

2014 전문교과

## 성취기준 및 성취수준

교과명 : 단위조작 · 공정제어

학과	학년	지도교사
환경	2	조용운

서울도시과학기술고등학교

## 가. 과목의 개요

### 1) 성격

화학 공학의 물리적 조작과 공정 제어의 원리와 운영에 관한 기초 지식과 응용 기술로 구성된 이론 · 실습 통합과목이다.

### 2) 목표

화공 분야의 물리적 공정과 그에 따른 단위 조작을 이해하고, 화학 장치 및 자동화 시스템에 관한 기초적인 지식과 기술을 익혀 화공 산업 분야의 관련 실무에 활용할 수 있다.

### 3) 내용

대영역	중영역
화공 양론	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 화학 공학 계산</li> <li>· 물질 및 에너지 수지</li> </ul>
유체 수송	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유체의 흐름</li> <li>· 유체의 유량</li> <li>· 유체 마찰 손실</li> <li>· 혼합 및 교반</li> </ul>
열전달	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 열전달 기구</li> <li>· 열 교환기</li> <li>· 증발기 및 냉각기</li> </ul>
물질 전달	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 증류</li> <li>· 추출</li> <li>· 흡수와 흡착</li> <li>· 기타 분리 및 정제</li> </ul>
분체	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 분쇄</li> <li>· 건조</li> <li>· 여과</li> </ul>
화공 기계 및 장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유체 수송 장치</li> <li>· 냉동 장치</li> <li>· 반응기</li> <li>· 보일러</li> </ul>

대영역	중영역
화학 공정 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 화공 계측과 공정 제어</li> <li>· 센서와 공정 변량의 측정</li> <li>· 마이크로프로세서와 PLC</li> <li>· 공정 자동화</li> </ul>

## 나. 성취수준 개발을 위한 내용 요소 선정

대영역	중영역	내용요소
화공 양론	화학 공학 계산	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 화학 공업과 화학 공학</li> <li>· 단위와 단위 환산</li> </ul>
	물질 수지와 에너지 수지	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물질 수지</li> <li>· 유체 물질 수지</li> <li>· 에너지 수지</li> </ul>
유체 수송	유체 흐름	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유체</li> <li>· 유체의 흐름에 영향을 미치는 인자</li> </ul>
	유체의 유량	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유량의 구분</li> <li>· 평균 유속과 부분 유속</li> </ul>
	유체 마찰 손실	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 마찰 손실과 에너지 손실</li> </ul>
	혼합 및 교반	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 혼합</li> <li>· 교반</li> </ul>
열전달	열전달 기구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 열전달 원리</li> <li>· 전도, 대류, 복사에 의한 열전달</li> </ul>
	열교환기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 열교환기</li> </ul>
	증발기 및 응축기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 증발기</li> <li>· 응축기</li> </ul>
	신재생 에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 신재생 에너지의 개요</li> <li>· 신재생 에너지의 종류 및 특성</li> </ul>
물질 전달	증류	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 증류의 원리</li> <li>· 증류 방법</li> <li>· 정류</li> </ul>

대영역	중영역	내용요소
		<ul style="list-style-type: none"> <li>정류의 물질 수지</li> </ul>
	추출	<ul style="list-style-type: none"> <li>추출의 원리</li> <li>액-액 추출 장치</li> <li>고-액 추출 장치</li> </ul>
	그 밖의 분리 및 정제	<ul style="list-style-type: none"> <li>흡수와 흡착</li> <li>습도 조절</li> <li>결정화</li> </ul>
분체	분쇄	<ul style="list-style-type: none"> <li>분체의 모양, 크기, 성질</li> <li>분쇄의 원리와 목적</li> <li>분쇄의 종류와 방법</li> <li>분쇄기의 종류와 운전 방법</li> </ul>
	건조	<ul style="list-style-type: none"> <li>건조의 원리</li> <li>건조 장치</li> <li>건조 조작</li> </ul>
	여과	<ul style="list-style-type: none"> <li>여과</li> <li>여과 조작 준비</li> <li>여과 장치</li> <li>여과기의 선택</li> </ul>
화공 기계 및 장치	유체 수송 장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>기체 수송 장치</li> <li>액체 수송 장치</li> <li>고체 수송 장치</li> </ul>
	냉동 장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>냉동 장치의 구성</li> <li>냉동 사이클과 냉매</li> </ul>
	반응기	<ul style="list-style-type: none"> <li>반응기의 종류</li> <li>저장 설비</li> </ul>
	보일러	<ul style="list-style-type: none"> <li>보일러의 구성</li> <li>보일러의 종류</li> </ul>
화학 공정 제어	화공 계측과 공정 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>계측 제어</li> <li>화공 계측과 공정 제어</li> <li>자동 제어의 필요성</li> </ul>

