

# 2011 개정 과학과 교육과정 공청회 자료집

2011년 7월 1일(금) 오전 10시  
서울대학교 사범대학 교육정보관

교육과학기술부  
MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY



한국과학창의재단  
Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity

본 자료는 과학과 교육과정 시안의 공청회를 위해 제작된 자료입니다.  
자료의 복제나 무단 배포를 금지합니다.

## 일 정

▶ 장 소 : 서울대학교 사범대학 교육정보관 10-1동 101호 외

시간	내 용	장소
09:30~10:00	접수	등록대
10:00~12:30	제1부 초·중학교 시안 발표 및 토론	101호
12:30~13:30	점심	
13:30~15:00	제2부 고등학교 전문교과 발표 및 토론	103호(제1분과) 401호(제2분과) 402호(제3분과) 506호(제4분과)
15:00~15:20	휴식	
15:20~16:20	제2부 고등학교 전문교과 발표 및 토론	103호(제1분과) 401호(제2분과) 402호(제3분과) 506호(제4분과)

**제1부: 초등학교 및 중학교 과학과 교육과정 개정을 위한 공청회(101호)**

시간	내 용
10:00~10:05	개회
10:05~10:15	2011개정 과학과 교육과정 개발 소개 - 김범기
10:15~10:30	초등학교 과학과 교육과정 시안 발표 - 최병순
10:30~10:40	토론1. 권치순(서울교육대학교)
10:40~10:50	토론2. 정지숙(서울 강남교육청)
10:50~11:00	토론3. 한희섭(인천 부평초등학교)
11:00~11:20	중학교 과학과 교육과정 시안 발표 - 정진우
11:20~11:30	토론1. 김희준(서울대학교)
11:30~11:40	토론2. 최미화(서울선유고등학교)
11:40~11:50	토론3. 김희백(서울대학교)
11:50~11:55	토론4. 배영혜(서울체육중학교)
11:55~12:00	토론5. 이호(이천중학교)
12:00~12:30	제1부 종합토론

**제2부: 고등학교 과학과 전문교과 개정을 위한 공청회**

**제1분과(고급물리, 물리실험, 정보과학) - 사회 윤성현(103호)**

시간	내 용
13:30~13:50	고급물리 시안 발표 - 손정우(경상대학교)
13:50~14:00	고급물리 토론 - 남경식(세종과학고등학교)
14:00~14:20	물리실험 시안 발표 - 손정우(경상대학교)
14:20~14:30	물리실험 토론 - 김익수(세종과학고등학교)
14:30~15:00	자유토론
15:00~15:20	휴 식
15:20~15:40	정보과학 시안 발표 - 김성식(한국교원대학교)
15:40~15:50	정보과학 토론 - 정종광(경기과학고등학교)
15:50~16:20	자유토론

**제2분과(고급화학, 화학실험, 과학사 및 과학철학) - 사회 최병순(401호)**

시간	내 용
13:30~13:50	고급화학 시안 발표 - 박기성(세종과학고등학교)
13:50~14:00	고급화학 토론 - 홍지연(한성과학고등학교)
14:00~14:20	화학실험 시안 발표 - 이미하(세종과학고등학교)
14:20~14:30	화학실험 토론 - 한규일(경기과학고등학교)
14:30~15:00	자유토론
15:00~15:20	휴 식
15:20~15:40	과학사 및 과학철학 시안 발표 - 이봉우(단국대학교)
15:40~15:50	과학사 및 과학철학 토론 - 양경은(한국교원대학교)
15:50~16:20	자유토론

**제3분과(고급생명과학, 생명과학실험, 환경과학) - 사회 이길재(402호)**

시간	내 용
13:30~13:50	고급생명과학 시안 발표 - 김재근(서울대학교)
13:50~14:00	고급생명과학 토론 - 유해미(세종과학고등학교)
14:00~14:20	생명과학실험 시안 발표 - 정은영(전남대학교)
14:20~14:30	생명과학실험 토론 - 윤세진(한성과학고등학교)
14:30~15:00	자유토론
15:00~15:20	휴 식
15:20~15:40	환경과학 시안 발표 - 여성희(이화여자대학교)
15:40~15:50	환경과학 토론 - 이수중(성사중학교)
15:50~16:20	자유토론

**제4분과(고급지구과학, 지구과학실험, 과제연구) - 사회 정진우(506호)**

시간	내 용
13:30~13:50	고급지구과학 시안 발표 - 경재복(한국교원대학교)
13:50~14:00	고급지구과학 토론 - 이경훈(부산과학고등학교)
14:00~14:20	지구과학실험 시안 발표 - 김정률(한국교원대학교)
14:20~14:30	지구과학실험 토론 - 이석형(봉담중학교)
14:30~15:00	자유토론
15:00~15:20	휴 식
15:20~15:40	과제연구 시안 발표 - 정진우(한국교원대학교)
15:40~15:50	과제연구 토론 - 박용필(충북과학고등학교)
15:50~16:20	자유토론



1. 초·중학교 교육과정 시안 .....	3
2. 현행 및 개정 교육과정 내용 비교표 .....	75
3. 제1부 지정토론 .....	83
4. 고등학교 전문교과 교육과정 시안 .....	107
5. 제2부 지정토론 .....	205





# 초·중학교 교육과정 시안





# 1. 과 학

## 1. 성 격

공통교육과정의 ‘과학’은 3학년부터 9학년까지 모든 학생들이 학습하는 교과로서 과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 과학적으로 문제를 해결하는 소양을 기르는 교과이다.

‘과학’은 초등학교 1, 2학년의 슬기로운 생활과 고등학교 선택교육과정의 과학, 물리 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I, 물리 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II의 9개 과목과 연계되도록 한다.

‘과학’의 내용은 ‘물질과 에너지’와 ‘생명과 지구’의 2개 분야로 구성하되, 기본 개념과 탐구 과정이 학년군과 분야 간에 연계되도록 한다. 그리고 과학을 기술, 공학, 예술 및 수학과 관련지어 융합적 사고와 창의적 사고를 신장시킬 수 있도록 한다.

‘과학’에서는 학생 수준에 따라 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 탐구 활동 중심의 학습이 이루어지도록 한다. 개별 활동뿐만 아니라 모둠 활동을 통해 비판성, 개방성, 정직성, 객관성, 협동성 및 의사소통능력 등을 기르도록 한다.

‘과학’의 기본 개념들을 학습자의 경험과 친근한 상황 속에서 지도하고, 학습한 지식과 탐구 방법으로 과학적 문제나 사회 문제를 적극적으로 해결하려는 태도를 기르고, 과학이 기술의 발달과 우리 사회에 영향을 미치며, 이들이 상호 관련되어 있음을 인식한다.

## 2. 목 표

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다.

가. 과학의 기본 개념을 이해하여 자연 현상을 설명한다.

나. 과학적으로 탐구하는 능력과 태도를 길러 일상생활의 문제를 해결한다.

다. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖는다.

라. 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 인식한다.

### 3. 내용의 영역과 기준

#### 가. 내용 체계

과학과 공통 교육과정 내용 체계표

학년 분야	3, 4 학년	5, 6 학년	
물질과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물체의 무게</li> <li>· 물체와 물질</li> <li>· 액체와 기체</li> <li>· 소리의 성질</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자석의 이용</li> <li>· 혼합물 분리</li> <li>· 거울과 그림자</li> <li>· 물의 상태 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 온도와 열</li> <li>· 용해와 용액</li> <li>· 산과 염기</li> <li>· 운동의 모습</li> <li>· 전기의 작용</li> <li>· 여러 가지 기체</li> <li>· 렌즈의 이용</li> <li>· 연소와 소화</li> </ul>
생명 지구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지구와 달</li> <li>· 동물의 한살이</li> <li>· 동물의 생활</li> <li>· 지표의 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 식물의 한살이</li> <li>· 화산과 지진</li> <li>· 식물의 생활</li> <li>· 지층과 화석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 날씨와 우리 생활</li> <li>· 식물의 구조와 기능</li> <li>· 태양계와 별</li> <li>· 우리 몸의 구조와 기능</li> <li>· 지구의 운동</li> <li>· 생물과 환경</li> <li>· 생물과 우리 생활</li> <li>· 계절의 변화</li> </ul>

학년 분야	7~9 학년			
물질과 에너지	과학 이 란 ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 힘과 운동</li> <li>· 열과 우리 생활</li> <li>· 분자 운동과 상태 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물질의 구성</li> <li>· 빛과 파동</li> <li>· 물질의 특성</li> <li>· 일과 에너지 전환</li> <li>· 전기와 자기</li> <li>· 화학반응에서의 규칙성</li> <li>· 여러 가지 화학 반응</li> </ul>	과학과
생명 지구		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지구계와 지권의 특징</li> <li>· 생물의 구성과 에너지원</li> <li>· 수권의 구성과 순환</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기권의 특징과 우리 생활</li> <li>· 물질 대사</li> <li>· 자극과 반응</li> <li>· 태양계의 이해</li> <li>· 생식과 발생</li> <li>· 유전과 진화</li> <li>· 외권과 우주개발</li> </ul>	인류 문 명

## 나. 학년군(학교급)별 성취 기준

### <3~4학년군>

[학년군 성취기준]

학생들의 발달단계를 고려하여 과학 개념을 중심으로 구성하기 보다는 과학의 기초 탐구 과정이 포함된 활동중심 내용으로 구성한다. ‘물질과 에너지’ 분야에서는 물체의 무게, 물체와 물질, 액체와 기체, 소리의 성질, 자석의 이용, 혼합물 분리, 거울과 그림자, 물의 상태 변화로 구성한다. ‘생명과 지구’ 분야에서는 지구와 달, 동물의 한 살이, 동물의 생활, 지표의 변화, 식물의 한살이, 화산과 지진, 식물의 생활, 지층과 화석으로 구성한다. 학습 내용의 위계와 학습 계절을 고려하여 영역의 순서를 배열한다.

## (1) 지구와 달

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 지구와 달의 모양과 모습을 다룬다. 지구와 달의 모양과 모습을 이해하는 것은 우리 생활과 밀접한 내용이며, 인간의 오랜 호기심과 상상력을 자극하는 중요한 학습이라고 할 수 있다.

이 영역을 학습함으로써 학생들은 우리가 살고 있는 지구의 모양과 모습이 어떻게 생겼는지 이해하고, 달과 비교하여 지구가 생명이 살 수 있는 소중한 곳임을 알 수 있다. 또 학생들이 궁금해 하는 달을 직접 관찰하여 달에 대해 흥미를 가지고 이를 탐구하려는 자세를 갖도록 한다. 이 영역에서는 달의 모양과 달 표면의 모습에 대해서 학습하며, 달의 위상변화 원인에 대한 내용은 ‘지구의 운동’에서 다룬다. 이 영역은 3-4학년에서 가장 먼저 학습하는 내용으로 지표의 변화, 화산과 지진, 지층과 화석의 기초 개념이 되며, 5-6학년의 ‘지구의 운동’ 영역에서는 달의 위상변화 원인을 심화하여 학습하게 된다. 또 7-9학년에 있는 ‘지구계와 지권의 변화’ 영역에서 지구계에 대한 내용으로 심화·확장된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 지구와 달의 모양이 둥글다는 것을 안다.
- (나) 육지와 바다의 특징을 이해한다.
- (다) 지구 주위를 공기가 둘러싸고 있음을 이해한다.
- (라) 달 표면의 여러 모습을 관찰하고, 달의 환경을 추리할 수 있다.
- (마) 지구와 달의 모습을 비교하여 지구에만 생명이 존재할 수 있는 이유를 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 지구와 달의 입체 모형 만들기
- (나) 산, 들, 강, 바다와 같은 우리 주변의 여러 지형 관찰하기
- (다) 달의 표면 관찰하기

## (2) 물체의 무게

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 물체의 무게를 다룬다. 길이, 질량, 시간, 전하 등은 물질과 에너지 영역을 서술하는 기본적인 물리량이다. 과학에서는 질량 개념을 사용하지만 초등학교 수준에서는 질량을 정의하고 측정하기 어렵기 때문에 무게를 대신 도입하여 물체의 양을 나타낸다. 이를 통해 실생활에서 여러 가지 사물의 무게를 측정하고, 과학의 다른 영역에서 도입하는 여러 가지 실험 활동에서 무게를 정량적으로 측정하고 서술한다. 그래서 초등학교 3, 4학년군의 초반부에 도입하였다.

이 영역에서는 물체는 무게를 지니고 있음과 그 무게를 측정할 수 있음을 알고, 물체의 무게를 측정하기 위해 저울을 사용해야 함을 알게 하고, 여러 가지 저울을 사용하여 무게를 측정하는 방법을 알게 한다. 질량의 양팔 저울을 사용할 때는 수평잡기의 원리를 이용하며, 용수철 저울을 사용할 때는 물체의 무게에 따라 용수철이 늘어나는 성질이 이용하는 것임을 이해하게 한다. 측정한 무게를 나타낼 때 단위를 사용해야 함을 알게 한다. 양팔 저울과 용수철 저울을 직접 만들고 물체의 무게를 비교하는 활동을 하게 함으로써 생활 속의 여러 가지 저울에 관심을 갖게 한다.

초등학교에서는 물체의 양을 처음 다루는 부분이다. 이 영역을 학습한 후, 처음 다루므로 물체를 정의해야 하지만, 후속되는 ‘물체와 물질’에서 의 개념을 처음 다루는 초등학교 3, 4학년의 ‘물체와 물질’에서 물질의 양을 무게로 측정하고, 5, 6학년의 ‘용해와 용액’에서 여러 가지 물질의 양을 직접 측정하는 내용을 다룬다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 여러 가지 물체 중에서 가벼운 것과 무거운 것을 구분하며, 무게를 정확히 재기 위해 저울이 필요함을 안다.
- (나) 양팔 저울을 사용하여 두 물체의 무게를 비교할 수 있다.
- (다) 용수철 저울을 사용하여 물체의 무게를 잴 수 있다.
- (라) 생활 속에서 쓰임새에 따라 여러 가지 다른 저울을 사용함을 이해한다.

### [탐구활동]

- (가) 양팔 저울을 사용하여 물체의 무게 비교하기
- (나) 용수철 저울로 물체의 무게 재기
- (다) 간단한 저울 만들기
- (라) 생활 속에서 볼 수 있는 여러 가지 저울을 사용하여 물체의 무게 재기

### (3) 동물의 한살이

#### [영역 성취기준]

이 영역은 동물이 태어나서 어린 시절을 거치고 성장하여 자손을 남기고 죽을 때까지의 과정인 동물의 한살이를 다룬다. 많은 동물들은 한살이 과정을 자손을 번식시켜 왔으며, 오랜 세월 동안 각 동물들에 따라 다양한 한살이 방식을 발전시켜 왔다. 따라서 학생들이 다양한 동물의 한살이를 이해하는 것은 지구 생물들에 대한 관심과 동물이 태어나서 성장하고 궁극적으로 생명이 연속하여 이어지고 있다는 것을 이해하는데 중요한 학습이라고 할 수 있다.

학생들이 동물을 직접 기르며 한살이 과정을 관찰하는 것을 통해 동물의 한살이에 대해 알 수 있다. 동물이 어떤 모습으로 태어나고, 자라면서 생김새가 어떻게 변해가는지, 그리고 번식은 어떻게 하는지 등을 관찰함으로써 동물의 탄생과 성장에 따른 겉모습 변화, 번식 방법 등 동물의 한살이 개념을 이해할 수 있다. 또한, 동물의 한살이 과정을 한 종류의 동물이 아닌 다양한 동물들을 비교 관찰함으로써 동물에 따라 한살이 과정에 차이가 있음을 안다.

동물의 한살이는 슬기로운 생활에서 다루었던 동물 내용과 이어지는 것으로 이 영역의 학습을 마친 후 다양한 지구 상의 동물들의 생활을 학습하게 되고, 더 나아가 식물의 경우도 학습하게 된다. 7-9학년에서는 생물의 구성과 에너지원, 그리고 생식과 발생의 학습과 이어지게 된다.

#### [학습내용 성취기준]

(가) 동물의 한살이 관찰을 위한 계획을 세울 수 있으며, 관찰 계획에 따라 직접 동물을 기를 수 있는 방법을 설명할 수 있다.

(나) 동물(배추흰나비)을 기르면서 동물이 태어나고 자라면서 번식하기까지의 과정과 그에 따른 변화를 말할 수 있으며, 곤충에 따라 한살이의 유형이 다를 수 있음을 설명할 수 있다.

(다) 대부분의 동물은 번식을 위해 암·수가 필요하며, 암·수에 따른 생김새의 특징을 비교하여 구별할 수 있고, 번식 과정에서 암·수의 역할을 이해한다.

(라) 새끼를 낳는 동물, 알을 낳는 동물 등 여러 가지 동물의 한살이를 비교하여 그 특징을 말할 수 있고, 동물에 따라 한살이가 다를 수 있음을 설명할 수 있다.

#### [탐구활동]

(가) 동물을 기르면서 한살이 관찰하기

(나) 여러 동물의 한살이 비교하기

#### (4) 물체와 물질

##### [영역 성취기준]

이 영역에서는 물질 개념의 기본으로서 물체와 물질을 다룬다. 물질 개념은 우리 주위의 여러 사물이 무엇으로 이루어져 있는 지에 대한 학생의 호기심과 궁금증을 해결하는데 있어서 가장 초보적 수준의 학습 내용으로 장차 입자 수준으로 물질을 볼 수 있는 안목을 키우기에 앞서 주변에서 볼 수 있는 사물을 이루는 재료가 무엇인지 탐색해보는 과정이라 할 수 있다.

물체는 주로 겉보기 모양에 바탕을 두어 어떤 구체적 형태를 기준으로 한 대상을 일컫는데 비하여 물질은 어떤 물체의 재료로서의 의미가 강조된다. 일상생활에서 관찰되는 구체물은 주로 물체이지만 이들을 이루고 있는 성분은 물질이라는 의미이다. 이 영역의 학습을 통하여 학생들은 주위에 있는 물체를 관찰하여 물체가 어떤 물질로 이루어져 있는지 알고, 물체의 기능과 물체를 이루는 물질의 성질을 이해하며, 특정 물체를 이루고 있는 물질이 그 물질의 어떤 성질 때문에 사용되었는지 알 수 있게 된다. 또한 여러 가지 물체와 물질의 특징에 따라 물질을 고체, 액체, 기체로 분류할 수 있게 된다.

초등학교 3, 4학년에서 처음 학습하는 내용으로 학습 후에 액체와 기체, 혼합물 분리, 물질의 상태변화를 학습하게 되며, 5-6학년에서는 용해와 용액, 산과 염기, 여러 가지 기체, 7-9학년에서는 분자 운동과 상태 변화, 물질의 특성 등을 학습하게 된다.

물질은 과학에서 다루는 중요한 기본 개념으로 순물질의 의미로 사용되는 것이 일반적이지만 초등학교 수준에서는 순물질로서의 의미보다는 재료로서의 의미로 사용되고 있음에 유의한다.

##### [학습내용 성취기준]

- (가) 우리 주위의 물체를 찾아보고 어떠한 재료로 만들어졌는지 조사한다.
- (나) 물질이란 무엇인지 알고 물체와 물질 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- (다) 물체를 물질의 종류에 따라 분류한다.
- (라) 여러 가지 물질의 성질을 비교하여 어떤 성질 때문에 일상생활에 활용되었는지 설명할 수 있다.
- (마) 주위에 있는 고체와 액체의 예를 관찰하여 고체와 액체 각각에서 나타나는 공통적인 성질을 설명할 수 있다.
- (바) 우리 주변에 있는 물질을 다양한 분류 기준을 세워 나누고 물질을 고체, 액체, 기체로 분류할 수 있다.

##### [탐구활동]

- (가) 물체 분류하기
- (나) 물질의 성질과 용도 관계 짓기
- (다) 물체와 물질을 고체, 액체, 기체로 분류하기

## (5) 동물의 생활

### [영역 성취기준]

이 영역은 우리 주변에서 볼 수 있는 동물들에 대한 흥미와 관심을 높이고 주변의 동물에 대한 탐구심을 높일 수 있도록 설정된 것이다. 동물은 엽록소를 가지고 있지 않아 다른 생물을 섭취함으로써 양분을 획득하는 종속 영양 생물로 일반적으로 빠른 운동 능력과 감각을 지닌 생명체이다. 다양한 환경에 각각 적응하여 살고 있는 다양한 동물들에 대한 탐구는 동물들의 공통점과 차이점을 이해하고, 동물에 대한 흥미와 호기심을 지닐 수 있다.

여러 가지 동물들에 대한 관찰을 통해 동물의 생김새와 특징을 알고, 사는 곳에 따른 생김새와 사는 곳에 적응한 생활 방식을 설명하며 공통점과 차이점에 따라 이들 동물들을 나눌 수 있다. 또한 서식지 파괴에 따른 멸종 위기 동물들에 대해 알고 멸종 위기 동물을 보호하기 위한 실천 방안을 세울 수 있다.

동물의 생활은 슬기로운 생활에서 다루었던 동물 내용과 그리고 이전에 학습한 동물의 한살이 영역과 연관되어 있으며, 이후 학습하는 식물의 한 살이와 식물의 생활로 학습이 이어진다. 7-9학년에서는 생물의 구성과 에너지원 영역의 학습과 이어지게 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 여러 가지 동물을 관찰해보고, 관찰을 토대로 여러 가지 동물의 생김새와 특징을 설명할 수 있다.
- (나) 여러 가지 동물의 생김새와 특징에 따른 공통점과 차이점을 알고, 공통점과 차이점에 따라 동물을 나눌 수 있다.
- (다) 사는 곳(물, 땅, 하늘 등)에 따른 동물의 생김새와 특징을 알아보고, 이러한 생김새와 특징이 각자의 사는 곳에 어떻게 적합한지를 설명할 수 있다.
- (라) 서식지 파괴에 따른 멸종 위기 동물에 대해 알아보고, 멸종 위기 동물을 보호하기 위한 실천 방안에 대해 알아본다.

### [탐구활동]

- (가) 여러 가지 동물을 관찰하고 특징 알아보기
- (나) 비슷한 특징을 가진 동물들끼리 묶어보기
- (다) 동물의 생김새, 사는 곳, 생활 방식 간의 관계 알아보기
- (라) 서식지 파괴에 따른 멸종 위기 동물 알아보기

## (6) 지표의 변화

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 흙의 생성 과정과 생물과의 관계, 유수 및 바닷물에 의한 지표의 변화를 다룬다. 흙은 식물이 자라는데 많은 영향을 주고 있으며, 이런 흙은 깎이거나 쌓이면서 지표를 변화시킨다. 우리가 살아가는 곳의 모습을 이해하기 위해서는 흙이 어떻게 생성되고, 지표가 어떤 과정을 거쳐 변화되는지 학습할 필요가 있다.

이 영역은 여러 곳의 다양한 흙을 관찰하고, 이러한 흙이 생성되는 과정과 더불어 흙과 생물과의 관계를 이해하는 것이 중심내용이 된다. 또한 유수나 바닷물에 의해 지표가 변하고, 이로 인해 생성된 지표의 특징을 이해할 수 있다.

이 영역에서 학습한 내용은 ‘지층과 화석’ 영역에서 학습하는 퇴적물과 퇴적작용의 기초 개념이 되며, 7-9학년에서 배우는 ‘지구계와 지권의 변화’ 영역에서 내용이 심화된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 흙의 생성 과정을 알고 흙과 생물의 관계를 이해한다.
- (나) 흙의 중요성을 알고 흙을 보존하는 방법을 안다.
- (다) 유수에 의해 지표면이 깎이거나 쌓이면서 변화될 수 있음을 안다.
- (라) 강 주변 지형의 특징을 유수의 작용과 관련지어 설명할 수 있다.
- (마) 바닷가 주변 지형의 특징을 바닷물의 작용과 관련지어 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 여러 곳의 흙을 관찰하고 다양한 방법으로 분류하기
- (나) 운동장에 흐르는 빗물을 거름 장치로 걸러 관찰하기
- (다) 흙 언덕을 만들고 물을 흘려보낸 후, 깎이는 곳과 쌓이는 곳 관찰하기

## (7) 액체와 기체

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 고체와 더불어 물체나 물질의 기본적인 상태라 할 수 있는 액체와 기체를 다룬다. 액체와 기체는 고체에 비하여 유동적이며 가변적인 상태이기 때문에 학생들이 정확한 본질을 이해하기 어려울 수도 있어 부피나 무게를 재는 활동 등을 통하여 액체, 기체의 일반적 특징을 이해할 수 있도록 제시된 학습내용이다. 이 영역의 학습을 통하여 학생들은 생활주변에서 볼 수 있는 액체의 부피를 측정하고 그 결과를 적절한 단위와 함께 나타낼 수 있게 된다. 또한 기체가 공간을 차지하고 다른 용기에 옮겨 담을 수 있음을 알고, 무게가 있음을 증거를 들어 설명할 수 있게 된다. 초등학교 3, 4학년에서 물체와 물질 다음으로 학습하는 내용으로 학습 후에 혼합물 분리, 물질의 상태변화 등을 학습하게 되며, 5-6학년에서는 용해와 용액, 산과 염기, 여러 가지 기체, 7-9학년에서는 분자 운동과 상태 변화, 물질의 특성 등을 학습하게 된다.

학생들의 발달 수준을 고려하여 액체와 기체의 개념적 정의보다는 부피나 무게를 재는 활동 등을 통하여 액체, 기체의 물질로서의 일반적 특징을 이해할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 부피의 개념을 알고 모양이 다른 그릇에 담긴 액체의 부피를 비교할 수 있다.
- (나) 눈금 실린더와 부피를 나타내는 단위를 알고 눈금 실린더로 액체의 부피를 측정하고 그 결과를 적절한 단위로 나타낼 수 있다.
- (다) 액체의 부피를 정확하게 측정할 때의 좋은 점을 알고 실생활에서 액체의 부피를 측정하는 사례를 열거할 수 있다.
- (라) 기체가 일정한 공간을 차지하고 다른 용기에 옮겨 담을 수 있음을 안다.
- (마) 기체가 무게가 있음을 증거를 들어 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 액체의 부피를 잴 수 있는 기구 고안하기
- (나) 공기가 공간을 차지하고 있음을 알아보는 실험하기
- (다) 기체가 무게가 있음을 알아보는 실험하기

## (8) 소리의 성질

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 소리의 발생, 여러 가지 성질과 전달에 대해 다룬다. 소리는 자연 현상을 관찰하여 얻을 수 있는 중요한 정보 중의 하나이다. 우리 주변에는 소리를 통해 의사전달을 하는 경우도 많으며, 눈에 보이지 않지만 소리를 구별함으로써 사물의 특징을 찾아내기도 한다. 소리는 실생활에서의 여러 가지 현상, 사회 활동 및 문화 활동과 관련되어 있으므로 학생에게 흥미롭고 신기한 현상이 되기도 하며, 과학, 기술, 사회의 관계를 인식하는데 도움이 된다. 이 영역에서는 물체가 떨 때 소리가 남을 이해하고, 사물에 따라, 내는 방법에 따라 세기와 높낮이가 다른 다룬다. 또, 소리의 성질을 이용하여 소리를 멀리까지 전달할 수 있음을 다룬다. 여러 가지 간이 악기를 만들어 연주해 봄으로써 소리의 성질에 대하여 탐구하고 소리를 이용한 생활 속의 예나 도구에 대하여 관심을 갖고 찾아보게 한다. 생활 주변에서 가지는 소리에 대한 경험을 과학 활동과 통합하는데 주목적이 있으므로 내용을 현상적이고 정성적으로 다루도록 한다. 후속되는 7, 8, 9학년의 ‘빛과 파동’에서는 파동의 발생, 전파 과정, 파동의 여러 가지 물리적 특성을 바탕으로 소리가 들리는 과정을 알고, 여러 가지 악기가 내는 소리의 특성에 대해 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 사물에 따라 내는 소리가 다르고 소리를 내는 방법도 다양함을 안다.
- (나) 물체가 떨 때 소리가 남을 이해한다.
- (다) 소리마다 세기와 높낮이가 다른 것을 알고, 여러 가지 사물에서 나는 소리를 비교할 수 있다.
- (라) 소리를 멀리까지 전달하는 방법을 고안한다.

### [탐구활동]

- (가) 소리를 내는 물체의 떨림 관찰하기
- (나) 세기와 높낮이가 다른 소리 만들기
- (다) 소리의 성질을 이용하여 간이 악기나 놀이기구 만들기

## (9) 자석의 이용

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 자석의 여러 가지 성질을 다룬다. 자석은 특정 금속을 끌어당기거나 다른 자석을 밀거나 끌어당기는 독특한 특성이 있어 자연 현상과 사물에 대한 규칙성을 점차 알아 가는 학생들에게 매우 흥미로운 현상이다. 자석에 대한 자발적인 탐구를 통하여 자석이 일반적인 물체와 다른 성질을 지니고 있음을 알게 하고, 자석이 지니는 여러 가지 성질에 대하여 탐구하는 능력과 태도를 기르게 한다. 또, 자석의 성질을 이용하여 실생활에 쓰일 수 있는 도구를 만듦으로써 과학 지식이 실생활에 유익하게 사용됨을 알게 한다. 이 영역에서는 특정 금속 물체를 끌어당기는 성질, 다른 자석을 끌어당기거나 미는 성질, 일정한 방향을 가리키는 성질 등을 다룬다. 관찰, 분류, 추리, 예상 등의 기본 탐구과정 능력을 향상시킬 수 있으므로 학생들이 스스로 탐구에 참여할 수 있게 한다. 또, 자석의 성질을 이용하여 놀이기구를 만들거나 실생활의 새로운 쓰임새에 대하여 고안하게 한다. 자기장에 관한 현상을 다루지만 용어는 도입하지 않는다. 3, 4학년의 ‘혼합물의 분리’에서는 자석을 이용하여 고체 혼합물을 분리하는 활동이 포함된다. 후속되는 5, 6학년의 ‘전기의 작용’에서는 전기회로의 전구에 불이 켜질 때, 전선 주변에도 자석과 같이 나침반을 움직이는 현상이 나타남을 학습한다. 이를 이용하여 전자석을 만드는 활동을 한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 자석끼리는 미는 힘과 당기는 힘이 작용함을 안다.
- (나) 자석은 일정한 방향을 가리키는 성질이 있음을 안다.
- (다) 자석의 성질을 이용하여 재미있는 놀이기구를 만들 수 있다.
- (라) 생활에서 자석이 사용되는 예를 찾아 설명하고 새로운 쓰임새를 고안한다.

### [탐구활동]

- (가) 자석의 극 찾기
- (나) 자석으로 나침반 만들기
- (다) 자석의 성질을 이용한 놀이기구 만들기

## (10) 혼합물 분리

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 혼합물을 분리하는 초보적 원리와 기능을 학습한다. 일상생활에서 찾아볼 수 있는 많은 물체나 물질은 둘 이상의 재료나 물질이 혼합되어 구성되어 있는 것들이 많다. 이와 같이 둘 이상의 재료나 물질로 구성된 혼합물로부터 이들을 구성하는 재료나 물질로 분리하는 것이 매우 중요하므로 이와 관련된 기초적 개념이나 분리 방법 등을 학습하는 것은 물질의 성질이나 구성을 이해하는데 있어서 필수적이다.

이 영역의 학습을 통하여 학생들은 성질이 다른 둘 이상의 물질이 섞여 있는 혼합물의 의미를 실험 관찰을 통하여 파악할 수 있게 되며, 하나의 혼합물을 구성하는 물질의 성질 차이를 알아내어 이를 혼합물 분리에 이용할 수 있게 된다. 또한 고체 성분만으로 이루어진 물질의 경우 성분 알갱이의 크기, 자석에 붙는 성질 등에 따라 혼합물을 분리할 수 있으며, 액체를 포함하는 혼합물의 경우 물에 녹는 성질이나 물에 뜨는 성질 등을 이용하여 성분 물질로 분리할 수 있게 된다.

초등학교 3, 4학년에서 물체와 물질, 액체와 기체 다음으로 학습하는 내용으로 학습 후에 물질의 상태변화 등을 학습하게 되며, 5-6학년에서는 용해와 용액, 산과 염기, 여러 가지 기체, 7-9학년에서는 분자 운동과 상태 변화, 물질의 특성 등을 학습하게 된다.

혼합물에서 순수한 물질을 얻기보다는 서로 다른 속성을 지닌 물체로부터 비슷한 속성을 지닌 물체로 분리하는 것을 배우게 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 혼합물을 관찰하여 혼합물을 구성하는 성분 물질의 차이에 대하여 설명할 수 있다.
- (나) 알갱이의 크기와 자석에 붙는 성질 등을 이용하여 고체 혼합물을 분리할 수 있다.
- (다) 서로 섞이지 않는 두 액체 혼합물을 분리할 수 있다.
- (라) 물에 녹는 물질과 물에 녹지 않는 물질의 혼합물을 분리할 수 있다.
- (마) 물을 증발시켜 물에 녹아있는 고체 물질을 분리할 수 있다.
- (바) 일상생활에서 혼합물을 분리하는 방법이 이용되는 예를 말할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 알갱이의 크기, 자석의 성질을 이용하여 고체혼합물 분리하기
- (나) 서로 섞이지 않는 액체 혼합물 분리하기
- (다) 거름, 증발 실험하기

## (11) 식물의 한 살이

### [영역 성취기준]

이 영역은 식물이 싹이 터서 자라고 꽃을 피우며 열매를 맺어 다시 씨를 만들기까지의 과정인 동물의 한살이를 다룬다. 많은 식물은 한살이 과정을 자손을 번식시켜 왔으며, 오랜 세월 동안 각 식물들에 따라 다양한 한살이 방식을 발전시켜 왔다. 따라서 학생들이 다양한 식물의 한살이를 이해하는 것은 지구 생물들에 대한 관심과 식물이 싹이 터서 자라 성장하고 궁극적으로 생명이 연속하여 이어지고 있다는 것을 이해하는데 중요한 학습이라고 할 수 있다.

식물을 직접 기르며 한살이 과정을 관찰하는 것을 통해 식물의 한살이에 대해 알 수 있다. 씨앗이 싹트고, 잎과 줄기가 달리며 다시 꽃을 피우고 씨와 열매 맺는 한살이 과정을 관찰함으로써 식물의 싹 트기와 생장에 따른 겉모습의 변화, 번식 방법 등 식물의 한살이 개념을 이해할 수 있다. 또한 식물의 한살이 과정을 풀과 나무 등 다양한 식물들을 비교 관찰함으로써 식물에 따라 한살이 과정에 차이가 있음을 안다.

식물의 한살이는 슬기로운 생활에서 다루었던 식물 내용과 연관되어 있으며, 이전에 학습한 동물의 한살이 영역과 관련되어 있으며, 이후 학습하는 식물의 생활로 학습이 이어진다. 7-9학년에서는 생물의 구성과 에너지원 영역의 학습과 이어지게 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 식물의 한살이 관찰을 위한 계획을 세울 수 있으며, 관찰 계획에 따라 직접 식물을 기를 수 있는 방법을 설명할 수 있다.
- (나) 여러 가지 씨앗을 관찰해보고 이들 씨앗들의 공통점과 차이점을 설명할 수 있으며, 씨앗에서 싹이 트는 조건에 대해 설명할 수 있다.
- (다) 식물(강낭콩)을 기르면서 식물의 씨앗이 싹트고, 자라서 꽃을 피우고 열매를 맺는 과정과 그에 따른 변화를 설명할 수 있다.
- (라) 여러 가지 식물의 한살이를 비교하여 그 특징을 말할 수 있고, 식물에 따라 한살이의 유형이 다름을 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 씨앗이 싹트거나 자라는 데 필요한 조건 찾아내기
- (나) 씨앗을 심고 싹틔우면서 겉모양과 속모양의 변화 관찰하기
- (다) 여러 종류의 식물의 한살이 비교하기

## (12) 화산과 지진

### [영역 성취기준]

이 영역은 화산과 화성암, 지진에 대해 다룬다. 최근에 지구 곳곳에서 많은 화산 활동이 있었으며, 화산활동 중에 나오는 분출물은 사람들에게 직·간접적으로 영향을 주었다. 또한 지진도 많이 발생하였는데, 이런 지진은 막대한 인명 및 재산 피해를 주기도 하였다. 이처럼 화산과 지진은 엄청난 위력과 그 영향력을 가지고 있기 때문에 중요하게 다룰 필요가 있다.

학생들은 이 영역을 학습함으로써 화산활동으로 생기는 다양한 물질과 지진발생의 원인을 알고 그 피해를 줄이기 위한 방법을 알 수 있다. 또 화산으로 생기는 대표적인 화성암인 화강암과 현무암을 관찰하여 그 특징을 이해할 수 있다.

이 영역은 7-9학년에서 배우는 ‘지구계와 지권의 변화’ 영역에서 판구조론과 연계하여 개념을 심화시키고, 이를 통해 지구 환경의 변화를 이해하는데 기초가 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 화산 활동으로 다양한 물질이 나온다는 것을 안다.
- (나) 화성암의 생성 과정을 이해하고, 화강암과 현무암을 특징을 이해한다.
- (다) 화산활동이 우리 생활에 미치는 영향을 이해한다.
- (라) 지진 발생의 원인을 이해하고 지진이 났을 때의 대처 방법을 안다.

### [탐구활동]

- (가) 화산 활동 모형 만들기
- (나) 화강암과 현무암 관찰하기
- (다) 화산과 지진의 피해 사례 조사하기

### (13) 식물의 생활

#### [영역 성취기준]

이 영역은 우리 주변에서 볼 수 있는 식물들에 대한 흥미와 관심을 높이고 주변의 식물에 대한 탐구심을 높일 수 있도록 설정된 것이다. 식물은 엽록소를 가지고 있어 스스로 양분을 합성하는 독립 영양 생물로 일반적으로 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 가능한 생명체이다. 다양한 환경에 각각 적응하여 살고 있는 다양한 식물들에 대한 탐구는 식물들의 공통점과 차이점을 이해하고, 식물에 대한 흥미와 호기심을 지닐 수 있다.

여러 가지 식물들에 대한 관찰을 통해 식물의 생김새와 특징을 알고, 사는 곳에 따른 생김새와 사는 곳에 적응한 생활 방식을 설명하며 공통점과 차이점에 따라 이들 식물들을 나눌 수 있다. 또한 서식지 파괴에 따른 식물들이 처한 위험성에 대해 알고 멸종 위기 식물을 보호하기 위한 실천 방안을 세울 수 있다.

식물의 생활은 슬기로운 생활에서 다루었던 식물 내용과 연관되어 있으며, 이전에 학습한 식물의 한 살이 영역과도 연관되어 있다. 7-9학년에서는 생물의 구성과 에너지원 영역의 학습과 이어지게 된다.

#### [학습내용 성취기준]

- (가) 여러 가지 식물을 관찰해보고, 관찰을 토대로 여러 가지 식물의 생김새와 특징을 잎, 줄기, 뿌리, 꽃과 열매를 비교하면서 설명할 수 있다.
- (나) 여러 가지 식물의 생김새와 특징에 따른 공통점과 차이점을 알고, 공통점과 차이점에 따라 식물을 나눌 수 있다.
- (다) 사는 곳(들과 숲, 연못이나 강가, 높은 산, 사막, 바닷가 등)에 따른 식물의 생김새와 특징을 알아보고, 이러한 생김새와 특징이 각자의 사는 곳에 어떻게 적합한지를 설명할 수 있다.
- (라) 서식지 파괴에 따른 식물이 처한 위험성에 대해 알아보고, 멸종 위기 식물을 보호하기 위한 실천 방안에 대해 알아본다.

#### [탐구활동]

- (가) 여러 가지 식물을 관찰하고 특징 알아보기
- (나) 비슷한 특징을 가진 식물들끼리 묶어보기
- (다) 식물의 생김새와 사는 곳 간의 관계 알아보기
- (라) 서식지 파괴에 따른 멸종 위기 식물 알아보기

## (14) 지층과 화석

### [영역 성취기준]

이 영역은 지층과 퇴적암, 화석에 대해 다룬다. 지층과 화석을 통해 퇴적 당시의 상황을 추리할 수 있고, 당시의 자연환경이나 생물 종의 변화를 알 수 있다. 또한 석유나 석탄과 같은 화석은 우리의 생활에 중요하게 활용되는 자원이기도 하다. 이처럼 지층과 화석은 지구의 역사를 알 수 있는 단서가 되며, 우리 생활에 유용한 자원이기 때문에 중요하다.

퇴적물이 쌓이면 다양한 형태의 지층이 만들어지며, 퇴적물이 굳어져서 퇴적암이 된다. 지층 속에는 화석이 포함되어 있는데, 이런 화석의 생성 과정과 이용 가치를 인식하도록 한다. 학생들이 지층이나 퇴적암, 화석을 직접 관찰할 수 있도록 기회를 제공하고, 이를 통해 알 수 있는 사실을 추리하도록 한다.

이 영역은 7-9학년에서 배우는 ‘지구계와 지권의 변화’ 영역에서 암석의 생성과 순환과정을 학습하는데 기초가 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 지층의 형성 과정을 이해하고, 이로부터 지층이 쌓인 순서를 추리한다.
- (나) 지층을 관찰하고 여러 지층의 같은 점과 다른 점을 이해한다.
- (다) 퇴적암이 만들어지는 과정을 이해하고, 그 특징에 따라 퇴적암을 구분한다.
- (라) 화석의 생성 과정을 이해한다.
- (마) 화석이 지구의 과거 모습을 알려줄 수 있음을 이해한다.
- (바) 화석이 자원으로써 우리 생활에 어떻게 활용되는지 예를 들 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 지층이 쌓이는 순서 실험하기
- (나) 퇴적암 관찰하기
- (다) 여러 화석을 관찰하기
- (라) 화석 모형 만들기

## (15) 거울과 그림자

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 거울의 성질과 그림자의 생김을 바탕으로 빛의 반사와 직진에 관련된 현상을 다룬다. 거울에서 반사하는 빛의 경로를 직접 확인할 수 없으며, 그림자는 빛이 닿지 않아 생기는 현상이므로, 반사나 직진의 개념을 가지고 있지 않은 학생들이 빛의 성질을 추리하고 현상을 설명하는 것은 매우 어렵다. 빛의 직진과 반사 개념을 먼저 도입하지 않고 현상을 관찰하고 추리하는 과정으로 빛의 성질을 탐구하게 하기 위하여 거울의 성질과 그림자의 생김을 주요 내용으로 도입하였다. 이 영역에서는 거울에 비친 물체의 모습으로부터 거울의 성질을 알게 하고, 그림자가 생기는 물체로부터 그림자가 생기는 까닭과 원리를 알게 한다. 거울이나 그림자를 이용하여 놀이를 함으로써 빛의 반사와 직진 현상에 흥미를 갖게 하고, 생활에서 거울과 그림자가 사용되는 여러 가지 예를 찾게 한다. 후속되는 5, 6학년의 ‘렌즈의 이용’에서 렌즈에 의한 빛의 굴절을 현상적으로 다룬다. 또, 후속되는 7, 8, 9학년의 ‘빛과 파동’에서는 물체를 보는 원리, 빛과 색의 합성과 분해를 학습하며 생활의 여러 현상에 이 개념을 적용한다. 또, 빛의 직진, 반사, 굴절의 개념을 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 여러 가지 모양의 거울에 비친 물체의 모습을 관찰하여 거울의 성질을 이해한다.
- (나) 그림자를 생기게 하는 물체와 그렇지 않는 물체를 구분하고 그림자가 생기는 까닭을 이해한다.
- (다) 빛과 물체 사이의 거리에 따라 그림자의 크기가 달라짐을 안다.
- (라) 생활에서 거울이나 그림자를 사용한 예와 쓰임새를 찾는다.

### [탐구활동]

- (가) 여러 가지 모양의 거울에 비친 물체의 모습 관찰하기
- (나) 물체에 빛을 비출 때 생기는 그림자의 모양이나 크기 예상하기
- (다) 거울과 그림자를 이용한 놀이하기

## (16) 물의 상태 변화

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 물체나 물질을 고체, 액체, 기체로 분류하는 것에서 나아가 ‘물’이라는 하나의 물질이 여러 상태로 존재할 수 있다는 것과 물의 상태 변화와 관련된 조건이나 초보적 특징 등을 다룬다. 상태변화를 다루는 소재로서 물이 선정된 것은 물이 주변에서 흔히 볼 수 있을 뿐 아니라 우리 몸을 구성하는 주요 성분이고, 지구 생태계의 핵심 요소이기도 하며, 인간이 활동할 수 있는 온도 범위에서 고체, 액체, 기체의 세 가지 상태를 모두 관찰할 수 있는 물질 중의 하나이기 때문이라 할 수 있다.

이 영역의 학습을 통하여 학생들은 일상생활의 경험을 바탕으로 물이 고체, 액체, 기체로 모두 존재함을 알고, 물의 상태가 변화할 수 있음을 알며, 상태가 변화하려면 물을 가열하거나 냉각시켜야 한다는 사실을 알게 된다. 또한 물의 상태 변화에서 무게와 부피변화가 어떠한지 측정하여 확인하며, 물의 상태 변화를 관찰하면서 이와 같은 상태변화가 일상생활에서 어떻게 이용되고 있는지 알게 된다.

초등학교 3, 4학년에서 물체와 물질, 액체와 기체, 혼합물 분리 다음으로 학습하는 내용이며 5-6학년에서는 용해와 용액, 산과 염기, 여러 가지 기체, 7-9학년에서는 분자 운동과 상태 변화, 물질의 특성 등을 학습하게 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 물은 세 가지 상태로 존재할 수 있음을 안다.
- (나) 물과 얼음을 관찰하여 다른 점을 확인하고, 물을 냉각하면 얼음이 되고, 얼음을 가열하면 물이 된다는 것을 안다.
- (다) 물이 얼 때와 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 관찰한다.
- (라) 물이 증발할 때의 변화를 관찰하고 우리 생활에서 물이 증발하는 예를 찾을 수 있다.
- (마) 물이 끓을 때와 수증기가 응결할 때의 변화를 관찰하고 우리 주위에서 그러한 현상의 예를 찾을 수 있다.
- (바) 일상생활에서 상태변화를 어떻게 이용하고 있는지 예를 들어 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 물의 세 가지 상태 관찰하기
- (나) 물과 얼음의 상태변화에서 무게와 부피 변화 측정하기
- (다) 수돗물의 사용량을 조사하고 물을 아껴쓰는 방법 토의하기

## <5~6학년군>

[학년군 성취기준]

학생들의 발달단계를 고려하여 과학의 통합 탐구 과정이 포함된 활동을 통하여 과학 개념을 구성하도록 한다. ‘물질과 에너지’ 분야에서는 온도와 열, 용해와 용액, 산과 염기, 운동의 모습, 전기의 작용, 여러 가지 기체, 렌즈의 이용, 연소와 소화로 구성한다. ‘생명과 지구’ 분야에서는 날씨와 우리 생활, 식물의 구조와 기능, 태양계와 별, 우리 몸의 구조와 기능, 지구의 운동, 생물과 환경, 생물과 우리 생활, 계절의 변화로 구성한다. 학습 내용의 위계와 학습 계절을 고려하여 영역의 순서를 배열한다.

## (1) 온도와 열

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 온도와 열의 이동을 다룬다. 물체를 가열하거나 냉각시키면 시간에 따라 물체의 상태나 모습이 달라지며, 온도의 변화와 물질의 상태는 가역적이므로 자연 현상의 규칙성을 학습하는 중요한 개념이다. 온도 변화와 열의 이동은 물질의 온도, 날씨, 우리 생활 등에 밀접하게 관련된 개념이다. 열이 이동하면 물체의 온도가 변화한다. 또한, 두 변인이 서로 관계를 맺고 있음을 이해하고, 변인 통제에 의한 실험 활동을 통하여 현상에 대한 생각을 검증할 수 있기 때문에 탐구과정 학습에 도움이 된다. 이 영역에서의 학습은 학생의 높은 수준의 인지 능력이 필요하기 때문에 5, 6학년에서 다루었다. 이 영역에서는 따뜻한 물체와 찬 물체를 구별함으로써 온도 개념을 도입하고, 온도를 측정하는 방법을 알게 한다. 물체나 장소마다 온도가 다를 수 있음을 관찰하고 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 열이 이동하여 점차 두 곳의 온도가 비슷해짐을 알게 한다. 사물에서 나타나는 온도 변화로부터 열의 이동 현상을 추리하는 활동을 경험하게 한다. 이 영역에서는 주로 물체의 접촉에 의한 현상만 다룬다. 5, 6학년의 ‘날씨와 생활’에서는 날씨 현상에 관한 여러 실험 활동을 하여 온도 개념을 사용한다. 또, 후속되는 7, 8, 9학년의 ‘열과 우리 생활’에서는 온도의 개념으로부터 열평형과 전도, 대류, 복사에 의한 열의 이동을 학습한다. 또한 물질마다 열적 특성이 다를 수 있음을 알고 여러 물질들의 비열과 열팽창 정도가 다를 수 있음을 이용하여 실생활 사례에 적용한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 차가운 것과 따뜻한 것을 구분하고 온도계를 사용하여 온도를 잴 수 있다.
- (나) 물체나 장소마다 온도가 다를 수 있으며, 시간이 지남에 따라 물체나 장소의 온도가 달라짐을 이해한다.
- (다) 온도가 다른 두 물체가 접촉할 때 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며 시간이 지나면 두 물체의 온도가 비슷해짐을 이해한다.
- (라) 실생활에서 온도가 변하는 물체를 관찰하여 열의 이동을 추리한다.

### [탐구활동]

- (가) 여러 가지 물체나 장소의 온도 재기
- (나) 하루 동안의 기온 재기
- (다) 온도가 다른 두 물체를 접촉할 때 두 물체의 온도 변화 측정하기

## (2) 용해와 용액

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 고체가 액체에 녹는 과정과 이에 영향을 주는 요인에 대하여 다룬다. 일상생활의 주변에서 우리는 다양한 특성을 가진 여러 가지 용액들을 쉽게 찾아볼 수 있다. 이러한 용액들이 어떤 과정으로 만들어졌는지를 입자와 관련지어 이해하고, 이에 관련된 요인을 탐구해 보는 것은 학생들에게 익숙하지만 생각지 못했던 ‘용액’이라는 물질에 대한 흥미와 호기심을 불러일으킬 수 있을 것이다.

용해에서 서로 섞이는 용질, 용매의 상태는 고체, 액체, 기체가 모두 가능하다. 본 영역의 학습에서는 한쪽 물질이 액체인 경우의 용해와 그 생성물인 용액을 이해하여 추후 다른 상태의 용해를 이해하는 발판을 마련하고 학생이 생활에서 물질이 녹는 현상에 관심을 가지도록 하는데 목적이 있다. 따라서 고체 물질이 액체에 용해되는 현상과 용해 전후에 무게가 변하지 않음을 실험으로 확인하여, 용해 현상을 물질의 입자와 관련지어 이해할 수 있게 된다. 또한 용질의 종류와 용매(물)의 온도가 용해되는 양에 영향을 미침을 알고, 용액의 진하기를 상대적으로 비교하는 방법을 고안하여 실험으로 확인한다. 이 과정에서 용질, 용매, 용액의 정의를 알게 된다.

초등학교 3,4학년 액체와 기체, 혼합물의 분리 영역에서 액체의 개념에 대해 이해하고 고체와 액체의 혼합물의 분리에 대해 학습한 후 다루는 내용이다. 후속 학습으로 6학년에서 용액의 산과 염기, 7-9학년에서는 물질의 특성에 대해 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 고체가 액체에 녹아들어가는 현상을 생활 속에서 살펴보고, 용매, 용액, 용해의 정의를 설명할 수 있다.
- (나) 고체가 물에 녹기 전과 후의 무게를 비교하여 용해 과정에서 눈에는 보이지 않지만 물질이 사라지지 않고 용액 속에 존재함을 실험으로 확인하고, 입자의 섞임 개념을 이용하여 용해 현상을 이해한다.
- (다) 물에 여러 가지 가루 물질을 녹여봄으로써 용질의 종류와 양에 따라 녹는 양이 다름을 안다.
- (라) 용액의 진하기를 상대적으로 비교하는 방법을 고안하여 용액의 진하기를 비교한다.
- (마) 용매(물)의 온도에 따라 용질의 녹는 양이 달라진다는 사실을 실험을 통해서 확인할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 용매(물)에 여러 가지 가루 물질 녹여보기
- (나) 용해 전과 후의 무게 측정하기
- (다) 용해에 영향을 주는 요인 알아보기
- (라) 고체 물질 빨리 녹이기

### (3) 날씨와 우리 생활

#### [영역 성취기준]

이 영역에서는 여러 기상 요소 중 습도, 이슬, 안개, 구름, 비, 눈, 바람, 기압을 중심으로 다룬다. 날씨는 우리가 야외활동을 하는데 영향을 줄 뿐만 아니라 선박이나 항공기의 운항, 경제 활동에도 많은 영향을 주기 때문에 옛날부터 중요하게 여겨져 왔다.

습도가 우리 생활에 미치는 영향을 알아보고, 이슬과 안개, 구름, 비, 눈, 바람과 같은 현상이 어떤 과정을 통해 발생하는지 실험을 통해 탐구한다. 또한 고기압과 저기압이 날씨에 어떤 영향을 주고, 계절에 따라 달라지는 날씨의 특징을 알아본다. 이런 활동들을 통해 날씨가 우리 생활에 많은 영향을 주고 있음을 알도록 한다.

이 영역은 7-9학년에서 배우는 ‘기권의 특징과 우리 생활’ 영역에서 심화되며, 이슬점, 단열팽창, 기압의 변화, 기단과 전선 등을 학습하는데 기초가 된다.

#### [학습내용 성취기준]

- (가) 습도가 우리 생활에 많은 영향을 주고 있음을 안다.
- (나) 이슬과 안개가 생기는 원인을 이해하고, 그 차이점을 안다.
- (다) 구름이 생겨서 비나 눈이 내리는 과정을 이해한다.
- (라) 바람이 부는 원인을 알고, 바닷가에서 낮과 밤에 부는 바람의 방향 변화를 설명할 수 있다.
- (마) 고기압과 저기압의 의미를 이해하고, 기압이 날씨에 어떤 영향을 주는지 안다.
- (바) 계절별 날씨의 특징을 우리 지역으로 이동해오는 공기의 성질로 이해한다.
- (사) 날씨가 우리 생활에 많은 영향을 주고 있음을 안다.

#### [탐구활동]

- (가) 건습구 습도계로 습도 측정하기
- (나) 이슬, 안개, 구름, 비 발생 실험하기
- (다) 해륙풍 실험하기
- (라) 야외 활동 계획을 세울 때 필요한 날씨 정보 조사하기

#### (4) 식물의 구조와 기능

##### [영역 성취기준]

이 영역은 식물의 뿌리, 줄기, 잎, 꽃, 열매와 같은 식물 기관 각각의 구조와 기능을 이해하도록 설정된 것이다. 식물은 뿌리, 줄기, 잎, 꽃과 열매 등의 기관이 분화되어 각각의 기능을 수행하고 있다. 식물의 각 기관에 대한 이해를 통해 식물체들도 각 구조의 발달과 이들 구조의 통합을 통해 생명을 영위하고 있음을 알 수 있다.

