

## 화학 I · II 교과에 올바른 교육과정에 대한 고찰

변 중 철, 이 우 환, 현 창 식, 문 대 훈, 한 충 훈, 김 기 주

제주대학교 자연과학대학 화학과

### 요 약

제7차 교육과정에서 교과 선택과 지도는 어떻게 해야 할 것인지에 대해서는 여러 선행 연구가 되어 있다. 화학 I · II 교과는 자연 현상과 물질에 관한 탐구 활동을 통하여 화학의 기본 개념을 이해하게 하고, 민주 시민으로서 갖추어야 할 화학적 소양을 가르치기 위한 과목이다. 제7차 교육과정에서 화학 I의 내용은 주변의 물질, 화학과 인간 등의 영역으로 구성되어 있고, 화학 II의 내용은 물질의 상태와 용액, 물질의 구조, 화학 반응 등의 영역으로 구성되어 있다. 대부분의 인문계 고등학교에서 인문 · 사회 계열에서는 화학 I을, 과학 · 기술 계열에서는 화학 I · II를 선택하고 있다. 그러나, 화학 교육은 물질세계에서 일어나는 현상의 결과를 인식시키는 것 보다, 원리를 이해시켜 창의성을 개발시키는 방향으로 이루어져야 한다. 따라서 지식의 이해가 우선되어야 하고, 그 다음에 물질의 세계에 적용, 응용시켜 새로운 물질을 발명하거나 지식을 발견할 수 있는 능력을 갖추도록 해야 한다. 그리하기 위해서는 이론 중심의 화학 II 교과를 화학 I 교과보다 먼저 이수하도록 해야 할 것이다.

### 1. 서 론

제7차 교육과정에서 교과 선택과 지도는 어떻게 해야 할 것인지에 대해서는 여러 선행 연구가 되어 있다. 물론 과목의 성격과 내용<sup>1</sup> 그리고 진로와의 관계를 신중히 고려해야 할 것이다. 화학 I · II 교과는 자연 현상과 물질에 관한 탐구 활동을 통하여 화학의 기본 개념을 이해하게 하고, 민주 시민으로서 갖추어야 할 화학적 소양을 가르치기 위한 과목이다. 화학 I의 내용은 주변의 물질, 화학과 인간 등의 영역으로 구성되어 있고, 화학 II의 내용은 물질의 상태와 용액, 물질의 구조, 화학반응 등의 영역으로 구성되어 있다<sup>2,4</sup>. 대부분의 인문계 고등학교에서 인문 · 사회 계열에서는 화학 I을, 과학 · 기술 계열에서는 화학 I · II를 선택하고 있다. 제6차 교육과정에서 화학 I은 화학 II의 일반적인 내용만으로 구성되어 있어 화학 II의 일부분에 지나지 않았다. 그러나, 제7차 교육과정의 화학 I, 화학 II는 제6차 교육과정의 화학 II의 단원들을 양분한 수준으로

두 교과 모두 비슷한 수준으로 편찬되어 있을 뿐 아니라, 모두 보통교과의 심화 선택 과목에 포함되어 있다<sup>5</sup>. 각 인문계 고등학교에서의 교육과정을 전화 또는 인터넷을 통해 조사해본 결과 모든 학교에서 화학 I을 화학 II보다 먼저 학습하고 있었다. 그러나, 실제로 현장에서 화학 I을 학습할 때, 화학 II의 내용이 선행 지식으로 많이 요구되고 있기 때문에, 화학 I을 화학 II보다 먼저 학습하는 것이 과연 바람직한지를 생각하게 되었다.

### II. 연구 방법 및 내용

#### 1. 연구 대상

72개 학교의 화학 교과 담당 교사와 제7차 교육과정의 화학 I, 화학 II 교과 내의 모든 학습 내용. 그리고 제주대학교 사범대학 부설고등학교 2학년(11학년) 자연 · 기술 계열 학생 92명을 연구 대상으로 하였다.

## 2. 연구 방법 및 내용

연구를 위한 조사 기간은 2003년 2월에서 2004년 8월까지 18개월이었고, 2개월 동안 분석하였다. 먼저 각 학교들의 화학 I 과 화학 II 교과에 대한 교육 과정을 조사하여 어느 교과를 먼저 학습하는지, 또 그 이유를 알아보았다. 조사 방법은 주로 인터넷 전자 우편을 이용하였으며 설문지와 전화 또는 직접 면담도 병행하였다.

