

2014 전문교과

## 성취기준 및 성취수준

교과명 : 단위조작 · 공정제어

학과	학년	지도교사
환경	3	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
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, 복사에 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 구체적으로 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.
	33. 증발	증발기	33-1. 증발	증발 조작의	증발 조작의 특	증발 조작의 특

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
	기와 응축기		조작의 특성, 증발 장치의 종류와 특징을 설명할 수 있다.	특성, 증발 장치의 종류와 특징을 구체적으로 설명할 수 있다.	성, 증발 장치의 종류와 특징을 설명할 수 있다.	성, 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.
4. 물질 전달	41. 증류	증류의 원리	41-1. 증류의 원리를 설명할 수 있다.	증류의 원리를 구체적으로 설명할 수 있다.	증류의 원리를 설명할 수 있다.	증류의 원리를 부분적으로 설명할 수 있다.
		증류 방법	41-2. 증류 방법에 대하여 설명할 수 있다.	증류 방법에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	증류 방법에 대하여 설명할 수 있다.	증류 방법에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		정류	41-3. 정류에 대하여 설명할 수 있다.	정류에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	정류에 대하여 설명할 수 있다.	정류에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		정류의 물질 수지	41-4. 정류의 물질 수지에 대하여 설명할 수	정류의 물질 수지에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	정류의 물질 수지에 대하여 설명할 수 있다.	정류의 물질 수지에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
	42. 추출		있다.			
		추출의 원리	42-1. 추출의 원리에 대하여 설명할 수 있다.	추출의 원리에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	추출의 원리에 대하여 설명할 수 있다.	추출의 원리에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		액-액 추출 장치	42-2. 액-액 추출 장치의 원리와 종류를 설명할 수 있다.	액-액 추출 장치의 원리와 종류를 구체적으로 설명할 수 있다.	액-액 추출 장치의 원리와 종류를 설명할 수 있다.	액-액 추출 장치의 원리와 종류를 부분적으로 설명할 수 있다.
		고-액 추출 장치	42-3. 고-액 추출 장치의 원리와 종류를 설명할 수 있다.	고-액 추출 장치의 원리와 종류를 구체적으로 설명할 수 있다.	고-액 추출 장치의 원리와 종류를 설명할 수 있다.	고-액 추출 장치의 원리와 종류를 부분적으로 설명할 수 있다.
	43. 그 밖의 분리 및 정제	흡수와 흡착	43-1. 흡수와 흡착의 원리를 설명할 수 있다.	흡수와 흡착의 원리를 구체적으로 설명할 수 있다.	흡수와 흡착의 원리를 설명할 수 있다.	흡수와 흡착의 원리를 부분적으로 설명할 수 있다.
		습도 조절	43-2. 습도 조절의 원리에 대하여 설명할 수 있다.	습도 조절의 원리에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	습도 조절의 원리에 대하여 설명할 수 있다.	습도 조절의 원리에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		결정화	43-3. 결정화의 원리에 대하여 설명할 수 있다.	결정화의 원리에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	결정화의 원리에 대하여 설명할 수 있다.	결정화의 원리에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
5 분체	51. 분쇄	분체의 모양, 크기, 성질	51-1. 분체의 모양, 크기 성질에 대하여 설명할 수 있다.	분체의 모양, 크기 성질에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	분체의 모양, 크기 성질에 대하여 설명할 수 있다.	분체의 모양, 크기 성질에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		분쇄의 원리와 목적	51-2. 분쇄의 원리와 목적을 설명할 수 있다.	분쇄의 원리와 목적을 구체적으로 설명할 수 있다.	분쇄의 원리와 목적을 설명할 수 있다.	분쇄의 원리와 목적을 부분적으로 설명할 수 있다.
		분쇄의	51-3. 분쇄	분쇄의 종류와	분쇄의 종류와	분쇄의 종류와