식물 기관의 구조와 기능을 이해하기 위해 뿌리, 줄기, 잎, 꽃과 열매를 관찰한다. 관찰 도구로 돋보기나 현미경을 사용하도록 하며, 특히 생명과학의 대표적인 관찰 도구인 현미경 사용법을 익히도록 한다. 또한, 식물 기관들의 관계를 통합적으로 이해할 수 있도록 식물의 뿌리, 줄기, 잎, 꽃, 열매 사이의 관계를 이해한다.

식물의 구조와 기능의 학습은 이전에 학습한 식물의 한살이와 식물의 생활과 연관되어 있다.

##### [학습내용 성취기준]

- (가) 식물의 전체적인 구조를 관찰하고 식물의 기관인 뿌리, 줄기, 잎, 꽃, 열매를 구별할 수 있으며, 이들 기관들의 외형적인 특징을 설명할 수 있다.
- (나) 식물의 뿌리 관찰을 통해 뿌리의 구조를 설명할 수 있으며, 뿌리의 구조와 관련하여 지지 작용, 흡수 작용, 저장 작용을 설명할 수 있다.
- (다) 식물 줄기의 겉모양과 속 구조 관찰을 통해 줄기의 구조를 설명할 수 있으며, 뿌리에서 흡수된 물이 줄기를 통해 각 기관으로 이동함을 설명할 수 있다.
- (라) 식물의 잎 구조 관찰을 해보도록 하며, 특히 잎의 공변세포를 관찰하도록 하여 잎에서 증산 작용이 일어남을 설명할 수 있으며, 잎에서 광합성이 일어나 녹말이 생성됨을 설명할 수 있다.
- (마) 꽃과 열매의 관찰을 통해 꽃과 열매의 구조를 알고, 꽃과 열매가 하는 역할을 설명할 수 있으며, 씨가 퍼지는 다양한 방법을 설명할 수 있다.
- (바) 뿌리, 줄기, 잎, 열매의 상호 관련성을 설명할 수 있다.
- (사) 현미경 사용법을 익히고 현미경으로 공변세포, 꽃가루, 식물 영구 현미경 표본 등을 관찰할 수 있다.

##### [탐구활동]

- (가) 뿌리의 기능 알아보기
- (나) 물관을 통한 물의 이동 실험하기
- (다) 증산 작용 실험하기
- (라) 현미경 사용법을 익히고 식물 관찰하기
- (마) 광합성 산물을 확인하는 실험하기

## (5) 산과 염기

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 용액의 특성 중 산과 염기에 대하여 다룬다. 다양한 특성을 가진 용액을 분류하는 기준은 여러 가지이다. 그 중 우리가 관찰할 수 있었던 몇몇의 용액의 성질이 용액이 가지고 있는 산성과 염기성이라는 특성에 의한 것임을 이해하고, 이를 통해 여러 가지 용액을 분류해 보는 것은 다양한 탐구활동을 통하여 용액의 특성을 이해할 수 있는 흥미로운 과정이 될 것이다.

이 영역의 학습을 통해 학생들은 산과 염기의 특성을 관찰하고 기준을 세워 용액을 분류할 수 있다는 것을 이해한다. 그리고 여러 용액에 지시약을 넣었을 때 변화를 관찰하게 하고 이를 바탕으로 지시약을 이용하여 산과 염기로 분류하는 것을 경험하게 된다. 더 나아가 실험 결과를 바탕으로 산성 용액과 염기성 용액의 일반적인 성질을 찾아낼 수 있으며, 이를 이용하여 다른 용액들 또한 산성 용액과 염기성 용액으로 구별할 수 있다. 산과 염기를 섞을 때 용액의 성질이 변화된다는 것을 알고 일상생활에서 산성, 염기성 용액이 이용되는 예를 들어 적용할 수 있게 된다. 이러한 과정을 통해 물질의 화학적 변화에 대한 기본적인 이해를 습득할 수 있을 것이다.

초등학교 3,4학년 물체와 물질, 액체와 기체, 용해와 용액 영역에서 고체, 액체, 기체를 분류하고, 액체의 개념과 용액의 개념에 대해 학습한 후 다루는 내용이다. 후속 학습으로 6학년에서 용액의 산과 염기, 7-9학년에서는 여러 가지 화학 반응에 대해 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

(가) 여러 가지 용액에 지시약을 넣었을 때의 변화를 관찰하고, 이를 이용하여 용액을 분류한다.

(나) 산성 용액과 염기성 용액의 성질을 안다.

(다) 지시약의 색 변화를 통하여 산성 용액과 염기성 용액을 섞으면 각각의 성질이 줄어드는 것을 추론하여 설명한다.

(라) 일상생활에서 산성 용액과 염기성 용액, 그리고 산성 용액과 염기성 용액을 섞을 때 용액의 성질이 변하는 것을 이용한 예를 들 수 있다.

### [탐구활동]

(가) 여러 가지 용액 분류하고 산성 용액과 염기성 용액의 성질 관찰하기

(나) 지시약을 만들어 산성도 측정하기

(다) 산과 염기를 섞을 때의 변화 관찰하기

(라) 산과 염기를 생활에 이용하는 예 찾아 설명하기

## (6) 운동의 모습

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 속력의 개념으로 물체의 빠르기를 다룬다. 빠르기는 물체의 운동 모습을 표현하는 기본 개념이다. 물체의 운동을 빠르기로 나타내는 것은 여러 가지 물체의 운동 모습을 객관적으로 관찰하고 정량적으로 서술하는데 중요하다. 빠르기는 개인마다 느낌이 다르고, 운동에 관련된 오개념이 많으므로 빠르기의 의미를 객관화시키고 과학적으로 표현하게 하는 것이 중요하다. 여러 가지 방법으로 빠르기를 비교하거나 측정할 수 있음을 알게 하며, 움직이는 물체의 빠르기를 측정하는 경험을 갖게 하여 빠르기 개념을 익히고, 생활 주변의 여러 물체의 운동을 표현하도록 한다. 이 영역에서는 빠르기의 의미를 알고, 운동하는 물체의 빠르기를 비교할 수 있도록 한다. 빠르기는 일정 거리를 가는데 걸린 시간 또는 일정 시간에 간 거리로 비교할 수 있음을 알게 한다. 물체가 이동한 거리와 걸린 시간을 측정하여 물체의 빠르기를 구하는 방법을 알게 한다. 빠르기를 서술할 때 ‘속력’용어는 사용하지 않는다. 후속되는 7, 8, 9학년의 ‘힘과 운동’에서는 물체의 여러 가지 운동을 분석하고 물체의 운동을 힘으로 설명한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 여러 가지 물체의 운동 모습을 관찰하여 움직이는 모습이나 빠르기를 정성적으로 이해한다.
- (나) 일정한 거리를 가는데 걸린 시간으로 물체의 빠르기를 비교할 수 있다.
- (다) 일정 시간에 간 거리로 물체의 빠르기를 비교할 수 있다.
- (라) 물체가 이동한 거리와 걸린 시간을 측정하여 물체의 빠르기를 구할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 일정한 거리를 가는데 걸린 시간으로 물체의 빠르기를 비교하기
- (나) 일정 시간에 간 거리로 물체의 빠르기를 비교하기
- (다) 움직이는 장난감의 빠르기 구하기

## (7) 태양계와 별

### [영역 성취기준]

이 영역은 태양과 행성, 별과 별자리를 다룬다. 태양계와 별은 인류에게 있어 큰 의미를 지니고 있었으며, 옛날부터 한 나라의 통치자는 이들의 움직임을 수시로 관찰하고 기록하였다. 현대에 들어서도 태양계와 별은 인류가 앞으로 개척해야 할 우주의 가장 중요한 영역이라고 인식되고 있다. 따라서 태양계와 별은 초등학교에서부터 중요하게 다루어져야 한다.

태양계의 의미를 알고 행성들의 상대적 크기와 거리를 비교 한다. 또 밤하늘에서 빛나는 별과 별들의 연결인 별자리가 무엇인지 이해하고, 북쪽하늘의 별자리와 북극성을 찾는 활동을 한다. 이런 활동을 통해 학생들이 인류가 우주를 탐사하는 이유를 생각해 보고, 우주에 대한 호기심과 탐구심을 갖도록 한다.

이 영역은 7-9학년에서 배우는 ‘태양계의 이해’와 ‘외권과 우주개발’ 영역에서 심화되며, 태양과 각 행성들의 특징, 별의 물리적 성질을 이해하는데 기초가 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 태양계를 구성하는 행성을 조사하고, 태양이 지구의 에너지원임을 안다.
- (나) 행성의 상대적 크기와 거리를 비교한다.
- (다) 별이 무엇인지 알아보고, 별자리가 만들어진 과정을 설명할 수 있다.
- (라) 북두칠성과 카시오페이아 자리를 이용하여 북극성을 찾을 수 있다.
- (마) 인류가 우주를 탐사하는 이유를 생각해 보고, 우주 탐사 계획을 세울 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 태양계 행성들의 상대적 크기와 거리 비교하기
- (나) 밤하늘에서 금성이나 목성, 토성과 같은 밝은 행성 찾아보기
- (다) 북두칠성과 카시오페이아자리를 이용하여 북극성 찾아보기

## (8) 우리 몸의 구조와 기능

### [영역 성취기준]

이 영역은 우리 몸에 있는 여러 기관들의 생김새와 위치, 기본적인 기능을 다루도록 설정된 것이다. 건강하고 정상적인 생명 활동을 유지하기 위해서는 우리 몸의 여러 기관들이 제대로 기능하여야 한다. 이 영역에 대한 학습을 통해 각각의 기관들의 구조와 기능뿐만 아니라 이들 기관들이 통합적으로 기능하고 있음을 알 수 있다.

우리 몸의 뼈와 근육의 구조와 기능, 소화, 순환, 호흡, 배설, 감각 기관의 구조를 다루는데 있어 그림과 모형 등을 통해 접근하도록 하며, 구조와 함께 기능을 이해한다. 또한, 이들 기관들이 서로 유기적으로 관련되어 있음을 알고, 건강을 유지하기 위하여 각 기관의 기능이 제대로 수행되어야 함을 이해한다.

우리 몸의 구조와 기능의 학습은 이전에 학습한 동물의 한살이와 동물의 생활과 연관된 것으로 7~9학년의 물질대사 영역으로 학습이 이어지게 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 인체 모형을 직접 만들어보고 이를 통해 우리 몸의 각 기관의 위치와 생김새를 설명할 수 있다.
- (나) 모형을 통하여 뼈와 근육을 관찰하고, 뼈와 근육의 관계와 기능을 설명할 수 있다.
- (다) 모형을 통하여 소화 기관, 순환 기관, 호흡 기관, 배설 기관, 감각 기관 등의 종류, 위치, 생김새와 하는 일을 설명할 수 있다.
- (라) 우리 몸의 소화, 순환, 호흡, 배설, 감각 기관 등이 서로 유기적으로 관련되어 있음을 설명할 수 있다.
- (마) 건강한 생활 습관이 각 기관의 기능과 관련되어 있음을 알고, 특히 운동이 건강한 생활을 유지하는데 도움이 됨을 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 뼈와 근육 모형 만들기
- (나) 호흡기 모형을 통한 호흡 운동 알아보기
- (다) 운동할 때 몸에서 일어나는 변화 알아보기
- (라) 자극에 대한 우리 몸의 반응 알아보기

## (9) 지구의 운동

### [영역 성취기준]

이 영역은 지구의 자전과 공전, 달의 공전에 대해 다룬다. 낮과 밤, 달과 별의 움직임, 달의 모양 변화, 계절별 별자리의 변화는 흔히 볼 수 있는 천문 현상이며, 우리 생활과 밀접하게 연관되어 있다.

낮과 밤, 하루 동안의 달과 별의 위치 변화는 지구의 자전으로, 계절에 따라 달라지는 별자리는 지구의 공전으로 설명할 수 있다. 또 여러 날 동안 관찰한 달의 모양은 달의 공전으로 이해할 수 있다. 이 영역에서 다루어지는 개념은 직접적인 관찰이 어렵기 때문에 모형이나 역할놀이를 하는 것이 효과적이다.

이 영역은 5-6학년에서 배우는 ‘계절의 변화’ 영역에서 계절 변화의 원인을 이해하는데 기초 개념이 되며, 7-9학년에서 배우는 ‘태양계의 이해’ 영역에서 심화된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 낮과 밤을 지구의 자전으로 설명할 수 있다.
- (나) 하루 동안 달과 별의 위치가 달라지는 것을 지구의 자전으로 설명할 수 있다.
- (다) 계절에 따라 별자리가 달라지는 것을 지구의 공전으로 설명할 수 있다.
- (라) 여러 날 동안 관찰한 달의 모양이 달라지는 것을 달의 공전으로 설명할 수 있다.
- (마) 태양과 지구, 달의 운동을 모형이나 역할놀이를 통해 이해할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 하루 동안 태양과 달, 별의 위치 변화 관찰하기
- (나) 계절별 대표적인 별자리 찾아보기
- (다) 여러 날 동안 해가 진 직후, 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 관찰하기
- (라) 태양과 지구, 달의 운동 모형 만들기

## (10) 전기의 작용

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 간단한 전기회로와 전자석을 다룬다. 초등학생들은 실생활에서 여러 전기 제품이나 생활 용품을 쉽게 사용하므로 전자기학 관련 과학기술 산물에는 친숙하다. 그러나 전선에 흐르는 전류, 자석 주변에 생긴 자기장 등은 직접 관찰하기도 힘들고 학생이 경험하거나 인지한 관련 개념으로 설명하기도 힘들다. 이에 전기와 자기에 관한 기초 개념이나 원리는 제한적으로 도입한다. 전구에 불 켜기, 나침반의 움직임 관찰하기, 전자석 만들기 등의 현상적인 활동으로 내용을 구성하고, 탐구 활동으로 찾은 규칙성으로 개념을 형성하고 새로운 놀이기구나 발명품을 고안하는 과정으로 구성한다. 이 영역에서는 전기회로를 만들어 전구에 불이 켜지는 조건을 알게 한다. 전구의 연결 방법에 따라 전구의 밝기가 달라지는 것을 관찰하고 전구의 연결 방법에 관한 개념을 갖게 한다. 실생활에서 전기를 안전하게 사용하고 절약하는 방법을 실천하려는 태도를 갖게 한다. 전구에 불이 켜질 때 전선 주변에 놓인 나침반의 모습을 관찰하고 이를 이용하여 전자석을 만들며 생활에서 전자석이 사용되는 예를 찾고 새로운 쓰임새를 고안하게 한다. 전류 개념은 도입하지만 자기장 개념은 도입하지 않는다. 초등학교 3, 4학년의 ‘자석의 이용’에서는 자석의 여러 가지 성질을 놀이나 활동을 통하여 학습한다. 후속되는 7, 8, 9학년의 ‘전기와 자기’에서는 전기적 현상을 전하 개념을 도입하여 전기회로를 설명하며, 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장 현상을 설명한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 전지, 전선, 전구를 연결하여 전구에 불을 켜고, 불이 켜지는 조건을 안다.
- (나) 전구의 연결 방법에 따른 밝기를 비교한다.
- (다) 전구에 불이 켜질 때 전선 주변에 놓인 나침반의 모습을 관찰하고 이를 이용하여 전자석을 만들 수 있다.
- (라) 생활에서 전자석이 사용되는 예를 찾고 새로운 쓰임새를 고안한다.

### [탐구활동]

- (가) 전구에 불 켜기
- (나) 전구의 연결 방법에 따른 밝기 비교
- (다) 전선 주변에 놓인 나침반의 모습 관찰
- (라) 전자석 만들기

## (11) 생물과 환경

### [영역 성취기준]

생태계는 일정한 공간에 살고 있는 생물과 그 생물들의 생활에 영향을 미치는 비생물적 환경 요소를 다루는 분야로 이 영역은 생태계와 관련된 내용을 다루도록 설정된 것이다. 이 영역을 학습함으로써 우리가 살아가고 있는 지구 생태계가 얼마나 중요한지, 그리고 이 생태계를 건강하게 유지하는 것이 얼마나 중요한지에 대해서 알 수 있다.

이 영역에서는 빛, 온도, 물 등과 같은 환경 요소의 영향을 받아서 생물의 생활에 변화가 생긴 사례와 생물이 환경에 적응한 사례를 통하여 생물과 환경과의 관계를 이해한다. 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 작용, 생태계의 평형 등을 이해하고, 환경오염에 따른 생태계 파괴에 대하여 알아보고, 환경 개발과 환경 보전 사이의 균형과 조화가 필요함을 인식한다.

생물과 환경에 대한 학습은 이전에 학습한 동물의 생활과 식물의 생활과 연관된 것이다.

### [학습내용 성취기준]

(가) 빛, 온도, 물 등과 같은 환경 요소가 생물에 미치는 영향을 알고, 생물이 환경에 적응한다는 것을 설명할 수 있다.

(나) 생산자, 소비자, 분해자, 환경 요소와 같은 생태계 구성 요소를 알고, 생태계에서 생물들이 먹이 사슬, 먹이 그물을 이루며 서로 관련되어 있음을 이해하며, 생태계 평형의 중요성을 설명할 수 있다.

(다) 환경오염의 원인과 환경오염으로 인한 생태계 파괴를 조사할 수 있으며, 인간 생활이 생태계에 어떠한 영향을 미치는 지 설명할 수 있다.

(라) 생태계 보전이 왜 필요하고, 생태계 보전을 위해 인간들이 어떠한 노력을 기울여야 하는 지를 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

(가) 환경과 생물의 관계 알아보기

(나) 생태계 관련 놀이를 통해 생태계 구성 요소 알아보기

(다) 생태계 보전 방안 조사하기

## (12) 여러 가지 기체

### [영역 성취기준]

우리가 살아가는데 있어 꼭 필요한 산소를 포함하여 일상생활에서 흔히 접하지만 눈에 보이지 않고 손에 잡히지도 않는 다양한 기체의 특성은 학생들의 추론 능력을 불러일으킬 수 있는 흥미로운 소재 중의 하나이다. 이러한 기체의 특성을 파악하고자 하는 노력은 보일, 샤를에 이어 오랜 시간동안 과학자들에 의해 계속 연구되어 왔다. 이 영역에서는 우리 주변에 여러 가지 기체가 존재함을 알고, 이러한 기체들이 가지고 있는 공통된 성질을 입자적 관점에서 다룬다. 이 영역의 학습을 통해 입자와 관련지어 기체에 가한 힘과 기체의 부피 사이의 관계를 정성적 실험을 통해 알아보고 기체의 성질을 이해한다. 또한, 산소 발생과 이산화탄소 발생 실험을 통해 각각 생성된 산소와 이산화탄소의 성질을 확인할 수 있으며, 실제로 기체를 발생시키는 실험을 통해 과학에 대한 흥미, 호기심, 과학적 태도 등 정의적 특성을 신장시킬 수 있는 기회가 되게 한다. 더 나아가 일상생활에서 기체가 이용되는 사례를 조사한 뒤, 이를 기체의 성질과 관련지어봄으로써 과학을 생활에 적용하는 능력을 기를 수 있게 된다. 초등학교 3,4학년 액체와 기체, 물의 상태 변화 영역에서 기체의 개념과 액체-기체의 상태 변화에 대해 학습한 후 다루는 내용이다. 후속 학습으로 7-9학년에서는 분자의 운동과 상태 변화에 대해 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 기체가 입자로 이루어졌음을 알고 기체의 성질을 설명할 수 있다.
- (나) 기체에 힘을 가하기 전과 가한 후의 부피를 정성적으로 관찰하여 비교함으로써 기체에 가한 힘과 기체 부피 사이의 관계를 기체를 이루고 있는 입자간 거리 변화와 관련지어 이해한다.
- (다) 산소와 이산화탄소를 만드는 방법과 각각의 성질을 안다.
- (라) 우리 주변에는 여러 가지 기체가 존재하고 있음을 알 수 있으며, 일상생활에서 기체가 이용되는 사례를 조사하고, 이를 기체의 성질과 관련지어 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 기체에 가한 힘에 따른 기체의 부피 변화 관찰하기
- (나) 산소를 발생시켜 산소의 걸보기 성질을 확인하기
- (다) 이산화탄소를 발생시켜 이산화탄소의 걸보기 성질을 확인하기
- (라) 여러 가지 기체의 성질과 활용 조사하기

### (13) 생물과 우리 생활

#### [영역 성취기준]

인간과 함께 살아가고 있는 여러 가지 다양한 생물들은 우리 생활에 많은 영향을 끼치고 있다. 이 영역은 동물과 식물을 비롯하여 균류, 원생생물, 세균, 바이러스 등이 우리 생활에 어떠한 영향을 끼치고, 어떻게 이용되고 있는지를 알아보도록 설정된 것이다. 이 영역을 학습함으로써 우리 인간의 생활이 다른 생명체들과 밀접한 관련을 맺고 있음을 알 수 있다.

이 영역의 학습을 통해 동물이나 식물뿐만 아니라 균류나 원생생물, 세균, 바이러스 등이 우리 생활에 미치는 긍정적인 측면이나 부정적인 측면을 설명할 수 있다. 생명과학의 발달로 인해 다양한 생명체들이 인간과 어떤 관련을 맺고 있는지를 더 많이 알게 되었다는 점을 이해한다. 생명과학의 발달은 첨단과학의 발달과 함께 하고 있으므로 첨단 과학이 생명과학 연구에 어떻게 쓰여지고 있는지를 이해한다.

생물과 우리 생활에 대한 학습은 7~9학년군의 과학과 인류 문명 영역과 연관되어 있다.

#### [학습내용 성취기준]

(가) 버섯, 곰팡이와 같은 균류와 해감, 짙신벌레와 같은 원생생물의 특징과 이들이 살아가는 환경에 대하여 설명할 수 있다.

(나) 동물, 식물, 균류, 원생생물, 세균, 바이러스 등이 우리 생활에 끼치는 영향을 긍정적인 측면과 부정적인 측면에서 설명할 수 있다.

(다) 우리 생활에서 첨단 생명과학이 어떻게 쓰여지고 있는지 이해한다.

#### [탐구활동]

(가) 버섯, 곰팡이 등 관찰하기

(나) 해감, 짙신벌레 등 관찰하기

(다) 동물, 식물, 균류, 원생생물, 세균, 바이러스 등이 우리 생활에 미치는 영향 조사하기

(라) 첨단 생명과학과 우리 생활과의 관계 조사하기

## (14) 렌즈의 이용

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 여러 가지 렌즈에서 나타나는 현상을 다룬다. 렌즈는 빛의 굴절 현상을 일으키는 도구이다. 렌즈에 관한 과학 이론은 복잡하고 어렵지만 생활에서 자주 쓰이는 도구이며, 학생들에게 흥미와 호기심을 주는 사물이기 때문에 5, 6학년의 내용으로 도입하였다. 렌즈를 통해 사물을 크게 혹은 작게 볼 수 있으며, 빛과 열을 모을 수 있음을 다루고, 렌즈를 이용하여 여러 가지 사물을 고안할 수 있음을 다룬다. 이 영역에서는 돋보기를 이용한 볼록 렌즈에 의한 빛의 굴절을 중심으로 다룬다. 렌즈를 통해 물체의 모습이 확대되거나 축소되어 보임을 관찰하고, 햇빛을 한 점으로 모아 온도를 높이게 하는 활동을 다룬다. 돋보기를 지나는 빛이 여러 가지 모습으로 보임을 관찰하고 이를 통해 굴절 개념을 현상적으로 다룬다. 생활에서 돋보기가 사용되는 예를 찾고 간이 사진기를 만들어 본다. 초등학교 3, 4학년에 제시된 ‘거울과 그림자’는 빛의 반사와 직진 개념과 관련되어 있다. 빛의 반사와 직진을 거울의 성질과 그림자의 생김을 소재로 현상적으로 도입한다. 후속되는 7, 8, 9학년의 ‘빛과 파동’에서는 물체를 보는 원리, 빛과 색의 합성과 분해를 학습하며 생활의 여러 현상에 이 개념을 적용한다. 또, 빛의 직진, 반사, 굴절의 개념을 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 렌즈를 통해 보이는 물체의 모습과 실제의 모습을 비교한다.
- (나) 볼록 렌즈를 사용하여 햇빛을 한 점으로 모을 때 나타나는 현상을 안다.
- (다) 볼록 렌즈를 지나는 빛의 경로가 휘어짐을 안다.
- (라) 생활에서 돋보기가 사용되는 예를 찾아 구체적으로 설명한다.

### [탐구활동]

- (가) 돋보기로 물체 관찰하기
- (나) 돋보기로 햇빛 모으기
- (다) 간이 사진기 만들기

## (15) 연소와 소화

### [영역 성취기준]

인류가 불을 발견한 이래로, 연소와 소화는 우리 생활과 밀접한 관련을 맺어 왔다. 연소는 양초가 타는 것에서 로켓의 추진과 같은 넓은 범위에 이르기까지 우리 생활에 다양하게 이용되어진다. 연소의 반대 개념인 소화 또한 안전한 생활을 위해 빠뜨릴 수 없는 개념이다. 따라서 이러한 연소와 소화의 개념은 학생들의 흥미로운 소재라 할 수 있다. 따라서 이 영역에서는 연소와 소화의 조건과 이를 생활에 적용한 소화기 사용법과 화재 발생시 대처 요령에서 다룬다.

물질이 타는 현상을 관찰을 통해 물질이 연소와 소화할 때의 조건에 대해 이해하고, 물질의 연소 실험을 통해 연소 후에 새로운 물질이 생산됨을 알게 된다. 이러한 과정을 통해 연소와 소화에 대한 기본 개념을 이해할 수 있으며, 일상생활에서 발생할 수 있는 다양한 화재 예방 및 화재 발생 시의 안전 대책과 소화기의 사용 방법을 알고 위급한 상황시 대처할 수 있는 능력과 태도를 가질 수 있게 된다.

초등학교 3,4학년 액체와 기체, 물의 상태 변화, 6학년 여러 가지 기체 영역에서 액체와 기체의 개념, 물의 상태 변화, 산소와 이산화탄소의 성질에 대해 학습한 후 다루는 내용이다. 후속 학습으로 7-9학년에서는 여러 가지 화학 반응에 대해 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 관찰을 통해 물질이 탈 때 나타나는 공통적인 현상을 안다.
- (나) 연소와 소화의 조건을 알고, 연소와 소화를 관련지어 이해한다.
- (다) 실험을 통해 연소 후에 생성되는 물질을 확인한다.
- (라) 화재 예방 및 화재 발생 시의 안전 대책과 소화기의 사용 방법을 적용할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 연소 실험을 통해 물질이 탈 때 나타나는 현상 관찰하기
- (나) 물질의 연소 조건 알아보는 실험하기
- (다) 연소 생성물 확인 실험하기
- (라) 화재의 원인과 그에 따른 대처요령 조사하기

## (16) 계절의 변화

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 계절에 따라 달라지는 자연현상과 그 원인에 대해 다룬다. 계절은 사람들의 의식주에 많은 영향을 끼친다. 사람들은 옛날부터 계절에 민감하게 반응하였고, 계절에 적응하여 살아왔다.

계절에 따라 태양의 남중 고도와 그림자의 길이, 기온, 낮과 밤의 길이가 달라짐을 이해하고, 이런 계절의 변화는 지구의 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문에 생긴다는 것을 학습한다.

이 영역은 5-6학년에서 배우는 ‘날씨와 우리 생활’ 영역에서 다루어지는 계절별 날씨의 특징과, ‘지구의 운동’ 영역에서 다루어지는 지구의 공전 개념이 기초가 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 계절에 따라 자연 환경이 변화됨을 안다.
- (나) 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온의 관계를 이해한다.
- (다) 계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 이해한다.
- (라) 계절 변화의 원인을 자전축의 기울기와 지구의 공전으로 설명할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온 측정하기
- (나) 지구본을 이용하여 계절별 낮과 밤의 길이 측정하기
- (다) 지구본을 이용하여 계절별 태양의 남중 고도 측정하기

## 5. 교수·학습 방법

### 가. 학습 지도 계획

- (1) 학습 지도 계획 수립 시 학교의 실정이나 지역의 특성, 학생의 능력, 자료의 준비 가능성 등을 고려하여 학습 내용과 지도의 시기를 조정할 수 있다.
- (2) 학습 내용, 학생 수준, 실험 여건, 지도 시간 등을 고려하여 적절한 학습 방법을 정하도록 한다.
- (3) 과학 내용 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 과학 글쓰기와 토론을 할 수 있도록 수업을 계획한다.
- (4) 정규 교과 수업 외의 여러 가지 과학 활동에 학생이 적극 참여할 수 있도록 계획한다.
- (5) 과학 교과 내용과 관련된 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 분야와 관련지어 지도하도록 계획한다.
- (6) 자유탐구는 학교의 실정에 따라 학생의 능력에 맞추어 학년 초에 학습자 스스로 수행하도록 지도할 수 있다.

### 나. 자료 준비 및 활용

- (1) 지역에 따라 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.
- (2) 과학에 대한 흥미와 호기심을 높일 수 있도록 생활 주변 및 첨단 과학 소재를 학습 자료로 이용하고 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 분야 내용과 관련된 자료를 활용한다.
- (3) 과학 글쓰기, 과학 토론 등의 활동을 위하여 첨단 과학, 과학자, 과학사 등에 관한 과학 도서를 준비하고 독서 지도를 한다.
- (4) 학생의 이해를 돕거나 흥미를 유발하기 위하여 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 인터넷 자료 등을 활용한다. 모형을 사용할 때에는 모형과 실제 자연 현상 사이에 차이가 있음을 이해시킨다.
- (5) 지속적인 관찰이 요구되는 내용을 지도할 때는 자료 준비, 관찰자, 관찰 내용 등에 관한 세부 계획을 미리 세운다.
- (6) 탐구 활동이 원활히 수행될 수 있도록 학교 수준에서 필요한 실험 기구 및 재료를 준비한다.

### 다. 학습 지도 방법

- (1) 강의, 실험, 토의, 조사, 견학, 과제 연구 등의 다양한 교수·학습 방법을 적절히

활용하여 지도한다.

- (2) 학생들의 능력과 흥미 등 개인차를 고려하여 지도한다.
- (3) 기초 탐구 과정(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등)과 통합 탐구 과정(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등)을 학습 내용과 관련시켜 지도한다.
- (4) 탐구 수행의 모든 과정에서 의사소통이 원활하게 이루어지도록 하고, 탐구 결과를 발표하고 반박하거나, 설득하거나, 수용할 때에는 논리적인 근거에 바탕을 두도록 한다.
- (5) 탐구 활동을 모둠 학습으로 할 때에는 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다.
- (6) 과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.
- (7) 학생 중심의 활동이 이루어지도록 하며, 의사소통을 할 때에는 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다.
- (8) 학생의 지적 호기심과 학습 동기를 유발할 수 있는 발문을 하고, 개방형 질문을 적극 활용한다.
- (9) 과학의 잠정성, 과학적 방법의 다양성, 과학 윤리, 과학 기술의 상호 관련성, 과학적 모델의 특성, 관찰과 추리의 차이 등 과학의 본성과 관련된 내용을 적절한 소재를 활용하여 지도한다.
- (10) 학생의 구체적 조작 활동을 우선으로 하고, 컴퓨터를 활용한 실험과 인터넷과 멀티미디어 등을 적절히 활용한다.
- (11) 첨단 과학, 과학자 이야기, 과학사, 시사성 있는 과학 내용 등을 도입하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발한다.
- (12) 학생의 창의성을 계발하고 인성과 감성을 함양하기 위하여 다른 학문(기술, 공학, 예술, 수학 등) 영역과 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.
- (13) 탐구 활동은 주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 지도한다.

## 라. 실험·실습 지도

- (1) 실험 기구의 사용 방법을 사전에 지도하여 올바른 사용 방법을 익히도록 하고, 특히 상해나 화상을 입지 않도록 안전 지도를 한다.
- (2) 실험 기구나 재료는 충분히 준비하되, 필요 이상으로 사용되지 않도록 유의하며 실험에 필요에 기자재는 수업 이전에 미리 점검한다.
- (3) 화학 약품을 다룰 때의 주의점을 지도하여, 사고가 발생하지 않도록 한다.
- (4) 교사 중심의 확인실험보다는 학생 중심의 탐색, 탐구적 실험이 되도록 한다.

- (5) 야외 탐구 활동 및 현장 학습 시에는 사전 답사를 실시하거나 관련 자료를 조사하고 안전 지도를 한다.
- (6) 실험 후 발생하는 폐기물을 수거 처리하고 환경을 오염시키지 않도록 유의하여 지도한다.
- (7) 생물을 다룰 때에는 생명을 아끼고 존중하는 태도를 가지게 한다.

#### 마. 과학 교수·학습 지도 지원

- (1) 단위 학교에서는 실험, 관찰 등 과학 활동의 특성에 따라 연 차시 학습으로 운영할 수 있도록 지원한다.
- (2) 시·도 교육청에서는 내실 있는 과학 교수·학습을 위해 과학실, 과학 실험 기자재 등을 확보하기 위한 재원을 지원한다.
- (3) 탐구 활동이 내실 있게 운영될 수 있도록 행·재정적 지원을 하고, 학교 재량 활동이나 특별 활동과 연계하여 운영할 수 있도록 한다.

## 6. 평가

평가와 관련해서는 ‘평가 영역’, ‘평가 방법’, ‘평가 도구의 개발’, ‘평가 결과의 활용’, ‘평가 절차’ 등 다섯 가지 항목으로 제시하였다. 여기에서는 이들 각각에 관하여 설명하고자 한다.

### 가. 평가 영역

‘과학’에서는 과학의 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 균형 있게 평가하며, 특히 다음 사항에 주안점을 둔다.

- (1) 기본 개념의 이해와 적용 능력을 평가한다.
- (2) 탐구 활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다.
- (3) 과학에 대한 흥미와 가치 인식, 과학 학습 참여의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다.

### 나. 평가 방법

평가는 선다형, 서술형 및 논술형, 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.

### 다. 평가 도구 개발

타당도와 신뢰도가 높은 평가가 될 수 있도록 가능하면 공동으로 평가 도구를 개발하여 활용한다.

### 라. 평가 결과의 활용

평가는 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용한다.

### 마. 평가의 절차

평가는 평가 계획 수립, 평가 문항과 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다. 평가와 관련해서는 ‘평가 영역’, ‘평가 방법’, ‘평가 도구의 개발’, ‘평가 결과의 활용’, ‘평가 절차’ 등 다섯 가지 항목으로 제시하였다. 여기에서는 이들 각각에 관하여 설명하고자 한다.

## <7~9학년군>

### [학년군 성취기준]

과학의 도입부분으로 학생들의 흥미와 관심을 불러일으키기 위하여 ‘과학이란?’ 단원을 도입하였고, ‘물질과 에너지’ 분야에서는 힘과 운동, 열과 우리 생활, 분자 운동과 상태 변화, 물질의 구성, 빛과 파동, 물질의 특성, 일과 에너지 전환, 전기와 자기, 화학반응에서의 규칙성, 여러 가지 화학 반응으로 구성한다. ‘생명과 지구’ 분야에서는 지구계와 지권의 변화, 생물의 구성과 에너지원, 수권의 특징과 순환, 기권의 특징과 순환, 물질 대사, 자극과 반응, 태양계와 천체운동, 생식과 발생, 유전과 진화, 외권과 우주개발로 구성한다. 그리고 마무리 단원으로 ‘과학과 인류문명’에서는 과학의 발전이 인류에 미치는 영향과 과학 원리가 첨단 과학기술에 응용된 사례와 과학이외의 분야와 융합된 사례를 다룬다. 또한 학습 내용의 위계와 학습 계열을 고려하여 영역의 순서를 배열한다.

## (1) 과학이란?

### [영역 성취기준]

이 영역은 7~9학년군 과학의 도입 단원으로서, 학생들의 과학에 대한 흥미와 관심을 불러일으키고 과학이 우리 생활과 밀접한 관련을 가지고 있음을 이해하고 과학 학습이 미래의 직업 선택에 유용한 정보를 제공한다.

과학이 우리 생활과 밀접한 관련이 있는 문제를 해결해온 사례를 통하여 과학에 대한 관심과 흥미를 높이고 유용성을 이해한다. 과학 관련 직업의 종류를 조사하고 과학이 직업 선택과 우리 생활에 미치는 영향을 이해한다.

### [학습 내용 성취기준]

(가) 관심과 흥미 있는 사례를 통하여 과학의 유용성을 이해한다.

(나) 과학이 우리 생활에 많은 영향을 미치고 있음을 안다.

### [탐구활동]

(가) 과학관련 직업 조사하기

(나) 과학이 우리 생활에 미치는 영향 조사하기

## (2) 지구계와 지권의 특징

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 지구계와 지구계를 구성하는 요소에 대해 다룬다. 지구는 하나의 계이며 지구계 내의 생명체도 계의 상호작용으로 유지됨을 아는 것은 지구계와 지구에서 살아가는 생명체가 유지되는 원리를 이해하게 되는 기본적인 과정이다.

계의 정의를 알고, 과학 교과에서 다루는 생태계, 소화계, 순환계 등 여러 가지 계를 알게 되며, 지구계 및 지구계의 구성 요소와 특징을 학습하게 된다. 또한 지구계의 각 권들이 상호작용 함을 알고, 에너지와 물질의 순환이 관련되어 있음을 이해할 수 있게 된다. 특히, 지구계의 구성 요소 중 지권의 특징에 대해 알고, 지진과 화산 활동 등 지권의 변화가 지구환경의 변화가 우리 생활에 미치는 영향을 바르게 이해하고 대책을 마련할 수 있다.

3,4학년 ‘지구와 달’, ‘화산과 지진’, ‘지층과 화석’ 영역에서 학습한 개념을 바탕으로 7-9학년 수준에서는 판구조론을 과학사적 관점에서 학습한다.

### [학습 내용 성취기준]

- (가) 계의 정의를 알고, 과학 교과에서 다루는 계와 관련된 내용(순환계, 소화계, 생태계 등)을 이해한다.
- (나) 지구계의 구성 요소가 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권임을 알고 각 권의 특징과 지구계 내에서 물질과 에너지 순환이 일어남을 안다.
- (다) 지권은 다양한 암석과 광물로 구성되어 있으며, 지권을 이루는 물질은 순환하고 있음을 이해한다.
- (라) 광물과 암석이 우리 생활의 여러 분야에 다양하게 이용되고 있음을 안다.
- (마) 지진파를 이용하여 지구의 내부의 층상구조를 탐사하는 방법을 알고, 각 층의 특징을 이해한다.
- (바) 판구조론의 발달 과정을 과학사적 관점에서 이해하고, 판의 운동과 지진, 화산활동을 연계하여 설명한다.
- (사) 지진이나 화산활동을 포함한 지구 환경의 변화가 우리 생활에 미치는 영향을 이해하고 대책을 알아본다.

### [탐구활동]

- (가) 광물과 암석 관찰하고 분류하기
- (나) 지구 내부 구조 탐사 방법 조사 및 지구 내부 모형 만들기
- (다) 지구계의 구성 요소와 각 권의 상호작용 사례 조사하기

### (3) 힘과 운동

#### [영역 성취기준]

이 영역에서는 힘과 운동 및 이들의 관계를 다루며, 일상생활에서 사용하는 힘과 운동 관련 용어와 과학에서 사용하는 용어의 뜻이 어떻게 다른지 알고 다양한 상황의 힘과 운동에 대하여 뉴턴의 운동법칙을 적용하면 일관된 설명을 할 수 있음을 아는 것이 중요하다. 힘과 운동에 관한 보통의 학습방법은 과학사적 발달 순서에 따라 먼저 물체의 운동을 배운 다음 이를 바탕으로 힘과 운동을 관련지어 학습하지만, 학습량감소를 위하여 이 영역에서는 물체의 운동과 힘의 관계를 동시에 다루도록 하였다. 이 영역의 학습을 통하여 힘은 두 물체 사이의 상호 작용임을 이해하고, 상호작용은 접촉에 의한 상호작용과 멀리 떨어져 있는 물체사이의 상호작용이 있음을 안다. 또한 여러 가지 종류의 힘의 특징에 대하여 알고, 두 힘의 합력을 구할 수 있으며, 물체의 운동과 작용하는 알짜 힘의 관계를 이해한다. 초등학교 5, 6학년의 ‘운동의 모습’에서는 여러 가지 물체의 운동 모습을 정성적으로 관찰하고 여러 가지 방법으로 물체의 빠르기를 비교하여 서술한다.

#### [학습내용 성취기준]

- (가) 힘은 두 물체 사이의 상호 작용임을 이해하고, 접촉에 의한 상호작용뿐 아니라 멀리 떨어져 있는 물체사이의 상호작용이 있음을 안다.
- (나) 중력, 전기력, 자기력, 마찰력, 탄성력 등 여러 가지 힘을 설명할 수 있다.
- (다) 한 물체에 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있고 알짜 힘을 안다.
- (라) 물체의 운동을 그래프를 이용하여 나타낼 수 있다.
- (마) 물체의 운동을 분석하면 물체에 작용하는 알짜 힘을 구할 수 있고, 알짜 힘을 알면 운동을 예측할 수 있음을 안다.

#### [탐구활동]

- (가) 탄성력의 세기 측정하기
- (나) 힘의 합력을 구하고 화살표를 이용하여 나타내기
- (다) 동영상을 이용하여 낙하하는 물체의 운동 분석하기
- (라) 빠르기의 변화가 일정한 물체에 작용하는 알짜 힘 구하기

#### (4) 생물의 구성과 에너지원

[영역 성취기준]

이 영역에서는 생물체만의 고유 특성인 세포에 관해 알게 될 것이며, 구조와 기능이 유사한 세포들이 유기적으로 모여 개체를 이룸을 알게 된다. 그 개체들은 유사성 정도에 따라 위계적으로 분류가 가능한데, 각 분류군에 속하는 생물들이 필요한 에너지원의 직접 생산 여부에 따라 서로 다른 독특한 세포 내 구조를 갖고 있음도 알게 된다.

모든 생물은 세포로 구성되어 있는데, 세포 종류에 따라 내부를 구성하는 소기관의 종류도 다름을 알게 된다. 세균과 같이 하나의 세포로 이루어진 단세포생물도 있고, 사람과 같이 많은 세포들로 이루어진 다세포생물도 있다. 다세포 생물을 구성하는 세포들은 구조와 기능이 유사한 세포가 모여 조직을 이루고 조직이 모여 기관이나 기관계를 이룸으로써 생명활동에 필요한 특수한 기능을 분담하여 수행한다. 주변에서 볼 수 있는 다양한 생물들은 유사성에 따라 종-속-과-목-강-문-계란 명칭의 위계적 분류군으로 분류할 수 있다. 그 중 세포 내 엽록체가 포함되어 있는 식물은 광합성을 하여 생명활동 유지에 필요한 에너지원인 탄수화물을 직접 생산한다. 세포 내 엽록체가 없는 동물은 외부로부터 다양한 영양소를 섭취한다.

이 영역에서는 세포를 현미경으로 관찰할 수는 있으나, 현미경사용법은 초등학교 5,6 학년과정 ‘식물의 구조와 기능’영역에서 이미 학습하므로 중복하여 학습할 필요는 없다. 식물은 광합성을 하는데 필요한 물질들을 이용하기에 적합한 뿌리, 줄기, 잎의 형태를 갖고 있음도 초등학교 과정에서 학습하므로, 이 영역에서는 광합성의 기능 중심으로 이해하며, 좀 더 심화하여 식물 광합성에 필요한 조건들을 실험을 통해 알게 된다.

[학습내용 성취기준]

- (가) 생물의 기본단위인 세포에 포함되어 있는 세포소기관을 알고, 그 기능을 안다.
- (나) 세포가 모여 조직을 이루며, 조직이 모여 기관 및 기관계를 이루는 생물체의 유기적 구성단계를 안다.
- (다) 다양한 생물을 동물계, 식물계, 균계, 원생생물계, 원핵생물계 등으로 구분하여 그 특징을 이해한다.
- (라) 해부를 통하여 동물의 생김새를 관찰하고, 현미경 관찰을 통해 식물의 뿌리, 줄기, 잎 등의 내부구조를 관찰한다.
- (마) 탄수화물을 생산하는 광합성에 필요한 물질들이 식물체의 각 기관에서 어떻게 유입되어 잎까지 도달이 되는지 이해함으로써 광합성에 영향을 미치는 조건들을 안다.
- (사) 동물이 섭취하여 에너지원으로 사용하는 다양한 영양소들을 안다.

[탐구 활동]

- (가) 기준에 따라 생물 분류하기
- (나) 동물 해부하여 관찰하기
- (다) 현미경으로 식물 잎과 줄기, 뿌리의 내부구조 관찰하기
- (라) 광합성에 영향을 미치는 조건 탐구하기
- (마) 영양소 검출하기

## (5) 열과 우리생활

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 온도와 열을 다루며, 온도는 질량, 시간, 길이와 같은 기본적인 물리량이며 갈릴레오가 온도계를 발명하여 측정했을 만큼 오래 전부터 현재까지 발전되어온 개념이다. 또한 열은 온도와 관련되어 체온 유지, 실내의 냉난방, 폐열의 이용, 지구온난화 문제 등 우리 주변의 크고 작은 여러 열 현상들을 이해하는데 필수적인 개념으로 과학에서 중요하게 다루어지고 있다. 온도가 물체의 차갑고 뜨거운 정도를 나타내는 물리량이며, 두 물체의 온도가 같으면 열의 이동이 없는 열평형 상태에 있음을 알고 열의 이동 방법에는 전도, 대류, 복사가 있고 실생활에서 열의 이동이 어떻게 이용 되는지 안다. 또한 물질마다 열적 특성이 다름을 알고 여러 물질들의 비열과 열팽창 정도가 다름을 이용하여 실생활 사례에 적용할 수 있다. 초등학교 5,6학년의 ‘온도와 열’에서는 온도 개념을 도입하고 시각, 장소, 물체마다 온도가 다를 수 있으며, 온도가 다른 두 물체가 접촉할 때 두 물체의 온도가 변함을 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 온도 개념을 알고, 온도가 우리생활에 미치는 영향을 안 안다.
- (나) 물체사이의 온도가 다르면 열평형 상태에 도달할 때까지 열의 이동이 일어남을 이해한다.
- (다) 열의 이동 방법에는 전도, 대류, 복사가 있으며 각각의 특징을 안다.
- (라) 물체에 따라 비열과 열팽창 정도가 다름을 알고, 이를 활용한 예를 안다.
- (마) 열에너지의 특성과 이용에 대하여 안다.
- (바) 냉난방기구, 주방기구, 단열과 폐열의 활용, 지구온난화 같은 실생활 속에서 열의 이동과 관련된 사례들을 이해한다.

### [탐구활동]

- (가) 온도계를 이용하여 온도를 측정하기
- (나) 액체와 고체에서 열의 이동 관찰하기
- (다) 효율적인 단열재 찾기

## (6) 분자운동과 상태변화

[영역 성취기준]

물질을 구성하는 분자는 여러 가지 방법으로 움직이고 있다. 특히, 기체의 경우 압력 및 온도 변화에 따라 분자 운동이 달라지고 이에 따라 부피가 변한다. 이러한 개념은 고압 기체의 저장, 열기구, 기상 현상 등 우리 주변에서 일어나는 현상들을 이해하는데 필수적인 개념이다. 특히, 상태 변화에서 나타나는 현상적 변화들은 물질을 구성하는 분자의 배열의 차이로 설명할 수 있으며 이 배열의 차이는 분자 운동의 차이로 설명할 수 있다.

이 영역의 학습을 통하여 분자가 운동하고 있음을 이해할 수 있고, 현상적으로 관찰되는 온도 및 압력 변화에 따른 기체의 부피 변화가 분자의 운동 상태 변화에 따른 분자의 배열 변화로 나타나는 것임을 알게 된다. 분자 운동의 개념을 바탕으로 4학년에서 배운 물의 세 가지 상태에 대한 교육과정이 물질의 상태 변화로 일반화되고 세 가지 상태의 차이에서 액화-기화, 용해-응고, 승화의 양방향 상태변화로 확장된 개념과 물리적 변화로서 상태 변화의 특성을 실험을 통하여 이해하게 된다. 작은 입자로서의 분자 개념을 바탕으로 상태에 따른 분자 배열의 차이를 입자적 관점에서 설명할 수 있으며, 한 단계 더 나아가 배열의 차이가 상태 변화에서 출입하는 열에너지와 관계가 있음을 이해할 수 있다.

5-6 학년 군에서 도입되는 입자 개념이 더 확장되어 분자의 운동 단원이 구성되며, 3-4학년 군에서 도입되는 물의 상태 변화가 물질의 상태 변화로 개념이 확장되고 상태 변화에 대한 분자적 관점에서 설명을 하게 된다. 또 상태 변화와 관련된 분자 배열의 차이가 열에너지와 관련이 있음을 학습하게 된다.

[학습내용 성취기준]

- (가) 증발 또는 확산 현상을 통하여 분자가 운동하고 있음을 확인하고, 눈에 보이지 않는 작은 입자로서의 분자 모형을 이용하여 설명할 수 있다.
- (나) 실험 또는 자료 해석으로 압력과 기체의 부피의 관계를 알아내고, 압력 변화에 따른 기체 분자의 배열 및 운동 상태 변화를 분자 모형을 사용하여 설명할 수 있다.
- (다) 실험 또는 자료 해석으로 온도와 부피 사이의 관계를 알아내고, 온도 변화에 따른 기체 분자의 배열 및 운동 상태 변화를 분자 모형을 사용하여 설명할 수 있다.
- (라) 여러 가지 물질에서 용해, 응고, 액화, 기화, 승화 현상을 관찰하고, 물리적 변화로서 상태 변화의 특성을 이해한다.
- (마) 상태 변화에서 관찰되는 현상적 변화를 분자 모형을 이용하여 분자 배열의 차이로 설명할 수 있다.
- (바) 상태 변화 과정에서 온도 변화를 측정하고, 이로부터 상태 변화와 열에너지와의 관계를 이해한다.
- (사) 상태에 따른 분자 배열의 차이를 열에너지와 분자 운동을 고려하여 설명할 수 있다.

[탐구활동]

(가) 증발 및 확산을 소재로 하여 분자가 움직이고 운동한다는 것을 알아내는 탐구 활동하기

(나) 압력과 기체의 부피 관계를 알 수 있는 실험 또는 자료 해석으로 그 관계를 그래프로 나타내기

(다) 온도와 기체의 부피 관계를 알 수 있는 실험 또는 자료 해석으로 그 관계를 그래프로 나타내기

(라) 상태 변화에 따른 현상적 변화 관찰 및 물리적 변화로서 상태 변화 특성 탐구하기

(마) 상태 변화와 열에너지의 관계를 탐구하는 실험하기

## (7) 수권의 구성과 순환

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 지구계의 구성 요소인 수권의 분포에 대해 알고, 인간이 살아가는데 물의 소중한 자원임을 다룬다. 물은 인체를 구성하는 주요한 성분이며, 지구 표면의 70%를 차지하고 있으며, 지구환경의 변화에 많은 영향을 주고 있다.

수권은 해수와 담수로 나눌 수 있으나 이 영역에서는 빙하와 지하수를 구분하여 자원으로서의 물과 지구환경에 영향을 주는 물의 역할을 이해할 수 있도록 하였다. 해수의 물리적 특성과 물리적 특성에 영향을 주는 요인에 대해 알고 해수의 표층 순환과 심층 순환의 생성 원인에 학습하여 해수 순환의 기능을 알게 되며, 우리나라 주변의 해류와 해양자원의 가치, 우리나라의 해양 산업에 대해 알 수 있게 된다. 또한 초등학교 과학에서 다루어지지 않은 빙하에 관하여 처음으로 학습하게 되는데, 빙하의 형성과 분포, 물리적 특성에 대해 알고 빙하 연구가 기후 변화 해석에 활용될 수 있음과 인간 활동으로 인해 수권에 생기는 변화와 기후 변화와의 관계를 알 수 있다.

3,4학년의 ‘지구와 달’, ‘지표의 변화’에서 학습한 물의 소중함과 이용에 대해 연계하여 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 지구계의 구성 요소인 수권은 담수와 해수, 빙하, 지하수로 이루어짐을 알고, 물이 소중한 자원임을 이해한다.
- (나) 지구계의 구성 요소로서 빙하를 이해하고, 빙하의 형성과 분포, 물리적 특성에 대해 안다.
- (다) 빙하에 관한 연구 결과를 기후 변화 해석에 활용할 수 있음을 이해한다.
- (라) 해수의 염분에 대해 알고, 염분에 영향을 주는 요인과 염분비 일정의 법칙을 이해한다.
- (마) 해수의 온도 분포와 깊이의 관계를 이해하고, 깊이에 따라 혼합층, 수온약층, 심해 층으로 분포함을 안다.
- (바) 해수 순환의 원리와 순환의 기능에 대해 알고, 우리나라 주변 해류와 특성에 대해 이해한다.
- (사) 해양자원의 소중함을 알고 과학, 기술(산업), 수학 등의 개념 요소와 연계하여 인간 활동이 해양에 미치는 영향과 해양 보존의 방안에 대해 알아본다.

### [탐구활동]

- (가) 빙하 연구 결과를 해석하고 기후 변화와의 관계 알아보기
- (나) 해수의 수온 연직 분포 실험하기
- (다) 수온, 염분 차이에 따른 순환의 원리 알아보기
- (다) 우리 생활에서 해양자원을 이용하는 예와 보존 방안 찾아보기

## (8) 물질의 구성

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 원소와 원자, 원소기호, 이온을 다루며, 물질을 다루는 화학에서 물질을 이루는 근본으로서 원소의 개념은 가장 기본적인 내용이다. 원소는 원소기호라는 상징을 사용하여 표시하는데 이를 통해 간결하고 핵심적으로 화학 반응을 표현하는 기초가 된다. 이러한 원소는 원자들이 모여 이루어지며, 물질이 원자로 이루어져있다는 원자론은 물질의 성질을 이해하는 기본적인 도구가 된다.

물질을 구성하는 근원, 입자로서의 원소와 원자의 개념을 다루고, 원소 기호를 통해 원소와 간단한 화합물을 표현할 수 있도록 한다. 또한, 원자 내부의 전자의 이동을 통해 이온이 형성됨을 알고, 이온 간의 양금 반응을 통해 이온의 종류를 확인할 수 있게 된다.