1) 103개 학교의 교육 과정을 통하여 화학 I 과 화학 II 교과를 몇 학년에서 학습하는지 조사하여 72개 학교에서 자료를 얻었다.

2) 제7차 교육 과정의 화학 I 과 화학 II 교과에서 학생들과 학습할 주제를 선정하였다.

3) 선정한 화학 I 과 화학 II 교과의 학습 주제에 요구되는 선행 지식을 72개 학교 화학 교과 담임선생님들에게 문의하여 이에 대한 자료를 얻었다.

4) 18개월간에 걸쳐 화학 I 학습 시간 중에 수시로 이 선행 지식 자료를 질문함으로서 학생들의 인지도를 조사하였다.

5) 학생들의 인지도 조사에 사용된 선행 지식을 다루는 교과 단원을 조사하였다.

## III. 결과 및 고찰

제6차 교육 과정에서 화학 I, 화학 II 교과 과정 개설을 살펴보면<sup>6)</sup>, 화학 I 은 인문 과정 학생들을 학습하기 위한 것으로 화학의 기초적인 내용으로 편성되었고, 화학 II 교과 과정은 자연 과정 학생들을 학습하기 위한 것으로 화학 I 교과의 전 내용을 포함하고 있을 뿐 아니라 교과 수준 또한 훨씬 심화된 내용으로 편성되었다. 그러나 제7차 교육 과정에서 화학 I, 화학 II 교과 과정 개설은 내용적으로 6차 때와는 완전히 다르다. 제6차 때의 화학 II 교과를 화학 I 과 화학 II 교과로 양분하였다고 볼 수 있다<sup>6)</sup>. 다시 말하면 제7차 교육과정에서는 종전의 인문계열과 자연계열의 구분이 없어, 학생들이 선택한 교과에 의해 학습이 이루어지게 되어 있다<sup>7)</sup>. 화학 I 교과 과정은 주로 생활과 관련된 단원으로 자연계의 물, 물의 특성, 수용

액에서의 반응, 물과 우리 생활, 공기의 성분, 공기의 성질과 이용, 공기의 오염과 정화, 금속의 발견과 이용, 금속의 성질, 금속의 반응성, 금속의 부식, 중금속의 오염, 간단한 탄소 화합물, 탄소 화합물과 우리 생활, 세제, 의약품, 화학이 해결해야 할 과제 등의 중 단원으로 구성되어 있다. 한편 화학 II 교과 과정은 기체, 액체, 고체, 용해와 용액의 농도, 묽은 용액의 성질, 콜로이드 용액, 원자 구조와 주기율, 화학 결합의 종류, 공유 결합과 분자의 모양, 반응열, 반응 속도, 반응 속도에 영향을 주는 요인, 화학 평형, 평형 이동, 산과 염기, 중화 적정과 pH, 염의 가수 분해, 완충 용액, 산화와 환원, 화학 전지, 전기 분해 등의 중 단원으로, 화학의 간단한 기초 이론들로 구성되어 있다. 표 1에서와 같이 72개 학교에서 조사한 화학 교과 과정 이수 현황을 보면 화학 I 과 화학 II 교과를 동일 학년에서 이수하도록 하는 학교는 3개교에 불과하고 69개 학교는 이수 학년을 달리 하고 있었다. 이수 학년을 달리하는 학교는 모두 고등학교 2학년(11학년)에서 화학 I 을, 3학년(12학년)에서 화학 II 를 이수하게 되어 있었다.

표 1. 화학 교과 이수 과정 현황

교육 과정	화학 I, 화학 II -11학년	화학 I, 화학 II -12학년	화학 I -11학년, 화학 II -12학년
학교수	1	2	69

대부분의 학교에서 화학 I, 화학 II 교과의 이수 학년을 달리하는 이유와 화학 I 을 저학년에서, 화학 II 를 고학년에서 이수토록 한 이유를 알아본 결과 다음과 같았다.

첫째, 화학 교과서가 일선 교사에게 제대로 보급되지 않아, 내용을 제대로 분석하지 않은 채 제6차 교육 과정에서처럼 화학 I 의 수준이 화학 II 보다 낮을 것이라는 막연한 생각을 하고 있었다.