대영역	중영역	내용요소
	센서와 공정 변량의 계측	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 센서</li> <li>• 센서의 특징</li> <li>• 공정 변량의 계측</li> </ul>
	마이크로프로세서와 PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마이크로프로세서의 발전</li> <li>• 디지털 컴퓨터의 기본 구성</li> <li>• PLC의 개요</li> <li>• PLC 하드웨어의 구조</li> </ul>
	공정 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제어 시스템의 구성</li> <li>• 시퀀스 제어와 되먹임 제어</li> <li>• 제어기의 종류와 특징</li> <li>• 제어 시스템의 특성</li> </ul>

#### 다. 성취기준 및 성취수준

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
1. 화공 양론	11. 화학 공 학 계산	화학 공 업과 화 학 공학	11-1. 화학 공업과 화학 공학을 설명 할 수 있다.	화학 공업과 화학 공학을 구 체적으로 설명 할 수 있다.	화학 공업과 화 학 공학을 설명 할 수 있다.	화학 공업과 화 학 공학을 부분 적으로 설명할 수 있다.
		단위와 단위 환 산	11-2. 단위, 유도 단위 및 단위 환 산을 설명할 수 있다.	단위, 유도 단 위 및 단위 환 산을 구체적으 로 설명할 수 있다.	단위, 유도 단 위 및 단위 환산 을 설명할 수 있 다.	단위, 유도 단 위 및 단위 환산 을 부분적으로 설명할 수 있다.
	12. 물질 수지와 에너지 수지	물질 수 지	12-1. 질량 보존의 법칙 을 이용하여 물질 수지를 계산할 수 있다.	질량 보존의 법칙을 이용하 여 물질 수지를 정확히 계산할 수 있다.	질량 보존의 법 칙을 이용하여 물질 수지를 계 산할 수 있다.	질량 보존의 법 칙을 이용하여 물질 수지를 부 분적으로 계산할 수 있다.

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
		유체 물질 수지	12-2. 유체의 물질 수지를 계산할 수 있다.	유체의 물질 수지를 정확히 계산할 수 있다.	유체의 물질 수지를 계산할 수 있다.	유체의 물질 수지를 부분적으로 계산할 수 있다.
		에너지 수지	12-3. 에너지 보존의 법칙을 이용하여 에너지 수지를 계산할 수 있다.	에너지 보존의 법칙을 이용하여 에너지 수지를 정확히 계산할 수 있다.	에너지 보존의 법칙을 이용하여 에너지 수지를 계산할 수 있다.	에너지 보존의 법칙을 이용하여 에너지 수지를 부분적으로 계산할 수 있다.
2. 유체 수송	21. 유체의 흐름	유체	21-1. 유체를 특성에 따라 분류할 수 있다.	유체를 특성에 따라 구체적으로 분류할 수 있다.	유체를 특성에 따라 분류할 수 있다.	유체를 특성에 따라 부분적으로 분류할 수 있다.
		유체의 흐름에 영향을 미치는 인자	21-2. 유체의 흐름 특성에 대하여 설명할 수 있다.	유체의 흐름 특성에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	유체의 흐름 특성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.	유체의 흐름 특성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
	22. 유체의 유량	유량의 구분	21-1. 유체의 질량이나 부피를 측정할 수 있다.	유체의 질량이나 부피를 정확히 측정할 수 있다.	유체의 질량이나 부피를 측정할 수 있다.	유체의 질량이나 부피를 부분적으로 측정할 수 있다.
		평균 유속과 부분 유속	21-2. 평균 유속과 부분 유속을 측정하는 원리를 설명할 수 있다.	평균 유속과 부분 유속을 측정하는 원리를 구체적으로 설명할 수 있다.	평균 유속과 부분 유속을 측정하는 원리를 설명할 수 있다.	평균 유속과 부분 유속을 측정하는 원리를 부분적으로 설명할 수 있다.
	23. 유체 마찰 손실	마찰 손실과 에너지 손	23-1. 마찰과 에너지 손실의 관계를 설명할 수 있	마찰과 에너지 손실의 관계를 설명할 수 있	마찰과 에너지 손실의 관계를 설명할 수 있고,	마찰과 에너지 손실의 관계를 설명할 수 있고,
		실	고	고	고	고

