출 성형, 코팅, 콤파운딩 공정 등 실제 다양한 고분자 제품 제조 공정 업무에 활용할 수 있는 직무 능력과 태도, 문제 해결 능력 및 창의적 사고 능력을 배양하여 화학 공업 기술자 인재 양성을 목표로 한다. 기능성 고분자 물성 측정 및 해석을 수행함에 있어 물성 측정 및 분석 기기를 다루는 방법을 익히고, 디지털 역량을 바탕으로 생산된 데이터를 정리하고 해석할 수 있는 역량을 기른다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
기능성 고분자 중합	• 중합 방법 검토하기 • 중합 반응기 운전 조작하기 • 최적 조건 선정하기 • 중합 결과물 분석하기
기능성 고분자 개질	• 베이스 레진 선정하기 • 첨가제 선정하기 • 컴파운딩 실시하기 • 개질 물성 분석하기
기능성 고분자 물성 측정	• 기계적 물성 측정하기 • 화학적 물성 측정하기 • 열적 물성 측정하기 • 기능성 측정하기
압출 작업	• 원재료 투입하기 • 부대설비 조작하기 • 압출기 조작하기 • 압출 작업 후 청소하기
사출 성형품 생산	• 원재료 수급하기 • 사출 성형품 생산하기 • 성형품 외관 검사하기
코팅 생산 작업	• 배합하기 • 코팅하기 • 건조 경화하기 • 후가공하기
컴파운딩 작업	• 작업 준비하기 • 컴파운딩 제품 생산하기 • 컴파운딩 제품 검사하기 • 정리 정돈하기

나. 성취기준

1) 기능성 고분자 중합

가) 중합 방법 검토하기

[고자 01-01-01] 중합 방법을 실시하기 위하여 고분자 중합 반응의 원리를 파악하고 적용할 수 있다.
[고자 01-01-02] 중합 방법을 수행하기 위하여 해당 기능성 고분자 중합 반응의 화학 반응을 확인하여 적용할 수 있다.
[고자 01-01-03] 비커 스케일 테스트를 실시하여, 규격과 기능의 적합성을 확인하고, 적정한 중합 조건을 결정할 수 있다.
[고자 01-01-04] 비커 스케일 테스트 결과에 따라 중합 설비의 운전 조건을 설정할 수 있다.
[고자 01-01-05] 설정된 운전 조건에 따라 보유 설비의 적합성을 판단할 수 있다.
[고자 01-01-06] 보유 설비가 적합하지 않은 경우 장비의 보완과 신규 설치를 검토하여 제안할 수 있다.

나) 중합 반응기 운전 조작하기

[고자 01-02-01] 안전사고를 예방하기 위하여 중합 반응기 운전의 안전 수칙을 파악하고 실천할 수 있다.
[고자 01-02-02] 장비를 효율적으로 운용하기 위하여 중합 반응기의 운전 방법을 파악하여 조작할 수 있다.
[고자 01-02-03] 중합 반응기를 효율적으로 활용하기 위하여 운전 결과를 데이터 기록 장치에 입력하고 관리할 수 있다.
[고자 01-02-04] 중합 반응 결과의 재현성을 확보하기 위하여 반응기를 점검, 정비할 수 있다.

다) 최적 조건 선정하기

[고자 01-03-01] 중합 반응기의 최적 조건을 선정하기 위하여 주요 변수에 대하여 파악하고 설정할 수 있다.
[고자 01-03-02] 중합 반응기 조건 선정에서 주요 변수가 한 가지일 경우 실험을 통해 최적 조건을 선정할 수 있다.
[고자 01-03-03] 중합 반응기의 최적 조건을 선정하기 위하여 실험 계획법과 관련 소프트웨어의 활용 방법을 파악하고 적용할 수 있다.
[고자 01-03-04] 중합 반응기 조건 선정에서 주요 변수가 두 가지 이상이거나, 변수를 찾지 못했을 경우 실험 계획법을 통해 주요 변수를 파악하여 선정할 수 있다.
[고자 01-03-05] 실험 계획법의 결과를 활용하여 중합 반응기의 최적 운전 조건을 설정할 수 있다.

라) 중합 결과물 분석하기

[고자 01-04-01] 중합 결과물을 분석하기 위하여 적절하게 시료를 채취할 수 있다.
[고자 01-04-02] 채취된 중합 결과물을 분석하기 위하여 적합한 실험 방법을 선정하고 적용할 수 있다.
[고자 01-04-03] 적합한 실험 방법에 따라 목표 물성에 대한 규격과 기능의 적합 여부를 판단할 수 있다.
[고자 01-04-04] 중합 반응기 실험 결과를 효율적으로 활용하기 위하여 분석 결과를 기록하고 관리할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [고자 01-04-02], [고자 01-04-03], [고자 01-04-04]는 중합 결과물 물성을 해석하는 실무 능력은 학생 수준에 맞게 난이도를 고려, 조절하여 지도한다.

2) 기능성 고분자 개질

가) 베이스 레진 선정하기

[고자 02-01-01] 베이스 레진을 선정하기 위하여 컴파운딩 원리를 파악하여 적용할 수 있다.
[고자 02-01-02] 베이스 레진을 선정하기 위하여 컴파운딩용 베이스 레진의 기계적·열적 특성을 파악하여 적용할 수 있다.
[고자 02-01-03] 기계적·열적 특성에 따라 목표 물성에 적합한 베이스 레진을 선정할 수 있다.
[고자 02-01-04] 선정된 베이스 레진과 사용할 첨가제가 친화성을 가지는지 판단하여 적용할 수 있다.

나) 첨가제 선정하기

[고자 02-02-01] 고분자 개질을 위하여 첨가제의 특성을 파악하고 사용 여부를 판단할 수 있다.
[고자 02-02-02] 요구 물성을 충족하기 위하여 기능성 첨가제의 종류와 특성을 파악하고 적용할 수 있다.
[고자 02-02-03] 기계적 물성을 충족하기 위하여 충진제의 종류와 특성을 파악하고 적용할 수 있다.
[고자 02-02-04] 난연 성능을 충족하기 위하여 난연제의 종류와 특성을 파악하고 적용할 수 있다.

다) 컴파운딩 실시하기

[고자 02-03-01] 효과적인 개질을 수행하기 위하여 선정된 베이스 레진과 첨가제에 적합한 컴파운딩 방법을 선정할 수 있다.
[고자 02-03-02] 원활한 컴파운딩을 위하여 선정된 방법에 적합한 기계를 운전할 수 있다.
[고자 02-03-03] 양호한 결과물을 얻기 위하여 컴파운딩 기계의 최적 공정 조건을 설정하여 적용할 수 있다.
[고자 02-03-04] 양산 최적 조건을 선정하기 위하여 실험 계획법을 실시할 수 있다.

라) 개질 물성 분석하기

[고자 02-04-01] 개질 물성을 분석하기 위하여 적합한 분석 기기를 선정할 수 있다.
[고자 02-04-02] 개질 물성 분석을 위하여 관련된 분석 방법의 이론적 배경과 분석 기기의 매뉴얼을 파악하고 활용할 수 있다.
[고자 02-04-03] 물성 분석에 적합한 시편을 준비하여 개질된 물성을 분석할 수 있다.
[고자 02-04-04] 분석된 결과를 활용하여 개질의 적합성 여부를 판단하고 조치할 수 있다.

3) 기능성 고분자 물성 측정

가) 기계적 물성 측정하기

[고자 03-01-01] 기계적 물성의 종류를 파악하여 필요한 물성을 선택할 수 있다.
[고자 03-01-02] 선별된 기계적 물성에 관련된 이론을 파악하여 측정된 물성을 평가할 수 있다.
[고자 03-01-03] 선택된 기계적 물성에 따라 적합한 측정기를 선정하고 운용할 수 있다.
[고자 03-01-04] 측정 매뉴얼에 따라 해당 측정기에서 요구하는 시편을 준비할 수 있다.

나) 화학적 물성 측정하기

[고자 03-02-01] 화학적 물성의 종류를 파악하여 필요한 물성을 선택할 수 있다.
[고자 03-02-02] 선별된 화학적 물성에 관련된 이론을 파악하여 측정된 물성을 평가할 수 있다.
[고자 03-02-03] 선택된 화학적 물성에 따라 적합한 측정기를 선정하고 운용할 수 있다.
[고자 03-02-04] 측정 매뉴얼에 따라 해당 측정기에서 요구하는 시편을 준비할 수 있다.

다) 열적 물성 측정하기

[고자 03-03-01] 열적 물성의 종류를 파악하여 필요한 물성을 선택할 수 있다.
[고자 03-03-02] 선별된 열적 물성에 관련된 이론을 파악하여 측정된 물성을 평가할 수 있다.
[고자 03-03-03] 선택된 열적 물성에 따라 적합한 측정기를 선정하고 운용할 수 있다.
[고자 03-03-04] 측정 매뉴얼에 따라 해당 측정기에서 요구하는 시편을 준비할 수 있다.

라) 기능성 측정하기

[고자 03-04-01] 목표 물성으로부터 필요한 기능성을 파악하고 평가하기 위한 항목을 선정할 수 있다.
[고자 03-04-02] 기능성 항목을 분석하기 위하여 관련 측정기를 선정하고 적용할 수 있다.
[고자 03-04-03] 측정에 적합하도록 해당 기기에서 요구하는 시편을 준비할 수 있다.
[고자 03-04-04] 준비된 시편을 활용하여 측정을 실시하고 도출된 결과를 분석하여 기능성을 평가할 수 있다.

4) 압출 작업

가) 원재료 투입하기

[고자 04-01-01] 작업 표준서에 따라 원부재료 투입 전 상태를 파악할 수 있다.
[고자 04-01-02] 작업 표준서에 따라 원재료에 마스터 배치 및 첨가제를 혼합할 수 있다.
[고자 04-01-03] 혼합된 원부재료를 작업 표준서에 따라 적정량을 투입할 수 있다.

나) 부대설비 조작하기

[고자 04-02-01] 부대설비의 종류와 기능을 파악할 수 있다.
[고자 04-02-02] 작업 표준에 따라 부대설비의 작업 조건을 설정할 수 있다.
[고자 04-02-03] 작업 조건에 따라 부대설비를 운전하고 이상 유무를 파악할 수 있다.

다) 압출기 조작하기

[고자 04-03-01] 온도계의 종류와 기능을 파악하여 압출기 조작에 적용할 수 있다.
[고자 04-03-02] 지시계의 작동 원리와 세팅 방법을 파악하여 압출기 조작에 적용할 수 있다.
[고자 04-03-03] 모터 감속기의 종류와 파워 계산법을 파악하여 압출기 조작에 적용할 수 있다.

라) 압출 작업 후 청소하기

[고자 04-04-01] 압출기의 구조와 특성을 파악하여 압출 작업 후 압출기 청소에 적용할 수 있다.
[고자 04-04-02] 원재료별 특성을 파악하여 스크루와 다이의 청소 방법에 적용할 수 있다.
[고자 04-04-03] 사이징, 이송 공정의 특성을 파악하여 압출 후 공정별 청소 방법에 적용할 수 있다.

5) 사출 성형품 생산

가) 원재료 수급하기

[고자 05-01-01] 작업 표준서에 나타난 조건에 따라 원재료를 건조할 수 있다.
[고자 05-01-02] 원재료에 이물질과 이색 재료, 이종 재료의 혼입을 예방할 수 있다.
[고자 05-01-03] 작업 표준서에 따라 공정 스크랩을 신재와 혼합하여 사용할 수 있다.

나) 사출 성형품 생산하기

[고자 05-02-01] 작업 표준서에 따라 냉각 회로에 맞게 냉각기와 온도 조절기를 연결할 수 있다.
[고자 05-02-02] 작업 표준서에 따라 성형품과 스프루, 러너의 취출 작업을 할 수 있다.
[고자 05-02-03] 금형 사고를 방지하기 위하여 부대 장치와 성형기의 금형 보호 기능을 사용할 수 있다.

다) 성형품 외관 검사하기

[고자 05-03-01] 검사 기준서에 나타난 주의 사항에 따라 성형품의 외관을 육안 검사할 수 있다.
[고자 05-03-02] 검사 기준서에 나타난 치수 규격에 따라 성형품의 외관 치수를 관리할 수 있다.
[고자 05-03-03] 검사 기준서에 나타난 판단 기준에 따라 성형품의 외관 적합 여부를 판단할 수 있다.

6) 코팅 생산 작업

가) 배합하기

[고자 06-01-01] 코팅에 필요한 재료를 파악하여 원료를 준비할 수 있다.
[고자 06-01-02] 각각의 원료별 배합량을 파악하여 적정량을 계량할 수 있다.
[고자 06-01-03] 원료 간 반응 조건을 파악하여 공정 순서별로 반응 조건을 조절할 수 있다.
[고자 06-01-04] 공정별로 원료를 투입하여 순차적 반응이 이루어지도록 배합할 수 있다.

나) 코팅하기

[고자 06-02-01] 배합된 원료를 준비하여 코팅 공정에 투입할 수 있다.
[고자 06-02-02] 코팅될 소재를 준비하여 코팅 설비에 투입할 수 있다.
[고자 06-02-03] 코팅 방법을 결정하여 코팅 조건을 선정할 수 있다.
[고자 06-02-04] 선정된 코팅 조건을 기반으로 원료와 소재를 코팅 설비에 투입하고 조건을 조절해 코팅 작업을 할 수 있다.

다) 건조 경화하기

[고자 06-03-01] 코팅재의 도막 특성을 파악하여 건조 방법을 선택할 수 있다.
[고자 06-03-02] 도막 내의 용제별 특성을 파악하여 건조 온도를 조절할 수 있다.
[고자 06-03-03] 도막 내의 용제별 특성을 파악하여 건조 속도와 풍량을 조절할 수 있다.
[고자 06-03-04] 도막 내의 고형분 특성과 소재의 특성을 파악하여 경화 조건을 조절할 수 있다.

라) 후가공하기

[고자 06-04-01] 코팅 제품의 최종 용도를 파악하여 후가공 방법을 정할 수 있다.
[고자 06-04-02] 코팅 제품의 목표 특성을 파악하여 표면 개질을 할 수 있다.
[고자 06-04-03] 코팅 제품의 특성을 확인하여 이종의 제품을 복합화할 수 있다.
[고자 06-04-04] 코팅 제품의 필요 규격을 파악하여 적합한 후가공을 할 수 있다.

7) 컴파운딩 작업

가) 작업 준비하기

[고자 07-01-01] 제조 사양서를 파악하여 작업 준비를 할 수 있다.
[고자 07-01-02] 컴파운딩 제품을 생산하기 위하여 원부재료와 첨가제를 계량하여 준비할 수 있다.
[고자 07-01-03] 컴파운딩 작업을 위하여 설비를 예열하고 냉각 라인을 점검할 수 있다.
[고자 07-01-04] 컴파운딩 작업을 위하여 혼합기 조작반과 각종 센서를 점검하고 조치할 수 있다.
[고자 07-01-05] 원활한 커팅과 이송 공정을 위하여 설비를 점검할 수 있다.

나) 컴파운딩 제품 생산하기

[고자 07-02-01] 요구되는 컴파운딩 제품 생산을 위하여 압출기 내부를 퍼징할 수 있다.
[고자 07-02-02] 초기 생산을 통해 컴파운딩 제품의 상태를 검사할 수 있다.
[고자 07-02-03] 컴파운딩 제품 검사 결과에 따라 생산 조건을 변경할 수 있다.
[고자 07-02-04] 최적의 생산 조건으로 컴파운딩 제품을 생산할 수 있다.

다) 컴파운딩 제품 검사하기

[고자 07-03-01] 생산되고 있는 컴파운딩 제품의 품질을 관리하기 위하여 기초 검사 항목을 선정할 수 있다.
[고자 07-03-02] 기초 검사 항목에 따라 컴파운딩 제품의 시료를 준비할 수 있다.
[고자 07-03-03] 준비된 시료를 항목에 따라 검사할 수 있다.
[고자 07-03-04] 검사 결과에 따라 컴파운딩 제품 생산 조건을 반영할 수 있다.

라) 정리 정돈하기

[고자 07-04-01] 생산 주변을 점검하여 정리 정돈할 수 있다.
[고자 07-04-02] 원부재료별 특성을 파악하여 컴파운딩 설비의 청소 방법에 적용할 수 있다.
[고자 07-04-03] 컴파운딩 설비의 구조와 특성을 파악하여 작업 후 설비를 청소할 수 있다.
[고자 07-04-04] 사용된 원부재료의 종류별로 정리하고 보관할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) 주어진 직무에 맞게 단계별 실무 기술 능력을 익혀 고분자 제품을 제조할 수 있도록 지도한다.

2) 고분자 제품의 제조 원리와 기초 개념을 충실히 지도하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.

3) 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 고분자 제품 제조에 활용할 수 있는 능력을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 자기주도 역량, 협업 능력 및 의사소통 역량을 바탕으로 학생들이 능동적으로 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

4) 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른

체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도하여 창의적 역량 및 문제 해결 역량을 배양하도록 한다.

5) 학습 내용으로 제시된 공정들이 학교 현장에서 접하기 어렵거나 실습으로 다루어지기 어려운 부분이 있는 경우 사진, 동영상 등의 미디어 자료를 활용하거나 현장 견학을 통해 실제 공정을 이해할 수 있도록 한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 고분자 중합과 개질, 물성 측정 원리를 이해하고, 플라스틱 성형과 가공 기술을 통해 고분자 제품 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위해 유기 화합물의 기초 화학 반응에 대해 선수 학습을 하도록 한다.

2) 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.

3) 고분자 제품 제조의 실습 과정 또는 산업 현장에서의 유해 물질과 안전사고로부터 보호하기 위한 예방 교육, 보호 장비 사용법 등을 체계적으로 지도한다.

4) 고교학점제 도입을 고려하여 최소 성취수준 미도달 학생에게는 보충 학습을 할 수 있도록 지도한다.

5) 디지털 역량 강화를 위한 매체 활용 수업이나 원격 수업 시 적절한 매체를 선정하여 효율적인 학습이 이루어지도록 한다.

4. 평가

가. 평가 방향

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) 사전에 평가 방법과 시기를 계획하여 실시하되, 일부 특정 내용이나 영역에 치우치지 않도록 한다.

4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.

나. 평가 방법

1) 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.

2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.

3) 고분자 화학 제품의 제조에 필요한 지식과 운전 조건의 숙지 여부와 운전 능력을 평가한다.

4) 실습 평가는 실습 결과물에 대한 평가뿐만 아니라 수행 과정을 단계별로 평가하는 과정 평가를 포함한다.

5) 논·서술형 보고서, 포트폴리오, 체크리스트, 실험·실습 프로젝트 일지 등 다양한 평가 도구를 개발하여 학생들의 지식과 기술의 이해 정도, 과제 수행을 통한 교과 역량의 함양 정도를 평가한다.

6) '기능성 고분자 중합' 영역에서는 기능성 고분자 중합 반응의 원리 이해 정도, 중합 결과물 분석 방법에 대한 이해 정도를 지필평가와 보고서 평가를 통해 평가한다.

7) '기능성 고분자 개질', '기능성 고분자 물성 측정' 영역에서는 디지털 도구를 활용하여 물성 측정 방법과 해석에 관한 정보를 탐색하고, 이를 핵심 내용 위주로 정리하는 과제를 진행하는 과정에서 교과 지식, 기술과 함께 디지털 도구 활용 능력 및 자기주도학습 능력 등을 평가한다.

8) '압출 작업', '사출 성형품 생산', '코팅 생산 작업' 및 '컴파운딩 작업' 영역에서는 작업에 대한 모둠별 프로젝트 수행 과정에서의 새로운 아이디어 도출 능력, 모둠원 간의 협업 및 의사소통 능력, 문제 상황에서의 해결 방안 제시 및 실행 능력 등을 평가한다.

[전공 실무 과목]

6. 바이오 의약품 제조

1. 성격 및 목표

가. 성격

바이오 산업 중 가장 성장이 빠르고 시장 규모가 큰 분야인 바이오 의약품 및 관련 기술 개발 분야는 급격히 발전하고 있는 유전 공학, 항체 기술 등을 기반으로 효과적이고 부작용이 적은 신약들의 개발로 화학 합성 의약품에 비해 더 높은 성장이 기대되고 있다. 따라서 이에 상응하는 전문 인력 양성을 위한 교육이 필요하다.

'바이오 의약품 제조' 과목은 인간이 건강한 삶을 유지하는 데 필요한 생물학적 의약품을 제조할 수 있는 바이오 의약품 제조 전문인으로서의 자질과 실무 능력을 기르기 위한 과목이다.

바이오 의약품은 생물체에서 유래된 것을 원료 또는 재료로 하여 제조한 의약품으로, 그 종류로는 생물학적 제제, 유전자 재조합 의약품, 세포 치료제, 유전자 치료제, 동등 생물 의약품, 개량 생물 의약품이 있으며, 세포주와 생산 공정 개발, 품질 검증 및 임상 시험, 허가 및 시판의 개발 과정을 거친다. '바이오 의약품 제조' 과목은 일련의 개발 과정을 거친 바이오 의약품을 생산하기 위하여 그 생산 공정을 이해하고 관리하여 안전성, 안정성, 유효성을 확립한 바이오 의약품을 제조할 수 있는 전문인으로서 습득해야 할 지식과 기술, 기능을 포함하고 있으며, 바이오 의약품 생산 공정의 주요 기능인 균주·세포주 관리, 세척·멸균, 배양, 분리·정제, 제형화, QC 시험 운영, 제조 용수·가스 시험, 환경 모니터링, 적격성 평가, 공정 밸리데이션, 바이오 의약품 법규 등으로 구성되어 있다.

나. 목표

'바이오 의약품 제조' 과목은 바이오 산업 분야에 필요한 바이오 의약품 제조 전문인으로서의 직무 능력을 갖추도록 하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

첫째, 균주·세포주 관리, 세척·멸균, 배양, 분리·정제, 제형화 과정 등을 통하여 바이오 의약품을 생산할 수 있다.

둘째, QC 시험 운영, 제조 용수·가스 시험, 환경 모니터링 등을 통해 생산된 바이오 의약품의 품질을 효율적으로 관리할 수 있다.

셋째, 적격성 평가, 공정 밸리데이션, 바이오 의약품 법규 등을 이용하여 바이오 의약품 생산에 필요한 지원을 할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
균주·세포주 관리	• 세포 은행(Cell Bank) 제조하기 • 세포 은행(Cell Bank) 보관하기 • 세포 은행(Cell Bank) 시험하기
세척·멸균	• 도구 세척하기 • 도구 멸균하기 • 세척기·멸균기 관리하기
배양	• 배지 조제하기 • 배양 장비 준비하기 • 배양하기 • 회수하기
분리·정제	• 정제 버퍼 준비하기 • 정제 장비 준비하기 • 정제 실시하기 • 원액 충전·보관하기
제형화	• 충전 장비 자재 준비하기 • 제제화/충전하기 • 이물/성상 검사
QC 시험 운영	• 이화학·기기 분석하기 • 생화학 시험하기 • 미생물 시험하기
제조 용수·가스 시험	• 제조 용수 시험하기 • 가스 시험하기
환경 모니터링	• 작업장 청정도 시험하기 • 환경 모니터링용 배지, 장비 관리하기
적격성 평가	• 설계 적격성 평가하기 • 설치 적격성 평가하기 • 운전 적격성 평가하기 • 성능 적격성 평가하기
공정 밸리데이션	• 공정 밸리데이션 계획서 작성하기 • 공정 밸리데이션 실시하기 • 공정 밸리데이션 결과 정리 및 보고서 작성하기
바이오 의약품 법규	• 생물 의약품 개론 파악하기 • GMP 규정 파악하기 • 약사법 파악하기

나. 성취기준

1) 균주·세포주 관리

가) 세포 은행(Cell Bank) 제조하기

[바의 01-01-01] 균주·세포주 관리 관련 규정 및 지침에 따라 원재료 및 셀뱅크 관련 기기를 준비할 수 있다.
[바의 01-01-02] 균주·세포주 관리 관련 규정 및 지침에 따라 마스터 세포 은행(MCB)과 제조용 세포 은행(WCB)을 구분하여 조제할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바의 01-01-01] GMP 규정 등 관련 지침에 대한 셀뱅크 관련 내용 이해 및 실천 능력을 함양할 수 있도록 한다.
- [바의 01-01-02] 균주·세포주 계대 배양 기술, 클로닝(cloning) 기술 및 무균 조작 기술 습득 시에 작업 환경을 청결하게 유지하고, 무균 오염 수칙에 따라 작업하도록 한다.

나) 세포 은행(Cell Bank) 보관하기

[바의 01-02-01] 균주·세포주 관리 관련 규정 및 지침에 따라 균주·세포주 보관 장비의 사용법을 파악하고 관리할 수 있다.
[바의 01-02-02] 균주·세포주 관리 관련 규정 및 지침에 따라 균주·세포주의 특성을 고려하여 동결 보존 방법을 선택하여 보존할 수 있다.
[바의 01-02-03] 균주·세포주 관리 관련 규정 및 지침에 따라 균주·세포주 보관 관리를 할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '세포 은행(Cell Bank) 보관하기' 학습 요소는 극저온 냉동기 또는 액체 질소 보존기의 기기 사용법 숙지 및 사전 안전사고에 대비하려는 철저한 사전 준비 자세를 기르도록 한다.

다) 세포 은행(Cell Bank) 시험하기

[바의 01-03-01] 균주·세포주 관리 관련 규정 및 지침에 따라 동결 보존된 세포주의 오염과 활성 여부를 확인할 수 있다.
[바의 01-03-02] 균주·세포주 관리 관련 규정 및 지침에 따라 동결 보존된 세포주의 농도 및 생존율을 측정할 수 있다.

2) 세척·멸균

가) 도구 세척하기

[바의 02-01-01] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 작업 전 점검 사항을 수행할 수 있다.
[바의 02-01-02] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 배양 도구를 세척할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '도구 세척하기' 학습요소는 GMP 규정 중 세척·멸균과 관련된 내용을 바탕으로 작업의 이해 및 실천 능력을 함양할 수 있도록 한다. 또한, 미생물 사멸 방법, 멸균의 종류, 조건에 맞는 세척·멸균법과 같은 지식은 적절한 디지털 도구 및 기술을 이용한 정보 조사 및 발표, 토의, 토론 등을 통하여 의사소통하고 협업하는 능력을 키울 수 있도록 한다.

나) 도구 멸균하기

[바의 02-02-01] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 배양 도구 멸균 장비를 준비할 수 있다.
[바의 02-02-02] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 배양 도구를 멸균할 수 있다.
[바의 02-03-03] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 배양 도구 멸균 여부를 확인할 수 있다.