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
		종류와 방법	의 종류와 방법에 대하 여 설명할 수 있다.	방법에 구체적 으로 대하여 설 명할 수 있다.	방법에 대하여 설명할 수 있다.	방법에 부분적으 로 대하여 설명 할 수 있다.
		분쇄기의 종류와 운전 방 법	51-4. 분쇄 기의 종류와 운전 방법에 대하여 설명 할 수 있다.	분쇄기의 종류 와 운전 방법에 대하여 구체적 으로 설명할 수 있다.	분쇄기의 종류 와 운전 방법에 대하여 설명할 수 있다.	분쇄기의 종류 와 운전 방법에 부분적으로 설명 할 수 있다.
	52. 건조	건조의 원리	52-1. 고체 의 건조 원 리와 목적을 설명할 수 있다.	고체의 건조 원리와 목적을 구체적으로 설 명할 수 있다.	고체의 건조 원 리와 목적을 설 명할 수 있다.	고체의 건조 원 리와 목적을 부 분적으로 설명할 수 있다.
		건조 장 치	52-2. 건조 장치 종류와 운전 방법에 대하여 설명 할 수 있다.	건조 장치 종 류와 운전 방법 에 구체적으로 대하여 설명할 수 있다.	건조 장치 종류 와 운전 방법에 대하여 설명할 수 있다.	건조 장치 종류 와 운전 방법에 대하여 부분적으 로 설명할 수 있 다.
		건조 조 작	52-3. 건조 조작에 대하 여 설명할 수 있다.	건조 조작에 대하여 구체적 으로 설명할 수 있다.	건조 조작에 대 하여 설명할 수 있다.	건조 조작에 대 하여 부분적으로 설명할 수 있다.
	53. 여과	여과	53-1. 여과 의 원리를 설명할 수 있다.	여과의 원리를 구체적으로 설 명할 수 있다.	여과의 원리를 설명할 수 있다.	여과의 원리를 부분적으로 설명 할 수 있다.
		여과 조 작 준비	53-2. 여과 조작 준비를 설명할 수 있다.	여과 조작 준 비를 구체적으 로 설명할 수 있다.	여과 조작 준비 를 설명할 수 있 다.	여과 조작 준비 를 부분적으로 설명할 수 있다.
		여과 장 치	53-3. 여과 장치에 대하 여 설명할 수 있다.	여과 장치에 대하여 구체적 으로 설명할 수 있다.	여과 장치에 대 하여 설명할 수 있다.	여과 장치에 대 하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		여과기의 선택	53-4. 여과 기의 선택에 대하여 설명 할 수 있다.	여과기의 선택 에 대하여 구체 적으로 설명할 수 있다.	여과기의 선택 에 대하여 설명 할 수 있다.	여과기의 선택 에 대하여 부분 적으로 설명할 수 있다.