둘째, 학교 교육과정 편성 때, 대부분의 학교에서는 화학교과에 대한 전문지식이 없는 교무부장이 중심되어 단순히 I 다음 II 라는 순차적인 사고를 적용하고 있었다.

셋째, 화학 I 교과의 이수단위(4단위)가 화학 II 이수단위(6단위)보다 적기 때문에 대입 수능 시험

준비가 훨씬 쉬울 것이라고 예상하고 있었다.  
단원별 학습 주제는 표 2와 표 3에 나타낸 것과

같이 화학 I, 화학 II 교과에서 각각 48개, 54개를 선정하였다.

표 2. 화학 I 교과에 대한 단원별 학습할 주제<sup>17)</sup>

대단원	중단원	학습 주제
I. 주변의 물질	1. 물	자연계의 물과 물의 순환
		표면장력과 수소결합
		물의 분자량
		분자 모양
		녹는점, 끓는점, 비열
		밀도와 부피변화
		용해성
		수용액에서의 반응
		화학반응식 꾸미기
		물의 정화, 단물, 센물
		수질 오염, 녹조, 적조, 부영양화 현상
	2. 공기	질소와 질소화합물
		암모니아 제법
		산소와 산소화합물
		이산화탄소의 제법, 성질
		비활성기체의 성질
		기체의 분자 운동론
		보일, 샤를의 법칙
		스모그, 지구온난화 현상
		온실 효과, 산성비, 황사
		오존층 파괴, 대기오염
		3. 금속과 그 이용
	철, 구리, 알루미늄의 성질	
	알칼리금속의 공통성, 화합물	
	할로젠원소의 공통성, 화합물	
	금속의 일반성	
	금속이 재활용	
금속의 반응성		
금속의 도금		
금속의 부식		
중금속오염		
II. 화학과 인간	1. 주변의 탄소화합물	원유의 분별증류
		탄화수소의 분류, 분자구조
		이성질체
		탄화수소의 치환, 첨가반응
		지방족탄화수소 유도체
		방향족탄화수소 유도체
	2. 탄수화합물과 우리 생활	축합, 가수분해반응
		연료의 성질과 이용
		고분자 화합물의 일반적 성질
		중합반응
III. 생활 속의 화합물	1. 세계	비누, 합성세제
	2. 의약품	채산제, 진통제, 항생제, 항암제
	3. 신약개발	신약
	4. 한약	한약
	5. 의약품 오·남용	약물 중독
	6. 화학이 해결해야 할 과제	대기, 수질, 토양오염 방지

표 3. 화학Ⅱ 교과에 대한 단원별 학습할 주제<sup>17)</sup>

대단원	중단원	학습 주제
I. 물질의 상태와 용액	1. 기체, 액체, 고체	몰(mole), 아보가드로 수
		화학식량과 몰
		기체분자 운동론
		기체상태 방정식
		기체의 확산, 혼합기체의 압력
		액체의 일반적 성질
		증발과 증발열
		증기 압력과 끓는점
		결정과 비결정
		용해와 승화
	2. 용액	상평형
		용해와 용해도
		몰농도, 몰랄농도
		표준용액 만들기
II. 물질의 구조	1. 원자의 구조와 주기율	용액의 증기압 내림
		용액의 삼투압
		콜로이드의 성질
	2. 화학결합	원자구조
		원자의 모형과 전자배치
		주기율
		원자반지름, 이온화에너지, 전자친화도
		이온결합
		공유결합
		금속결합
	3. 산과 염기의 반응	분자의 모양
		결합의 극성
		전기음성도
		분자간의 힘
반응열		
반응열 계산		
반응속도		
III. 화학반응	1. 화학반응과 에너지	활성화 에너지와 반응경로
		반응 속도에 영향을 주는 요인
	2. 반응속도와 화학평형	가역반응과 화학평형
		화학평형법칙
		평형이동 요인과 응용
		산과 염기의 정의
	4. 산화와 환원 반응	산과 염기의 성질
		산과 염기의 세기
		산과 염기의 세기와 이온화도, 이온화상수
		산과 염기의 중화와 중화적정
물의 자동이온화와 수소이온 농도, 지수		
지시약의 변색원리		
염과 염의 가수분해		
완충용액		
4. 산화와 환원 반응	산화·환원 반응과 전하이동	
	산화·환원 반응과 산화수	
	산화와 환원 균형반응식	
	화학전지	
	표준전극 전위와 기전력	
	금속의 부식과 부식방지	
	전기분해	
	패러데이법칙	
전기도금		