다) 세척기·멸균기 관리하기

[바의 02-03-01] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 세척기를 사용하고 점검할 수 있다.
[바의 02-03-02] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 멸균기를 사용하고 점검할 수 있다.
[바의 02-03-03] 세척·멸균 관련 규정 및 지침에 따라 세척기 및 멸균기의 정기 밸리데이션을 수행할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '세척기·멸균기 관리하기' 학습 요소는 세척기·멸균기 운전 시 이상 유무를 항시 관찰하고, 멸균 후에도 고온에 따른 화상을 입지 않도록 주의한다.

3) 배양

가) 배지 조제하기

[바의 03-01-01] 제조 관련 지침에 따라 각 배지별로 원료를 준비할 수 있다.
[바의 03-01-02] 제조 관련 지침에 따라 원료를 칭량하고 배지를 조제할 수 있다.
[바의 03-01-03] 제조 관련 지침에 따라 멸균 방법을 선택하여 배지를 멸균할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘배지 조제하기’ 학습 요소는 GMP 규정 등 관련 지침에 대한 배양 및 회수 관련 내용 이해 및 실천 능력을 함양할 수 있도록 한다.
- [바의 03-01-02] 배지 조제에 필요한 저울 등 기기 조작 방법과 질량, 용량 단위 및 농도 계산에 대한 기본 지식은 ‘공업 화학’, ‘스마트 공정 제어’, ‘바이오 기초 화학’ 과목과 연계하여 지도할 수 있다.

나) 배양 장비 준비하기

[바의 03-02-01] 제조 관련 지침에 따라 배양기를 세척하고 멸균할 수 있다.
[바의 03-02-02] 제조 관련 지침에 따라 배양기를 조립하여 운전 가동 상태로 준비할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바의 03-02-02] 운전 기술 배양기 관련 센서(pH 센서, DO 센서, 온도계, 교반 속도 등) 검교정 기술, 배양기 조립 기술은 관련된 디지털 콘텐츠 제작, 공유 및 협업 디지털 도구 등을 활용한 다양한 교수·학습 방법으로 충분한 학습이 이루어지도록 한다.

다) 배양하기

[바의 03-03-01] 제조 관련 지침에 따라 셀뱅크(cell bank)로부터 균주·세포주를 해동하여 접종할 수 있다.
[바의 03-03-02] 제조 관련 지침에 따라 단계별로 배양 조건에 따라 배양할 수 있다.
[바의 03-03-03] 제조 관련 지침에 따라 배양 중 공정 관리를 수행하고, 일탈 발생 시 적절한 조치를 취할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘배양하기’ 학습 요소는 오염 없이 샘플링할 수 있는 기술, 배양 중 배지를 첨가할 수 있는 기술 등의 숙련으로 필요시에 자율적으로 세포 농도·세포 생존율을 측정하고 생산성을 확인할 수 있도록 한다.

라) 회수하기

[바의 03-04-01] 제조 관련 지침에 따라 세포의 특성을 고려하여 적절한 방법으로 배양액 또는 파쇄물을 회수할 수 있다.
[바의 03-04-02] 제조 관련 지침에 따라 목적 산물의 회수율을 측정할 수 있다.
[바의 03-04-03] 제조 관련 지침에 따라 회수 장비를 유지 관리할 수 있다.

4) 분리·정제

가) 정제 버퍼 준비하기

[바의 04-01-01] 제조 관련 지침에 따라 정제 버퍼에 필요한 원료를 확인하고 검수할 수 있다.
[바의 04-01-02] 제조 관련 지침에 따라 작업 전 점검 사항을 수행할 수 있다.
[바의 04-01-03] 제조 관련 지침에 따라 기준에 맞게 정제 버퍼를 조제할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '정제 버퍼 준비하기' 학습 요소는 질량 및 용량 단위 및 환산에 대한 계산은 '공업 화학', '스마트 공정 제어', '바이오 기초 화학' 과목과 연계하여 지도할 수 있다.

나) 정제 장비 준비하기

[바의 04-02-01] 제조 관련 지침에 따라 작업 전 점검 사항을 수행할 수 있다.
[바의 04-02-02] 제조 관련 지침에 따라 정제 장비 및 농축 장비를 준비할 수 있다.
[바의 04-02-03] 제조 관련 지침에 따라 분리·정제에 필요한 유틸리티의 공급 조건을 확인할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '정제 장비 준비하기' 학습 요소는 분리·정제 공정의 종류 및 원리, 공정 장비에 대한 지식을 적절한 디지털 도구 및 기술을 이용한 정보 조사 및 발표하고 토의, 토론 등을 통하여 의사소통하고 협업하는 능력을 키울 수 있도록 한다.

다) 정제 실시하기

[바의 04-03-01] 제조 관련 지침에 따라 최종 산물을 분리·정제할 수 있다.
[바의 04-03-02] 제조 관련 지침에 따라 최종 산물을 원하는 농도까지 농축할 수 있다.
[바의 04-03-03] 제조 관련 지침에 따라 정제 공정의 공정 관리를 할 수 있다.

라) 원액 충전·보관하기

[바의 04-04-01] 제조 관련 지침에 따라 최종 정제액을 제균 여과할 수 있다.
[바의 04-04-02] 제조 관련 지침에 따라 여과된 정제액을 충전하고 보관할 수 있다.

5) 제형화

가) 충전 장비 자재 준비하기

[바의 05-01-01] 관련 지침에 따라 작업 전 점검 사항을 수행할 수 있다.
[바의 05-01-02] 관련 지침에 따라 충전에 필요한 자재의 세척과 멸균을 수행할 수 있다.
[바의 05-01-03] 관련 지침에 따라 충전에 필요한 장비를 준비할 수 있다

나) 제제화/충전하기

[바의 05-02-01] 관련 지침에 따라 제제화 및 충전 장비의 가동 상태를 확인할 수 있다.
[바의 05-02-02] 관련 지침에 따라 제제화 및 충전 공정을 진행할 수 있다.
[바의 05-02-03] 관련 지침에 따라 공정 중의 제품을 확인하고 공정 관리를 할 수 있다.

다) 이물/성상 검사

[바의 05-03-01] 관련 지침에 따라 제품의 이물 및 성상 검사의 기준을 이해하고 숙지할 수 있다.
[바의 05-03-02] 관련 지침에 따라 이물 검사자 적격성 평가를 수행할 수 있다.
[바의 05-03-03] 관련 지침에 따라 이물 및 성상의 기준에 따라 정확하게 판단할 수 있다.

6) QC 시험 운영

가) 이화학·기기 분석하기

[바의 06-01-01] 시험 운영 관련 규정 및 절차서에 따라 시험 의뢰, 시험 지시, 시험 결과를 통보할 수 있다.
[바의 06-01-02] 시험 운영 관련 규정 및 지침에 따라 이화학 시험을 수행할 수 있다.
[바의 06-01-03] 시험 운영 관련 규정 및 지침에 따라 기기 분석 시험을 수행할 수 있다.
[바의 06-01-04] 시험 운영 관련 규정 및 지침에 따라 수행한 시험의 시험 기록을 작성하고 기준에 따라 결과를 판단할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘이화학·기기 분석하기’ 학습 요소에서 이화학·기기 분석 시험을 위한 분석 화학 기초 지식은 ‘화학 분석’ 과목과 연계하여 지도할 수 있으며, 시험 방법 및 목적에 따라 필요한 시험 성적서와 분석 보고서 작성 능력, 분석 장비 사용 이력을 기록하고 관리하는 능력을 함께 기를 수 있도록 한다.

나) 생화학 시험하기

[바의 06-02-01] 시험 운영 관련 규정 및 지침에 따라 생화학 시험을 수행할 수 있다.
[바의 06-02-02] 시험 운영 관련 규정 및 지침에 따라 수행한 시험의 시험 기록을 작성하고, 기준에 따라 결과를 판단할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '생화학 시험하기' 학습요소는 시험 규격서에 따라 품질 시험을 수행하는 능력, 시험 기준 일탈 발생 시 보고 및 처리하는 능력을 함께 기를 수 있도록 한다.

다) 미생물 시험하기

[바의 06-03-01] 시험 운영 관련 규정 및 지침에 따라 미생물 시험을 수행할 수 있다.
[바의 06-03-02] 시험 운영 관련 규정 및 지침에 따라 수행한 시험의 시험 기록을 작성하고, 기준에 따라 결과를 판단할 수 있다.

7) 제조 용수·가스 시험

가) 제조 용수 시험하기

[바의 07-01-01] 제조 용수·가스 시험 관련 규정 및 지침에 따라 제조 용수 시료를 채취할 수 있다.
[바의 07-01-02] 제조 용수·가스 시험 관련 규정 및 지침에 따라 제조 용수를 시험할 수 있다.
[바의 07-01-03] 제조 용수·가스 시험 관련 규정에 따라 제조 용수 시험 기록서를 작성하고 기준에 따라 결과를 판단할 수 있다.

나) 가스 시험하기

[바의 07-02-01] 제조 용수·가스 시험 관련 규정 및 지침에 따라 가스 시료를 채취할 수 있다.
[바의 07-02-02] 제조 용수·가스 시험 관련 규정 및 지침에 따라 가스를 시험할 수 있다.
[바의 07-02-03] 제조 용수·가스 시험 관련 규정 및 지침에 따라 가스 시험 기록서를 작성하고 기준에 따라 결과를 판단할 수 있다.

8) 환경 모니터링

가) 작업장 청정도 시험하기

[바의 08-01-01] 환경 모니터링 관련 규정 및 지침에 따라 작업장 청정도 시험 계획을 수립할 수 있다.
[바의 08-01-02] 환경 모니터링 관련 규정 및 지침에 따라 작업장 청정도 시험을 수행할 수 있다.
[바의 08-01-03] 환경 모니터링 관련 규정 및 지침에 따라 작업장 청정도 시험 기록을 작성하고 결과를 판단할 수 있다.

나) 환경 모니터링용 배지, 장비 관리하기

[바의 08-02-01] 환경 모니터링 관련 규정 및 지침에 따라 환경 모니터링용 배지 성능 시험을 수행할 수 있다.
[바의 08-02-02] 환경 모니터링 관련 규정 및 지침에 따라 배지 성능 시험에 사용되는 표준 균주, 작업장 출현 균주를 관리할 수 있다.
[바의 08-02-03] 환경 모니터링 관련 규정 및 지침에 따라 부유 입자 계수기, 공기 포집기를 작동할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바의 08-02] 표준 작업 지침서에 따라 시행한 환경 모니터링 분석 결과를 공유할 수 있는 온라인 공간 등의 활용으로 GMP 규정에 적합한 환경을 만드는 방법과 대책 마련에 관한 협력적 의사소통 능력 및 디지털 기기 사용 능력을 함양할 수 있도록 한다.

9) 적격성 평가

가) 설계 적격성 평가하기

[바의 09-01-01] 적격성 평가 관련 규정 및 지침에 따라 설계 적격성 평가 계획서(DQ Protocol)를 작성할 수 있다.
[바의 09-01-02] 설계 적격성 평가 계획서(DQ Protocol)에 따라 설계 적격성 평가(DQ)를 수행할 수 있다.
[바의 09-01-03] 설계 적격성 평가(DQ) 수행 결과에 따라 설계 적격성 평가 보고서(DQ Report)를 작성할 수 있다.

나) 설치 적격성 평가하기

[바의 09-02-01] 적격성 평가 관련 규정 및 지침에 따라 설치 적격성 평가 계획서(IQ Protocol)를 작성할 수 있다.
[바의 09-02-02] 설치 적격성 평가 계획서(IQ Protocol)에 따라 설치 적격성 평가(IQ)를 수행할 수 있다.
[바의 09-02-03] 설치 적격성 평가(IQ) 수행 결과에 따라 설치 적격성 평가 보고서(IQ Report)를 작성할 수 있다.

다) 운전 적격성 평가하기

[바의 09-03-01] 적격성 평가 관련 규정 및 지침에 따라 운전 적격성 평가 계획서(OQ Protocol)를 작성할 수 있다.
[바의 09-03-02] 운전 적격성 평가 계획서(OQ Protocol)에 따라 운전 적격성 평가(OQ)를 수행할 수 있다.
[바의 09-03-03] 운전 적격성 평가(OQ) 수행 결과에 따라 운전 적격성 평가 보고서(OQ Report)를 작성할 수 있다.

라) 성능 적격성 평가하기

[바의 09-04-01] 적격성 평가 관련 규정 및 지침에 따라 성능 적격성 평가 계획서(PQ Protocol)를 작성할 수 있다.
[바의 09-04-02] 성능 적격성 평가 계획서(PQ Protocol)에 따라 성능 적격성 평가(PQ)를 수행할 수 있다.
[바의 09-04-03] 성능 적격성 평가(PQ) 수행 결과에 따라 성능 적격성 평가 보고서(PQ Report)를 작성할 수 있다.

10) 공정 밸리데이션

가) 공정 밸리데이션 계획서 작성하기

[바의 10-01-01] 공정 밸리데이션 관련 규정 및 지침에 따라 위험성 평가(RA)를 실시할 수 있다.
[바의 10-01-02] 위험도 분석(RA) 결과 등에 따라 공정 밸리데이션 수행 항목을 설정할 수 있다.
[바의 10-01-03] 설정된 공정 밸리데이션 수행 항목을 바탕으로 각 공정 밸리데이션 계획서(PV Protocol)를 작성할 수 있다.

나) 공정 밸리데이션 실시하기

[바의 10-02-01] 공정 밸리데이션 계획서에 따라 밸리데이션 검체를 채취할 수 있다.
[바의 10-02-02] 공정 밸리데이션 계획서에 따라 시험을 수행할 수 있다.
[바의 10-02-03] 무균 공정의 경우 관련 규정에 따라 배지 충전 시험(Media Fill Test) 등을 수행할 수 있다.

다) 공정 밸리데이션 결과 정리 및 보고서 작성하기

[바의 10-03-01] 공정 밸리데이션 관련 규정 및 지침에 따라 시험 결과를 해석하고 판정할 수 있다.
[바의 10-03-02] 공정 밸리데이션 관련 규정 및 지침에 따라 공정 밸리데이션 중 발생한 일탈을 처리할 수 있다.
[바의 10-03-03] 수행한 밸리데이션 결과를 바탕으로 공정 밸리데이션 결과 보고서(PV Report)를 작성할 수 있다.

11) 바이오 의약품 법규

가) 생물 의약품 개론 파악하기

[바의 11-01-01] 의약품에 관한 기본적인 내용을 파악할 수 있다.
[바의 11-01-02] 생물학적 제제에 관한 기본적인 내용을 파악할 수 있다.

나) GMP 규정 파악하기

[바의 11-02-01] 국내·국외의 GMP 규정을 조사하고 파악할 수 있다.
[바의 11-02-02] 국내·국외의 GMP 가이드라인을 조사하고 파악할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [바의 11-02] GMP 규정 관련 인터넷 사이트(MFDS, EUGMP, FDA, WHO 등) 및 GMP 가이드라인 관련 인터넷 사이트(ICH, PDA, ISPE, WHO 등) 등을 바탕으로 필요한 GMP 관련 정보를 검색하고 조사·발표하여 협력적 의사소통 능력과 정보 검색 능력을 함양할 수 있도록 한다.

다) 약사법 파악하기

[바의 11-03-01] 약사법의 구성과 기본적인 내용을 파악할 수 있다.
[바의 11-03-02] 약사법 시행 규칙의 구성과 기본적인 내용을 파악할 수 있다.
[바의 11-03-03] 바이오 의약품 제조 관련 공정서의 구성과 기본적인 내용을 파악할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '약사법 파악하기' 학습요소는 대한민국 약전 및 각국 공정서 등을 바탕으로 필요한 정보를 검색하여 원자재 시험 규격서, 제품 시험 규격서를 작성하는 능력을 기르도록 한다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '바이오 의약품 제조' 교과 교육과정에서 제시한 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 바이오 산업 분야에서 필요로 하는 직무 역량을 기를 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

   가) '바이오 의약품 제조' 과목의 교수·학습은 교과 교육과정에서 목표로 하는 문제 해결 능력과 창의적 사고 역량, 공동체 역량 및 디지털 역량을 함양하는 데 목표를 둔다.

   나) '바이오 의약품 제조' 교과 교육과정에서 해당 역량을 중점적으로 달성할 수 있는 내용 영역의 필수 지식, 기능, 태도 등을 도출하고, 이를 중심으로 교수·학습을 계획한다.

2) '바이오 의약품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 직간접적 경험 기회를 제공하여 의미 있는 배움이 일어날 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

   가) '바이오 의약품 제조' 과목 학습 과정에서 전문 용어나 새로운 지식을 습득해야 할 경우에는 이해도를 높일 수 있는 다양한 교수·학습 방법을 활용하여 지도한다.

   나) 바이오 의약품 법규 학습 과정에서 바이오 의약품과 관련된 다양한 예시와 국내·외 사례를 통해 학습하는 방안을 계획한다.

3) '바이오 의약품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 실험·실습을 통해 학생이 습득해야 할 기능이 무엇이고, 이를 효과적으로 습득하는 방법이 무엇인가에 중점을 두고 교수·학습을 계획하고 운용한다.

   가) '배양', '분리·정제', '제형화' 영역에서는 디지털 자료를 활용하여 학습한 내용을 실험·실습으로 구현할 수 있는 온오프라인 연계 수업을 개발하여 적용한다.

   나) 'QC 시험 운영' 영역에서 이화학·기기 분석은 개별적으로 장비의 특성과 원리, 작동법을 미리 숙지한 후 협동 학습이 진행될 수 있도록 한다.

   다) '제조 용수·가스 시험', '환경 모니터링', '적격성 평가', '공정 밸리데이션' 영역에서는 GMP 규정을 파악하고, 문서 작성 방법에 유의하여 실습할 수 있도록 한다.

   라) 학교의 교육 여건과 학생의 요구 수준 등을 고려해 관련 기관, 산업체 등을 견학하여 학습 효과를 높일 수 있도록 한다.

4) ‘바이오 의약품 제조’ 과목을 학습하는 과정에서 학생이 바이오 산업에 대한 바람직한 태도를 함양할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) 환자를 대상으로 사용되는 의약품을 다루는 활동 분야의 전문성과 책무성을 올바르게 이해하여 바람직한 직업 가치관을 기르도록 하는 데 중점을 둔다.

나) ‘균주·세포주 관리’, ‘세척·멸균’ 영역에서는 의약품을 다루는 영역의 위생 관리 중요성을 인식하도록 하는 데 중점을 둔다.

5) ‘화학 공업’ 교과(군)의 총체성을 고려하여 ‘바이오 의약품 제조’ 과목 지도 시 교과(군) 내 다양한 과목과 연계하여 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) ‘바이오 의약품 제조’ 과목의 학습 과정에서 이해도 증진을 위하여 필요시에 ‘바이오 기초 화학’, ‘바이오 화학 제품 제조’, ‘화학 분석’ 등의 교과와 연계하여 교수·학습을 계획하고 운용한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) ‘바이오 의약품 제조’ 교과는 생명을 다루는 전문인을 양성하기 위한 과목이므로 교수·학습 과정에서 지식, 기술, 소양 등이 균형을 이루어야 직무 능력을 갖춘 전문인으로 균형 있게 성장할 수 있다.

2) 실험·실습 수업 시작 전 안전사고 예방 교육을 시행하고, 안전사고가 발생할 경우 대처 능력이 숙지될 수 있도록 지도해야 한다.

3) 모둠 수업을 진행할 때는 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있는 수업 분위기가 조성되도록 유도한다.

4) 다양한 디지털 기기를 활용한 온오프라인 연계 수업을 병행하여 효율적인 교수·학습이 되도록 수업을 계획한다.

5) 직접적인 실험·실습 수업이 어려운 내용의 경우 시뮬레이션, 가상 체험 등을 통해 산업 현장의 실제 경험에 가까운 상황을 체험할 수 있도록 수업을 계획한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '바이오 의약품 제조' 교과 교육과정에서 제시한 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 바이오 산업 분야에서 요구하는 문제 해결 능력과 창의적 사고 역량, 공동체 역량 및 디지털 역량을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

   가) '바이오 의약품 제조' 과목의 평가 결과는 학생의 학습 동기 유발 및 개별 지도, 보충 이수 자료 등에 활용하여 교수·학습 개선에 환류될 수 있도록 한다.

   나) '바이오 의약품 제조' 교과 교육과정에서 목표로 하는 역량 및 내용 영역의 지식, 기술, 태도 등을 도출하여 평가한다.

   다) '바이오 의약품 제조' 과목의 성취 목표와 역량 달성을 측정하기 위해 실제적 직무 맥락과 연계된 시뮬레이션, 프로젝트 평가 방법 등을 사용한다.

2) '바이오 의약품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 학생의 수업 참여 동기를 높이고, 산업 현장 적응성을 높이는 평가가 이루어질 수 있도록 한다.

   가) 각 학습 영역별 전문적 지식을 효과적으로 습득하고, 관련된 실습 및 여러 사례를 탐색하여 개념과 사례를 연계시킬 수 있는 역량이 있는가를 평가한다.

   나) 프로젝트 학습을 통해 학생들이 배운 내용을 적용하여 실제 직무 상황을 경험할 수 있는 기회를 제공하고, 이 과정 및 결과에 대하여 평가한다.

   다) 디지털 기기를 이용한 정보 수집, 토론 활동 등을 통해 디지털 역량과 의사소통 역량을 평가한다.

   라) 직접적인 실습이 어려운 내용의 경우 시뮬레이션, 가상 체험을 통해 산업 현장의 실제 경험에 가까운 상황을 체험하게 하고, 이 과정 및 결과에 대하여 평가한다.

   마) 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트, 실습 보고서, 포트폴리오 등 구체적인 평가 척도를 개발하여 평가의 신뢰도, 타당도, 객관성을 높일 수 있도록 한다.

3) '바이오 의약품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 학생이 생명을 다루는 전문인으로서 바람직한 태도를 가지고 있는지를 평가하되, 내용 영역에 제시된 지식, 기술, 태도 등을 전반적으로 평가할 수 있도록 한다.

4) 수행평가 항목의 기본 점수는 수행평가에 참여한 학생의 수행 능력이 최소 성취수준에 미도달한 경우에 부여하는 점수임을 고려하여 계획한다. 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 보충 자료 및 보충 수업을 제공한다.

가) 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생의 성취수준과 요구 수준 등을 고려하여 재구성한 보충 자료 및 보충 수업을 제공한다.

나) 보충 자료는 실생활과 관련된 다양한 사례와 예제를 활용하여 이해를 높일 수 있는 것으로 제시하고, 전공 일반 과목과 연계하여 효과적인 학습 전이가 일어날 수 있도록 한 후 재평가한다.

나. 평가 방법

1) '균주·세포주 관리' 영역에서는 바이오 의약품의 배양 공정에 요구되는 균주·세포주의 유지·관리를 위하여 세포 은행(Cell Bank)의 제조, 보관, 시험 등의 업무를 수행하는 능력을 평가하기 위하여 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문 및 체크리스트, 작업장 평가 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

2) '세척·멸균' 영역에서는 바이오 의약품 생산에 필요한 도구의 세척 및 멸균, 세척·멸균 관련 장비를 관리할 수 있는 능력을 평가하기 위해 평가자 질문 및 체크리스트, 작업장 평가 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

3) '배양' 영역에서는 균주·세포주의 증식 및 목적 산물의 최적 생산을 위해 필요한 배지 조제, 배양 장비 준비, 균주·세포주의 배양 및 회수 등을 수행하는 능력을 평가하기 위해 모둠별 프로젝트, 포트폴리오, 결과 보고서 발표 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

4) '분리·정제' 영역에서는 목적 물질의 분리 및 정제를 위하여 정제 버퍼 및 장비 준비, 정제, 원액 충전·보관 등의 업무를 수행하는 능력을 평가하기 위해 모둠별 프로젝트, 포트폴리오, 결과 보고서 발표 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

5) '제형화' 영역에서는 바이오 의약품의 최종 제품 제조를 위하여 관련 지침에 따라 제형화·제제화, 충전 등의 업무를 수행하는 능력을 평가하되, 직접적인 작업장 평가가 어려운 경우 가상 실습 공간을 활용한 작업장 평가, 온라인 매체를 활용한 사례 연구 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

6) 'QC 시험 운영' 영역에서는 바이오 의약품 품질 관리를 위한 이화학·기기 분석 시험, 생화학 시험, 미생물 시험 등의 수행 능력과 시험 방법의 이해 정도를 평가하기 위해 지필평가와 작업장 평가를 병행하는 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

7) ‘제조 용수·가스 시험’ 영역에서는 바이오 의약품 제조에 사용되는 제조 용수와 가스 시스템의 검체 채취, 시험 등 모니터링의 수행 능력과 시험 방법의 이해 정도를 평가하기 위해 지필평가와 작업장 평가를 병행하는 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

8) ‘환경 모니터링’ 영역에서는 바이오 의약품 제조의 품질을 보증하기 위하여 바이오 의약품 제조 작업장의 청정 등급에 따른 부유 입자, 부유균, 낙하균, 표면균 시험의 수행 능력을 평가하기 위해 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

9) ‘적격성 평가’ 영역에서는 바이오 의약품의 제조와 품질 관리를 위하여 사용되는 장비의 설계, 설치, 운전 및 성능에 대해 적격성 평가를 수행하는 과정에서 바이오 의약품 제조에 필요한 지식과 장비 운전 조건의 숙지 여부 및 장비 운전 능력을 평가하기 위해 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등의 방법을 사용할 수 있다.

10) ‘공정 밸리데이션’ 영역에서는 모듬별 프로젝트를 통하여 바이오 의약품 제조 공정에 대한 밸리데이션 계획서를 작성하고 그 수행 결과를 정리하여 보고서를 작성하는 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

11) ‘바이오 의약품 법규’ 영역에서는 생물 의약품의 특징, 관련 국내외 GMP 규정 및 가이드라인, 관련 약사법 및 약전에 대해 파악하고 바이오 의약품의 효율적인 생산 및 품질을 보증하기 위하여 활용할 수 있는 능력을 평가하기 위해 포트폴리오 및 온라인 매체를 통한 정보 수집 및 보고서 작성 등의 평가 방법을 사용할 수 있다.