5학년 ‘용해와 용액’에서 용해 현상을 통해 물질이 입자로 구성되어 있음을 도입하고, 7학년 ‘분자운동과 상태변화’에서는 물질이 분자라는 작은 입자로 구성되어 있음을 분자모형을 통하여 다루었다. 7학년에서 분자의 명칭을 사용하지만 그 명칭은 물질을 구성하는 작은 입자의 개념으로만 사용한 것이며, 이 단원에서 다루는 원소와 원자의 개념은 실제로 물질을 구성하는 최소 입자라는 개념으로 다루게 된다. 이러한 원자, 이온 등의 개념은 9학년 ‘화학 반응에서의 규칙성’과 ‘여러 가지 화학반응’에서 다루는 화학반응을 이해하는 데 기초를 제공한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 세상에 존재하는 모든 물질이 원소로 이루어져 있으며, 대표적인 여러 가지 원소를 원소 기호로 나타낼 수 있다.
- (나) 원소는 물질을 구성하는 최소 입자인 원자로 구성됨을 알고, 원자는 원자핵과 전자로 구성되어 있으며, 이를 모형에 사용하여 나타낼 수 있다.
- (다) 원자가 전자를 잃으면 (+) 이온, 전자를 얻으면 (-) 이온이 됨을 알고, 원소 기호를 사용해 이온식으로 나타낼 수 있다.
- (라) 이온의 형성을 모형에 사용하여 나타낼 수 있으며, 이온끼리의 양금 반응을 통해 이온의 종류를 확인할 수 있다.
- (마) 우리의 주변에 이온이 존재하고 있음을 알고, 사용되고 있는 예를 들 수 있다.
- (바) 간단한 화합물을 원소기호로 나타낼 수 있다.

### [탐구 활동]

- (가) 불꽃 반응 등의 실험을 통해 원소의 종류 확인하기
- (나) 이온이 전하를 띠고 있음을 확인할 수 있는 탐구 활동 고안하기
- (다) 양금 생성 반응을 통해 이온의 종류를 확인하기
- (라) 모형을 사용하여 원자와 이온을 나타내기

## (9) 빛과 파동

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 빛과 파동을 다루며, 빛과 파동은 우리의 감각기관인 눈과 귀와 밀접한 관계가 있다. 우리는 눈과 귀를 통하여 다양한 정보를 받아들이고 해석 하며, 정보를 주고받는 과정을 통하여 인류가 발전해왔으므로 빛과 파동에 대한 이해는 중요하다. 특히, 이 분야는 영상기술, 미술, 음악 등 다양한 분야와 밀접한 관계가 있어 과학과 다른 분야와의 연계성을 이해하는데 도움이 된다. 우리가 물체를 보는 원리를 알고, 빛의 3원색과 색의 합성과 분해를 통하여 백색광의 구성과 여러 가지 색의 빛이 합성되는 원리를 학습하여 컴퓨터 모니터나 TV화면의 다양한 색깔 표현방식을 이해한다. 빛의 진행에 대한 이해를 바탕으로 거울에 물체가 비치는 현상에 빛의 반사 법칙을 적용하고, 렌즈에 의해 상이 생기는 원리를 빛의 굴절법칙을 적용하여 이해한다. 또한 매질에 대한 이해를 바탕으로 파동의 발생과 전파 과정을 이해하고 파동의 여러 가지 물리적 특성을 이해하며 이를 바탕으로 소리가 들리는 과정을 알고, 여러 가지 악기가 내는 소리의 특성에 대해 이해한다. 초등학교 3, 4학년의 ‘소리의 성질’에서는 소리의 발생, 소리의 높낮이와 세기, 소리의 전달에 대한 내용을 과학 용어의 도입 없이 현상적으로 학습한다. 또 ‘거울과 그림자’에서는 거울의 특성과 그림자의 생김을 소재로 빛의 직진과 반사의 용어 도입 없이 현상적으로 학습한다. 초등학교 5, 6학년의 ‘렌즈의 이용’에서는 여러 가지 렌즈를 통해 물체를 관찰하면서 빛의 굴절을 현상적으로 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 우리가 물체를 보고 색깔을 구분할 수 있는 원리를 알 수 있다.
- (나) 빛의 삼원색으로 다양한 빛을 합성할 수 있음을 알고 이를 바탕으로 채도와 명도를 이해한다.
- (다) 빛의 반사와 굴절 현상을 거울과 렌즈를 통해 관찰하고 상이 생기는 원리를 안다.
- (라) 파동의 발생과 전파과정을 매질과 관련지어 이해한다.
- (마) 파동의 성질을 이해하고 장애물에서의 진행특성을 이해한다.
- (바) 소리가 들리는 원리를 알고 악기마다 음역, 음색, 세기가 다른 이유를 안다.
- (사) 빛과 파동에 대한 이해가 기술과 예술 등 다양한 분야에 활용되고 있음을 안다.

### [탐구활동]

- (가) 컴퓨터 모니터를 이용한 빛의 삼원색과 색의 합성원리 탐구하기
- (나) 실생활에서 사용되는 거울과 렌즈의 종류를 찾고 특징 비교하기
- (다) 물결 파 실험 장치를 통하여 파동의 성질 관찰하기
- (라) 간이 악기를 만들고 소리의 높낮이와 세기를 조절하기

## (10) 기권의 특징과 우리 생활

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 기권의 특징과 변화에 대해 다루며, 기권의 변화는 날씨에 영향을 주며 우리 생활에 밀접한 관계가 있다. 공기는 생물이 생명을 유지하는데 필수적인 요소이며, 지구계도 기권의 변화에 따라 다양한 현상이 나타나고 있다.

기권은 지구계의 구성 요소로 기온의 연직 분포에 따라 층상구조를 가지며, 기권의 순환은 지구계의 에너지 평형에 영향을 준다. 또한, 대기 중의 수증기의 변화에 따라 기상 변화가 생기며, 기권의 순환 체계와 기상 현상은 일기 예보뿐 아니라 기상 마케팅과 같은 산업을 포함하여 우리 생활과 밀접한 관련이 있음을 알게 된다. 또한 인간의 활동이 기권의 변화에 영향을 주어 지구 온난화 등의 문제가 발생함을 이해하고, 인간 생활과 기권은 서로 영향을 주고받고 있음을 알 수 있게 된다. 그리고 수권의 순환과 연계하여, 기권의 변화는 기권 내에서만 일어나는 것이 아니라 다른 권들과 밀접한 상호작용으로 일어남을 이해할 수 있게 된다.

5,6학년 과학의 ‘온도와 열’, ‘여러 가지 기체’, ‘날씨와 우리 생활’, 7-9학년 수권의 특징과 순환’을 연계하여 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

(가) 기권은 기온의 연직 분포에 따라 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 나누어짐을 알고 각 층의 특징에 대해 이해한다.

(나) 태양이 지구계의 주요한 에너지원이며 위도에 따른 태양 복사에너지와 지구 복사에너지량 변화와 복사평형을 이해한다.

(다) 탄소의 순환 과정을 알고, 탄소 순환을 지구 온난화와 관련지어 이해한다.

(라) 대기 중의 수증기량과 이슬점, 포화 수증기량, 상대습도, 단열팽창 및 응결현상의 관계를 이해하고, 구름의 생성과 강수과정에 대해 안다.

(마) 기압의 개념과 크기, 단위에 대해 알고, 지표면의 차등가열에 따른 온도 차이로 인해 기압의 변화가 발생하여 바람이 불게 됨을 안다.

(바) 대기 대순환은 위도에 따른 태양 에너지량의 차이에 의해 발생하며, 지구 자전으로 인해 위도에 따라 순환의 분포가 생기는 것을 알고, 대기 대순환과 해수의 표층 순환을 관련지어 이해한다.

(사) 기단과 전선, 고기압과 저기압에서 나타나는 기상 현상을 알고 이를 날씨의 변화와 관련지을 수 있으며, 기상 현상이 우리 생활에 미치는 영향을 알아본다.

### [탐구활동]

(가) 복사평형 실험하기

(나) 구름 발생 실험하기

(다) 대기 대순환과 해수의 순환의 관계알기

(라) 지구온난화가 우리 생활에 미치는 영향 알아보기

## (11) 물질 대사

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 생물은 소화, 순환, 호흡과정을 통해 생명을 유지하는데 필요한 에너지를 얻고, 부산물로 생성된 노폐물을 배설을 통해 제거한다는 물질대사의 개념을 총체적으로 이해하게 될 것이다.

분자량이 큰 영양소들이 소화기관을 지나면서 소화효소들에 의해 분해되어 크기가 작아져 소화기관에서 흡수되며, 흡수된 영양소들은 혈관을 통해 심장으로 가서 온몸으로 순환되어 각 세포로 공급됨을 이해한다. 세포로 이동된 영양소들은 외호흡 작용으로 체내로 유입된 산소와 반응하여 내호흡과정을 통해 에너지를 생산한다. 호흡 과정에서 부산물로 만들어진 노폐물은 사람의 경우 신장 등과 같은 배설기관에서 걸러져 몸 밖으로 배설됨을 알게 된다.

초등학교 5,6학년 과정에서는 인체를 구성하는 기관들의 구조를 중점적으로 다루므로, 이 영역에서는 그 기관들이 수행하는 기능을 중심으로 이해한다.

이 영역에서는 동물, 특히 사람을 중심으로 물질대사과정을 이해하게 되는데, 식물도 생명체이므로 호흡을 하여 에너지를 생산함을 알게 되며, 식물의 호흡을 광합성과 비교하여 이해한다.

### [학습내용 성취기준]

(가) 체내에 들어 온 음식물은 소화기관마다 특이적으로 분비되는 소화효소에 의해 작은 영양소로 분해된 뒤 흡수되어 혈관으로 유입됨을 안다.

(나) 동물은 호흡기관을 통해, 식물은 기공을 통해 산소가 체내로 유입됨을 알고, 유입된 산소는 온 몸의 세포로 이동되어 영양소와 반응하여 에너지를 발생시킴을 안다.

(다) 동물들은 심장에 연결된 혈관을 통해 혈액을 온몸으로 순환시키는데, 이 과정에서 소화기관을 통해 흡수된 영양소와 호흡기관을 통해 유입된 산소를 온 몸의 세포에 전달하게 되고, 조직 세포내에서 만들어진 노폐물을 몸 밖으로 이동시킬 수 있음을 안다.

(라) 에너지를 생산할 때 만들어진 조직 세포 내 노폐물은 혈액으로 들어가 신장에서 걸러져 몸 밖으로 배설됨을 이해한다.

(마) 식물도 호흡을 하는데, 광합성과 비교하여 이해한다.

### [탐구 활동]

(가) 침의 소화 작용 실험하기

(나) 운동에 따른 맥박수의 변화 측정하기

(다) 혈관 및 혈구 관찰하기

## (12) 물질의 특성

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 물질들을 구별하기 위해 각 물질들이 고유하게 가지고 있는 특성과 이를 이용한 혼합물의 분리에 대해 중요하게 다루고 있다. 원유의 분리 등과 같이 혼합물을 분리하여 생활에 유용하게 사용하고 있는 경우가 많으며, 이를 이해하기 위해 물질의 특성에 대한 학습이 필요하다.

물질들은 순수한 한 종류만으로 이루어진 순물질과 두 가지 이상의 순물질이 섞여있는 혼합물로 분류할 수 있으며, 순물질들이 각각 녹는점(어는점), 끓는점, 밀도, 용해도 등이 물질을 구별할 수 있는 특성을 가지고 있음을 알고, 각 특성을 직접 측정해 봄으로써 이를 확인할 수 있게 된다. 또한, 이러한 물질들의 특성을 이용하여 혼합물을 각 성분 물질로 분리할 수 있게 되며, 이러한 혼합물의 분리가 생활 주변에서 자주 사용되고 있음을 알게 된다.

3학년 ‘물체와 물질’에서는 물체를 구성하는 물질의 성질과 물체의 성질이 관련되어 있음을 다루었고, ‘액체와 기체’에서는 액체와 기체의 특징을, 4학년 ‘혼합물 분리’에서는 물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있음을 다루었고, ‘물의 상태 변화’에서는 물의 상태 변화에서 무게와 부피의 변화를 다루었다. 5학년 ‘용해와 용액’에서는 용액의 성질을, 6학년 ‘여러 가지 기체’에서는 기체의 성질을 다루었다. 이러한 학습을 통해 물질의 성질에 대해 알아본 뒤, 이 영역에서는 각 물질의 끓는점, 녹는점, 밀도, 용해도 등을 실험을 통하여 알아봄으로써, 물질마다 고유한 물질의 특성을 가지며 이를 이용해 물질을 구별할 수 있음을 알고, 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있음을 다룬다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 순물질과 혼합물을 구분하고 그 차이를 이해한다.
- (나) 여러 가지 순물질의 녹는점(어는점)을 측정할 수 있으며, 녹는점이 물질의 특성이 될 수 있음을 이해한다.
- (다) 순물질의 끓는점을 측정하고, 끓는점의 차이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- (라) 몇 가지 물질의 밀도를 측정하고, 밀도 차이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- (마) 온도에 따른 용해도의 변화를 측정하고, 이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- (바) 우리 주변에서 사용되는 혼합물 분리의 예를 들 수 있다.

### [탐구 활동]

- (가) 녹는점, 끓는점, 밀도, 용해도 등의 물질의 특성 측정하기
- (나) 물질의 특성을 이용한 혼합물 분리하기
- (다) 우리 주변에서 사용되는 혼합물 분리의 예 찾기

### (13) 일과 에너지전환

#### [영역 성취기준]

이 영역에서는 일과 에너지의 전환을 다루며, 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환될 뿐 새롭게 생겨나거나 없어지지 않는 물리량이며 물리현상 뿐 아니라 생명현상, 우주의 탄생과 기원 등 인류가 관심 있어 하는 거의 모든 분야와 관련된 개념이다. 일 또한 에너지와 밀접한 관련이 있으며 중요하게 다루어지는 개념이다. 일과 에너지의 정의를 알고 둘 사이의 관계를 이해하며, 일률과 일의 원리를 도구사용사례에 적용할 수 있다. 운동에너지와 위치에너지를 알고 역학적 에너지 보존법칙을 이해한다. 에너지는 다른 형태로 전환되지만 총량은 변하지 않음을 알고 빛, 열, 전기, 소리, 신재생에너지 등 여러 종류가 있음을 안다. 또한 에너지가 인류의 미래와 밀접한 관련이 있음을 이해한다. 초등학교에서 에너지 개념은 다루지 않는다.

#### [학습내용 성취기준]

- (가) 일과 일률의 정의를 알고, 일과 에너지의 관계를 안다.
- (나) 간단한 도구를 이용하여 일의 원리를 이해하고, 도구를 유용하게 사용하는 예를 안다.
- (다) 운동 에너지와 위치 에너지를 알고 일과 에너지 관계의 한 사례로 역학적 에너지 보존 법칙을 이해한다.
- (라) 빛, 열, 전기, 소리, 신재생에너지 등 여러 형태의 에너지 종류와 특징을 안다.
- (마) 에너지는 전환될 수 있으며 전환 과정에서 에너지가 보존됨을 실생활의 예를 통하여 이해한다.

#### [탐구활동]

- (가) 지레를 이용한 일의 원리 실험하기
- (나) 낙하하는 물체의 역학적 에너지 보존법칙 확인하기
- (다) 신 재생에너지를 비롯한 여러 가지 에너지의 특징 조사하기

## (14) 자극과 반응

### [영역 성취기준]

이 영역에서 인간은 다양한 감각기관을 통해 외부자극을 감지하여 신경계와 내분비계를 거쳐 반응을 나타냄으로써 자신의 몸을 환경변화에 대처하여 최적의 상태로 유지시킬 수 있음을 알게 될 것이다.

신경전달의 역할로 특수화된 세포인 뉴런의 구조와 기능을 이해하여 생물의 자극과 반응의 전달 과정의 효율성을 알게 된다. 사람은 중추신경계까지 전달된 자극의 종류에 따라 반응의 양상이 결정되고 신경과 호르몬 등을 통해 반응 기관에서 반응함으로써 환경의 변화에 대처하는 몸의 항상성 유지가 가능함을 알게 된다. 인체에서 분비되는 주요 호르몬의 기능을 알게 되며, 특히, 청소년기에 신체적인 변화를 주도하는 성호르몬의 종류와 기능을 이해함으로써 학생들이 자신의 신체변화를 이해하게 되며, 호르몬의 이상으로 나타나는 각종 질병 사례도 알게 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 시각, 청각, 후각, 미각, 피부 감각 등을 감지하는 다양한 인간의 감각기관의 형태와 기능을 이해한다.
- (나) 외부자극을 빠른 속도로 신경계에 전달하여 즉시 적절한 반응을 나타내게 하기에 신경계의 단위인 뉴런의 구조가 적합함을 안다.
- (다) 중추신경계와 말초신경계로 구성된 신경계의 전달경로를 이해한다.
- (라) 인체에서 자극에 대한 반응으로 분비되는 호르몬의 종류와 기능을 알고, 호르몬 분비 이상으로 발생하는 질병의 종류를 안다.
- (마) 청소년기의 신체적인 변화에 영향을 미치는 성호르몬의 종류와 기능을 안다.

### [탐구 활동]

- (가) 시각 관련 실험하기
- (나) 자극에 대한 반응 실험하기
- (다) 호르몬 이상으로 발생하는 질병 조사하기

## (15) 전기와 자기

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 전기와 자기와 관련된 현상을 다룬다. 초기의 과학자들은 전기와 자기현상을 서로 관련이 없는 별개의 것으로 이해하였지만, 실험을 통하여 전류가 흐르는 전선 주변에 자기장이 생긴다는 것을 확인함으로써 이들이 서로 밀접한 관련이 있음을 알게 되었다. 전자와 자기 현상에 대한 이해는 우리생활과 밀접한 관계가 있는 모든 전자기기들의 작동원리를 이해하는데 필수적이다. 전하에는 양전하와 음전하가 있음을 알고 물체가 대전되는 과정을 이해하며 전하를 띤 두 물체 사이에는 전하의 종류에 따라 서로 끌어당기거나 미는 전기력이 작용하며, 이는 원자와 분자구조를 이루는데 중요한 역할을 함을 안다. 그리고 직렬연결과 병렬연결 회로에 옴의 법칙을 적용하여 저항, 전류, 전압관계를 알고 전기회로에서 전기 에너지가 열에너지로 전환됨을 안다. 또한 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 이해하고 전선주위의 자기장이 변하면 전선에 전류가 발생하며, 자기장속의 전선에 전류가 흐르면 전선에 힘이 작용함을 탐구를 통하여 정성적으로 이해한다. 초등학교 3, 4학년의 ‘자석의 이용’에서는 자석의 여러 가지 성질을 놀이나 활동을 통하여 학습한다. 또, 5,6 학년의 ‘전기의 작용’에서는 전기회로를 만들어 전구에 불을 켜는 내용과 전선 주변에 생기는 자기장을 이용하여 전자석을 만드는 활동을 한다. 초등학교에서는 자기장 용어는 도입하지 않는다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 대전된 두 물체 사이에는 전하의 종류에 따라 서로 밀거나 당기는 전기력이 작용함을 안다.
- (나) 정전기 유도에 의해 물체가 대전되는 과정을 이해한다.
- (다) 옴의 법칙을 적용하여 직렬연결과 병렬연결회로의 특징을 이해한다.
- (라) 자석을 이용하여 전류가 발생하는 현상을 정성적으로 이해한다.
- (마) 전기 에너지가 열에너지로 전환되는 과정을 이해한다.
- (바) 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 안다.
- (사) 자기장내의 전류가 흐르는 전선에 작용하는 힘의 특성을 안다.

### [탐구활동]

- (가) 마찰전기를 이용하여 정전기 유도 현상 실험하기
- (나) 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특징 알아보기
- (다) 간이 발전기를 만들어 전류, 힘, 자기장의 세기와 방향관계를 정성적으로 확인하고 전동모터의 작동원리와 비교하기

## (16) 화학 반응에서의 규칙성

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 화학 반응이 일어날 때의 규칙성에 대해 다룬다. 화학반응이 일어날 때 정량적인 관계가 성립한다는 사실은 입자론의 도입을 가져왔으며, 이를 바탕으로 미시적 관점에서 화학반응을 해석할 수 있게 되었다. 원자설, 분자설을 바탕으로 한 화학반응에 대한 입자론적 해석은 화학반응의 본질에 대한 기본적 이해를 가능하게 해주는 유용한 도구이다.

화학 변화에서 양적 관계의 규칙성이 나타난다는 사실을 알고, 이를 통해 물질이 입자로 이루어져 있음을 알게 된다. 또한, 이런 화학 반응을 원소 기호를 이용해 화학 반응식으로 나타낼 수 있으며, 화학반응식의 계수의 의미를 파악할 수 있게 된다.

8학년까지는 물질의 변화를 대부분 물리적 측면에서 다루었지만, 이 영역에서는 화학적 변화, 화학 반응식, 그리고 화학의 기본 법칙을 다루며, 학습한 내용은 ‘화학 I’과 ‘화학 II’의 기초가 된다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 일상생활에서 볼 수 있는 물리적 변화와 화학적 변화의 예를 들 수 있다.
- (나) 화학 반응을 모형으로 설명함으로써 화학적 변화는 물질을 구성하는 입자의 배열이 달라지는 것임을 이해한다.
- (다) 간단한 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있다.
- (라) 화학 반응에서 질량 보존의 법칙과 일정 성분비의 법칙이 성립함을 모형을 통해 이해한다.
- (마) 기체 반응의 법칙과 아보가드로의 분자설을 통하여 화학 반응식에서 계수의 의미를 안다.

### [탐구 활동]

- (가) 물리적 변화와 화학적 변화 구분하기
- (나) 질량 보존의 법칙 실험하기
- (다) 일정 성분비의 법칙 실험하기
- (라) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내기

## (17) 태양계의 이해

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 태양계 천체 중에서 태양, 행성과 지구의 위성인 달에 대한 기본적인 특징과 관측의 방법에 대해 다룬다. 고대 인류부터 밤하늘에 대해 관심이 깊었으며, 인류는 달을 비롯한 위성의 탐사에 노력을 기울여 왔다. 인간의 감각기관으로는 멀리 떨어진 천체의 관측이 어려웠으므로 망원경을 제작하는 등 감각기관을 확장하기 위해 연구하였으며, 직접 탐사할 수 있는 방안을 만들기 위해 노력하였다. 천체와 관측 및 망원경의 사용은 과학 체험 활동을 포함한 학교 밖 과학 교육과 연계된 활동으로 학교 과학교육에서 천체 관측의 기본적인 방법을 알게 하여, 천문학 영역에 대한 흥미와 학습에 대한 동기를 향상시킬 수 있다.

항성과 행성, 위성의 개념에 대해 이해하고, 행성을 특징에 따라 분류할 수 있게 된다. 또한, 태양이 태양계 내의 유일한 항성이며, 태양의 활동이 지구계에 미치는 영향과 이로 인해 나타나는 현상들을 알게 된다. 그리고 천체 망원경의 사용법을 학습하여, 태양, 달, 지구 등의 천체의 관측을 통해 그 특징을 확인할 수 있게 된다.

3,4학년 '지구와 달', 5,6학년 '태양계와 별', '지구의 운동', '계절의 변화'에서 다룬 기초적인 개념을 바탕으로, 후속학습으로는 7-9학년의 '외권과 우주개발' 내용을 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 지구와 달의 모양과 크기에 대해 안다.
- (나) 지구 자전과 공전으로 인해 나타나는 현상을 이해한다.
- (다) 달의 운동에 따른 달의 모양 변화를 우리 생활과 연관(음력과 양력 등)하여 이해한다.
- (라) 태양계의 구성 천체를 알고, 태양계 행성을 지구형과 목성형 행성으로 분류하여 행성의 특징을 설명할 수 있으며 행성은 위성을 가질 수 있음을 안다.
- (마) 태양은 태양계 내의 유일한 항성임을 알고, 태양의 표면에서 나타나는 현상이 지구 자기장 및 인간 생활에 미치는 영향에 대해 이해한다.
- (바) 육안 및 천체 망원경을 이용하여 천체를 관측할 수 있고, 관측을 통하여 천체의 특징을 안다.

### [탐구활동]

- (가) 지구의 크기 측정하고 달의 크기와 비교하기
- (나) 달의 모양 변화를 이해하고 우리 생활과 관련짓기
- (다) 육안 및 망원경으로 천체를 관측하기
- (라) 행성 또는 달 탐사 계획 세우기

## (18) 생식과 발생

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 시간이 지남에 따라 세포가 다양한 형태로 분열하면서 생물의 몸이 성장하고 생식하게 됨을 알게 될 것이다. 하나의 개체가 자손을 번식시키는 과정이 유전자가 매개하는 연속적인 과정임을 이해함으로써 생명의 신비를 알게 될 것이다.

세포의 핵에 들어 있는 염색체 내의 DNA가 유전자로서 부모의 형질이 자손에게 전달되는 과정을 매개하고 있음을 이해한다. 세포는 체세포분열과 생식세포분열을 통해 성장하고 자손을 퍼뜨림을 알게 된다. 생식의 종류는 무성 생식과 유성 생식이 있음을 이해한다. 생식세포가 만나 형성되는 수정란은 발생과정을 거쳐 다양한 조직과 기관으로 분화되는 과정을 거쳐 비로소 개체가 되는 발생과정을 이해함으로써 생명의 소중함을 알 수 있게 된다.

7-9학년 과정 전반부에서 학습한 ‘생물의 구성과 에너지원’ 영역에서 학습한 세포의 핵 속에 포함된 유전자의 역할을 구체적으로 이 영역에서 상세히 이해한다. 다음에 이어질 ‘유전과 진화’ 영역에서 유전과정에서 유전자가 진화를 가능하게 함을 연계하여 이해한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 부모의 형질이 자손에게 전달되는 과정은 세포핵의 염색체를 구성하는 DNA가 매개함을 안다.
- (나) 성장과 생식에 관여하는 체세포분열과 생식세포분열은 그 분열 과정과 결과가 다를 수 있음을 비교하여 이해한다.
- (다) 무성 생식과 유성 생식의 차이점을 이해한다.
- (라) 수정란은 다양한 조직과 기관으로 분화되어 개체로까지 발생됨을 안다.

### [탐구 활동]

- (가) 체세포 분열 관찰하기
- (나) 효모의 출아 관찰하기

## (19) 여러 가지 화학 반응

[영역 성취기준]

생활 주변에서 접할 수 있는 화학 반응에는 산·염기 중화반응과 산화·환원 반응이 대표적이며, 이 두 반응은 주요한 화학 반응의 일종이다. 이런 반응에 대해 학습함으로써, 생활 주변의 산염기 반응, 산화·환원 반응이 존재하고 있음을 깨달을 수 있게 되며, 이를 통해 화학의 유용함을 알고, 화학에 대한 긍정적인 태도를 함양하는 데 도움을 줄 수 있다.

주변에서 볼 수 있는 대표적인 산과 염기의 예를 들고, 수용액에서의 이온화 과정을 화학반응식으로 나타낼 수 있으며, 중화 반응이 일어날 때의 변화를 이해할 수 있다. 또한, 대표적인 산화 환원 반응을 산소의 이동으로 이해할 수 있게 된다.

5학년의 ‘산과 염기’에서 산, 염기의 현상적 특징을 다루었으며, 8학년 ‘물질의 구성’에서는 물질이나 이온을 화학식으로 표현하는 것을 다루었다. 이 영역에서는 산과 염기의 반응, 산화와 환원 반응을 화학 반응식으로 표현하고 이해하도록 한다.

[학습내용 성취기준]

- (가) 우리 주변에서 볼 수 있는 산과 염기의 특징을 알고, 수용액에서 산과 염기의 이온화를 이온화식으로 나타낼 수 있다.
- (나) 중화 반응에서 일어나는 지시약의 색 변화와 온도 변화를 관찰하고, 이온 사이의 알짜 이온 반응식으로 중화 반응에 의한 용액의 성질 변화와 온도 변화를 설명할 수 있다.
- (다) 중화 반응을 이온 모형을 통해 이해한다.
- (라) 철의 제련 등과 같은 생활 주변의 산화·환원 반응의 예를 찾고, 이들 반응에서 관찰되는 특징을 안다.
- (마) 산화 환원 반응을 산소의 이동으로 이해한다.
- (바) 일상생활에서 대표적으로 이용되는 중화 반응, 산화·환원 반응의 예를 들 수 있다.

[탐구 활동]

- (가) 중화 반응에서 일어나는 현상 관찰하기
- (나) 간단한 산화 환원 반응 실험하기
- (다) 주변의 화학 반응 조사하기

## (20) 유전과 진화

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 부모의 형질이 유전자를 통해 멘델의 법칙에 따라 전달되며, 세대 간의 형질 전달과정에서 나타나는 유전자의 변이가 생물에 형질의 변화를 야기해 생물이 진화할 수 있게 함을 알게 될 것이다. 아울러 유전자를 연구하여 인간생활을 이롭게 하는 생명공학 기술의 발전 양상도 인식하게 될 것이다.

유전자를 통해 부모의 형질이 자손에게 전달되는 과정은 멘델의 법칙을 따르고 있음을 알게 한다. 또한 사람에게 일어나는 다양한 유전 현상은 가계도를 통해 이해하게 한다. 최근에는 유전자인 DNA를 연구하는 생명공학 기술이 개발되어 인간의 삶에 긍정적인 영향을 미쳐 왔으나 부정적인 영향도 있음을 알게 한다. 세대 간에 전달되는 개체군 내의 유전자 변이가 생물 진화의 원동력임을 알게 하고, 자연선택을 통한 진화 과정을 이해하게 한다.

앞서 학습한 ‘생물의 구성과 에너지원’ 그리고 ‘생식과 발생’ 영역에서 학습한 핵 속에 들어있는 유전자의 개념을 이 영역에서 확장하여 이해한다.

최근에 연구되어 온 유전학적 자료들을 활용하여 생물은 공통조상에서 시작되어 오늘날과 같이 다양한 생물들로 진화되었다는 증거를 증명하게 한다.

### [학습내용 성취기준]

(가) 부모의 형질이 자손에게 전달되는 과정은 멘델 법칙에 따르며, 그 과정은 유전자가 매개함을 안다.

(나) 가계도를 통해 인간의 다양한 유전 현상을 이해한다.

(다) 생명공학 기술은 유전자 연구를 통해 인간의 질병 치료와 같이 인간의 생활을 이롭게 하는데 기여해 왔으나, 부정적인 면도 있음을 안다.

(라) 생물이 번식하는 과정에서는 다양한 유전자의 변이를 갖는 개체들이 출현하는데, 그 중 환경변화에 적응한 개체들이 자연 선택됨을 안다.

(마) 생물은 장기간 동일 개체군 내에 유전자의 변이가 축적됨으로써 과거의 공통조상으로부터 현재의 다양한 종으로 진화하였음을 안다.

(바) 최근에 밝혀진 유전학적 증거들을 통해 진화론이 과학적인 이론임을 수용한다.

### [탐구 활동]

(가) 가계도 자료 해석하기

(나) 자연선택 모의 활동하기

(다) 최신에 연구된 유전학적 진화 증거 조사하기

## (21) 외권과 우주개발

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 별의 특징 및 별까지의 거리와 우주 개발에 대해 다루며, 태양계에서는 태양이 유일한 별이라는 것을 학습하였다. 천문학자들이 밝혀 온 우리 은하의 모양이 바뀌게 된 과정을 통하여, 과학은 가변성을 가진다는 과학의 본성을 이해하게 된다.

계절에 따라 관측할 수 있는 별자리가 달라짐을 이해하고 별까지의 거리에 따라 측정하는 방법이 달라짐을 알고, 별의 밝기와 등급, 색과 온도의 관계를 알 수 있다. 또한 은하의 모양은 여러 가지가 있는데, 우리은하의 모양과 크기를 알고, 우리 은하를 구성하는 천체의 종류에 대해 알 수 있으며, 팽창의 근거를 통해 우주는 팽창하고 있음을 이해할 수 있게 된다. 특히, 우주개발은 태양계의 개발에 초점을 두고 있는데 우주개발의 목적과 우주개발의 우주탐사의 역사를 알고, 우주개발로 인해 발생하는 영향과 문제점을 이해할 수 있다. 또한, 이와 관련한 직업 세계를 탐색함으로써 학생들의 진로에 도움을 줄 수 있다.

초등학교 3,4학년 ‘태양계와 별’에서 별의 특징에 대해 학습한 내용을 기초로 하지만 7-9학년 수준에서는 별자리에 대해서는 다루지 않으며, 7-9학년 ‘태양계의 이해’와 연계하여 학습한다.

### [학습내용 성취기준]

- (가) 하늘에서 별의 위치를 확인하고, 계절에 따라 관측할 수 있는 별자리가 다름을 안다.
- (나) 별의 거리를 측정하는 방법을 알고, 가까운 별의 거리는 연주시차로 측정한다.
- (다) 별의 밝기와 등급으로 절대등급과 겉보기등급의 개념을 안다.
- (라) 별의 표면 온도에 따라 별의 색깔이 다름을 이해한다.
- (마) 우리 은하의 모양과 크기를 알고, 우리은하는 성단, 성운, 성간물질로 구성됨을 안다.
- (바) 우주가 팽창하고 있음을 이해하고 팽창의 근거를 이해한다.
- (사) 인류의 우주 개발과 우주 탐사의 역사를 알고, 이와 관련된 직업 세계를 조사한다.
- (자) 인공위성의 개발과 이용이 우리 생활에 미치는 영향에 대해 이해한다.

### [탐구활동]

- (가) 시차 측정하기
- (나) 우주 과학과 관련한 직업 세계 탐색하기
- (다) 우주정거장을 설계하기

## (22) 과학과 인류 문명

### [영역 성취기준]

이 영역에서는 과학의 발전이 인류에 지대한 영향을 끼쳤으며, 수많은 첨단 기술과 기기는 과학 원리를 응용한 결과이고 또 과학은 과학 이외의 분야와도 관련지어진다는 사실을 다룬다. 과학의 발전이 인류 문명에 미치는 영향과 과학이 첨단 기술에 응용됨을 알고 또 과학 관련 사회적 이슈에 과학적인 방법으로 의견을 제시하는 것은 과학의 성격과 유용성 그리고 과학적 방법을 이해하는데 중요하다.

본 영역에서는 주로 조사와 토론의 방법으로 위의 내용을 다룬다. 과학이 인류 문명에 끼쳐온 영향을 역사적 사실에 기초하여 이해한다. 원리보다는 활용의 측면에서 자유롭게 조사 선택한 첨단 과학기술의 사례를 통해 과학이 우리 생활에 끼치고 있는 영향을 이해하고, 미래 생활에 영향을 줄 기술이 무엇인지 근거를 대면서 예측할 수 있다. 또 과학의 개념과 원리가 기술, 공학, 수학이나 예술 등 과학 이외의 분야와 관련지어짐을 사례를 통해 안다. 인류가 당면한 에너지나 환경 문제와 같은 과학 관련 사회적 이슈가 있음을 알고 이에 대한 자신의 의견을 과학적으로 제시한다.

7-9 학년의 첫 영역인 ‘과학이란?’에서 과학과 일상생활의 밀접한 관련성과 과학의 유용성을 학습한 후 7-9 학년 과학을 마무리하며 다루는 내용이다.

### [학습 내용 성취기준]

- (가) 첨단 과학이 정보통신, 에너지, 수송, 건강 등에 어떻게 기여하는 지 설명할 수 있다.
- (나) 기초 과학 개념과 원리가 기술, 공학, 수학, 예술 등 다른 영역과 융합한 사례를 조사하고 토론할 수 있다.
- (다) 과학의 발전 과정에 기초하여 미래 생활에 영향을 줄 기술이 무엇인지 근거를 제시하면서 예측할 수 있다.
- (라) 과학이 사회와 문화예술, 환경 등 우리 삶에 미치는 다양한 영향에 대한 자신의 의견을 말할 수 있다.

### [탐구활동]

- (가) 첨단 과학과 관련된 기사 조사하여 토론하기
- (나) 과학기술 혁신이 인류 문명에 끼친 영향 토론하기
- (다) 미래 생활에 영향을 줄 신기술 조사하여 발표하기
- (라) 과학이 기술, 공학, 수학, 예술과 융합한 사례 조사하기
- (마) 첨단 과학이 사회와 문화예술, 환경에 미치는 영향 토론하기

## 5. 교수·학습 방법

### 가. 학습 지도 계획

- (1) 학습 지도 계획 수립 시 학교의 실정이나 지역의 특성, 학생의 능력, 자료의 준비 가능성 등을 고려하여 학습 내용과 지도의 시기를 조정할 수 있다.
- (2) 학습 내용, 학생 수준, 실험 여건, 지도 시간 등을 고려하여 적절한 학습 방법을 정하도록 한다.
- (3) 과학 내용 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 과학 글쓰기와 토론을 할 수 있도록 수업을 계획한다.
- (4) 정규 교과 수업 외의 여러 가지 과학 활동에 학생이 적극 참여할 수 있도록 계획한다.
- (5) 과학 교과 내용과 관련된 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 분야와 관련지어 지도하도록 계획한다.
- (6) 자유탐구는 학교의 실정에 따라 학생의 능력에 맞추어 학년 초에 학습자 스스로 수행하도록 지도할 수 있다.

### 나. 자료 준비 및 활용

- (1) 지역에 따라 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.
- (2) 과학에 대한 흥미와 호기심을 높일 수 있도록 생활 주변 및 첨단 과학 소재를 학습 자료로 이용하고 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 분야 내용과 관련된 자료를 활용한다.
- (3) 과학 글쓰기, 과학 토론 등의 활동을 위하여 첨단 과학, 과학자, 과학사 등에 관한 과학 도서를 준비하고 독서 지도를 한다.
- (4) 학생의 이해를 돕거나 흥미를 유발하기 위하여 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 인터넷 자료 등을 활용한다. 모형을 사용할 때에는 모형과 실제 자연 현상 사이에 차이가 있음을 이해시킨다.
- (5) 지속적인 관찰이 요구되는 내용을 지도할 때는 자료 준비, 관찰자, 관찰 내용 등에 관한 세부 계획을 미리 세운다.
- (6) 탐구 활동이 원활히 수행될 수 있도록 학교 수준에서 필요한 실험 기구 및 재료를 준비한다.

### 다. 학습 지도 방법

- (1) 강의, 실험, 토의, 조사, 견학, 과제 연구 등의 다양한 교수·학습 방법을 적절히

활용하여 지도한다.

(2) 학생들의 능력과 흥미 등 개인차를 고려하여 지도한다.

(3) 기초 탐구 과정(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등)과 통합 탐구 과정(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등)을 학습 내용과 관련시켜 지도한다.

(4) 탐구 수행의 모든 과정에서 의사소통이 원활하게 이루어지도록 하고, 탐구 결과를 발표하고 반박하거나, 설득하거나, 수용할 때에는 논리적인 근거에 바탕을 두도록 한다.

(5) 탐구 활동을 모둠 학습으로 할 때에는 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다.

(6) 과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.

(7) 학생 중심의 활동이 이루어지도록 하며, 의사소통을 할 때에는 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다.

(8) 학생의 지적 호기심과 학습 동기를 유발할 수 있는 발문을 하고, 개방형 질문을 적극 활용한다.

(9) 과학의 잠정성, 과학적 방법의 다양성, 과학 윤리, 과학 기술의 상호 관련성, 과학적 모델의 특성, 관찰과 추리의 차이 등 과학의 본성과 관련된 내용을 적절한 소재를 활용하여 지도한다.

(10) 학생의 구체적 조작 활동을 우선으로 하고, 컴퓨터를 활용한 실험과 인터넷과 멀티미디어 등을 적절히 활용한다.

(11) 첨단 과학, 과학자 이야기, 과학사, 시사성 있는 과학 내용 등을 도입하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발한다.

(12) 학생의 창의성을 계발하고 인성과 감성을 함양하기 위하여 다른 학문(기술, 공학, 예술, 수학 등) 영역과 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.

(13) 탐구 활동은 주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 지도한다.

## 라. 실험·실습 지도

(1) 실험 기구의 사용 방법을 사전에 지도하여 올바른 사용 방법을 익히도록 하고, 특히 상해나 화상을 입지 않도록 안전 지도를 한다.

(2) 실험 기구나 재료는 충분히 준비하되, 필요 이상으로 사용되지 않도록 유의하며 실험에 필요에 기자재는 수업 이전에 미리 점검한다.

(3) 화학 약품을 다룰 때의 주의점을 지도하여, 사고가 발생하지 않도록 한다.

(4) 교사 중심의 확인실험보다는 학생 중심의 탐색, 탐구적 실험이 되도록 한다.

- (5) 야외 탐구 활동 및 현장 학습 시에는 사전 답사를 실시하거나 관련 자료를 조사하고 안전 지도를 한다.
- (6) 실험 후 발생하는 폐기물을 수거 처리하고 환경을 오염시키지 않도록 유의하여 지도한다.
- (7) 생물을 다룰 때에는 생명을 아끼고 존중하는 태도를 가지게 한다.

#### **마. 과학 교수·학습 지도 지원**

- (1) 단위 학교에서는 실험, 관찰 등 과학 활동의 특성에 따라 연 차시 학습으로 운영할 수 있도록 지원한다.
- (2) 시·도 교육청에서는 내실 있는 과학 교수·학습을 위해 과학실, 과학 실험 기자재 등을 확보하기 위한 재원을 지원한다.
- (3) 탐구 활동이 내실 있게 운영될 수 있도록 행·재정적 지원을 하고, 학교 재량 활동이나 특별 활동과 연계하여 운영할 수 있도록 한다.

## 6. 평가

평가와 관련해서는 ‘평가 영역’, ‘평가 방법’, ‘평가 도구의 개발’, ‘평가 결과의 활용’, ‘평가 절차’ 등 다섯 가지 항목으로 제시하였다. 여기에서는 이들 각각에 관하여 설명하고자 한다.

### 가. 평가 영역

‘과학’에서는 과학의 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 균형 있게 평가하며, 특히 다음 사항에 주안점을 둔다.

- (1) 기본 개념의 이해와 적용 능력을 평가한다.
- (2) 탐구 활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다.
- (3) 과학에 대한 흥미와 가치 인식, 과학 학습 참여의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다.

### 나. 평가 방법

평가는 선다형, 서술형 및 논술형, 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.

### 다. 평가 도구 개발

타당도와 신뢰도가 높은 평가가 될 수 있도록 가능하면 공동으로 평가 도구를 개발하여 활용한다.

### 라. 평가 결과의 활용

평가는 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용한다.

### 마. 평가의 절차

평가는 평가 계획 수립, 평가 문항과 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.





현행 및  
개정 교육과정 내용 비교표



## 2007 개정 교육과정과 새 교육과정의 비교

학 년	2007 개정 교육과정	새 교육과정 (3-4 학년군)	내 용
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 자석의 성질</li> <li>2. 물체와 물질</li> <li>3. 동물의 한 살이</li> <li>4. 날씨와 우리 생활</li> <li>5. 동물의 세계</li> <li>6. 빛의 직진</li> <li>7. 액체와 기체</li> <li>8. 혼합물의 분리</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 지구와 달</li> <li>2. 물체의 무게</li> <li>3. 동물의 한 살이</li> <li>4. 물체와 물질</li> <li>5. 동물의 생활</li> <li>6. 지표의 변화</li> <li>7. 액체와 기체</li> <li>8. 소리의 성질</li> <li>9. 자석의 이용</li> <li>10. 혼합물 분리</li> <li>11. 식물의 한 살이</li> <li>12. 화산과 지진</li> <li>13. 식물의 생활</li> <li>14. 지층과 화석</li> <li>15. 거울과 그림자</li> <li>16. 물의 상태 변화</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ‘소리의 성질’ 신설</li> <li>▶ ‘자석의 성질’이 ‘자석의 이용’으로 변경</li> <li>▶ ‘빛의 직진’이 ‘거울과 그림자’로 변경</li> <li>▶ 3학년 ‘혼합물의 분리’가 4학년으로 이동함</li> <li>▶ ‘동물의 한살이’ 내용 중 사람의 일생 삭제</li> <li>▶ ‘동물의 세계’가 ‘동물의 생활’로 변경</li> <li>▶ ‘동물의 생활’ 내용 중 ‘사는 곳에 따른 동물의 생김새(적응)’ 삭제</li> <li>▶ 기존의 5학년에 있던 ‘지구와 달’을 3-4학년군으로 이동. 지구와 달의 운동과 모양(모습)을 분리하여, 3-4학년군에서는 지구의 모양과 모습만을 다룸</li> <li>▶ 기존의 3학년 ‘날씨와 우리생활’과 6학년 ‘날씨의 변화’ 단원을 5-6학년군에 ‘날씨와 우리 생활’ 단원으로 통합 구성</li> </ul>
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 지층과 화석</li> <li>2. 무게</li> <li>3. 식물의 한 살이</li> <li>4. 식물의 세계</li> <li>5. 지표의 변화</li> <li>6. 물의 상태변화</li> <li>7. 화산과 지진</li> <li>8. 열 전달</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 지구와 달</li> <li>2. 물체의 무게</li> <li>3. 동물의 한 살이</li> <li>4. 물체와 물질</li> <li>5. 동물의 생활</li> <li>6. 지표의 변화</li> <li>7. 액체와 기체</li> <li>8. 소리의 성질</li> <li>9. 자석의 이용</li> <li>10. 혼합물 분리</li> <li>11. 식물의 한 살이</li> <li>12. 화산과 지진</li> <li>13. 식물의 생활</li> <li>14. 지층과 화석</li> <li>15. 거울과 그림자</li> <li>16. 물의 상태 변화</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ‘지표의 변화’에서 흙의 물 빠짐 실험을 삭제하고, 빗물을 거름 장치로 걸러 관찰하기로 대체.</li> <li>▶ ‘무게’가 ‘물체의 무게’로 변경</li> <li>▶ ‘열전달’을 ‘온도와 열’로 변경하고, 대류와 복사 내용을 7~9학년군 ‘열과 우리생활’에서 다룸</li> <li>▶ ‘식물의 세계’가 ‘식물의 생활’로 변경. 현행 교과서 식물의 이용이 6학년으로 이동하면서 지속가능발전 내용으로 대체</li> </ul>

학 년	2007 개정 교육과정	새 교육과정 (5-6학년군)	내 용
5	1. 지구와 달 2. 용해와 용액 3. 식물의 구조와 기능 4. 물체의 속력 5. 작은 생물의 세계 6. 우리의 몸 7. 전기 회로 8. 태양계와 별	1. 온도와 열 2. 용해와 용액 3. 날씨와 우리 생활 4. 식물의 구조와 기능 5. 산과 염기 6. 운동의 모습 7. 태양계와 별 8. 우리 몸의 구조와 기능 9. 지구의 운동 10. 전기의 작용 11. 생물과 환경 12. 여러 가지 기체 13. 생물과 우리 생활 14. 렌즈의 이용 15. 연소와 소화 16. 계절의 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ‘물체의 속력’에서 정량적인 속력 계산 내용을 삭제하고 ‘운동의 모습’으로 변경</li> <li>▶ ‘전기 회로’에서 전기회로도 내용을 삭제하고 ‘자기장’과 통합하여 ‘전기의 작용’으로 이동</li> <li>▶ 6학년 ‘산과 염기’가 5-6학년군으로 이동함</li> <li>▶ ‘용해와 용액’ 입자 개념 추가. 용매를 물로 한정</li> <li>▶ ‘작은 생물의 세계’가 해체되어 3-4학년군 ‘동물의 생활’, ‘식물의 생활’, 5-6학년군 ‘생물과 우리생활’로 나누어 이동함</li> <li>▶ 기존 2학년 ‘날씨와 우리 생활’, 6학년 ‘날씨의 변화’를 통합하여 5-6학년군에서 ‘날씨와 우리 생활’로 다룸. 온도계 사용법은 물질 영역에서 다루며, 기상현상을 원리 중심으로 축소하여 구성. 일기도 관련 내용 축소</li> <li>▶ ‘태양계와 별’에서 지구의 공전과 계절별 별자리 내용은 5-6학년군의 ‘지구의 운동’에서 다룸. 별 개념과 별자리가 만들어진 과정 추가</li> </ul>
6	1. 산과 염기 2. 빛 3. 생태계와 환경 4. 날씨와 변화 5. 여러 가지 기체 6. 계절의 변화 7. 에너지 8. 연소와 소화 9. 자기장	1. 온도와 열 2. 용해와 용액 3. 날씨와 우리 생활 4. 식물의 구조와 기능 5. 산과 염기 6. 운동의 모습 7. 태양계와 별 8. 우리 몸의 구조와 기능 9. 지구의 운동 10. 전기의 작용 11. 생물과 환경 12. 여러 가지 기체 13. 생물과 우리 생활 14. 렌즈의 이용 15. 연소와 소화 16. 계절의 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ‘지구의 운동’ 신설. 지구의 자전과 공전, 달의 공전에 대한 개념과 이로 인해 나타나는 현상을 다룸</li> <li>▶ ‘계절의 변화’ 계절변화의 원인 설명을 기존의 남중 고도의 변화에서 자전축의 기울기와 공전으로 변경. 기존의 계절을 알 수 있는 해시계 만들기는 초등 수준에서 만들기 어렵기 때문에 삭제함</li> <li>▶ ‘빛’에서 직진, 반사 현상은 ‘거울과 그림자’로 굴절 현상은 ‘렌즈와 이용’으로 각각 나누어 이동.</li> <li>▶ ‘에너지’ 7~9학년군으로 이동</li> <li>▶ ‘여러 가지 기체’의 온도변화에 따른 부피변화가 ‘물질의 상태변화’로 이동</li> <li>▶ ‘여러 가지 기체’ 입자 개념 추가</li> <li>▶ ‘생물과 우리생활’ 신설. ‘작은 생물의 세계’의 내용 중 동물과 식물 부분 삭제-실질적으로 축소. 침팬생명과학이 우리 생활과의 관계 도입</li> </ul>

학 년	2007 개정 교육과정	새 교육과정 (7-9 학년군)	내 용
7	1. 물질의 세 가지 상태 2. 분자의 운동 3. 상태 변화와 에너지 4. 생물의 구성과 다양성 5. 지각의 물질과 변화 6. 식물의 영양 7. 힘과 운동 8. 지각 변동과 판구조론 9. 정전기	1. 과학이란? 2. 지구계와 지권의 특징 3. 힘과 운동 4. 생물의 구성과 에너지원 5. 열과 우리 생활 6. 분자운동과 상태변화 7. 수권의 구성과 순환 8. 물질의 구성 9. 빛과 파동 10. 기권의 특징과 우리 생활 11. 물질 대사 12. 물질의 특성 13. 일과 에너지 전환 14. 자극과 반응 15. 전기와 자기 16. 화학 반응에서의 규칙성 17. 태양계의 이해 18. 생식과 발생 19. 여러 가지 화학반응 20. 유전과 진화 21. 외권과 우주개발 22. 과학과 인류 문명	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 현행 7학년 '힘과 운동'에서 부력 내용을 삭제하고 재구성.</li> <li>▶ 현행 7학년 '정전기'를 현행 9학년 '전기'와 통합하여 '전기와 자기'(15)로 이동하고 자기장 내용을 포함</li> <li>▶ 현행 7학년의 '물질의 세 가지 상태' '분자의 운동' '상태변화와 에너지' 세 단원을 한 단원 '분자운동과 상태변화'(6)로 통합.</li> <li>▶ 현행 7학년 '생물의 구성과 다양성'과 '식물의 영양'을 '생물의 구성과 에너지원'(4)으로 통합함.</li> <li>▶ 현행 7학년 '생물의 구성과 다양성' 부분에서 다루던 현미경 사용법과 '식물의 영양' 단원에서 다루던 식물의 구조를 초등 5-6학년 '식물의 구조와 기능' 단원에서 상세히 다루고, '생물의 구성과 에너지원' (4) 단원에서는 이 두 내용 요소를 줄이고 식물 내부구조와 광합성 기능 위주로만 내용을 줄여서 다룸.</li> <li>▶ 현행 7학년의 '지각의 물질과 변화', '지각의 변동과 판구조론' 단원을 하나로 연결, 현행 10학년의 '지구계' 단원을 통합하여 '지구계와 지권의 변화'(2)단원으로 통합하여 판구조론을 과학사적 관점에서 학습</li> <li>▶ 7학년의 '수권의 구성과 순환' 단원을 통해 현행 '해수의 성분과 운동에너지'단원을 대체하여 물의 소중함과 이용에 대해 연계함</li> </ul>

학 년	2007 개정 교육과정	새 교육과정 (7-9 학년군)	내 용
8	1. 열에너지 2. 물질의 구성 3. 우리 주위의 화합물 4. 소화와 순환 5. 태양계 6. 빛과 파동 7. 호흡과 배설 8. 별과 우주	1. 과학이란? 2. 지구계와 지권의 특징 3. 힘과 운동 4. 생물의 구성과 에너지원 5. 열과 우리 생활 6. 분자운동과 상태변화 7. 수권의 구성과 순환 8. 물질의 구성 9. 빛과 파동 10. 기권의 특징과 우리 생활 11. 물질 대사 12. 물질의 특성 13. 일과 에너지 전환 14. 자극과 반응 15. 전기와 자기 16. 화학 반응에서의 규칙성 17. 태양계의 이해 18. 생식과 발생 19. 여러 가지 화학반응 20. 유전과 진화 21. 외권과 우주개발 22. 과학과 인류 문명	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 현행 8학년 ‘열에너지’를 ‘열과 우리 생활’(5)로 변경</li> <li>▶ 현행 8학년 ‘빛과 파동’에서 소음 내용을 삭제하고 재구성</li> <li>▶ 현행 8학년 ‘물질의 구성’의 주기율표 부분 생략.</li> <li>▶ ‘물질의 구성’(8)의 이온 부분에 현행 9학년 ‘전해질과 이온’의 이온 반응이 첨가되어 재구성.</li> <li>▶ 현행 9학년 ‘물질의 특성’이 8학년으로 이동되어 ‘우리주위의 화합물’과 통합되면서 내용 축소. 즉, ‘우리주위의 화합물’의 혼합물과 순물질 부분만 ‘물질의 특성’으로 이동하고, 나머지는 삭제.</li> <li>▶ 현행 8학년의 ‘소화, 순환, 호흡, 배설’을 ‘물질대사’(11)로 통합. 네 가지 물질대사 과정을 통합적으로 이해할 수 있도록 구성함.</li> <li>▶ ‘자극과 반응’(14) 단원에서 식물에 대한 자극과 반응 내용은 빠짐.</li> <li>▶ 현행 9학년 ‘대기의 성질과 일기의 변화’단원을 ‘기권의 특징과 우리 생활’(10) 단원으로 연계함</li> <li>▶ 현행 8학년의 ‘태양계’ 및 ‘별과 우주’를 ‘태양계의 이해’(17)단원으로 통합</li> </ul>

학 년	2007 개정 교육과정	새 교육 과정 (7-9 학년군)	내 용
9	1. 자극과 반응 2. 물질의 특성 3. 일과 에너지 4. 대기의 성질과 일기 변화 5. 전기 6. 전해질과 이온 7. 해수의 성분과 운동 8. 생식과 발생	1. 과학이란? 2. 지구계와 지권의 특징 3. 힘과 운동 4. 생물의 구성과 에너지원 5. 열과 우리 생활 6. 분자운동과 상태변화 7. 수권의 구성과 순환 8. 물질의 구성 9. 빛과 파동 10. 기권의 특징과 우리 생활 11. 물질 대사 12. 물질의 특성 13. 일과 에너지 전환 14. 자극과 반응 15. 전기와 자기 16. 화학 반응에서의 규칙성 17. 태양계의 이해 18. 생식과 발생 19. 여러 가지 화학반응 20. 유전과 진화 21. 외권과 우주개발 22. 과학과 인류 문명	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 현행 9학년 ‘일과 에너지’가 ‘일과 에너지 전환’(13)으로 구성되고 여러 형태의 에너지 내용을 포함</li> <li>▶ 현행 9학년의 ‘전해질과 이온’에서 전해질 부분 생략, 이온부분은 ‘물질의 구성’(8)로 이동</li> <li>▶ 현행 10학년 ‘화학반응에서의 규칙성’과 ‘여러 가지 화학반응’이 ‘여러 가지 화학반응’(19)로 이동</li> <li>▶ 현행 9학년 ‘생식과 발생’의 내용 중 식물의 생식 부분은 생략함.</li> <li>▶ 현행 10학년의 ‘유전과 진화’에서 다루던 ‘유전자’ 개념을 ‘생식과 발생’(18) 단원의 첫 단원으로 이동시켜 생식, 발생, 유전, 진화 개념의 통합적 이해를 도모하고자 함.</li> <li>▶ 현행 10학년의 ‘유전과 진화’는 ‘유전과 진화’(20)로 이동</li> <li>▶ 현행 10학년의 ‘생명과학과 인간의 미래’는 ‘과학의 발전과 우리생활’(22) 통합 단원으로 이동</li> <li>▶ 현행 10학년 ‘천체의 운동’단원을 ‘외권과 우주개발’단원으로 통합</li> </ul>





# 제 1 부 지정토론



## 초·중학교 과학과 교육과정에 대한 토론(1)

권치순(서울교육대학교)

국가 수준의 교육과정은 한 시대의 국가 사회적 요구, 교육사조와 학문의 발달, 문화와 가치, 학습자의 특성, 교수-학습 방법의 혁신 등의 생동적인 내용이 담긴 청사진이라 할 수 있다.