교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
6. 화공 기계 및 장치	61. 유체 수송 장 치	기체 수 송 장치	61-1. 기체 수송 장치에 대하여 설명 할 수 있다.	기체 수송 장 치에 대하여 구 체적으로 설명 할 수 있다.	기체 수송 장치 에 대하여 설명 할 수 있다..	기체 수송 장치 에 대하여 부분 적으로 설명할 수 있다.
		액체 수 송 장치	61-2. 액체 수송 장치에 대하여 설명 할 수 있다.	액체 수송 장 치에 대하여 구 체적으로 설명 할 수 있다.	액체 수송 장치 에 대하여 설명 할 수 있다.	액체 수송 장치 에 대하여 부분 적으로 설명할 수 있다.
		고체 수 송 장치	61-3. 고체 수송 장치에 대하여 설명 할 수 있다.	고체 수송 장 치에 대하여 구 체적으로 설명 할 수 있다.	고체 수송 장치 에 대하여 설명 할 수 있다.	고체 수송 장치 에 대하여 부분 적으로 설명할 수 있다.
	62. 냉동 장치	냉동 장 치의 구 성	62-1. 냉동 장치의 구성 에 대하여 설명할 수 있다.	냉동 장치의 구성에 구체적 으로 대하여 설 명할 수 있다.	냉동 장치의 구 성에 대하여 설 명할 수 있다. .	냉동 장치의 구 성에 대하여 부 분적으로 설명할 수 있다. .
		냉동 사 이클과 냉매	62-2. 냉동 사이클과 냉 매에 대하여 설명할 수 있다.	냉동 사이클과 냉매에 대하여 구체적으로 설 명할 수 있다.	냉동 사이클과 냉매에 대하여 설명할 수 있다.	냉동 사이클과 냉매에 부분적으 로 설명할 수 있 다.
	63. 반응 기	반응기의 종류	63-1. 반응 기의 종류에 대하여 설명 할 수 있다.	반응기의 종류 에 대하여 구체 적으로 설명할 수 있다	반응기의 종류 에 대하여 설명 할 수 있다	반응기의 종류 에 대하여 부분 적으로 설명할 수 있다
		저장 설 비	63-2. 저장 설비에 대하 여 설명할 수 있다.	저장 설비에 대하여 구체적 으로 설명할 수 있다.	저장 설비에 대 하여 설명할 수 있다.	저장 설비에 대 하여 부분적으로 설명할 수 있다.
	64. 보일 러	보일러의 구성	64-1. 보일 러의 구성에 대하여 설명 할 수 있다.	보일러의 구성 에 대하여 구체 적으로 설명할 수 있다.	보일러의 구성 에 대하여 설명 할 수 있다.	보일러의 구성 에 대하여 부분 적으로 설명할 수 있다.
		보일러의 종류	64-2. 보일 러의 종류에 대하여 설명 할 수 있다.	보일러의 종류 에 대하여 구체 적으로 설명할 수 있다.	보일러의 종류 에 대하여 설명 할 수 있다.	보일러의 종류 에 대하여 부분 적으로 설명할 수 있다.
7. 화학 공정 제	71. 화공 계측과	계측 제 어	71-1. 계측 제어에 대하	계측 제어에 대하여 구체적	계측 제어에 대 하여 설명할 수	계측 제어에 대 하여 부분적으로

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
어	공정 제어		여 설명할 수 있다.	으로 설명할 수 있다.	있다.	설명할 수 있다.
		화공 계측과 공정 제어	71-2. 화공 계측과 공정 제어에 대하여 설명할 수 있다.	화공 계측과 공정 제어에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	화공 계측과 공정 제어에 대하여 설명할 수 있다.	화공 계측과 공정 제어에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		자동 제어의 필요성	71-3. 화공 계측과 공정 제어에 대하여 설명할 수 있다.	화공 계측과 공정 제어에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	화공 계측과 공정 제어에 대하여 설명할 수 있다.	화공 계측과 공정 제어에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
	72. 센서와 공정 변량의 계측	센서	72-1. 센서에 대하여 설명할 수 있다.	센서에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	센서에 대하여 설명할 수 있다.	센서에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		센서의 특징	72-2. 센서의 특징에 대하여 설명할 수 있다.	센서의 특징에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	센서의 특징에 대하여 설명할 수 있다.	센서의 특징에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		공정 변량의 계측	72-3. 공정 변량의 계측에 대하여 설명할 수 있다.	공정 변량의 계측에 구체적으로 대하여 설명할 수 있다.	공정 변량의 계측에 대하여 설명할 수 있다.	공정 변량의 계측에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
	73. 마이크로프로세서와 PLC	마이크로프로세서의 발전	73-1. 마이크로프로세서의 발전에 대하여 설명할 수 있다.	마이크로프로세서의 발전에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	마이크로프로세서의 발전에 대하여 설명할 수 있다.	마이크로프로세서의 발전에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		디지털 컴퓨터의 기본 구성	73-2. 디지털 컴퓨터의 기본 구성에 대하여 설명할 수 있다.	디지털 컴퓨터의 기본 구성에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	디지털 컴퓨터의 기본 구성에 대하여 설명할 수 있다.	디지털 컴퓨터의 기본 구성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		PLC의 개요	73-3. PLC의 개요에 대하여 설명할 수 있다.	PLC의 개요에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	PLC의 개요에 대하여 설명할 수 있다.	PLC의 개요에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		PLC 하드	73-4. PLC	PLC 하드웨어	PLC 하드웨어의	PLC 하드웨어의