[전공 실무 과목]

7. 바이오 화학 제품 제조

1. 성격 및 목표

가. 성격

바이오 화학 제품 제조 산업은 생명 공학 기술을 바탕으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 인류에게 필요한 유용 물질과 서비스 등 다양한 부가 가치를 생산하는 산업으로, 여타 신기술과의 융합을 통해 생성되는 신산업과 함께 의약, 화학, 전자, 에너지, 농업, 식품 등 다양한 산업 부문에서 생명 공학 기술의 접목을 통해 창출되는 새로운 개념의 산업으로 성장하고 있다. 이처럼 바이오 화학 제품 제조 산업은 4차 산업 기반으로 건강과 삶의 질, 식량, 환경, 에너지 등 당면 과제들을 해결하고 기존 산업과 융합함으로써 신산업 창출로 이어질 것으로 주목받고 있는 고부가 가치 산업으로서 경제적 효과와 함께 사회·문화에 대한 비경제적 효과 역시 매우 클 것으로 전망되고 있다.

'바이오 화학 제품 제조' 과목은 인간의 삶에 필요한 화학 물질을 생산하기 위해 바이오 화학 관련 물질의 생·화학적 특성과 제조 반응의 원리를 이해하고 이를 응용할 수 있는 능력을 함양할 수 있는 과목이다. 또한 산업 기술의 혁신, 지식 정보의 수집·분석·활용 등을 통한 문제 해결이 필요한 실제 산업 현장에서 제조 기술자가 수행해야 하는 제반 능력을 기르는 데 필요한 전공 실무 과목으로, 전공 일반 과목인 '공업 화학'과 '바이오 기초 화학'을 함께 학습하는 것이 바람직하다.

'바이오 화학 제품 제조' 과목의 학습 내용은 배양 원료 준비, 배양 시스템 멸균, 배양, 환경·안전 점검, 균주 보관, 회수, 제제화, 품질 분석, 시설 관리, GMP 문서·교육 관리 등으로 구성하였으며, 바이오 화학 제품 제조를 위한 전문 지식과 기술, 기능을 습득하여 바이오 화학 제품 제조 분야의 전문 역량을 갖춘 현장 전문가로 성장하도록 돕는 성격을 갖는다.

나. 목표

바이오 화학 제품 제조를 위한 지식·기능·태도를 습득하고, 디지털 역량을 실제 업무에 적용할 수 있는 제조 기술자로서 바이오 화학 제품 제조를 위한 직무 능력을 갖춘 기능·기술인을 양성하는 데 교육 목표가 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

첫째, 바이오 화학 제품을 제조하기 위한 배양 원료 준비, 배양 시스템 멸균, 배양, 균주 보관, 회수, 제제화 과정별 공정을 이해하고, 단위 공정 수행을 통하여 바이오 화학 제품을 생산할 수 있다.

둘째, 생산한 바이오 화학 제품을 분석 항목 확인하기, 분석 작업 수행하기, 분석 결과 확인하기 등을 통해 효율적으로 품질을 관리할 수 있다.

셋째, 환경·안전 점검, 시설 관리, GMP 규정에 따른 제조 및 문서화 작업으로 품질 보증 관리 체계에 맞게 바이오 화학 제품의 생산 과정을 지원할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
배양 원료 준비	• 저울 검·교정 확인하기 • 원료 칭량하기 • 조제조에 투입하기
배양 시스템 멸균	• 멸균 작업 주의 사항 확인하기 • 배지 멸균하기 • 멸균 여부 확인하기
배양	• 배양 조건 확인하기 • 배양기 운전하기 • 장비 운영 주의 사항 확인하기
환경·안전 점검	• 안전 교육 내용 파악하기 • 예방 점검하기 • 사고 대책 수립하기 • 환경 관리 대책 수립하기
균주 보관	• 동결 건조하기 • 동결 건조 미생물 배양하기 • 오염 확인하기
회수	• 회수 조건 확인하기 • 균체 분리하기 • 생산물 농도 측정하기
제제화	• 혼합하기 • 건조하기 • 분쇄하기 • 제품 성형하기
품질 분석	• 분석 항목 확인하기 • 분석 작업 수행하기 • 분석 결과 확인하기
시설 관리	• 시설 관리하기 • 장비 관리하기 • 유틸리티 관리하기
GMP 문서·교육 관리	• GMP 문서 관리하기 • GMP 교육하기

나. 성취기준

1) 배양 원료 준비

가) 저울 검·교정 확인하기

[바화 01-01-01] 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 전용 저울의 상태를 사전에 점검할 수 있다.
[바화 01-01-02] 배지 조제 작업 표준서에 따라 배지 조제 전용 저울의 영점을 조절할 수 있다.
[바화 01-01-03] 배지 조제 작업 표준서에 따라 검·교정 완료 일지를 작성할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '저울 검·교정 확인하기' 학습 요소는 '화학 분석' 과목의 '고체 시료 준비하기', '액체 시료 준비하기', '기초 이화학 분석하기' 학습 요소와 연계하여 다양한 초자 기구를 활용한 분석 대상 물질의 무게, 부피, 굴절 등 물리적 특성과 pH, 침전 등 화학적 특성을 굴절계, pH 미터기 등 기초 디지털 기기의 활용으로 정보의 수집·분석·활용을 통한 자기주도적 지식정보처리 역량을 함양할 수 있도록 조절하여 적용한다.

나) 원료 칭량하기

[바화 01-02-01] 배지 조제 작업 표준서에 따라 필요한 원료를 준비할 수 있다.
[바화 01-02-02] 배지 조제 작업 표준서에 따라 검·교정이 완료된 저울을 이용하여 각각의 원료를 칭량할 수 있다.
[바화 01-02-03] 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량된 각각의 원료를 재검정할 수 있다.
[바화 01-02-04] 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량된 각각의 원료를 명칭별로 구분하기 위해 라벨을 붙이고 보관할 수 있다.
[바화 01-02-05] 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량 일지를 작성할 수 있다.

다) 조제조에 투입하기

[바화 01-03-01] 배지 조제 작업 표준서에 따라 칭량된 각각의 원료를 순서에 의해 조제조에 투입할 수 있다.
[바화 01-03-02] 배지 조제 작업 표준서에 따라 조제조에 투입된 각종 원료의 혼합, 용해의 상태를 확인할 수 있다.
[바화 01-03-03] 배지 조제 작업 표준서에 따라 조제조에 투입되어서 용해된 원료의 혼합액을 pH, 온도, 액량을 통해 분석할 수 있다.
[바화 01-03-04] 배지 조제 작업 표준서에 따라 원료 용해액의 준비 완료를 기록, 보고할 수 있다.

2) 배양 시스템 멸균

가) 멸균 작업 주의 사항 확인하기

[바화 02-01-01] 멸균 작업 표준서와 전 근무자의 현장 상태 전달 사항 및 인수인계에 따라 멸균기 운전의 주의 사항을 확인할 수 있다.
[바화 02-01-02] 멸균 작업 표준서와 전 근무자의 인수인계 사항에 따라 멸균기의 상태를 조사, 확인할 수 있다.
[바화 02-01-03] 멸균 작업 표준서와 전 근무자의 인수인계 사항에 따라 멸균기의 이상 상태를 정상화할 수 있다.
[바화 02-01-04] 멸균 작업 표준서에 따라 멸균기의 점검 일지를 작성, 보고, 공유할 수 있다.

나) 배지 멸균하기

[바화 02-02-01] 멸균 작업 표준서에 따라 멸균 조건을 확인할 수 있다.
[바화 02-02-02] 멸균 작업 표준서에 따라 멸균기와 발효기의 공멸균 상태를 확인할 수 있다.
[바화 02-02-03] 멸균 작업 표준서에 따라 배지 조제조의 배지 조제 완료 상태를 확인할 수 있다.
[바화 02-02-04] 멸균 작업 표준서에 따라 멸균기를 가동하여 배지를 멸균할 수 있다.
[바화 02-02-05] 멸균 작업 표준서에 따라 배지 멸균 작업을 완료하고 일지를 작성할 수 있다.
[바화 02-02-06] 멸균 작업 표준서에 따라 배지 멸균 작업의 완료를 보고, 공유할 수 있다.

다) 멸균 여부 확인하기

[바화 02-03-01] 멸균 작업 표준서에 따라 멸균 완료된 배지의 무균 시료를 채취할 수 있다.
[바화 02-03-02] 멸균 작업 표준서에 따라 무균 채취된 시료액을 현미경 검경 또는 고체 배양 방법으로 오염 여부를 확인할 수 있다.
[바화 02-03-03] 멸균 작업 표준서에 따라 오염 일지를 작성, 보고할 수 있다.

3) 배양

가) 배양 조건 확인하기

[바화 03-01-01] 배양 작업 표준서에 따라 배양 조건을 확인할 수 있다.
[바화 03-01-02] 배양 작업 표준서에 따라 배양에 이용될 장비의 정상 작동 여부를 확인할 수 있다.
[바화 03-01-03] 배양 작업 표준서에 따라 배양기의 각종 계측기를 보정할 수 있다.

나) 배양기 운전하기

[바화 03-02-01] 배양 작업 표준서에 따라 플라스크 배양으로부터 종균 배양기로 접종하고 배양할 수 있다.
[바화 03-02-02] 배양 작업 표준서에 따라 종균 배양기로부터 생산용 배양기로 종균을 이송할 수 있다.
[바화 03-02-03] 배양 작업 표준서에 따라 배양기의 운전 조건을 확인하고 운전할 수 있다.
[바화 03-02-04] 배양 작업 표준서에 따라 배양기의 정상 운영 상태 여부를 확인할 수 있다.
[바화 03-02-05] 배양 작업 표준서에 따라 배양 운전 조건에 맞도록 운전 조건을 관리할 수 있다.
[바화 03-02-06] 배양 작업 표준서에 따라 배양기 내로 투입할 각종 배지 성분을 추가할 수 있다.

다) 장비 운영 주의 사항 확인하기

[바화 03-03-01] 배양 작업 표준서에 따라 장비 운영에 필요한 모든 유틸리티의 압력, 온도 등의 공급 조건을 확인할 수 있다.
[바화 03-03-02] 배양 작업 표준서에 따라 장비 운영에 필요한 모든 유틸리티가 정상적으로 공급되는지 여부를 확인할 수 있다.
[바화 03-03-03] 배양 작업 표준서에 따라 장비 운영에 필요한 청결, 정리 정돈, 긴급 정지, 응급조치 등 모든 제반 준비 여부를 확인할 수 있다.

4) 환경·안전 점검

가) 안전 교육 내용 파악하기

[바화 04-01-01] 환경·안전 관리 표준서에 따라 위험 요소를 파악할 수 있다.
[바화 04-01-02] 환경·안전 관리 표준서에 따라 위험 발생 시 응급처치를 할 수 있다.
[바화 04-01-03] 작업 표준서에 따른 환경, 보건, 안전 관리 및 교육을 이수하고 그 내용을 파악할 수 있다.
[바화 04-01-04] 환경·안전 관리 표준서에 따라 위험물 안전 관리법, 유해 화학 물질 관리법 등 법정 안전 기준을 파악할 수 있다.

나) 예방 점검하기

[바화 04-02-01] 환경·안전 관리 표준서에 따라 고압 설비의 안전밸브 작동 여부를 확인할 수 있다.
[바화 04-02-02] 환경·안전 관리 표준서에 따라 고온 설비의 온도 측정기의 오작동 여부를 확인할 수 있다.
[바화 04-02-03] 환경·안전 관리 표준서에 따라 산·염기 등의 위험 물질 저장조의 누수 여부를 확인할 수 있다.

다) 사고 대책 수립하기

[바화 04-03-01] 환경·안전 관리 표준서에 따라 위급 상황 발생 시 응급조치를 할 수 있다.
[바화 04-03-02] 환경·안전 관리 표준서에 따라 이상 발생 시 비상 연락을 할 수 있다.
[바화 04-03-03] 환경·안전 관리 표준서에 따라 위급 상황 발생 시 현장을 보존할 수 있다.
[바화 04-03-04] 환경·안전 관리 표준서에 따라 위급 상황 발생 시 주위 작업자에게 전파할 수 있다.

라) 환경 관리 대책 수립하기

[바화 04-04-01] 환경·안전 관리 표준서에 따라 사용된 미생물을 폐기할 수 있다.
[바화 04-04-02] 환경·안전 관리 표준서에 따라 폐수 및 촉매, 촉매 효소 등의 폐기물을 처리할 수 있다.
[바화 04-04-03] 환경·안전 관리 표준서에 따라 소음 및 대기 오염 요인을 파악하고 보고할 수 있다.

5) 균주 보관

가) 동결 건조하기

[바화 05-01-01] 균주 보관 관리 표준서에 따라 균주 보관 조건을 결정할 수 있다.
[바화 05-01-02] 균주 보관 관리 표준서에 따라 동결 건조 작업 조건을 결정할 수 있다.
[바화 05-01-03] 균주 보관 관리 표준서에 따라 보존될 미생물을 배양하여 동결 건조를 준비할 수 있다.
[바화 05-01-04] 균주 보관 관리 표준서에 따라 동결 건조 작업을 수행할 수 있다.

나) 동결 건조 미생물 배양하기

[바화 05-02-01] 균주 보관 관리 표준서에 따라 동결 건조된 미생물의 배양 조건을 결정할 수 있다.
[바화 05-02-02] 균주 보관 관리 표준서에 따라 동결 건조된 미생물을 액체 배지와 고체 배지에 접종하여 배양할 수 있다.
[바화 05-02-03] 균주 보관 관리 표준서에 따라 동결 건조된 미생물의 정상 성장 여부를 확인할 수 있다.

다) 오염 확인하기

[바화 05-03-01] 배양 작업 표준서에 따라 냄새, 색깔, 거품 상태 등 배양 상태를 확인하여 오염 가능성을 판단할 수 있다.
[바화 05-03-02] 배양 작업 표준서에 따라 채취된 샘플을 현미경 검경을 통해 오염균 존재 여부를 확인할 수 있다.
[바화 05-03-03] 배양 작업 표준서에 따라 채취된 샘플을 고체 배양법으로 오염 여부를 확인할 수 있다.

6) 회수

가) 회수 조건 확인하기

[바화 06-01-01] 회수 작업 표준서에 따라 배양액의 성상을 파악할 수 있다.
[바화 06-01-02] 배양액의 성상에 따라 원심 분리, 여과 등 균체 회수 방법을 선택할 수 있다.
[바화 06-01-03] 선택된 회수 방법에 따라 운전 조건 도출할 수 있다.

나) 균체 분리하기

[바화 06-02-01] 회수 작업 표준서에 따라 균체의 양을 측정할 수 있다.
[바화 06-02-02] 회수 작업 표준서에 따라 분리 상태를 점검할 수 있다.
[바화 06-02-03] 회수 작업 표준서에 따라 균체 분리 설비를 운전할 수 있다.
[바화 06-02-04] 회수 작업 표준서에 따라 여과를 통한 분리 작업을 할 수 있다.
[바화 06-02-05] 회수 작업 표준서에 따라 균체 분리 및 여과 작업 결과를 작성, 보고할 수 있다.

다) 생산물 농도 측정하기

[바화 06-03-01] 회수 작업 표준서에 따라 시료 채취 및 전처리 방법을 파악할 수 있다.
[바화 06-03-02] 회수 작업 표준서에 따라 시료를 분석할 수 있다.
[바화 06-03-03] 채취된 시료를 회수 작업 표준서에 따라 생산물 농도를 산출할 수 있다.
[바화 06-03-04] 회수 작업 표준서에 따라 생산물 농도 측정 결과를 작성, 보고할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘생산물 농도 측정하기’ 학습 요소는 본 과목의 ‘GMP 문서·교육 관리’ 학습 영역과 연계하여 특정 공정, 방법, 기계 설비 또는 시스템이 미리 설정되어 있는 개발된 시험 방법의 의도된 목적에 따라 정확하고 재현성 있는 결과를 도출하는 것을 수행하도록 지도한다.
- [바화 06-03-04]는 본 과목의 ‘분석 결과 확인하기’ 학습 요소와 연계하여 정성 분석, 정량 분석을 제시된 디지털 기기의 활용으로 지도하도록 한다.

7) 제제화

가) 혼합하기

[바화 07-01-01] 혼합 표준 작업 지침서에 따라 혼합할 원료들을 확인하고 검수할 수 있다.
[바화 07-01-02] 혼합 표준 작업 지침서에 따라 이전 작업 후 청소 유무, 멸균 처리 완료 등의 혼합기 위생 상태를 점검하고 청결 유무를 판단할 수 있다.
[바화 07-01-03] 혼합 표준 작업 지침서에 따라 원료의 정량 및 배합 순서를 확인하고 온도를 조절할 수 있다.
[바화 07-01-04] 혼합 표준 작업 지침서에 따라 원액 해동, 산화 방지제, 완충 용액 등을 투입하고 교반하면서 기준에 맞는 농도, pH, 삼투압, 경도 및 점도 등을 맞출 수 있다.
[바화 07-01-05] 혼합 표준 작업 지침서에 따라 혼합의 완성도를 경도, 점도에 의해 판단하고 작업을 중지할 수 있다.
[바화 07-01-06] 혼합 표준 작업 지침서에 따라 제형에 이상 발생 시 원·부재료, 장비, 공정, 작업자에 대하여 생산 경로를 추적할 수 있다.

나) 건조하기

[바화 07-02-01] 제품 특성에 따른 분말 형태나 동결 건조 형태를 요구하는 제품에 대한 건조 공정 실시 여부를 확인할 수 있다.
[바화 07-02-02] 건조 표준 작업 지침서에 따라 건조 온도, 건조 시간, 압력 등 건조 조건을 설정하고 건조기를 운전할 수 있다.
[바화 07-02-03] 건조 표준 작업 지침서의 운전 조건에 따라 혼합물의 건조 정도를 판단하고 작업을 중지할 수 있다.

다) 분쇄하기

[바화 07-03-01] 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.
[바화 07-03-02] 분쇄 표준 작업 지침서에 따라 확인한 공정 조건을 설정하고 기기를 운전할 수 있다.
[바화 07-03-03] 분쇄 표준 작업 지침서에 따라 분쇄 상태를 입도 크기 등에 의해 판단하고 작업을 중지할 수 있다.

라) 제품 성형하기

[바화 07-04-01] 전 단계의 혼합, 건조, 분쇄 공정이 제품 성형하기에 적절한 상태인지 공정 중 품질 검사 결과를 통해 판단할 수 있다.
[바화 07-04-02] 고형제의 경우 제품 성형 관련 표준 작업 지침서에 따라 제품의 목적에 맞는 적절한 형태로 성형하기 위해 타정, 충진, 젤화 공정 실시 혹은 생략을 확인할 수 있다.
[바화 07-04-03] 제품 성형 관련 표준 작업 지침서에 따라 확인한 공정 조건을 설정하고 기기를 운전할 수 있다.
[바화 07-04-04] 제품 성형 관련 표준 작업 지침서에 따라 성형 상태를 판단하고 작업을 중지할 수 있다.

8) 품질 분석

가) 분석 항목 확인하기

[바화 08-01-01] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 시료의 물리·화학적 특성을 파악할 수 있다.
[바화 08-01-02] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 시료 측정 항목을 확인할 수 있다.
[바화 08-01-03] 분석에 필요한 전처리 방법과 시료 처리 시의 안전 사항을 확인할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '분석 항목 확인하기' 학습 요소는 본 과목의 'GMP 문서·교육 관리' 학습 영역과 연계하여 GMP 문서 관리 규정, 제품 표준서 및 제조 지시서 작성 및 운영 규정, 제조 장비별·분석 기기별 적격성 평가 자료에 대한 내용 규정에 따라 작성하도록 한다.

나) 분석 작업 수행하기

[바화 08-02-01] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 분석 기기 사용 시 주의 사항을 파악할 수 있다.
[바화 08-02-02] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 분석 기기의 정상 가동 상태를 확인할 수 있다.
[바화 08-02-03] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 정량을 위한 검량 곡선을 작성할 수 있다.
[바화 08-02-04] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 시료를 분석할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '분석 작업 수행하기' 학습 요소는 본 과목의 'GMP 문서·교육 관리' 학습 영역과 연계하여 GMP 문서 관리를 위한 전자 문서 시스템 활용 능력, GMP 문서 작성 능력, GMP 문서 관리를 위한 제조 설비 적격성 평가 활용 및 분석 기기 적격성 평가 활용 능력 기술에 맞게 디지털 기기의 활용을 함께 지도하도록 한다.

다) 분석 결과 확인하기

[바화 08-03-01] 품질 관리 표준 작업 지침서의 내부 규격에 따라 분석 결과를 읽고 데이터를 정리할 수 있다.
[바화 08-03-02] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 통계 처리 후 분석 결과의 유효성을 확인할 수 있다.
[바화 08-03-03] 품질 관리 표준 작업 지침서에 따라 분석 결과 보고서를 작성할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '분석 결과 확인하기' 학습 요소는 다양한 소프트웨어를 사용하여 멀티미디어 수준의 다양한 형식으로 수정, 개선, 작성 및 편집하여 창의적인 방식으로 표현하도록 디지털 기기의 활용을 지도하도록 한다.

9) 시설 관리

가) 시설 관리하기

[바화 09-01-01] 사업장 배치도에 따라 설치된 시설물의 현황 및 흐름도를 파악할 수 있다.
[바화 09-01-02] 해당 시설물에 대한 점검 대상 범위와 세부 항목을 선정할 수 있다.
[바화 09-01-03] 육안, 장비 등을 이용하여 점검 대상의 이상 유무를 확인할 수 있다.
[바화 09-01-04] 시설물 안전 관리 지침에 따라 이상이 발생한 시설물에 대한 개량, 보수, 보강 등 적절한 추가 조치를 취할 수 있다.
[바화 09-01-05] 시설물 관리 대장을 작성할 수 있다.

나) 장비 관리하기

[바화 09-02-01] 사업장에 사용 중인 장비의 현황 및 흐름도를 파악할 수 있다.
[바화 09-02-02] 해당 장비에 대한 점검 대상 범위와 세부 항목을 선정할 수 있다.
[바화 09-02-03] 장비 관리 대장의 구입 시기, 점검 시기, 교체 시기, 수리 이력 등을 작성할 수 있다.
[바화 09-02-04] 장비 관련 표준 작업 지침서에 따라 정기적으로 장비의 이상 유무를 확인할 수 있다.
[바화 09-02-05] 장비 안전 관리 지침에 따라 이상이 발생한 장비에 대한 적절한 추가 조치를 취할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '장비 관리하기' 학습 요소는 본 과목의 'GMP 문서·교육 관리' 학습 영역과 연계하여 GMP 문서 관리 규정, 제품 표준서 및 제조 지시서 작성 및 운영 규정, 제조 장비별·분석 기기별 적격성 평가 자료에 대한 내용 규정에 따라 정기적으로 장비의 이상 유무를 작성하고 확인할 수 있도록 한다.

다) 유틸리티 관리하기

[바화 09-03-01] 사업장에 설치된 유틸리티의 현황 및 흐름도를 파악할 수 있다.
[바화 09-03-02] 유틸리티 점검 시기, 교체 시기와 같은 이력 카드를 작성할 수 있다.
[바화 09-03-03] 장비 관련 표준 작업 지침서에 따라 정기적으로 유틸리티의 이상 유무를 확인할 수 있다.
[바화 09-03-04] 유틸리티 안전 관리 지침에 따라 이상이 발생한 유틸리티에 대한 적절한 추가 조치를 취할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '유틸리티 관리하기' 학습 요소는 본 과목의 'GMP 문서·교육 관리' 학습 영역과 연계하여 유틸리티 관리하기를 위한 관련 규정을 정확히 숙지하고, GMP 규정 준수 태도를 갖도록 지도한다.

10) GMP 문서·교육 관리

가) GMP 문서 관리하기

[바화 10-01-01] GMP 문서 관리 규정에 따른 제조, 품질 관리, 품질 보증 관련 문서의 종류와 관리 체계(작성, 검토, 승인)를 파악하고 보존 기간과 관리 부서를 선정할 수 있다.
[바화 10-01-02] GMP 규정에 따라 제품 표준서를 개정하고 이력을 관리할 수 있다.
[바화 10-01-03] GMP 규정에 따라 개정된 문서를 검토하고 승인할 수 있다.
[바화 10-01-04] 전자 문서 시스템의 경우 자기 테이프, 마이크로필름, 백업의 방법으로 기록의 훼손과 소실을 대비하고 필요시 판독 가능한 방법으로 출력할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘GMP 문서 관리하기’ 학습 요소는 본 과목의 ‘품질 분석’ 학습 영역과 연계하여 제조 장비별, 분석 기기별 기계·설비 또는 시스템이 설정된 기준에 맞게 설치되고, 예측된 운전 범위 내에서 의도한 대로 가동하는지와 설정된 품질 기준에 맞게 제품을 제조할 수 있는지의 GMP 규정 준수 태도를 갖추고 수행할 수 있도록 지도한다.

나) GMP 교육하기

[바화 10-02-01] GMP 규정에 따른 교육·훈련 규정을 파악할 수 있다.
[바화 10-02-02] 교육자, 피교육자, 교육 내용, 교육 일정을 포함한 연간 교육 계획을 수립할 수 있다.
[바화 10-02-03] 연간 교육 계획에 따라 대상자별 교육 내용, GMP 규정에 따른 교육 훈련 시간 등이 반영된 교육 훈련을 실시하고 평가할 수 있다.
[바화 10-02-04] 교육 평가 결과가 부적합한 피교육자에 대하여 교육·훈련 규정에 따라 재교육 및 재평가를 실시할 수 있다.
[바화 10-02-05] 교육 일지에 따라 개인별 교육 이력을 관리하고 교육 평가 결과서를 작성할 수 있다.
[바화 10-02-06] 필요한 경우에는 외부 전문 기관에 교육을 의뢰할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '바이오 화학 제품 제조' 교과 교육과정에서 제시한 교과 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 바이오 산업 분야에서 필요로 하는 직무 역량을 기를 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) '바이오 화학 제품 제조' 과목의 교수·학습은 교과 교육과정에서 목표로 하는 기술적 사고력, 정보 활용 능력과 창의적 문제 해결력 및 디지털 소통 능력을 함양하는 데 목표를 둔다.

나) 바이오 화학 제품 제조에서 공정별로 각종 기기 및 기구의 조작법에 대해 시범 시연과 학생의 직접 조작으로 실무 기능을 능숙하게 다를 수 있도록 교수·학습을 계획한다.

다) '바이오 화학 제품 제조' 교육과정에서 해당 역량을 중점적으로 달성할 수 있는 학습 영역과 필수 지식·기능·태도 등을 도출하고, 이를 중심으로 교수·학습을 계획한다.