2007년 개정 교육과정이 고시된 이후 지난 2009년에 고등학교 과학과 선택 교육과정이 고시되었다. 이제 새 교육과정이 오는 8월에 고시된다면, 초·중학교 과학과 교육과정은 4년 만에 개정된다고 볼 수 있다. 우리 교육과정이 수시 교육과정으로서 지금 초등학교에서 5-6학년 새 과학 교과서를 학생들이 채 받아보기도 전에 새 교육과정을 고시하는 셈이 되어 이 개정을 쉽게 납득하기 어려운 것은 필자만의 생각일까? 그래서 이번에 개정하는 교육과정은 종전 교육과정의 어느 부분이, 왜, 어떻게 문제가 되어 어떻게 개정했는지를 보다 분명히 밝힐 필요가 있다.

새 교육과정에서 종전 교육과정의 문제점을 모두 개선했다고 전제하고, 발표자가 발표한 **과학과 공통 교육과정(3-6학년)** 시안을 중심으로 다음과 같은 몇 가지 점에 대하여 논의하고자 한다.

첫째, 이번에 새로 도입된 융합적 사고와 관련하여 과학을 과학교과와 관련된 다른 학문, 즉 기술, 공학, 예술, 수학 등의 분야와 통합하여 지도한다는 소위 **STEAM** (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) 교육 내용이 과학과의 성격, 학습 지도계획, 학습 지도방법, 자료준비 및 활용, 평가방법에 각각 제시되었다. 어떤 새로운 내용을 국가 수준의 교육과정에 보다 의미있게 반영하려면 교과의 성격과 목표, 내용, 교수-학습방법, 평가에 일관성있게 명시하는 것이 바람직할 것이다. 따라서 교육과정 연구팀이 기초연구를 통해서 융합형 STEAM교육이 참으로 소망스럽다고 판단했다면, 이를 과학과 목표와 지도 내용에도 어떤 형태로든지 구체적으로 제시했어야 하는데 교실수업과 관계가 깊은 학습 지도방법(12)에 ‘...다른 학문 영역과 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.’라고 제시하여 교사가 수업을 통해서 구체적으로 어떤 내용을 어떻게 적절한 수준으로 융합형 교육 내용을 도입하여 지도해야 하는 지는 교사의 몫으로 남겨 두었다.

둘째, 과학 교과목표에서 종전 교육과정과 달라진 점을 보면, 총괄목표에서 ‘적절한 과학적 과정과 원리를 사용할 줄 아는’ 내용이 첨가되었다. 그리고 하위 4개 항의 목표는 종전과 큰 차이가 없으나 종전에는 과학의 기본개념의 이해와 과학적 탐구능력의 배양과 그 적용 및 활용까지 포함시켰고, 개정 교육과정에서는 ‘...이해의 소중함, 능력과 태도의 함양’으로 한정하였는데, 이에 대한 전문가의 검토가 요구된다. 총괄목표에서 적절한 과학적 과정은 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 탐구 과정과 중복되고, 원리의 사용 내용은 앞에 제시된 과학의 기본개념의 이해와 관련이 있는 것으로 볼 수도 있으므로 그 검토가 필요하다. 또한 라 항에서 ‘과학적 소양을 기르고,

과학, 기술, 사회의 상호관계를 이해한다'로 명시한 것은 총괄목표의 과학적 소양 함양과 중복되고 목표 진술의 원리(parallelism)로 보아도 검토가 필요한 부분이다.

셋째, 개정 교육과정에 새로 도입되는 **학년군(학교급별) 성취기준과 영역 성취기준**에 관련하여 그 성격과 내용, 진술방식을 보다 의미있게 정선하고 구조화하는 작업이 계속되어야 한다. 여기서 학년군 성취기준은 적어도 어느 학년(학교급별)의 교육을 마친 후 성취해야 할 이정표라 말할 수 있다. 그런데 시안에 제시된 학년군의 성취기준을 보면, '...을 파악한다. ...을 이해한다. ...을 관찰할 수 있다.'등으로 기술하고 있어서 어느 학년의 수업을 마친 후에 학생들이 구체적으로 무엇을 얼마나 성취하기를 기대하는지 정확하게 파악하는 데에 한계가 있다. 교육과정에 제시된 성취기준이 후에 학생들의 학력을 평가하는 평가기준의 바탕이 된다는 점에서 이를 보다 깊이 성찰해야 할 것이다. 이와 관련하여 **project 2061**, 즉 미국의 과학적 소양을 위한 벤치마크(bench mark)는 우리에게 많은 시사를 준다.

넷째, **내용의 영역과 기준**에서 분야를 크게 물질과 에너지와 생명과 지구의 두 영역으로 나누고 학년 당 8단원으로 구성한 것은 학습자의 특성을 고려한 것으로 적절한 조치로 보인다. 이는 종전의 교육과정보다 초등학생의 특성을 고려하여 통합 교육과정의 성격과 강점을 반영한 것이라고 생각된다. 시안의 내용에서 **영역 성취기준**을 보면, 수업 후에 학생이 도달해야 하는 교육목표라기 보다는 단원 설정의 배경, 지도내용의 성격, 지도내용의 수준과 범위, 정의적 목표 등이 함께 진술되어 있다. 이러한 진술은 과학학습의 질을 담보할 수 있는 원래 취지의 성취기준과는 차이가 있는 것으로 사료된다. 따라서 이를 개선하기 위해서는 앞으로 과학과 내용의 **영역 성취기준**을 단원의 **학습내용 성취기준**과 차별화하여 보다 의미있게 내용을 선정하고 조직하는 기초연구가 선행되어야 할 것이다. 또한 내용 체계에서 내용 체계표와 단원명(영역?)이 서로 다른 이유와 함께 단원 마다 성취기준의 진술방식이 다른 것은 내용의 성격(?)에 기인한 것인지 전체적으로 심도있는 공동 검토가 요구된다.

다섯째, 평가와 관련하여 **평가 영역, 평가 방법 평가도구 개발, 평가결과의 활용, 평가의 절차** 내용이 다른 교육과정의 진술방식과 차이가 있다. 즉, 공통 교육과정에서 과학과의 성격, 목표, 내용의 영역과 기준, 교수-학습방법과 달리 평가 부분은 각 문단을 진술한 수준이 아닌 모두 **해설 내용(?)**으로 구성되어 있다는 점이다. 특히 평가방법의 나 항에서는 STEAM탐구 평가방법이 보다 구체적으로 제시되어 있는데, 이는 교육과정 문서의 parallelism 입장에서 앞으로 보완되어야 할 것으로 생각된다. 그리고 문단과 문장의 체제도 전체적으로 알맞게 보완되어야 할 것이다.

오늘의 개정 교육과정 시안이 그동안 여러 연구자들이 짧은 연구기간에 행·재정적 지원 등 여러 가지 어려운 여건 속에서 뛰어난 지혜와 노력으로 마련된 것에 대해 연구진 모두에게 격려의 뜻을 전한다.

아무쪼록 개정 교육과정 시안이 잘 보완되어 앞으로 훌륭한 교육과정으로 평가받기를 기대하면서, 여기서 논의한 여러 과제들에 대해 참석자 여러분들의 의견이 폭 넓게 개진되어 교육과정 개정에 조금이라도 도움이 되기를 기대한다.

## 초·중학교 과학과 교육과정에 대한 토론(2)

### - 과학과 교육과정이 또 바뀐다? -

정지숙(서울시강남교육지원청)

#### 1. 자유탐구와 STEAM

2007개정 과학과 교육과정의 성격을 보면 '자유탐구'가 소개된다.

또한 학생들의 과학에 대한 흥미를 높이고 창의력을 신장시킬 수 있도록 학생 스스로 관심 있는 주제를 선정하여 탐구할 수 있는 '자유 탐구'를 포함하여 구성한다.

2007개정 과학과 교육과정에 처음 나타난 '자유탐구'는 과학교육의 모든 문제점을 해결할 수 있는 만능인 것처럼 소개되었었다. 과학적 기초 소양 강화, 창의성과 문제 해결력 신장의 기회 제공, 학생의 흥미와 창의력 제고 및 종합적 과학 탐구 기회 확대에 더하여 학교와 교사가 자유탐구에 대한 교육과정의 개발과 운영을 자율적으로 결정할 수 있다면서 교육과정 운영의 자율성 확대까지 '자유탐구'에게 떠넘겼었다.

2007개정 과학과 교육과정의 '자유탐구'가 현장에 소개된 지 2년째임에도 정작 교사들은 '자유탐구'에 대한 관심이 없다. 자유탐구를 1년에 6차시 가르쳐야 한다는 사실을 아는 교사도 얼마 없을 터이지만, 안다 해도 실제 아이들에게 '자유탐구'를 가르치는 교사는 더 없다. 이는 '자유탐구'가 교육과정의 성격과 교수·학습 방법, 평가에만 등장할 뿐 학년별 단원별 '내용'에는 전혀 주제도, 방법도 나타나지 않기 때문이며, 더욱이 교과서나 실험관찰에도 나타나지 않으므로 굳이 가르쳐야 할 필요를 못 느끼기 때문이다.

2007개정 과학과 교육과정에 '자유탐구'가 있었다면, 2009개정 과학과 교육과정에는 'STEAM'이 있다.

또한 학생들의 과학에 대한 흥미를 높이고 창의력을 신장시킬 수 있도록 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 기를 수 있게 하기 위하여, 과학, 기술, 공학, 예술 및 수학과와의 통합적 이해를 위하여 구성한다.

'STEAM' 또한 '자유탐구'와 마찬가지로 교육과정의 성격과 교수·학습 방법, 평가에만 등장할 뿐 학년별 단원별 '내용'에는 명확하게 나타나지 않는다. 'STEAM'이 학교 현장에 제대로 뿌리 내리기 위해서는 '자유탐구'와 같이 모든 권한을 교사에게

떠넘겨서는 곤란하다. 교육과정에 제시된 바와 같이 융합적 사고와 문제해결 능력을 기를 수 있도록 과학, 기술, 공학, 예술 및 수학과와의 통합적 이해를 위하여 교육과정을, 그리고 교과서를 구성해야 할 것이다. 교육과정의 성격과 교수·학습 방법, 평가에만 나타나고 자유탐구처럼 '내용의 영역과 기준'에 나타나지 않는다면 결국 'STEAM' 또한 교육과정 상에만 있는 문구가 될 것이다. '자유탐구'든, 'STEAM'이든 교사가 학생을 가르칠 수 있도록 최소한의 방법은 제공되어야 한다. 그러기 위해서는 '내용의 영역과 기준'의 '영역 성취 기준'이나 '학습내용 성취 기준'에 포함되어야 할 것이다.

## 2. 내용은 언제 줄어들까요?

2009 개정 초등학교 과학과 교육과정의 내용 체계

학년 영역	3, 4		5, 6	
물질과 에너지	물체의 무게 물체와 물질 액체와 기체 소리의 성질	자석의 이용 혼합물 분리 거울과 그림자 물질의 상태 변화	열의 이동 용해와 용액 산과 염기 운동의 모습	전기의 작용 여러 가지 기체 렌즈의 이용 연소와 소화
생명과 지구	지구와 달 동물의 한살이 동물의 생활 지표의 변화	식물의 한 살이 화산과 지진 식물의 생활 지층과 화석	날씨와 생활 식물의 구조와 기능 태양계와 별 우리 몸의 구조와 기능	지구의 운동 생물과 환경 생물과 우리 생활 계절 변화

2007 개정 초등학교 과학과 교육과정의 내용 체계

학년 영역	3	4	5	6
운동과 에너지	자석의 성질 빛의 직진	무게 열 전달	물체의 속력 전기 회로	빛 에너지 자기장
물 질	물체와 물질 액체와 기체 혼합물 분리	물의 상태 변화	용해와 용액	산과 염기 여러 가지 기체 연소와 소화
생 명	동물의 한 살이 동물의 세계	식물의 한살이 식물의 세계	식물의 구조와 기능 작은 생물의 세계 우리의 몸	생태계와 환경
지구와 우 주	날씨와 우리 생활	지층과 화석 화산과 지진 지표의 변화	지구와 달 태양계와 별	날씨의 변화 계절의 변화

교육과정이 바뀔 때마다 과학에서는 학습량 축소와 난이도 조정이 필요하다고 언급했었다. 6차에서 7차로 바뀔 때는 단원의 크기를 줄였고, 7차에서 2007개정으로 바뀔 때는 단원의 크기는 키우되 중학교에서 배우는 중복되는 단원을 초등에서 삭제했다.

2009개정에서는 두드러지는 것은 학습량 축소와 반대로 ‘소리내기’ 단원이 첨가된 것과 ‘지구와 달’에 2007개정의 ‘지구와 달’의 일부 내용에 ‘지표의 변화’와 ‘날씨와 우리 생활’의 일부를 포함하여 제시한 것, ‘전기 회로’와 ‘자기장’을 ‘전기의 작용’으로 통합한 것이다. 특히 ‘지구와 달’ 단원은 그 동안 교사가 알고 있는 단원의 내용과 2009개정에서 포함된 내용의 차이가 커서 교과서로 구현될 때 어떤 반응을 보일지 기대되는 단원이다. ‘전기의 작용’ 단원은 ‘전지의 연결 방법’을 과감히 삭제하여 학습량 축소와 학생들의 혼란을 줄이려는 노력이 엿보인다. 한 가지 걱정인 것은 교과서에 구현될 때 전자석의 내용도 과감히 줄였으면 하는 것이다.

### 3. 학년군별 성취 기준과 학년별 내용

2009개정교육과정의 총론을 반영한 듯 ‘학년별 내용’ 대신 ‘학년군 성취 기준’으로 용어를 바꾸고, 학년군 성취 기준을 제시하였다. 또한 단원별로 ‘영역 성취 기준’을 첨가하였다.

2009 개정(43쪽)	2007 개정(18쪽)
3. 내용의 영역과 기준 가. 내용 체계 나. 학년군(학교급)별 성취 기준 <3~4학년군> <b>[학년군 성취기준]</b> (1) 단원명 <b>[영역 성취기준]</b> [학습내용 성취기준] [탐구활동]	3. 내용 가. 내용 체계 나. 학년별 내용 <3학년>  (1) 단원명  학습내용 [탐구활동]

과학과 교육과정의 쪽수가 18쪽에서 43쪽으로 늘어난 가장 큰 이유는 ‘학년군 성취 기준’과 ‘영역 성취 기준’의 제시 때문이다. ‘학년군 성취 기준’은 2개 학년의 단원을 짚은 성취 기준과 함께 소개하고 있고, ‘영역 성취 기준’은 마치 교사용 지도서의 ‘단원의 개관’을 옮겨 놓은 듯 단원명에 대한 뜻풀이, 지도상의 유의점 및 한계 등을 제시하였다. 이는 기존의 교육과정이 무엇을 가르쳐야 하는지? 위주로 제시하였다면, 어떻게 가르쳐야 하는지? 가르칠 때 어떤 점에 유의해야 하는지? 까지 단원별로 세세하게 알려주고 있다고 볼 수 있다는 점에서 바람직하다고 생각한다.

#### 4. 다시 'STEAM'과 '자유탐구'

교육과정의 성격에서 사라졌던 '자유탐구'는 '교수·학습'에 여전히 등장하여 2009 개정에서도 가르쳐야 함을 나타내고 있으나 '평가'에는 과감히 삭제하고 있다. 2007 개정에서는 '성격', '교수·학습', '평가'에서도 '자유탐구'가 중요하며 가르쳐야 함을 강조하고 있었음에도 실제 학교 현장에서는 '자유탐구'를 소홀히 해도 문제되지 않았다.

'STEAM' 또한 교사가 느끼기에 '자유탐구'와 비슷하다. 교육과정의 '성격'과 '교수·학습 방법'에 등장하고, '평가'에 강조되어 제시된다.

**가. 학습 지도 계획**-(5) 과학 교과 내용과 관련된 다른 학문(기술, 공학, 예술, 수학 등) 분야와 통합하여 지도하도록 계획한다.

**나. 자료 준비 및 활용**-(2) 과학에 대한 흥미와 호기심을 높일 수 있도록 생활 주변, 타 교과(기술, 공학, 예술, 수학 등) 내용과 통합된 접근 및 첨단 과학 관련 소재를 학습 자료로 활용한다.

**다. 학습 지도 방법**-(12) 학생의 창의성을 계발하고 인성과 감성을 함양하기 위하여 다른 학문(기술, 공학, 예술, 수학 등)영역과 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.

**평가-나. STEAM 탐구 평가**는 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 발표, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.

위의 제시만으로 교사들이 'STEAM'을 제대로 이해하여 지도하고 평가할 수 있을까? 물론 교과서의 재구성은 언제나 교사의 몫이다. 그럼에도 '자유탐구'와 'STEAM'에 대한 학년별 성취 기준이 구체적으로 제시되고, 교과서든, 실험관찰이든 구체적으로 그 내용이 들어갈 수 있도록 해야 할 것이다.

## 초·중학교 과학과 교육과정에 대한 토론(3)

-시대적 변화에 적응하는 과학교육을 꿈꾸며-

한희섭(인천부평초등학교)

### 1. 들어가는 말

과학교육은 현실 세계의 자연 현상을 가장 합리적으로 이해할 수 있도록 해주며, 자연과학 문제를 이해하고 과학적인 방법으로 해결하도록 해주는 과학탐구 방법론을 익힐 수 있는 교육이다. 특히 초등과학교육은 주변에서 쉽게 접하는 가시적인 자연과학현상에 대한 문제를 바탕으로 과학현상을 탐구하면서 기초과학의 지식을 익히고 생활에 응용할 수 있는 기본적인 능력을 길러주는 것이 매우 중요하다고 생각한다.

교육의 주제들이 실제 경험했던 과학현상들을 설명해주는 것이므로 초등학생들에게는 매우 흥미롭고 배워가는 재미를 느끼면서 수업에 감탄을 할 수 있는 교과 중의 하나이다. 처음 과학실에서 실험기구들을 만질 때의 아이들의 눈동자와 호기심은 마치 과학자가 된 마냥 흥분되어 있기도 하다. 하지만, 탐구과정이 빠진 지식의 습득과정과 반복적인 암기과정은 과학의 흥미를 떨어뜨리는 주범이 되고 있다.

과학이 탐구의 과정과 그 결과를 얻기 위한 시행착오의 과정을 고려해주지 않고 정확한 결과와 확실한 암기를 위해 애써야 하는 현실을 볼 때면 교사로서 마음이 무겁게 느껴진다. 현장에서 실천하는 교사의 관점에서 과학교육과정을 보다 내실 있게 채워나갈 수 있는 부분을 찾아 그 보탬이 되어보고자 한다. 또한 시대의 변화가 빠르고 가속화되어 가고 있는데, 산업사회에서 이룩해놓은 학문 체계를 그대로 유지하면서 미래를 준비하는 것은 여러 면에서 한계가 나타날 수밖에 없다. 이에 토론자는 시대적인 변화에 맞추어가기 위한 노력이 교육과정에 반영되고 있는지를 살펴보고자 한다.

### 2. 시대적인 변화와 교육과정의 시대적 요구에 대한 생각

흔히 얘기하는 정보사회의 현실은 이제 지식의 습득보다 지식을 활용한 지혜를 요구하는 시대라고 할 수 있으며, 학문분야에서는 통합과 융합이 요구되는 시대를 살고 있다. 국내외의 많은 이들이 산업뿐만 아니라 학문에서의 융합과 통합에 대하여 논하고 있다[1-2].

최종덕(2009)의 '학문 융합의 요구와 전망'이라는 글에서 과학이 사회 기술과 융합되어야 하는 이유를 잘 설명하고 있으며, STS(과학기술사회학)의 탄생이 그 필요성을 잘 설명하는 것이라고 하였다. 또한 학문적인 융합과정에서 겪게 되는 선택의 과정에서 기초과학영역이 소외되거나 특정분야에 대한 지원으로 흐르는 것을 경계해야한다

고 역설하였다. 향후에 필요한 학문분야를 현재에서 단정하거나 결정하는 것은 매우 위험한 일이기 때문이다[3].

더 나아가 최나영(2010)의 연구에서는 초등학교 영재학급을 대상으로 과학을 기술, 발명, 예술과의 융합을 통해 학생들에게 12주간 적용해본 프로그램을 소개하고 있다. 그 결과 기술과 과학의 실생활 적용능력 점수에서 사전 사후 검사결과 1.9에서 6.6으로 3.5배 증가했음을 보고하였다. 개념 이해 수준에서도 다양한 개념의 암기식 나열보다는 실질적인 이해를 통해 개념을 정리하고 학습한 내용에 구체적으로 수렴하는 현상을 보이고 있다는 것이다[4].

본 과학교육과정 시안에도 STEAM에 대한 부분이 언급되어 있다. STEAM은 평가 영역부분에 언급이 되어 있었으며, 'Science(과학), Technology(기술), Engineering(공학), Arts(예술), Mathematics(수학)의 약칭으로 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등 교과간의 통합적 교육 접근 방식을 의미한다.'라고 되어 있다. 아쉽게는 하지만 이 부분이 미래형 과학 교육과정 마련을 위한 준비의 과정이라고 해석하고 싶다.

### 3. 과학 교육의 성격과 목표를 보고

교육과정의 시안을 살펴보면 과학교육의 성격을 규정지은 부분인 '과학의 기본 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 문제를 창의적이고 합리적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과이다.'로 정의되어 있다. 이는 2007년의 개정 교육과정의 틀을 그대로 유지하고 있다. 짧은 시간에 많은 변화를 요구할 수는 없겠지만, 기존의 틀을 그대로 유지하면서 새로운 변화에 적응하려는 시도가 엿보인다.

그 변화의 근거로는 '기본 개념과 탐구 과정이 학년군과 분야 간에 연계되도록 한다.'라는 부분과 '학생들의 과학에 대한 흥미를 높이고 창의력을 신장시킬 수 있도록 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 기를 수 있게 하기 위하여, 과학, 기술, 공학, 예술 및 수학과와의 통합적 이해를 위하여 구성한다.'라는 부분을 통해 엿볼 수 있었다.

그러나 목표는 2007년의 개정 교육과정에서 발전되어 있는 부분을 찾기가 힘들었다. 2007년 교육과정의 목표가 좀 더 구체적으로 명시되어 있으며 융합의 적용부분이 STS(과학기술사회학)의 성격을 드러낸 '과학, 기술, 사회의 상호관계를 인식한다.'라는 부분이 그대로 들어 있을 뿐이다. 성격부분에 들어 있던 공학, 예술 및 수학과와의 통합적 이해부분이 목표에서는 사라져 있다. 이 부분이 중요한 변화로 인식될 수 있어야 함에도 불구하고 목표에서 반영하고 있지 못하다는 것은 아쉬움이 남는다.

그 이유는 이러한 변화가 교육과정 실현 과정에서 현장 교육에 구현될 수 있다면 미래를 준비하는 과학교육으로서의 가치가 높아지고 우수한 인재를 양성하는 데에 큰 기여를 할 수 있을 것이기 때문이다. 이에 따라 토론자는 그러한 융합적이고 통합적인 교육과정이 현장에 구현될 수 있는 근거가 교육과정에 마련되어 있는지 살펴보고자 한다.

#### 4. 교육과정의 내용 체계 구성의 변화

먼저, 학년군으로 기존의 학년별 구성에서 변화가 이루어졌다. 학년군은 <표 2>와 같이 초등학교는 1-2학년, 3-4학년, 5-6학년의 3개 학년군으로 설정하였으며, 집중이수제 또한 학년별, 학기별, 분기별 집중 이수를 통해 학생들의 학기당 이수 과목 수를 줄여주기 위해 도입하는 것으로 알고 있다. 그 취지와 목적에는 공감하면서도 현장에서 겪는 많은 현실적 문제들이 노출되고 있다. 그에 대한 각 과목에서도 교육과정 구성에서의 대비와 노력이 필요할 것이라고 생각한다.

영역	학년				영역	학년군	
	3	4	5	6		3, 4 학년	5, 6 학년
운동과 에너지	· 자석의 성질 · 빛의 직진	· 무게 · 열 전달	· 물체의 속력 · 전기 회로	· 빛 · 에너지 · 자기장	물질과 에너지	· 물체의 무게 · 자석의 이용	· 열의 이동 · 전기의 작용
물질	· 물체와 물질 · 액체와 기체 · 혼합물 분리	· 물의 상태 변화	· 용해와 용액	· 산과 염기 · 여러 가지 기체 · 연소와 소화		· 물체와 물질 · 혼합물 분리	· 용해와 용액 · 여러 가지 기체
생명	· 동물의 한살이 · 동물의 세계	· 식물의 한살이 · 식물의 세계	· 식물의 구조와 기능 · 작은 생물의 세계 · 우리의 몸	· 생태계와 환경	생명과 지구	· 지구와 달 · 식물의 한 살이	· 날씨와 생활 · 지구의 운동
지구와 우주	· 날씨와 우리 생활	· 지층과 화석 · 화산과 지진 · 지표의 변화	· 지구와 달 · 태양계와 별	· 날씨의 변화 · 계절의 변화		· 동물의 한살이 · 화산과 지진	· 식물의 구조와 기능 · 생물과 환경
						· 동물의 생활 · 식물의 생활	· 태양계와 별 · 생물과 우리 생활
						· 지표의 변화 · 지층과 화석	· 우리 몸의 구조와 기능 · 계절변화

<표 1> 2007 개정 과학교육과정 내용 체계(초등)

<표 2> 2011 개정 과학교육과정 시안의 내용체계(초등)

영역에서의 4개 영역이 두 개씩 묶여서 크게 두 개의 분야로 제시되어 있다. 하지만 구체적인 내용에서는 통합의 의미보다는 구분을 뭉쳐 놓았다는 편이 알맞겠다. 대부분의 내용구성은 기존의 내용 구성 체계를 따르고 있으며, 몇 개의 이동과 변화가 보인다. '빛의 직진'이 '거울과 그림자'로 변화되었고, '열의 전달'과 '날씨와 우리 생활은' 3, 4학년에 속해 있던 부분들이 5,6학년군으로 이동되었다. '날씨와 우리 생활'은 난이도의 위계상 적절하게 이동된 부분이라고 생각된다. 2007년 교육과정에서 있던 '작은 생물의 세계'는 '생물과 우리 생활'에 포함되어 구성되었다.

내용 구성 체계에서의 변화는 찾아보기 힘들며 학년군과 분야로 묶어졌다고 할 수 있다. 아쉬움은 통합과 융합의 시대적 요구 의한 교육과정의 변화를 고려하고자 한다면 내용체계 상에서도 기술, 발명, 예술, 사회와의 관련을 짓기 위한 변화가 있어야 했지 않을까 싶다. 그러한 변화가 교육과정에서 한 두 줄로 설명된다면 교과서나 교육과정의 현장 적용에서 구현되기는 많은 어려움이 있기 때문이다.

#### 5. 융합 교육 과정(STEAM)의 가능성과 고려할 점

기존에도 현장에서 적용할 때에는 통합적 접근을 많이 요구받았다. 예를 들면, 차시통합, 교과통합, 주제통합 등의 방식에 따라 단위 교과 내에서뿐만 아니라 타 교과와의 통합을 통한 프로젝트학습이 이루어지기도 한다. 또한 통합의 방법은 자유롭게 이루어졌다. 특히 중등의 경우에는 교과간 통합의 어려움으로 통합의 제한이

많지만, 초등은 매우 다양한 교과에 통합과 학문적 융합을 실현해낼 수 있다.

그럼에도 불구하고 이러한 융합과 통합의 교수-학습을 진행을 하기 위해서는 교사들의 노력만으로 이루어지기에는 현실적인 어려움이 많이 있다. 학사일정, 교과에서 이수해야할 목표와 평가에 대비한 교육의 요구, 학생들의 교과학습에 대한 인식 등 다양한 어려움을 극복하고 진행해야 한다. 내용체계 구성(그러면서도 통합의 고려가 부족한 내용체계 구성)으로 통합안을 만들기 위해서 고려해야할 점들이 많으므로 교사에게 실천의 어려움을 갖게 한다. 그에 따라 교육과정 마련에서부터 고려해야할 몇 가지 제안 점을 제시하고자 한다.

첫째, 학문간 융합의 기본은 흥미나 재미가 아니라 개별 학문의 상승효과가 있을 부분을 찾아내어 이루어져야 한다. 따라서 현장 전문가들에게 이론가들의 알맞은 판단이 들어 있는 통합과 융합이 이루어질 수 있도록 내용 구성 방법과 방안이 제시될 필요가 있다. 예를 들면, 식물을 관찰하고 그 특성이 드러나게 예술로 표현하거나 식물의 특성을 이용하여 발명 아이디어를 찾아내는 수업이라고 한다면 두 가지 학문의 목적이 모두 성취되기 위한 방법이 제시될 수 있어야 한다. 자칫 잘못하면 식물에 대한 이해는 빠지고 그리기 수업이 될 수도 있다.

둘째, 융합교육과정을 실천하기 위한 구체적인 교수-학습방법이 제시될 필요가 있다. 학문간의 융합 교육과정을 실현하는 일은 기존에 경험해보지 못한 교육 방법이므로 시행착오를 겪을 것이 분명하다. 하지만 일방적으로 맡겨지는 교육방법은 학생들에게 융합의 안을 마련하도록 전가될 가능성이 높다. 예를 들면, 식물의 특성을 발명에 반영하고자 한다면 구체적인 적용 방법을 위한 사고 과정이 이루어지도록 학습 모형이나 교수학습 방법이 제시되지 않으면 학생들이 전적으로 사고 과정을 스스로 해야 하므로 실패의 교육이 될 가능성이 높다.

셋째, 학문간의 융합의 효과를 판단하기 위한 구체적인 평가방안이 마련되어야 한다. 개별교육에서 이루어지는 평가항목으로 융합의 효과를 판단하기에는 부족함이 많다. 예를 들어 식물의 특성을 미술로 표현하고자 할 때에 그림을 그린 수준을 평가하는 것만으로 미술 영역의 평가가 다루어지겠다고 하기는 어렵다. 융합의 효과를 평가하기 위한 방안과 실제 평가영역에서도 이루어질 수 있도록 평가에 대한 방안이 마련되어야 할 것이다.

마지막으로 현재까지 이루어지지 않은 융합의 효과를 높이기 위해서는 교재에 반영해야할 부분이 교육과정에 제시되어야 하며, 현장 교사들에게까지 이어질 수 있도록 연수과정이 마련되어야 한다.

완전히 새로운 교육이라기 보다는 그 동안 해오길 기대하면서도 제대로 이루어지지 못한 면이 많다. 이것을 시대적 요구에 맞게 구체적으로 실천해가기 위한 교육과정에서부터의 노력이 필요한 시점이라고 생각한다.

## 6. 맺음말

과학교육 시안을 받고 많은 망설임과 나 자신의 부족한 점이 해석과 검토에 많은

어려움을 느꼈다. 그럼에도 불구하고 본 교육과정과 기존의 교육과정을 비교하면서 현장에서 느꼈던 희망과 어려움을 이 원고 속에 녹여보기 위해 노력했다.

먼저 교육과정 시안을 보고 가장 큰 변화를 교육과정의 '성격'에서 2007년도부터 변화되어 오는 통합과 융합적 관점이 과학교육의 발전에 큰 축이 될 것이라는 생각이었다. STEAM이라는 평가영역에서의 보다 구체적인 제시가 이루어져 있었다. 하지만 이것만으로 내용구성에서 융합교육과정으로 발전해가기에는 어려움이 많을 것이라는 것이 필자의 판단이었다. 그런 판단에 따라 더 주문하고 싶은 것은 STEAM이 발전하기 위해서는 과학교육에서부터 학문간의 융합의 기틀을 마련해가는 것이 훌륭한 과학인재를 양성하는 데에 큰 도움이 될 것에 믿어 의심치 않으므로 내용체계에서와 교수학습방법에서도 좀 더 구체적이고 체계적인 방법이 도출될 수 있도록 보완되었으면 하는 바램이다.

둘째, 현장에서 구현되는 교육활동은 현장에 맡겨주는 것만으로 한계가 있을 수밖에 없다. 기존의 통합교육이 없었던 것이 아니라 교과, 차시, 주제 등의 통합 방안들이 마련되어 있었고, 권장되는 측면도 있었지만 실제 현장에서 그 효과를 살리기에는 여러 가지가 걸림돌이 되었었다. 필자도 교과 및 차시 통합을 하면서 프로젝트 학습을 실행하는 것에 많은 관심이 있었다. 하지만 실제 구현하고 학교의 학사 일정을 소화하는 것이 학습 효과가 감소되는 측면이 많아 시도를 하면서도 어려움이 많았다.

셋째, 학년군과 집중이수제에 대한 관점은 현장에서 겪는 많은 어려움이 있음에도 불구하고 따로 언급하지 않았다. 그 이유는 정책적인 흐름이라고 생각하고 과학교육의 틀 안에서 해결될 문제가 아니기 때문이다. 그에 대한 대안을 마련하거나 해결할 방법을 찾아내는 것도 현장과 이론가 모두 참여해야할 몫이라고 생각한다.

이상으로 현장 교사로서 이러한 기회에 발언권을 얻은 것에 무척 감사를 드리며, 향후의 과학교육의 발전에 작은 밑거름이 되도록 노력하겠습니다.

#### ■ 참고문헌

- [1] 김문옥(2009). 일본의 학사융합정책에 관한 연구. 아주대학교 대학원, 석사학위논문.
- [2] 채진원(2007). 대안적 학문통합론 탐색. 경희대학교 대학원. 高鳳論集. Vol.4.pp.177-181.
- [3] 최나영(2010). 학문간 통합콘텐츠를 활용한 과학 교수·학습 프로그램의 개발 및 적용. 서울교육대학교 교육대학원, 석사학위논문.
- [4] 최종덕(2009). 학문융합의 요구와 전망. 인문정책 포럼.pp.27-30.. 경제·인문사회연구회.  
URL : <http://www.nracs.re.kr>

초·중학교 과학과 교육과정에 대한 토론(4)

“물질과 에너지”와 “생명과 지구”의 융합

김희준(서울대학교)

이번 시안에 제시된 3-9학년 과학 과정에서는 종전과 달리 물리와 화학의 내용이 “물질과 에너지”로, 생명과학과 지구과학의 내용이 “생명과 지구”로 통합되어 고등학교 융합형 과학 준비 단계로서의 모습을 갖추었다. 짧은 기간 동안 많은 분량의 작업을 해낸 연구진에 경의를 표하면서 한 가지 바람을 표하고자 한다.

7-9학년 중학교 과정에는 ‘힘과 운동’부터 ‘우주권의 영향과 우주개발’까지 통틀어 20 가지 소주제가 “물질과 에너지”와 “생명과 지구”로 양분되어 7, 8, 9학년에 분산되어있다. 그렇게 하다 보니 ‘힘과 운동’과 ‘태양계와 천체 운동’이, 또 ‘분자운동과 상태 변화’가 ‘수권’ ‘대기권’과 분리되는 어색한 일이 불가피하게 일어난다. 그나마 “물질과 에너지”와 “생명과 지구” 내에서라도 각각 10 가지의 소주제를 연결시켜서 가르치면 다행인데, 그렇지 않고 하나하나씩 별개로 가르친다면 전체를 물화생지로 4등분 한 것이나 아무 달라진 것이 없게 될 것이다.

7학년	8학년	9학년
<b>물질과 에너지</b>		
힘과 운동 열과 우리생활 분자 운동과 상태변화	물질의 구성 빛과 파동 물질의 특성 일과 에너지전환	전기와 자기 화학반응에서의 규칙성 여러 가지 화학 반응
<b>생명과 지구</b>		
지구계와 지권의 변화 생물의 구성과 에너지원 수(빙)권의 특징과 순환	대기권의 특징과 순환 물질 대사 자극과 반응	태양계와 천체운동 생식과 발생 유전과 진화 우주권의 영향과 우주개발

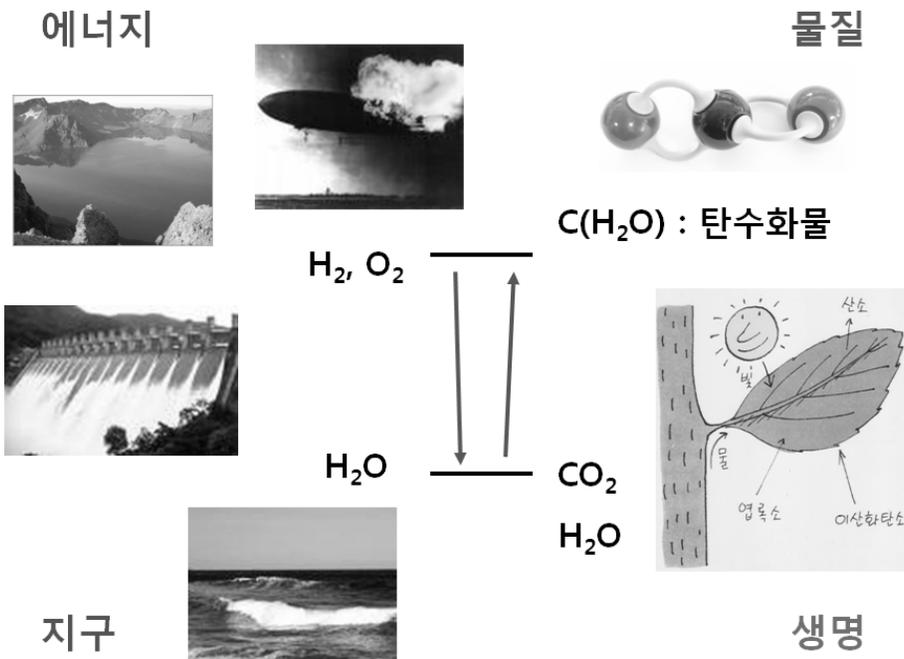
소주제의 배열에는 개념의 난이도와 논리적 전개 순서가 고려되었을 것으로 짐작된다. ‘힘과 운동’ 다음에 ‘일과 에너지 전환’이 나오는 것이 하나의 예이다. 그런가 하면 화학 반응의 결과로 생기는 ‘분자 운동과 상태 변화’를 ‘화학 반응에서의 규칙성’이나 ‘여러 가지 화학 반응’보다 앞에서 다루는 것처럼 어색한 경우도 생긴다. 원자 수준에서 화학 반응을 다루는 것보다 거시적인 상태 변화를 다루는 것이 쉽다는

취지로 이해되기는 하지만, 그런 접근은 이미 3-6학년에서 이루어진 것이 아닌가, 중학교에서는 보다 논리적 접근을 하는 것이 어떨까 생각된다.

물리와 화학의 내용을 학년마다 약간씩 포함시키려다 보면 여러 가지 무리가 따를 것이다. 중학교 과정은 국민공통과정이니만큼 장기적으로는 예컨대 7학년에서는 '힘과 운동' '빛과 파동' '전기와 자기' 등 물리의 기본 내용을, 8학년에서는 '물질의 구성' '화학반응에서의 규칙성' '여러 가지 화학 반응' 등 화학의 기본 내용을 물리적 원리에 입각하여 다루고, 9학년에서는 '물질과 에너지 전환' '열과 우리 생활' 같은 복합적 주제를 다루는 것도 고려해 볼 필요가 있다.

아무튼 이 과정의 약점은 교사들이 소주제들을 연결시켜 가르칠 수 있는 방안이 제시되지 않아 파편적 지식의 주입으로 교육이 이루어질 우려가 크다는 점이다. 구체적 방안은 교과서 집필자나 교사에게 맡기더라도, 가능한 한 여러 주제들 사이의 연결고리를 찾아서 가르치려는 시도가 이루어지도록 교과과정과 해설서에서 방향을 명시해야 할 것이다. 기왕이면 "물질과 에너지"와 "생명과 지구" 사이의 유기적 통합도 시도하여 자연을 폭넓게 바라보는 시각을 교과서와 수업에 반영하게 된다면 이번 개정의 취지를 제대로 살릴 수 있을 것이다. 중학교에서는 한 교사가 과학의 모든 내용을 가르친다니 고등학교에서보다 오히려 용이하게 융합적 수업이 이루어질 수도 있을 것이다.

'지구' 환경에서 '물질'과 '에너지'의 순환을 통한 '생명'이라는 틀 안에서 "물질과 에너지"와 "생명과 지구"의 20 가지 소주제를 골고루 다룰 수 있는 방안을 소개한다.



태양에서 적절한 거리에 위치한 지구 표면에서는 물이 액체로 존재하고, 태양 에너지에 의해 증발하여 위치 에너지가 높은 상태로 올라간다. 이러한 물의 특성은 물을 구성하는 수소와 산소라는 원자의 내부 구조와 물의 분자 구조에 기인한다.

수소는 산소와 2:1의 특정한 비율로 반응하면서 산화되어 열을 낸다. 그래서 수소를 많이 포함하는 탄화수소는 중요한 화석 연료이다.

물 분자 사이에는 전기적으로 끌리는 힘이 강하게 작용하여 물은 지구의 수권을 이루고, 끌리는 힘이 약한 질소와 산소는 지구의 대기권을 이룬다. 높이 올라간 물에 중력이라는 힘이 작용하면 물의 흐름이라는 운동이 일어난다. 물이 떨어지면서 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되면 그 에너지가 터빈을 돌리는 일을 하면서 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다. 이러한 수력 발전에는 전자기 유도라는 전기와 자기의 측면이 들어있다.

태양 에너지는 열 뿐 아니라 빛이라는 파동으로 지구에 도달한다. 식물은 햇빛의 에너지를 사용해서 물을 분해하여 수소를 얻고, 이 수소를 사용해서 이미 산화되어 안정한 상태에 있는 기체 이산화탄소의 탄소를 환원시켜 화학 에너지가 높은 탄수화물을 만들어낸다. 식물은 호흡 작용을 통해 이 탄수화물의 탄소를 이산화탄소로 산화시켜 에너지를 얻고, 대사나 자극에 대한 반응, 생식 등 생명 활동을 해나간다. 땅에 뿌리를 박고 살아가는 식물의 광합성은 35억 년 전에 태초의 바다에서 광합성을 시작한 시아노박테리아가 유전하고 진화한 결과이다.

시아노박테리아도 식물도 동물도 모두 세포를 단위로 해서 생명 활동을 한다. 지구의 자기장은 우주선으로부터 지구를 보호하고 오존층은 자외선을 차단해서 육상 생물이 살아갈 수 있게 해준다.

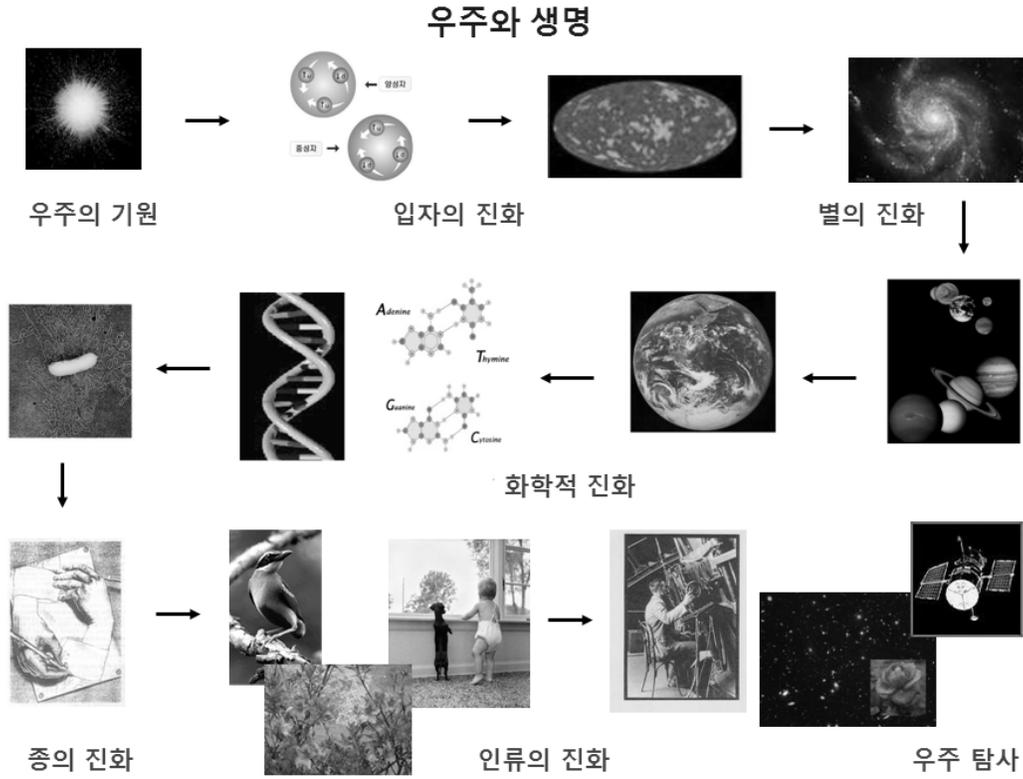
물체는 역학적 에너지가 낮은 안정한 방향으로 낙하하고, 물질은 화학적 에너지가 낮은 안정한 방향으로 산화된다. 태양의 열에너지는 물의 역학적 에너지를 높여주어 물질과 에너지의 순환을 가져오고, 태양의 빛에너지는 물질의 화학적 에너지를 높여주어 역시 물질과 에너지의 순환을 가져온다. 이러한 물질과 에너지의 순환 원리는 지구상에서 생명을 출현시키고 생명의 영속성을 보장한다. 이러한 구도 안에서 “물질과 에너지”와 “생명과 지구”가 통합을 이루게 된다.

이렇게 “물질과 에너지” “생명과 지구”의 핵심 내용을 공부하다보면 자연스럽게 관련된 의문이 생길 것이다. 몇 가지 예를 들어본다.

- ‘태양은 어떤 물질로 만들어졌을까?’
- ‘태양은 어떻게 에너지를 낼까?’
- ‘왜 물은 액체이고 이산화탄소는 기체일까?’
- ‘햇빛은 광합성에서 어떤 역할을 할까?’
- ‘왜 식물은 광합성을 하는데 동물은 못할까?’
- ‘태양계의 다른 행성에도 생명체가 있을까?’
- ‘생명은 언제 어떻게 태어났을까?’
- ‘지구는 왜 특별할까?’
- ‘우주에는 태양 같은 별이 몇 개나 있을까?’
- ‘우주는 얼마나 클까?’

‘우주의 나이는 얼마나 될까?’

그래서 중학교 과정을 마치고 고등학교에 진학하면 자연스럽게 아래에 도식화된 융합형 과학을 공부할 준비가 갖추어질 것이다. 융합과 통섭이 대세인 오늘날 우리는 외국을 뒤따라가는 대신 앞장서서 중고등학교의 과학 교육을 선도할 수 있기를 기대한다.



## 초·중학교 과학과 교육과정에 대한 토론(5)

최미화(서울선유고등학교)

### 1. 성격

과학은 과학 개념을 이해하고 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 과학적, 일상적 문제 해결에 필요한 과학적 소양을 함양하는 교과로, 초등에서 중등까지의 학년별 연계가 반드시 고려되어야 한다. 교육과정이 개정될 때 기존 교육과정과의 차별성으로 인해 학년별 연계가 잘 이루어지지 않을 수 있으나, 2011 개정안은 기존 교육과정과의 차별성을 확보하면서 학년별 연계도 무리 없이 이루어져 있다.

과학의 내용을 '물질과 에너지', '생명과 지구'라는 2개 영역으로 구분한 것은 기존의 물리, 화학, 생물, 지구과학의 4개 영역 구분에서 벗어나 과목 간 융합을 시도한 것으로 보인다. 특히 STS 과학교육과 관련하여 융합적 사고와 문제해결 능력을 기를 수 있게 하기 위해 과학, 기술 뿐 아니라 공학, 예술 및 수학과와의 통합적 이해를 요구한 것은 융합의 시대가 열리고 있는 현 시점에서 매우 적절한 시도라고 할 수 있다.

### 2. 목표

2011 개정안에서는 과학 교과의 목표를 과학의 기본 개념 이해, 탐구 능력과 태도 함양, 자연 현상에 대한 흥미와 호기심 증진, STS 상호 관계 인식에 두고 있다. 여기서, STS 상호 관계 인식에서 한 걸음 더 나아가 과학 지식과 탐구 능력을 사회적 문제 해결에 적극적으로 활용할 수 있는 문제해결력 함양에도 비중을 둘 필요가 있다.

### 3. 내용 영역과 기준

#### 가. 내용 체계

- 1) 초등 3~6 과학 및 고등학교 물, 화, 생, 지(I, II)와 무리 없이 연계되도록 구성되어 있다.
- 2) 기본적인 과학 개념으로 내용 체계가 구성되어 있어, 교양으로서의 과학과 고등학교 선택과목에 대비하는 과학의 역할을 모두 할 수 있을 것으로 보인다.

#### 나. 물질과 에너지 영역 중 화학 내용 요소에 대한 분석

##### 1) 분자운동과 상태변화

증발, 확산 등의 분자 운동과 분자 모형, 기체의 압력과 부피의 관계, 기체의 온도와 부피의 관계, 물질의 상태 변화와 분자 모형, 상태 변화와 열에너지의 관계를 다루고 있다. 2007년 개정 교육과정에서는 '물질의 세 가지 상태'와 '상태 변화와 에너지'가 서로 분리되어 있어서 개념 학습에 다소 비효율적인 면이 없지 않은 것으로 보였으나, 2011 개정안에서는 물질의 상태 변화를 다룰 때 에너지 출입을 함께 다루게 되어 있어서 학생들의 기본 개념 이해를 증진시킬 수 있을 것으로 보인다.

##### 2) 물질의 구성

원소와 원소 기호, 원자와 원자 모형, 이온과 이온 간 반응을 다루면서 우리 주변에 이온이 존재함을 알게 하는 예를 통해 전해질 등의 물질을 다룰 수 있도록 구성되어 있다. 이것은 미시적인 원자 세계에서 시작하여 거시적인 물질 세계로 나가는 접근으로, 위계적 개념 학습을 가능하게 할 것으로 보인다.

### 3) 물질의 특성

순물질, 혼합물, 녹는점, 끓는점, 밀도, 용해도를 다루도록 구성되어 있다. 먼저 우리 주변의 화합물을 순물질과 혼합물로 나눌 수 있으며 녹는점이나 끓는점이 물질의 특성이 됨을 알게 하고, 그것을 측정하게 함으로써 순물질과 혼합물을 구별하게 하였다. 또 밀도 차이, 용해도 차이를 이용한 혼합물 분리와 함께 우리 주변에서 사용되는 혼합물 분리의 예를 통해 보다 다양한 분리 방법을 다룰 수 있게 하는 여지를 주었다. 이것은 교재의 다양한 구성을 유도하는 효과가 있을 것으로 보인다.

### 4) 화학 반응에서의 규칙성

물리적 변화와 화학적 변화를 구별하고, 모형을 사용하여 화학 반응을 설명하게 함으로써 화학적 변화에 대한 미시적 접근을 유도함과 동시에 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내는 것을 용이하게 했다. 질량 보존의 법칙과 일정 성분비의 법칙, 그리고 중학 수준에서는 처음으로 기체 반응의 법칙과 아보가드로의 분자설을 다루게 하였다. 이것은 과학사적 접근이나 과학 개념의 창안 등, 과학적 창의성을 함께 다루기에 용이한 내용으로, 창의적 문제 해결력 함양에 도움이 될 것으로 보인다.

### 5) 여러 가지 화학 반응

주변의 물질에서 산, 염기를 찾고, 이온화식을 통해 산, 염기의 정의를 내리게 하며, 이온 모형 및 알짜이온반응식을 통해 중화반응에 대한 미시적 접근을 유도하고 있다. 또 철의 제련 등을 통해 산화 환원 반응을 학습하고, 산화 환원에 대한 정의를 산소 이동에만 국한시켰다. 철의 제련은 산화 환원 반응의 좋은 예이지만 중학교 수준에서 화학반응식을 이해하는 데는 한계가 있을 것으로 보인다.

## 4. 교수 · 학습 방법

## 5. 평가

### 가. 평가 영역

### 나. 평가 방법 중 STEAM 탐구 평가

평가 방법 중의 하나로 STEAM 탐구 평가를 제안하고 있으나, 실제 교육과정의 내용을 분석해보면 STEAM 탐구 교육의 정의, STEAM 탐구 교육의 영역, STEAM 탐구를 통해 기를 수 있는 과학적 탐구력, STEAM 탐구의 필요성, STEAM 탐구의 평가 기준, STEAM 탐구 평가 방법이 나와있으며 이것은 STEAM 탐구 교육을 소개하는 것으로 분석된다. STEAM 교육은 STS 과학교육의 영역을 더 넓게 확장한 새로운 시도로 볼 수 있지만, 평가 방법의 하나로 소개하는 것은 무리가 있는 것으로 보인다.

## 초·중학교 과학과 교육과정에 대한 토론(7)

배영혜(서울체육중학교)

### 1. 전체적인 구성면

가. ‘과학이란?’ 단원과 ‘과학의 발전과 우리생활’ 단원의 정확한 성격은 무엇이고 어떤 차별성을 가질 것인가? 이들을 7, 9학년의 처음과 끝에 독립된 단원으로 따로 배치하는 것이 가지는 문제점이 없을까? ‘과학이란?’ 단원에서는 어떤 내용을 다룰 것인가? 과학의 본성 부분을 강조하게 되면 지나치게 과학이 딱딱하다는 인상과 과학에 대해 어렵다는 선입견을 처음부터 심어줄 수 있음. 반면에 과학의 실제적 활용 측면을 지나치게 부각하다보면 과학의 목적성만이 학습의 이유인 것으로 생각하게 만들 수 있음. 이 부분에 대한 정확한 안내 혹은 지침이 필요함.