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
		실	를 설명할 수 있고, 유체 마찰 손실을 계산할 수 있다.	고, 유체 마찰 손실을 정확히 계산할 수 있다.	유체 마찰 손실을 계산할 수 있다.	유체 마찰 손실을 부분적으로 계산할 수 있다.
	24. 혼합 및 교반	혼합	24-1. 혼합의 원리를 설명하고 혼합기의 운전 특성을 설명할 수 있다.	혼합의 원리를 설명하고 혼합기의 운전 특성을 구체적으로 설명할 수 있다.	혼합의 원리를 설명하고 혼합기의 운전 특성을 설명할 수 있다.	혼합의 원리를 설명하고 혼합기의 운전 특성을 부분적으로 설명할 수 있다.
		교반	24-2. 교반의 원리를 설명하고 교반기의 운전 특성을 설명할 수 있다.	교반의 원리를 설명하고 교반기의 운전 특성을 구체적으로 설명할 수 있다.	교반의 원리를 설명하고 교반기의 운전 특성을 설명할 수 있다.	교반의 원리를 설명하고 교반기의 운전 특성을 부분적으로 설명할 수 있다.
3. 열전달	31. 열전달 기구	열전달 원리	31-1. 열이 전달되는 원리를 설명할 수 있다.	열이 전달되는 원리를 구체적으로 설명할 수 있다.	열이 전달되는 원리를 설명할 수 있다.	열이 전달되는 원리를 부분적으로 설명할 수 있다.
		전도, 대류, 복사 에 의한 열전달	31-2. 열전달에 관한 법칙을 설명할 수 있다.	열전달에 관한 법칙을 구체적으로 설명할 수 있다.	열전달에 관한 법칙을 설명할 수 있다.	열전달에 관한 법칙을 부분적으로 설명할 수 있다.
	32. 열교환기	열교환기	32-1. 열교환기를 사용 목적에 따라 분류할 수 있고, 열교환기의 종류와 특성을 설명할 수 있다.	열교환기를 사용 목적에 따라 분류할 수 있고, 열교환기의 종류와 특성을 설명할 수 있다.	열교환기를 사용 목적에 따라 분류할 수 있고, 열교환기의 종류와 특성을 설명할 수 있다.	열교환기를 사용 목적에 따라 분류할 수 있고, 열교환기의 종류와 특성을 부분적으로 설명할 수 있다.

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
			와 특성을 설명할 수 있다.	명할 수 있다.		수 있다.
	33. 증발기와 응축기	증발기	33-1. 증발 조작의 특성, 증발 장치의 종류와 특징을 설명할 수 있다.	증발 조작의 특성, 증발 장치의 종류와 특징을 구체적으로 설명할 수 있다.	증발 조작의 특성, 증발 장치의 종류와 특징을 설명할 수 있다.	증발 조작의 특성, 증발 장치의 종류와 특징을 부분적으로 설명할 수 있다.
		응축기	33-2. 수증기의 응축 방법에 따른 종류와 특성을 설명할 수 있다.	수증기의 응축 방법에 따른 종류와 특성을 구체적으로 설명할 수 있다.	수증기의 응축 방법에 따른 종류와 특성을 설명할 수 있다.	수증기의 응축 방법에 따른 종류와 특성을 부분적으로 설명할 수 있다.
	34. 신재생 에너지	신재생 에너지의 개요	34-1. 화석 연료를 대체할 수 있는 에너지를 설명할 수 있다.	화석 연료를 대체할 수 있는 에너지를 구체적으로 설명할 수 있다.	화석 연료를 대체할 수 있는 에너지를 설명할 수 있다.	화석 연료를 대체할 수 있는 에너지를 부분적으로 설명할 수 있다.
		신재생 에너지의 종류 및 특성	34-2. 신재생 에너지의 종류와 특성에 대하여 설명할 수 있다.	신재생 에너지의 종류와 특성에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	신재생 에너지의 종류와 특성에 대하여 설명할 수 있다.	신재생 에너지의 종류와 특성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.