2) '바이오 화학 제품 제조' 과목의 학습 활동 과정에서 눈에 보이지 않는 미생물과 생명 현상 및 법칙 등의 특성을 반영하여 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공함으로써 학생들이 교과에 흥미를 가지고 의미 있는 배움이 일어날 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) 바이오 화학 제품 제조에서 기본이 되는 지식으로서 멸균 시스템 이해, 세포 증식·복제, 미생물 배양, 균체 분리, 농도 측정 및 정성·정량 분석 등 여러 가지 직무 등을 학습하는 과정에서 실생활과 관련된 사례와 다양한 예제 등을 활용하여 이해를 높일 수 있도록 계획한다.

나) 학습 과정에서 전문 용어나 새로운 지식을 습득해야 할 경우에는 프로젝트법, 문제 해결법, 토의법 등 이해도를 높일 수 있는 다양한 교수·학습 방법을 활용하여 지도한다.

다) 바이오 화학 제품(향장품, 의약품, 건강 보조 식품, 바이오 플라스틱 등)과 관련된 다양한 예시와 국내외 사례를 통해 학습하는 방안을 계획한다.

3) '바이오 화학 제품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 실험·실습을 통해 학생이 습득해야 할 기능이 무엇이고, 이를 효과적으로 습득하는 방법이 무엇인가에 중점을 두고 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) '배양 원료 준비', '배양 시스템 멸균' 영역에서는 실제 배양을 하기 전 교사 시연을 통해 필요한 직무 및 역량을 파악하여 사전에 안내하고, 미실시 시 발생될 수 있는 결과를 개발한 콘텐츠 자료를 통해 함께 교육한다.

나) '배양', '균주 보관', '회수', '제제화' 영역에서는 이 과정 중 발생하는 생·화학적 현상을

다양한 콘텐츠 자료로 제시하고, 온라인 수업 자료로도 활용하여 학습한 내용을 실험·실습으로 구현할 수 있는 온오프라인 연계 수업으로 적용한다.

다) '품질 분석' 영역에서 이화학·기기 분석은 개별적으로 장비의 특성과 원리, 작동법을 미리 숙지한 후 협동 학습이 진행될 수 있도록 한다.

라) '환경·안전 점검', '시설 관리', 'GMP 문서·교육 관리' 영역에서는 이에 맞게 각 공정을 관리하여 최상의 품질 관리 및 보증이 유지되는 실험·실습 체계를 계획한다.

마) 기존 공급자 중심 교육 방향에서 학생 맞춤형 교육과정 및 교육과정 자율성 확대에 맞게 고교학점제 도입을 고려한 학습 영역을 설정한다.

바) 학점제 교육과정 편성 및 운영 시 학과 내 세부 전공 코스형 전공 심화 과정을 고려해 'GMP 문서·교육 관리' 학습 영역을 디지털 역량과 연계하여 계획한다.

사) 학교의 교육 여건과 학생의 요구 수준 등을 고려해 관련 기관, 산업체 등을 견학하여 학습 효과를 높일 수 있도록 하고, 산업 현장에 진출 시 현장 적응력을 높여 실무에 종사할 수 있는 자질과 능력을 갖추도록 한다.

4) '바이오 화학 제품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 학생이 바이오 산업에 대한 바람직한 태도를 함양할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) 생명체의 기능과 정보를 다루는 분야의 전문성과 책무성을 올바르게 이해할 수 있도록 지도하며, 바람직한 윤리관과 직업 가치관을 기르도록 하는 데 중점을 둔다.

나) 바이오 화학 제품 제조 시 안전 수칙 및 요령 등을 숙지하여 제품을 생산하고, 바이오 화학 제품의 위생 관리의 중요성을 인식하도록 하는 데 중점을 둔다.

5) '화학 공업' 교과(군)의 총체성을 고려하여 '바이오 화학 제품 제조' 과목 지도 시 교과(군) 내 다양한 과목과 연계하여 지도한다.

가) '바이오 화학 제품 제조' 과목 학습 과정에서 이해도 증진을 위하여 필요시에 전공 실무 과목인 '바이오 의약품 제조', '화학 분석', '화장품 제조' 등의 교과와 연계하여 교수·학습을 계획하고 운용한다.

나) 바이오 화학 제품 제조에 필요한 몰 농도, 몰랄 농도, % 농도 등 농도에 대한 개념 및 pH 등 기초 지식과 제조의 원리를 전공 일반 과목인 '바이오 기초 화학', '공업 화학' 등의 교과 연계로 학습 전이를 향상하고, 이해를 높일 수 있도록 계획한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '바이오 화학 제품 제조' 과목은 인류에게 필요한 유용 물질과 서비스를 다루는 전문인을 양성하기 위한 과목이므로 교수·학습 과정에서 지식, 기술 및 실습실 청결 관리 소양 등이 균형을 이루어야 바이오 직무 능력을 갖춘 전문인으로 균형 있게 성장할 수 있다.

2) 실험·실습 수업 시작 전 안전사고 예방 교육을 실시하고, 위험한 실험·실습은 '메타버스' 환경 등 가상 실습실 구현 공간을 이용해 실현하고, 실습실 안전사고가 발생할 경우 대처 방법을 숙지할 수 있도록 유의한다.

3) 문제 해결 및 과제 해결 수업으로 모둠 수업을 진행할 때는 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있게 수업 분위기가 조성되도록 유도한다.

4) 교수·학습 설계 시 국가 교육과정의 목표를 달성하기 위해 지역사회와 산업체, 학교 및 학생의 특성을 고려하여 개별 맞춤형 교수·학습을 운영한다.

5) 수업 설계 시 대면·비대면 수업 및 블랜디드 수업 등 다양한 환경 변화에 대응할 수 있도록 계획한다.

6) 학교의 교육 여건과 학생의 요구 수준 등을 고려, 재구성하여 지도할 수 있다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '바이오 화학 제품 제조' 교과 교육과정에서 제시한 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 바이오 산업 분야에서 요구하는 문제 해결 능력과 창의적 사고 역량, 공동체 역량, 정보 활용 능력 및 디지털 역량을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

   가) 학생의 교육 목표 도달도를 확인하고 교수·학습의 질을 개선하는 데 주안점을 두며, 교수·학습과 평가 활동이 일관성이 있게 이루어지도록 하고, 학교에서 가르친 내용과 기능에 대하여 학생 개개인의 교과별 성취기준·평가기준에 따른 성취도와 학습 수행 과정을 평가하는 방법을 적용한다.

   나) 평가 과정에서 각 학습 영역별 실무 개념이나 기능을 효과적으로 습득하고, 유사 직무 사례

들을 스스로 탐색하며, 이를 통해 미시적 세계인 바이오의 생·화학적 개념과 직무를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

다) 학습 영역에서 '배양 원료 준비', '배양 시스템 멸균', '배양', '균주 보관', '회수'는 미생물을 생장 조건을 이해하고, 배양 조건을 구성한 후 실제로 목적하는 미생물을 배양해 보면서 나타나는 현상을 확인해 보는 실습 수행과 그 결과를 '제제화' 및 '품질 분석' 학습 영역과 연계한 실습 보고서로 작성할 수 있는 능력 등을 종합적으로 평가한다.

라) 직접적 실험·실습이 어려운 내용의 경우 온라인 매체를 통한 정보 수집, 시뮬레이션, 메타버스 환경 등의 가상 실습 공간을 활용한 간접 실습을 통해 평가함으로써 디지털 역량과 정보 활용 능력을 강화하는 데 중점을 둔다.

마) 평가 결과는 학생의 학습 동기 유발 및 개별 지도, 보충 이수 자료 등에 활용하여 교수·학습 개선에 환류될 수 있도록 한다.

2) '바이오 화학 제품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 학생의 수업 참여 동기를 높이고, 산업 현장 적응성을 높이는 평가가 이루어질 수 있도록 한다.

가) '환경·안전 점검'과 '시설 관리' 영역에서는 'GMP 문서·교육 관리' 영역과 연계하여 각 공정을 규정에 맞게 관리하고, 최상의 품질 보증이 유지되는 실험·실습 체계를 유지하면서 최종 '품질 분석'까지 이루어지는 산업 현장의 시스템을 적용한, 학생이 습득해야 할 기능과 직무가 무엇인가에 중점을 두고 평가를 계획하고 시행한다.

나) 프로젝트 학습을 통해 학생들이 배운 내용을 적용하여 실제 직무 상황을 경험할 수 있는 기회를 제공하고, 이 과정 및 결과에 대하여 평가한다.

다) 디지털 기기를 이용한 정보 수집, 토론 활동 등을 통해 디지털 역량과 의사소통 역량을 평가한다.

라) 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트, 실습 보고서, 포트폴리오 등 구체적인 평가 척도를 개발하여 평가의 신뢰도, 타당도, 객관성을 높일 수 있도록 한다.

3) '바이오 화학 제품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 학생이 생명을 다루는 전문인으로서 바람직한 윤리적 태도를 가지고 있는지를 평가하되, 교과 교육과정에서 목표로 하는 역량 및 학습 영역에 제시된 지식, 기술, 태도 등을 도출하여 전반적으로 평가한다.

4) 수행평가 항목의 기본 점수는 수행평가에 참여한 학생의 수행 능력이 최소 성취수준에 미도달한 경우에 부여하는 점수임을 고려하여 계획한다. 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 보충 자료 및 보충 수업을 제공한다.

5) 평가는 평가 지침에 제시된 방법과 평가 절차에 따르고, 수행평가 학습 요소 선정과 시행에 관한 사항을 평가 계획서에 근거하여 점검표로 만들어 이론과 지식을 나누어 평가하거나, 종합적인 결과물의 평가 등 각 항목을 점검함으로써 신뢰도를 유지한다.

나. 평가 방법

1) '배양 원료 준비' 영역에서는 배지 조제 작업을 위한 저울 검·교정 확인, 원료 칭량, 조제조 투입 등을 수행하는 능력을 평가하기 위하여 표준 분동을 이용한 저울의 눈금 수치 확인, 배지 조제 관련 분석 기기(저울, pH 미터 등)의 활용을 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 및 온라인 매체를 활용한 사례 연구 등의 방법으로 평가한다.

2) '배양 시스템 멸균' 영역에서는 멸균 시 주의 사항 확인, 멸균기를 이용한 배지 멸균, 멸균 여부 확인을 수행하는 능력을 평가하기 위하여 멸균기 이상 상태 정상화 방법, 미생물 배양 전 배양에 필요한 조건 확인, 미생물 균체·유전자원 제거 등 현미경 활용을 서술형 시험, 평가자 질문 및 체크리스트, 작업장 평가 등의 방법으로 평가한다.

3) '배양' 영역에서는 미생물을 배양 용기에서 증식시키고 목적 산물을 생산하도록 배양 조건 확인(배지 성분, 온도, 압력, pH, 교반 속도 등), 배양기 운전, 장비 운영 주의 사항 확인 등을 수행하는 능력을 평가하기 위해 배양기의 각종 계측 장비(pH 미터, 현미경, DO 측정기, 분광 광도계) 활용, 플라스크 배양, 종균 배양의 스케일 업(scale up)을 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문 및 체크리스트, 작업장 평가 등의 방법으로 평가한다.

4) '환경·안전 점검' 영역에서는 환경·안전 점검을 위해 안전 교육 내용 숙지, 예방 점검, 사고 대책 수립, 환경 관리 대책 수립 등의 업무를 수행하는 능력을 평가하기 위해 「산업 안전 보건법」, 「위험물 안전 관리법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 등 산업 안전 및 위험물 취급 지식, 유해 화학 물질 관리 지식 및 환경 관리 기준에 대한 지식 확인과 물질 보관 상태 확인 능력, 위험 물질 누출 시 대처 기술 능력과 소화기(소화전) 사용 기술, 사고 대책 수립 문서 작성 능력 및 응급 처치 기술을 서술형 시험, 평가자 질문 및 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등의 방법으로 평가한다.

5) '균주 보관' 영역에서는 지속적이고 동일한 배양 결과물을 획득하고, 미생물 계량을 위한 원료·중간 산물·목적물을 보관하기 위해 동결 건조, 동결 건조 미생물 배양, 오염 여부 확인 등의 업무를 수행하는 능력을 평가하기 위해 미생물 균주별 특성에 따른 균주 성상, 배지, 온도, 압력 등 보관 조건의 이해와 고체 배지에 배양한 미생물의 현미경 확인, 미생물의 정상 성장 여부 확인(시간 경과에 따른 균체의 수 증가 속도 확인)을 서술형 시험, 평가자 질문 및 체크리스트, 작업장 평가

및 온라인 매체를 활용한 사례 연구 등의 방법으로 평가한다.

6) '회수' 영역에서는 분리·정제의 원활한 수행을 위한 전처리 단계로 생산된 제품을 회수하기 위하여 회수 조건 확인, 균체 분리, 생산물 농도 측정 등의 업무를 수행하는 능력을 평가하기 위해 배양액의 냄새, 색깔, 점도 등 배양액의 성상을 확인하고, 적절한 균체 회수를 위한 공정(여과, 침전, 원심 분리 등)을 선택하여 시료 농도 계산을 통한 시험 방법 밸리데이션 계획 수립 여부 등을 서술형 시험, 평가자 질문 및 체크리스트, 작업장 평가, 구두 발표 등의 방법으로 평가한다.

7) '제제화' 영역에서는 혼합, 건조, 분쇄, 제품 성형 등을 수행하는 능력을 평가하기 위해 물질상, 계면상, 미셀(micelle), 나노 기술 지식 및 물성에 따른 혼합 비율에 대한 지식, 물질의 물리·화학적 특성에 대한 지식과 제제화에 필요한 제반 기기 활용·관리 능력(교반기, 유화기, 타정기, 충진기 등) 등을 평가자 질문 및 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가, 구두 발표, 온라인 매체를 활용한 사례 연구 등의 방법으로 평가한다.

8) '품질 분석' 영역에서는 제품의 품질을 향상시키고 최적화하기 위하여 분석 항목 확인, 분석 작업 수행, 분석 결과 확인 등의 업무를 수행하는 능력을 평가하기 위해 물질의 물리·화학적 성질에 대한 지식, 품질 규격에 대한 지식, 시료 채취 기술, 원료 보관 기술, 제품별·단계별 적절한 분석 기기(분광 광도계, 크로마토그래피, 현미경, SEM_전자 현미경 등) 선택과 정보 활용 능력 및 디지털 역량을 활용한 정성·정량 분석을 통한 GMP 기준 관리 등을 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험 및 온라인 매체를 활용한 사례 연구 등의 방법으로 평가한다.

9) '시설 관리' 영역에서는 시설, 장비, 유틸리티 등을 관리하고 유지·보수하는 일 등을 수행하는 능력을 평가하기 위해 사업장 배치도 및 시설물 관리 대장 해독 능력, 점검 장비 운전 및 관리 기술, 성능 지표 선정 및 성능 평가 능력, 장비별 수리 및 추가 조치 능력 등 시설물 관리 대장 작성 능력과 유틸리티별 운전 및 관리 기술, 표준 점검 방법을 검증하고 문서화하는 능력 등을 문제 해결 시나리오, 평가자 질문 및 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 및 온라인 매체를 활용한 사례 연구 등의 방법으로 평가한다.

10) 'GMP 문서·교육 관리' 영역에서는 품질의 안정성을 확보하기 위해 GMP 규정에 따른 GMP 문서 관리, GMP 교육을 수행할 수 있는 능력을 평가하기 위해 GMP 문서 관리 규정에 따른 제품 표준서 작성, 제조 지시서 작성 및 운영 규정 준수, 제조 장비별·분석 기기별 적격성 평가 자료에 대한 지식, 의약품 제조·위생 관리 및 품질 관리에 대한 지식 등을 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 및 온라인 매체를 활용한 사례 연구 등의 방법으로 평가한다.

[전공 실무 과목]

8. 화장품 제조

1. 성격 및 목표

가. 성격

화장품 산업은 바이오 화학, 피부 과학 등의 융합 과학을 기반으로 하여 인체를 청결·미화하여 용모를 매력 있게 변화시키거나 피부, 모발 등의 건강을 유지 및 증진시키는 산업으로, 한국의 미용 산업인 K-뷰티를 기반으로 하여 글로벌 시대에 인정받는 고부가 가치 산업으로 성장하고 있다.

'화장품 제조' 과목은 화장품 생산 기술자, 화장품 품질 관리 기술자, 화장품 연구 개발 연구원 등 화장품 분야의 전문 인력 양성에 그 목적을 두고 있다. 해당 분야의 취업 및 창업 등 진로를 개척할 수 있는 평생 학습 능력을 길러 자아를 실현하며, 전 생애에 거쳐 화장품 분야의 전문 역량을 갖춘 현장 전문가로 성장하도록 돕는다. 이러한 목적을 위하여 화장품 분야의 기초 지식과 산업체 현장과 연계된 실무 능력, 장비 운용 태도 및 디지털 융합 역량 함양 교육과정을 운영할 필요가 있다.

'화장품 제조' 과목은 화장품 제조 준비, 기초·색조·모발 화장품 제조, 화장품 관능검사, 화장품 시험 장비 관리, 화장품 미생물 시험, 화장품 위생·안전 관리로 학습 내용이 구성되어 있으며, 화장품 제조 분야의 전문 역량을 갖춘 현장 전문가를 양성하기 위한 전공 실무 과목이다.

나. 목표

화장품 제조는 원료 물질의 칭량, 혼합 등의 일련의 작업을 제조 기준서에 따라 화장품을 제조하는 것으로서 생산 계획과 관리 등의 간접적인 직무도 포함하여 수행한다. '화장품 제조' 교육과정은 화장품 제조, 화장품 시험·검사, 화장품 위생·안전 관리 등에 필요한 화장품 분야 직무 능력을 갖춘 기술인 양성에 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

첫째, 화장품 분야의 기초 원리와 직무별 기능·기술을 기반으로, 디지털 역량을 융합적으로 습득하여 변화하는 화장품 현장에서 실무를 능동적으로 수행할 수 있다.

둘째, 화장품 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 융합 사고 능력, 문제 해결 능력, 의사소통 능력, 협업 능력을 길러 산업 현장의 실무를 창의적으로 수행할 수 있다.

셋째, 화장품 분야의 기술 발전과 변화에 대응할 수 있는 디지털 역량과 전문 역량을 향상하고, 자신의 직업 생애를 설계함으로써 개인의 행복을 추구하며 해당 산업 발전에 기여할 수 있는 역량을 기른다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
화장품 제조 준비	• 제조 설비 점검하기 • 정제수 점검하기 • 제조 위생 점검하기 • 원료 칭량하기
기초 화장품 제조	• 세안 화장품 제조하기 • 화장수 제조하기 • 로션·크림 제조하기 • 에센스·젤 제조하기 • 팩·마스크 화장품 제조하기 • 자외선 차단 화장품 제조하기
색조 화장품 제조	• 메이크업 베이스·파운데이션 화장품 제조하기 • 페이스 파우더·콤팩트 화장품 제조하기 • 립 메이크업 화장품 제조하기 • 아이 메이크업 화장품 제조하기 • 네일 메이크업 화장품 제조하기
모발 화장품 제조	• 샴푸·린스 제조하기 • 헤어 컨디셔닝 화장품 제조하기 • 헤어 스타일링 화장품 제조하기 • 탈모 증상 완화 화장품 제조하기
화장품 관능 검사	• 외관·색상 검사하기 • 향취 검사하기 • 사용감 검사하기
화장품 시험 장비 관리	• 시험 장비 운용하기 • 시험 장비 검·교정하기 • 시험 장비 유지·관리하기
화장품 미생물 시험	• 검액 제조하기 • 총 호기성 생균 수 시험하기 • 특정 세균 시험하기
화장품 위생·안전 관리	• 생산 설비 세척·소독하기 • 작업장 청결 유지하기 • 작업자 청결 유지하기 • 안전 관리 규정 준수하기 • 방충·방서 관리하기

나. 성취기준

1) 화장품 제조 준비

가) 제조 설비 점검하기

[화품 01-01-01] 제조 지시서에 따른 혼합 제조 설비의 특성과 최근 가동 상황 기록을 확인할 수 있다.
[화품 01-01-02] 제조 관리 기준서의 점검 방법에 따라 혼합 제조 설비와 부속 기기를 점검하여 이상 여부를 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 01-01-03] 제조 관리 기준서의 점검 방법에 따라 게이지와 미터 등의 계측 기기를 점검하여 이상 여부를 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 01-01-04] 제조 관리 기준서의 점검 방법에 따라 스팀과 냉각수 등 제조에 필요한 유틸리티를 점검하여 이상 여부를 파악하고 조치할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화품 01-01-01] 작업 시 위험 요소를 고려하여 안전 장비를 구비하고 수행하도록 한다.
- [화품 01-01-02] 부품이 파손되지 않도록 주의하여 조치할 수 있도록 한다.
- [화품 01-01-03]은 '화학 물질 관리' 과목의 '화학 물질 취급 작업 안전 점검' 학습 영역과 연계하여 주변의 안정성을 확인하고 조치할 수 있도록 한다.
- [화품 01-01-04] 디지털 기기를 활용하여 제조에 필요한 유틸리티를 점검하고, 이상 여부를 파악하는 과정에서 디지털 역량을 함양하도록 지도한다.

나) 정제수 점검하기

[화품 01-02-01] CGMP와 사내 규정에 따라 정제수 공급 설비 관리 기준과 정제수의 품질 기준을 파악할 수 있다.
[화품 01-02-02] 정제수 공급 설비의 관리 절차서에 따라 설비를 점검하여 이상 여부를 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 01-02-03] 정제수 품질 관리 기준에 따라 정제수의 품질을 모니터링하여 이상 여부를 파악하고 조치할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화품 01-02-01] 디지털 기기를 활용하여 CGMP와 사내 규정을 조사하고, 정제수 공급 설비 관리 기준과 정제수의 품질 기준을 숙지하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.
- [화품 01-02-03]은 '바이오 의약품 제조' 과목의 '환경 모니터링' 학습 영역과 연계하여 작업장 청정도, 환경 모니터링용 배지, 장비의 이상 여부를 파악하고 조치할 수 있도록 한다.

다) 제조 위생 점검하기

[화품 01-03-01] 제조 위생 관리 기준서에 따라 제조 설비의 세척과 평가에 대한 관리 방법을 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 01-03-02] 제조 위생 관리 기준서에 따라 제조 작업실의 청결에 대한 관리 방법을 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 01-03-03] 제조 위생 관리 기준서에 따라 제조 작업원의 건강, 위생 관리, 복장 착용의 적합 여부를 파악하고 조치할 수 있다.

라) 원료 칭량하기

[화품 01-04-01] 제조 지시서에 따라 원료의 종류와 특성을 반영하여 칭량 용기의 재질과 크기를 선정할 수 있다.
[화품 01-04-02] 제조 지시서에 따라 생산량에 대한 원료의 소요량을 저울로 칭량할 수 있다.
[화품 01-04-03] 제조 지시서에 따라 원료의 종류 및 특성을 반영하여 적절한 혼합 칭량 여부를 결정할 수 있다
[화품 01-04-04] 제조 지시서에 따라 칭량 용기에 원료명, 확인 코드, 보관 조건, 보관 기간, 불출 날짜 등을 표시할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [화품 01-04-02]는 '화학 분석' 과목의 '실험 기구 준비하기' 학습 요소와 연계하여 분석용 저울, 조제용 저울, 전기식 지시 저울 등 다양한 칭량 기구의 운용 및 관리 방법에 대해 지도한다.
- [화품 01-04-03]은 '제조 화확' 과목의 '그 밖의 유기 화합물' 학습 요소와 연계하여 화장품 성분이 가져야 할 기본적인 조건, 원료 및 제품의 성분 정보, 화장품의 유형별 효과에 대해 지도한다.
- [화품 01-04-04] 최근 개정된 「화장품법」, 「화장품법 시행령」, 「화장품법 시행 규칙」을 참고하여 지도한다.

2) 기초 화장품 제조

가) 세안 화장품 제조하기

[화품 02-01-01] 세안 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 02-01-02] 세안 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-01-03] 세안 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-01-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 세안 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 02-01-05] 제조된 세안 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 02-01-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '기초 화장품 제조', '색조 화장품 제조', '모발 화장품 제조' 학습 영역은 각각의 학습 요소 간 유사성이 있으므로 연계하여 지도한다.
- [화품 02-01-01] 우수 화장품 제조 및 품질 관리 기준(CGMP)의 4대 기준서인 제품 표준서, 제조 관리 기준서, 품질 관리 기준서, 제조 위생 관리 기준서와 연계하여 지도한다.
- [화품 02-01-02] 니트로메탄, 아트라놀, 클로로아트라놀 등 화장품에 사용할 수 없거나 사용상의 제한이 되는 원료를 파악할 수 있도록 한다.
- [화품 02-01-03] 디지털 기기를 이용하여 제조 지시서의 주요 사항을 파악하고, 이에 대한 중요성에 대해 토의하는 활동을 통해 디지털 역량과 공동체 역량을 함양할 수 있도록 지도한다.
- [화품 02-01-04] 디지털 기기를 이용하여 세부 공정 작업 과정과 결과를 기록하고 공유함으로써 지식정보처리 역량을 함양할 수 있도록 지도한다.
- [화품 02-01-05]는 본 과목의 '화장품 관능 검사', '화장품 시험 장비 관리' 학습 영역과 연계하여 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 조치할 수 있도록 한다.
- [화품 02-01-06]은 '화학 물질 관리' 과목의 '화학 물질 입·출하 관리' 학습 영역과 연계하여 화학 물질 이송 시 안전 수칙을 준수할 수 있도록 한다.