‘과학의 발전과 우리생활’ 단원을 9학년의 마지막 단원으로 독립적으로 다루고 있는데, 이는 과학과 우리 생활의 연계성을 강조하고 이후 10학년에서의 통합 과학과의 자연스러운 연결 고리가 될 수 있겠지만 어떤 면에서는 실질적인 학습이 불가능하다는 문제점을 가짐. 현 교육과정의 교과서 구성과 같이 각 단원 내에서 다루고 있는 과학적 내용과 직접 관련된 실생활 사례들을 함께 배치하는 것이 오히려 실질적인 측면에서 훨씬 더 의미롭지 않을까? 마지막 단원에 배치될 경우 3학년 학년말 상황에 따라 학습하지 않고 지나가게 되는 경우가 더 많을 것임.

나. 네 개의 독립된 교과 - 물리, 화학, 생물, 지구과학 -로 이루어진 내용을 2개의 영역- ‘물질과 에너지’, ‘생명과 지구’로 묶은 이유는 무엇인가? 제시되고 있는 공통 교육과정의 내용 체계로 봤을 때도 두 개의 대영역의 내용이 융합된 단원은 없으며 각각 독립적인 대단원으로 구성되어 있어서 굳이 2개 분야로 구성하고 있는 기본적인 이유를 찾기 어려움

다. 생물 교과의 경우 전체적으로 동, 식물 혹은 기관계 수준으로 구분하기보다 기능 수준 - 물질대사, 에너지원 등-으로 내용을 구분하고 있는 것으로 파악됨. 이러한 구분과 위계가 생물적 기본 개념이 충분히 습득된 상황에서 개념간의 통합적 구성이 가능한 교사나 연구자가 아닌 생물학적 내용을 처음으로 접하는 학습자에게는 개념의 틀을 잡아가는데 오히려 더 복잡하게 느껴질 것으로 우려됨.

### 2. 학습 내용의 양적 측면

“ 단편적인 지식의 획득보다는 기본 개념의 통합적인 이해를 토대로 문제를 과학적이고 합리적으로 해결하는 능력을 함양하도록 한다.” (과학 교과의 성격)

현재 학교 현장에서 과학 교과가 부딪히고 있는 가장 근본적인 문제이기도 한 이 부분을 어떻게 구현할 것인가? 과학적이고 합리적으로 문제를 해결하기 위한 통합적 이해의 근간이 되는 단편적 과학 지식의 양이 이미 상당한 수준임을 감안할 때 과학의 본질적인 이러한 목적을 달성하기 위해 습득해야만 하는 단편적 지식의 양을 어떤 식으로 조절할 것인가? 이번 개정 교육 과정에서는 기존 학습량 대비 20%의 학습량 감축을 목표로 하고 있지만 생물 영역만을 볼 때에도 가시적인 내용의 감축은 보이지 않음.

2007 개정 교육과정에서 10학년으로 올라간 내용인 '유전과 진화'가 다시 중학교 3학년으로 내려왔다. 또한 현재 2007 개정 교육과정에서 '소화와 순환'은 2학년 1학기, '호흡과 배설'은 2학년 2학기에 학습하고 있으며, '자극과 반응'을 3학년 1학기로 나누어 총 3학기에 걸쳐 학습하도록 되어 있다. 그러나 현 체계로라면 총 2학기에 걸쳐 위 내용을 모두 소화해야 한다. 이 경우 기존 교육과정에 포함된 지식적 내용 중 상당 부분이 축소되거나 삭제되어야 하는데 이때 어느 수준의 내용을 포함시키고 어느 수준의 내용은 삭제할지를 교과서 집필진에게 전적으로 의지하는 것은 상당한 문제를 야기할 것으로 우려됨

### 3. 생물 영역의 내용적 측면

#### 가. 식물과 동물의 차별적 구성

*“식물의 뿌리, 줄기, 잎, 꽃, 열매와 같은 식물 기관 각각의 구조와 기능을 이해하도록 하는 단원이다.”* (초등 5학년 식물의 구조와 기능 단원의 성취기준)

*“이 단원은 우리 몸에 있는 여러 기관들의 생김새와 위치, 기본적인 기능을 다루도록 설정된 단원이다.”* (초등 5학년 식물의 구조와 기능 단원의 성취기준)

위 내용으로부터 식물의 경우는 5학년에 구조와 기능을 모두 학습하는 반면, 동물의 경우는 5학년에서 우리 몸의 여러 기관계의 종류와 위치 생김새 등을 개괄적으로 학습한 후 중등에서 각 기관계의 구체적인 기능을 상세히 다시 다루겠다는 뜻으로 해석됨. 실제로 7~9학년에서 식물 영역이 독립적으로 다루어지는 부분이 거의 없으며, 7학년 '생물의 구성과 에너지원' 단원에서 광합성 내용의 일부분, 식물의 속구조 관찰 등이 개별적으로 포함되어 있음. 지나치게 동물에 편재된 느낌이 강함.

특히 식물의 중요한 영역인 광합성 산물의 확인은 초등에서, 광합성에 영향을 미치는 요인은 중등에서 나누어 학습하고 있음. 실제로 필수 탐구로 제시된 것도 중등에서는 '광합성에 영향을 미치는 환경 요인' 한 가지임. 지나치게 일관성 없이 찢어져서 분리되어 있다는 생각이 들며, 초등과의 연계성 측면에서 동물 단원이 가지는 위계적 흐름을 식물 단원에서는 느낄 수 없음.

#### 나. 분류 단위

초등 6학년 '생물과 우리 생활' 단원의 성취 기준으로 '동물과 식물을 비롯하여 균류, 원생생물, 세균, 바이러스 등이 우리 생활에 어떠한 영향을 끼치고, 어떻게 이용되고 있는지를 알아보도록 설정된 단위이다.'라고 설정되어 있음. 그렇다면 다섯 가지 생물계의 특징과 분류를 7학년의 생물 단원에서 다루기보다는 초등 6학년 단원에서 큰 의미의 다섯 가지 분류계를 다루는 것이 낫지 않을까?

#### 다. 7학년 '생물의 구성과 에너지원' 단위

- 매우 다양한 내용이 혼재되어 있으며, 대단원의 명칭과 전개되고 있는 내용이 다소 맞지 않는 측면이 강함 (세포, 생물의 구성, 생물의 분류계, 식물의 관다발-잎 단면 관찰, 해부, 광합성의 환경 요인, 영양소 검출 등)

- 생물과 관련된 다양한 기본 개념이 자리 잡은 상황에서는 전체적인 흐름이 이해될 수 있지만 학습자의 입장에서 생물의 분류에서 바로 동식물의 에너지원의 차이점으로 바로 사고를 확장시킬 수 있을까?

- 동식물의 분류 기준으로 식물은 광합성을 하고 동물은 광합성을 하지 않고 영양소를 섭취한다는 내용에서 그치지 않고, 그로부터 영양소의 검출과 각 영양소의 기능까지 내용이 확장되고 있음. 또한 광합성의 경우도 광합성에 영향을 미치는 요인의 탐구로 확장됨. 자연스러운 흐름으로 보이지 않고, 개념의 통합적 이해가 부족한 상황에서는 관계성을 찾기 힘든 여러 영역의 내용들이 병렬적으로 배열되었다는 느낌을 가지게 함.

- 필수 탐구로써 '세포의 관찰'이 포함되지 않은 반면 '식물의 관다발 관찰하기'가 포함되어 있음. 그런데 관다발의 관찰은 초등 5학년의 '식물의 구조와 기능' 단원에서 '현미경 사용법을 익히고 식물 관찰하기' 내용과 중복되는 측면이 강함.

## 초·중학교 과학과 교육과정에 대한 토론(8)

이 호(이천중학교)

### (17) 태양계의 이해

“(라) 태양계의 구성 천체를 알고, 태양계 행성을 지구형과 목성형 행성으로 분류하여 행성의 특징을 설명할 수 있으며 행성은 위성을 가질 수 있음을 안다.”

이 단원에서는 태양계 행성들의 특징만을 설명하도록 되어 있고 왜 그렇게 될 수 밖에 없었는지 과학적인 설명이 제시되어있지 않아 매우 흥미롭고 지구 온난화와 연계하여 재미있게 가르칠 수 있는 부분인데도 학생과 교사 모두가 어려워하는 부분이다. 이 단원을 행성들의 특징뿐만 아니라 행성의 진화 관점에서 가르치면 좋지 않을까 생각합니다.

“(바) 육안 및 천체 망원경을 이용하여 천체(달, 태양, 행성 등)를 관측할 수 있고, 관측을 통하여 천체의 특징을 안다.”

초등학교부터 중학교 까지 지평선의 개념이 정확하게 제시되고 있지 않아서 해와 달과 별의 뜨고 지는 원리를 정확하게 이해하지 못하는 경향이 있습니다. 지평선의 개념을 원의 접선과 같은 원리로(수학은 7학년 2학기) 정확하게 가르쳐야합니다.

### 진로교육과의 연계

[탐구활동]중 직업탐구는 “(21)외권(우주권)과 우주개발에 (나)우주 과학과 관련한 직업 세계 탐색하기“의 탐구 활동에만 제시되어있다.

7학년에 진로 교육을 하도록 되어있으나 학생들이 과학과 관련된 직업에 대하여 생각보다 적은 지식을 가지고 있습니다. 이공계진로 선택을 많이 할 수 있도록 진로교육을 강화하는 탐구 활동을 좀 더 보강하여야하지 않을까 생각합니다.





**고등학교 전문교과  
교육과정 시안**



## < 전문교과 교육과정 >

- 
1. 고급물리
  2. 물리실험
  3. 고급화학
  4. 화학실험
  5. 고급생명과학
  6. 생명과학실험
  7. 고급지구과학
  8. 지구과학실험
  9. 환경과학
  10. 과학사 및 과학철학
  11. 정보과학
  12. 과제연구
-



## 1. 성 격

전문 교과는 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생이 ‘과학과’의 기초적인 학습을 바탕으로 보다 심화된 내용을 학습함으로써, 과학의 다양한 분야에 대하여 올바르게 인식하고 진로 선택을 바르게 함과 동시에, 대학에서 학문을 연구하는 데 필요한 기본적인 능력을 기르기 위한 교과이다.

과학 전문 교과는 ‘고급 물리’, ‘물리 실험’, ‘고급 화학’, ‘화학 실험’, ‘고급 생명 과학’, ‘생명 과학 실험’, ‘고급 지구 과학’, ‘지구 과학 실험’, ‘환경 과학’, ‘과학사 및 과학 철학’, ‘정보 과학’, ‘과제 연구’ 등으로 구성한다.

과학 전문 교과의 각 과목은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생이 진로 및 학교의 시설 여건에 따라서 선택하여 학습할 수 있다. 선택한 과목에서도 학생 및 학교의 실정에 따라 학습 내용을 선정하여 학습할 수 있다. 또 강의식 수업보다는 과제 학습 등을 통하여 학생 스스로 연구하여 그 결과를 발표하고 토의하는 수업을 권장한다.

## 2. 목 표

과학의 기초적인 학습 내용을 바탕으로 여러 분야에서 심화된 과학 내용을 학습함으로써 과학적 개념을 통합적으로 이해하고, 과학에 대하여 올바르게 인식하며, 과학 연구에 필요한 탐구 능력을 기른다. 또 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 습득하여 장차 우수한 과학자가 될 수 있는 소양을 함양한다.

가. 과학의 기본 개념을 알고, 개념을 체계적이고 통합적으로 이해한다.

나. 과학적 탐구 능력을 길러 창의적이고 합리적인 문제 해결력을 기른다.

다. 과학에 관심과 흥미를 갖고 적성에 맞는 분야에서 탐구할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

라. 과학의 본성을 이해하고 과학이 인류의 생활에 미치는 영향을 인식한다.

## < 고급 물리 >

### 1. 성 격

‘고급 물리’는 물리학에 흥미와 관심이 있는 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 물리학의 심화된 내용을 포함하여 학문적 체계 및 구조를 학습해 봄으로써 앞으로의 연구 분야에서 물리학의 지식을 충분히 활용할 수 있도록 하기 위한 과목이다.

‘고급 물리’의 내용은 역학, 전자기, 파동과 빛, 현대 물리 등의 영역으로 구분하고, 각 영역은 서로 독립적인 몇 개의 핵심적인 주제와 물리학이 사회, 문화, 예술에 공헌하는 주제로 구성한다.

‘고급 물리’의 학습은 학생의 자발적인 탐구를 권장하고, 학교에서 정한 단위 수에 적절한 주제를 선정하여 집중적인 학습이 되도록 하며, 다양한 자료를 수집하고 과학적으로 탐구하여 결과를 발표하도록 한다.

### 2. 목 표

- 가. 물리학의 보다 심화된 내용을 체계적으로 이해한다.
- 나. 과학자가 물리 현상을 탐구하는 과학적인 방법을 습득한다.
- 다. 자연 현상 및 사회 현상에 대하여 흥미를 가지고 주의 깊게 관찰하여, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 라. 물리학이 과학기술의 발달과 사회, 문화, 예술의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식한다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내용요소
역학	운동법칙	뉴턴의 운동 법칙, 여러 가지 힘
	일과 에너지	일-에너지 정리, 퍼텐셜 에너지, 보존력과 비보존력, 역학적 에너지 보존, 열역학 제 1법칙, 열역학 제 2법칙
	입자계의 운동	질량 중심, 질량 중심의 운동, 입자계의 운동
	회전 운동	각운동량, 회전 동역학, 회전 운동에너지
	행성의 운동	중심력에 의한 운동, 케플러의 법칙, 인공위성의 운동
	복잡현상의 물리학	엔트로피, 복잡계

전자기	전기장과 가우스 법칙	가우스 법칙, 도체와 유전체의 전기장, 정전차폐와 등전위면
	자기장과 암페어 법칙	비오-사바르 법칙, 암페어 법칙, 직선 및 원형 전류에 의한 자기장, 솔레노이드 내부의 자기장
	전자기유도와 패러데이 법칙	패러데이 법칙, 렌츠의 법칙, 자체유도
	교류전기	교류 회로, 공진 회로
	전자기파	맥스웰-암페어 법칙, 맥스웰 방정식, 전자기파의 발생, 전자기파의 성질과 종류, 안테나
	의료의 물리학	감각기관의 작동 원리, 첨단 의료 기기
파동과 빛	파동의 성질	파동의 종류, 파수와 진동수, 파동의 속력, 파동함수
	기하 광학	거울과 렌즈에 의한 상, 여러 가지 광학 기구
	간섭	파동의 간섭, 빛의 간섭, 간섭계
	회절	파동의 회절, 빛의 회절, 분해능, 분광기
	영상의 물리학	레이저의 구조와 종류, 레이저 응용, 첨단 3D 영상 디스플레이
현대 물리	특수 상대성 이론	특수 상대성 이론의 원리, 특수 상대론적 시간과 공간, 동시성, 특수 상대론적 질량과 에너지
	불확정성 원리	물질파, 빛과 물질의 이중성, 상보성 원리와 불확정성 원리
	수소 원자 모형	원자모형, 보어의 양자가설, 에너지 준위와 스펙트럼
	양자역학	슈뢰딩거 방정식, 1차원 무한퍼텐셜 상자속의 입자, 터널 효과
	핵반응	핵분열의 기본 과정, 핵융합의 기본 과정, 핵융합과 플라스마, 핵융합 기술의 전망
	소재의 물리학	띠이론, 다이오드, 트랜지스터, 나노 튜브, 그래핀

## 나. 영역별 내용

### (1) 역학

#### 1) 운동법칙

- ① 운동 현상과 그 원인인 힘과의 관계인 동역학을 이해한다.
- ② 동역학은 뉴턴의 운동법칙으로 구성되는데, 이 운동법칙들의 의미를 설명할 수 있다.
- ③ 여러 가지 힘이 작용하는 경우의 물리량을 구하는 예에서 미분이 포함된 운동 방정식을 해결할 수 있다.

#### 2) 일과 에너지

- ① 어떤 계에 힘이 작용하여 계의 상태를 변화시킬 때 그 변화를 퍼텐셜 에너지의 차로 설명할 수 있는 경우가 보존력임을 설명할 수 있다.
- ② 물체에 보존력이 작용하는 경우에는 역학적 에너지 보존 법칙을 사용하여 운동을 해석할 수 있다.

- ③ 퍼텐셜 에너지를 정의하고 퍼텐셜의 수학적 표현 방법을 기술한 후 퍼텐셜 에너지를 중력과 탄성력 등 보존력에 적용할 수 있다.
- ④ 열역학 제1법칙과 열역학 제2법칙을 수학적으로 표현하고, 에너지 보존 법칙과의 관계를 설명할 수 있다.

### 3) 입자계의 운동

- ① 입자계의 운동에서 질량 중심을 정의하고, 질량 중심의 운동, 입자계의 운동량 등이 어떻게 기술될 수 있는지를 설명할 수 있다.
- ② 입자계에 뉴턴 법칙이 어떻게 적용되는지, 운동량 보존 법칙은 입자계의 운동을 분석하는데 어떻게 유용한지 설명할 수 있다.
- ③ 입자계의 운동을 당구공과 같은 충돌에 적용할 수 있다.

### 4) 회전 운동

- ① 병진운동과 회전운동을 비교하고, 회전운동과 관련하여 각변위, 각속도, 각가속도 등 기본 개념을 설명할 수 있다.
- ② 관성능률, 각운동량, 토크 등을 정의하고 회전 동역학에 관한 법칙들을 설명할 수 있다.
- ③ 일상생활의 다양한 사례를 통하여 각운동량 보존과 회전 운동에너지를 포함한 역학적 에너지 보존을 이해한다.

### 5) 행성의 운동

- ① 중심력 장에서의 입자의 운동을 극좌표를 이용하여 기술함으로써 행성이 타원궤도로 운동함을 설명할 수 있다.
- ② 케플러의 세 가지 운동법칙인 타원궤도의 법칙, 면적속도 일정의 법칙, 조화의 법칙을 이용하여 행성의 운동을 이해한다.
- ③ 케플러 법칙을 이용하여 인공위성의 운동을 설명하고 인공위성의 궤도, 속도 등의 조건을 안다.

### 6) 복잡현상의 물리학

- ① 물질계의 열적 상태를 나타내는 물리량으로 엔트로피를 도입하여 자연현상을 설명할 수 있다.
- ② 사회적 현상을 엔트로피 관점으로 설명할 수 있는 사례를 제시하고 물리학 법칙이 사회 현상 분석의 도구로 사용될 수 있음을 안다.
- ③ 경제 현상, 네트워크 이론, 뇌과학, 생태계 등을 해석하는 새로운 도구로 복잡계 물리학이 활용된 사례를 제시하여 비선형 물리학을 이해한다.

## (2) 전자기

### 1) 전기장과 가우스 법칙

- ① 전하분포가 대칭적일 때 가우스 법칙을 이용하여 전기장을 구하는 방법을 설명할 수 있다.
- ② 전기 선속으로부터 가우스 법칙을 유도하고, 도체 내외에서의 전기장을 구할 수 있다.
- ③ 정전기 유도 현상으로 정전 차폐와 등전위면 등을 설명할 수 있다.

### 2) 자기장과 암페어 법칙

- ① 전류요소에 의한 자기장을 구하는 비오-사바르법칙을 설명할 수 있다.
- ② 암페어 법칙으로 자기장을 구하는 과정을 설명할 수 있다.
- ③ 직선 및 원형 전류, 솔레노이드 내부의 자기장을 암페어 법칙을 이용하여 구할 수 있다.

### 3) 전자기유도와 패러데이 법칙

- ① 전자기 유도 실험으로 닫힌 고리 회로에서의 자기 선속의 변화와 관련짓는 패러데이 법칙과 유도 기전력의 방향을 결정하는 규칙인 렌츠의 법칙을 설명할 수 있다.
- ② 미분으로 표현된 수식으로 유도 기전력을 서술할 수 있다.
- ③ 어떠한 회로라도 변하는 전류가 있으면 자체의 자기장이 변함으로 인하여 나타나는 자체유도 기전력을 설명하고, 이와 관련된 회로도를 분석할 수 있다.

### 4) 교류전기

- ① 우리가 생활에서 사용하는 교류 전기가 회전하는 코일에 의해서 유도되고, 이때 발생하는 기전력이 주기적으로 크기와 방향이 변함을 설명할 수 있다.
- ② 교류의 특성으로 나타나는 용량 리액턴스와 유도 리액턴스를 정의하고, 교류 회로에서 임피던스를 구할 수 있다.
- ③ 교류 회로인 LC회로와 RLC회로에서 전기진동과 공진을 이해한다.

### 5) 전자기파

- ① 맥스웰의 방정식으로부터 전자기파의 파동방정식을 구하고, 전자기파의 성질과 종류를 설명할 수 있다.
- ② 전자기 진동에 의해서 전자기파가 발생하고, 안테나를 통해서 수신하는 과정을 이해한다.
- ③ 안테나를 설계할 때 갖추어야 할 조건을 설명하고, 변조와 복조에 대해서 설명할 수 있다.

### 6) 의료의 물리학

- ① 생체 조직에서 나타나는 여러 가지 현상들을 물리적으로 규명하고 이를 응용하는 의료 물리학을 이해한다.
- ② 인체의 구조를 정역학과 동역학 등으로 해석하고, 청각과 시각 등과 같은 감각기관의

- 작동 원리를 물리적으로 설명할 수 있다.
- ③ 의료용 레이저, 영상 의학 장치 등 진단과 치료에 활용되는 첨단 의료기기를 이해한다.

### (3) 파동과 빛

#### 1) 파동의 성질

- ① 다양한 사례를 통해 파동의 종류를 이해한다.
- ② 파동함수로부터 파수, 진동수, 파동의 속력 등을 이해한다.

#### 2) 기하광학

- ① 오목거울과 볼록거울에 의한 상을 광선 추적을 통해 곡면에서의 반사에 의한 상 맺힘으로 설명할 수 있다.
- ② 얇은 볼록렌즈와 오목렌즈에 의한 상을 광선 추적을 통해 곡면에서의 굴절에 의한 상 맺힘으로 설명할 수 있다.
- ③ 현미경, 망원경, 카메라, 반도체 리소그래피 장비 등 여러 가지 광학 기계에 기하광학이 적용됨을 이해한다.

#### 3) 간섭

- ① 파동의 중첩에 의해 발생하는 간섭현상을 수학적으로 해석하여 원리를 설명할 수 있다.
- ② 여러 모양의 슬릿에 의한 빛의 간섭의 특징에 대하여 설명하고, 생활 주변에서 발견할 수 있는 간섭현상을 이해한다.
- ③ 간섭을 이용한 간섭계의 구조와 원리를 설명하고 산업에서 간섭계의 이용에 대하여 설명할 수 있다.

#### 4) 회절

- ① 회절 현상 및 분해능의 원리를 수학적으로 해석하여 이해한다.
- ② 단일 슬릿, 원형 구경, 다중 슬릿에 의한 회절현상을 분석할 수 있다.
- ③ 프리즘 분광기와 회절격자 분광기의 구조를 이해한다.

#### 5) 영상의 물리학

- ① 빛과 원자의 상호작용 등으로 레이저의 발생 원리를 기술하고, 단색성, 지향성, 가간섭성 등의 특성을 갖는 레이저의 구조와 종류에 대해서 이해한다.
- ② 산업 및 영상 예술 등에 활용되는 레이저의 응용 사례를 이해한다.
- ③ 브라운관, LCD, PDP, LED, 첨단 3D 영상 디스플레이 등에 적용된 물리학적 원리를 이해한다.

#### (4) 현대 물리

##### 1) 특수 상대성 이론

- ① 특수 상대성 이론의 기본 원리인 모든 물리법칙은 모든 관성 기준계에서 동일하다는 것과 광속불변의 원리를 설명할 수 있다.
- ② 특수 상대성 이론을 이용하여 시간과 공간의 상대성, 동시성의 상대성에 대해서 서술할 수 있다.
- ③ 특수 상대성 이론을 이용하여 빠른 속도로 움직이는 물체의 질량과 에너지가 어떻게 영향을 받는지 이해한다.

##### 2) 불확정성 원리

- ① 물질파를 이용하여 빛과 물질이 입자성과 파동성의 두 가지 성질을 모두 가지고 있다는 빛과 물질의 이중성을 설명할 수 있다.
- ② 한 물리량의 측정오차를 줄이면 다른 물리량에 대한 오차가 그만큼 증가하게 되어 측정 오차의 한계값은 어떤 특정한 값 이하로 줄일 수 없다는 불확정성 원리를 이해한다.
- ③ 불확정성 원리를 이용하여 위치와 운동량을 모두 정확하게 알기 어렵다는 상보성을 설명할 수 있다.

##### 3) 수소 원자 모형

- ① 러더퍼드, 보어 등의 여러 가지 수소 원자 모형을 통하여 양자역학의 배경에 대해 설명할 수 있다.
- ② 보어의 양자가설을 이용하여 수소 원자 모형의 에너지 준위와 스펙트럼의 관계를 설명할 수 있다.
- ③ 파동방정식을 이용하여 수소의 원자구조를 나타낼 수 있음을 간략히 설명할 수 있다.

##### 4) 양자역학

- ① 어떤 계가 갖는 가능한 파동 함수와 에너지 준위를 얻기 위해 슈뢰딩거 방정식을 풀이하는 과정을 설명할 수 있다.
- ② 1차원 무한퍼텐셜 상자 속의 입자가 갖는 파동함수와 에너지 준위를 구하는 과정을 설명할 수 있다.
- ③ 슈뢰딩거 방정식을 풀어서 미시적인 입자가 얇은 장벽을 통과할 수 있는 확률이 0이 아닌 터널 효과에 대해 설명할 수 있다.

##### 5) 핵반응

- ① 현재 주 에너지원인 핵분열의 기본과정과 그 위험성과 안전장치에 대해 설명할 수 있다.
- ② 신 에너지원으로 각광받고 있는 핵융합의 기본 과정을 설명하고 태양 등에서 일어나는 핵융합 반응을 서술할 수 있다.

- ③ 핵융합이 이루어지기 위한 조건을 플라즈마와 관련지어 설명하고 현재 진행되고 있는 핵융합 기술 연구를 소개함으로써 앞으로의 전망을 말할 수 있다.

6) 소재의 물리학

- ① 반도체를 띠이론으로 간략히 설명하고 미량의 불순물 첨가로 만들어지는 p형 반도체와 n형 반도체에 대해 이해한다.
- ② 반도체를 이용한 다이오드, 트랜지스터, 집적회로 등을 설명하고 미래의 반도체에 대해서 말할 수 있다.
- ③ 극초미세 구조인 나노미터 단위의 원자단위 물질에 대한 기초적이고 근본적인 성질을 연구하는 나노 물리학 분야에서 나노 튜브와 그래핀을 설명하고, 나노 물리의 연구현황을 통해 미래의 발전모습을 말할 수 있다.

#### 4. 교수·학습 방법

##### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) 학생의 능력 및 학교의 실정에 따라 주제를 선택, 재구성하여 학습할 수 있다.
- (2) 각 주제와 관련된 탐구 과제를 학생 스스로 수행하도록 함으로써 다양한 탐구 과정을 체득하고, 과학자의 연구 과정을 이해하는 계획을 마련한다.
- (3) 학생이 스스로 탐구하여 발견의 기쁨을 체험함으로써 자발적인 탐구 의욕을 가질 수 있는 계획을 마련한다.

##### 나. 교수·학습 방법

- (1) 선행 학습과의 연계성을 고려하여 필요 없는 중복 학습이나 비약이 없도록 하고, 특히 삼각함수, 미적분 등 수학과와의 학습 내용을 고려하여 지도한다.
- (2) 학생의 기호에 따라 몇 개의 주제를 선정하고, 팀별로 학습 주제를 선택하여 탐구하고 발표하도록 하며, 교사는 학습 안내자의 역할을 한다.
- (3) 첨단 물리학 연구의 다양한 분야를 체험할 수 있도록 지도한다.
- (4) 일방적인 강의보다는 토의를 통한 학습이나 학생의 연구 결과를 발표하도록 한다.

##### 다. 교수·학습 자료

- (1) 학생 수준이나 능력에 따라 교과 내용보다 높은 수준을 학습할 수 있도록 다양한 자료를 제공한다.
- (2) 인터넷과 멀티미디어, 현장 경험, 방문, 사례 학습, 과제 학습, 신문 기사, TV 보도 자료의 활용 등을 통해 교과서에만 의존하지 않도록 한다.

## 5. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 평가의 영역에 따라 평가 기준을 다양하게 한다.
- (2) 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 평가하여 평가의 결과가 학생들의 연구 수행능력 향상에 도움을 줄 수 있도록 한다.

### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 단순한 문제 해결 능력 평가에서 벗어나, 주어진 과학적 문제 상황에서 관련 자료를 참고하여 다양한 방법으로 문제를 해결하는 문제 해결력과 과학적 창의력도 평가한다.
- (2) 물리학과 관련된 자료와 자신의 생각을 토대로 논리적·탐구적으로 올바르게 표현하는 논술 능력을 평가한다.

### 다. 평가 방법

- (1) 지필 검사, 보고서, 관찰, 면담, 모의실험, 논술을 통한 평가 등의 다양한 방법을 활용하여 물리학의 지식과 과학 탐구 기능, 과학적 태도 등을 종합적으로 평가한다.

### 라. 평가의 활용

- (1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하고 평가하여, 학생이 그 결과를 활용할 수 있도록 한다.

## 6. 교과서의 개발과 활용

가. 교과내용과 관련된 첨단 과학 관련 동영상상 CD/DVD Title로 제공하도록 한다.

나. 첨단 과학 관련 진로 탐색 자료를 포함하여 개발하도록 한다.

다. 신소재(폴러렌, 나노튜브, 그래핀), 생명(의학 물리, 뇌과학), 환경(녹색 성장, 신재생 에너지원, 전기자동차), 네트워크(인터넷, 통신, 스마트폰, SNS), 우주(로켓, 우주공학) 등이 읽기 자료로 추가되도록 개발한다.

## < 물리 실험 >

### 1. 성 격

‘물리 실험’은 물리학에 흥미와 관심이 있는 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 물리학의 실험을 직접 수행함으로써 물리학의 개념을 확고히 하고, 과학적인 탐구 능력을 함양하기 위한 과목이다. ‘물리 I’, ‘물리 II’에서 다루어진 탐구활동보다 체계적으로 실험의 기초, 역학, 전자기, 파동과 빛, 현대 물리의 영역으로 구성한다. 각 영역은 현대의 물리학 연구 분야와 관련된 실험 내용을 중심으로 하는 몇 개의 실험으로 구성한다.

‘물리 실험’은 과학기술 분야에 종사할 학생들의 흥미, 관심 분야와 학교의 상황을 고려하여 실험 내용을 선정하되, 모든 활동은 개별 또는 모듈별 실험을 통하여 학생 스스로 탐구하도록 한다.

### 2. 목 표

- 가. 물리 실험을 통하여 기본 개념을 체계적으로 이해하고 물리 이론에 대한 이해의 폭을 넓힌다.
- 나. 물리학을 탐구하는 방법을 습득하고, 연구하는 자세와 능력을 기른다.
- 다. 물리학에 대한 흥미를 가지고 자연 현상을 주의 깊게 관찰하여 문제를 발견하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 라. 물리학이 과학기술의 발달과 사회, 문화, 예술의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식한다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내용요소
실험의 기초	자료의 처리 및 해석	유효숫자와 오차
	측정의 기본	물리량의 측정, 회로시험기, 컴퓨터와 센서, 오실로스코프, 동영상 분석
	실험보고서 작성	표와 그래프 그리기, 보고서 작성

역학	힘과 운동	등가속도 직선 운동, 뉴턴의 운동 법칙, 힘의 평형, 마찰력
	운동의 분석	자유 낙하 운동, 포물선 운동, 원운동, 주기 운동
	운동량과 에너지	운동량 보존, 2차원 충돌, 일과 에너지의 관계, 역학적 에너지 보존
	열역학의 기초	열의 용해열 측정, 열의 일당량, 열팽창
전자기	정전기	마찰 전기와 정전기 유도, 쿨롱의 법칙, 축전기의 원리, 전기장과 등전위선
	전류와 전기저항	전압과 전류의 관계, 기전력과 내부저항, 휘트스톤 브리지 실험
	전류의 자기작용	전류에 의한 자기장, 자기장이 전류에 작용하는 힘, 전자기 유도
	전기회로	RL회로, RC회로, 교류 RLC 회로 실험, 반도체-다이오드 실험
파동과 빛	파동의 특성	파동의 반사·굴절, 파동의 간섭 및 회절, 정상파
	빛의 반사와 굴절	거울과 렌즈에 의한 상, 굴절과 전반사
	빛의 회절과 간섭	영의 실험, 마이켈슨 간섭계, 슬릿에 의한 회절, 분광계를 이용한 스펙트럼 관찰
	빛의 편광	편광판 실험, 입체 영상
현대 물리	빛의 이중성	광전 효과
	원자의 구조	음극선 실험, 전하의 비전하 측정, 밀리컨의 기름방울 실험, 프랑크·헤르츠 실험
	원자핵과 방사능	방사선 측정 실험, 안개상자
	신재생에너지	태양전지, 연료전지, 풍력발전 실험

## 나. 영역별 내용

### (1) 실험의 기초

#### 1) 자료의 처리 및 해석

- ① 유효숫자에 대해서 알며 유효숫자의 덧셈과 뺄셈 및 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
- ② 실험에서 측정값을 정확히 알기 위해 측정계기의 감도나 정밀도를 인식하는 것이 중요하다. 이를 알며, 측정의 정밀도를 위한 오차의 종류, 오차의 해석 및 오차의 전파에 대해 안다.
- ③ 실험을 통해 얻은 측정 결과 및 자료들을 적절한 변환을 통해 데이터를 처리하고 그 결과를 올바르게 해석할 수 있다.

#### 2) 측정의 기본

- ① 길이, 질량, 시간 등과 같은 기본적인 물리량과 전자기 실험에 필수적인 전압, 전류, 저항을 정확하게 측정하는 방법을 이해한다.

- ② 전자기 실험을 위한 회로시험기, 오실로스코프 사용 방법 등 물리 실험의 기초를 익힌다.
- ③ 온도센서, 압력센서, 운동센서 등을 사용하는 방법을 익히고, 컴퓨터와 센서를 이용하여 측정된 자료를 처리할 수 있다.
- ④ 동영상 분석을 통해 물체의 운동에 의해 변화되는 물리량을 측정하고 해석할 수 있다.

### 3) 실험보고서 작성

- ① 보고서의 특성을 이해하며 보고서의 구조와 그 내용을 설명할 수 있다.
- ② 측정 결과를 그래프로 나타내는 방법 및 자료의 처리방법을 설명할 수 있다.
- ③ 실험의 목표 및 과정을 올바르게 기술하고 실험을 통해 얻은 데이터를 이용하여 적절한 결론을 도출하는 과정을 익힌다.

## (2) 역학

### 1) 힘과 운동

- ① 힘이 일정하게 작용하는 경우의 등가속도 직선운동을 해석하고, 시간에 따른 물체의 속도와 가속도를 설명할 수 있다.
- ② 질량과 가속도의 관계를 알아보는 실험에서 일정한 크기의 힘을 물체에 작용시키는 방법을 통해 변인을 통제하는 방법을 알고, 독립 변인인 질량과 종속변인인 가속도의 관계를 통해 물체의 운동 상태를 설명할 수 있다.
- ③ 한 점에 세 힘이 동시에 작용할 경우 힘의 평형 조건을 설명할 수 있으며, 물체의 운동을 방해하는 힘인 마찰력의 크기와 두 물체 사이의 접촉면의 성질에 따르는 정지 마찰 계수의 크기를 실험을 통해 안다.

### 2) 운동의 분석

- ① 자유 낙하 운동이 등가속도 운동임을 실험을 통해 알며 중력가속도를 측정할 수 있다.
- ② 포물선 운동 결과를 수평방향의 운동과 수직방향의 운동으로 나누어 수평방향으로는 등속 운동을 하고, 수직방향으로는 등가속도 운동을 함을 실험을 통해 이해한다.
- ③ 원운동을 하는 물체의 구심력이 물체의 질량과 회전 속도, 회전 반지름, 회전 주기와 어떤 관계를 가지는지 실험을 통해 알며, 원운동을 하는 물체의 구심 가속도를 구할 수 있다.
- ④ 진자와 같은 주기운동을 분석하고 진자의 주기에 영향을 주는 요인들을 분석하여, 독립 변인과 종속변인, 그리고 변인 통제에 관한 과학적 탐구 능력을 기른다.

### 3) 운동량과 에너지

- ① 운동량이 벡터량임을 이해하고 일직선상에서 두 물체가 접촉하고 있다가 서로 밀어서 떨어질 때 운동량이 어떻게 변하는지 실험을 통해 조사하고 운동량 보존 법칙을 도출할 수 있다.

- ② 이차원에서 두 물체가 충돌할 때 충돌 전·후의 운동량의 변화를 조사하고 운동량 보존의 법칙을 도출할 수 있다.
- ③ 일과 에너지의 관계를 실험을 통하여 확인하고, 용수철 진자의 실험을 통하여 역학적 에너지의 전환 과정과 역학적 에너지 보존을 설명할 수 있다.

#### 4) 열역학의 기초

- ① 열량계를 이용해 얼음의 용해열을 측정하고 물의 상태변화에 따른 온도변화를 이해한다.
- ② 열과 일은 같은 양임을 알고 줄의 실험 장치를 이용한 실험을 통해 열의 일당량을 측정할 수 있다.
- ③ 고체의 열팽창을 이용한 선팽창 계수를 측정할 수 있다.

### (3) 전자기

#### 1) 정전기

- ① 서로 다른 두 물체의 마찰을 통해 전기가 발생함을 확인하고, 도체에서는 정전기 유도 현상이, 부도체에서는 유전 분극현상이 나타남을 이해한다.
- ② 쿨롱의 법칙 실험을 통해서 두 전하 사이의 거리와 두 전하의 전하량이 두 전하 사이에 작용하는 힘과 어떤 관계가 있는지 설명할 수 있다.
- ③ 간이 축전기를 만들어 두 극판 사이의 거리 및 면적에 따른 전기용량의 변화를 측정하고 유전물질에 따른 전기용량의 변화를 이해한다.
- ④ 다양한 전하분포에 대해서 회로시험기를 이용하여 등전위선을 그리고 전기력선을 그려봄으로써 전위와 전기장 사이의 관계를 설명할 수 있다.

#### 2) 전류와 전기저항

- ① 저항이 일정할 때, 전압과 전류 사이의 관계를 알아보고, 전압과 전류의 관계 그래프로부터 옴의 법칙을 유도할 수 있다.
- ② 건전지에 흐르는 전류와 단자 전압의 관계를 실험을 통해 알고, 회로에 흐르는 전류와 단자 전압을 측정하여 전지의 기전력과 내부 저항 및 단자 전압 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- ③ 휘트스톤브리지의 원리와 구조를 이해하고, 이를 이용하여 미지 저항체의 전기저항값을 정밀하게 측정할 수 있다.

#### 3) 전류의 자기작용

- ① 전류에 의한 자기장의 방향을 실험을 통해 알고, 전선으로부터의 거리 및 전류의 세기와 자기장과의 관계를 실험을 통해 확인한다.
- ② 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘의 방향을 실험을 통해 알고, 이때 자기력의 크기와 전류의 세기와의 관계를 이해하여 전동기의 원리를 설명할 수 있다.

③ 코일 주위에 자기장을 변화시킴으로써 코일에 기전력이 발생함을 실험을 통해 확인한다.

#### 4) 전기회로

- ① RC, RL 직렬회로에 직류전원을 연결하고 전류, 전압센서를 컴퓨터에 연결하여 시상수를 측정할 수 있다.
- ② 컴퓨터와 전류, 전압 센서를 이용한 RLC 회로 실험 등으로 전기회로의 특성을 파악하는 실험을 수행할 수 있다.
- ③ p-n 접합다이오드의 정류특성을 실험을 통해 이해하며 정류회로를 만들 수 있다.

### (4) 파동과 빛

#### 1) 파동의 특성

- ① 물결통을 이용한 실험을 통하여 수면파의 반사·굴절현상을 관찰하고 반사 법칙과 굴절법칙을 확인한다.
- ② 수면파 발생장치로부터 발생한 두 파동의 간섭현상을 관찰하여 경로차에 따른 보강, 상쇄간섭의 조건을 알고, 장애물의 틈을 변화시켜 파동의 회절을 관찰하여 틈의 간격과 파장 및 회절 조건을 이해한다.
- ③ 현에서 일어나는 정상파를 관찰하고 음파를 이용한 관에서의 정상파 실험을 통하여 정상파의 조건과 공명 현상을 설명할 수 있다.

#### 2) 빛의 반사와 굴절

- ① 거울과 렌즈를 이용하여 물체의 위치에 따라 상의 위치 및 크기를 측정하고, 상의 형성 과정을 이해한다.
- ② 빛이 매질의 경계면에서 굴절하는 현상을 관찰하고 굴절의 법칙으로부터 매질의 굴절률을 구할 수 있으며 전반사의 조건을 안다.
- ③ 볼록렌즈에 의한 상을 관찰하고 초점거리, 렌즈와 물체, 상 사이의 거리를 측정하여 렌즈 방정식을 확인한다.

#### 3) 빛의 간섭과 회절

- ① 레이저를 이용해 이중슬릿에 의한 빛의 간섭현상을 관찰하며 간섭무늬에 대한 공식을 이용하여 빛의 파장을 구할 수 있다.
- ② 마이켈슨 간섭계의 원리를 이해하고 물이나 공기와 같은 투명한 매질의 굴절률을 측정할 수 있다.
- ③ 단일 슬릿에 의한 회절, 이중 슬릿에 의한 회절, 다중 슬릿에 의한 회절 무늬가 슬릿의 폭, 슬릿의 간격, 빛의 파장에 따라 어떻게 나타나는지 실험을 통해 확인한다.
- ④ 분광계로 빛의 스펙트럼을 관찰하여 광원의 종류와 빛의 특성을 이해한다.

#### 4) 빛의 편광

- ① 복굴절, 편광 등 빛의 다양한 성질을 실험을 통해 확인한다.
- ② 편광 방식과 보색 방식에 따른 입체영상의 원리를 이해하고, 원자의 구조 등 물리에서 입체로 표현하면 좋은 대상물을 입체영상으로 만들 수 있다.

### (5) 현대물리

#### 1) 빛의 이중성

- ① 광전 효과 실험을 통해 빛의 세기와 광전류 세기 사이의 관계를 이해하고, 또한 빛의 진동수와 광전자의 운동에너지 사이의 관계로부터 빛의 입자성을 확인한다.

#### 2) 원자의 구조

- ① 음극선 실험을 통해 음극선의 성질을 이해하며, 균일 자기장 속에서 로렌츠 힘에 의한 전자의 원운동을 통해서 전자의 비전하 값을 측정할 수 있다.
- ② 밀리컨의 기름방울 실험을 통하여 전자의 전하량이 기본 전하량임을 확인한다.
- ③ 프랑크-헤르츠 실험을 통해서 원자 내부의 전자가 특정한 에너지 준위를 가지고 있음을 이해한다.

#### 3) 원자핵과 방사능

- ① 가이거뮐러계수관을 통하여 여러 가지 물질의 방사선을 측정하는 실험 등 원자력에 대한 실험을 수행한다.
- ② 간이 안개상자를 만들어 방사능 물질로부터 방출되는 여러 입자를 확인한다.

#### 4) 신재생에너지

- ① 태양전지를 이용하는 발전기 모형실험을 통해 그 효율을 구할 수 있다.
- ② 수소 연료전지를 이용하여 움직이는 자동차 모형실험으로 연료전지의 원리를 이해하고 그 효율을 구할 수 있다.
- ③ 간이 풍력발전기를 만들어 그 효율에 영향을 미치는 요인들을 찾아내어 풍력발전기 원리를 이해한다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) ‘물리 실험’은 학생 및 학교의 실정에 따라 내용을 재구성하여 실험할 수 있다.
- (2) 학생의 능력과 흥미 등을 고려하여 내용을 재구성하거나, ‘물리 II’의 실험 내용과 통합하여 운영할 수 있다.

## 나. 교수·학습 방법

- (1) 원리를 확인하기 위한 실험 지도보다는 실험을 통하여 관련된 개념과 원리를 파악하여 일반화할 수 있도록 지도한다.
- (2) 실험 활동 대신에, 주어진 자료를 분석하고 종합하여 결론을 도출하는 방법과 토론법 등의 교수·학습 방법을 활용할 수 있다.
- (3) 실험을 하기 전에 실험실 안전 수칙을 확인하여 준수하고, 사고 발생 시 대처 방안을 숙지하도록 한다. 특히, 전기 기구를 다룰 때나 위험 요소가 있는 실험은 사전에 감전, 화재, 기구 파손 등 안전사고에 대처하도록 한다.
- (4) 첨단급의 고급 물리 실험 기기, 컴퓨터 활용 실험(MBL)과 소프트웨어를 활용한 실험을 적극 활용할 수 있도록 한다.
- (5) 실험 내용에 따라서는 일반 수업 시간은 물론이고, 과외 활동이나 과제 연구 내용으로 활용할 수 있다.
- (6) 안내된 형태의 실험보다는 학생 스스로 실험 계획을 세워 수행함으로써 탐구 능력이 신장되도록 한다.

## 다. 교수·학습 자료

- (1) 지역에 따라 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.
- (2) 학생의 이해를 돕거나 흥미를 유발하기 위하여 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 인터넷 자료 등을 활용할 수 있도록 준비한다.
- (3) 첨단 과학, 과학자, 과학사 등과 관련된 자료를 활용하여 보고서 작성이 이뤄질 수 있게 준비한다.

# 5. 평 가

## 가. 평가 계획

- (1) 학생 전체에 대한 획일적인 평가가 아니라, 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 파악한다.

## 나. 평가 목표와 내용

- (1) 가설 설정, 실험 설계, 관찰 및 측정, 자료 변환, 자료 해석, 일반화 등의 탐구 영역과 기구 조작 능력을 고르게 평가한다.

## 다. 평가 방법

- (1) 인지적, 심동적, 정의적 영역이 고루 반영될 수 있도록 실기 검사, 보고서, 포트폴리오, 관찰, 면담, 지필 검사 및 멀티미디어를 통한 평가 등의 다양한 방법을 활용한다.

#### 라. 평가의 활용

- (1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하고 평가하여, 학생이 그 결과를 활용할 수 있도록 한다.

### 6. 교과서의 개발과 활용

- 가. 실험 과정을 동영상으로 촬영하여 CD/DVD Title로 제공하도록 한다.
- 나. 학생들이 직접 측정값과 결론을 기록할 수 있는 활동지를 포함하여 개발하도록 한다.
- 다. 부족한 실험 장비를 대체할 수 있는 실험 방안에 대해서도 포함하여 개발하도록 한다.

## < 고급화학 >

### 1. 성격

‘고급 화학’은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 심화된 화학 개념과 원리를 통해 물질의 구조와 성질을 통합적으로 이해하고, 일상생활이나 산업 분야에서 관찰할 수 있는 화학 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르기 위한 과목이다.

‘고급 화학’의 내용은 원자와 분자의 구조, 물질의 상태, 화학 반응, 탄소 화합물의 세계, 생활 속의 화합물과 최신 화학 등의 영역으로 하고, 화학이 ‘물리’, ‘생명 과학’, ‘지구 과학’ 등 다른 과학 분야와 밀접한 관련을 가지며, 기초과학과 응용과학 분야의 중심에 있는 학문임을 인식하도록 구성한다. ‘고급 화학’의 내용 수준은 대학의 화학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 습득하는데 바탕이 될 수 있을 정도의 수준으로 하되, 화학이 미래 사회에 비전을 주는 창조적인 학문임을 실감할 수 있도록 ‘화학 I·II’의 반복보다는 흥미 있는 최신 주제를 중심으로 구성한다.

학생들이 ‘고급 화학’의 학습을 통해 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 높이고, 융합적 사고와 창의적 문제 해결력을 증진시킬 수 있도록 하며, 최신 화학 이론과 연구 사례를 다루어 화학 연구에 대한 전문성과 학문적 탐구심을 가지고 과학 발전에 기여할 수 있도록 지도한다. 특히 과학 기술을 연구함에 있어 연구자 상호 간의 의사소통과 협력의 중요성을 강조하고, 과학 기술이 사회에 미치는 영향에 주목하도록 함으로써 사회 전체 구성원을 배려하는 인성 교육적 측면도 포함할 수 있도록 한다.

### 2. 목표

- 가. 물질 현상에 관한 보다 심화된 내용을 체계적으로 이해한다.
- 나. 화학 현상을 과학적으로 탐구하는 방법을 습득하여 화학 관련 전문 인력으로 활동할 수 있는 잠재능력을 개발한다.
- 다. 자연 현상에 호기심을 가지고, 이를 과학적으로 탐구하려는 태도를 기른다.
- 라. 화학이 기술과 사회의 발달에 미치는 영향을 바르게 인식하여 화학 관련 전공자로서 소양을 기른다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내 용 요 소
원자와 분자의 구조	원자 구조	수소 원자의 스펙트럼, 원자의 구조, 원자 오비탈, 전자 배치 등
	분자 구조	원자가 결합, 분자 오비탈, 분자 스펙트럼 등
	전이 금속과 배위화합물	전이 금속, 배위 화합물, 결정장 모형 등
	화학 결합	이온 결합, 공유 결합, 전기 음성도, 결합의 극성, 루이스 구조, 형식전하와 공명, 결합 엔탈피, 분자 구조 등
물질의 상태	기체	기체분자 운동론, 이상 기체와 실제 기체, 압축인자, 반데르발스 식, 임계상수 등
	액체와 고체	액체의 성질, 고체의 구조와 결합, 상전이 등
	용액과 콜로이드	용액의 총괄성, 분별증류, 크로마토그래피, 콜로이드 등
화학 반응	화학 열역학	엔탈피, 엔트로피, 반응의 자발성과 평형 등
	수용액에서의 평형	수용액에서의 반응, 산·염기 반응, 화학 평형, 전기화학 등
	반응속도	반응메커니즘, 반응속도에 영향을 미치는 요인 등
탄소 화합물의 세계	탄소 화합물	탄소 화합물의 구조와 성질, 합성 고분자, 입체화학, 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등
	탄소화합물 분석	적외선, 가시광선 및 자외선, 핵자기 공명, 질량 분석 자료를 이용한 화합물 확인 등
생활 속의 화합물과 최신화학	건강과 미의 화학	식품 속의 화학, 화장품, 비누와 세제, 의약품 등
	재료와 화학	신금속 재료, 고분자 재료, 세라믹/생체 재료, 에너지 산업 재료 등
생명과 화학	생명 현상의 화학	생명체의 구조적 안정성, 생명체의 에너지 생성과 이용 등
	나노 화학	나노 기술과 화학, 나노 화합물, 나노 화학의 미래 등

#### 나. 영역별 내용

##### (1) 원자와 분자의 구조

###### 1) 원자 구조

- ① 수소 원자 스펙트럼의 특징을 에너지 양자화 개념과 연계시키고, 보어 모형에서의 전자 전이를 통해 수소 원자의 선스펙트럼이 정확히 해석됨을 확인할 수 있다.
- ② 전자의 파동성에 기초한 파동 방정식의 해인 오비탈을 통해 특정 위치에서 전자가 존재할 확률을 알 수 있다는 점을 이해하고, 오비탈의 에너지와 모양을 결정하는 양자수에 대해 학습한다.
- ③ 오비탈의 에너지 준위 순서와 파울리의 배타 원리 및 훈트의 규칙을 통해 다전자 원자에서의 전자 배치를 할 수 있다.

## 2) 분자 구조

- ① 원자가 결합 이론과 분자 오비탈 이론의 관점 차이와 특징을 이해하고, 분자 오비탈에서의 전자 배치를 통해 결합의 세기, 자기적 성질 등의 물성을 설명할 수 있다.
- ② 병진 운동, 회전 운동, 진동 운동의 특징을 살펴보고, 분자와 전자기파 사이의 상호 작용의 결과인 분자 스펙트럼이 분자 구조를 파악하는데 활용될 수 있음을 이해한다.

## 3) 전이 금속과 배위 화합물

- ① 전이 금속의 전자 배치와 산화 상태, 배위 화합물의 배위수와 리간드 등에 대한 기본 개념을 습득하고, 배위 공유 결합을 혼성 오비탈에 기초하여 설명할 수 있다.
- ② 결정장 모형에서 결정장 안정화 에너지와 짝지움 에너지의 크기에 따라 전자 배치가 달라진다는 사실을 이해하고, 배위 화합물의 자기적 성질과 색깔 등의 물성을 전자 배치를 토대로 해석할 수 있다.

## 4) 화학 결합

- ① 이온쌍이 아닌 이온 결정의 경우에는 입체적인 상호 작용을 고려해야하므로 마텔링 상수의 도입이 필요함을 이해하고, 이를 통해 이온 결정의 격자 에너지를 구할 수 있다.
- ② 공유 결합 에너지에 기반을 둔 폴링의 전기음성도 개념을 도입하여 결합의 극성과 쌍극자 모멘트에 대해 학습하고, 화합물이 극성일지 비극성일지를 예측할 수 있다.
- ③ 분자나 원자단 이온의 루이스 구조를 그리는 방법을 이해하고, 이 때 각 원자에 형식전하를 부여하는 방법과 루이스 구조의 한계를 보완할 수 있는 방법인 공명 구조를 그릴 수 있다.
- ④ 중심 원자 주변의 전자쌍 간 반발을 최소화할 수 있는 구조에 기초한 ‘원자가 껍질 전자쌍 반발 이론’의 아이디어를 이해하고, 분자나 원자단 이온의 3차원적 구조를 예측할 수 있다.

## (2) 물질의 상태

### 1) 기체

- ① 이상 기체에 대한 이해를 목적으로 기체 분자 운동론 및 속력 분포 법칙을 바탕으로 분자 수준에서 기체의 압력, 평균 운동 에너지, 확산, 분출을 설명할 수 있다.
- ② 이상 기체와 실제 기체의 차이를 표현하는 방법, 실제 기체의 상태를 표현하

는 방법 등을 이해하는 과정에서 이상 기체와 구별되는 실제 기체의 특성을 이해하고 적용할 수 있다.

## 2) 액체와 고체

- ① 분자간 상호작용을 정량적으로 이해하고, 분자구조와 분자간 상호작용의 관계를 정성적으로 설명할 수 있으며, 표면장력, 모세관, 점성 등도 분자간 상호작용으로 설명할 수 있다.
- ② 고체에서는 결정격자, 틈새자리, 띠 이론 등을 이용하여 다양한 결정구조의 원리를 이해하고, 결정성 고체와 비결정성 고체의 차이를 설명할 수 있다.
- ③ 기체, 액체, 고체 사이의 상전이를 열역학적으로 이해하고, 기체에서 학습한 임계상수를 이용하여 상 개념을 확장할 수 있다.