표 4. 화학 I 교과 학습에 필요한 선행 지식

학습 주제	학습 주제에 필요한 선행 지식	
	화학 I 교과	화학 II 교과
자연계의 물과 물의 순환	증산, 증발	
표면장력과 수소결합		분자간의 힘, 전기음성도, 분자모양, 결합의 극성
물의 분자량		분자식, 원자량, 몰, 아보가드로 수
분자모양		공유결합, 전자쌍반발력, 혼성궤도이론
녹는점, 끓는점, 비열	비열, 밀도	분자모양, 수소결합, 증기압
밀도와 부피변화		수소결합
용해성		분자의 극성
수용액에서의 반응	이온	이온결합
화학반응식 꾸미기		화학식, 몰, 공유결합, 이온결합
물의 정화, 단물, 센물	이온, 화학반응식 꾸미기	
수질오염, 녹조, 적조, 부영양화현상	질소, 인	
질소와 질소화합물		주기율표, 구조식, 전자배치, 결합에너지, 염, 촉매, 산, 염기
암모니아 제법	산, 염기	주기율표, 구조식, 전자배치, 결합에너지, 염, 촉매
산소와 산소화합물	산, 염기	주기율표, 구조식, 전자배치, 결합에너지, 염, 촉매
이산화탄소의 제법, 성질	산, 염기	주기율표, 구조식, 전자배치, 결합에너지, 염, 촉매
비활성기체의 성질		전자 배치
보일, 샤를의 법칙		기체분자운동 가정론, 운동에너지, 절대온도
스모그, 지구온난화 현상		기체분자운동
온실효과, 산성비, 황사	산, 염기	기체분자운동, pH, 화학 반응
오존층 파괴, 대기오염		화학반응, 결합에너지, 활성화산소, 중화반응
합금, 제련		금속의 반응성
철, 구리, 알루미늄의 성질		금속의 반응성
알칼리금속의 공통성, 화합물		주기율, 이온화에너지, 원자반지름 전자의 전이, 금속결합, 산화, 환원
할로젠 원소의 공통성, 화합물		
금속의 일반성		주기율, 금속결합
금속의 재활용		
금속의 반응성		주기율, 이온화에너지, 원자반지름 전자의 전이, 금속결합, 산화, 환원
금속의 도금		전지, 산화, 환원
금속의 부식		전지, 산화, 환원
중금속오염		
원유의 분별증류		분자간의 힘, 분자량
탄화수소의 분류, 분자구조		혼성결합, 구조식, 공유결합, 분자량
이성질체		구조식, 공유결합, 분자량
탄화수소의 치환, 첨가반응		$\sigma$ 결합, $\pi$ 결합, 전기음성도
지방족탄화수소 유도체		작용기, 구조식, 화학반응식
방향족탄화수소 유도체		작용기, 구조식, 화학반응식
축합, 가수분해 반응		작용기, 구조식, 화학반응식
연료의 성질과 이용		연소반응식
고분자 화합물의 일반적 성질		중합반응, 작용기, 콜로이드
중합반응		화학반응식, 작용기
합성 섬유, 합성고무		화학반응식, 작용기
단수화물, 단백질		화학반응식, 작용기
비누, 합성 세제		화학반응식, 작용기, 이온결합
제산제, 진통제, 항생제, 항암제		화학반응식, 작용기
신약		화학반응식, 작용기
한약		화학반응식, 작용기
약물 중독		화학반응식, 작용기
대기, 수질, 토양오염 방지	질소, 인	