교육과정		내용 요소	성취기준	성취수준		
대영역	중영역			상	중	하
		웨어의 구조	하드웨어의 구조에 대하여 설명할 수 있다.	의 구조에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	구조에 대하여 설명할 수 있다.	구조에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
	74. 공정 자동화	제어 시스템의 구성	74-1. 제어 시스템의 구성에 대하여 설명할 수 있다.	제어 시스템의 구성에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	제어 시스템의 구성에 대하여 설명할 수 있다.	제어 시스템의 구성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		시퀀스 제어와 되먹임 제어	74-2. 시퀀스 제어와 되먹임 제어에 대하여 설명할 수 있다.	시퀀스 제어와 되먹임 제어에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	시퀀스 제어와 되먹임 제어에 대하여 설명할 수 있다.	시퀀스 제어와 되먹임 제어에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		제어기의 종류와 특징	74-3. 제어기의 종류와 특징에 대하여 설명할 수 있다.	제어기의 종류와 특징에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	제어기의 종류와 특징에 대하여 설명할 수 있다.	제어기의 종류와 특징에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
		제어 시스템의 특성	74-4. 제어 시스템의 특성에 대하여 설명할 수 있다.	제어 시스템의 특성에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	제어 시스템의 특성에 대하여 설명할 수 있다.	제어 시스템의 특성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.

## 라. 학기 단위 성취수준

## 1) 3학년 1학기 성취수준

수준	내 용
A	‘A’ 수준의 학생은 증류의 원리, 증류 방법, 정류, 정류의 물질 수지, 추출의 원리, 액-액 추출 장치, 고-액 추출 장치, 흡수와 흡착, 습도 조절, 결정화, 분체의 모양, 크기, 성질, 분쇄의 원리와 목적, 분쇄의 종류와 방법, 분쇄기의 종류와 운전 방법, 건조의 원리, 건조 장치, 여과, 여과 조작 준비, 여과 장치, 여과기의 선택에 대하여 체계적이며 구체적으로 설명이 가능하다.
B	B’ 수준의 학생은 증류의 원리, 증류 방법, 정류, 정류의 물질 수지, 추출의 원리, 액-액 추출 장치, 고-액 추출 장치, 흡수와 흡착, 습도 조절, 결정화, 분체의 모양, 크기, 성질, 분쇄의 원리와 목적, 분쇄의 종류와 방법, 분쇄기의 종류와 운전 방법, 건조의 원리, 건조 장치, 여과, 여과 조작 준비, 여과 장치, 여과기의 선택에 대하여 설명이 가능하다.
C	‘C’ 수준의 학생은 증류의 원리, 증류 방법, 정류, 정류의 물질 수지, 추출의 원리, 액-액 추출 장치, 고-액 추출 장치, 흡수와 흡착, 습도 조절, 결정화, 분체의 모양, 크기, 성질, 분쇄의 원리와 목적, 분쇄의 종류와 방법, 분쇄기의 종류와 운전 방법, 건조의 원리, 건조 장치, 여과, 여과 조작 준비, 여과 장치, 여과기의 선택에 대하여 부분적인 설명이 가능하다.
D	‘D’ 수준의 학생은 증류의 원리, 증류 방법, 정류, 정류의 물질 수지, 추출의 원리, 액-액 추출 장치, 고-액 추출 장치, 흡수와 흡착, 습도 조절, 결정화, 분체의 모양, 크기, 성질, 분쇄의 원리와 목적, 분쇄의 종류와 방법, 분쇄기의 종류와 운전 방법, 건조의 원리, 건조 장치, 여과, 여과 조작 준비, 여과 장치, 여과기의 선택에 대하여 교사의 도움을 받아 부분적으로 설명이 가능하다.
E	‘E’ 수준의 학생은 증류의 원리, 증류 방법, 정류, 정류의 물질 수지, 추출의 원리, 액-액 추출 장치, 고-액 추출 장치, 흡수와 흡착, 습도 조절, 결정화, 분체의 모양, 크기, 성질, 분쇄의 원리와 목적, 분쇄의 종류와 방법, 분쇄기의 종류와 운전 방법, 건조의 원리, 건조 장치, 여과, 여과 조작 준비, 여과 장치, 여과기의 선택에 대하여 대하여 부분적인 설명도 미흡하다.