## 3) 용액과 콜로이드

- ① 묽은 용액에서 나타나는 용액의 총괄성의 근거가 되는 라울의 법칙을 이해하고, 열역학적인 개념을 이용하여 정량적으로 설명할 수 있다.
- ② 휘발성 용질이 용해된 용액의 성질을 정량적으로 이해하고, 혼합물의 분리 방법을 분별증류와 크로마토그래피까지 확장하여 이상용액과 다른 실제 용액의 성질을 이해한다.
- ③ 일상 생활의 예를 이용하여 콜로이드 용액의 종류와 성질을 설명할 수 있다.

## (3) 화학반응

### 1) 화학 열역학

- ① 열역학 제 1법칙을 적용하여 에너지의 출입과 온도, 압력, 부피의 변화 등 간단한 물리량을 계산할 수 있다. 열역학 제 2법칙으로부터 자연계에서 일어나는 과정이 방향성이 있음을 설명할 수 있다.
- ② 일정한 온도, 압력에서 자유 에너지의 의미를 정성적, 정량적으로 이해하고, 자유 에너지가 줄어드는 방향으로 자발적 변화가 일어남을 설명할 수 있다. 자유에너지의 변화가 반응의 자발성을 알려주는 것으로부터 화학평형과의 관계를 이해하여 일상에서 직면하는 여러 가지 현상을 열역학적 개념을 이용하여 설명하고 산업계에서 열역학적 개념이 어떻게 적용되는지도 이해한다.

### 2) 수용액에서의 평형

- ① 수용액에서의 양금 생성 반응에서는 몇 가지 이온 화합물에 대한 양금 생성 반응과 용해 평형으로부터 변화의 진행 방향 및 공통이온효과에 의한 평형이동을 예측할 수 있다.
- ② 화학 평형에서는 농도, 압력, 온도가 변함에 따라 화학 평형이 이동함을 평형

상수와 자유에너지로 설명할 수 있다. 르샤틀리에의 원리는 농도, 압력 및 온도와 같은 외부 자극에 대한 평형 상태의 안정성을 설명하는 정성적인 방법임을 이해하고, 외부 조건 변화에 따른 평형 상태의 이동, 수득률 계산과 화학 평형 원리를 응용할 수 있다.

- ③ 산·염기 중화반응에 대한 이해를 목적으로 이온화도와 이온화 상수에 대한 이해를 바탕으로 산과 염기의 상대적 세기, 산·염기 중화반응, 다양성자의 산·염기 반응, 완충용액을 설명할 수 있다.
- ④ 전기 화학에서는 산화·환원반응을 기본으로 한다. 일정한 압력과 온도에서 일어나는 화학 반응에서 자유에너지 변화로부터 전기적인 일을 구할 수 있음을 설명할 수 있다. 나아가 열역학의 원리를 전기 화학 전지에 적용시켜 자유에너지 변화와 반응지수와의 관계를 통해 네른스트식을 유도하고, 전지와 전기 분해의 자발성에 대해서도 비교하여 설명할 수 있다.

### 3) 반응속도

- ① 거시적 관점에서 화학 반응 속도는 반응 조건에 따라 매우 다양함을 언급하고, 반응 속도를 나타내는 방법과 반응 속도에 미치는 농도, 온도의 영향, 그리고 반응 메커니즘에 대해 설명할 수 있다.
- ② 미시적 관점에서 반응 속도의 농도 의존도를 유효 충돌과 활성화 에너지로 설명할 수 있다. 또한 반응 속도의 온도 의존도를 이해하기 위해 아레니우스 법칙 및 맥스웰-볼츠만 분자 에너지 분포 곡선을 바탕으로 반응 속도 상수가 반응 온도에 대해 역수의 지수함수 형태로 주어진다라는 것을 설명할 수 있다.
- ③ 촉매는 활성화 에너지가 낮은 반응 경로로 반응이 진행되도록 하여 반응속도를 빠르게 함을 이해하고, 촉매의 종류를 설명할 수 있다.
- ④ 반응 메커니즘에 대해 이해하고, 다단계 반응에서 가장 느린 단계가 속도 결정단계이며, 반응 속도식에 반응중간체가 포함되지 않도록 전환할 수 있다.

## (4) 탄소 화합물의 세계

### 1) 탄소화합물

- ① 혼성오비탈을 이용하여 탄소화합물의 구조를 이해하고, 고유한 물리적 성질과 화학적 반응성을 가진 다양한 탄소화합물을 구조적 특징에 따라 분류할 수 있다.
- ② 다양한 작용기를 가지는 간단한 탄소화합물의 성질을 이해하고, 실생활에서 접할 수 있는 합성 고분자의 합성 반응과 구조 및 물리적 성질, 그리고 이용에 대하여 설명할 수 있다.
- ③ 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등 분자의 3차원적 성질을 다루는 입체화학에 대하여 이해하고 의약품 등 그 예를 실생활에서 찾아볼 수 있다.

## 2) 탄소 화합물 분석

- ① 적외선분광법, 핵자기 공명 분광법, 자외선 및 가시광선 분광법, 그리고 질량분석법 등을 이용하여 여러 가지 화합물의 조성을 확인하고 화학식과 분자의 구조를 밝혀내는 과정을 설명할 수 있다.

## (5) 생활 속의 화합물과 최신화학

### 1) 건강과 미의 화학

- ① 식품, 화장품, 위생용품, 의약품 등으로 사용되는 물질의 종류 및 화학적 구조를 알고, 이들이 인체 내에서 작용하는 화학적 원리를 이해한다.
- ② 건강과 미와 관련된 화학적 지식뿐만 아니라, 건강과 미에 대한 인간의 추구가 사회나 산업에 어떤 영향을 미쳤는지 생각해 보고 이에 대해 자신의 생각을 표현할 수 있다.

### 2) 재료와 화학

- ① 인간의 삶을 더욱 편리하고 운택하게 하기 위해 새롭게 개발된 신금속·고분자·세라믹·생체 재료들의 화학적 구조와 성질, 그 활용에 대해 이해한다.
- ② 에너지 산업에 사용되는 재료들의 화학적 원리를 이해하고, 재생 가능 에너지의 필요성에 대해 설명할 수 있다.

### 3) 생명 현상의 화학

- ① 생명체를 구성하고 있는 물질들의 화학적 구조와 기능을 알고, DNA 복제, 단백질 합성 등과 같은 모든 생명 현상이 화학 변화에 의해 일어난다는 것을 이해한다.
- ② 생명체가 에너지를 생성하고 이용하는 과정과 관련된 화학반응을 이해한다.

### 4) 나노 화학

- ① 재료의 크기가 나노 단위로 작아졌을 때 나타나는 새로운 현상들에 대해 이해하고, 이를 활용한 다양한 나노 기술에 대해 이해한다.
- ② 나노 기술의 발전이 인간의 삶을 어떻게 변화시킬 수 있을지 생각해볼 수 있다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) 화학 I, 화학 II를 통한 화학의 기본 개념을 바탕으로 보다 심화된 화학 개념을 접하여 이를 다양한 상황에 적용하고 응용할 수 있도록 구성한다.

- (2) 화학의 심화된 체계와 개념을 활용하여 다른 과학 교과와의 연계성을 충분히 강조하고, 학습 내용을 다양한 학문 영역 및 최신 학문 영역으로 확장한다.
- (3) 학생의 특성, 학교와 지역 사회의 특성 등을 고려하여 내용을 재구성하거나 다양한 학습 방법을 활용하여 지도할 수 있다.
- (4) 각 주제와 관련된 탐구 프로젝트를 학생 스스로 수행해 봄으로써 다양한 탐구과정을 경험하고, 이를 통해 과학자의 연구 과정을 이해할 수 있도록 계획한다.

#### **나. 교수·학습 방법**

- (1) 학습자의 능력 및 학교의 특성을 고려하여, 각 영역에서 필요한 주제를 선정, 재구성하여 학습자의 수준에 맞도록 지도한다.
- (2) 선행 학습과의 연계성을 고려하여 학습 내용의 불필요한 중복이나 비약이 없도록 하고, 화학의 기본 원리를 중심으로 지도한다.
- (3) 교사의 일방적인 강의보다 토의를 통한 학습이나 학생의 연구 결과를 발표하도록 한다.
- (4) 다양한 시범 실험을 통한 토의식 학습을 유도한다.
- (5) 학생의 기호에 따라 몇 개의 주제를 선정하여, 모둠별로 학습 주제를 부과하여 탐구하고 발표하도록 한다.
- (6) 각 주제 말미에 제시되는 단원 관련 탐구 프로젝트를 학생 스스로 수행해 봄으로써 다양한 탐구 과정을 경험하고, 이를 통하여 과학자의 연구 과정을 이해한다.
- (7) 야외 학습, 현장 방문, 과제 학습, 인터넷과 멀티미디어, 신문 기사, TV 보도 자료 등을 활용한 수업을 통해 교과서에만 의존하는 지식 습득을 지양하도록 한다.

#### **다. 교수·학습 자료**

- (1) 지역 특성에 따른 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.
- (2) 화학에 대한 흥미와 호기심을 높일 수 있도록 생활 주변 및 첨단 과학 관련 소재를 학습 자료로 활용한다.
- (3) 첨단 과학, 과학자, 과학 상식, 과학사 등과 관련된 자료를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 지도할 수 있도록 과학 도서 목록을 준비한다.
- (4) 학생의 이해를 돕거나 흥미를 유발하기 위하여 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 인터넷 자료 등을 활용할 수 있도록 준비한다.

## 5. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 평가는 목표의 성취 정도를 결정할 수 있는 적절한 평가 도구를 결정하여 계획적으로 이루어져야 한다.
- (2) 각 평가 도구에 따른 구체적인 평가 기준(평가 항목, 평가 방법, 반영 비율 등)을 마련하여야 하며 특히 정의적, 창의적 요소를 평가하는 경우에는 타당한 평정 기준과 척도를 설정하는 것이 매우 중요하다.

### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 화학에 관한 기본 개념에 대해 통합적이고 유기적으로 이해하고 있는지를 평가한다.
- (2) 학습상황과 다른 형태의 문제를 해결하기 위해 이해하고 있는 개념을 이용할 수 있는 능력을 평가한다.
- (3) 주어진 문제 상황에서 주어진 자료를 바탕으로 이를 해결하는 문제 해결력뿐만 아니라, 문제를 해결하는 과정에서 발휘되는 창의성도 평가한다.
- (4) 문제를 인식하고, 인식된 문제를 해결하기 위한 가설의 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 결론 도출에 이르는 과학적 탐구능력과 탐구 수행 과정에서 필요한 조작 능력을 함께 평가한다.
- (5) 과학에 대한 흥미와 호기심, 과학 학습에 대한 적극성, 타인의 의견에 대한 개방성, 타인과의 협동성과 같은 과학적 태도 등 정의적 영역을 평가한다.

### 다. 평가 방법

- (1) 평가 방법은 크게 지필평가(객관식 및 단답형, 서술·논술형), 보고서 평가(실험 보고서, 관찰보고서, 조사연구보고서), 관찰평가(체크리스트, 평정척도, 상호평가, 자기평가), 포트폴리오 평가 등을 활용할 수 있다. 특히, 평가가 교사만의 독점물이라는 생각에서 벗어나 학생들이 서로를 평가하는 상호평가를 활용한다.
- (2) 평가는 평가하려는 영역에 따라 가장 적절한 방법을 선택하여 이루어져야 하며, 필요한 경우 두 가지 이상의 방법을 함께 사용할 수 있다. 예를 들어 인지적 능력을 평가하기 위해서는 전통적인 지필 평가를 중심으로 하고, 보고서 평가를 보충하여 사용할 수 있으며, 탐구 능력을 평가하기 위해서는 보고서 평가와 관찰평가 등을 사용할 수 있을 것이다. 창의성 평가의 경우에는 체크리스트나 포트폴리오 평가를 주로 활용할 수 있다.

### 라. 평가의 활용

- (1) 평가는 학생들의 목표 성취 정도를 측정하는 것으로 끝나는 것이 아니라, 평가의 결과가 학생들의 학습상태 점검, 학습동기 강화, 교사의 학습지도 방법

의 개선 등에 다양하게 활용되어야 한다.

## 6. 교과서의 개발과 활용

- 가. 수업에 활용할 수 있는 다양한 고급화학 자료를 제공한다.
- 나. 다양한 탐구활동 모형을 제시하고, 실생활 관련된 문제 해결 활동의 기회를 제공한다.
- 다. 화합물 분석에 필요한 크로마토그래피, 분광광도계, 질량분석기 등을 다룰 수 있는 기회를 제공한다.

## < 화학 실험 >

### 1. 성 격

화학 실험은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 학생들의 화학 탐구 수행 능력 향상과 실험을 통한 화학 개념의 심도 있는 이해를 도모하기 위한 교과이다.

화학 탐구 능력을 배양하기 위하여 기초적인 실험 기능뿐만 아니라 문제를 해결하기 위하여 가설을 설정하고 변인통제를 하여 실험 설계하는 법, 올바른 화학 실험 기구의 선택과 기기를 다루는 법, 여러 가지 용액을 제조하고 적정을 수행하는 방법, 실험 데이터를 처리하는 법, 실험 결과를 비판적으로 해석하는 법 등을 강조하며, 화학 실험의 현대화에 발맞춰 컴퓨터를 활용하는 여러 가지 탐구 방법도 소개한다.

‘화학 실험’의 내용은 고등학교 '화학 I, II'와 '고급 화학'의 전 영역에 걸쳐 고르게 실험 주제들을 선택하여 화학 실험의 기초, 물질의 물리적 성질, 열화학, 화학 반응, 무기 화합물의 합성과 특성, 유기 화합물의 합성과 특성, 컴퓨터와 화학 등의 영역으로 구성한다. 각 영역은 실험을 통해서 화학의 주요 개념들을 깊이 있게 이해하고 실제 상황에 적용시킬 수 있도록 정성적 분석뿐만 아니라 정량적 분석까지 아우르는 다양한 탐구 활동을 포함한다.

화학 탐구의 과정을 통하여 과학의 본성, 화학의 폭넓은 응용성, 실험과 이론의 상호 보완성 등을 깨닫도록 한다.

### 2. 목 표

- 가. 화학 실험 기구의 특성과 용도를 이해하여 실험 목적에 맞게 선택하여 올바르게 사용할 수 있다.
- 나. 화학 개념에 근거한 가설을 세울 수 있으며 타당한 변인통제를 하여 가설을 검증하는 실험 설계를 할 수 있다.
- 다. 실험 데이터를 올바르게 수집하고 측정의 정보를 살리도록 유효숫자를 처리할 수 있다.
- 라. 실험과 이론의 밀접한 연관성을 이해하여 화학 개념으로 실험의 원리를 설명할 수 있다.
- 마. 화학 개념을 적용하여 실험 결과를 해석할 수 있다.
- 바. 비판적으로 실험의 결과를 평가하고 계통 오차와 우연 오차를 분석할 수 있다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내 용 요 소
화학 실험의 기초	실험결과와의 처리 실험실 안전 용액의 제조 기구의 조작 물질의 분리 방법	실험 보고서 작성 방법, 유효숫자 처리, 시약 취급법, 일반적인 폐기물 처리법, 안전사고 대처 방법, 실험실에서 지켜야 할 규칙, 퍼센트 용액의 제조, 몰 용액의 제조, 용액의 희석, 여러 가지 실험 기구의 특징과 사용법 및 유의점, 분별 증류, 거름, 추출, 재결정, 크로마토그래피
물질의 물리적 성질	물질의 물리량 측정 물질의 구조 분석	물질의 밀도 측정, 분별 결정, 기체의 확산 속도와 분출 속도, 기체 상수의 결정, 기체의 분자량 측정, 아보가드로수의 측정, 기체의 법칙을 이용한 액체 증기압의 측정, 결정 속의 입자 쌓임, 어는점 내림에 의한 분자량 측정, 콜로이드용액의 성질, 수소 원자 스펙트럼의 해석, 빛의 굴절을 이용한 용액의 농도 측정 등
열화학	반응열 측정 헤스의 법칙	발열 반응과 흡열 반응, 헤스의 법칙, 증발열과 연소열 등 여러 가지 반응열 측정
화학 반응	화학 평형 화학 평형의 이용 반응 속도	평형의 이동, 중화 적정, 화학 전지, 전기 분해, 산화·환원 반응, 화학 반응 속도, 촉매를 이용한 반응, 연료 전지 등
무기 화합물의 합성과 특성	무기물의 주기적 성질 각 족의 특성	원소의 주기적 성질, 양이온의 정성 분석과 특성, 전형 원소 화합물의 합성과 특성, 전이 금속 화합물의 합성과 분리 및 특성, 화합물의 정성 분석, 할로젠 화합물의 특성 등
유기 화합물의 합성과 특성	탄화수소의 특성 탄화수소 유도체의 특성 유기분광학	탄화수소, 알코올, 알데히드, 카르복시산, 에스테르, 니트로 화물, 고분자, 비누 등의 합성과 성질, IR, UV, GC 등을 이용한 시범 실험 또는 분석
컴퓨터와 화학	컴퓨터를 활용한 탐구	화학 정보 탐색, 화학 관련 소프트웨어 활용, 컴퓨터를 이용한 데이터 수집 장치 등

#### 나. 영역별 내용

##### (1) 화학 실험의 기초

- ① 특정 단원에서 다룰 수는 없으나 화학 탐구에 기본적으로 필요한 지식과 태도를 익혀 실험을 원활히 수행하고 올바르게 실험 보고서를 작성할 수 있다.
- ② 측정에서 유효 숫자가 실험 기구의 선택에 따라 달라질 수 있음을 이해하고, 데이터 처리 과정에서 유효 숫자 처리 원칙에 맞게 계산 결과를 나타낼 수 있다.

- ③ 실험실 안전 규칙, 위험한 물질의 취급법, 응급처치 요령을 익혀 안전하게 실험을 수행을 있고, 실험 후 폐기물 처리 원칙에 따라 폐기물을 처리하여 환경오염을 예방할 수 있다.
- ④ 간단한 유리 기구를 제작할 수 있으며, 유리 기구를 올바르게 세척하고 건조할 수 있다.
- ⑤ 여러 가지 농도의 개념과 용액의 희석 방법을 이해하여 실험에 필요한 표준 용액을 조제할 수 있으며, 대표적인 산과 염기 용액 그리고 지시약을 제조할 수 있다.
- ⑥ 화학 실험 기구의 특징을 이해하여 실험에서 요구되는 정밀도와 목적에 따라 액체의 부피 측정 도구나 온도계 등을 선택할 수 있다.
- ⑦ 고체 및 액체 시약을 옮기는 방법, 시험관을 다루는 방법, 비커나 플라스크를 가열하는 방법 등을 이해하여 각종 실험 기구를 올바르게 안전하게 사용할 수 있다.
- ⑧ 분별 증류법, 거름종이 접는 법, 여러 가지 거름법, 추출법, 종이 크로마토그래피, 얇은 막 크로마토그래피, 고성능 액체 크로마토그래피, 기체 크로마토그래피 등의 원리와 구체적인 방법을 이해하여 혼합물을 분리할 수 있다.

## (2) 물질의 물리적 성질

- ① 순물질은 고유의 입자들로 구성되어 일정한 질량을 가지고 온도에 따라 일정한 부피를 가지며 일정한 조건에서 확산되는 속도, 용매에 녹는 정도 등 고유한 물리적 성질을 가진다. 이러한 물질의 물리적 성질을 측정함으로써 입자로서의 물질 개념을 확립하고, 화학 양적 관계를 설명할 수 있다.
- ② 물질의 물리적 성질을 알아보기 위한 다양한 측정과 분석 활동을 수행할 수 있으며, 스펙트럼을 분석하여 물질의 구조를 파악할 수 있고, 특히, 원자의 구조를 이해하기 위해 가시광선 분광기를 활용하여 수소 원자의 스펙트럼을 관찰하고 해석할 수 있다.
- ③ 기체의 분자 운동과 기체 상태 방정식에 근거하여 기체의 확산 속도를 측정하고, 기체 상수와 기체의 분자량을 측정할 수 있다.
- ④ 고체의 구조를 파악하기 위해 고체의 밀도를 측정하고, 고체 입자 쌓임 모형을 만들어 고체의 결정구조를 설명할 수 있다.
- ⑤ 액체의 증기압을 측정할 수 있으며, 용해도차를 이용한 용액의 분별결정, 총괄성을 이용한 어는점 내림과 끓는점 오름, 삼투압, 콜로이드 용액의 성질에 대한 실험을 수행할 수 있다.

## (3) 열화학

- ① 화학 반응에서는 물질의 변화와 더불어 에너지의 출입이 수반된다. 그러므로 화학 반응에서 출입하는 열에너지의 양을 측정하여 반응물과 생성물의 에너지 관계를 설명할 수 있다.
- ② 특히, 물질의 연소열, 반응열 등을 정밀한 측정 장치(보메 열량계 등)를 활용하여 정량적으로 측정할 수 있다. 이러한 활동에서 MBL 장치를 이용하여 자료를 수집하고, 분석할 수 있다.
- ③ 열화학에서 헤스의 법칙(총열량 불변의 법칙)을 활용하여 실제 측정하기 어려운 반응의 반응열을 다양하고 창의적으로 실험 방법을 설계하고 측정할 수 있다.

#### (4) 화학 반응

- ① 여러 가지 화학 반응에서 반응물과 생성물의 양적 관계를 다루는 화학 평형론과 함께 반응의 속도론적 측면을 설명할 수 있다.
- ② 우리 주변에서 쉽게 관찰할 수 있는 화학 반응 중 대표적인 산·염기의 반응, 산화·환원 반응의 특징을 설명할 수 있다.
- ③ 화학 평형에서는 가역 반응과 비가역 반응의 예를 찾아보고, 가역 반응에서 평형 농도를 측정하여 화학반응의 평형상수를 구할 수 있다.
- ④ 외부 조건의 변화에 따라 화학 평형계가 교란되는 실험을 통해 평형 이동과 수득물의 변화를 설명할 수 있다.
- ⑤ 초기 속도법, 시계 반응법 등 다양한 방법으로 화학 반응 속도를 측정할 수 있으며, 농도, 온도, 촉매에 의해 반응 속도가 어떻게 달라지는지 설명할 수 있다.
- ⑥ 용액의 전기 전도도를 통해 산·염기의 세기를 측정하고, pH미터, pH시험지 등의 다양한 방법으로 용액의 액성을 측정할 수 있다.
- ⑦ 지시약의 성질, 염의 가수분해를 이해하여 올바르게 중화 적정 실험을 수행할 수 있다.
- ⑧ 금속과 산의 반응을 통해 산화·환원 반응의 원리를 설명할 수 있고, 여러 가지 산화제와 환원제의 산화 환원 반응성을 비교할 수 있으며, 다양한 화학 전지를 꾸미고 전위차를 측정할 수 있다.
- ⑨ 화학 전지와 반대 과정인 전기 분해에서 패러데이 법칙과 도금 현상을 설명할 수 있다.

#### (5) 무기 화합물의 합성과 특성

- ① 원소의 주기적 성질을 알아보고, 무기 화합물의 특성을 이해하고 합성할 수 있다.
- ② 원소의 주기적 성질을 이해하기 위해 대표적인 금속인 알칼리 금속과 대표적인 비금속인 할로겐의 반응성을 확인하여 설명할 수 있다.
- ③ 전형 및 전이 금속 화합물의 특성을 이해할 수 있는 정성 분석과 이온결합 물질의 화학식 결정법 같은 정량 분석을 수행할 수 있다.
- ④ 침전 반응을 이용한 여러 가지 양이온과 음이온의 정성 분석과 물에 용해된 금속 양이온의 정량 분석을 수행할 수 있다.

#### (6) 유기 화합물의 합성과 특성

- ① 다양한 공유결합을 통하여 간단한 메탄에서부터 수백억 개의 탄소를 포함하고 있는 복잡한 분자를 형성하는 탄소 화합물의 특성을 설명할 수 있다.
- ② 몇 가지 대표적인 유기 화합물의 제법과 성질 및 유기 화학 반응에 대해 설명할 수 있다.
- ③ 간단한 불포화 탄화수소를 합성할 수 있으며, 포화 탄화수소와 불포화 탄화수소의 반응성의 차이를 실험을 통해 비교할 수 있다.
- ④ 기기 분석과 화학적 분석을 통해 알코올, 알데히드, 케톤, 페놀류, 카르복시산의 성질을 구별하고 설명할 수 있다. 특히 대표적인 유기 화학 반응으로 알코올의 산화 반응, 아세톤의 요오드포름 반응, 카르복시산의 에스테르화 반응을 수행할 수 있다.

- ⑤ 아스피린, 비누, 나일론,化粧품을 직접 합성하는 실험을 통해 유기 화합물이 생활 속에서 차지하는 비중을 체득하여 이해한다.

**(7) 컴퓨터와 화학**

- ① 날로 현대화 되는 화학 탐구 방법의 추세에 따라 컴퓨터를 실험에 활용하여 인터넷을 이용한 화학 정보 탐색, 소프트웨어를 이용한 화학 구조식 그리기, 시뮬레이션을 이용한 가상 실험, MBL과 같은 컴퓨터를 이용한 데이터 수집과 처리 활동 등을 할 수 있다.
- ② 이 영역은 별도의 영역으로 설정하여 활동할 수도 있지만, 앞의 실험 활동 중간 중간에서 필요에 따라 필요한 부분만 발췌하여 활동할 수 있다.

**4. 교수·학습 방법**

**가. 교수·학습 계획 수립**

- (1) 교과서 순서대로 가르치기보다 학교 및 학습자의 능력을 고려하여, 각 영역에서 필요한 주제를 선택 및 재구성하여 교수 학습 계획을 수립한다.
- (2) 개별 실험이나 2인 1조 실험을 권장하고, 간단한 여러 가지 활동을 할 경우에는 순회 실험을 활용하여 시간을 효율적으로 활용한다.
- (3) 학습 집단의 크기와 실험실 준비 상황에 맞춰 실험의 목표를 달성할 수 있는 보다 효율적인 방법을 모색한다.

**나. 교수·학습 방법**

- (1) 원리를 확인하기 위한 실험 지도보다는 실험을 통하여 관련된 개념과 원리를 파악하여 일반화할 수 있도록 지도한다.
- (2) 실험 실습 교과목의 특성을 살려 학생 주도의 탐구 활동을 통한 학습이 되도록 한다.
- (3) 제시된 실험 과정을 따르기보다 새롭게 실험을 설계하고 실험 방법 자체를 분석하거나 개선하는 과정을 통해 학습자의 창의력을 충분히 발휘할 수 있도록 지도한다.
- (4) 실험 결과의 획득에 그치는 것이 아니라 결과를 분석하고 발표하는 토의식 학습을 통해 결론을 도출하고, 상호 의사소통의 기회를 가지는 교수·학습 방법을 활용한다.
- (5) 학습자 스스로 탐구 과제를 설정하고 수행하는 개방형 탐구를 통해 다양한 탐구 과정을 경험하고, 이를 통하여 과학자의 연구 과정을 이해한다.
- (6) 실험을 하기 전에 화학 약품, 파손되기 쉬운 실험 기구, 가열 기구 등을 다룰 때 주의할 사항과 실험실 안전 수칙을 반드시 교육하여 안전사고를 예방하고, 사고 발생 시 대처 방안을 미리 수립한다.
- (7) 휘발성 물질 사용 시에는 환기에 유의하고, 실험 후의 폐기물은 환경오염을

최소화하도록 처리한다.

#### 다. 교수·학습 자료

- (1) 실험 교과이므로 실험 활동을 통해 학습이 이루어지도록 충분한 실험 실습 기구를 확보한다.
- (2) 모범적인 실험 동영상 확보하거나 사진을 찍어 토의에 활용한다.
- (3) MBL 실험 장치와 인터넷을 활용하여 질 높은 탐구활동을 추구한다.

### 5. 평 가

#### 가. 평가 계획

- (1) 개념의 위계와 학습 지도 계획을 고려하여 평가의 시기를 결정한다.
- (2) 각 실험에서 평가하고자 하는 화학 개념 요소, 실험 방법 요소 그리고 실험 태도 요소를 명확히 한다.
- (3) 지필 평가와 수행 평가의 비율, 각 평가의 방법을 학기 초에 명확히 한다.

#### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 학습자 개인의 화학 개념의 이해와 응용 능력을 평가한다.
- (2) 문제 해결력과 문제 해결 과정 중에 나타나는 창의력을 평가한다.
- (3) 실험 기구 조작 능력과 실험 수행 능력을 평가한다.
- (4) 데이터 처리 능력과 결과 분석 능력을 평가한다.
- (5) 계속 탐구하려는 의욕, 상호 협동, 증거 존중 등 과학적 태도를 평가한다.

#### 다. 평가 방법

- (1) 평가는 선다형, 서술형 및 논술형, 보고서 검토와 같은 지필 평가 이외에도 실험 교과 특성 반영하여 관찰, 실기 평가, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.
- (2) 타당도와 신뢰도가 높은 평가가 되도록 가능하면 공동으로 평가 도구를 개발하여 활용한다.

#### 라. 평가의 활용

- (1) 평가의 결과에 근거하여 다음 교수 학습 계획을 수립한다.
- (2) 평가의 결과를 학생들에게 피드백하여 다음 학습 계획에 반영되도록 한다.

## 6. 교과서의 개발과 활용

- 가. 다양한 소재를 이용한 참신한 활동으로 내용을 구성하고, 원리를 확인하기 위한 실험보다는 실험을 통하여 관련된 개념과 원리를 파악하는 활동으로 구성한다.
- 나. 다양한 실험 기구의 조작을 경험하고 여러 가지 측정 방법을 활용한 실험을 포함시켜 화학 실험 수행 능력을 향상시키도록 한다.
- 다. 첨단 과학과 관련된 내용을 소개하여 화학 연구에 보편적으로 이용되는 화학 실험 기기와 컴퓨터를 활용하도록 개발한다.
- 라. 여러 가지 방법의 탐구 활동 모형을 제시하고, 다양한 수준의 개방형 탐구 활동으로 구성하여 학생들이 창의적인 문제 해결 활동에 직접 참여할 기회를 제공한다.

## 〈 고급 생명 과학 〉

### 1. 성격

‘고급 생명 과학’은 ‘생명 과학 I’, ‘생명 과학 II’를 통하여 생명 현상 전반에 대한 기초 개념을 습득한 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생이 유전체와 같은 최신의 생명 과학을 접하고, 보다 전문적인 생명 과학 개념을 분자적 수준에서 통합적으로 이해하며, 생명 과학의 관심 있는 주제에 대해 과학적으로 탐구하는 능력을 길러 앞으로의 연구 분야에 생명 과학의 지식을 활용할 수 있도록 준비하는 과목이다.

‘고급 생명 과학’의 내용은 크게 세포의 에너지, 생물의 조절과 반응, 유전자의 구조와 발현, 생명공학의 기술과 응용의 4개 영역으로 나누어지고, 각 영역은 다시 몇 개의 핵심적인 주제로 구성된다. ‘고급 생명 과학’의 내용 수준은 대학의 생명 과학 분야 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 습득하는데 바탕이 될 수 있을 정도의 수준으로, ‘생명 과학 I’, ‘생명 과학 II’ 수준보다는 높고 대학의 ‘일반 생명 과학’ 수준보다는 낮게 구성하여 각 교과목의 수준들이 연계성을 갖도록 한다.

‘고급 생명 과학’의 학습은 창의적으로 문제를 해결하는 활동의 기회를 접할 수 있는 다양한 탐구 과제를 제공하고, 생명 현상에 대한 전문적 소양과 생명 과학 탐구 능력을 신장시켜 생명 과학 발전에 헌신할 수 있는 의식과 적극적인 태도를 기르는데 주안점을 둔다.

### 2. 목표

가. 생명 현상에 관한 보다 심화·발전된 최신의 학문적 개념을 체계적으로 이해한다.

나. 다양한 생명 현상을 과학적으로 탐구하는 방법을 습득한다.

다. 생명 현상에 호기심을 가지고, 창의적·과학적으로 탐구하는 태도를 기르며, 이를 일상생활의 문제해결에 활용하는 능력을 기른다.

라. 생명 과학이 과학기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식한다.

### 3. 내용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내용 요소
세포의 에너지	세포의 구성 분자	유기화합물, 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산의 화학적 구조와 특성
	광합성	광합성의 원료와 생성물, 엽록체의 미세 구조, 전자 전달계와 ATP 합성, 암반응 과정, C <sub>4</sub> 식물과 CAM 식물의 환경 적응

	세포 호흡	해당 과정, TCA 회로, 전자 전달계와 ATP 합성, 탄수화물, 지방, 단백질의 산화, 물질 생합성, 세포 에너지의 이용
생물의 조절과 방어	신경에 의한 조절	신경 세포의 구조, 신경 세포의 막 전위 변화, 전도와 전달, 시냅스와 신경 전달 물질, 학습과 기억의 원리
	화학적 조절	동물·식물 호르몬의 종류와 기능, 호르몬의 작용 기작, 식물의 광주기성
	면역	림프구의 종류와 기능, 비특이적 방어 기능, 특이적 방어 기능, 면역과 질병, 면역과 암, 면역의 응용, 단일 항체의 이용, 식물의 방어 작용
유전자의 구조와 발현	염색체	세포 분열과 염색체의 행동, 세포 주기와 분열의 조절, 염색체의 구성과 미세 구조
	유전자의 구조와 역할	염색체와 유전자의 관계, 유전체의 구조, 유전자의 역할, 핵산의 구조, 유전 정보의 저장과 복제
	유전자의 발현과 조절	RNA의 종류와 합성, 유전 암호의 해독, 단백질의 합성 과정, 유전자 발현의 조절, 유전체의 진화
	발생과 유전자 발현	발생과 유전자의 활동, 형태 형성, 발생과 유도 작용, 세포의 분화, 성장과 노화
생명 공학의 기술과 응용	생명 공학의 기술	세포 공학, 유전 공학, 유전체의 해독, 생물 정보학, 생체 정보와 관련된 생명 공학 기술
	생명 공학과 인류의 미래	생명 공학의 전망, 생명 윤리

## 나. 영역별 내용

### (1) 세포의 에너지

#### 1) 세포의 구성 분자

- ① 세포를 구성하는 유기화합물, 즉 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산 등의 화학적 구조와 그 특성을 안다.
- ② 단백질의 구조와 기능을 연관지어 이해한다.

#### 2) 광합성

- ① 전자현미경을 이용하여 엽록체의 미세구조를 관찰하고, 광합성의 명반응에서 빛에너지의 흡수에 따른 전자흐름 과정을 이해한다.
- ② 광합성의 암반응에서 탄소환원회로의 중간대사물의 생성과 변화를 이해한다.
- ③ 광호흡 현상을 학습하고, 식물의 환경에 대한 적응의 측면에서 C4식물과 CAM식물을 이해한다.

#### 3) 세포 호흡

- ① 전자현미경을 이용하여 미토콘드리아의 미세구조를 관찰하고, 호흡의 해당과정에서의 기질수준 인산화에 대해 이해한다.
- ② TCA회로의 각 경로에서 중간산물의 생성과 변화에 대해 이해한다.

- ③ 전자전달계에서의 ATP합성원리를 화학삼투설과 관련지어 이해한다.
- ④ ATP 합성효소의 ATP 합성원리에 대한 탐구과정을 통해 ATP 합성의 원리를 안다.
- ⑤ 포도당 이외의 유기화합물의 분해 및 합성 과정을 안다.

## (2) 생물의 조절과 방어

### 1) 신경에 의한 조절

- ① 신경세포의 막 전위 변화에 대해 세포막에서의 이온 이동의 관점에서 이해한다.
- ② 활동 전위의 전도와 시냅스에서의 신경전달물질을 이온 중심으로 이해하며, 흥분성 시냅스와 억제성 시냅스에 대해 안다.
- ③ 아편 수용체의 발견에 대한 탐구과정을 이해하고, 중추 신경의 자극 전달을 조절하는 약물 및 학습과 기억의 원리에 대해 분자적 수준에서 이해한다.

### 2) 화학적 조절

- ① 멜라닌세포 자극호르몬에 대한 탐구과정을 이해하고, 호르몬의 작용기작을 안다.
- ② 스테로이드계 호르몬과 단백질계 호르몬을 구별하고 이 둘을 비교한다.
- ③ 식물 호르몬의 종류와 기능 및 피토크롬과 광주기성에 대해 이해하고 식물의 화학적 조절 기작을 안다.
- ④ 적색광과 근적외광의 조사순서가 종자의 발아에 미치는 영향에 대한 탐구활동을 통해 식물의 종자 발아에 있어 피토크롬의 역할을 이해한다.

### 3) 면역

- ① 면역의 비특이적 방어와 특이적 방어를 구별하고, 림프구의 종류와 기능을 안다.
- ② 초파리의 단일 항미생물펩티드에 대한 탐구과정을 이해하고, 선천성 면역의 개념을 안다.
- ③ 체액성 면역과 세포성 면역을 구별하고, 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.
- ④ 면역 기능 이상과 관련된 질환의 다양한 사례 및 발병 기작을 살펴보고, 면역체계와 암의 중요성을 이해한다.

## (3) 유전자의 구조와 발현

### 1) 염색체

- ① 세포분열의 필요성을 알고, 세포주기의 각 단계의 특징 및 세포주기

조절 원리를 이해한다.

- ② 보리시와 그의 동료들의 연구를 통해 세포분열시 염색체가 분리되는 원리를 이해한다.
- ③ 원핵세포와 진핵세포의 염색체 구성 물질 및 미세 구조적 차이를 안다.

## 2) 유전자의 구조와 역할

- ① 그리피스와 그의 동료들의 연구 등과 같이 핵산이 유전물질이라는 실험적 증거들을 학습하고, DNA와 염색체, 유전자의 관계를 안다.
- ② 종에 따라 유전체의 크기 등이 다름을 안다.
- ③ 다세포 진핵생물이 갖는 비암호화 DNA의 종류와 다유전자군의 특성을 안다.
- ④ 메셀슨과 스탈의 실험을 통해 DNA의 반보존적 복제 특성을 이해한다.
- ⑤ 선도가닥과 지연가닥에서의 DNA 복제 과정 차이를 안다.
- ⑥ DNA 복제 과정 중 발생한 오류를 교정하는 DNA 중합효소의 기능을 안다.

## 3) 유전자의 발현과 조절

- ① 비틀과 데이텀의 연구를 해석하여 유전자와 단백질의 관계를 이해한다.
- ② 유전자 전사 및 단백질 합성의 과정을 상세하게 이해한다.
- ③ 원핵생물과 진핵생물에서 유전자 발현이 조절되는 원리를 핵 속에서의 조절, 전사 과정에서의 조절, 전사 후 과정에서의 조절, 번역 과정에서의 조절, 번역 후의 조절 등으로 나누어 이해한다.
- ④ 돌연변이, 바이러스 등에 의해 유전 정보가 달라지는 기작 및 유전자 질환에 대해 예를 들어 설명한다.
- ⑤ DNA 중복, 재배열, 돌연변이 등에 의하여 유전체가 진화되는 원리를 이해한다.
- ⑥ 서로 다른 종간의 유전체 비교를 통해 계통학적 근연관계를 추측한다.

## 4) 발생과 유전자 발현

- ① 발생의 과정에 대해 유전자의 활동과 관련하여 이해하며, 물리적, 화학적, 생물학적 요인에 의한 유전자의 연속적, 차등적 발현과 발생의 조절에 대해 이해한다.
- ② 동물의 기본 구조가 형성되는 형태형성의 과정을 이해한다.
- ③ 특정 신호에 의한 유도 작용 및 세포분화의 일반적 원리를 이해한다.

## (4) 생명 공학의 기술과 응용

### 1) 생명 공학의 기술

- ① 세포와 조직을 배양하는 과정에서 염색체나 유전자의 인위적인 조작

등의 세포 공학 기술을 안다.

- ② 유전자 재조합 기술이 무엇이며, 이때 사용되는 제한 효소의 기능과 종류를 안다.
- ③ 식물의 단일세포 배양, 동물의 핵 이식에 관한 연구사례를 학습하고, 동식물의 복제의 원리를 이해한다.
- ④ 전체 유전체 해독을 위한 접근 방법을 안다.
- ⑤ 유전체 분석 자료의 관리 과정을 알고, 이를 활용한 첨단 연구 분야인 프로테오믹스, 시스템생물학 등의 최신 학문에서 하는 일이 무엇인지 안다.

## 2) 생명 공학과 인류의 미래

- ① 유전자 치료의 방법의 예를 들고, 유전자 치료 및 인간 게놈 프로젝트의 의미와 문제, 미래에 대해 토의한다.
- ② 생명 공학의 윤리적, 사회적 측면에서 일으킬 수 있는 문제점들을 나열하고 이에 대한 자신의 주장을 발표한다.

## 5. 교수 · 학습 방법

### 가. 교수 · 학습 계획 수립

- (1) 학습자의 능력과 학교의 실정을 고려하여, 각 영역에서 필요한 주제를 선정, 재구성하여 학습자의 수준에 맞도록 학습계획을 수립한다.
- (2) 특정 분야에 관심과 소질이 있는 경우에는 흥미와 관심을 최대한 계발할 수 있도록 개별 지도나 개인 연구 등의 프로그램을 적절히 연계 · 활용하여 계획한다.
- (3) 생명 현상의 원리와 개념에 대한 궁극적인 이해가 될 수 있도록 개념과 원리가 발전되고 확장되어 가는 과정을 체계적으로 지도하도록 계획한다.
- (4) 최근 생명 과학의 발전 상황을 충분히 소개함으로써 생명 과학이 인류가 당면한 많은 문제를 해결할 수 있음을 이해하도록 하고, 생명 과학 분야의 진로를 탐색하는데 도움이 되도록 설계한다.

### 나. 교수 · 학습 방법

- (1) 생물을 다룰 때에는 생명을 존중하고 아끼는 태도를 강조하며, 과학과 윤리성의 관계를 부각시켜 올바른 생명관을 가지도록 한다.
- (2) 학생 스스로 각 주제와 관련된 탐구 과제를 선정하고 그에 따른 탐구과정을 수행하도록 하여, 다양한 탐구활동을 경험하고 과학자의 연구 과정을 간접적으로 체험하도록 지도한다. 아울러 연구 과정에서 과학자의 연구 윤리의식을

지도한다.

- (3) 교사의 일방적인 강의보다는 토의 학습, 연구 발표 등 다양한 교수 방법을 활용하여 학습 효과를 극대화시킨다.
- (4) 학생이 스스로 탐구하여 발견의 기쁨을 체험함으로써 자발적인 탐구 의욕을 가지도록 한다.
- (5) 학생이 교과내용을 단편적인 생물학 지식을 넘어 물리, 화학과 연계하여 통합적으로 사고하고, 기술, 예술 등 다른 분야와 융합된 지식을 구성할 수 있도록 한다.

#### 다. 교수·학습 자료

- (1) 야외 학습, 현장 경험, 방문, 사례 학습, 과제 학습, 신문 기사, TV 보도, 인터넷과 멀티미디어 자료의 활용 등을 통해 다양한 방법으로 생명 과학의 지식을 습득할 수 있도록 한다.
- (2) 실험이나 탐구 활동이 불가능한 경우에는 컴퓨터 보조 프로그램이나 시뮬레이션 및 관련 연구 기관과 연계하여 간접 경험을 갖도록 한다.

## 6. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 교과와 성격과 목표를 반영하여, 최신의 생명 과학 개념을 분자적 수준에서 통합적으로 묻는 수준 및 내용의 평가를 구성해야 한다.
- (2) 단일화된 평가 방법보다는 다양한 평가 방법을 시행해야 하며, 평가 항목에 따라 적합한 평가 방법을 설계해야 한다.
- (3) 창의적으로 문제를 해결하는 다양한 탐구활동이 평가와 연계될 수 있도록 한다.
- (4) 생명 현상에 대한 전문적 소양과 생명 과학 탐구 능력뿐만 아니라 생명 과학 발전에 헌신할 수 있는 의식과 적극적인 태도를 균형 있게 평가할 수 있도록 설계해야 한다.

### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 학생이 생명 현상에 관해 보다 심화, 발전된 최신의 학문적 개념을 체계적으로 이해하고 있는지를 판별할 수 있는 정도의 수준으로 평가가 이루어져야 한다.
- (2) 인지적 영역뿐만 아니라 다양한 생명현상을 과학적으로 탐구하는 방법 습득 여부, 생명 현상을 과학적으로 탐구하려는 태도 등을 평가한다.
- (3) 생명 과학 지식을 일상생활의 문제 해결에 활용할 수 있는지를 평가한다.
- (4) 생명 과학이 과학 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식하고 있는지 평가한다.

## 다. 평가 방법

- (1) 지필 검사, 보고서, 면담, 멀티미디어를 통한 평가 등의 다양한 방법을 활용하여 생명 과학의 지식과 과학 탐구 기능, 과학 탐구 과정, 문제 해결력, 창의력 등을 종합적으로 평가한다.
- (2) 생명 과학과 관련된 자료와 자신의 생각을 토대로, 논리적·탐구적으로 이를 올바르게 표현하는 논술 능력을 평가한다.
- (3) 학습자 전체에 대한 획일적인 평가보다는 개개인의 학습 진행 정도를 평가한다.

## 라. 평가의 활용

- (1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하여 학생들이 평가의 주안점을 염두하고 평가를 대비하도록 하며, 평가의 결과를 학생들이 피드백하고 활용할 수 있도록 한다.
- (2) 평가는 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획의 수립, 지도 방법의 개선 등에 활용한다.
- (3) 평가의 결과는 학생들의 과학 관련 진로 지도 등에 활용한다.

## 7. 교과서의 개발과 활용

가. 교과서 개발의 대상은 과학 계열 고등학교 학생 및 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생들로 한다. 따라서 7차 교육과정 시 개발되었던 교과서보다 수준을 다소 하향화한다.

나. 각 주제별로 1~3개의 대표적인 연구를 탐구 형식으로 제시하여, 학생들로 하여금 과학자들의 여러 가지 연구 사례를 접하며, 과학자들의 탐구과정을 이해하도록 한다. (제시할 연구사례는 “참고” 참조 바람)

다. ‘대단원2. 생물의 조절과 반응’ > ‘화학적 조절’에 “식물의 광주기성”에 대한 내용을 추가한다. 빛에 대한 반응이 식물의 생존에 매우 중요하다는 측면에서, 청색광 수용체, 피토크롬, 적색광, 근적외광, 일주기성, 광주기성과 개화 등의 개념이 포함되도록 한다.

라. ‘대단원3. 유전자의 구조와 발현’ > ‘염색체’에 “세포주기와 암”에 대한 내용을 추가하여 세포주기와 암을 연관 지은 설명을 포함시킨다. 부록이나 읽기자료 등을 활용한다.

마. ‘대단원3. 유전자의 구조와 발현’ > ‘유전자의 구조와 역할’에 “유전체의 구조”에 대한 내용을 추가한다. “유전체의 구조”에는 종에 따라 유전체의 크기, 유전자수, 유전자 밀도가 다르다는 개념과, 다세포 진핵생물의 전이성 인자, 반복서열DNA, 다유전자군 등의 개념이 포함되도록 한다.

바. ‘대단원3. 유전자의 구조와 발현’ > ‘유전자의 발현과 조절’에 “유전체의 진화”에 대한 내용을 추가한다. “유전체의 진화”에는 DNA의 중복, 재배열, 돌연변이 등에 의한 유전체 진화의 원리를 다루며, 염색체 구조 변화, DNA 중복,

엑손 셔플링, 전이성 인자에 의한 진화 등의 개념이 포함되도록 한다. 또 서로 다른 중간 유전체의 유사성이 높을수록 계통학적 유사성이 높다는 내용을 포함하도록 한다.

사. ‘대단원3. 유전자의 구조와 발현’ > ‘발생과 유전자 발현’ 중 “세포의 분화” 영역에서 세포의 분화를 암과 연관 지은 설명을 포함시킨다. 부록이나 읽기자료 등을 활용한다.

아. ‘대단원4. 생명 공학의 기술과 응용’ > ‘생명공학의 기술’에 ”유전체의 해독과 생물 정보학“에 대한 내용을 추가한다. 인간게놈프로젝트와 관련하여 유전체를 해독하는 접근법, 샷건 접근법, 생물정보학, 시스템생물학 등의 개념이 포함되도록 한다.

## < 생명 과학 실험 >

### 1. 성 격

‘생명 과학 실험’은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생들을 대상으로 하며, 생명 현상에 관한 다양한 실험을 통하여 탐구적 사고력과 실험 실습 기능을 습득하고, 생명 과학의 주요 개념과 기본 원리를 경험적 탐구 과정을 통하여 명확히 이해하며, 과학자로서 탐구 정신과 태도를 기르기 위한 과목이다.

‘생명 과학 실험’의 내용은 생물의 구조와 기능, 물질 대사, 자극과 반응, 생식과 발생, 유전과 진화, 생물과 환경, 생명 공학 등의 영역으로 구성하고, 각 영역은 다시 몇 개의 핵심적인 주제로 구성한다.

‘생명 과학 실험’은 학생의 수준과 관심 분야를 고려하여 실험 내용을 선정하고 지도하도록 하며, 모든 활동은 개별 또는 모둠별 실험을 통하여 학생 스스로 탐구할 수 있도록 한다. 각 실험에서는 문제 인식 및 가설 설정, 실험 설계, 실험 수행, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등의 탐구 과정을 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등의 창의력 요소를 결합시켜 수행하도록 하며, 생명 현상에 대한 흥미와 생명 과학에 대한 보다 높은 학문적 탐구심을 유발할 수 있도록 첨단 생명 과학과도 관련지어 학습한다.

### 2. 목 표

- 가. 생명 과학 실험을 통하여 생명 과학의 다양한 영역에 대한 관련 개념을 종합적으로 이해한다.
- 나. 생명 과학 실험을 통하여 다양한 생명 현상을 연구하는 데 필요한 탐구 능력과 창의력을 기르고, 이를 일상생활에 적용한다.
- 다. 생명 과학에 대한 흥미를 가지고 자연 현상을 주의 깊게 관찰하여 문제를 발견하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내용 요소
생물의 구조와 기능	세포와 세포막	현미경 관찰, 식물세포, 동물세포, 삼투압, 삼투현상, 원형질분리, 원형질복귀,
	조직과 기관	식물의 생식기관, 척추동물 해부, 무척추동물 해부
물질대사	효소의 특성	효소, 촉매작용, 온도와 pH변화에 따른 반응속도
	광합성	광합성률
	세포 호흡	세포 호흡률, 효모의 발효, 유기호흡, 무기호흡, 혈액의 원심분리
자극과 반응	동물의 반응	자극에 대한 동물의 반응, 사람의 반사 작용
	식물의 반응	굴중성, 굴광성
생식과 발생	세포 분열	체세포 분열, 감수 분열
	수정과 발생	속씨식물의 수분, 꽃가루관의 발아, 조직의 발생, 기관의 발생
유전과 진화	염색체	염색체의 관찰, 핵형 분석
	유전물질	DNA 추출, DNA 모형제작
	유전현상	교배실험, 멘델의 유전 법칙, 반성 유전, 초파리의 돌연변이 형질, 사람의 유전 형질
	진화	대립 유전자의 빈도, 진화의 이해
생물과 환경	생물의 채집 및 분류	생물의 채집, 표본 제작, 생물의 동정, 생물의 분류
	군집과 개체군	방형구, 생물 군집조사, 생태계 구성 요소, 개체군 성장곡선
	환경오염	환경오염 측정, 환경오염이 생물에 미치는 영향
생명공학	세포와 조직	세포배양, 계대배양, 조직배양
	유전공학	전기영동, 제한효소, 형질전환
	유전체 탐구	유전체 이용 탐구, 생물정보학

## 나. 영역별 내용

### (1) 생물의 구조와 기능

#### 1) 세포와 세포막

- ① 현미경으로 세포를 관찰하여 식물 세포와 동물 세포의 차이점을 안다.
- ② 삼투 현상에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 실험을 설계하고 수행할 수 있다.
- ③ 삼투 현상에 의한 원형질 분리와 복귀를 설명할 수 있다.
- ④ 삼투압을 측정할 수 있다.

#### 2) 조직과 기관

- ① 식물의 생식기관을 관찰하고 구조와 기능을 설명할 수 있다.
- ② 무척추동물과 척추동물을 해부하여 각 기관의 구조와 기능을 설명할 수 있다.

### (2) 물질대사

#### 1) 효소의 특성

- ① 효소의 촉매 작용을 설명할 수 있다.
- ② 온도, pH 등의 변화가 효소의 반응 속도에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

#### 2) 광합성

- ① 환경 요인에 따른 광합성률을 측정하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.

#### 3) 세포 호흡

- ① 환경 요인에 따른 세포 호흡률을 비교할 수 있다.
- ② 효모의 발효 과정을 통하여 유기 호흡과 무기 호흡을 비교할 수 있다.
- ③ 혈액을 원심분리시켜 혈액에서 적혈구가 차지하는 비율을 측정할 수 있다.

### (3) 자극과 반응

#### 1) 동물의 반응

- ① 빛, 중력, 접촉, 호르몬 등에 대하여 나타내는 동물의 행동을 관찰할 수 있다.
- ② 사람에게서 일어나는 여러 가지 반사 작용을 확인할 수 있다.

#### 2) 식물의 반응

- ① 식물의 굴중성, 굴광성 반응을 확인할 수 있다.

#### (4) 생식과 발생

##### 1) 세포 분열

- ① 체세포 분열과 감수 분열을 관찰하여 그 과정과 각 시기의 특징을 설명할 수 있다.

##### 2) 수정과 발생

- ① 속씨식물의 수분과 꽃가루관의 발아를 설명할 수 있다.
- ② 동물의 초기 발생 과정을 관찰할 수 있다.
- ③ 동물의 기관 발생 과정을 관찰할 수 있다.

#### (5) 유전과 진화

##### 1) 염색체

- ① 침샘 염색체를 염색하여 그 구조를 현미경으로 관찰할 수 있다.
- ② 사람의 염색체에 대한 핵형 분석을 할 수 있다.

##### 2) 유전물질

- ① 세포로부터 DNA를 추출할 수 있다.
- ② DNA 이중 나선 구조에 대한 3차원적 모형을 만들 수 있다.

##### 3) 유전 현상

- ① 교배 실험을 통해 멘델의 유전 법칙을 확인할 수 있다.
- ② 반성 유전의 원리를 알아보는 교배 실험을 수행할 수 있다.
- ③ 야생형 초파리와 구별되는 다양한 돌연 변이 형질을 찾아낼 수 있다.
- ④ 가계 조사와 집단 조사를 통해 사람 유전 형질의 유전 원리를 설명할 수 있다.

##### 4) 진화

- ① 생물체의 구조와 기능을 진화의 관점에서 이해할 수 있는 탐구를 수행할 수 있다.
- ② 진화적 관점에서 대립 인자의 빈도 변화를 알아볼 수 있는 모의실험을 수행할 수 있다.

#### (6) 생물과 환경

##### 1) 생물의 채집 및 분류

- ① 생물을 채집하고 표본을 제작할 수 있다.

② 생물을 동정하고 분류할 수 있다.

2) 군집과 개체군

① 방형구를 이용하여 군집의 특성을 정량적으로 조사할 수 있다.

② 어떤 생태계를 구성하는 생산자, 소비자, 분해자 등의 구성 종과 무생물적 환경 요인을 찾아낼 수 있다.