## 라. 학기 단위 성취수준

## 1) 2학년 1학기 성취수준

수준	내 용
A	‘A’ 수준의 학생은 화학 공업과 화학 공학, 단위와 단위 환산, 물질 수지, 유체 물질 수지, 에너지 수지, 유체, 유체의 흐름에 영향을 미치는 인자, 유량의 구분, 평균 유속과 부분 유속, 유량 측정, 마찰 손실과 에너지 손실, 혼합, 교반에 대하여 체계적이며 구체적으로 설명이 가능하다.
B	‘B’ 수준의 학생은 화학 공업과 화학 공학, 단위와 단위 환산, 물질 수지, 유체 물질 수지, 에너지 수지, 유체, 유체의 흐름에 영향을 미치는 인자, 유량의 구분, 평균 유속과 부분 유속, 유량 측정, 마찰 손실과 에너지 손실, 혼합, 교반에 대하여 설명이 가능하다.
C	‘C’ 화학 공업과 화학 공학, 단위와 단위 환산, 물질 수지, 유체 물질 수지, 에너지 수지, 유체, 유체의 흐름에 영향을 미치는 인자, 유량의 구분, 평균 유속과 부분 유속, 유량 측정, 마찰 손실과 에너지 손실, 혼합, 교반에 대하여 부분적인 설명이 가능하다.
D	‘D’ 수준의 학생은 화학 공업과 화학 공학, 단위와 단위 환산, 물질 수지, 유체 물질 수지, 에너지 수지, 유체, 유체의 흐름에 영향을 미치는 인자, 유량의 구분, 평균 유속과 부분 유속, 유량 측정, 마찰 손실과 에너지 손실, 혼합, 교반에 대하여 교사의 도움을 받아 부분적으로 설명이 가능하다.
E	‘E’ 수준의 학생은 화학 공업과 화학 공학, 단위와 단위 환산, 물질 수지, 유체 물질 수지, 에너지 수지, 유체, 유체의 흐름에 영향을 미치는 인자, 유량의 구분, 평균 유속과 부분 유속, 유량 측정, 마찰 손실과 에너지 손실, 혼합, 교반에 대하여 부분적인 설명도 미흡하다.

## 2) 2학년 2학기 성취수준

수준	내 용
A	‘A’ 수준의 학생은 열전달 원리, 전도, 대류, 복사에 의한 열전달, 열 교환기, 증발기, 응축기, 신재생 에너지의 개요, 신재생 에너지의 종류 및 특성에 대하여 체계적이며 구체적으로 설명이 가능하다.
B	‘B’ 수준의 학생은 열전달 원리, 전도, 대류, 복사에 의한 열전달, 열 교환기, 증발기, 응축기, 신재생 에너지의 개요, 신재생 에너지의 종류 및 특성에 대하여 설명이 가능하다.

수준	내 용
C	‘C’ 수준의 학생은 열전달 원리, 전도, 대류, 복사에 의한 열전달, 열 교환기, 증발기, 응축기, 신재생 에너지의 개요, 신재생 에너지의 종류 및 특성에 대하여 부분적인 설명이 가능하다.
D	‘D’ 수준의 학생은 열전달 원리, 전도, 대류, 복사에 의한 열전달, 열 교환기, 증발기, 응축기, 신재생 에너지의 개요, 신재생 에너지의 종류 및 특성에 대하여 교사의 도움을 받아 부분적으로 설명이 가능하다.
E	‘E’ 수준의 학생은 열전달 원리, 전도, 대류, 복사에 의한 열전달, 열 교환기, 증발기, 응축기, 신재생 에너지의 개요, 신재생 에너지의 종류 및 특성에 대하여 부분적인 설명도 미흡하다.