나) 화장수 제조하기

[화품 02-02-01] 화장수 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 02-02-02] 화장수 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-02-03] 화장수 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-02-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 화장수을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 02-02-05] 제조된 화장수 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 02-02-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

다) 로션·크림 제조하기

[화품 02-03-01] 로션·크림 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 02-03-02] 로션·크림 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-03-03] 로션·크림 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-03-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 화장수을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 02-03-05] 제조된 로션·크림 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 02-03-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

라) 에센스·젤 제조하기

[화품 02-04-01] 에센스·젤 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 02-04-02] 에센스·젤 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-04-03] 에센스·젤 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-04-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 에센스·젤을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 02-04-05] 제조된 에센스·젤 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 02-04-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

마) 팩·마스크 화장품 제조하기

[화품 02-05-01] 팩·마스크 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 02-05-02] 팩·마스크 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-05-03] 팩·마스크 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-05-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 팩·마스크를 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 02-05-05] 제조된 팩·마스크 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 02-05-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

바) 자외선 차단 화장품 제조하기

[화품 02-06-01] 자외선 차단 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 02-06-02] 자외선 차단 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-06-03] 자외선 차단 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 02-06-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 자외선 차단 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 02-06-05] 제조된 자외선 차단 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 02-06-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

3) 색조 화장품 제조

가) 메이크업 베이스·파운데이션 화장품 제조하기

[화품 03-01-01] 메이크업 베이스·파운데이션 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 03-01-02] 메이크업 베이스·파운데이션 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-01-03] 메이크업 베이스·파운데이션 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-01-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 메이크업 베이스·파운데이션 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 03-01-05] 제조된 메이크업 베이스·파운데이션 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 03-01-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

나) 페이스 파우더·콤팩트 화장품 제조하기

[화품 03-02-01] 페이스 파우더·콤팩트 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 03-02-02] 페이스 파우더·콤팩트 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-02-03] 페이스 파우더·콤팩트 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-02-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 페이스 파우더·콤팩트 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 03-02-05] 제조된 페이스 파우더·콤팩트 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 03-02-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

다) 립 메이크업 화장품 제조하기

[화품 03-03-01] 립 메이크업 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 03-03-02] 립 메이크업 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-03-03] 립 메이크업 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-03-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 립 메이크업 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 03-03-05] 제조된 립 메이크업 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 03-03-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

라) 아이 메이크업 화장품 제조하기

[화품 03-04-01] 아이 메이크업 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 03-04-02] 아이 메이크업 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-04-03] 아이 메이크업 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-04-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 아이 메이크업 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 03-04-05] 제조된 아이 메이크업 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 03-04-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다

마) 네일 메이크업 화장품 제조하기

[화품 03-05-01] 네일 메이크업 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 03-05-02] 네일 메이크업 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-05-03] 네일 메이크업 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 03-05-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 네일 메이크업 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 03-05-05] 제조된 네일 메이크업 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 03-05-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

4) 모발 화장품 제조

가) 샴푸·린스 제조하기

[화품 04-01-01] 샴푸·린스 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 04-01-02] 샴푸·린스 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-01-03] 샴푸·린스 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-01-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 샴푸·린스를 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 04-01-05] 제조된 샴푸·린스 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 04-01-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

나) 헤어 컨디셔닝 화장품 제조하기

[화품 04-02-01] 헤어 컨디셔닝 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 04-02-02] 헤어 컨디셔닝 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-02-03] 헤어 컨디셔닝 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-02-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 헤어 컨디셔닝 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 04-02-05] 제조된 헤어 컨디셔닝 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 04-02-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

다) 헤어 스타일링 화장품 제조하기

[화품 04-03-01] 헤어 스타일링 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 04-03-02] 헤어 스타일링 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-03-03] 헤어 스타일링 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-03-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 헤어 스타일링 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 04-03-05] 제조된 헤어 스타일링 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 04-03-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

라) 탈모 증상 완화 화장품 제조하기

[화품 04-04-01] 탈모 증상 완화 화장품 제조 지시서에 따라 제조 설비를 파악하고, 청결 상태를 확인하여 보완 조치할 수 있다.
[화품 04-04-02] 탈모 증상 완화 화장품 제조 지시서에 따른 원료의 종류 및 취급 시 유의 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-04-03] 탈모 증상 완화 화장품 제조 지시서에서 공정별 상세 작업 내용, 주의 사항, 공정 검사 규격, 기록해야 할 사항을 파악할 수 있다.
[화품 04-04-04] 칭량된 원료와 제조 설비를 이용하여 제조 지시서에 따라 탈모 증상 완화 화장품을 제조하고 공정 작업 결과를 기록할 수 있다.
[화품 04-04-05] 제조된 탈모 증상 완화 화장품 벌크 제품의 물성과 품질 적합 여부를 확인하고 필요한 조치를 할 수 있다.
[화품 04-04-06] 제조 종료 후 벌크 제품을 보관소로 이송하고 제조 설비 세척 등의 업무를 수행할 수 있다.

5) 화장품 관능검사

가) 외관·색상 검사하기

[화품 05-01-01] 관능 검사 시험 관리 규정에 따라 외관·색상을 검사하기 위한 표준품을 선정하고 보관·관리할 수 있다.
[화품 05-01-02] 관능 검사 시험 절차에 따라 원자재 시험 검체와 제품의 공정 단계별 시험 검체를 채취하고 각각의 기준과 평가 척도를 파악할 수 있다.
[화품 05-01-03] 외관·색상 시험 방법에 따라 시험하고 적합 유무를 판정하여 기록·관리할 수 있다.

나) 향취 검사하기

[화품 05-02-01] 관능 검사 시험 관리 규정에 따라 향취를 검사하기 위한 표준품을 선정하고 보관·관리할 수 있다.
[화품 05-02-02] 관능 검사 시험 절차에 따라 원료 및 제품의 시험 검체를 채취하고 향취 시험 방법에 따라 시험할 수 있다.
[화품 05-02-03] 향취 시험 결과에 따라 적합 유무를 판정하고 기록·관리할 수 있다.

다) 사용감 검사하기

[화품 05-03-01] 관능 검사 시험 관리 규정에 따라 사용감을 검사하기 위한 표준품을 선정하고 보관·관리할 수 있다.
[화품 05-03-02] 관능 검사 시험 절차에 따라 원자재 및 제품의 시험 검체를 채취하고 사용감 시험 방법에 따라 시험할 수 있다.
[화품 05-03-03] 사용감 시험 결과에 따라 적합 유무를 판정하고 기록·관리할 수 있다.

6) 화장품 시험 장비 관리

가) 시험 장비 운용하기

[화품 06-01-01] 시험 장비의 원리와 구조 및 각 부품의 기능을 파악할 수 있다.
[화품 06-01-02] 시험 장비 매뉴얼에 따라 장비의 작동법을 파악하고 조작할 수 있다.
[화품 06-01-03] 시험 장비 운용에 따른 사용 내역, 사용 전 점검 내용, 이상 유무 등 사용 일지를 기록할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘시험 장비 운용하기’ 학습 요소는 ‘화학 분석’, ‘바이오 화학 제품 제조’, ‘바이오 의약품 제조’ 과목과 연계하여 크로마토그래피용 분석 기기, 분광학적 분석 기기, 계량 측정기, 물성 측정용 기기, 미생물 시험 기기에 대한 기본적인 운용 방법을 지도한다.

나) 시험 장비 검·교정하기

[화품 06-02-01] 시험 장비 검·교정 계획서에 따라 검·교정 일정을 파악할 수 있다.
[화품 06-02-02] 시험 장비 점검 규정에 따라 시험 장비의 검·교정 방법을 파악할 수 있다.
[화품 06-02-03] 시험 장비 점검 절차서에 따라 시험 장비의 검·교정을 수행할 수 있다.
[화품 06-02-04] 시험 장비 점검 기준에 따라 시험 장비의 적합 여부를 판정하고 기록할 수 있다.

다) 시험 장비 유지·관리하기

[화품 06-03-01] 시험 장비 점검 절차서에 따라 시험 장비의 정기 점검을 위한 성능 평가 방법을 파악할 수 있다.
[화품 06-03-02] 시험 장비의 성능 평가 방법에 따라 주기별로 점검을 실시할 수 있다.
[화품 06-03-03] 시험 장비의 정기 점검 결과에 따라 시험 장비의 적합 여부를 판정하고 부적합 발생 시 조치할 수 있다.

7) 화장품 미생물 시험

가) 검액 제조하기

[화품 07-01-01] 미생물 시험 관리 규정에 따라 오염 없이 시험 검체를 채취하는 방법을 파악할 수 있다.
[화품 07-01-02] 미생물 한도 시험 절차에 따라 미생물 시험용 검체를 채취하고 라벨, 일지에 기록할 수 있다.
[화품 07-01-03] 원료 및 제품의 특성과 종류에 따라 전처리 방법을 설정하고 검액을 제조할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘검액 제조하기’ 학습 요소는 ‘바이오 화학 제품 제조’ 과목의 ‘배양 시스템 멸균’ 학습 영역과 연계하여 완전 멸균된 환경에서 검액을 채취하고 제조할 수 있도록 한다. 또한, 미생물 시험에 필요한 기본 지식은 ‘바이오 기초 화학’ 과목과 연계하여 지도한다.

나) 총 호기성 생균 수 시험하기

[화품 07-02-01] 화장품 유형 및 제형별 기준 및 시험 방법에 따라 세균 수 및 진균 수를 시험하고 총 호기성 생균 수를 측정할 수 있다.
[화품 07-02-02] 미생물 한도 시험법에 따라 총 호기성 생균 수용 시험 배지의 적합성을 시험할 수 있다.
[화품 07-02-03] 미생물 발육 저지 물질의 확인 시험을 수행하고 시험법의 적합성을 확인할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- ‘총 호기성 생균 수 시험하기’ 학습 요소는 ‘바이오 의약품 제조’ 과목의 ‘미생물 시험하기’ 학습

요소와 연계하여 시험 운영 관리 규정 및 지침에 따라 미생물 시험을 할 수 있도록 지도한다. 또한, 학생의 성취수준과 학교 교육 환경 및 학습 요소의 특성을 반영하여 학습 요소의 순서를 변경하여 적용하거나 디지털 활용 정도를 조절하여 적용한다.

다) 특정 세균 시험하기

[화품 07-03-01] 특정 세균 시험법에 따라 병원성 미생물인 대장균, 녹농균, 황색 포도상 구균을 시험할 수 있다.
[화품 07-03-02] 특정 세균 시험 배지의 적합성을 시험할 수 있다.
[화품 07-03-03] 미생물 발육 저지 물질의 확인 시험을 수행하고 시험법의 적합성을 확인할 수 있다.

8) 화장품 위생·안전 관리

가) 생산 설비 세척·소독하기

[화품 08-01-01] 제조 위생 관리 기준서에 따라 설비별 적절한 세척·소독 방법과 주기를 파악할 수 있다.
[화품 08-01-02] 세척하고자 하는 오염 물질의 종류에 따라 세척제와 세척 방법을 선정할 수 있다.
[화품 08-01-03] 생산 설비의 청결 취약 부분을 파악하여 청결 상태를 유지·관리할 수 있다.
[화품 08-01-04] 생산 설비의 세척 및 청결 상태를 기준에 따라 판정하고 조치할 수 있다.

나) 작업장 청결 유지하기

[화품 08-02-01] 제조 위생 관리 기준서에 따라 작업장의 청소(소독) 방법과 주기를 파악할 수 있다.
[화품 08-02-02] 청소 상태의 평가 방법을 파악하고 기준 미달 시 조치할 수 있다.
[화품 08-02-03] 소독 지시에 따른 소독 작업을 수행할 수 있다.
[화품 08-02-04] 곤충, 해충이나 쥐를 막는 방법 및 점검 주기를 파악하고 조치할 수 있다.

다) 작업자 청결 유지하기

[화품 08-03-01] 제조 위생 관리 기준서에 따라 작업자의 건강 관리 및 건강 상태를 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 08-03-02] 작업 복장의 규격, 세탁 방법 및 착용 규정을 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 08-03-03] 작업자의 손 씻기, 소독 방법 등 위생에 관한 사항을 파악하고 조치할 수 있다.
[화품 08-03-04] 작업자의 청결 유지를 위한 설비 및 도구의 유지 관리 방법 및 주기를 파악하고 운용할 수 있다.

라) 안전 관리 규정 준수하기

[화품 08-04-01] 「산업 안전 보건법」에 따른 안전 보건 관리 규정을 파악할 수 있다
[화품 08-04-02] 「산업 안전 보건법」에 따른 작업자의 안전 복장 규격 및 착용 규정을 파악할 수 있다.
[화품 08-04-03] 「산업 안전 보건법」에 따른 작업장의 위험 요소를 파악하고 적절한 안전 조치를 할 수 있다.
[화품 08-04-04] 작업 중 발생하는 사고의 유형 및 상황별 적절한 응급 처치 방법을 파악할 수 있다.

마) 방충·방서 관리하기

[화품 08-05-01] 화장품 제조장의 주변 환경에서 유입될 수 있는 해충, 곤충이나 쥐의 특성을 파악할 수 있다.
[화품 08-05-02] 화장품 제조장의 주변 환경에서 유입될 수 있는 해충, 곤충이나 쥐의 화장품 생산 또는 보관 장소로의 접근 차단법을 파악할 수 있다.
[화품 08-05-03] 화장품 제조장의 주변 환경에서 유입될 수 있는 해충, 곤충이나 쥐의 구제 방법을 파악할 수 있다.
[화품 08-05-04] 해충, 곤충, 쥐의 조사와 구제를 실시하고 기록·관리할 수 있다.
[화품 08-05-05] 방충·방서에 이용되는 도구들을 점검 및 관리할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '화장품 제조' 교과 교육과정에서 제시한 교과 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 화장품 제조의 원리와 화장품에 대한 지식과 기술을 기반으로 화장품 제조를 준비하여 제조하고, 시험·검사, 위생·안전 관리 작업을 수행하여 화장품 제조 능력을 함양하는 데 목표를 둔다.

가) 화장품 제조의 원리에 대한 지식과 기술을 기반으로 제조 지시서, 제조 기록서, 제조 관리 기준서, 제조 위생 관리 기준서에 따른 제조 준비, 제조, 시험·검사, 위생·안전 관리 작업을 수행하여 화장품 제조 능력을 기르도록 한다.

나) 산업 현장 적응력 향상을 위하여 화장품 제조의 실무 능력이 연계된 실험·실습 위주의 교수·학습이 되도록 지도하며, 학생이 화장품 산업에 대한 올바른 이해와 바람직한 직업 가치관을 기르도록 하는 데 중점을 둔다.

다) 화장품 제조 능력 향상을 위한 교수·학습 모형을 선택하고 활용하여 학생 주도의 교수·학습이 이루어지도록 지도하며, 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력 및 디지털 소통 능력을 함양할 수 있도록 계획한다.

2) 화장품 제조의 방법 및 순서에 대해 기초 과목과 연계하여 설명하고, 원리 및 심화 학습 단계에 적용할 수 있도록 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공함으로써 학생들이 화장품 제조 교과에 흥미를 가지고 의미 있는 배움이 일어날 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) 화학 공업 분야의 '제조 화학', '화학 분석' 과목과 연계하여 설명하고, 기초 실험 기기와 기구에 대하여 정확하게 숙지한 후 기능을 습득할 수 있도록 지도한다.

나) 실제 사용되고 있는 샴푸, 로션, 폼 클렌저 등을 준비해서 학생들에게 안내하고, 제조 지시서를 통해 화장품을 만들어 보는 등의 과정으로 학생들이 능동적으로 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

다) 모둠별 활동 및 프로젝트 학습 등 모둠 수업을 진행할 때는 학생 간 제조한 화장품을 미생물 검사, 관능 검사, HPLC를 이용하여 제품의 품질을 서로 확인하고, 상호 피드백을 통하여 학습에 대한 종합적인 이해를 증진할 수 있도록 지도한다.

3) '화장품 제조' 과목을 학습하는 과정에서 실험·실습을 통해 학생이 습득해야 할 기능이 무엇이고, 실제 산업 현장과 어떠한 연관성이 있는지에 중점을 두고 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) 산업 현장 적응력 향상을 위하여 바이오 화학 공업 분야의 전반적인 동향에 대해서 선행적으로 설명을 하고, 실무 능력이 연계된 실험·실습 위주의 교수·학습이 이루어지도록 한다.

나) 실제 인체와 밀접하게 사용되는 화장품이므로 위생·안전 관리에 대해 철저히 신경을 쓰면서 교수·학습이 이루어지도록 한다.

다) '화장품 제조 준비', '기초 화장품 제조', '색조 화장품 제조', '모발 화장품 제조' 영역에서는 제조 지시서의 이해를 통하여 화장품별 제조 방법에 대해 올바르게 숙지할 수 있도록 지도한다.

라) ' 화장품 관능 검사', '화장품 시험 장비 관리', '화장품 미생물 시험', '화장품 위생·안전 관리' 영역에서는 시험 검사할 실험군과 대조군을 설정하고, 상황에 맞는 실험 기기와 기구를 이용하여 품질을 확인할 수 있도록 지도한다.

마) 화장품 성분에 대한 법 규제 현황을 고려하여 화장품에 사용한 성분을 결정할 수 있도록 지도한다.

4) 태블릿 PC, 학습 관리 시스템(LMS)과 같은 각종 디지털 기술을 활용하여 출석 수업과 원격 수업이 가능한 교수·학습 자료를 개발하여 온오프라인 연계 수업이 가능하도록 수업을 설계한다.

가) 학생의 실험·실습 과정을 녹화하고 이를 온라인 실습 과제로 제시하여 자신의 모습을 확인해 보고 피드백을 할 수 있도록 지도한다.

나) VR 기기, 메타버스를 활용하여 온라인 수업에서도 실험·실습을 직간접적으로 체험해 볼 수 있도록 학습 경험을 제공한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) 실습 과제를 수행하기 전 실험 기구와 기기의 안전 및 유의 사항을 강조하여 안전사고에 노출되지 않도록 사전 교육을 충분히 실시한다.

2) 화장품 제조 작업 도중에 발생하는 유해 물질 등으로부터 작업자를 보호하기 위해 보호구를 선택하는 능력과 작업 시 장비 및 공구로부터 안전을 고려하여 작업할 수 있는 능력을 함양하도록 지도한다.

3) 화장품 제조 분야에서 사용되는 실험 기구와 기기의 유지 및 관리를 할 수 있는 능력을 함양하도록 지도한다.

4) 작업자의 안전사고를 미연에 방지하기 위해서 실습실 안전 점검 및 안전사고 예방 교육을 통해 작업 전 작업 전반에 대한 안전 사항을 익힐 수 있도록 안전 수칙 및 요령 등을 시범을 통하여 지도한다.

5) 화장품 제조와 관련하여 개정되는 「화장품법」, 「화장품법 시행령」, 「화장품법 시행 규칙」 등을 명확하게 숙지하여 지도한다.

6) 화장품 사용 시의 주의 사항 및 알레르기 유발 성분에 대해 미리 파악할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '화장품 제조' 교과 교육과정에서 제시한 교과 교육 목표, 성취기준, 산업 현장의 동향을 고려하여 학생의 지식, 기술, 태도 및 핵심역량을 측정할 수 있는 양적·질적 평가를 계획한다. 특히, 평가를 통해 각각의 학생이 스스로 학습 목표 달성을 확인하고, 이를 새로운 성장을 위한 피드백의 역할이 될 수 있도록 고려한다.

2) 실습 과목의 특성에 따라 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트, 평가자 질문, 문제 해결 시나리오 등의 상황에 맞는 다양한 평가 방법으로 평가한다. 특히, 효과적인 실시간 온라인 평가가 진행될 수 있도록 디지털 도구와 교육 플랫폼을 활용하여 온오프라인 연계 평가를 실시한다.

3) 각 학습 영역의 전반적인 이해를 높이기 위하여 현장 전문가 특강 또는 관련 사례 발표 등을 통하여 학생들이 화장품 제조 분야에 대해 직간접적으로 경험할 수 있도록 한다.

4) 학생들의 학습 수준에 따른 수업과 평가를 계획하고, 평가 후 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생들을 위한 보충 수업 자료 및 보충 수업을 제공하여 완전 학습이 이루어지도록 한다.

나. 평가 방법

1) '화장품 제조 준비' 영역에서는 제조 지시서에 따라 원료의 종류와 특성을 반영하여 저울로 칭량을 하고, 제조 관리 기준서에 따라 위생 관리, 복장 착용 능력 등을 평가한다. 또한 화장품 제조의 전반적인 내용에 대한 지식과 관련 산업 동향의 파악을 위해 조사 활동과 연계한 구술·발표 평가 및 토의·토론 평가를 실시한다.

2) '기초 화장품 제조', '색조 화장품 제조', '모발 화장품 제조' 영역에서는 과제 수행 중 평가자 질문, 답변, 실습 기구와 기기 조작 등의 과정을 체크리스트나 채점 기준표(루브릭)을 활용하여 체계적이고 지속적인 과정 평가가 이루어지도록 한다. 또한 학생들이 제조한 화장품의 결과 평가를 위하여 포트폴리오 평가 방법을 활용하여 제조하기 위한 일련의 과정과 학생의 성장을 확인한다. 개별 활동뿐만 아니라 모둠 활동을 통한 과제를 제시함으로써 학생의 의사소통 역량을 함양하게 하고, 교사 평가 외에도 자기 평가와 동료 평가를 실시하여 학생들로 하여금 학습의 주체로서 수업에 적극적이고 능동적으로 참여할 수 있도록 지도한다.

3) ‘화장품 관능 검사’ 영역에서는 외관·색상 검사, 향취 검사, 사용감 검사를 통하여 표준품을 선정하는 능력을 평가한다. 화장품 관능 검사에 대한 지식과 원리를 파악하고, 과제 수행 능력에 따른 기초 및 심화 과제를 제시하고 수행 정도를 평가한다.

4) ‘화장품 시험 장비 관리’ 영역에서는 시험 장비의 원리와 구조 및 각 부품의 기능을 파악하고, 매뉴얼에 따라 장비를 조작하는 능력을 평가한다. 문제 해결 시나리오 평가를 통하여 학생에게 다양한 시나리오에 따른 장비 조작 방법을 제시함으로써 배움의 유연성을 기를 수 있도록 한다.

5) ‘화장품 미생물 시험’ 영역에서는 검액 제조하기, 총 호기성 생균 수 시험하기, 특정 세균 시험하기의 능력을 평가한다. 미생물 시험에 대한 지식과 원리를 파악하고, 과제 수행 능력에 따른 기초 및 심화 과제를 제시하고 수행 정도를 평가한다.

6) ‘화장품 위생·안전 관리’ 영역에서는 화장품의 청결한 생산을 위하여 생산 설비의 세척·소독, 작업장과 작업자의 청결 관리, 방충·방서 관리와 함께 산업 재해를 예방하고 쾌적한 작업 환경을 유지하는 능력을 평가한다. 과정 평가 방법 중 하나인 사례 연구 평가 방법을 이용하여 위생·안전 관리가 잘 되어 있는 작업장과 그렇지 않은 곳을 비교하고, 그 요인을 확인하는 능력을 평가한다.

[전공 실무 과목]

9. 에너지 설비 유틸리티

1. 성격 및 목표

가. 성격

제4차 산업혁명의 물결이 전 세계의 산업과 경제를 휩쓸고 있다. 에너지 분야에서도 신재생 에너지, 에너지 효율 향상 기술은 정보 통신 및 인공지능 기술과 빠르게 융복합되면서 이전과는 완전히 다른 발전 속도를 보여 주고 있다. 에너지 산업은 에너지 소비 실태 패턴 분석, 에너지 절감 방법 도출 및 이를 기반으로 하는 시스템 최적화에 이르기까지 전 주기적으로 에너지 이용 효율을 높여 친환경, 저에너지 소비형 구조로의 전환을 이루는 일에도 힘을 아끼지 않고 있다.

최근 산업에서의 가장 큰 변화는 공정 설계 단계에서 신뢰성, 안전성, 환경 등을 높은 수준으로 고려한다는 점이다. 초기 화학 공정에 비해서 제어 기술의 발달로 안전성 및 환경 수준을 만족하면서도, 안정적인 유틸리티의 공급이 가능하기 때문에 유틸리티 사용을 최적화함으로써 경제성을 극대화하기 위해 매진하고 있다.

'에너지 설비 유틸리티' 과목은 화학 공업 분야를 전공하는 학생이 이러한 유틸리티의 개념을 이해하고, 에너지 생산 공정에 투입되는 유틸리티(스팀, 전기, 공업 용수, 가스 등)의 종류와 특성에 대한 기초 지식을 함양하며, 유틸리티 종류별 설비의 특징과 제어 시스템을 파악하여 산업 현장과 연계된 실무 능력을 갖추도록 하였다.

이 과목은 유틸리티 설계, 유틸리티 계획, 공정 배관·계장도와 유틸리티 흐름도 작성, 유틸리티 운영과 관리 등으로 학습 내용을 구성하였으며, 학생들이 유틸리티 공급 장치 운전을 위한 지식, 기술, 태도 등에 숙달하여 향후 공정 운전 전문가로 성장하도록 돕는 과목이다.

나. 목표

'에너지 설비 유틸리티' 과목은 화학 공정에 필요한 유틸리티를 분류하고, 유틸리티를 제조하는 원리 및 방법을 이해하며, 제조에 필요한 장치의 특성을 파악하여 운전에 필요한 에너지를 효율적으로 관리하는 데 필요한 직무 능력을 갖추도록 하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

첫째, 화학 공정에 사용되는 유틸리티를 정의하고, 종류별 특성을 이해하여 유틸리티를 효율적으로 사용하기 위한 유틸리티 시스템의 설계 및 구성 요건에 대한 문제 해결 능력과 실무 능력을 함양하여 직무를 수행할 수 있다.

둘째, 스팀, 전기, 용수, 가스 등에 대한 물리적·화학적 특성을 이해하고, 제조 원리와 제조에 필요한 장치 및 기기의 특성을 파악하여 에너지를 효율적으로 관리할 수 있는 역량을 갖추어 산업 현장의 실무를 창의적으로 수행할 수 있다.

셋째, 유틸리티 분야의 전문 역량을 지속적으로 향상시키려는 평생 학습 태도를 길러 자신의 직업 생애를 설계함으로써 개인의 행복을 추구하고, 해당 산업 발전에 기여할 수 있는 자기주도적 태도를 기른다.

넷째, 기술 발전과 변화에 대응할 수 있는 디지털 역량과 직무 수행에 필요한 공정 제어 역량을 갖춤으로써 해당 산업 발전에 기여할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
유틸리티 설계	• 증기 시스템 설계하기 • 에어 시스템 설계하기 • 냉각 시스템 설계하기 • 플레어 시스템 설계하기
유틸리티 계획	• 전기 용량 산정하기 • 용수/연료 사용량 산정하기 • 사용 금액 산정하기
공정 배관·계장도와 유틸리티 흐름도 작성	• 부호와 범례도 확정하기 • 배관 표시하기 • 장치 표시하기 • 계측·제어기 표시하기
유틸리티 운영과 관리	• 스팀 관리하기 • 전력 관리하기 • 특수 가스와 용수 관리하기 • 비상사태 대응하기

나. 성취기준

1) 유틸리티 설계

가) 증기 시스템 설계하기

[에설 01-01-01] 유틸리티용 증기(Steam) 소요량을 산출할 수 있다.
[에설 01-01-02] 증기 및 응축수의 물질 수지 및 열량 밸런스를 작성할 수 있다.
[에설 01-01-03] 고압, 중압 및 저압 증기를 구분하여 적용할 수 있다.
[에설 01-01-04] 보일러 시스템의 구조 및 사양을 이해할 수 있다.
[에설 01-01-05] 보일러 시스템의 각종 기기 종류를 비교하고, 적합한 형식을 선정할 수 있다.
[에설 01-01-06] 급수(Make-Up Water) 계통을 조사하고, 설계에 적용할 수 있다.
[에설 01-01-07] 수리 계산을 통하여 증기 공급 및 응축수 회수 배관의 구경을 결정할 수 있다.
[에설 01-01-08] 수질 관리용 부속 시설을 이해하고, 설계에 적용할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [에설 01-01-02] 증기 및 응축수의 물질 수지를 작성하기 위해 '공업 화학' 과목의 '화학 공업 양론' 학습 영역과 연계하여 물질 수지에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.
- [에설 01-01-04], [에설 01-01-05]는 보일러 시스템 설계하기 학습을 위해 '화공 플랜트 기계' 과목의 '보일러' 학습 영역과 연계하여 보일러 시스템에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.