③ 개체군의 성장 곡선을 구할 수 있다.

3) 환경오염

① 환경오염 물질이 식물의 생장에 미치는 영향을 조사할 수 있다.

② 동물 개체군에 영향을 주는 생물적 요인과 무생물적 요인의 모델을 만들 수 있다.

③ 환경오염의 정도를 측정할 수 있다.

## (7) 생명 공학

1) 세포와 조직

① 동물세포를 계대 배양할 수 있다.

② 식물 조직을 배양할 수 있다.

③ 대장균을 실험실에서 인공적으로 배양하고 취급할 수 있다.

2) 유전공학

① DNA의 아가로스 겔 전기영동을 수행할 수 있다.

② 제한 효소에 의해 절단된 DNA 조각들의 크기를 겔 전기영동 방법으로 분석할 수 있다.

③ 대장균을 형질전환시킬 수 있다.

3) 유전체 탐구

① 컴퓨터를 사용해 유전자의 염기서열을 찾을 수 있다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

(1) ‘생명 과학 실험’은 학습자 및 학교의 실정에 따라 내용을 선정하여 실험할 수 있다.

(2) 학생의 능력과 흥미를 고려하여 내용을 선택적으로 선정하여 재구성하거나, ‘생명 과학 I·II’의 실험 내용과 통합하여 운영할 수 있다.

(3) 각 실험 활동은 원칙적으로 2시간 단위로 구성하되, 경우에 따라 연속적인 수업 운영도 가능하도록 계획을 수립한다.

- (4) 생명 과학 실험 재료는 구할 수 있는 시기가 제한되어 있으므로 사전에 계획을 수립한다.

#### 나. 교수·학습 방법

- (1) 원리를 확인하기 위한 실험 지도보다는 실험을 통하여 관련된 개념과 원리를 파악하여 일반화할 수 있도록 지도한다.
- (2) 실험상의 위험 요소는 사전에 충분히 인식할 수 있도록 하고, 실험에 사용된 생물에 대해서는 생명의 존엄성을 이해하고 적절한 처리 방법을 지도한다.
- (3) 문제 인식 및 가설 설정, 실험 설계, 자료 해석 및 일반화 단계에서 학생의 창의력을 충분히 발휘할 수 있는 탐구 과정이 되도록 유도하며, 결과보다는 과정을 중시하고, 실험 결과가 예상과 다를 때에는 원인을 분석하고 보정하려는 태도를 기르도록 한다.
- (4) 지나치게 구조화된 탐구를 지양하고, 개방적 탐구와 안내된 탐구 방법을 적절히 도입한다.
- (5) 개인, 모둠별 또는 학급 전체가 할 수 있는 다양한 종류의 실험을 제시하며, 공동 연구 및 협동 탐구 활동을 통하여 상호 협동 연구의 중요성을 인식하게 한다.
- (6) 미래의 생명 과학자로서 생명 윤리 덕목을 함양하도록 한다.

#### 다. 교수·학습 자료

- (1) 기초적인 실험을 수행하기 위한 기구를 포함하여 최근에 개발된 최신의 실험 기기를 많이 활용하여 학생들로 하여금 생명 과학에 대한 흥미가 유발될 수 있도록 한다.
- (2) 직접 실험이 곤란한 주제를 다루어야 할 때나 실험상 필요한 경우에는 컴퓨터 시뮬레이션이나 CAI 자료를 이용하도록 하며, 실험 결과에 대한 통계 처리를 위해 컴퓨터를 이용하게 한다. 광합성률, 호흡률 등 측정 시 MBL 등의 기구를 이용할 수 있다.
- (3) 지역에 따라 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.

## 5. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 생명 과학의 지식, 과학 탐구 기능, 과학적 태도 등의 종합적인 평가가 이루어지도록 평가 계획을 수립한다.
- (2) 다양한 평가 방법을 적용할 계획을 수립한다.

## 나. 평가 목표와 내용

- (1) 생명 과학의 지식, 과학 탐구 기능, 과학적 태도, 탐구적 사고력, 창의성 등의 측면에서 종합적으로 평가한다.
- (2) 가설 설정, 실험 설계, 관찰 및 측정, 자료 변환, 자료 해석, 일반화 등의 탐구 요소를 가능한 고르게 평가한다.

## 다. 평가 방법

- (1) 실기 검사, 보고서, 포트폴리오, 관찰, 면담, 지필 검사 및 멀티미디어를 통한 평가 등의 다양한 방법을 활용한다.
- (2) 장·단기 과제 연구를 평가에 적극 반영한다.
- (3) 학습자 개인의 학습 진행 정도를 파악하여 평가한다.

## 라. 평가의 활용

- (1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하여 학생들이 평가 결과를 활용할 수 있도록 한다.
- (2) 평가의 결과는 학생들의 과학 관련 지도 등에 활용한다.

## 6. 교과서의 개발과 활용

- 가. 현미경을 다룰 때 광학 현미경뿐만 아니라 형광 현미경, 위상차 현미경 등을 다룰 수 있는 기회를 제공한다.
- 나. 조직 및 기관을 관찰하기 위한 재료로 무척추동물로는 대합, 새우, 오징어 등, 척추동물로는 붕어, 닭 등이 적합하다.
- 다. 자극에 대한 동물의 반응을 관찰할 때 에피네프린에 의한 물벼룩의 심장 박동 변화를 관찰하거나 빛, 중력, 접촉에 대한 플라나리아의 행동 등을 관찰한다.
- 라. 발생 관찰 재료로 활용할 동물은 각 학교의 여건과 계절을 고려하여 선택한다. 초기 발생 과정을 관찰하기 위해서는 개구리 또는 성게가 적합하고, 기관 발생을 관찰하기 위해서는 닭이 적합하다. 바닷가에서 현장 학습을 할 경우에는 굴이 적합하다.

## 〈 고급 지구과학 〉

### 1. 성격

‘고급 지구 과학’은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 지구 과학의 다양한 영역에 대한 기본적인 개념을 바탕으로 관심 있는 주제에 대하여 과학적 탐구를 직간접적으로 체험함으로써 학문적 전공 선택을 용이하게 하고, 각자 앞으로의 연구 분야에서 지구 과학의 기초 지식을 충분히 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 과목이다.

‘고급 지구 과학’의 내용은 고체 지구 과학, 유체 지구 과학, 우주 과학의 영역으로 구분하며, 각 영역은 다시 몇 개의 핵심적인 주제로 구성한다. 현대의 최신 지구 과학 연구의 다양한 분야를 체험하고 탐구할 수 있도록 구성한다. ‘고급 지구 과학’의 내용 수준은 대학의 지구 과학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 습득하는데 기초가 될 수 있을 정도의 수준으로 구성한다.

‘고급 지구 과학’의 학습은 과학 탐구에 필요한 지구 과학의 심화된 개념과 탐구 능력을 습득하고, 주도적인 탐구 활동을 통하여 창의적 문제 해결력을 기르도록 한다.

### 2. 목 표

- 가. 지구 과학의 다양한 영역에 대한 보다 심화, 발전된 개념을 체계적으로 이해한다.
- 나. 지구와 우주에서 일어나는 현상을 과학적으로 탐구하는 방법을 습득한다.
- 다. 지구와 우주에서 일어나는 현상을 창의적이고 과학적으로 탐구하려는 태도를 기르며 일상 생활의 경험과 지식을 통해 통합적으로 이해하는 능력을 기른다.
- 라. 지구 과학이 과학 기술의 발달과 사회와 국가의 발전, 더 나아가 세계의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식하고 지속적으로 탐구하고자 하는 의지를 키운다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내용 요소
고체 지구 과학	지구의 모양과 내부	지구의 모양, 지진파와 지진발생기구, 지진파 분석을 통한 지구 내부의 구조 등
	지구의 역장	중력장의 분포, 중력이상, 지구 자기장의 분포, 지구 자기의 변화, 자기장의 근원, 고지자기 등
	지구 구조론	판구조론, 판경계에서 나타나는 특징과 지질현상, 플룸구조론 등

	광물의 성질	광물의 결정계, 편광현미경의 원리와 광물의 모양, 색, 간섭 색, 소광 현상 등
	암석의 특징과 분류	화성암의 생성과 분류, 변성암의 종류와 변성작용, 퇴적암의 생성과 분류 등
	지질시대	상대 연령과 절대 연령, 지질 연대표와 구분법 등
	고생물의 특징과 진화	지질시대별 고생물의 특징과 진화 등
	한국의 지질	한반도 지체구조의 발달과정, 시대별 지층 분포지역과 각 지층별 산출 화석 등
	에너지자원과 재해	탄성과, 중력, 자력 등의 탐사방법, 석유, 주요광물 및 희토류 광물 등의 탐사, 화산, 지진, 사태, 운석 충돌 등의 자연재해 등
유체 지구 과학	대기와 해양에 작용하는 힘	마굴러(Margule) 방정식, 순압유체 및 경압유체의 압력경도, 지구전향력, 마찰력 등
	힘들의 평형관계	지균풍과 지형류, 경도풍과 경도류, 마찰층과 에크만층 등
	시공간 규모별 주요 현상	관성주기, 비회전유체, 회전유체, 단주기 파동(중력파), 장주기 파동(관성중력파, 켈빈파), 초장주기 파동(베타효과, 행성파, 고기압, 저기압, 서안강화) 등
	대기의 성층과 특성	안정도(skew T & log P diagram), 안정층과 불안정층, 응결 고도 등
	대기와 해양의 자오면상 특성	제트류, 대순환, 편서풍파동, 경압불안정, 서안경계류의 사행 등
	대기와 해양의 상호작용	대기와 해양의 상호작용, 엘니뇨와 라니냐, 남방진동(ENSO) 등
	해양 조석	기조력, 실제의 조석파, 조석과 지구자전 등
	수중 음파	수중에서 음파의 굴절과 반사, 토모그래피(tomography), 수괴의 분석 등
우주과학	천구의 이해	지평좌표계와 적도좌표계, 시간 등
	우주를 바라보는 눈	광학망원경, 전파망원경, 우주망원경, 우주탐사의 역사 등
	태양계의 기원과 특성	태양계 특성, 태양계의 기원, 태양의 특성 등
	행성과 태양계의 작은 천체들	행성의 물리적 성질과 행성의 표면, 구조, 대기, 왜소행성, 소행성, 혜성, 유성과 운석 등
	별의 특성	별의 밝기와 등급, 별의 스펙트럼과 온도, 별의 크기 등

성간물질과 별의 탄생	성간 계수, 성간 소광, 암흑 성운, 발광 성운, 원시성, 중력 수축, 수소핵융합 반응 등
별의 구조와 진화	별의 에너지원, 별의 구조, H-R도, 별의 질량에 따른 진화과정, 블랙홀, 변광성 등
우리은하	나선팔의 구조, 은하의 회전, 은하의 질량, 암흑물질 등
외부은하	은하의 거리, 외부은하의 질량, 은하의 집단, 은하의 형태와 은하의 진화 등
우주론	우주의 구조, 우주의 크기와 나이, 허블의 법칙과 우주 팽창, 우주론의 원리, 우주 모형, 우주 역사와 미래 등

## 나. 영역별 내용

### (1) 고체 지구 과학

#### 1) 지구의 모양과 내부

- ① 지구의 모양을 나타내는 방법으로 지오이드와 지구타원체에 대해 이해한다.
- ② 지진파의 종류와 전파특성을 이해하고 진원에서의 지진발생기구를 이해한다.
- ③ 지진파 분석을 통한 지구 내부의 성층 구조와 각 성층의 밀도, 중력, 압력 및 온도와 같은 물리량을 이해한다.

#### 2) 지구의 역장

- ① 지구의 인력, 중력 및 중력의 측정, 중력 보정과 중력이상 등 지구의 중력장을 이해하고 우리나라의 중력이상분포를 이해한다.
- ② 지구 자기장의 측정과 분포, 지구 자기의 변화, 지구 자기의 생성원리 및 역전, 고지자기 등 지구의 자기장에 대해 이해한다.

#### 3) 지구구조론

- ① 판구조론이 성립되기까지의 과정을 살펴봄으로써 판구조론을 이해하고 대륙이동과 해저확장을 지지하는 다양한 지질학적 고지자기학적 증거와 연구 결과를 이해한다.
- ② 판구조론에서 판을 이동 시키는 원동력, 판의 경계와 종류, 각 경계에 나타나는 다양한 지질 현상을 이해하며 판의 운동과 지진, 화산 및 조산 운동을 관련지어 이해한다.
- ③ 지진파 토모그래피를 이용한 신구조론인 플룸구조론을 알고 판구조론과의 차이를 이해한다.

#### 4) 광물의 성질

- ① 광물의 정의와 종류, 여러 광물 중에서 조암 광물의 의미와 종류 등을 이해한다.
- ② 광물을 구성하는 화학 성분이나 결정 구조에 따라 광물의 물리적·광학적 성질이 달라짐을 이해하고 광물의 굳기, 비중, 전기적 성질, 자기적 성질, 열적 성질 등의 물리적 성질과 동질이상, 유질동상, 고용체 등의 화학적 성질을 이해한다.
- ③ 편광 현미경의 원리와 박편 제작 및 관찰을 통해서 광물의 모양, 색, 간섭색, 소광현상 등의 광학적 성질을 이해한다.

#### 5) 암석의 특징과 분류

- ① 마그마의 생성 과정과 냉각에 의해 화성암이 형성되는 과정 및 마그마의 화학 조성과 냉각속도에 따라 다양한 종류의 화성암이 생성됨을 이해하고, 화성암의 산출상태, 조직, 광물 성분과 화학 조성 등을 통해 화성암을 이해한다.
- ② 변성암은 고온, 고압, 화학 성분의 변화 또는 이들의 복합적 작용에 의해 생성됨을 이해하고, 그 결과 다양한 변성 구조와 변성암의 분류를 이해한다. 변성 광물의 종류와 변성 광물의 조합을 통해 변성 작용을 유추할 수 있음을 이해한다.
- ③ 퇴적암은 퇴적물이 퇴적되는 장소와 기원에 따라 분류하며, 퇴적물의 다짐과 교결 작용이라는 암석화 작용을 거친다는 것을 이해한다. 퇴적암에 나타난 다양한 퇴적구조를 통해 퇴적 환경을 유추할 수 있음을 이해한다.

#### 6) 지질시대

- ① 상대연령은 지층 누층의 법칙, 절단 관계의 법칙, 포유물의 법칙, 생물군 천이의 법칙 등을 이용하여 결정할 수 있음을 이해하고, 방사성 동위 원소의 반감기를 이용하여 절대 연령을 측정하는 방법을 이해한다.
- ② 상대연령과 절대연령을 이용하여 지질 시대를 구분하며 지질 연대표를 이용하여 지질 시대에 대하여 이해한다.

#### 7) 고생물의 특징과 진화

- ① 화석의 종류와 의의, 그리고 화석을 통해서 고생물의 특징과 진화를 이해한다. 지질 시대를 결정할 수 있는 표준 화석의 의미와 각 지질 시대별 표준 화석을 알고, 화석이 된 생물이 살았던 당시의 환경을 알 수 있는 시상 화석을 이해한다.
- ② 과거 생물의 활동 흔적인 생흔 화석이 과거의 환경과 고생물의 다양성, 층서 결정 등 다양한 연구 분야에 이용될 수 있음을 이해한다.

8) 한국의 지질

- ① 한반도의 지질에 대한 전반적인 이해와 지질 시대의 변천에 따른 한반도 지체 구조의 발달 과정을 이해한다.
- ② 은생이언의 지질을 남한과 북한, 그리고 중국과 비교하고 우리나라 고생대, 중생대, 신생대 지층의 분포 지역, 특징과 각 지층에서 산출된 다양한 화석을 사진으로 제시하여 이해한다.

9) 에너지자원과 재해

- ① 에너지자원을 탐사하기 위해 사용하는 탄성과 탐사, 중력 탐사, 자력 탐사, 전기 비저항 탐사, 그리고 방사성 탐사의 원리와 방법, 이용 분야 등을 이해한다. 석유, 주요광물 및 희토류광물 등의 탐사를 이해한다.
- ② 화산 활동과 지진에 의해 일어나는 재해의 유형과 원인 및 피해 사례, 사태의 의미와 사태가 발생할 수 있는 조건, 그리고 운석 충돌의 흔적 사례와 예상되는 피해 등을 안다.

(2) 유체 지구 과학

1) 대기와 해양에 작용하는 힘

- ① 대기와 해양에 작용하는 힘들(중력, 압력 경도, 전향력, 마찰력) 중 압력 경도를 마글러(Margule) 방정식을 통해 이해하며 이를 순압 유체 및 경압 유체의 압력 경도에 대해 이해한다.
- ② 유체 입자에 작용하는 가상적인 힘인 지구전향력을 물리적으로 이해하고, 마찰력을 유체의 점성 및 응력과 관련지어 설명하며, 마찰력으로 인한 에너지 흐름 등을 이해한다.

2) 힘들의 평형 관계

- ① 가속도 항과 균형을 맞추는 4개의 힘들의 평형관계를 이해하며, 대기에서의 지균풍과 지형류 평형에 관여하는 힘들을 관련지어 이해하고, 대기와 해양에서의 마찰층과 에크만층의 생성 기작을 통합적으로 이해한다.

3) 시공간 규모별 주요 현상

- ① 관성주기의 개념을 정의하며, 비회전유체와 회전유체의 특성과 차이점에 대해 알고 시공간 규모별 주요 현상을 단주기, 장주기, 초장주기 파동으로 구분하여 이해한다.
- ② 단주기 파동에서는 중력과 개념을, 장주기 파동에서는 관성중력파와 켈빈파의 개념을 이해하고, 초장주기 파동에서는 베타( $\beta$ ) 효과, 행성파, 고기압, 저기압, 서안강화 등의 개념을 구분하여 이해한다.

#### 4) 대기의 성층과 특성

- ① 대기선도(skew T & log P diagram)를 이용하여 대기의 안정도를 알고 .안정층, 불안정층을 구분하며, 상승응결고도(LCL), 대류응결고도(CCL), 자유대류고도(LFC)의 의미와 차이점을 이해한다.

#### 5) 대기과 해양의 자오면상 특성

- ① 제트류, 대순환, 편서풍과동, 경압불안정, 서안경계류의 사행 등 대기과 해양의 자오선면상에서 관찰할 수 있는 대기과 해양의 흐름과 그 특성을 통합적으로 이해한다.

#### 6) 대기과 해양의 상호작용

- ① 대기과 해양 운동의 규모, 대기과 해양의 유사성과 상대성, 그리고 해수면을 통한 대기과 해양간의 에너지와 물질 교환이 일어나는 상호작용을 이해하며, 산업 혁명 이후 과도한 화석 연료의 사용에 의한 대기 중의 이산화탄소 농도의 증가가 온실 효과를 강화시켜 지구온난화가 진행되어 생태계에 변화를 초래한 현황을 다루고, 빙하 감소에 의한 해수면 상승 현황과 그 영향 등에 대해 이해한다.
- ② 엘니뇨와 라니냐의 발생 메커니즘과 남방진동(ENSO) 순환을 이해하고, 엘니뇨에 의한 전 지구적 기후 변화의 결과와 우리나라 기후변화를 이해한다.

#### 7) 해양조석

- ① 조석을 일으키는 힘인 기조력을 수식으로 이해하고, 평형 조석론과 동역학적 조석론 관점에서 조석현상을 이해한다.
- ② 조석과 개념에서의 조화성분을 이해하고, 조석 마찰 개념에서의 조석과 지구 자전을 이해한다.

#### 8) 수중음파

- ① 해수 중 음파의 속도, 굴절과 반사 등의 특성을 이해하고, 해수 중의 음파가 가지는 독특한 특성을 응용하는 다양한 방법을 안다.

### (3) 우주 과학

#### 1) 천구의 이해

- ① 천구를 이해하기 위한 좌표계인 지평좌표계와 적도좌표계를 기초적인 수준에서 이해하며 이들 좌표계를 이용하여 천구를 해석하는 방법 등을 이해한다.
- ② 우주과학에서 시간의 의미를 이해한다.

2) 우주를 바라보는 눈

- ① 우주를 관측하는 장비인 천체 망원경을 광학, 전파, 우주 망원경으로 구분하여 알고 각각의 특성과 원리에 대해 이해한다.
- ② 우주탐사 역사와 의미를 알고 우주 공간을 다양한 목적으로 활용할 수 있음을 이해한다.

3) 태양계의 기원과 특성

- ① 태양계의 특성을 이해하고 이를 태양계의 기원과 관련지어 이해한다. 또한 태양계의 생성과정과 태양계 내에서 생명이 탄생하기까지의 과정을 이해한다.
- ② 태양계의 기원으로 성운설, 소행성설, 조석설을 알고, 성운설을 중심으로 태양계의 기원을 이해하고, 태양의 물리적 특성을 이해한다.

4) 행성과 태양계의 작은 천체들

- ① 태양계 내의 행성들은 궤도위치와 물리적 성질에 따라 각각 외행성과 내행성, 지구형 행성과 목성형 행성으로 구분함을 이해하고, 지구형 행성과 목성형 행성의 표면과 구조적 특징 그리고 대기 성분의 차이점을 이해한다.
- ② 왜소행성, 혜성, 소행성, 유성과 운석 등 태양계 내의 작은 천체의 형태, 종류와 기원을 이해한다.

5) 별의 특성

- ① 별의 겉보기등급과 절대등급을 복사플럭스, 거리, 그리고 대기소광 등과 관련지어 이해하고, 별의 스펙트럼을 통해 별의 화학조성과 다양한 물리량을 추정할 수 있음을 이해한다.
- ② 별의 색과 표면온도, 플랑크 곡선과 표면온도, 광도와 표면온도의 관계를 이용한 별의 크기 결정, 쌍성계를 이루는 별들의 질량 결정 방법 등을 안다.
- ③ 별까지 거리를 구하는 방법은 연주시차법, 분광시차법, 주계열 맞추기, 세페이드 변광성의 맥동주기와 광도 관계를 이용하는 방법 등으로 이해한다.
- ④ 별의 공간 분포와 태양계 근처 별의 분포, 그리고 은하수 내 별들의 분포를 알아내기 위한 방법을 이해하고 우주공간에서 별의 고유 운동과 시선 운동을 측정할 수 있는 방법을 알고, 태양의 회전운동과 특이 운동을 이해한다.

6) 성간물질과 별의 탄생

- ① 성간 공간에 존재하는 성간물질의 분포를 이해하고, 가스와 먼지의 흡수와 산란에 의한 성간소광을 이해하며 암흑성운과 발광성운 등 성운의 종류와 특징을 안다.
- ② 성간물질의 중력수축으로 중심부의 온도가 상승하고 고온의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나 별이 탄생되는 과정을 이해한다. 이 과정이 일어날 때,

별의 질량에 따라 중력 수축 에너지가 달라지고 그 결과 다양한 별이 만들어짐을 이해한다.

#### 7) 별의 구조와 진화

- ① 별 내부에서의 에너지 생성반응인 양성자 연쇄 반응(p-p반응), 탄소 순환 반응(CNO반응), 그리고 헬륨 핵융합 반응의 과정과 생성되는 에너지를 안다.
- ② 별의 질량이 별의 진화과정에 중요한 요인임을 이해하고, 진화 과정을 H-R도에서 이해한다. 산개성단과 구상성단의 H-R도를 비교하여 별의 진화를 이해한다.
- ③ 질량이 매우 큰 별의 최후인 블랙홀에 대해 이해한다.
- ④ 맥동 변광성과 폭발 변광성의 종류와 물리적 성질을 안다. 폭발 변광성에서는 별이 소멸할 때, 별의 밝기가 극적으로 변화하는 현상과 규칙적인 밝기 변화가 나타나는 현상을 이해한다.
- ⑤ 별이 일생을 폭발에 의해 마감하는 순간에 나타나는 신성과 초신성의 종류와 그 특징을 이해하고, 별이 폭발할 때의 핵융합 반응과 자연계의 무거운 원소들의 관계를 이해한다.

#### 8) 우리은하

- ① 은경과 은위로 표현되는 은하좌표계와 은하의 회전을 이해한다. 은하좌표계는 우리은하의 회전이나 천체의 분포 등을 효과적으로 기술하기 위한 것임을 이해하고, 오르트 공식을 이용하여 우리은하의 차등 회전과 강체 회전을 안다.
- ② 태양 부근의 회전 속도, 태양과 은하 중심까지의 거리, 그리고 태양의 궤도 주기를 이해한다.
- ③ 우리은하의 회전과 다양한 외분은하의 회전 측정 자료를 이용하여 은하들의 회전을 비교, 검토하여 그 의미를 이해한다.

#### 9) 외부은하

- ① 은하의 분류 기준과 종류, 그리고 각각의 특징을 이해하고 은하의 거리를 구하는 방법 및 필요성을 이해한다.
- ② 은하의 절대 광도와 질량을 구하기 위해 은하의 거리를 알고 지구와 은하와의 거리에 따라 은하까지의 거리를 구하는 방법이 다름을 이해한다.
- ③ 은하의 크기, 질량, 광도, 질량-광도비(M/L), 색깔 등의 일반적 특징을 이해하고, 이외에도 활동은하와 아주 먼 거리에 있어서 심한 적색 이동을 나타내는 퀘이사를 이해한다.

#### 10) 우주론

- ① 우주의 기원을 설명하는 이론 중 가장 많은 지지를 받는 대폭발 이론을 지지

하는 관측 사실들을 이해하고, 예측되는 우주의 미래상과 그것을 결정짓는 요인들을 이해한다.

- ② 허블 법칙의 의미와 문제점을 알고 우주론의 원리 및 우주 모형, 우주의 역사와 미래에 대해 이해한다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) ‘고급 지구 과학’은 학생 및 학교의 실정에 따라 내용을 재구성하여 실행할 수 있다.
- (2) 학생의 흥미와 관심에 따라 고체 지구 과학, 유체 지구 과학, 우주 과학 중 한 영역 또는 한 영역의 일부 주제에 맞게 수업 시기와 장소를 선정하여 운영할 수 있다.

### 나. 교수·학습 방법

- (1) ‘고급 지구 과학’은 주제 선정에서부터 연구 계획 수립, 연구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 한다.
- (2) 지구 과학 학습 능력이 뛰어난 학생에게는 그 능력에 따라 교과 내용보다 높은 수준의 학습 자료를 제공하여 수준별 학습이 되도록 한다.
- (3) 내용에 따라 교사의 일반적인 강의보다는 학생이 탐구한 과정과 결과를 발표하도록 하며 교사는 학습 안내자의 역할을 한다.
- (4) 지구 과학의 개념과 원리가 발전되어 가는 과정을 연계성 있게 지도하여 지구 과학의 탐구 분야와 발전 추세를 이해하도록 한다.
- (5) 지구와 우주 공간에서 일어나는 여러 현상들을 과학, 기술, 공학, 예술이 융합된 형태로 이해하도록 한다.

### 다. 교수·학습 자료

- (1) 지구 과학 연구 분야와 관련한 최신 연구 이론을 다양하게 소개함으로써 지구 과학 분야의 진로에 대한 생각을 긍정적으로 가지게 한다.
- (2) 지구 과학 영역과 관련한 다양한 원격 탐사 자료를 인터넷을 통해 실시간으로 제공받아 학습 자료로 활용한다.
- (3) 필요에 따라 개발된 컴퓨터 시뮬레이션을 활용한다.

## 5. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 평가의 영역에 따라 평가 기준을 다양하게 한다.

- (2) 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 평가하여 평가의 결과가 학생들의 연구 수행능력 향상에 도움을 줄 수 있도록 한다.

**나. 평가 목표와 내용**

- (1) 지구 과학의 지식과 과학 탐구 능력, 문제 해결력, 과학적 태도 등을 종합적으로 평가한다.
- (2) 지구 과학과 관련된 자료와 자신의 생각을 토대로 문제 해결이 논리적으로 이루어졌는지를 평가하며 다양한 방법으로 문제를 해결하는 창의력도 평가한다.

**다. 평가 방법**

- (1) 지필 검사, 보고서, 면담, 포트폴리오, 멀티미디어, 프로젝트 발표, 실험과 토의 등의 다양한 평가 방법을 활용한다.

**라. 평가의 활용**

- (1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하여 학생들이 평가 결과를 활용할 수 있도록 한다.

**6. 교과서의 개발과 활용**

가. 최근에 발생한 지진, 쓰나미, 화산폭발, 태풍 등 지구에서 발생한 큰 규모의 재해들을 참고자료로 제시한다.

나. 우리 나라 뿐만 아니라 세계 여러 나라에서 현재 진행 중인 지구과학적 연구 과제들을 각 영역에 맞게 소개한다.

## < 지구 과학 실험 >

### 1. 성격

‘지구 과학 실험’은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 지구 과학 현상에 관한 다양한 탐구 활동을 통하여 지구 과학의 개념과 원리, 탐구 능력, 창의적 문제 해결력 그리고 과학적 태도를 함양하기 위한 과목이다.

‘지구 과학 실험’의 내용은 고체 지구의 탐구, 유체 지구의 탐구, 우주의 탐구 영역으로 구성하며, 각 영역은 기본적인 실험 내용과 더불어 최근 지구 과학에서 다루어지고 있는 연구 및 시사적인 내용을 많이 포함하도록 한다.

‘지구 과학 실험’은 우리가 살고 있는 지구와 이를 둘러싼 대기, 그리고 우주 공간에서 일어나는 넓은 영역의 현상을 포함하고 있으므로 내용의 연계성을 파악하여 적절한 양의 학습이 이루어지도록 하며, 학생의 수준과 관심 분야를 고려하여 실험 내용을 선정함으로써 학생 스스로 탐구하고 창의적으로 문제를 해결할 수 있도록 한다.

### 2. 목표

- 가. 지구 과학 실험을 통하여 지구 과학의 기본 개념을 체계화 하고 지구와 우주에서 일어나는 현상의 원리를 이해한다.
- 나. 지구 과학 실험을 통하여 실험 및 실습 기능과 과학적 탐구 능력을 기르고, 이를 일상생활에 적용한다.
- 다. 지구 과학에 대한 흥미를 가지고 지구와 우주에서 일어나는 현상을 주의 깊게 관찰하여 이를 과학으로 해결하려는 태도를 기른다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내용요소
고체 지구의 탐구	지구의 모양	지구 타원체, 지오이드의 모양 등
	지구의 내부 구조	진앙과 진원의 위치 결정, 지진 자료에 의한 지층의 두께와 속도 결정, 모형 실험 장치를 이용한 암영대 관찰 등
	지구의 역장	지구 중력 측정 방법, 중력 보정, 지구 자기장의 생성 원리 등
	광물의 성질	광물의 관찰, 규산염 광물의 구조, 박편 제작, 편광 현미경 사용법과 박편 관찰 등
	암석의 특징과 분류	화성암, 변성암, 퇴적암의 관찰 및 해석 등
	야외 지질 조사	주향과 경사의 측정, 지질도 작성과 해석, 야외 지질 조사 등
	대륙과 해저의 이동	고지자기 극의 이동, 고지자기와 인도 대륙의 이동, 해저 확장과 판구조론 등
	지구의 역사	화석의 관찰과 해석, 층서 대비와 상대 연령 측정, 지층의 절대 연령 측정 등
유체 지구의 탐구	기상 요소와 대기 상태	전향력 시뮬레이션 실험, 대기의 안정도, 단열선도 등
	일기의 분석	일기도 작성 및 분석, 기상 위성 사진 해석 등
	대기의 순환	대기 대순환, 대기의 난류 등
	해파와 조석	천해파 속도, 조석 자료 분석 등
	해수의 성질	수온 약층, 수온과 염분의 자료 분석, 해수면 경사와 해류, 열 염분 순환 등

우주의 탐구	지구의 운동	지평 좌표계와 적도 좌표계, 해시계의 원리 탐구, 푸코 진자 등
	천체의 관측	인공 위성과 원격 탐사, 천체 망원경 조작법, 천체 사진 촬영법 등
	달과 행성의 운동	달의 관측, 달의 크레이터 높이 구하기, 행성의 관측, 행성의 궤도와 케플러 제 3법칙 등
	태양의 운동	태양의 위치 변화, 태양의 시직경 변화, 태양의 흑점 관측과 주기 계산, 흑점군 분류 및 상대 흑점수 계산, 태양의 광도 측정 등
	별의 특성과 물리량	별의 스펙트럼 관측, 별의 고유 운동 측정, 변광성 측광법, H-R도 작성, 쌍성의 질량 계산 등
	별의 거리	주계열 맞추기, 세페이드 변광성의 주기·광도 관계를 이용한 거리 측정 등
	은하의 회전	M31의 회전 곡선을 이용한 질량 구하기 등
	우주론	허블의 법칙과 우주 팽창 등

## 나. 영역별 내용

### (1) 고체 지구의 탐구

#### 1) 지구 모양

- ① 지구의 모양과 크기를 지구 타원체 개념으로 이해한다.
- ② 인공 위성 실측 자료를 통해 전 지구적인 지오이드의 모양을 이해한다.

#### 2) 지구의 내부 구조

- ① 우리나라에서 관측된 실제 지진 자료로부터 진앙과 진원의 위치를 결정하는 방법을 이해한다.
- ② 지층의 두께와 속도를 결정하는 원리에 대해 이해하며 계산하는 과정을 안다.
- ③ 모형 실험 장치를 이용하여 암영대를 관찰함으로써 지구 내부에서 지진파의 암영대가 생기는 원리를 이해한다.

#### 3) 지구의 역장

- ① 지구의 중력을 측정하는 방법을 안다.
- ② 관측 지점의 고도와 질량 분포를 고려하는 수준에서 중력을 보정하는 방법을 안다.
- ③ 다이내모 이론에 근거한 지구 자기장의 생성 원리를 이해한다.

#### 4) 광물의 성질

- ① 광물의 물리적 성질과 화학적 성질을 이용하여 여러 가지 종류의 광물을 분류하는 방법을 안다.
- ② 규산염 광물의 특징을 구조와 연계하여 이해하고 결정 구조 모형을 직접 만들 수 있다.
- ③ 야외에서 채집한 암석으로부터 박편을 제작하는 방법을 안다.
- ④ 편광 현미경 사용법을 익히고 간섭색, 굴절률, 소광 현상 등을 살펴보며 관찰 결과는 스케치나 사진과 함께 기재하고 이를 해석하는 방법을 안다.

#### 5) 암석의 특징과 분류

- ① 야외 지질 조사를 통하여 자연에서 산출되는 화성암, 변성암, 퇴적암을 채집하여 분류하고 암석의 특징을 이해함으로써 암석의 성인과 생성 환경을 안다.

#### 6) 야외 지질 조사

- ① 클리노미터를 이용한 주향과 경사의 측정 방법을 안다.
- ② 지층 등고선, 지층 경계선, 지형 등고선의 개념을 이해하여 지질도를 작성하고 해석하는 방법을 안다.
- ③ 이론적으로 습득한 지질학적 기초 개념과 기본 원리를 야외 지질 조사를 통하여 적용하는 방법을 안다.

#### 7) 대륙과 해저의 이동

- ① 고지자기 극의 이동 원리에 대하여 이해한다.
- ② 고지자기 자료를 이용하여 인도 대륙의 이동 속도 변화와 이동 경로를 구하는 방법을 안다.
- ③ 판 경계의 특성을 파악하고 해저 확장에 따른 지자기 이상 분포와 연계하여 판구조론을 이해한다.

#### 8) 지구의 역사

- ① 각 지질 시대를 대표하는 표준 화석에 대해 조사하고, 화석 관찰을 통해 생존 당시의 서식 환경을 추정해 보며 두족류, 방추충의 진화 경향과 연계하여 화석을 해석하는 방법을 안다.
- ② 암상과 화석을 이용하여 층서를 대비하고 이를 통하여 상대 연령을 측정하는 방법을 안다.
- ③ 방사성 동위 원소의 반감기를 이용한 절대 연령 측정 원리를 이해하고, 자료를 해석하여 연령을 계산하는 방법을 안다.

## (2) 유체 지구의 탐구

### 1) 기상 요소와 대기 상태

- ① 지구의 자전 현상이 지구상에서 운동하는 물체에 미치는 영향에 대하여 안다.  
전향력 효과를 알아보기 위한 실험 장치를 설계하고, 전향력의 영향을 받는 주변 현상에 대하여 안다.
- ② 실험을 통해 대기의 안정도를 이해한다.
- ③ 단열선도를 구성하는 요소들의 특성을 파악하여 여러 기상 요소들을 결정하고 해석하는 방법을 안다.

### 2) 일기의 분석

- ① 최근 기상 관측 자료로부터 일기도를 작성하고 지상 일기도와 상층 일기도를 비교할 수 있다.  
또한, 엘니뇨, 라니냐 등 기상 이변과 관련된 일기도 분석을 통하여 과학, 기술(산업), 환경적 요소 등과 관련하여 기후 변화가 생활에 미치는 영향에 대하여 안다.
- ② 위성에서 관측한 가시 영상과 적외 영상을 구분하고 해석하는 방법을 안다.

### 3) 대기의 순환

- ① 회전 원동 실험을 통해 대기 대순환을 이해하고 대기 대순환에 영향을 미치는 요소를 안다.
- ② 난류의 생성 원리를 이해하고 지면의 기복에 따른 대기의 난류의 변화를 안다.

### 4) 해파와 조석

- ① 천해파의 성질의 이해하고 쓰나미의 원리를 안다.
- ② 우리나라 조석 자료의 분석을 통하여 조석 유형을 결정하고, 조석 현상을 달의 위상과 연계하여 이해한다.

### 5) 해수의 성질

- ① 최근 우리나라 동해, 남해, 서해의 관측 자료를 토대로 수온 약층의 특성을 이해한다.
- ② 우리나라 주변 표층수의 수온과 염분 자료를 통해 해수의 계절적 변화와 그 특징을 이해한다.
- ③ 해양의 밑도 구조와 해류에 의한 해수면 경사의 모양을 안다.
- ④ 열 염분 순환을 확인할 수 있는 실험을 설계하고 이를 통하여 열 염분 순환의 원리를 이해한다.

### (3) 우주의 탐구

#### 1) 지구의 운동

- ① 투시 천구의의 사용법을 익혀 천체의 위치를 나타내는 지평 좌표계와 적도 좌표계를 이해한다.
- ② 해시계를 이용하여 편각, 위도 및 경도를 구하고 구면삼각법과 같은 수학적 요소와 통합하여 해시계의 원리를 안다.
- ③ 간이 푸코 진자를 이용하여 지면에 대한 진동면의 상대적인 회전 운동을 이해하고 위도별 회전 주기 변화를 계산할 수 있다.

#### 2) 천체의 관측

- ① 인공 위성을 이용한 원격 탐사의 원리를 이해하고, 실제 사례를 통하여 원격 탐사의 성과와 가치에 대하여 안다.
- ② 천체 망원경의 구조를 이해하고 조작 방법을 안다.
- ③ 천체 사진 촬영을 위한 기초 이론부터 실제 촬영 사진을 얻기까지 과정을 이해하고, 달, 행성 및 별의 일주 운동 등의 천체 사진 촬영 방법을 안다.

#### 3) 달과 행성의 운동

- ① 달 관측을 통하여 달의 운동을 이해한다.
- ② 달 표면의 크레이터를 관측하기 좋은 조건에 대해 생각해 보고, 크레이터의 높이 측정 방법을 안다.
- ③ 행성의 관측을 통하여 행성의 운동을 이해한다.
- ④ 행성의 물리량으로부터 케플러 제 3법칙을 유도하고, 목성의 질량 계산을 통하여 케플러 제 3법칙을 이해한다.

#### 4) 태양의 운동

- ① 태양의 위치 변화 자료를 이용하여 시태양시, 평균 태양시, 균시차의 개념을 이해한다.
- ② 태양의 시직경 크기 변화를 통해 타원 방정식을 유도할 수 있다.
- ③ 태양 표면의 흑점을 관측하여 흑점 주기, 흑점군 분류 및 상대 흑점 수를 계산할 수 있다.
- ④ 간이 측광기를 제작하여 태양의 광도를 측정하고 기술, 수학, 환경과 연계하여 실생활에서 태양 에너지를 효과적으로 활용할 수 있는 방법에 대하여 이해한다.

#### 5) 별의 특성과 물리량

- ① 키르히호프 법칙을 이용한 별의 스펙트럼 분석과 간이 분광기를 통한 다양한

빛의 스펙트럼을 비교할 수 있다.

- ② 별의 고유 운동을 측정하여 별의 공간 운동을 이해한다.
- ③ 실시 관측, 사진 관측 및 광전 측광에 의한 변광성의 밝기를 측정하는 방법에 대하여 안다.
- ④ 별의 분광형과 절대 등급 사이의 관계를 나타내는 H-R도 작성 방법을 안다.
- ⑤ 광도 주기 곡선과 케플러의 제 3법칙을 이용하여 쌍성의 질량을 구하는 방법을 이해한다.

#### 6) 별의 거리

- ① 주계열 맞추기를 통하여 성단까지의 거리를 계산할 수 있다.
- ② 세페이드 변광성의 주기·광도 관계를 이용하여 천체까지의 거리 계산 방법을 안다.

#### 7) 은하의 회전

- ① M31의 회전 곡선과 질량과의 관계를 이해하고 회전 곡선을 이용하여 은하 질량을 구하는 방법을 안다.

#### 8) 우주론

- ① 허블의 법칙을 이용하여 우주의 크기와 나이를 계산하는 과정을 유도하고 최신 연구 결과를 통하여 우주 팽창에 대하여 이해한다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) '지구 과학 실험'은 학교의 실정을 고려하여 내용을 선정하여 실험한다.
- (2) '지구 과학 I'과 '지구 과학 II', '고급 지구 과학' 과목과 상호 관련지어 운영 하되, 학생의 능력과 흥미에 따라 내용을 재구성 또는 통합하여 지도한다.
- (3) 실험을 하기 전에 실험실 안전 수칙 및 사고 발생 시 대처 방안에 대한 안전 교육이 이루어지도록 계획한다.

### 나. 교수·학습 방법

- (1) 제한된 시·공간에서 지구과학적 현상을 재현하여 관찰, 실험 할 경우 실제와 차이가 있음을 인식시키고, 가능한 실제 자연을 대상으로 야외에서 학습하는 기회를 포함하도록 한다.
- (2) 필요한 경우 실험 결과는 수식을 이용하여 정량적으로 해석하거나 컴퓨터를 활용하여 표, 그래프 등으로 분석한다.
- (3) 영역에 따라 소집단 탐구 또는 개별 탐구가 적절히 이루어지도록 하되, 연구

과정과 결과는 보고서 및 구두 발표를 통해 다른 집단의 결과와 비교해 보고 토의가 이루어지도록 한다.

- (4) 지구 과학적 내용을 기술, 공학, 예술, 수학과 연계하여 학습이 이루어지도록 한다.

#### 다. 교수·학습 자료

- (1) 과학 고등학교에서 설치 운영하고 있는 최신 실험 기자재를 견학하거나 직접 조작해 봄으로써 충분히 활용할 수 있도록 한다.
- (2) 직접 측정하기 어려운 관측 자료는 인터넷에서 제공되는 데이터를 분석하거나, ICT 자료를 활용하도록 한다.
- (3) 화학 약품, 파손되기 쉬운 실험 기구, 가열 기구 등을 다룰 때 충분히 사전 지도가 이루어지도록 하고 실험 후의 폐기물은 환경오염을 최소화하도록 처리한다.

### 5. 평 가

#### 가. 평가 계획

- (1) 지구 과학 현상에 대한 학생들의 자기 주도적 실험 능력의 향상을 위해 개별 또는 분단별로 다양한 평가 방법을 활용하도록 한다.

#### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 창의적 문제 해결력, 논리적 표현력, 실험 기기 활용 능력, 자료 해석 능력 등을 평가하며, 탐구 결과 뿐만 아니라 탐구 과정 요소가 고르게 평가되도록 한다.

#### 다. 평가 방법

- (1) 실기 검사, 보고서, 포트폴리오, 관찰, 면담, 지필 검사 및 멀티미디어 등 영역에 따라 타당한 방법을 이용하여 평가한다.

#### 라. 평가의 활용

- (1) 평가 기준을 학습 전에 구체적으로 제시하고, 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 파악하여 평가하며, 평가 결과를 학생이 활용할 수 있도록 한다.

### 6. 교과서의 개발과 활용

가. 오랜 시간이 필요한 박편 제작, 달과 행성의 관측 등은 충분한 시간을 가지고

실험 및 실습이 이루어 질 수 있도록 하고 모둠을 형성하여 체계적으로 운영하도록 한다.

- 나. 야외 지질 조사, 천체 사진 촬영과 같이 야외에서 이루어지는 실험은 필요한 지식을 충분히 학습하고 활동이 이루어 질 수 있도록 내용을 구성한다.
- 다. 학교 여건상 구비가 어려운 실험 장치나 부족한 실험 장치에 대해서는 대체할 수 있는 실험 방법을 제안하도록 한다.

## < 환경과학 >

### 1. 성격

‘환경 과학’은 환경에 관심이 있는 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 한다. ‘환경 과학’은 최신 환경과학의 심화된 내용에 대한 지식적인 이해와 함께 과학적인 탐구과정을 직접 체험해 봄으로써 환경 문제를 합리적으로 해결하는 과학자가 될 수 있는 소양을 기르고, 이를 활용하여 인류의 지속가능한 발전에 기여하는 태도를 함양하기 위한 과목이다. ‘환경과학’의 목표는 환경과학 개념의 종합적 이해, 과학적 탐구능력과 문제해결력 함양, 능동적 참여 태도 함양, 과학·기술·사회의 상호 관계 인식 등이다.

‘환경 과학’의 내용은 환경과 인간, 자원과 에너지, 환경 문제와 대책, 환경 보전 등의 영역으로 구성한다. ‘환경 과학’의 각 영역은 몇 개의 핵심적인 주제로 구성하며, 다양한 탐구 활동과 사례를 통하여 환경과 관련된 문제를 종합적으로 이해하고, 탐구능력을 함양할 수 있으며, 환경보전에 환경과학과 과학기술, 인간의 미래사회를 올바르게 전망하도록 한다.

‘환경과학’에서는 학생의 일상생활과 관련된 경험을 적극적으로 활용하여 흥미와 호기심 및 동기를 유발하고, 체험 활동, 실험 실습, 과제 학습, 글쓰기, 토론 등 다양한 활동을 포함하여 문제해결력, 의사소통력, 의사결정력 등이 신장될 수 있도록 한다.

### 2. 목 표

- 가. 환경과 인간, 자원과 에너지, 환경 문제와 대책, 환경 보전 등의 기본 개념과 심화된 내용을 종합적으로 이해한다.
- 나. 환경에 대한 탐구과정을 통하여 과학적 탐구 능력을 기르고, 문제 해결력을 함양하여 환경 보전에 이를 활용한다.
- 다. 환경 보전에 대한 올바른 가치관을 가지고, 환경의 질을 개선하기 위해 개인적, 사회적 활동에 능동적으로 참여하려는 태도를 가진다.
- 라. 환경과학과 과학기술, 사회의 상호관계를 총체적으로 인식하여 실생활에 적용할 수 있으며, 환경과학 관련 진로를 탐색할 수 있다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내 용 요 소
환경과 인간	환경관	환경의 요소와 특성, 자연관, 환경관, 인간의 위치, 환경윤리
	생태계와 인간	생태계, 생물다양성, 생물자원, 생물의 멸종, 생태계 교란, 생태 공간 회복
	환경과 지속가능발전	국토 이용, 도시화, 지구적 환경변화, 지속가능발전
자원과 에너지	인구와 식량	인구문제, 식량자원, 경작지 감소, 유전자재조합식품(GMO)
	에너지 사용과 미래에너지	자원의 의미와 종류, 자원고갈과 대체 자원의 개발, 에너지 개발과 이용, 자원개발기술
환경문제와 대책	대기오염	대기오염, 산성비, 오존층파괴, 사막화, 지구온난화, 대기오염 관리기술
	물과 토양오염	물의 중요성, 물과 해양오염, 토양의 역할, 토양오염, 자연정화, 물과 토양의 환경오염방지기술
	폐기물과 생활환경오염	폐기물, 소음, 실내공기오염, 악취, 광공해, 진동, 일조권 등
	환경보건과 위생	내분비계 장애물질, 방사능물질, 생물농축, 환경과 보건
환경보전	환경보전활동	자연보전, 친환경 상품과 소비, 녹색성장, 국제기구의 활동과 협약, 개인·사회·국가 간의 역할, 환경과학 기술의 전망, 진로 탐색

#### 나. 영역별 내용

##### (1) 환경과 인간

###### 1) 환경관

- ① 환경의 정의, 환경요소와 특성을 설명할 수 있다.
- ② 동서양의 자연관이나 환경관에 따른 인간의 위치를 다양한 관점으로 인식할 수 있다.
- ③ 환경윤리에 대하여 올바른 가치관을 가지고 개인적, 사회적, 국가적 관점에서 설명할 수 있다.

###### 2) 생태계와 인간

- ① 생태계의 의미, 생물다양성의 중요성과 생물자원의 가치 등을 이해한다.
- ② 생태계 교란, 생물다양성 감소, 멸종의 원인 등을 이해함으로써 생태계와 인간의 상호

관련성을 설명할 수 있다.

③ 자연환경 보전과 생태 공간의 회복을 위한 대책을 친환경기술사례를 통해 이해할 수 있다.

### 3) 환경과 지속가능발전

① 지속가능 발전의 의미, 지속가능한 경제활동 및 생활양식 등을 이해할 수 있다.

② 국토이용, 도시화와 산업화에 따른 지역 환경과 지구 환경의 변화를 지속가능발전과 연계하여 설명할 수 있다.

③ 지속가능발전 과정에서 발생하는 사회·환경적 쟁점에 관하여 토의하고 문제를 해결할 수 있다.

### (2) 자원과 에너지

#### 1) 인구와 식량

① 인구의 증가, 경작지 감소, 식량자원의 불균형 분포 등을 이해한다.

② 식량문제 해결을 위한 방안과 관련 기술을 모색하고, 유전자재조합식품(GMO) 등의 장 단점에 대해 비판적으로 사고할 수 있다.

#### 2) 에너지 사용과 미래에너지

① 자원의 의미와 종류, 자원 고갈과 대체 자원의 개발 등을 설명할 수 있다.

② 신·재생 에너지의 이용과 개발, 자원개발기술 사례 등 환경과학 기술에 대해 이해한다.

### (3) 환경문제와 대책

#### 1) 대기오염

① 대기오염, 산성비, 오존층 파괴 등 대기환경문제의 원인과 실태를 설명할 수 있다.

② 지구온난화와 사막화 등의 지구적 환경 변화를 종합적으로 이해하고 다양한 자료를 해석할 수 있다.

③ 대기오염 관리 기술에 대한 사례와 미래의 전망을 이해할 수 있다.

#### 2) 물과 토양오염

① 물의 중요성, 물과 해양 오염의 원인과 대책, 자연정화 등을 설명할 수 있다.

② 토양의 역할, 토양오염의 원인과 대책을 설명할 수 있다.

③ 물과 토양오염에 대한 친환경기술개발 사례를 이해하고 그 대책을 설명할 수 있다.

#### 3) 폐기물과 생활환경오염

① 폐기물의 종류와 폐기물 재활용 기술 개발사례를 이해한다.

② 실내공기오염, 소음, 악취, 광공해, 진동, 일조권 등 생활환경 오염의 종류와 대책을 이해한다.

#### 4) 환경보건과 위생

- ① 내분비계 장애물질, 방사능 물질, 생물농축현상 등을 설명할 수 있다.
- ② 자연환경과 생활환경이 인간의 건강에 미치는 긍정적, 부정적 영향을 이해하고 실천할 수 있다.

#### (4) 환경보전

##### 1) 환경보전활동

- ① 자연보전, 친환경 상품과 소비, 녹색성장 등에 대한 개인, 사회, 국가의 환경 보전 역할을 이해하고, 이에 능동적으로 참여할 수 있다.
- ② 국제기구의 활동과 협약을 이해하고, 세계 시민으로서의 역할을 실천할 수 있다.
- ③ 환경 과학, 기술과 사회와의 관련성을 이해하고, 환경과학 관련 진로를 탐색할 수 있다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) 최근 발생하는 환경 문제가 인간 사회에 미치는 영향을 고려하여, 인간, 사회, 환경과의 상호 관련성에 유의하고, 사례를 중심으로 수업이 이루어질 수 있도록 지도한다.
- (2) 학교 실정과 지역사회의 특성을 고려하여 학습시기와 장소 등을 조절하여 운영한다.
- (3) '과학' 및 다른 과목과의 연계성을 고려하여, 목표의 강조점, 내용의 범위와 수준을 조정한다.
- (4) '환경 과학'은 여러 학문으로부터 얻어진 지식을 환경 문제의 인식 및 해결에 응용하는 종합과학의 성격을 가지므로 총체적인 실체로서 환경을 이해할 수 있도록 지도한다.

### 나. 교수·학습 방법

- (1) 학습 주제와 관련된 일상생활의 문제나 학생의 경험을 적극적으로 활용한다.
- (2) 자료 분석, 문제 인식 및 가설 설정, 결론 도출 및 평가 등의 탐구과정을 학습주제와 관련시켜 지도하여 탐구능력을 신장시킨다.
- (3) 인지적 영역과 정의적 영역의 균형을 위하여 역할놀이, 체험활동 등 환경 감수성을 함양시키는 방법을 활용한다.
- (4) 야외조사, 실험 실습, 과제 학습, 비평, 글쓰기 등 다양한 교수·학습 방법을 적절히 활용

하여 문제해결, 의사소통 중심의 수업이 전개될 수 있도록 한다.

- (5) 일상생활에서 환경 문제를 올바르게 인식하여 환경 보호에 참여하고 실천하는 태도를 기르고, 진로를 환경과학과 관련지어 탐색해보도록 한다.
- (6) 과학, 기술, 사회와 관련된 환경 쟁점을 찾아 토론하는 과정을 통해 윤리관, 의사결정력을 함양하도록 한다.

#### 다. 교수·학습 자료

- (1) 지역 환경의 특성에 따른 다양한 생태문화공간을 교수·학습 자료로 도입한다.
- (2) 읽기, 논술 등의 언어적 상호작용을 위한 자료로 일반도서, 환경과학 도서, 신문, 잡지 등을 활용한다.
- (3) 일상생활의 경험과 관련 있는 친숙한 소재를 인터넷, 신문, TV 보도 자료, 사진, 동영상, 영화 등의 다양한 시청각 자료에서 찾아 활용한다.
- (4) 타 교과와 연계된 환경과학 소재를 과학, 기술, 사회의 상호작용 이해를 위한 학습 자료로 활용한다.

## 5. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 학습목표에 준거하여 객관적 평가목표를 설정한다.
- (2) 인지적 영역과 정의적 영역이 균형을 이루도록 평가 기준을 세운다.

### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 환경에 대한 주요 개념과 심화된 학습 내용의 통합적 이해를 평가한다.
- (2) 탐구 과정에 따른 탐구 활동 수행 능력과 문제 해결 능력 등을 평가한다.
- (3) 환경에 대한 가치, 과학적 태도, 환경 보전에 대한 능동적 참여 등을 평가한다.
- (4) 환경과학, 기술과 사회와의 상호관계를 인식하여 일상생활에 적용할 수 있는 능력을 평가한다.