## 2) 2학년 2학기 성취수준

수준	내 용
A	‘A’ 수준의 학생은 기체 수송 장치, 액체 수송 장치, 고체 수송 장치, 냉동 장치의 구성, 냉동 사이클과 냉매, 반응기의 종류, 저장 설비, 보일러의 구성, 보일러의 종류, 계측제어, 화공 계측과 공정 제어, 자동 제어의 필요성, 센서, 센서의 특징, 공정 변량의 계측, 마이크로프로세서의 발전, 디지털 컴퓨터의 기본 구성, PLC의 개요, PLC 하드웨어의 구조, 제어 시스템의 구성, 시퀀스 제어와 되먹임 제어, 제어기의 종류와 특징, 제어 시스템의 특성에 대하여 체계적이며 구체적으로 설명이 가능하다.

수준	내 용
B	B' 수준의 학생은 기체 수송 장치, 액체 수송 장치, 고체 수송 장치, 냉동 장치의 구성, 냉동 사이클과 냉매, 반응기의 종류, 저장 설비, 보일러의 구성, 보일러의 종류, 계측제어, 화공 계측과 공정 제어, 자동 제어의 필요성, 센서, 센서의 특징, 공정 변량의 계측, 마이크로프로세서의 발전, 디지털 컴퓨터의 기본 구성, PLC의 개요, PLC 하드웨어의 구조, 제어 시스템의 구성, 시퀀스 제어와 되먹임 제어, 제어기의 종류와 특징, 제어 시스템의 특성에 대하여 설명이 가능하다.
C	'C' 수준의 학생은 기체 수송 장치, 액체 수송 장치, 고체 수송 장치, 냉동 장치의 구성, 냉동 사이클과 냉매, 반응기의 종류, 저장 설비, 보일러의 구성, 보일러의 종류, 계측제어, 화공 계측과 공정 제어, 자동 제어의 필요성, 센서, 센서의 특징, 공정 변량의 계측, 마이크로프로세서의 발전, 디지털 컴퓨터의 기본 구성, PLC의 개요, PLC 하드웨어의 구조, 제어 시스템의 구성, 시퀀스 제어와 되먹임 제어, 제어기의 종류와 특징, 제어 시스템의 특성에 대하여 부분적인 설명이 가능하다.
D	'D' 수준의 학생은 기체 수송 장치, 액체 수송 장치, 고체 수송 장치, 냉동 장치의 구성, 냉동 사이클과 냉매, 반응기의 종류, 저장 설비, 보일러의 구성, 보일러의 종류, 계측제어, 화공 계측과 공정 제어, 자동 제어의 필요성, 센서, 센서의 특징, 공정 변량의 계측, 마이크로프로세서의 발전, 디지털 컴퓨터의 기본 구성, PLC의 개요, PLC 하드웨어의 구조, 제어 시스템의 구성, 시퀀스 제어와 되먹임 제어, 제어기의 종류와 특징, 제어 시스템의 특성에 대하여 교사의 도움을 받아 부분적으로 설명이 가능하다.
E	'E' 수준의 학생은 기체 수송 장치, 액체 수송 장치, 고체 수송 장치, 냉동 장치의 구성, 냉동 사이클과 냉매, 반응기의 종류, 저장 설비, 보일러의 구성, 보일러의 종류, 계측제어, 화공 계측과 공정 제어, 자동 제어의 필요성, 센서, 센서의 특징, 공정 변량의 계측, 마이크로프로세서의 발전, 디지털 컴퓨터의 기본 구성, PLC의 개요, PLC 하드웨어의 구조, 제어 시스템의 구성, 시퀀스 제어와 되먹임 제어, 제어기의 종류와 특징, 제어 시스템의 특성에 대하여 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

교육과정		교과서 소단원명	내용요소
대영역	중영역	경기도교육청(인정)	
		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 교반	혼합	혼합
		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

교육과정		교과서 소단원명	내용요소
대영역	중영역	경기도교육청(인정)	
	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
		건조 조작	건조 조작
	53. 여과	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

교육과정		교과서 소단원명	내용요소
대영역	중영역	경기도교육청(인정)	
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
		PLC 하드웨어의 구성	PLC 하드웨어의 구성
	74. 공정 자동화	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