표 5. 화학Ⅱ 교과 학습에 필요한 선행 지식

학습 주제	학습 주제에 필요한 선행 지식	
	화학 I 교과	화학 II 교과
몰(mole), 아보가드로 수		원자량
화학식량과 몰		원자구조
기체분자 운동론	운동에너지	절대온도
기체상태 방정식		보일-샤를의 법칙
기체의 확산, 혼합기체의 압력		기체상태 방정식
액체의 일반적 성질	점성	분자간의 힘, 표면장력
증발과 증발열		평형, 분자간의 힘
증기 압력과 끓는점		평형, 대기압과 끓는점
결정과 비결정		입방체
용해와 승화	상태변화와 운동에너지	분자간의 인력
상평형	상태변화와 운동에너지	분자간의 인력
용해와 용해도		물질의 극성, 용질, 용매 상호간의 인력
몰농도, 몰랄농도		몰
표준용액 만들기		몰
용액의 증기압내림	전해질	몰랄농도
용액의 삼투압		몰농도
콜로이드의 성질	이온	삼투압, 반투막
원자구조		소립자
원자의 모형과 전자배치		전자, 양성자
주기율		전자배치
원자반지름, 이온화에너지, 전자친화도		전자배치, 전자껍질의 에너지준위
이온결합		전자배치, 이온, 정전기적인력
공유결합		전자배치, 정전기적인력
금속결합		전자배치, 정전기적인력
분자의 모양		전자쌍 반발력, 공유결합
결합의 극성		전자쌍 반발력, 공유결합, 전기음성도
전기음성도		공유결합
분자간의 힘		정전기적인력, 분자의 모양
반응열	위치에너지, 화학반응식 꾸미기	결합에너지
반응열 계산	화학반응식 꾸미기	결합에너지
반응속도		몰농도, 활성화에너지
활성화에너지와 반응경로		활성화에너지
반응속도에 영향을 주는 요인		절대온도, 촉매의 역할, 농도
가역반응과 화학평형		마구잡이도와 엔탈피
화학평형 법칙		반응속도
평형이동 요인과 응용		화학평형법칙
산과 염기의 정의		양성자, 비공유 전자쌍
산과 염기의 성질		양성자, 비공유 전자쌍
산과 염기의 세기		이온화반응식, 농도, 평형상수
산과 염기의 세기와 이온화도, 이온화상수		이온화반응식, 농도, 평형상수
산과 염기의 중화와 중화적정		당량, 알짜이온반응, pH
물의 자동 이온화와 수소이온 농도, 지수		화학평형, 상용로그
지시약의 변색원리		이온화반응식, 화학평형
염과 염의 가수분해	산, 염기	이온화반응식
완충용액	산, 염기	이온화반응식, 화학평형
산화·환원 반응과 전자이동		화학반응
산화·환원 반응과 산화수		화학반응
산화와 환원 균형반응식		화학반응, 산화수
화학전지		산화, 환원반응, 전해질
표준전극 전위와 기전력		산화, 환원전위와 전위 차, 전지의 원리
금속의 부식과 부식 방지		산화, 환원반응, 전지의 원리
전기분해		전해전지, 화학전지의 원리
패러데이법칙		전기량, 당량
전기도금		전기분해장치, 원자가

화학 I 과정에서 선정한 48개의 학습 주제의 학습에 꼭 필요한 선행 지식을 설문 조사하여 72개 학교에서 얻은 자료를 표 4에 정리 하였다.

48개의 학습 주제에 대한 꼭 필요한 선행 지식은 47개였다. 47개의 선행 지식을 학습할 수 있는 교과 과정을 분석한 결과, 중학교나 10학년 과정에서 학습한 지식은 중산, 중발 작용, 이온, 비열, 운동에너지, 밀도 등 불과 6개에 지나지 않았다. 또 화학 I 과정 자체에서 해결할 수 있는 지식도 질소, 인, 산-염기-염, 화학반응식 꾸미기 등 4개 밖에 찾아볼 수 없었다. 나머지 37개의 선행 지식 - 분자간의 힘, 전기 음성도, 분자 모양, 결합의 극성, 화학식(실험식, 분자식, 시성식, 구조식), 화학식량(원자량, 실험식량, 분자량), 물, 아보가드로수, 공유결합, 이온결합, 금속결합, 수소결합, 전자쌍 반발력, 혼성궤도, 혼성결합, 증기압, 중발, 이중 극자, 주기율, 전자배치, 결합에너지, 촉매의 역할, 기체분자 운동론, 절대온도, 기체분자 운동, pH, 화학반응, 활성화 산소, 중화반응, 금속의 반응성, 이온화에너지, 원자반지름, 전지,  $\pi$ - $\sigma$ 결합, 작용기, 중합반응, 콜로이드 - 은 화학 II 교과에서 학습하게 되어 있다. 또 화학 I 학습시간에 이들 선행지식에 대한 질문에서 제대로 답을 하는 학생은 거의 없었다.