나) 에어 시스템 설계하기

[에설 01-02-01] 유틸리티용 압축 공기(IA, PA) 소요량을 산출할 수 있다.
[에설 01-02-02] 압축 공기(IA, PA) 소요량을 산출할 수 있다.
[에설 01-02-03] 계기용(IA) 및 플랜트용(PA) 압축 공기를 구분하여 적용할 수 있다.
[에설 01-02-04] 공기 압축기(Air compressor)의 구조 및 사양을 이해할 수 있다.
[에설 01-02-05] 공기 여과기, 제습기 및 압축 용기의 종류를 비교하고, 적합한 형식을 선정할 수 있다.
[에설 01-02-06] 수리 계산을 통하여 압축 공기, 공급 배관의 구경을 결정할 수 있다.

다) 냉각 시스템 설계하기

[에설 01-03-01] 유틸리티용 냉각수 물질 수지 및 열량 밸런스를 작성할 수 있다.
[에설 01-03-02] 열교환기 기기 사양서를 이해할 수 있다.
[에설 01-03-03] 냉각탑 시스템의 종류를 비교하고, 적합한 형식을 선정할 수 있다.
[에설 01-03-04] 급수(Make-up water) 계층을 조사하고 설계에 적용할 수 있다.
[에설 01-03-05] 냉각수 펌프 시스템의 구성 및 정격 용량을 산정할 수 있다.
[에설 01-03-06] 수리 계산을 통하여 냉각수 공급 및 회수 배관의 구경을 결정할 수 있다.
[에설 01-03-07] 수질 관리용 부속 시설을 이해하고 설계에 적용할 수 있다.
[에설 01-03-08] 과냉각수용 냉동 설비를 이해하고 설계에 적용할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- [에설 01-03-01] 유틸리티용 냉각수 물질 수지를 작성하기 위해 '공업 화학' 과목의 '화학 공업 양론' 학습 영역과 연계하여 물질 수지에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.

라) 플레어 시스템 설계하기

[에설 01-04-01] 안전밸브(PSV), 파열판(Rupture disc) 및 기타 비상 배기(Emergency vent)의 기기 사양을 이해할 수 있다.
[에설 01-04-02] 각 경우(case)별 플레어 부하표(Load list)를 작성할 수 있다.
[에설 01-04-03] 플레어 스텍(Flare stack)의 구조 및 사양을 이해할 수 있다.
[에설 01-04-04] 플레어 스텍(Flare stack)의 높이 및 설치 위치를 결정할 수 있다.
[에설 01-04-05] 플레어 K·O 드럼의 용량 및 규격을 결정할 수 있다.
[에설 01-04-06] 시스템 밸런스를 고려하여 플레어 헤더 배관을 구성할 수 있다.
[에설 01-04-07] 수리 계산을 통하여 플레어 배관 계통의 규격을 결정할 수 있다.

2) 유틸리티 계획

가) 전기 용량 산정하기

[에설 02-01-01] 전기/압축 공기/용수/가스 등의 인입점을 조사할 수 있다.
[에설 02-01-02] 전기 사용 기기 위치를 배치도상에서 파악할 수 있다.
[에설 02-01-03] 전기 사용 기계 장치의 운전 시간을 고려한 최대 전기 사용량을 기초로 하여 전기 인입량을 결정할 수 있다.
[에설 02-01-04] 동력 사용 전압과 계측·제어 장치의 사용 전압을 구분하여 결정할 수 있다.
[에설 02-01-05] 정전 시를 대비하여 전기 수전점을 2개소 이상 확보하는 방안을 강구할 수 있다.
[에설 02-01-06] 경제적인 전기 인입 전압을 결정할 수 있다.
[에설 02-01-07] 전기 기기 관련 기계 장치들을 집중 배치하여 관리할 수 있다.
[에설 02-01-08] 한국 전력과 전력 사용 계약은 적절하게 되었는지를 확인할 수 있다.
[에설 02-01-09] 주 변압기 용량은 전체 부하에 대한 가동 부하에 적합한지를 확인할 수 있다.
[에설 02-01-10] 3상 공급 전원에 대한 3상 평형 부하가 이루어지는지를 분기 회로별로 점검할 수 있다.
[에설 02-01-11] 운전 시 누설 전류 발생이나, 3상 불평형 시 운전 상해를 감지할 수 있는 계전기(ZCR, GCR, OCR 등)를 설치할 수 있다.
[에설 02-01-12] 상기 항목과 관련하여 위급 시에는 회로를 차단할 수 있는 차단기를 설치할 수 있다.
[에설 02-01-13] 각 기기와 설비에 규정에 맞게 접지가 되었는지 확인할 수 있다.
[에설 02-01-14] 사용 전력의 역률을 조사하여 역률을 조정하는 설비를 갖출 수 있다.
[에설 02-01-15] 장치 설비 설치 시 장래의 증설분을 감안하여 20% 정도의 예비 전력선을 설치할 수 있다.
[에설 02-01-16] 설비의 안전 운전을 위하여 비상 발전기를 설치할 수 있다.

나) 용수/연료 사용량 산정하기

[에설 02-02-01] 용수 사용 용도에 따라 상수와 공업 용수를 구분하여 용수 인입 방법을 결정할 수 있다.
[에설 02-02-02] 용수는 기계 장치의 운전 시간을 고려한 최대 용수 사용량을 기초로 하여 용수 사용량을 결정할 수 있다.
[에설 02-02-03] 공업 용수 인입 방법으로 지하수 개발/재이용수 사용/공업 용수 사용 등의 용수 공급 방법을 결정할 수 있다.
[에설 02-02-04] 용수 관련 장치들을 집중 배치하여 관리할 수 있다.
[에설 02-02-05] 용수 종류별 관련 장치의 색을 구분하여 선정할 수 있다.
[에설 02-02-06] 운전상 필요한 처리장 및 정수기 설치를 추가할 수 있다.
[에설 02-02-07] 열 및 물질 수지 계산서에서 전체 용수 사용량 및 가스 사용량을 계산할 수 있다.
[에설 02-02-08] 사용 연료는 가스/오일/고형 연료 중에서 경제적이고 인입하기 좋은 연료를 선택하고 사용량을 결정할 수 있다.
[에설 02-02-09] 물 사용 절감을 위해 빗물 사용 및 폐수 처리 재활용 방안을 강구할 수 있다.

다) 사용 금액 산정하기

[에설 02-03-01] 유틸리티 종류별 사용량이 적합한지 조사/취합할 수 있다.
[에설 02-03-02] 유틸리티 종류별 구매 단가 조사는 물가 정보/물가 자료/조달청 단가/시장 가격 순으로 조사할 수 있다.
[에설 02-03-03] 시운전에 필요한 유틸리티 종류별 사용량과 조사 단가를 적용하여 시운전 유틸리티 사용 금액을 산정할 수 있다.
[에설 02-03-04] 운전 시 유틸리티 종류별 사용량과 조사 단가를 적용하여 시간당 유틸리티 사용 금액을 산정할 수 있다.
[에설 02-03-05] 설비 운영 시간에 따라 일/월/년별로 유틸리티 사용 금액을 산정할 수 있다.
[에설 02-03-06] 산정된 유틸리티 사용 금액은 설비 전체의 경제 수지 분석의 자료로 사용할 수 있다.

3) 공정 배관·계장도와 유틸리티 흐름도 작성

가) 부호와 범례도 확정하기

[에설 03-01-01] 사업 수행 절차서에 따라 기계 장치, 배관, 공정 제어, 계기에 대한 부호와 범례도를 작성할 수 있다.
[에설 03-01-02] 고객의 요구에 따라 부호와 범례도를 선정할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '부호와 범례도 확정하기' 학습 요소는 부호와 범례도 확정하기 학습을 위해 '스마트 공정 제어' 과목의 '공정 흐름도와 공정 배관 계장도' 학습 요소와 연계하여 공정 배관·계장도(P&ID)와 공정 흐름도(PFD)에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.

나) 배관 표시하기

[에설 03-02-01] 공정 흐름도를 기준으로 하여 모든 배관을 공정 배관·계장도에 작성할 수 있다.
[에설 03-02-02] 시운전, 정상 운전, 운전 정지, 비상 운전을 위하여 필요한 배관을 구성할 수 있다.
[에설 03-02-03] 배관의 압력 손실 계산에 따라 배관 사이즈를 선정할 수 있다.
[에설 03-02-04] 배관 분류 절차서에 따라 배관 관련 정보를 표시할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '배관 표시하기' 학습 요소는 배관 표시하기 학습을 위해 '스마트 공정 제어' 과목의 '공정 흐름도와 공정 배관 계장도' 학습 요소와 연계하여 공정 배관·계장도(P&ID)와 공정 흐름도(PFD)에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.

다) 장치 표시하기

[에설 03-03-01] 공정 흐름도를 기준으로 하여 모든 기계·기기 장치를 공정 배관·계장도에 작성할 수 있다.
[에설 03-03-02] 부호와 범례도에 따라 기계 · 기기 장치를 배치할 수 있다.
[에설 03-03-03] 장비 목록에 따라 기계 · 기기 장치의 타입, 용량, 크기, 설계 온도와 압력, 재질을 표시할 수 있다.
[에설 03-03-04] 기계·기기 장치 분류 절차서에 따라 일련번호를 표시할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '장치 표시하기' 학습 요소는 장치 표시하기 학습을 위해 '스마트 공정 제어' 과목의 '공정 흐름도와 공정 배관 계장도' 학습 요소아 연계하여 공정 배관·계장도(P&ID)와 공정 흐름도(PFD)에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.

라) 계측·제어기 표시하기

[에설 03-04-01] 공정 흐름도를 기준으로 모든 계측·제어기를 공정 배관 · 계장도에 작성할 수 있다.
[에설 03-04-02] 부호와 범례도에 따라 계측 · 제어기를 배치할 수 있다.
[에설 03-04-03] 계측·제어기 목록에 따라 타입, 설계 온도 · 압력을 표시할 수 있다.
[에설 03-04-04] 안전 운전을 위해 관련 법규와 설계 기준에 따라 계측 · 제어기를 선정할 수 있다.
[에설 03-04-05] 계측 · 제어기 분류 절차서에 따라 일련번호를 표시할 수 있다.

〈성취기준 적용 시 고려 사항〉

- '계측·제어기 표시하기' 학습 요소는 계측·제어기 표시하기를 위해 '스마트 공정 제어' 과목의 '공정 흐름도와 공정 배관·계장도' 학습 요소와 연계하여 공정 배관·계장도(P&ID)와 공정 흐름도(PFD)에 대한 기초 지식을 이해하여 자기주도적 학습 능력을 함양할 수 있도록 한다.

4) 유틸리티 운영과 관리

가) 스팀 관리하기

[에설 04-01-01] 각 공정에 필요한 스팀 조건을 파악하여 공급할 수 있다.
[에설 04-01-02] 스팀 공급에 대한 실시간 모니터링을 통해 이상 유무를 파악하고 정상 상태가 유지될 수 있도록 조치할 수 있다.
[에설 04-01-03] 스팀 수급에 문제가 발생할 경우 설비와 공정의 중요도와 우선순위에 따라 공급할 수 있다.
[에설 04-01-04] 배관의 내구성 유지하기 위하여 스팀의 pH는 지침에 따라 관리할 수 있다.

나) 전력 관리하기

[에설 04-02-01] 각 공정에 필요한 전력 조건을 파악하여 공급할 수 있다.
[에설 04-02-02] 전력 공급에 대한 실시간 모니터링을 통해 이상 유무를 파악하고 정상 상태가 유지될 수 있도록 조치할 수 있다.
[에설 04-02-03] 전력 공급에 문제가 발생할 경우 내부 지침에 따라 관련 부서에 신속하게 통보하고 조치할 수 있다.
[에설 04-02-04] 전력 수급에 문제가 발생할 경우 설비와 공정의 중요도와 우선순위에 따라 공급할 수 있다.
[에설 04-02-05] 전력 공급 관련 설비 유지 관리를 위해 주기적으로 점검할 수 있다.

다) 특수 가스와 용수 관리하기

[에설 04-03-01] 각 공정에 필요한 조건을 파악하여 공급할 수 있다.
[에설 04-03-02] 공급에 대한 실시간 모니터링을 통해 이상 유무를 파악하고 정상 상태가 유지될 수 있도록 조치할 수 있다.
[에설 04-03-03] 공급에 문제가 발생할 경우 내부 지침에 따라 관련 부서에 신속하게 통보하고 조치할 수 있다.
[에설 04-03-04] 수급에 문제가 발생할 경우 설비와 공정의 중요도와 우선순위에 따라 공급할 수 있다.
[에설 04-03-05] 공급 관련 설비 유지 관리를 위하여 주기적으로 점검할 수 있다.

라) 비상사태 대응하기

[에설 04-04-01] 비상사태의 신속한 대응을 위하여 관련 지침을 확립하고 근무자들에게 행동 요령을 교육할 수 있다.
[에설 04-04-02] 비상사태 대응 관리 지침에 따라 신속하게 대응하고 유관 부서에 전파할 수 있다.
[에설 04-04-03] 비상사태가 발생할 경우 관련 부서와 협업하여 신속하게 대응하고 해결 방안을 마련할 수 있다.
[에설 04-04-04] 유틸리티가 안정적으로 공급되고 유지될 수 있도록 재발 방지 대책을 수립하고 조치할 수 있다.
[에설 04-04-05] 비상사태에 따른 작업, 환경, 안전에 미치는 영향을 사전에 파악하여 대책을 마련하고 적용할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '에너지 설비 유틸리티' 교과 교육과정에서 제시한 교육 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 화학 공업 분야에서 요구하는 산업체 직무 역량을 기를 수 있도록 교수·학습 활동을 계획하고 운영한다.

가) '에너지 설비 유틸리티' 과목의 교수·학습은 교과 교육과정에서 목표로 하는 창의적 문제 해결 능력, 기술적 사고력, 디지털 활용 능력, 공동체 역량 등을 함양하는 데 목표를 둔다.

2) '에너지 설비 유틸리티' 과목의 학습 활동 과정을 통해 화학 공장에서 다루고 있는 유틸리티 시스템을 이해하고, 장치 및 기기들을 접해 보는 직간접적인 기회를 제공함으로써 학생들이 흥미를 가지고 의미 있는 배움이 일어날 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운용한다.

가) '에너지설비 유틸리티'에서 유틸리티를 제조하는 원리 및 방법을 이해하고, 제조에 필요한 장치 및 기기들을 학습하는 과정에서 다양한 자료들을 활용하며, 현장견학, 현장학습 등의 방법을 활용하여 이해도를 높이고 현장 실무능력을 증진할 수 있도록 계획한다.

3) '에너지설비 유틸리티' 과목을 학습하는 과정에서 유틸리티 시스템을 이해할 수 있도록 이론과 실습을 병행하여 학습하고, 실무적인 문제에서 학생의 창의성이 발휘될 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

가) 유틸리티, 스팀, 전기, 물, 압축 공기 등에 관한 지식을 학습하는 과정에서 다양한 예제를 통해 창의적으로 문제를 해결할 수 있도록 한다.

4) 미래 첨단 기술의 발전과 변화에 대응할 수 있는 디지털 역량과 화학 공업 분야의 지속가능한 발전에 기여할 수 있는 태도를 함양할 수 있도록 수업을 설계한다.

가) 화학 공업 분야가 가진 전문성과 업무의 책무성을 올바르게 이해할 수 있도록 지도하며, 직업에 대한 바람직한 가치관을 기를 수 있도록 한다.

5) '에너지 설비 유틸리티' 과목은 '공업 화학', '스마트 공정 제어', '화공 플랜트 기계', '화공 플랜트 전기' 교과 등 전공 일반 과목들과 연계하여 학습의 효율성을 높일 수 있도록 교수·학습을 운용한다.

6) '에너지 설비 유틸리티' 과목에 활용되는 실습 장치 중 고가의 장비들은 학교 교육 환경에 구성하기 어렵기 때문에 다양한 디지털 콘텐츠를 활용하여 학습의 질을 높이고, 4차 산업 기술을 접목하여 실무적인 능력을 함양할 수 있도록 수업을 설계한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '에너지설비 유틸리티' 과목은 교수·학습 과정에서 지식, 기능, 태도 등이 균형을 이루도록 계획되어야 하며, 전공 실무 과목의 특성을 반영하여 산업 현장과 연계되도록 지도하는 것에 유념해야 한다.

2) 교수·학습 설계 시 학생이 학습 활동의 주체적인 역할을 할 수 있도록 학생의 특성을 고려하여 개별 맞춤형 교수·학습을 운영한다.

3) 교과서 이외의 자료나 정보 수집을 위해 디지털 매체를 분별력 있게 활용한다.

4) 문제 해결 및 과제 수행을 위한 모둠 수업을 진행할 때는 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있는 수업 분위기가 조성되도록 유도한다.

5) 수업 설계 시 등교 수업, 원격 수업 등 환경 변화에 대응할 수 있도록 수업 계획을 수립한다.

6) 실습실 안전 점검 및 안전사고 예방 교육을 통해 산업 현장에서의 안전 확보를 위한 법률 및 규정에 대한 이해와 태도를 함양하도록 한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '에너지 설비 유틸리티' 교육과정에서 제시한 목표와 성취기준을 고려하여 학생의 지식, 기술, 태도 등이 균형을 이루도록 평가를 계획해야 하며, 특히 산업 현장과 연계하여 학생 스스로 탐색하고 분석하는 능력을 평가한다.

2) '에너지 설비 유틸리티' 과목의 각 학습 요소에서 필요로 하는 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체를 효과적으로 활용할 수 있는 기회를 제공하고, 이 과정을 평가할 수 있도록 설계하여 학생의 디지털 역량과 자기 관리 및 의사소통 역량을 강화시키는 데 중점을 둔다.

3) 평가 과정에서 각 학습 요소별 기초 개념이나 지식을 효과적으로 습득하고, 이와 관련된 과제를 해결해 봄으로써 개념과 실제 직무 상황에서의 문제를 연계시킬 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

4) 학생의 수업 참여 동기를 높이고 산업 현장에서의 적응성을 높이는 학습과 평가가 이루어질 수 있도록 시스템 설계, 기기, 공정도 등에 대한 다양한 자료를 제시하여 산업 현장에서의 실제 상황에 가까운 경험을 할 수 있도록 하고, 이 과정에서 조사 보고서나 포트폴리오 등 다양한 평가 방법을 고려하여 적용할 수 있다.

5) 평가 결과를 차후 평가 계획 수립에 반영하여 교사의 교수·학습 개선에 환류될 수 있도록 하고, 학생의 학습 동기 유발 및 개별 지도, 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생을 위한 보충 이수 자료로 활용될 수 있도록 제시한다.

6) 화학 공업 분야의 산업 현장에서 직면하게 될 다양한 상황에 대한 문제 해결 능력, 자기 관리 능력, 의사소통 능력, 공동체 역량을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

7) 수행평가 항목의 기본 점수는 수행평가에 참여한 학생의 수행 능력이 최소 성취수준에 미도달한 경우에 부여하는 점수임을 고려하여 계획한다. 최소 성취수준에 도달하지 못한 학생에게는 보충 자료를 제시한다.

8) 다양한 환경 변화에 대응하여 직접적인 실습이 어려운 경우 온라인 매체를 통해 정보를 수집하고 이를 활용하는 평가를 통해 디지털 역량과 창의적 문제 해결 역량을 강화할 수 있도록 한다.

나. 평가 방법

1) '유틸리티 설계' 영역에서는 화학 공장에서 다루고 있는 유틸리티 설비인 증기 시스템, 에어 시스템, 냉각 시스템, 플레어 시스템의 구조와 설계 조건, 고려 사항 등을 산업 현장과 연계하여 학생 스스로 조사하고 분석하는 능력을 평가한다.

2) '유틸리티 계획' 영역에서는 화학 공정에서 사용하는 유틸리티(전기, 용수, 연료 등)의 적절한 사용량을 산정하는 내용이므로 실제 산업 현장의 사례를 분석하고, 자료를 조사하는 등의 디지털 매체 활용 역량을 평가한다.

3) '공장 배관·계장도와 유틸리티 흐름도 작성' 영역에서는 부호와 범례도에 따라 배관, 장치, 계측·제어기 등을 기준에 맞춰 공정 흐름도를 작성하는 내용으로 학생들의 과제 수행의 적극성 및 이해도를 평가하고, 프로젝트 수업을 실시하여 포트폴리오로 평가한다.

4) '유틸리티 운영과 관리' 영역에서는 화학 공장에서 다루어지는 유틸리티 시스템에 대한 직무 능력과 효율적인 에너지 관리 방향에 대한 토의 및 토론을 실시하고, 보고서 등을 통해 학생들의 과제 수행 적극성과 이해도를 평가한다.

[전공 실무 과목]

10. 신재생 에너지 실무

1. 성격 및 목표

가. 성격

신재생 에너지는 인류의 기후위기에 대응하는 첫 번째 과제이다. 이에 따라 '신재생 에너지 실무' 과목은 풍력, 태양광, 연료 전지에 연관된 전공 실무 위주로 학습 내용을 구성하였으며, '에너지 공업 기초' 과목과 연계하여 신재생 에너지 설비에 대한 설계 및 유지 보수 능력을 기를 수 있도록 하였다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 에너지 설비 기본 설계, 풍력 발전 단지 유지 보수, 태양광 발전 시스템 유지, 단위 전지 설계·제작, 연료 전지 발전 설비 운영, 에너지 저장 시스템(ESS) 스마트 유지 보수 운영 등으로, 에너지 밸런스 및 계통도 작성부터 운영 및 유지 보수에 이르기까지 산업 현장의 특성을 반영하고 있다. 따라서 전공 일반 과목인 '에너지 공업 기초'를 이수한 학생이 학습하는 것이 바람직하며, 이론과 실습을 병행하여 학습할 수 있다.

나. 목표

'신재생 에너지 실무' 과목은 에너지 설계 및 제작에 대해 이해하고, 풍력, 태양광, 연료 전지, 에너지 저장 시스템에 대한 유지 보수 및 관리에 필요한 직무 능력을 갖추도록 하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

첫째, 화학 공정에 필요한 에너지의 밸런스를 작성하고, 에너지의 생산 시설 용량 산출 및 계통 흐름 검토를 실시하며, 에너지를 효율적으로 관리할 수 있는 역량을 갖추어 산업 현장에서 직무를 수행할 수 있다.

둘째, 풍력 및 태양광 발전 설비의 운전 감시 업무, 유지 보수를 위한 점검 계획 및 설비 특성을 진단 평가할 수 있는 역량을 갖추어 산업 현장의 실무를 수행할 수 있다.

셋째, 수소 연료 전지를 작동하기 위한 주요 요소인 단위 전지에서 특정 성능 필요시 그에 따라 구성 부품의 설계 및 제작 공정을 수정하고, 연료 전지 발전 설비의 기술 변화에 대응할 수 있는 직무 역량을 갖춤으로써 산업 발전에 기여할 수 있다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

학습 영역	학습 요소
에너지 설비 기본 설계	• 에너지 밸런스 작성하기 • 계통도(P&ID) 작성하기 • 배치도 작성하기 • 전력 단선도 작성하기 • 기본 설계 보고서 작성하기
풍력 발전 단지 유지 보수	• 유지 보수 계획 수립하기 • 예비 부품 관리하기 • 정기적 유지 보수하기 • 비정기적 유지 보수하기 • 구조물 건전성 평가하기
태양광 발전 시스템 유지	• 태양광 발전 준공 후 점검하기 • 태양광 발전 일상 점검하기 • 태양광 발전 정기 점검하기
단위 전지 설계·제작	• 단위 전지 작동 원리 파악하기 • 단위 전지 제조 공정 설계하기 • 단위 전지 평가하기
연료 전지 발전 설비 운영	• 연료 전지 발전 설비 운영 방안 기획하기 • 연료 전지 발전 설비 운전하기 • 연료 전지 발전 설비 관제하기
에너지 저장 시스템(ESS) 스마트 유지 보수 운영	• 에너지 저장 시스템(ESS) 구성 상태 확인하기 • 에너지 저장 시스템(ESS) 운영 정보 확인하기 • 에너지 저장 시스템(ESS) 스마트 유지 보수 운영 계획 수립하기 • 에너지 저장 시스템(ESS) 유지 보수 실행하기

나. 성취기준

1) 에너지 설비 기본 설계

가) 에너지 밸런스 작성하기

[신에 01-01-01] 에너지의 단위 환산을 할 수 있다.
[신에 01-01-02] 물과 증기의 에너지 밸런스 작성에 기초가 되는 증기표(Steam Table)를 이해하고 활용할 수 있다.
[신에 01-01-03] 수용가에서 필요로 하는 에너지의 용량과 에너지 생산 시설의 용량을 산출할 수 있다.
[신에 01-01-04] 에너지의 생산 조건과 수용가에 공급하여야 할 에너지의 조건을 결정할 수 있다.
[신에 01-01-05] 에너지 생산과 공급에 필요한 설비와 계통 구성의 특성을 파악할 수 있다.
[신에 01-01-06] 에너지 생산과 공급에 대한 에너지의 계통 흐름을 검토하고 구성할 수 있다.
[신에 01-01-07] 에너지 밸런스 계산을 할 수 있다.

나) 계통도(P&ID) 작성하기

[신에 01-02-01] 적용 설비와 계통 구성의 특성을 이해하고 비교 검토, 적용할 수 있다.
[신에 01-02-02] 적용 에너지와 재질에 대한 특성을 이해하고 적용할 수 있다.
[신에 01-02-03] 계통도(P&ID)의 구성 요소를 파악하고 적용할 수 있다.
[신에 01-02-04] 계통도 작성에 필요한 부호와 범례를 이해하고 적용할 수 있다.
[신에 01-02-05] 설비, 배관(관경, 재질, 보온 등), 전기, 제어에 대한 특성을 이해하고 선정할 수 있다.
[신에 01-02-06] 계통에서 발생하는 에너지에 대한 화학적, 물리적 변화에 대한 이해와 판단을 할 수 있다.
[신에 01-02-07] 계통 구성에 대한 이해와 작성을 할 수 있다.
[신에 01-02-08] 기기, 배관, 계기에 대한 고유 번호 체계를 수립하고 적용할 수 있다.