## 바. 단위조작 · 공정제어의 교육과정 및 교과서 내용 분석

교육과정		교과서 소단원명	내용요소
대영역	중영역	경기도교육청(인정)	
1. 화공 양론	11. 화학 공학 계산	화학 공업과 화학 공학	화학 공업과 화학 공학
		단위와 단위 환산	단위와 단위 환산
	12. 물질 및 에너지 수지	물질 수지	물질 수지
		유체 물질 수지	유체 물질 수지
		에너지 수지	에너지 수지
2. 유체 수송	21. 유체 흐름	유체	유체
		유체의 흐름에 영향을 미치는 인자	유체의 흐름에 영향을 미치는 인자
	22. 유체의 유량	유량의 구분	유량의 구분
		평균 유속과 부분 유속	평균 유속과 부분 유속
	23. 유체 마찰 손실	마찰 손실과 에너지 손실	마찰 손실과 에너지 손실
	24. 혼합 및 교환	혼합	혼합

교육과정		교과서 소단원명	내용요소
대영역	중영역	경기도교육청(인정)	
		교반	교반
3. 열전달	31. 열전달 기구	열전달 원리	열전달 원리
		전도, 대류, 복사에 의한 열전달	전도, 대류, 복사에 의한 열전달
	32. 열 교환기	열교환기	열교환기
	33. 증발기 및 냉각기	증발기	증발기
		응축기	응축기
4. 물질 전달	41. 증류	증류의 원리	증류의 원리
		증류 방법	증류 방법
		정류	정류
		정류의 물질 수지	정류의 물질 수지
	42. 추출	추출의 원리	추출의 원리
		액-액 추출 장치	액-액 추출 장치
		고-액 추출 장치	고-액 추출 장치
	43. 그 밖의 분리 및 정제	흡수와 흡착	흡수와 흡착
		습도 조절	습도 조절
		결정화	결정화
5. 분체	51. 분쇄	분체의 모양, 크기, 성질	분체의 모양, 크기, 성질
		분쇄의 원리와 목적	분쇄의 원리와 목적
		분쇄의 종류와 방법	분쇄의 종류와 방법
	52. 건조	건조의 원리	건조의 원리
		건조 장치	건조 장치

교육과정		교과서 소단원명	내용요소
대영역	중영역	경기도교육청(인정)	
	53. 여과	건조 조작	건조 조작
		실습목표	여과
		실습재료	여과 조작 준비
		기기 및 기구	여과 장치
		관계 이론	여과기의 선택
6. 화공 기계 및 장치	61. 유체 수송 장치	기체 수송 장치	기체 수송 장치
		액체 수송 장치	액체 수송 장치
		고체 수송 장치	고체 수송 장치
	62. 냉동 장치	냉동 장치의 구성	냉동 장치의 구성
		냉동 사이클과 냉매	냉동 사이클과 냉매
	63. 반응기	반응기의 종류	반응기의 종류
		저장 설비	저장 설비
	64. 보일러	보일러의 구성	보일러의 구성
		보일러의 종류	보일러의 종류
7. 화학 공정 제어	71. 화공 계측과 공정 제어	계측 제어	계측 제어
		화공 계측과 공정 제어	화공 계측과 공정 제어
		자동 제어의 필요성	자동 제어의 필요성
	72. 센서와 공정 변량의 계측	센서	센서
		센서의 특징	센서의 특징
		공정 변량의 계측	공정 변량의 계측
	73. 마이크로프로세서와 PLC	마이크로프로세서의 발전	마이크로프로세서의 발전
		디지털 컴퓨터의 기본 구성	디지털 컴퓨터의 기본 구성
		PLC의 개요	PLC의 개요

교육과정		교과서 소단원명	내용요소
대영역	중영역	경기도교육청(인정)	
	74. 공정 자동화	PLC 하드웨어의 구성	PLC 하드웨어의 구성
		제어 시스템의 구성	제어 시스템의 구성
		시퀀스 제어와 되먹임 제어	시퀀스 제어와 되먹임 제어
		제어기의 종류와 특징	제어기의 종류와 특징
		제어 시스템의 특성	제어 시스템의 특성