반면에 화학 II 교과에서 선정한 54개의 학습 주제의 학습에 꼭 필요한 선행 지식을 설문 조사하여 표 5에 정리 하였다.

54개의 학습 주제에 대한 꼭 필요한 선행 지식은 51개였다. 51개의 선행 지식을 학습할 수 있는 교과 과정을 분석한 결과, 10학년까지의 교과 과정에 포함 된 것은 물질의 에너지(운동, 위치), 액체 물질의 점성, 물질의 상태의 변화, 이온, 전해질, 화학반응식 꾸미기, 산, 염기, 정전기적 인력 등 8개에 불과했었고, 화학 I 교과 과정에 포함된 것도 알짜이온반응식 1개 밖에 없었다. 그나마 극히 부분적인 지식이라서 화학 II 교과를 학습하기에는 미흡한 수준으로 생각된다. 나머지 42개의 선행 지식 - 화학식량, 원자구조, 보일-샤를의 법칙, 이상 기체 상태 방정식, 분자간의 힘, 표면장력, 화학 평형, 분자의 극성, 물, 몰농도, 몰랄농도, 소립자, 전자배치, 전자껍질, 절대온도, 전자쌍 반

발력, 화학결합, 전기음성도, 분자모양, 전극전위, 반응식 꾸미기, 결합에너지, 입방체결정, 활성화에너지, 엔탈피, 마구잡이도, 반응속도, 화학평형 법칙, 화학평형상수, 이온화반응식, 당량, 수소이온농도지수, 화학반응, 산화수, 산화·환원반응, 전위차, 화학전지, 전해전지, 원자가, 전기량, 대기압과 끓는점, 촉매 작용 - 은 화학 II 교과에서 학습하게 되어 있다.

#### IV. 결론 및 제언

화학이란 물질의 세계에서 일어나는 제 현상에 관한 학문이다. 따라서 화학 교육은 물질세계에서 일어나는 현상의 결과를 인식시키는 것 보다, 원리를 이해시켜 창의성을 개발시키는 방향으로 이루어져야 한다.<sup>2)</sup> 따라서 지식의 이해가 우선되어야 하고, 그 다음에 물질의 세계에 적용, 응용시켜 새로운 물질을 발명하거나 지식을 발견할 수 있는 능력을 갖추도록 해야 한다.

앞서 본 것처럼 화학 I의 48개 학습 주제에 대한 꼭 필요한 선행 지식은 47개였고, 그 중 37개의 선행 지식이 화학 II 교과에서 학습하게 되어 있었다. 반면 화학 II 교과에서 학습할 54개의 학습주제에 대한 선행 지식은 51개인데, 그 중 8개가 10학년까지의 교과과정에 포함되어있었고 1개만 화학 I에 포함되어 있어 나머지 42개의 선행지식은 화학 II 교과에서 학습하게 되어 있었다. 그렇기에 이론 중심의 화학 II 교과를 화학 I 교과보다 먼저 이수하도록 해도 학습에 문제되는 점이 없고 또한, 그렇게 해야 할 것이다. 그럼에도 불구하고 현실적으로 일선 학교에서 이렇게 잘 되지 않는 이유는 화학 I의 이수단위가 4단위로서 화학 II의 이수단위 5단위보다 적기 때문에, 현 대입 수능 체제에서는 화학 I을 선택하는 것이 상대적으로 훨씬 유리하기 때문이다.

따라서 이수단위가 같은 과목만 동일하게 취급하는 수능 체제가 마련되어야 하며 학교 교육과정 편성 시 교과협의 회의 의견을 반영하여야 정상적인 교육과정이 이루어질 것이다.

### 참고 문헌

1. 제7차 교육과정을 위한 교과 선택의 길잡이, 제주도교육청, 2000
2. 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 교육인적자원부, 2001
3. 제7차 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 제주도교육청, 2001
4. 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 제주도교육청, 2002
5. 제7차 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 제주도교육청, 2001
6. 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 제주도교육청, 2002
7. 고등학교 화학I, 청문각, 2003
8. 고등학교 화학II, 청문각, 2003
9. 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 교육인적자원부, 2001
10. 제7차 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 제주도교육청, 2001
11. 학교 교육과정 편성·운영의 실제, 제주도교육청, 2002