다) 배치도 작성하기

[신에 01-03-01] 배치도 작성에 기준이 되는 설비의 계통도와 기기 일람표를 검토하고 판단할 수 있다.
[신에 01-03-02] 설비의 연계성, 운전, 지형 이용 등을 응용한 경제성을 고려하여 배치할 수 있다.
[신에 01-03-03] 시설 운전의 용이성과 안전성을 고려하여 배치할 수 있다.
[신에 01-03-04] 건물 크기의 최적화, 설비의 설치, 운반, 유지 보수가 편리하도록 배치할 수 있다.
[신에 01-03-05] 각종 관련 법규에 위배되지 않도록 배치할 수 있다.
[신에 01-03-06] 공정 과정 또는 공학적인 무리가 없도록 배치할 수 있다.
[신에 01-03-07] 환경성과 미관을 고려하여 배치할 수 있다.
[신에 01-03-08] 향후 증설을 고려하여 배치할 수 있다.

라) 전력 단선도 작성하기

[신에 01-04-01] 전력 단선도의 구성 요소를 파악할 수 있다.
[신에 01-04-02] 전기 부하를 계산할 수 있다.
[신에 01-04-03] 동대(Bus Bar) 또는 케이블의 규격을 선정할 수 있다.
[신에 01-04-04] 변압기의 종류, 정격, 결선 방법, 접지 방식, 보호 장치를 선정할 수 있다.
[신에 01-04-05] 예비 동력원, 비상 전원 설비를 선정할 수 있다.
[신에 01-04-06] 차단기의 종류와 규격을 선정할 수 있다.
[신에 01-04-07] 전기 기계, 기구 등의 충전부 방호 조치를 선정할 수 있다.
[신에 01-04-08] 전기 공사의 공사 범위를 파악할 수 있다.
[신에 01-04-09] 향후 증설을 고려하여 작성할 수 있다.

마) 기본 설계 보고서 작성하기

[신에 01-05-01] 도면에 따라 계통 설명서를 작성할 수 있다.
[신에 01-05-02] 도면에 따라 설계 기준서를 작성할 수 있다.
[신에 01-05-03] 도면에 따라 기본 검토서를 작성할 수 있다.

2) 풍력 발전 단지 유지 보수

가) 유지 보수 계획 수립하기

[신에 02-01-01] 풍력 발전 단지 설비의 운전 감시 업무, 점검, 유지 보수 행정 업무에 대한 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-01-02] 풍력 발전 단지 설비의 일상 점검, 정기 점검, 정밀 점검, 법적 검사, 자체 점검 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-01-03] 풍력 발전 단지 설비의 비상 점검 계획, 비상조치 사항에 대한 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-01-04] 풍력 발전 설비 성능, 특성의 진단평가에 의하여 설비 개선 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-01-05] 풍력 발전 설비의 점검에 따른 중장기 예산 계획서를 작성할 수 있다.

나) 예비 부품 관리하기

[신에 02-02-01] 기기 이력을 파악하여 정비 대상 기기를 분류할 수 있다.
[신에 02-02-02] 정비 자재 목록서를 작성하여 예비 부품 구매 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-02-03] 외주 가공이 필요한 부속 장치를 발주할 수 있다.
[신에 02-02-04] 정비 계획에 따라 자재 재고를 확인하여 신규 자재를 확보할 수 있다.

다) 정기적 유지 보수하기

[신에 02-03-01] 정기 점검 시기별로 전반적인 설비 체크리스트를 작성할 수 있다.
[신에 02-03-02] 설비 체크리스트에 따라 설비별 운전 상태의 트렌드를 점검하여 고장 모드를 분석할 수 있다.
[신에 02-03-03] 점검 결과를 바탕으로 예방 정비 기초 자료를 활용할 수 있다.
[신에 02-03-04] 기기 노후화에 의한 부품 교체를 할 수 있다.
[신에 02-03-05] 계획 예방 정비를 위한 소요 예산, 소요 자재, 투입 인력 등을 수립할 수 있다.

라) 비정기적 유지 보수하기

[신에 02-04-01] 고장 발생 빈도가 높은 부품에 대한 비상 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-04-02] 돌발 상황 시 고장 원인 및 고장 범위를 파악하여 자재, 공구 및 인력 수급 등 비상조치를 실시할 수 있다.
[신에 02-04-03] 천재지변이나 동·하절기 시에 중점 점검 대상물을 선정하여 자체적으로 특별 점검을 시행할 수 있다.
[신에 02-04-04] 특별 점검 시행 결과에 따른 정비 계획서 및 보고서를 작성할 수 있다.

마) 구조물 건전성 평가하기

[신에 02-05-01] 풍력 설비, 부속 설비의 구조 및 특성을 파악하여 설비를 안정적으로 유지할 수 있다.
[신에 02-05-02] 풍력 설비 변위 트렌드 및 부속 설비 노후도를 분석하여 정비 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-05-03] 풍력 설비별 정밀 진단을 통하여 종합 보수 및 대체 계획을 수립할 수 있다.
[신에 02-05-04] 정비 완료 후 기술 평가를 통해 개선 사항을 도출할 수 있다.
[신에 02-05-05] 구조물 건전성 평가 결과를 토대로 개선 대책을 수립할 수 있다.

3) 태양광 발전 시스템 유지

가) 태양광 발전 준공 후 점검하기

[신에 03-01-01] 태양 전지 어레이를 점검 항목과 점검 요령에 따라 측정하여 점검할 수 있다.
[신에 03-01-02] 접속함의 점검 항목을 확인하여 점검 요령에 따라 측정할 수 있다.
[신에 03-01-03] 태양광 인버터의 점검 항목을 확인하여 점검 요령에 따라 측정할 수 있다.
[신에 03-01-04] 태양광 발전용 개폐기, 전력량계, 분전반 내 주간선 개폐기를 점검 요령에 따라 측정할 수 있다.
[신에 03-01-05] 태양광 발전 시스템을 운전, 정지 점검 요령에 따른 조작, 시험, 측정을 통해 점검할 수 있다.

나) 태양광 발전 일상 점검하기

[신에 03-02-01] 태양 전지 어레이 일상 점검 항목을 확인하여 점검 요령에 따라 점검할 수 있다.
[신에 03-02-02] 접속함 일상 점검 항목을 확인하여 점검 요령에 따라 점검할 수 있다.
[신에 03-02-03] 태양광 인버터 일상 점검 항목을 확인하여 점검 요령에 따라 점검할 수 있다.
[신에 03-02-04] 태양 전지의 주변 환경에 따른 이상 유무와 모듈의 인화성 물체나 화재의 위험 가능성을 확인할 수 있다.

다) 태양광 발전 정기 점검하기

[신에 03-03-01] 전력 기술 관리법에서 정한 용량별 횟수에 맞춰 정기 점검을 할 수 있다.
[신에 03-03-02] 태양 전지 어레이 점검 항목을 확인하여 점검 요령에 따라 육안 점검을 할 수 있다.
[신에 03-03-03] 중간 단자함(접속함) 점검 항목과 점검 요령에 따른 육안 점검, 측정, 시험을 통해 점검할 수 있다.
[신에 03-03-04] 태양광 인버터의 점검 항목과 점검 요령에 따른 육안 점검, 측정, 시험을 통해 점검할 수 있다.

4) 단위 전지 설계·제작

가) 단위 전지 작동 원리 파악하기

[신에 04-01-01] 수소 연료 전지 제작 기획서에 따라 단위 전지의 구성 부품과 각 역할을 파악할 수 있다.
[신에 04-01-02] 단위 전지에서 문제 발생 시 설계도에 따라 그 원인 요소를 추정할 수 있다.
[신에 04-01-03] 수소 연료 전지 제작 기획서에 따라 수소 연료 전지에서의 단위 전지의 기초적 작동 원리를 파악할 수 있다.

나) 단위 전지 제조 공정 설계하기

[신에 04-02-01] 단위 전지 설계도에 따라 각 구성 부품의 역할을 고려하여 제조 공정을 설계할 수 있다.
[신에 04-02-02] 수소 연료 전지 제작 기획서에 따라 각 구성 부품에 특정 성능 필요시 그에 따라 구성 부품을 설계할 수 있다.
[신에 04-02-03] 수소 연료 전지 제작 기획서에 따라 각 구성 부품에 특정 성능 필요시 그에 따라 제조 공정을 수정할 수 있다.

다) 단위 전지 평가하기

[신에 04-03-01] 시험 계측 장비 매뉴얼에 따라 각 구성 부품의 역할을 알며 성능을 평가할 수 있다.
[신에 04-03-02] 문제 발생 시 단위 전지 제조 공정 설계도에 따라 원인이 되는 구성 부품을 파악할 수 있다.
[신에 04-03-03] 단위 전지 성능 평가 규격서에 따라 전체적 단위 전지의 성능에 대한 평가를 할 수 있다.

5) 연료 전지 발전 설비 운영

가) 연료 전지 발전 설비 운영 방안 기획하기

[신에 05-01-01] 설비 운영 지침에 따라 일일 총합 발전량과 사용 연료량을 기획할 수 있다.
[신에 05-01-02] 연간 발전 계획에 따라 직무별, 직급별 수준에 적정한 운영 계획을 수립할 수 있다.
[신에 05-01-03] 발전 설비 운영 시 설비 운영 지침에 따라 품질 관리 계획서를 작성할 수 있다.
[신에 05-01-04] 연간 발전 계획에 따라 발전 원가 절감하기 위한 에너지 관리 계획을 수립할 수 있다.

나) 연료 전지 발전 설비 운전하기

[신에 05-02-01] 운전 절차에 따라 연료 전지 발전 설비를 운전할 수 있다.
[신에 05-02-02] 에너지원 단위 분석 결과에 따라 에너지 생산성 향상을 유도할 수 있다.
[신에 05-02-03] 평가 기준에 따라 연료 전지 발전 설비 운전 결과를 진단할 수 있다.
[신에 05-02-04] 운전 평가 결과에 따라 연료 전지 운전 개선 방안을 제시할 수 있다.

다) 연료 전지 발전 설비 관제하기

[신에 05-03-01] 관제 시스템 운영 시 관리 절차에 따라 일일 생산된 발전량, 연료 사용량에 따른 성능 관리를 수행할 수 있다.
[신에 05-03-02] 원격 운영 관리 지침에 따라 발전 설비를 원격 감시할 수 있다.
[신에 05-03-03] 원격으로 취득한 자료로 실시간 운전 데이터를 수집할 수 있다.
[신에 05-03-04] 수집된 운전 데이터를 분석하여 성능 향상 방안을 수립할 수 있다.

6) 에너지 저장 시스템(ESS) 스마트 유지 보수 운영

가) 에너지 저장 시스템(ESS) 구성 상태 확인하기

[신에 06-01-01] 에너지 저장 장치(ESS)를 구성하고 있는 장치를 파악하기 위하여 전체 구성도, 관련 설비의 사양을 확인할 수 있다.
[신에 06-01-02] 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 상태를 모니터링하기 위한 컴퓨터 구성, 분석 소프트웨어 및 현장 계측기의 현황을 확인할 수 있다.
[신에 06-01-03] 에너지 저장 장치(ESS)의 안전 운전을 위한 항온, 항습 설비의 운영 상태, 소방 설비의 경보 및 소화 기능을 확인할 수 있다.

나) 에너지 저장 시스템(ESS) 운영 정보 확인하기

[신에 06-02-01] 에너지 저장 장치(ESS)의 운영 정보를 확인하기 위하여 전력 변환 장치, 배터리 설비, 배전반 관련 데이터가 실시간으로 수집되는지 확인할 수 있다.
[신에 06-02-02] 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 유지 보수 계획 실행을 위하여 각 설비의 데이터 로깅, 고장 이력, 이상 상태 분석 데이터가 수집·기록되는지 확인할 수 있다.
[신에 06-02-03] 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 신속한 유지 보수를 위하여 설비의 조기 경보·이상 상태가 해당 담당자에게 자동 통보되는지 확인할 수 있다.

다) 에너지 저장 시스템(ESS) 스마트 유지 보수 운영 계획 수립하기

[신에 06-03-01] 경제적 유지 보수를 계획하기 위하여 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 기기 이력 관리 데이터, 운전 상태 트랜드 데이터, 데이터 로깅 자료를 분석하여 계획 예방 정비 계획을 수립할 수 있다.
[신에 06-03-02] 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 조기 경보·이상 상태 발생 시 설비의 긴급 복구를 위한 기술 지원 체계를 확립할 수 있다.
[신에 06-03-03] 에너지 저장 장치(ESS)의 긴급 사고 복구와 계획 예방 정비를 위한 예비품 리스트를 작성할 수 있다.
[신에 06-03-04] 에너지 저장 장치(ESS)의 유지 보수의 효율적인 운영을 위하여 정비 예산을 수립할 수 있다.

라) 에너지 저장 시스템(ESS) 유지 보수 실행하기

[신에 06-04-01] 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 조기 경보·이상 상태 발생 시 사고 복구를 위하여 기기의 상태, 고장 위치, 고장 원인을 파악한 후 정비 절차에 따라 설비를 조정 및 교체할 수 있다.
[신에 06-04-02] 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 계획 예방 정비 수행을 위하여 대상 기기의 유지 보수 절차서에 따라 기기의 유지 보수를 실행할 수 있다.
[신에 06-04-03] 에너지 저장 장치(ESS) 설비의 예측 유지 보수 프로그램의 데이터 표시 상태를 분석하여 고장 징후가 예견되는 설비·부품에 대해 조기 유지 보수를 할 수 있다.
[신에 06-04-04] 차후 관리를 위하여 에너지 저장 장치(ESS)의 정비 완료 후, 기기 이력 관리 목록에 정비 내용을 입력, 부족한 예비품 발주 계획을 수립할 수 있다.

3. 교수 · 학습

가. 교수·학습 방향

1) '신재생 에너지 실무' 과목의 교수·학습은 교과 교육과정에서 제시하는 성취기준을 고려하여 학생이 에너지 공업 분야에서 필요로 하는 전문 지식을 함양하고 관련 분야 업무 의사소통 능력과 문제 해결 능력, 디지털 역량을 함양하는 것을 목표로 한다.

   가) 각 학습 영역별 필수 지식 및 관련 사례를 도출하고, 이를 중심으로 교수·학습을 구성하여 학생이 효과적으로 에너지 공업 기초 지식을 습득할 수 있도록 한다.

   나) 학생이 에너지 공업 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체를 활용할 수 있는 기회를 제공하며, 이 과정이 교과의 성취기준과 연계될 수 있도록 한다.

2) '신재생 에너지 실무' 과목의 학습 과정에서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 에너지 분야의 다양한 사례와 직간접적 경험 기회를 제공하는 방향으로 교수·학습을 계획하고 운영한다.

   가) 풍력, 태양광, 연료 전지 등 신재생 에너지의 각 에너지원들이 실제로 적용된 사례들을 활용하여 다양한 에너지원의 종류와 특징에 대하여 이해를 높일 수 있도록 한다.

   나) 에너지 밸런스 및 계통도 작성부터 설비의 운영 및 유지 보수에 이르기까지 산업 현장에서 적용되어 운영하고 있는 시청각 자료를 이용하여 흥미를 유발할 수 있도록 한다.

3) '신재생 에너지 실무' 과목의 학습 과정에서 미래 에너지 분야 종사자로서 학생이 습득해야 할 기능과 이를 효과적으로 습득하는 방법에 대하여 중점을 두고 교수·학습을 계획하고 운영한다.

   가) 모둠별 활동을 통하여 각 장치의 사용법을 숙지하고 토론하며, 동료 피드백을 통한 평가를 통하여 종합적인 이해를 증진시킬 수 있도록 한다.

   나) 프로젝트 학습을 통하여 무분별한 에너지 사용이 환경에 미치는 영향에 대하여 학생이 주도적으로 파악할 수 있도록 하며, 이 과정에서 디지털 기술을 활용하여 효과적으로 정보를 습득하고 가공할 수 있도록 한다.

4) '신재생 에너지 실무' 과목의 학습 과정을 통하여 에너지 분야의 중요성을 인식하고, 미래 에너지 산업 분야에 대한 이해를 증진시키며, 지속가능한 에너지 사용에 대한 바람직한 태도를 함양할 수 있도록 교수·학습을 계획하고 운영한다.

나. 교수·학습의 유의 사항

1) '신재생 에너지 실무' 과목은 에너지 분야의 실무가 되는 과목으로 학교의 교육 여건과 학생의 요구 수준 등을 고려, 재구성하여 지도할 수 있도록 하며, 시청각 기자재 및 기관, 산업체 등의 견학을 통해 학습 효과를 높이도록 한다.

2) 모둠별 활동 및 프로젝트 학습 등 모둠 수업을 진행할 때는 타인을 배려하고 협동하는 정신을 배울 수 있도록 수업 환경을 조성한다.

3) 에너지 관련 정보를 탐색하는 과정에서 디지털 매체상의 다양한 정보를 공신력 있는 정보를 중심으로 근거를 제시하며 활용하고, 필요시 저작권 보호를 준수하며 책임감 있게 사용할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가 방향

1) '신재생 에너지 실무' 교육과정에서 제시한 목표와 성취기준을 고려하여 학생이 신재생 에너지 분야에서 요구하는 의사소통 능력과 문제 해결 능력, 디지털 역량을 갖추었는가를 측정할 수 있도록 평가를 계획하고 시행한다.

2) 평가 과정에서 각 학습 영역별 기초적 개념과 지식을 효과적으로 습득하고, 관련된 사례를 자기주도적으로 탐색하며, 이를 통해 개념과 사례를 연계할 수 있는 역량을 갖추고 있는가를 평가한다.

3) 학생의 수업 참여도를 높이기 위해 모둠별 활동, 프로젝트 학습 등 다양한 교수법을 적용하여 학습 영역에 대한 사례 조사 및 발표를 실시할 수 있으며, 이 과정에서 온라인 매체를 통한 정보 수집 및 가공 등 디지털 역량 및 의사소통 역량을 증진할 수 있도록 한다.

4) 각 학습 영역의 이해를 높이기 위해 현장 전문가 특강 또는 사례 발표 등을 통해 학생들이 신재생 에너지 분야에 대해 직간접적으로 경험할 수 있도록 한다.

5) 학습 과정에서 학생이 신재생 에너지 분야에 대한 바람직한 태도를 가지고 있는지를 평가하되, 학습 영역에 제시된 지식, 기술, 소양 등을 전반적으로 평가할 수 있도록 하며, 특정 내용에 치우치지 않도록 한다.

6) 평가는 평가 계획서에 제시된 방법과 절차에 따른다. 특히 지필평가 문항 제작, 시행 및 채점에 관한 사항은 계획서에 근거한 점검표를 활용하여 체계적으로 점검함으로써 신뢰도를 높인다.

7) 평가 결과를 차후 평가 계획 수립에 반영하여 교수·학습 개선에 환류될 수 있도록 하고, 학습 동기 유발, 학생 개별 지도, 최소 성취수준 미도달 학생의 보충 이수 등을 위한 자료에 활용될 수 있도록 한다.

나. 평가 방법

1) '에너지 설비 기본 설계' 영역에서는 공장을 설계 및 이해하기 위한 척도로 증기표 및 에너지밸런스 계산 등 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.

2) '풍력 발전 단지 유지 보수' 영역에서는 풍력 발전 운영 및 유지 보수에 필요로 하는 기술을 실제 직무 상황과 접목한 프로젝트 수업을 실시하여 포트폴리오로 학생들의 역량 중심 평가를 한다.

3) '태양광 발전 시스템 유지' 영역에서는 태양광 발전 시스템에 대한 준공 후 점검과 일상 및 정기 점검을 실시하여 효율적으로 관리하는 능력을 실제 직무 상황과 접목한 프로젝트 수업을 실시하여 포트폴리오로 학생들의 역량 중심 평가를 한다.

4) '단위 전지 설계·제작' 영역에서는 수소 연료 전지에서 단위 전지의 작동 원리를 파악하고 각 구성품 부품의 역할 및 성능 결정 요소를 이해하는지를 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제로 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 파악하여 평가한다.

5) '연료 전지 발전 설비 운영' 영역에서는 연간 발전 계획과 설비 운영 지침에 따라 연료 전지 발전 설비 운영 방안을 기획하여 운전과 관제를 위한 자료를 이해하는지를 분석, 토론 활동 등을 통한 의사소통 역량을 기준으로 평가한다.

6) '에너지 저장 시스템(ESS) 스마트 유지 보수 운영' 영역에서는 전력 변환 장치 구성을 위해 구성도 및 설비 사항, 소요 부품 확인, 소요 공구 파악, 설비 점검·정비 능력을 평가한다.

   가) 매 실습 시 안전 관리 규정을 준수하는지 체크리스트 및 작업장 평가 등을 활용하여 평가한다.

   나) 계측기, 센서를 통해 수집되는 데이터를 분석하여 이상 상태를 파악하고, 정비 계획에 의해 설비를 조정 또는 교체 방법을 제시하여 수행 정도를 파악한다.

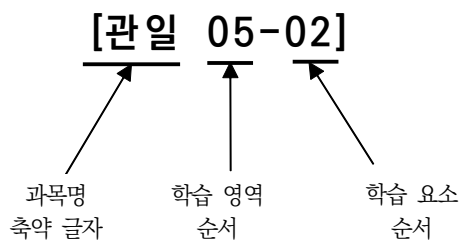
[부 록]

과목명 축약 글자

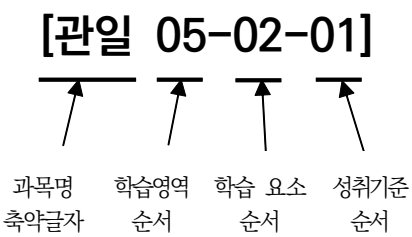
(과목별 성취기준 코드 작성 시 활용)

전문 교과 교육과정의 과목별 성취기준은 '성취기준 코드'와 '문장 형태'로 이루어져 있습니다. 과목별 성취기준 코드와 구조를 참고하여 교육 활동에 활용하시기 바랍니다.

【유형 1】 1개의 학습 요소에 1개 성취기준 매칭 시

3단계 코드	구분	제시 방식	제시 예시
	과목	· 교과목의 2개 글자를 제시	예) 관광 일반 → 관일
	학습 영역	· 내용 체계 표 학습 영역의 순서를 두 자리 수로 제시	예) 5번째 학습 영역 → 05
	학습 요소	· 해당 학습 영역의 학습 요소 순서를 두 자리 수로 제시	예) 2번째 학습 요소의 성취기준 → 02

【유형 2】 1개의 학습 요소에 복수의 성취기준 매칭 시

4단계 코드	구분	제시 방식	제시 예시
	과목	· 교과목의 2개 글자를 제시	예) 관광 일반 → 관일
	학습 영역	· '내용 체계' 표 학습 영역의 순서를 두 자리 수로 제시	예) 5번째 학습 영역 → 05
	학습 요소	· 해당 학습 영역의 학습 요소 순서를 두 자리 수로 제시	예) 2번째 학습 요소 → 02
예) [관일 05-02-01], [관일 05-02-02] → '관광 일반' 과목의 5번째 학습 영역의 두 번째 학습 요소의 첫 번째, 두 번째 성취기준이라는 의미	성취 기준 순서	· 1개 학습 요소에 1개 성취기준이 아니고 복수의 성취기준이 있는 경우, 학습 요소 내 성취기준 순서대로 두 자리 수로 제시	예) 동일 학습 요소의 복수 성취기준 중 첫 번째 성취기준 → 01

00. 전문 공통

구분	과목명	과목명 축약 글자
전문 공통	성공적인 직업 생활	성직
전문 공통	노동 인권과 산업 안전 보건	인산
전문 공통	디지털과 직업 생활	디직

01. 경영 · 금융

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
경영사무과	전공일반	상업 경제	상경
경영사무과	전공일반	기업과 경영	기경
경영사무과	전공일반	사무 관리	사관
세무회계과	전공일반	회계 원리	회원
세무회계과	전공일반	회계 정보 처리 시스템	회정
세무회계과	전공일반	기업 자원 통합 관리	기자
세무회계과	전공일반	세무 일반	세일
유통과	전공일반	유통 일반	유일
유통과	전공일반	무역 일반	무일
유통과	전공일반	무역 영어	무영
금융정보과	전공일반	금융 일반	금일
금융정보과	전공일반	보험 일반	보일
마케팅과	전공일반	마케팅과 광고	마팅
마케팅과	전공일반	창업 일반	창일
마케팅과	전공일반	비즈니스 커뮤니케이션	비커
마케팅과	전공일반	전자 상거래 일반	전상
경영사무과	전공실무	총무	총무
경영사무과	전공실무	인사	인사
경영사무과	전공실무	노무 관리	노관
경영사무과	전공실무	비서	비서
경영사무과	전공실무	사무 행정	사행
세무회계과	전공실무	예산·자금	예자
세무회계과	전공실무	회계 실무	회실
세무회계과	전공실무	세무 실무	세실
유통과	전공실무	유통 관리	유관
유통과	전공실무	구매 조달	구조
유통과	전공실무	자재 관리	자관
유통과	전공실무	공정 관리	공관
유통과	전공실무	공급망 관리	공망
유통과	전공실무	품질 관리	품관
유통과	전공실무	물류 관리	물관
유통과	전공실무	수출입 관리	수입

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
유통과	전공실무	원산지 관리	원지
금융정보과	전공실무	창구 사무	창사
금융정보과	전공실무	무역 금융 업무	무금
마케팅과	전공실무	고객 관리	고관
마케팅과	전공실무	전자 상거래 실무	전실
마케팅과	전공실무	매장 판매	매판

02. 보건 · 복지

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
보육과	전공일반	인간 발달	인발
보육과	전공일반	보육 원리와 보육 교사	보원
보육과	전공일반	보육 과정	보과
보육과	전공일반	아동 생활 지도	아생
보육과	전공일반	아동 복지	아복
보육과	전공일반	보육 실습	보실
보육과	전공일반	영유아 교수 방법	영교
복지과	전공일반	생활 서비스 산업의 이해	생산
복지과	전공일반	복지 서비스의 기초	복서
복지과	전공일반	사회 복지 시설의 이해	사이
간호과	전공일반	공중 보건	공보
간호과	전공일반	인체 구조와 기능	인구
간호과	전공일반	간호의 기초	간기
간호과	전공일반	기초 간호 임상 실무	기간
간호과	전공일반	보건 간호	보간
간호과	전공일반	보건 의료 법규	보의
간호과	전공일반	치과 간호 임상 실무	치임
보육과	전공실무	영유아 건강·안전·영양 지도	영건
보육과	전공실무	영유아 놀이 지도	영놀
복지과	전공실무	사회 복지 시설 실무	사실
복지과	전공실무	대인 복지 서비스	대복
간호과	전공실무	요양 지원	요지

03. 문화 · 예술 · 디자인 · 방송

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
문화콘텐츠과	전공일반	문화 콘텐츠 산업 일반	문콘
문화콘텐츠과	전공일반	미디어 콘텐츠 일반	미어
문화콘텐츠과	전공일반	영상 제작 기초	영제
문화콘텐츠과	전공일반	애니메이션 기초	애기
문화콘텐츠과	전공일반	음악 콘텐츠 제작 기초	음작
디자인과	전공일반	디자인 제도	디제
디자인과	전공일반	디자인 일반	디일
디자인과	전공일반	조형	조형
디자인과	전공일반	색채 일반	색일
디자인과	전공일반	컴퓨터 그래픽	컴그
공예과	전공일반	공예 일반	공일
공예과	전공일반	공예 재료와 도구	공재
방송과	전공일반	방송 일반	방일
문화콘텐츠과	전공실무	영화 콘텐츠 제작	영콘
문화콘텐츠과	전공실무	음악 콘텐츠 제작	음제
문화콘텐츠과	전공실무	광고 콘텐츠 제작	광제
문화콘텐츠과	전공실무	게임 기획	게기
문화콘텐츠과	전공실무	게임 디자인	게디
문화콘텐츠과	전공실무	게임 프로그래밍	게프
문화콘텐츠과	전공실무	애니메이션 콘텐츠 제작	애제
문화콘텐츠과	전공실무	만화 콘텐츠 제작	만제
문화콘텐츠과	전공실무	캐릭터 제작	캐제
문화콘텐츠과	전공실무	스마트 문화 앱 콘텐츠 제작	스제
문화콘텐츠과	전공실무	VR·AR 콘텐츠 제작	VA
디자인과	전공실무	시각 디자인	시디
디자인과	전공실무	제품 디자인	제디
디자인과	전공실무	디지털 디자인	디디
디자인과	전공실무	실내 디자인	실디
디자인과	전공실무	색채 디자인	색디
디자인과	전공실무	편집 디자인	편디
공예과	전공실무	도자기 공예	도공
공예과	전공실무	목공예	목예
공예과	전공실무	금속 공예	금공
방송과	전공실무	방송 콘텐츠 제작	방콘
방송과	전공실무	방송 제작 시스템 운용	방제

04. 미용

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
미용과	전공일반	미용의 기초	미의
미용과	전공일반	미용 안전·보건	미전
미용과	전공실무	헤어 미용	헤어
미용과	전공실무	피부 미용	피부
미용과	전공실무	메이크업	메크
미용과	전공실무	네일 미용	네일

05. 관광 · 레저

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
관광과	전공일반	관광 일반	관일
관광과	전공일반	관광 서비스	관서
관광과	전공일반	관광 영어	관영
관광과	전공일반	관광 일본어	관어
관광과	전공일반	관광 중국어	관중
관광과	전공일반	관광 문화와 자원	관문
관광과	전공일반	관광 콘텐츠 개발	관콘
관광과	전공일반	전시·컨벤션·이벤트 일반	컨일
레저산업과	전공일반	레저 서비스 일반	레서
관광과	전공실무	호텔 식음료 서비스 실무	음료
관광과	전공실무	호텔 객실 서비스 실무	객실
관광과	전공실무	국내 여행 서비스 실무	국내
관광과	전공실무	국외 여행 서비스 실무	국외
관광과	전공실무	전시·컨벤션·이벤트 실무	컨실
레저산업과	전공실무	카지노 서비스 실무	카노

06. 식품 · 조리

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
조리과	전공일반	식품과 영양	식영
조리과	전공일반	기초 조리	기조
조리과	전공일반	디저트 조리	디조
식음료과	전공일반	식음료 기초	식료
식품가공과	전공일반	식품 과학	식학
식품가공과	전공일반	식품 위생	식위

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
식품가공과	전공일반	식품 가공 기술	식가
식품가공과	전공일반	식품 분석	식분
조리과	전공실무	한식 조리	한식
조리과	전공실무	양식 조리	양식
조리과	전공실무	중식 조리	중식
조리과	전공실무	일식 조리	일식
식음료과	전공실무	바리스타	바스
식음료과	전공실무	바텐더	바더
식음료과	전공실무	식공간 연출	식간
식품가공과	전공실무	수산 식품 가공	수가
식품가공과	전공실무	축산 식품 가공	축가
식품가공과	전공실무	유제품 가공	유가
식품가공과	전공실무	건강 기능 식품 가공	건가
식품가공과	전공실무	김치·반찬 가공	김가
식품가공과	전공실무	음료·주류 가공	음류
식품가공과	전공실무	식품 품질 관리	식관
식품가공과	전공실무	떡 제조	떡조
제과제빵과	전공실무	제과	제과
제과제빵과	전공실무	제빵	제빵

07. 건축 · 토목

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
건축과	전공일반	공업 일반	공업
건축과	전공일반	기초 제도	기초
건축과	전공일반	건축 일반	건일
건축과	전공일반	건축 기초 실습	건실
건축인테리어과	전공일반	건축 도면 해석과 제도	건해
토목과	전공일반	토목 일반	토반
토목과	전공일반	토목 도면 해석과 제도	토면
토목과	전공일반	건설 재료	건재
토목과	전공일반	역학 기초	역기
토목과	전공일반	토질·수리	토수
공간정보과	전공일반	측량 기초	측기
공간정보과	전공일반	드론 기초	드기
스마트시티과	전공일반	스마트 시티 기초	스티
스마트시티과	전공일반	건물 정보 관리 기초	건정

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
건축과	전공실무	철근 콘크리트 시공	철콘
건축과	전공실무	건축 목공 시공	건목
건축과	전공실무	건축 마감 시공	건마
건축인테리어과	전공실무	건축 도장 시공	건도
건축인테리어과	전공실무	건축 설계	건설
토목과	전공실무	토목 설계	토계
토목과	전공실무	토목 시공	토공
공간정보과	전공실무	지적	지적
공간정보과	전공실무	측량	측량
공간정보과	전공실무	공간 정보 구축	공정
공간정보과	전공실무	공간 정보 융합 서비스	공융
공간정보과	전공실무	소형 무인기 운용·조종	소운
스마트시티과	전공실무	국토 도시 계획	국도
스마트시티과	전공실무	교통 계획·설계	교계
스마트시티과	전공실무	주거 서비스	주서

08. 기계

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
기계과	전공일반	기계 제도	기계
기계과	전공일반	기계 기초 공작	기공
기계과	전공일반	전자 기계 이론	전이
기계과	전공일반	기계 일반	기일
기계과	전공일반	자동차 일반	자일
기계과	전공일반	기계 기초 역학	기기
공조산업설비과	전공일반	냉동 공조 일반	냉일
공조산업설비과	전공일반	유체 기계	유체
공조산업설비과	전공일반	산업 설비	산설
자동차과	전공일반	자동차 기관	자기
자동차과	전공일반	자동차 섀시	자시
자동차과	전공일반	자동차 전기·전자 제어	자전
조선과	전공일반	선박 이론	선이
조선과	전공일반	선박 구조	선구
조선과	전공일반	선박 건조	선건
조선과	전공일반	선체 도면 독도와 제도	선도
항공과	전공일반	항공기 일반	항반
항공과	전공일반	항공기 실무 기초	항실

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
기계과	전공실무	기계요소 설계	기요
기계과	전공실무	기계 제어 설계	기제
기계과	전공실무	선반 가공	선가
기계과	전공실무	밀링 가공	밀가
기계과	전공실무	연삭 가공	연가
기계과	전공실무	컴퓨터 활용 생산	컴생
기계과	전공실무	측정	측정
기계과	전공실무	성형 가공	성가
기계과	전공실무	특수 가공	특가
기계과	전공실무	기계 수동 조립	기수
기계과	전공실무	기계 소프트웨어 개발	기소
기계과	전공실무	운반 하역 기계 설치·정비	운하
기계과	전공실무	건설 광산 기계 설치·정비	건광
기계과	전공실무	공작 기계 설치·정비	공기
기계과	전공실무	승강기 설치·정비	승기
기계과	전공실무	오토바이 정비	오비
기계과	전공실무	자전거 정비	자거
기계과	전공실무	사출 금형 설계	사설
기계과	전공실무	사출 금형 제작	사제
기계과	전공실무	사출 금형 품질 관리	사품
기계과	전공실무	사출 금형 조립	사조
기계과	전공실무	프레스 금형 설계	프설
기계과	전공실무	프레스 금형 제작	프제
기계과	전공실무	프레스 금형 품질 관리	프품
기계과	전공실무	프레스 금형 조립	프조
공조산업설비과	전공실무	배관 시공	배시
공조산업설비과	전공실무	냉동 공조 설계	냉설
공조산업설비과	전공실무	냉동 공조 유지 보수 관리	냉유
공조산업설비과	전공실무	보일러 설치·정비	보설
공조산업설비과	전공실무	판금·제관	판제
공조산업설비과	전공실무	피복 아크 용접	피아
공조산업설비과	전공실무	이산화탄소·가스 메탈 아크 용접	이탄
공조산업설비과	전공실무	가스 텅스텐 아크 용접	가텅
공조산업설비과	전공실무	로봇 용접	로용
공조산업설비과	전공실무	보일러 장치 설치	보장
공조산업설비과	전공실무	냉동 공조 장치 설치	냉장
자동차과	전공실무	자동차 전기·전자 장치 정비	자장

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
자동차과	전공실무	자동차 엔진 정비	자엔
자동차과	전공실무	자동차 섀시 정비	자정
자동차과	전공실무	자동차 차체 정비	자차
자동차과	전공실무	자동차 도장	자도
자동차과	전공실무	자동차 정비 검사	자검
자동차과	전공실무	자동차 튜닝	자튜
조선과	전공실무	선체 조립	선조
조선과	전공실무	전장 생산	전산
조선과	전공실무	선체 생산 설계	선상
항공과	전공실무	항공기 기체 제작	항작
항공과	전공실무	항공기 전기·전자 장비 제작	항전
항공과	전공실무	항공기 기체 정비	항체
항공과	전공실무	항공기 가스 터빈 엔진 정비	항가
항공과	전공실무	항공기 왕복 엔진 정비	항엔
항공과	전공실무	항공기 계통 정비	항통
항공과	전공실무	항공기 전기·전자 장비 정비	항비
항공과	전공실무	소형 무인기 정비	소정
항공과	전공실무	항공기 정비 관리	항정

09. 재료

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
금속재료과	전공일반	재료 일반	재일
금속재료과	전공일반	재료 시험	재시
세라믹과	전공일반	세라믹 재료	세재
세라믹과	전공일반	세라믹 원리·공정	세원
금속재료과	전공실무	제선	제선
금속재료과	전공실무	제강	제강
금속재료과	전공실무	압연	압연
금속재료과	전공실무	주조	주조
금속재료과	전공실무	금속 재료 가공	금가
금속재료과	전공실무	금속 열처리	금열
금속재료과	전공실무	도금	도금
금속재료과	전공실무	금속 재료 신뢰성 시험	금신
세라믹과	전공실무	도자기	도기
세라믹과	전공실무	탄소 재료	탄재
세라믹과	전공실무	용융 세라믹 제조	용제

10. 화학 공업

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
화학공업과	전공일반	공업 화학	공화
화학공업과	전공일반	제조 화학	제화
화학공업과	전공일반	스마트 공정 제어	공제
화학공업과	전공일반	화공 플랜트 기계	화기
화학공업과	전공일반	화공 플랜트 전기	화전
바이오화학공업과	전공일반	바이오 기초 화학	바기
에너지화학공업과	전공일반	에너지 공업 기초	에기
에너지화학공업과	전공일반	에너지 화공 소재 생산	에화
화학공업과	전공실무	화학 분석	화분
화학공업과	전공실무	화학 물질 관리	화물
화학공업과	전공실무	화학 공정 유지 운영	화공
화학공업과	전공실무	기능성 정밀 화학 제품 제조	기화
화학공업과	전공실무	고분자 제품 제조	고자
바이오화학공업과	전공실무	바이오 의약품 제조	바의
바이오화학공업과	전공실무	바이오 화학 제품 제조	바화
바이오화학공업과	전공실무	화장품 제조	화품
에너지화학공업과	전공실무	에너지 설비 유틸리티	에설
에너지화학공업과	전공실무	신재생 에너지 실무	신에

11. 섬유 · 의류

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
섬유과	전공일반	섬유 재료	섬재
섬유과	전공일반	섬유 공정	섬공
섬유과	전공일반	염색·가공 기초	염기
의류과	전공일반	패션 소재	패재
의류과	전공일반	패션 디자인의 기초	패기
의류과	전공일반	의복 구성의 기초	의구
의류과	전공일반	편물	편물
의류과	전공일반	패션 마케팅	패마
섬유과	전공실무	텍스타일 디자인	텍타
섬유과	전공실무	방적·방사	방사
섬유과	전공실무	제포	제포
섬유과	전공실무	염색·가공	염가
의류과	전공실무	패션 디자인의 실제	패실
의류과	전공실무	패턴 메이킹	패메

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
의류과	전공실무	서양 의복 구성과 생산	서의
의류과	전공실무	니트 의류 생산	니의
의류과	전공실무	한국 의복 구성과 생산	한의
의류과	전공실무	패션 소품 디자인과 생산	패소
의류과	전공실무	패션 상품 유통 관리	패상
의류과	전공실무	비주얼 머천다이징	비얼

12. 전기 · 전자

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
전기과	전공일반	전기 회로	전회
전기과	전공일반	전기 기기	전기
전기과	전공일반	전기 설비	전설
전기과	전공일반	자동화 설비	자설
전기과	전공일반	전기·전자 일반	전일
전자과	전공일반	전자 회로	전자
전자과	전공일반	전기·전자 측정	전측
전자과	전공일반	디지털 논리 회로	디논
전자과	전공일반	전자 제어	전전
전기과	전공실무	발전 설비 운영	발운
전기과	전공실무	송·변전 배전 설비 운영	송전
전기과	전공실무	전기 기기 설계	전계
전기과	전공실무	전기 기기 제작	전작
전기과	전공실무	전기 기기 유지 보수	전유
전기과	전공실무	전기 설비 운영	전운
전기과	전공실무	내선 공사	내공
전기과	전공실무	외선 공사	외공
전기과	전공실무	자동 제어 기기 제작	자제
전기과	전공실무	자동 제어 시스템 유지 정비	자유
전기과	전공실무	자동 제어 시스템 운영	자운
전기과	전공실무	전기 철도 시공	전철
전기과	전공실무	전기 철도 시설물 유지 보수	전시
전기과	전공실무	철도 신호 제어 시공	철신
전자과	전공실무	전자 제품 생산	전제
전자과	전공실무	전자 부품 생산	전부
전자과	전공실무	전자 제품 설치 정비	전정
전자과	전공실무	가전 기기 시스템 소프트웨어 개발	가소

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
전자과	전공실무	가전 기기 하드웨어 개발	가하
전자과	전공실무	가전 기기·기구 개발	가기
전자과	전공실무	산업용 전자 기기 하드웨어 개발	산하
전자과	전공실무	산업용 전자 기기·기구 개발	산기
전자과	전공실무	산업용 전자 기기 소프트웨어 개발	산소
전자과	전공실무	정보 통신 기기 하드웨어 개발	정하
전자과	전공실무	정보 통신 기기 소프트웨어 개발	정소
전자과	전공실무	전자 응용 기기 하드웨어 개발	전하
전자과	전공실무	전자 응용 기기 기구 개발	전개
전자과	전공실무	전자 응용 기기 소프트웨어 개발	전소
전자과	전공실무	전자 부품 기구 개발	전발
전자과	전공실무	반도체 개발	반개
전자과	전공실무	반도체 제조	반제
전자과	전공실무	반도체 장비	반장
전자과	전공실무	반도체 재료	반재
전자과	전공실무	디스플레이 생산	디플
전자과	전공실무	로봇 하드웨어 설계	로하
전자과	전공실무	로봇 기구 개발	로기
전자과	전공실무	로봇 소프트웨어 개발	로소
전자과	전공실무	로봇 지능 개발	로지
전자과	전공실무	로봇 유지 보수	로유
전자과	전공실무	의료 기기 연구 개발	의연
전자과	전공실무	의료 기기 인허가	의허
전자과	전공실무	의료 기기 생산	의생
전자과	전공실무	LED 기술 개발	LD
전자과	전공실무	3D 프린터 개발	3개
전자과	전공실무	3D 프린터용 제품 제작	3제

13. 정보 · 통신

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
통신과	전공일반	통신 일반	통일
통신과	전공일반	통신 시스템	통시
통신과	전공일반	정보 통신	정통
정보컴퓨터과	전공일반	정보 처리와 관리	정처
정보컴퓨터과	전공일반	컴퓨터 구조	컴구
정보컴퓨터과	전공일반	프로그래밍	프그

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
정보컴퓨터과	전공일반	자료 구조	자구
정보컴퓨터과	전공일반	알고리즘 설계	알설
정보컴퓨터과	전공일반	컴퓨터 시스템 일반	컴시
정보컴퓨터과	전공일반	컴퓨터 네트워크	컴네
소프트웨어과	전공일반	인공지능 일반	인일
소프트웨어과	전공일반	사물 인터넷과 센서 제어	사센
통신과	전공실무	네트워크 구축	네크
통신과	전공실무	유선 통신 구축·운용	유통
통신과	전공실무	무선 통신 구축·운용	무통
통신과	전공실무	초고속망 서비스 관리 운용	초속
정보컴퓨터과	전공실무	응용 프로그래밍 개발	응개
정보컴퓨터과	전공실무	응용 프로그래밍 화면 구현	응화
정보컴퓨터과	전공실무	시스템 프로그래밍	시프
정보컴퓨터과	전공실무	데이터베이스 프로그래밍	데프
정보컴퓨터과	전공실무	네트워크 프로그래밍	네프
정보컴퓨터과	전공실무	시스템 관리 및 지원	시관
소프트웨어과	전공실무	빅 데이터 분석	빅분
소프트웨어과	전공실무	인공지능 모델링	인모
소프트웨어과	전공실무	정보 보호 관리	정보
소프트웨어과	전공실무	컴퓨터 보안	컴보
소프트웨어과	전공실무	사물 인터넷 서비스 기획	사서

14. 환경 · 안전 · 소방

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
환경과	전공일반	인간과 환경	인과
환경과	전공일반	환경 화학 기초	환화
환경과	전공일반	환경 기술	환기
환경과	전공일반	환경과 생태	환과
산업안전과	전공일반	산업 안전 보건 기초	산안
소방과	전공일반	소방 기초	소초
소방과	전공일반	소방 법규	소법
소방과	전공일반	소방 건축	소건
소방과	전공일반	소방 기계	소계
소방과	전공일반	소방 전기	소전
환경과	전공실무	대기 관리	대관
환경과	전공실무	수질 관리	수관
환경과	전공실무	폐기물 관리	폐물

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
환경과	전공실무	소음 진동 관리	소진
환경과	전공실무	토양·지하수 관리	토지
환경과	전공실무	환경 유해 관리	환유
환경과	전공실무	환경 생태 복원 관리	환생
산업안전과	전공실무	기계 안전 관리	기안
산업안전과	전공실무	전기 안전 관리	전안
산업안전과	전공실무	건설 안전 관리	건안
산업안전과	전공실무	화공 안전 관리	화안
산업안전과	전공실무	가스 안전 관리	가안
소방과	전공실무	소방 시설 설계	소설
소방과	전공실무	소방 시설 공사	소공
소방과	전공실무	소방 안전 관리	소안

15. 농림 · 축산

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
농업과	전공일반	농업 이해	농이
농업과	전공일반	농업 기초 기술	농술
농업과	전공일반	농업 경영	농경
농업과	전공일반	재배	재배
농업과	전공일반	농산물 유통	농유
농업과	전공일반	농산물 거래	농거
농업과	전공일반	관광 농업	관농
농업과	전공일반	친환경 농업	친경
농업과	전공일반	생명 공학 기술	생공
농업과	전공일반	농업 정보 관리	농정
농업과	전공일반	농업 창업 일반	농창
원예과	전공일반	원예	원예
원예과	전공일반	생산 자재	생자
원예과	전공일반	조경 식물 관리	조식
원예과	전공일반	화훼 장식 기초	화초
산림자원과	전공일반	산림 휴양	산휴
산림자원과	전공일반	산림 자원	산자
산림자원과	전공일반	임산 가공	임가
산림자원과	전공일반	조림	조림
조경과	전공일반	조경	조경
동물자원과	전공일반	동물 자원	동자

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
동물자원과	전공일반	반려동물 관리	반동
동물자원과	전공일반	곤충 산업 일반	곤산
농업기계과	전공일반	농업 기계	농기
농업기계과	전공일반	농업 기계 공작	농공
농업기계과	전공일반	농업 기계 운전 작업	농운
농업기계과	전공일반	농업용 전기·전자	농전
농업토목과	전공일반	농업 토목 제도·설계	농제
농업토목과	전공일반	농업 토목 시공·측량	농측
농업토목과	전공일반	농업 생산 환경 일반	농일
농업과	전공실무	수도작 재배	수재
농업과	전공실무	전특작 재배	전특
농업과	전공실무	육종	육종
농업과	전공실무	종자 생산	종생
농업과	전공실무	농촌 체험 상품 개발	농상
농업과	전공실무	농촌 체험 시설 운영	농시
농업과	전공실무	스마트 팜 운영	스팜
원예과	전공실무	채소 재배	채재
원예과	전공실무	과수 재배	과재
원예과	전공실무	화훼 재배	화재
원예과	전공실무	화훼 장식	화식
산림자원과	전공실무	버섯 재배	버재
산림자원과	전공실무	임업 종묘	임종
산림자원과	전공실무	산림 조성	산조
산림자원과	전공실무	산림 보호	산보
산림자원과	전공실무	임산물 생산	임물
산림자원과	전공실무	목재 가공	목가
산림자원과	전공실무	펄프·종이 제조	펄종
조경과	전공실무	조경 설계	조설
조경과	전공실무	조경 시공	조시
조경과	전공실무	조경 관리	조관
동물자원과	전공실무	종축	종축
동물자원과	전공실무	수의 보조	수보
동물자원과	전공실무	애완동물 미용	애동
동물자원과	전공실무	젖소 사육	젖소
동물자원과	전공실무	돼지 사육	돼지
동물자원과	전공실무	가금 사육	가금
동물자원과	전공실무	한우 사육	한우

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
동물자원과	전공실무	말 사육	말육
동물자원과	전공실무	곤충 사육	곤사
농업기계과	전공실무	농업용 기계 설치·정비	농용
농업토목과	전공실무	농업 생산 환경 조성	농조

16. 수산 · 해운

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
해양생산과	전공일반	해양의 이해	해의
해양생산과	전공일반	수산·해운 산업 기초	수해
해양생산과	전공일반	해양 생산 일반	해생
해양생산과	전공일반	해양 오염·방제	해오
해양생산과	전공일반	전자 통신 운용	전통
해양생산과	전공일반	어선 전문	어전
수산양식과	전공일반	수산 일반	수일
수산양식과	전공일반	수산 생물	수생
수산양식과	전공일반	수산 양식 일반	수양
수산양식과	전공일반	수산 경영	수경
수산양식과	전공일반	수산물 유통	수물
수산양식과	전공일반	양식 생물 질병	양생
수산양식과	전공일반	관상 생물 기초	관생
수산양식과	전공일반	수산 해양 창업	수창
수산양식과	전공일반	활어 취급 일반	활급
해양레저과	전공일반	해양 레저 관광	해레
해양레저과	전공일반	요트 조종	요트
해양레저과	전공일반	잠수 기술	잠술
항해과	전공일반	항해 기초	항해
항해과	전공일반	해사 일반	해일
항해과	전공일반	해사 법규	해법
항해과	전공일반	선박 운용	선용
항해과	전공일반	선화 운송	선송
항해과	전공일반	항만 물류 일반	항물
항해과	전공일반	해사 영어	해영
항해과	전공일반	항해사 직무	항사
기관과	전공일반	열기관	열관
기관과	전공일반	선박 보조 기계	선계
기관과	전공일반	선박 전기·전자	선전

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
기관과	전공일반	기관 실무 기초	기실
기관과	전공일반	기관 직무 일반	기직
해양생산과	전공실무	근해 어업	근어
해양생산과	전공실무	원양 어업	원어
수산양식과	전공실무	해면 양식	해양
수산양식과	전공실무	수산 종묘 생산	수종
수산양식과	전공실무	내수면 양식	내면
수산양식과	전공실무	수산 질병 관리	수병
해양레저과	전공실무	수상 레저 기구 조종	수레
해양레저과	전공실무	일반 잠수	일잠
해양레저과	전공실무	산업 잠수	산잠
해양레저과	전공실무	어촌 체험 상품 개발	어상
해양레저과	전공실무	어촌 체험 시설 운영	어시
항해과	전공실무	선박 통신	선통
항해과	전공실무	선박 갑판 관리	선갑
항해과	전공실무	선박 운항 관리	선관
항해과	전공실무	선박 안전 관리	선안
기관과	전공실무	선박 기기 운용	선운
기관과	전공실무	기관사 직무	기사
기관과	전공실무	선박 기관 정비	선기
기관과	전공실무	선박 보조 기계 정비	선비

17. 융복합 · 지식 재산

기준학과	과목군	과목명	과목명 축약 글자
스마트공장과	전공일반	스마트 공장 일반	스일
스마트공장과	전공일반	스마트 공장 운용	스운
스마트공장과	전공일반	스마트 공장 설계와 구축	스구
발명특허과	전공일반	발명·특허 기초	발특
발명특허과	전공일반	발명과 기업가 정신	발신
발명특허과	전공일반	발명과 디자인	발디
발명특허과	전공일반	발명과 메이커	발메
스마트공장과	전공실무	스마트 설비 실무	스실
발명특허과	전공실무	특허 정보 조사·분석	특정
발명특허과	전공실무	특허 출원의 실제	특출
발명특허과	전공실무	지식 재산 관리	지재