### 다. 평가 방법

- (1) 지필 검사, 글쓰기활동, 사례 발표, 토의, 면담, 작품 발표, 사회 활동 참여 등의 다양한 평가 방법을 사용한다.

- (2) 면담, 포트폴리오 등 다양한 방법을 활용하여 이해, 흥미 및 가치 인식의 변화 등을 평가한다.

#### 라. 평가의 활용

- (1) 객관적인 평가를 위하여 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시한다.
- (2) 평가 결과는 학습 지도의 계획이나 개선, 진로 지도에 활용한다.
- (3) 봉사활동, 포트폴리오 등은 진로 지도 및 평생교육 자료로 활용한다.

### 6. 교과서의 개발과 활용

- 가. '환경과학' 내용과 관련된 첨단 과학 관련 동영상을 CD-ROM Title로 제공하도록 한다.
- 나. 최신 환경과학 기술 관련 내용의 읽기자료에 환경과학관련 진로 탐색 내용이 포함하도록 한다.

## 〈 과학사 및 과학철학 〉

### 1. 성 격

‘과학사 및 과학 철학’은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 한 과목이다.

‘과학사 및 과학 철학’은 크게 과학사와 과학 철학으로 나뉜다. 과학사에서는 서양 과학사에서 고대 및 중세 과학, 과학 혁명, 근대의 과학, 현대의 과학 등을 다루며, 동양 및 한국 과학사에서 동양의 전통 과학, 동양의 근대 과학, 한국 과학사 등의 내용을 다룬다. 고대에서 현대에 이르기까지, 그리고 서양에서 동양과 우리나라에 이르기까지 현재의 과학이 어떻게 발달해 왔는지를 그 내용 뿐만 아니라 사회 문화적 배경 및 다른 학문 분야와의 관련성을 포괄적으로 이해하도록 하고, 역사적으로 고찰함으로써 과학의 본질과 의의, 사회적 기능과 역할 등을 이해하도록 한다. 또한 과학사에 내재된 과학적 탐구과정을 탐색하고, 과학의 사회적 특성을 총체적으로 이해하도록 한다.

과학 철학은 과학의 방법에 대한 다양한 인식론적 주장을 이해하고, 과학 지식의 변화 양상, 과학 지식의 인식론적 위치 등의 논쟁점을 분석하여, 올바른 과학자상을 정립하고 사회 속에서의 과학과 기술과의 관계를 쉽게 이해하며 과학의 본질을 쉽게 이해하도록 한다.

### 2. 목 표

- 가. 서양과학 및 동양과학이 역사적으로 발달되는 과정을 이해한다.
- 나. 과학의 변천을 그 배경 및 영향과 관련지어 고찰함으로써 과학의 본질 및 사회적 기능에 대해 이해한다.
- 다. 과학철학의 학습을 통하여 과학지식의 본성을 이해하고 올바른 과학자상을 정립한다.
- 라. 과학사 및 과학철학을 배움으로써 과학자로서 갖추어야 할 과학적 본성에 대한 소양을 기른다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내용 요소
과학의 본성과 과학사 및 과학철학		과학의 본성, 과학사와 과학철학의 의의와 역할
서양 과학사	고대 및 중세의 과학	고대의 서양 과학, 이슬람 및 중세의 서양 과학
	과학 혁명	르네상스와 과학 혁명, 천문학의 혁명, 갈릴레이의 과학, 뉴턴의 고전 역학 혁명, 과학 혁명의 사회적 영향
	근대의 과학	근대의 화학 혁명, 생물학 혁명, 열역학의 태동, 빛의 본질에 대한 광학 연구, 전자기학의 성립, 지질학의 성립
	현대의 과학	상대성 이론과 양자 역학, 현대 화학의 발전, 생물학에서의 유전 연구, 현대 지구과학의 발전
동양 및 한국 과학사	동양의 전통 과학	중국의 고대 과학, 동양의 과학 기술의 발달, 동양의 천문학 연구
	동양의 근대과학	서양 근대 과학의 수용, 한국 실학자들의 과학연구
	한국 과학사	한국의 과학 기술의 역사
과학 철학	고전적 과학 방법론	귀납주의, 포퍼의 반증주의
	현대적 과학 방법론	쿤의 과학혁명, 라카토슈의 연구 프로그램
	과학철학과 현대 사회	과학과 다른 영역(윤리, 종교, 정치, 문화 등)과의 관계, 과학·기술·사회

#### 나. 영역별 내용

##### (1) 과학의 본성과 과학사 및 과학철학

- ① 여러 과학사적인 논의들 속에서 과학을 수행하는데 여러 가지 방법이 제시될 수 있음을 알고 과학사를 학습하는 의미를 이해한다.
- ② 과학의 방법에 대한 다양한 인식론적 주장인 과학철학의 학습을 통해서 과학이 지향해야 할 목표와 방향을 이해할 수 있음을 안다. 이를 통해 과학의 본성을 이해한다.

##### (2) 서양 과학사

###### 1) 고대 및 중세의 과학

- ① 이집트와 메소포타미아를 중심으로 전개되었던 과학이 갖고 있는 특징을 알고

과학의 형성에 영향을 미친 사회, 문화적 요인을 설명한다.

- ② 그리스, 로마를 중심으로 발전한 과학을 통하여 서구의 과학이 어떻게 출발했는지 이해한다.
- ③ 이슬람 세계에서 발전한 과학의 내용을 이해하고, 이슬람 과학이 서구로 유입되는 과정을 설명한다.
- ④ 로마의 분열과 르네상스가 일어나기까지의 약 1000년간의 암흑시기인 중세에 나타난 서구의 과학을 이해하고, 이를 통하여 근대 과학의 태동을 설명한다.

## 2) 과학 혁명

- ① 르네상스에 의한 사회적인 변화 이후에 16, 17세기에 일어난 과학혁명의 의미를 알고, 근본적인 의미의 과학자들의 탄생을 통하여 과학의 의미를 설명한다.
- ② 코페르니쿠스, 티코 브라헤, 케플러, 뉴턴 등의 연구를 통하여 천문학 혁명의 배경과 내용을 이해한다.
- ③ 갈릴레이와 데카르트의 역학에 대한 연구를 이해하고, 뉴턴에 의해서 만들어진 힘과 운동에 대한 설명을 통해 고전 역학 혁명의 배경과 내용을 이해한다.
- ④ 여러 과학자들의 노력에 의해 얻어진 과학혁명이 만들어낸 사회적 영향에 대해서 이해한다.

## 3) 근대의 과학

- ① 라부아지에의 연소이론, 돌턴의 원자설, 멘델레예프의 주기율표 등을 비롯한 18-19세기의 화학연구에 대해서 이해한다.
- ② 다윈의 진화론의 배경과 그 내용, 사회적 영향 등을 비롯한 근대 생물학 연구의 내용을 이해한다.
- ③ 열과 일에 대한 탐구 및 열역학 법칙을 통하여 열역학이 성립하게 된 과정과 그 내용을 이해한다.
- ④ 빛의 파동적 성질과 색에 대한 연구로부터 광학의 체계화된 과정을 이해하고, 페러데이와 맥스웰 등에 의해서 성립된 전자기학 이론의 형성과정을 이해한다.
- ⑤ 지구의 생성 기원에 대한 다양한 과학사적 논의로부터 지질학의 체계가 성립되는 과정을 이해한다.

## 4) 현대의 과학

- ① 뉴턴의 운동법칙과 불일치한 현상을 설명하기 위하여 제기된 양자론과 상대성 이론의 발전과정을 이해하고, 최근에 진행되고 있는 현대 물리학의 발전을 이해한다.
- ② 신약 개발, 신소재 개발 및 나노 화학 등과 같은 현대 화학의 발전 내용과 그 과정을 이해한다.
- ③ 왓슨과 크릭의 DNA 발견을 비롯한 20세기의 유전에 대한 연구를 포함한 생

명공학 연구의 내용과 과정을 이해한다.

- ④ 대륙 이동설, 맨틀 대류설 등 지구 내부를 이해하기 위한 여러 이론을 이해하고, 우주 개척의 역사와 그 과정을 설명한다.

### (3) 동양 및 한국 과학사

#### 1) 동양의 전통 과학

- ① 중국을 중심으로 동양 과학의 발전과정을 이해한다. 특히, 자연세계를 이해하려는 노력을 하늘의 운행과 원리에 대한 연구를 중심으로 설명한다.
- ② 종이와 나침반, 화약 등과 같이 서양보다 먼저 발명된 물건들을 통하여 동양의 전통과학을 이해한다.

#### 2) 동양의 근대 과학

- ① 근대에 동양에서 서양의 과학을 유입한 과정을 설명하고 이를 통해 어떻게 동양과학이 영향을 받았는지 이해한다.
- ② 서구과학이 우리나라에 영향을 준 과정을 설명하고, 특히 18세기 영·정조 시대 실학자들의 과학적 연구를 이해한다.

#### 3) 한국의 우수 과학 산물

- ① 첨성대, 측우기, 천상열차분야지도, 금속활자, 혼천의, 앙부일구 등 우리 조상들이 만들어낸 우수한 과학 산물들의 특징과 과학적 원리를 이해한다.

### (4) 과학 철학

#### 1) 고전적 과학 방법론

- ① 연역추론과 귀납추론의 차이점을 이해하고, 베이컨의 귀납주의를 설명한다.
- ② 관찰의 이론 의존성을 비롯한 귀납법의 한계에 대해 설명한다.
- ③ 가설 연역적 방법의 의미를 알고, 포퍼의 반증주의의 내용과 그 한계를 설명한다.

#### 2) 현대적 과학 방법론

- ① 과학의 역사를 하나의 패러다임에서 다른 패러다임으로의 전이되는 과정으로 이해하는 쿤의 과학혁명에 대하여 설명한다.
- ② 과학의 발전을 견고한 핵과 보호대로 설명하는 라카토슈의 연구 프로그램의 내용을 이해한다.

#### 3) 과학철학과 현대 사회

- ① 과학의 역사를 통해 과학과 종교가 어떤 상호연관성을 가지고 논의되어 왔는

지 이해한다.

- ② 최근의 과학기술의 발전에 따른 윤리적인 이슈들을 사례로 다룸으로써 과학자로서 갖추어야 할 다양한 윤리(연구윤리, 생명윤리 등)에 대하여 논의한다.
- ③ 고대부터 현대 과학에 이르기까지 과학과 정치의 연관성을 통하여 사회 속에서 과학의 역할을 논의한다.
- ④ 현대 사회에서 과학이 가지는 문화적 위치를 이해하고 과학과 문화가 어떻게 상호 발전할 수 있을지에 대해서 논의한다.
- ⑤ 과학과 기술은 사회 속에서 사회의 영향을 받으며 발전하며, 반대로 과학의 발전은 사회의 발전에 영향을 준다. 현대 사회에서 과학과 기술, 사회와의 관련성에 대해서 논의한다.

#### 4. 교수·학습 방법

##### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) ‘과학사 및 과학철학’은 학생 및 학교의 실정에 따라 내용을 재구성하여 실행할 수 있다.
- (2) 학습 효과의 극대화를 이룰 수 있도록 과제의 성격 등에 맞게 수업 시기와 장소를 선정하여 운영할 수 있다.
- (3) 과학사와 과학철학의 내용은 서로 관련이 깊기 때문에 연관성이 깊은 내용은 같이 지도할 수 있다.

##### 나. 교수·학습 방법

- (1) 고대에서 현대까지의 과학사의 내용 뿐만 아니라, 과학의 변화과정과 사회 문화적인 요소와의 관련성 등을 포괄적으로 이해할 수 있도록 한다.
- (2) 과학사의 내용을 통해서 현대 과학의 과제와 21세기 과학의 전망을 이해할 수 있도록 한다.
- (3) 과학자들의 일화 등을 소개하여 과학에 대한 동기와 흥미를 유발시켜 다른 과학교과를 학습하는데 도움이 되도록 한다.
- (4) 주요한 과학개념이 형성되는 과정을 과학 철학적 맥락에서 이해하도록 하기 위해 많은 과학사 사례를 활용하여 지도한다.
- (5) 토론 등의 활동을 통하여 분석적이고 비판적 태도를 함양하고, 과학과 관련된 사회적 이슈에 효율적으로 대처하는 방법을 익히게 한다.
- (6) 과학, 기술과 관련된 사회문제를 찾아 논의하는 과정을 통해 적극적으로 의사 결정 과정에 참여하는 태도를 갖도록 한다.

##### 다. 교수·학습 자료

- (1) 과학사, 과학철학, 과학과 기술, 과학과 사회를 주제로 한 서적을 선정하여 학

- 생들이 많이 읽을 수 있도록 권장한다.
- (2) 과학사 및 과학철학과 관련된 다큐멘터리, 동영상 등의 시청각 자료를 이용한 교수학습자료를 적극 활용한다.
  - (3) 다른 과학 교과 속에 제시된 과학사 및 과학연구 사례를 수업에 활용할 수 있도록 한다.

## 5. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 평가하여 평가의 결과가 학생들의 학력 향상에 도움을 줄 수 있도록 한다.

### 나. 평가 목표와 내용

- (1) ‘과학사 및 과학 철학’의 교육목표 성취 수준을 고르게 판단하기 위하여 지식, 탐구능력 및 과학적 태도 등을 고르게 평가한다.

### 다. 평가 방법

- (1) 지필검사, 관찰, 면담, 포트폴리오 평가, 동료 평가, 연구 발표 대회 등 다양하고 타당한 평가 방법을 활용한다.

### 라. 평가의 활용

- (1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하여 학생들이 평가 결과를 활용할 수 있도록 한다.

## 6. 교과서의 개발과 활용

- 가. 수업에 활용할 수 있는 다양한 과학사 및 과학철학 자료를 제공한다.

## < 정보과학 >

### 1. 성격

‘정보과학’은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 컴퓨터를 통해, 창의적 사고를 표현하고 효과적으로 실현할 수 있도록 함으로써, 급격하게 변화하고 있는 지식 정보 사회에 보다 효과적으로 적응하고 정보, 수학, 과학 분야의 글로벌 인재로서 발돋움할 수 있는 이해와 능력을 함양할 수 있도록 한다.

정보과학은 중학교·고등학교의 ‘정보과학’의 내용과 연계하여 윤리적 인성을 바탕으로 창의적 사고과정을 컴퓨터를 활용해 구체적으로 표현하고, 어려운 문제들을 빠르고 효과적으로 해결할 수 있는 지식, 경험, 능력을 습득하는 과정으로 구성한다. 종합적으로는 컴퓨터를 통해 자료를 효과적으로 처리, 수집, 분석하는 과정을 통해 정보, 수학, 과학 분야의 어려운 문제들을 빠르게 해결할 수 있는 능력을 함양하기 위한 과목이다.

특히, 학생의 자발적인 탐구를 통해 정보, 수학, 과학 분야의 어려운 문제들에 도전하고 해결하는 과정을 경험하게 함으로써 도전정신, 분석력, 논리적 사고력, 응용력, 창의력, 문제 해결력을 기른다.

또한, 전 세계적으로 지식 정보의 경제적 가치와 사회적 영향력이 날로 높아져가고 있는 가운데, 미래의 국가 경쟁력인 창의적 지식을 창출할 수 있는 글로벌 인재 양성을 위한 사회적, 국가적 요구에 부응하고, 글로벌 사회에서 정보, 수학, 과학 분야를 주도할 수 있는 창의적 인성, 관심, 능력을 가진 학생들을 양성하는 것을 목적으로 한다.

### 2. 목표

- 가. 프로그래밍을 통해 정보, 수학, 과학 분야의 어려운 문제들을 빠르게 해결할 수 있는 지식과 개념을 종합적으로 이해하고 활용할 수 있도록 한다.
- 나. 프로그래밍을 통해 정보, 수학, 과학 분야의 여러 가지 현상과 데이터들을 효과적으로 저장, 처리, 분석하는데 필요한 능력과 창의력을 기르고, 이를 통해 정보, 수학, 과학 분야의 어려운 문제들을 해결하는데 적용할 수 있는 능력을 기른다.
- 다. 프로그래밍을 활용한 문제 해결에 대한 흥미를 가지고, 여러 가지 문제들에 대해 분석적, 논리적으로 사고하고, 해결 방법을 구체적으로 표현하여 컴퓨터를 통해 처리, 분석, 해결하려는 태도를 기른다.
- 라. 정보과학의 지식을 활용하여, 어려운 문제들을 효과적으로 해결함으로써 인간의 생활에 아주 많은 편리함을 가져오게 되었음을 인식하고, 컴퓨터를 활용해 상상하는 것을 창의적으로 만들어낼 수 있는 지식, 소양, 능력, 태도를 기른다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주 제	내 용 요 소
정보윤리 와 정보과학	정보윤리	정보기술과 정보사회, 정보사회와 역기능과 대처, 웹의 발전과 정보윤리
	정보보호	해킹과 악성프로그램, 개인정보 보호
	정보과학	정보과학의 개념, 정보과학의 분야
	컴퓨터의 원리	논리식과 논리게이트, 덧셈회로와 저장회로
프로그래밍	문제와 알고리즘	문제의 분류, 알고리즘의 개념과 표현 방법, 순차/선택/반복의 표현
	프로그래밍 기초	프로그래밍언어의 개념과 원리, 함수의 사용, 변수와 연산, 조건 제어
	프로그래밍 심화	배열과 구조체, 함수의 정의, 재귀 함수, 포인터
자료구조	자료구조의 개념	자료구조의 필요성, 자료구조의 종류
	선형 자료구조	스택의 개념과 활용, 큐의 개념과 활용, 연결 리스트의 개념과 활용
	비선형 자료구조	트리의 개념과 활용, 그래프의 개념과 활용
알고리즘	알고리즘의 비교	계산복잡도, Big O 표기법
	알고리즘의 설계 및 분석	최적 선택과 그리디 알고리즘, 하향식 설계와 분할 정복, 상향식 설계와 동적 프로그래밍
문제해결	탐색	순차 탐색과 2진 탐색, 트리와 그래프의 순회, 최단경로 탐색, 최소비용 신장트리
	정렬	버블/선택/삽입 정렬, 쉘 정렬, 퀵 정렬, 머지 정렬
	응용	압축, 암호화, 수학 분야의 문제 해결, 과학 분야의 문제 해결

## 나. 영역별 내용

### (1) 정보윤리와 정보과학

#### 1) 정보윤리

- ① 컴퓨터와 정보통신기술의 발전에 따른 사회의 변화를 이해한다.
- ② 정보사회의 역기능에 대해 이해하고 대처 방법을 설명할 수 있다.
- ③ 웹2.0과 같은 웹의 발전에 대해 이해하고 그와 관련된 윤리적 문제에 대해 토론할 수 있다.

#### 2) 정보보호

- ① 해킹과 악성프로그램의 개념, 예방 및 대응 방법에 대해 이해하고 활용한다.
- ② 개인정보의 개념과 개인정보보호 관련 기술에 대해 설명할 수 있다.

#### 3) 정보과학

- ① 정보과학의 개념과 역할에 대해 이해한다.
- ② 정보과학의 기본 이론들과 정보과학이 응용되는 영역들에 대해 설명할 수 있다.

#### 4) 컴퓨터의 원리

- ① 논리식과 논리게이트의 개념을 이해한다.
- ② 논리게이트를 활용해 덧셈회로와 저장회로를 구현하는 방법, 회로 설계 원리를 이해한다.

### (2) 프로그래밍

#### 1) 문제와 알고리즘

- ① 문제들을 분류하는 방법과 문제들의 종류에 대해 이해한다.
- ② 알고리즘의 개념에 대해 이해하고 알고리즘의 표현 방법을 익힌다.
- ③ 순차, 선택, 반복의 흐름을 이해하고, 복잡한 처리 과정을 순차, 선택, 반복으로만 표현하는 방법을 익힌다.

#### 2) 프로그래밍 기초

- ① 프로그래밍언어의 개념과 원리를 이해한다.
- ② 함수의 개념에 대해 이해하고 여러 가지 함수를 사용할 수 있다.
- ③ 변수의 개념과 연산에 대해 이해하고 변수를 사용해 연산할 수 있다.
- ④ 조건 제어의 개념에 대해 이해하고 조건 제어를 활용할 수 있다.

### 3) 프로그래밍 심화

- ① 배열과 구조체의 목적, 개념에 대해 이해하고 사용할 수 있다.
- ② 새로운 함수를 정의하는 방법에 대해 이해하고 새로운 함수를 정의하여 사용할 수 있다.
- ③ 재귀 함수의 개념을 이해하고 재귀 함수를 사용할 수 있다.
- ④ 포인터의 개념을 이해하고 포인터를 사용할 수 있다.

## (3) 자료구조

### 1) 자료구조의 개념

- ① 자료구조의 개념과 필요성에 대해 이해한다.
- ② 자료구조의 종류에 대해 설명할 수 있다.

### 2) 선형 자료구조

- ① 스택의 개념과 동작, 실생활에서의 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ② 큐의 개념과 동작, 실생활에서의 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ③ 연결 리스트의 개념과 동작, 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.

### 3) 비선형 자료구조

- ① 트리의 개념과 종류, 실생활에서의 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ② 그래프의 개념과 종류, 실생활에서의 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.

## (4) 알고리즘

### 1) 알고리즘의 비교

- ① 계산복잡도의 개념과 수행시간의 증가에 대해 설명할 수 있다.
- ② Big O 표기법의 개념과 알고리즘의 비교 방법에 대해 이해한다.

### 2) 알고리즘의 설계 및 분석

- ① 최적 선택과 그리디 알고리즘의 개념, 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래

밍으로 적용할 수 있다.

- ② 하향식 설계와 분할정복의 개념, 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 적용할 수 있다.
- ③ 상향식 설계와 동적 프로그래밍의 개념, 예시와 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 적용할 수 있다.

## (5) 문제해결

### 1) 탐색

- ① 탐색의 개념, 순차 탐색과 2진 탐색에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ② 트리와 그래프의 순회에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ③ 최단경로 탐색의 개념과 방법, 응용과 활용에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ④ 최소비용 신장트리의 개념과 알고리즘에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.

### 2) 정렬

- ① 정렬의 개념과 목적, 버블/선택/삽입 정렬의 개념과 방법에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ② 셸 정렬의 개념과 방법에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ③ 퀵 정렬의 개념과 방법에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ④ 머지 정렬의 개념과 방법에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.

### 3) 응용

- ① 압축의 개념과 목적, 방법에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ② 암호화의 개념과 목적, 방법에 대해 이해하고 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ③ 소수 탐색, 긴 자리수 계산, 몬테카를로 기법, 연립 방정식의 해결 등에 대해 이해하고 수학 분야의 문제를 해결하기 위해 프로그래밍으로 구현할 수 있다.
- ④ 데이터 수집, 처리, 분석을 위한 파일입출력의 개념과 방법에 대해 이해하고 과학 분야의 문제를 해결하기 위해 프로그래밍으로 구현할 수 있다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) 이수 단위 수, 학생의 요구와 능력, 학교의 실정 등을 고려하여 교육 내용의 지도 순서와 비중을 달리할 수 있다.
- (2) 프로그래밍언어는 시대적인 흐름과 언어의 활용성과 기능, 컴퓨터의 성능, 흥미 등을 고려하되 인지적 능력과 효율성을 고려하여 텍스트 기반의 언어를 활용한다.
- (3) 모든 영역에서 개념과 원리, 이론을 중심으로 기초 지식을 학습하고, 프로그래밍으로 구현하는 과정을 병행하여 프로그래밍언어 활용 능력을 기른다.
- (4) 개별적인 단위 요소별 교수·학습은 개념과 예시들을 충분히 제공하며, 프로그래밍언어의 문법이나 함수명 등의 단순 암기식의 학습을 지양한다.
- (5) 이론과 프로그래밍 실습을 병행하여 프로그래밍언어 활용 능력을 기른다.
- (6) 학습 내용에 따라 아이디어 발표, 토의, 대회 등 다양한 교수·학습 방법을 활용한다.
- (7) 다양한 예시와 상황 및 문제들을 제시하고 프로그래밍을 통해 효과적이며 창의적으로 해결할 수 있도록 하고, 자신의 생각을 프로그래밍언어를 사용하여 표현하고, 실행시킬 수 있는 능력을 배양하는데 중점을 둔다.
- (8) 학생 스스로 문제를 발견하고 해결할 수 있는 과제를 포함하도록 한다.
- (9) 정보, 수학, 과학 분야의 융합적인 주제로 3~5인이 수행할 수 있는 모듈과제를 제시하여, 공동 연구와 협동 탐구활동의 과정을 통해 상호 협동 연구의 중요성을 인식하게 한다.
- (10) 정보과학의 탐구에 뛰어난 재능을 보이는 학생은 그 능력에 맞게 보다 높은 수준의 학습을 받을 수 있도록 심화 또는 개별 지도한다.

### 나. 교수·학습 방법

- (1) 정보기술과 정보과학의 발달에 따른 사회 변화를 설명하여 미래의 사회변화에 대해 상상하고 예측할 수 있도록 한다.
- (2) 정보과학의 기초 이론들과 다양한 응용분야들을 소개하여, 정보과학의 다양한 가능성과 가치에 대해 인식하도록 유도하고 학생들의 관심과 소질에 따라 다양한 진로와 분야를 탐색할 수 있도록 한다.
- (3) 정보과학의 핵심 도구인 컴퓨터의 계산과 저장 원리를 간단히 설명하여 인간의 사고와 논리를 빠르게 처리하고, 저장할 수 있는 컴퓨터의 원리에 대한 구체적인 이해를 돕는다.

- (4) 특정 프로그래밍 도구의 사용법을 구체적으로 제시하지 않으며, 표준 문법과 오픈소스 컴파일러를 활용하도록 한다.
- (5) 컴퓨터로 해결 가능한 문제와 그러한 문제를 해결하기 위한 구체적인 방법인 알고리즘, 구체적인 표현 방법에 대해 설명하여, 자신의 생각을 구체적이며 논리적으로 표현할 수 있도록 하며, 단순한 사용법이나 문법에 대한 학습은 지양한다.
- (6) 프로그램, 프로그래밍, 프로그래밍언어의 개념과 원리에 대해 설명하고, 기초적인 프로그래밍언어 활용 방법을 학습하여, 간단한 문제들을 빠르게 해결하거나 학생들의 상상에 따라 창의적으로 프로그램을 만들어낼 수 있도록 한다.
- (7) 자료구조의 개념과 원리를 먼저 설명하고, 각각의 자료구조에 따른 장점과 단점, 실제 적용되는 예시와 실생활에서의 응용들을 구체적으로 제시함으로써, 자료구조의 필요성과 응용에 대한 실제적인 이해를 돕는다.
- (8) 배열을 사용한 자료구조의 구현과 활용은 가장 기본적인 방법이므로, 필수적으로 설명하도록 한다.
- (9) 알고리즘에 따라 프로그램의 수행 속도가 달라짐을 설명하고, 일상생활에서의 다양한 예시들을 통해 구체적인 이해를 도움으로써 알고리즘의 중요성을 인식하도록 한다.
- (10) 알고리즘에는 정답이라는 것이 존재하지 않으므로 다양하고 효과적인 방법이 만들어질 수 있다는 가능성을 전달하고, 발산적 사고과정을 통해 창의적이고 새로운 방법을 만들어낼 수 있음을 인식할 수 있도록 한다.
- (11) 알고리즘을 효율적으로 설계할 수 있는 간단한 접근 방법들에 대해, 충분한 그림과 예시와 활동을 통해 설명하여, 효과적인 알고리즘의 가능성과 가치에 대해 구체적으로 인식시킨다.
- (12) 문제해결은 가장 종합적인 능력으로, 일상생활에서 마주하게 되는 모든 문제들을 컴퓨터의 능력을 빌어 해결할 수 있다는 은유와 확신을 줄 수 있도록 다양한 상황과 예시들을 제시하여, 문제 해결에 대한 이해를 돕는다.
- (13) 프로그래밍언어를 활용한 문제해결은 일상생활 뿐 아니라, 정보, 수학, 과학 분야에 핵심적으로 필요한 실험 및 탐구과정 임을 인식할 수 있도록 다양한 예시들로 제시한다.

#### 다. 교수·학습 자료

- (1) 학습 내용에 따라 충분한 예시와 기초 자료를 제시한다.
- (2) 검색, 조사, 수집을 통해 다양한 학습 자료를 활용하고, 학생들에게 익숙한 주제나 시대적 흐름이나 이슈들과 연관 지어 학습할 수 있도록 한다.
- (3) 특히, 정보, 수학, 과학 분야에서 다루어지는 여러 가지 학습 내용과 연관된 문

제와 자료들을 제시하여 학습의 전이와 확장, 응용을 돕는다.

- (4) 학습 내용과 관련한 자료를 학생 스스로 조사, 수집, 탐구하도록 유도하여 학습자 스스로의 능동적 학습 능력을 향상시킨다.
- (5) 학습 자료는 오프라인 및 온라인으로 동시에 제공할 수 있도록 하여 학습의 효율성을 높인다.
- (6) 학습 내용과 주제, 학교 및 학급의 상황, 학생 수준을 고려하여 교사가 직접 제작한 교재를 학습 자료로 제시할 수 있도록 하고, 온라인 교수 학습 시스템과 출판물도 선택적으로 사용하여 학습의 효율성을 높인다.

## 5. 평 가

### 가. 평가 계획

- (1) 영역별 특성을 고려하여 다양한 평가 방법을 사용한다.
- (2) 영역별 특성을 고려하여 과정이나 성과를 수시로 평가한다.
- (3) 영역별 목표와 내용에 적합하게 평가를 실시하되, 특정 영역·내용에 치우치지 않도록 한다.

### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 지식, 능력, 태도에 대해, 과정과 성과를 종합적으로 평가한다.
- (2) 개념과 원리의 이해 정도를 평가한다.
- (3) 지식의 습득정도를 평가한다.
- (4) 분석적 사고력, 논리적 사고력, 종합적 사고력, 응용력을 평가한다.
- (5) 창의적 문제해결력을 평가한다.
- (6) 평가 내용은 학생들의 수준과 학습 내용, 활동에 따라 학교의 실정과 학급의 상황에 따라 다양하게 구성하며, 종합적인 평가가 이루어질 수 있도록 한다.

### 다. 평가 방법

- (1) 학생들의 수준과 특성에 맞는 수준별 과제를 제시하고, 과정과 성과를 모두 평가한다.
- (2) 과제는 창의성과 논리적 사고력을 측정할 수 있는 것으로, 수행 과정에서 윤리

적, 인성적 태도를 함께 함양할 수 있는 주제로 제시하도록 한다.

- (3) 학습 목표와 내용에 따라 논술, 구술, 토론, 실기평가, 실험·실습, 관찰, 자기 평가 및 동료 평가, 보고서, 탐구보고서, 포트폴리오 등 다양한 방법의 수행 평가를 적절히 활용한다.

## 라. 평가의 활용

- (1) 진단 평가 자료를 수준별 과제 제시 및 학습의 기초 자료로 활용하고, 형성 평가 자료를 활용해 교육 내용, 교수·학습 방법 등에 반영한다.
- (2) 좋은 평가를 받은 과제나 평가물을 발표 또는 게시하여 다른 학생들의 학습과 동기를 향상시킨다.
- (3) 평가 결과를 기초로 교수·학습 자료의 개발, 교수 전략의 수립, 학생 지도 방안 등을 개선할 수 있도록 한다.

## 6. 교과서의 개발과 활용

### 가. 교과서 및 교재 개발 지침

- (1) 학습내용은 핵심적인 개념과 원리, 아이디어를 중심으로 설명하고, 용어나 내용의 단순 나열이나 제시를 지양한다.
- (2) 학생들 개개인의 정보, 수학, 과학 분야의 관심과 능력에 따라, 진로 탐색에 연관될 수 있도록 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 분야들의 종합적 주제와 내용들을 제시하여 학습 동기를 유도하고 이해를 높인다.
- (3) 학습내용에 따라 서술, 논술, 토론 및 협동학습이 가능한 주제들을 제공하여 논리적 사고와 비판적 사고를 유도하고 학습의 효과를 높인다.
- (4) 프로그래밍을 통해 해결할 수 있는 다양한 문제들을 제시하고, 그러한 문제를 해결하기 위한 단계와 방법으로서 프로그래밍언어를 설명하고 학습할 수 있도록 한다. 또한, 창의적인 사고와 아이디어를 필요로 하는 도전적인 문제들을 제시하도록 하여, 적극적인 도전을 통해 성취감을 얻을 수 있도록 한다.
- (5) 프로그래밍언어의 효과적인 학습을 위해, Project Euler, USACO training program gateway, PKU judge online, UVa online judge 등과 같은 세계적인 공개/교육용 웹사이트를 적극 활용하여 전 세계의 다른 학생들과 대등하게 겨룰 수 있는 글로벌 역량을 키울 수 있도록 한다.

## 나. 교과서 및 교재 활용 방안

- (1) 학생들의 수준과 능력, 관심에 따라 각 영역의 내용을 선택적으로 활용할 수 있으며, 정규교육활동 및 특별활동에 심도 있게 활용될 수 있다.
- (3) 중학교 및 일반계 고등학교 교육과정의 심화과정으로 전체 또는, 특정 영역을 선택하여 교수학습활동에 활용할 수 있다.
- (4) 수학, 과학 등의 학습 내용과 연계하여 교과융합적 교수학습활동으로 재구성할 수 있다.
- (5) 프로그래밍언어를 활용한 탐구활동, 관찰·실험 학습 중심의 수업내용으로 재구성할 수 있다.

## < 과제 연구 >

### 1. 성 격

‘과제 연구’는 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 한다.

‘과제 연구’를 통하여 학생들은 과학의 본성, 과학 탐구를 수행하는데 필요한 탐구 능력 및 보고서 작성 방법을 배우고, ‘물리’, ‘화학’, ‘생물’, ‘지구과학’, ‘수학’ 등의 학습 내용과 연계하여 자신의 연구 분야에서 심화된 연구를 수행할 수 있는 능력을 갖추도록 한다.

토론 및 조사 연구를 통해 과학의 본성 및 과학의 연구 분야를 탐색하고, 실험 실습 활동을 중심으로 기초 탐구기능 및 통합 탐구기능을 실제 탐구의 수행과정과 연계하여 학습한다. ‘과제 연구’의 최종 단계로서 학생들은 관심 있는 주제를 선정하여 다양한 자료를 수집하고 과학적으로 탐구하여 연구 결과 보고서를 작성하여 발표하는 기회를 갖는다. 현대 과학 연구의 추세에 따라 소집단 활동을 기본으로 하여 서로 협력하여 문제를 해결하는 공동 연구의 경험을 제공하되, 현장의 여건이나 학생의 특성에 맞게 개별 연구과제나 학급별 연구 과제를 수행할 수도 있다.

### 2. 목 표

- 가. 과학 연구를 수행하는데 필요한 과학 탐구 능력을 갖춘다.
- 나. 과학 연구의 과정을 이해하고 심층적인 과학 연구를 수행함으로써 과학자로서 갖추어야 할 연구수행능력을 기른다.
- 다. 자신과 타인의 연구 과정 및 연구 결과에 대한 의사소통 능력을 기른다.
- 라. 과학적 탐구활동이 과학 기술 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식한다.

### 3. 내 용

#### 가. 내용 체계

영역	주제	내 용 요 소
과학 연구의 본성		과학의 본성 과학 연구에서의 윤리
과학의 연구 방법 및 과정	과학 탐구 능력	기초 탐구 능력 통합 탐구 능력
	과학 연구의 과정	연구 주제의 선정 연구의 설계 자료 수집 및 자료 해석 결론 도출 및 일반화
	과학 연구에서의 의사소통	연구 보고서 작성 및 발표 토론을 통한 의사결정
과학 연구의 실제		자율적 과학 연구 수행하기

#### 나. 영역별 내용

##### (1) 과학 연구의 본성

- ① 과학 연구의 과정으로서 귀납적 연구 방법과 가설-연역적 연구 방법의 차이점과 특징을 사례를 들어 설명할 수 있다.
- ② 과학 연구의 과정에서 반드시 지켜야 할 윤리 규정이 무엇이 있는지 설명할 수 있다.

##### (2) 과학의 연구 방법 및 과정

###### 1) 과학 탐구 능력

- ① 과학 연구를 수행하는데 필요한 기초적인 탐구 능력으로서 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리 등의 탐구 능력을 익혀 과학 연구에 활용할 수 있다.
- ② 과학 연구를 수행하는 과정으로서의 탐구 능력인 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 일반화 등의 탐구 요소의 개념을 설명할 수 있다.

###### 2) 과학 연구의 과정

- ① 관심과 흥미가 있는 연구 주제를 선정하고 관련된 자료를 찾아 구체적인 연구 문제를 선정할 수 있다.
- ② 국내외 논문 검색 등을 이용하여 연구에 필요한 자료를 찾을 수 있다.
- ③ 자연 현상에 나타나는 규칙성, 그 현상들 사이의 관계 또는 이미 일어났거나

앞으로 일어날 행동과 사건에 대한 잠정적인 설명인 과학적인 가설을 진술할 수 있다.

- ④ 연구에 포함된 조작변인과 통제변인을 조절하는 변인통제과정을 포함한 연구의 설계과정을 수행할 수 있다.
- ⑤ 연구의 수행 과정 중에 얻을 수 있는 자료를 이용하여 연구에서 던진 질문 또는 검증하기 위해 설정된 가설에 대한 확정적 언급인 결론을 도출할 수 있다.
- ⑥ 연구 과정에서 얻은 결론을 이용하여 귀납적 과정을 통해 포괄적인 진술로 일반화할 수 있다.

### 3) 과학 연구에서의 의사소통

- ① 연구의 결과를 보고서로 작성하고 구두 발표 또는 포스터 발표를 통해 연구 결과를 발표할 수 있다.
- ② 현대 과학 연구에서 공동 작업과 토론의 중요성을 알고, 과학 연구에서 구체적인 토론 방법을 적용할 수 있다.

### (3) 과학 연구의 실제

- ① 역사적으로 유명한 과학 연구의 사례를 설명할 수 있다.
- ② 스스로 과학 연구의 전 과정을 수행할 수 있다.

## 4. 교수·학습 방법

### 가. 교수·학습 계획 수립

- (1) ‘과제 연구’는 학생 및 학교의 실정에 따라 내용을 재구성하여 실행할 수 있다.
- (2) 학습 효과의 극대화를 이룰 수 있도록 과제의 성격 등에 맞게 수업 시기와 장소를 선정하여 운영할 수 있다.
- (3) 소집단 탐구를 통하여 서로 협력할 수 있도록 계획하되, 학교의 여건에 따라 개별탐구도 수행할 수 있다.

### 나. 교수·학습 방법

- (1) ‘과제 연구’는 주제 선정에서부터 연구 계획 수립, 연구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 한다.
- (2) ‘과제 연구’의 과정은 비교적 긴 기간 동안 이루어지기 때문에 수행 과정 중 수시로 진행 사항을 점검하고 적절한 격려와 조언을 한다.
- (3) 학생 자신이 연구한 과정과 결과를 보고서 및 구두 발표를 통해 체계적으로 발표하는 능력을 함양할 수 있도록 하며 아울러 다른 사람이 연구한 결과를 이해하고 그 내용에 대하여 토의할 수 있는 능력을 함께 기르도록 한다.

- (4) 특정 분야에서 뛰어난 능력이 나타나는 학생에게는 개별 지도나 대학에서의 수강 등의 방안을 마련하여, 개인적인 연구 과제를 계속 추구하도록 장려하고, 대학이나 연구소와 연계하여 R&E 과정을 수행하는 등 지역 사회의 자원을 적극 활용한다.

#### 다. 교수·학습 자료

- (1) 학생들이 다양한 과제 연구의 사례를 접할 수 있도록 연구 사례를 충분히 분석할 수 있는 자료를 준비한다.
- (2) 학생들이 첨단 과학에서 수행하고 있는 연구를 경험할 수 있도록 견학, 강연은 물론 관련된 자료를 준비한다.

### 5. 평 가

#### 가. 평가 계획

- (1) 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 평가하여 평가의 결과가 학생들의 연구 수행능력 향상에 도움을 줄 수 있도록 한다.

#### 나. 평가 목표와 내용

- (1) 과학 연구의 본성, 탐구 능력, 과학연구의 과정, 과학연구에서의 의사소통 등의 교과 내용에 대한 평가는 물론 학생의 개별적인 연구 수행 과정을 전반적으로 평가한다.

#### 다. 평가 방법

- (1) 지필검사, 관찰, 면담, 포트폴리오 평가, 동료 평가, 연구 발표 대회 등 다양하고 타당한 평가 방법을 활용한다.

#### 라. 평가의 활용

- (1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하여 학생들이 평가 결과를 활용할 수 있도록 한다.

### 6. 교과서의 개발과 활용

가. 도서, 논문, 과학 관련 사이트 및 연구기관 정보 등을 참고자료로 제시한다.

나. 창의적이고 자기 주도적 학습이 가능한 연구 과제와 협동 작업이 필요한 연구 과제를 적절히 제시한다.





## 제 2 부 지정토론



## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(고급물리)

남경식(세종과학고등학교)

### 1. 들어가며

먼저 개정 교육과정 공청회의 토론자라는 무거운 자리에 서게 된 점을 엄중하게 받아들입니다. 본 토론자는 중등학교에 15년 동안 근무하면서 과학 수업을 어떻게 하는 것이 좋은가에 대한 연구(PCK)와 실천에 많은 시간을 보내왔습니다. 교과서를 수업으로 만들어내는 과정은 이 연구의 중요한 분야이기도 하였습니다. 또한 중학교 과학, 물리 I, 물리 II 교과서를 집필하면서 교육 과정이 교과서를 만드는데 얼마나 중요한 지침이 되는가도 뼈저리게 체험하였습니다. 이런 경험들을 바탕으로 또한 현재 과학 고등학교에서 재직하고 있으면서 고급 물리라는 교과서의 주된 고객이 될 현장 교사로서 토론에 임하는 바입니다.

### 2. 토론의 문제

- 1) 교육과정을 학습할 대상 학생은 누구인가?
- 2) 교육과정의 내용체계가 교육과정의 목표에 부합하는가?
- 3) 고급 물리가 '일반물리학' 또는 '대학물리학'과의 차별성은 무엇인가?
- 4) 고급물리 교과서의 참고서와 교사용 지도서를 따로 만들 것인가?
- 5) 교수·학습 방법과 교육과정의 내용체계가 조화로운가?

### 3. 토론

- 1) 교과서를 학습할 대상 학생이 명확한가?

교육과정 시안에서 고급 물리 교육과정의 성격을 다음과 같이 정하고 있습니다.

‘고급 물리’는 물리학에 흥미와 관심이 있는 **과학 계열 고등학교 학생**이나 일반계 고등학교에서 **과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생**을 대상으로 하며, 물리학의 심화된 내용을 포함하여 학문적 체계 및 구조를 학습해 봄으로써 앞으로의 연구 분야에서 물리학의 지식을 충분히 활용할 수 있도록 하기 위한 과목이다.

교육과정의 성격을 보면 고급 물리 교육과정으로 학습할 학생을 과학영재학교, 과학고등학교, 과학중점학교의 학생으로 정하고 있습니다. 교과부에서는 과학중점학교를 2012년까지 100개 학교로 늘린다는 계획입니다. 따라서 계획대로라면 고급 물리를 학습할 학생이 앞으로 상당히 늘어날 수 있습니다.

2) 교육과정의 내용체계가 교육과정의 목표에 부합하는가?

개정 고급 물리 교육과정의 주된 내용체계는 대학물리학의 주된 내용체계를 대부분 포함하고 있습니다. 개정 고급 물리 교육과정의 목표는 다음과 같습니다.

- 가. 물리학의 보다 심화된 내용을 체계적으로 이해한다.
- 나. 과학자가 물리 현상을 탐구하는 과학적인 방법을 습득한다.
- 다. 자연 현상 및 사회 현상에 대하여 흥미를 가지고 주의 깊게 관찰하여, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 라. 물리학이 과학기술의 발달과 사회, 문화, 예술의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식한다.

개정 고급 물리 교육과정을 보면 주된 내용이 물리학의 개념을 담고 있기 때문에 교육과정 목표의 (가) 부분은 교육과정의 내용체계와 부합하지만, 나머지 (나), (다), (라)는 우려가 앞선다. 과연 이러한 목표를 충족시키기 위해 이 교육과정을 바탕으로 어떤 교과서가 만들어질 수 있을까요? 잘못하면 이도저도 아닌 교과서가 탄생할 수도 있지 않을까요?

특히 한 가지 눈에 띄는 점은 (라)의 ‘과학기술의 발달과 사회, 문화, 예술의 발전에 미치는 영향’ 부분입니다. 이 부분을 고급물리의 ‘교과서’로 어떻게 소화할 수 있을지도 주목되는 대목입니다. 이 부분 중 일부는 ‘6. 교과서의 개발과 활용’에서 읽기자료로 제시하라고 명시했지만, 아래의 표 1과 같이 엄연히 내용요소에 포함되어 있기 때문에 이 부분을 어떻게 처리할 지에 대한 논의가 필요하다고 봅니다. 이 부분의 내용체계와 영역별 내용을 간단히 소개하면 다음과 같습니다.

표 1. 고급 물리 각 영역별 사회, 문화, 예술 분야의 주제와 내용 요소

영역	주제	내용요소
역학	복잡현상의 물리학	엔트로피, 복잡계
전자기	의료의 물리학	감각기관의 작동 원리, 첨단 의료 기기
파동과 빛	영상의 물리학	레이저의 구조와 종류, 레이저 응용, 첨단 3D 영상 디스플레이
현대 물리	소재의 물리학	띠이론, 다이오드, 트랜지스터, 나노 튜브, 그래핀

· 복잡현상의 물리학

경계 현상, 네트워크 이론, 뇌과학, 생태계 등을 해석하는 새로운 도구로 복잡계 물리학이 활용된 사례를 제시하여 비선형 물리학을 이해한다.

· 의료의 물리학

생체 조직에서 나타나는 여러 가지 현상들을 물리적으로 규명하고 이를 응용하는 의료물리학을 이해한다.

· 영상의 물리학

브라운관, LCD, PDP, LED, 첨단 3D 영상 디스플레이 등에 적용된 물리학적 원리를 이해한다.

· 소재의 물리학

극초미세 구조인 나노미터 단위의 원자단위 물질에 대한 기초적이고 근본적인 성질을 연구하는 나노 물리학 분야에서 나노 튜브와 그래핀을 설명하고, 나노 물리의 연구현황을 통해 미래의 발전모습을 말할 수 있다.

3) 고급 물리가 '일반물리학' 또는 '대학물리학'과의 차별성은 무엇인가?

고급물리는 개정 교육과정 이전에도 대학에서 학습해야하는 일반물리와의 차별성이 별로 없고, 오히려 일반물리학의 주요 개념을 발췌하여 놓은 것처럼 보입니다. 개정 교육과정에서도 이 문제는 여전히 해결되지 않았습니다. 만약 물리의 특정 분야에 심화된 내용을 학습하고자 하는 학생이 있다면, 고급 물리 교과서를 볼까요? 아니면 일반물리학 책을 펼쳐서 볼까요? 이 부분에 대한 답을 줄 수 있어야 합니다.

4) 고급물리 교과서의 참고서와 교사용 지도서를 따로 만들 것인가?

기존 고급물리 교과서의 경우 교사용지도서나 참고서가 따로 없습니다. 개정 교육과정을 토대로 만들어지는 교과서는 교사용 지도서나 참고서를 제작할 수 있을 만큼 충분한 시간을 확보하여 급하게 서두르지 말고 천천히 제작하였으면 합니다. 물리 I 과 물리 II의 경우 두 출판사에서 2010년 1년에 두 권의 교과서를 모두 제작하였습니다. 본 토론자의 경우 중학교 과학과 고등학교 물리 교과서를 모두 제작하면서, 고등학교 물리 교과서가 너무 급하게 무언가에 쫓기면서 제작된다는 느낌을 지울 수가 없었습니다. 고급 물리가 이런 전철을 밟지 않기를 바라는 바입니다.

5) 교수·학습 방법과 교육과정의 내용체계가 조화로운가?

고급 물리의 교수·학습 방법을 간단히 소개합니다.

나. 교수·학습 방법

- (1) 선행 학습과의 연계성을 고려하여 필요 없는 중복 학습이나 비약이 없도록 하고, 특히 삼각함수, 미적분 등 수학과와의 학습 내용을 고려하여 지도한다.
- (2) 학생의 기호에 따라 몇 개의 주제를 선정하고, 팀별로 학습 주제를 선택하여 탐구하고 발표하도록 하며, 교사는 학습 안내자의

역할을 한다.

- (3) 첨단 물리학 연구의 다양한 분야를 체험할 수 있도록 지도한다.
- (4) 일방적인 강의보다는 토의를 통한 학습이나 학생의 연구 결과를 발표하도록 한다.

이 교수·학습 방법에는 팀별로 학습 주제를 선택하여 학생들이 연구하여 발표하고 교사는 학습의 안내자 역할을 하라고 되어 있습니다. 고급 물리의 내용 체계는 일반물리의 전 과정을 포함하고 있는 마당에 학생들이 선택한 분야의 학습 안내가 쉽게 이루어질지 의문입니다. 고급 물리의 전 과정을 체계적으로 학습해도 모자랄 것 같은데 말입니다.

#### 4. 나오며

두서없이 몇 가지 문제를 토론의 의제로 짚어봤습니다. 지금 생각하지 못한 부분의 의제들은 토론장에서 여러분들과 함께 나누고 싶습니다. 무엇보다 교육과정은 한 번 정해지면 매우 무거운 지위를 가지기 때문에 여러 사람들이 많은 의견을 주고받아서 많은 사람들이 공감할 수 있고 인정할 수 있는 교육과정으로 만들어지길 기대합니다. 감사합니다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(물리실험)

김익수(세종과학고등학교)

### 1. 가상실험

기존 물리실험 교과서에는 가상실험이라는 것이 있다. 실제로 수행하기 어려운 실험을 컴퓨터를 이용해서 가상으로 해보는 것인데, 이것이 학생들에게 얼마나 교육적인 효과가 있는지 알아보는 것이 좋겠다. 만약 교육적인 효과가 크지 않다면 특별한 경우를 제외하고는 삭제하거나, 부록정도로 남겨두는 것이 좋을 것이다.

### 2. 표와 그래프 그리기

‘실험의 기초’ 영역에 있는 ‘표와 그래프 그리기’는 기존 물리실험 교과서에도 있는 내용으로, 이번 교육과정에도 포함되어 있는 점은 좋다. 다만 기존 교과서의 가르침대로 그래프를 그리는 것은 수기로는 어렵고, 컴퓨터의 엑셀 프로그램을 이용하는 것이 쉬운 방법이다. 이번 교육과정의 ‘표와 그래프 그리기’에 엑셀 프로그램을 이용한 그래프 그리기를 넣는 것은 어떠할까.

### 3. 동영상 분석

주로 역학 부분에서 사용하게 될 ‘동영상 분석’이 하나의 내용요소로 들어가 있다. 다만 ‘역학’ 영역에 있는 어떤 실험에 동영상 분석을 사용할지가 표현되지 않아서 연계성이 다소 떨어져 보인다. 구체적으로 어떤 실험에서 동영상 분석을 사용할지를 지시하였으면 좋겠다. 개인 의견으로는 ‘포물선 운동’ 등에서 사용했으면 한다.

### 4. 반도체-다이오드 실험

이번 물리실험 교육과정에 새로 포함된 ‘p-n접합 다이오드의 정류특성 실험’은 2009 개정 물리 I 에도 비슷한 내용이 포함되어 있다. 다만 관점이 조금 다른데 물리실험의 관점은 다이오드의 정류작용이고, 물리 I 의 관점은 축전기의 역할이다. 물리실험 교육과정에서도 축전기까지 포함해서 실험하도록 지시하였으면 한다.

### 5. (4)-2)-①과 (4)-2)-③

둘 모두에 렌즈가 만드는 상 실험이 포함되어 있다. 교육과정이 중복되어 교과서 집필이나 학생들의 학습에 혼동이 될 것 같다. ①은 거울만을 이용한 실험으로, ③은 렌즈만을 이용한 실험으로 수정하였으면 한다. 또한 ①의 거울이 평면거울과 구면거울 중 어느 한 가지만을 지칭하는지, 아니면 둘 모두를 지칭하는지 표현되었으면 한다.

6. 슬릿에 의한 회절( (4)-3)-③ )

‘이중 슬릿에 의한 회절’은 (4)-3)-①과 중복되는 내용이다.

7. 입체 영상

2009 개정 물리Ⅱ에 있는 입체영상 실험을 넣은 것은 좋은 점으로 생각된다. 하지만 주제가 어디까지나 ‘빛의 편광’이고, 2009 개정 물리Ⅱ의 입체영상 또한 편광 단원에 포함되어 있으므로 ‘보색 방식에 따른 입체영상의 원리’는 삭제하거나 읽기자료 정도로만 했으면 한다. 그리고 교육환경 속에서 실제로 수행된 적이 있는 실험인지 궁금하다.

8. (5)-2)-①

내용체계에서 ‘음극선 실험’과 ‘전하의 비전하 측정’이 분리되어 있으므로 영역별 내용에서도 ①과 ②로 분리하였으면 한다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(고급화학)

한성과학고등학교 홍지연

고급화학 교육과정(안)에 대한 토론에 앞서 본 시안에 대한 내용과 7차 개정 교육과정에서 제시되었던 고급화학 교육과정과의 비교의 필요성이 요구되어 다음과 같이 정리해보았습니다.(두 교육과정의 차이점 및 추가 부분을 밑줄로 표시해 보았습니다.)

### 1. 본 교육과정 시안과 7차 교육 과정간의 비교

구분	본 시안	7차 개정 교육과정
성격	<p><u>‘고급 화학’은 과학 계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생을 대상으로 하며, 심화된 화학 개념과 원리를 통해 물질의 구조와 성질을 통합적으로 이해하고, 일상생활이나 산업 분야에서 관찰할 수 있는 화학 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르기 위한 과목이다.</u></p> <p>‘고급 화학’의 내용은 원자와 분자의 구조, 물질의 상태, 화학 반응, 탄소 화합물의 세계, 생활 속의 화합물과 최신 화학 등 -중략- 중심에 있는 학문임을 인식하도록 구성한다.</p> <p>‘고급 화학’의 내용 수준은 대학의 화학 분야의 전공과목을 이수하는 데 필요한 지식 및 탐구 방법을 습득하는 데 바탕이 될 수 있을 정도의 수준으로 하되, 화학이 미래 사회에 비전을 주는 창조적인 학문임을 실감할 수 있도록 <u>‘화학 I·II’의 반복보다는 흥미 있는 최신 주제를 중심으로 구성한다.</u></p> <p>학생들이 ‘고급 화학’의 학습을 통해 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 높이고, <u>융합적 사고와 창의적 문제 해결력을 증진시킬 수 있도록 하며, 최신 화학 이론과 연구 사례를 다루어 ~중략~ 지도한다.</u></p>	<p><u>‘고급 화학’은 ‘화학 I·II’를 통하여 화학의 기본 개념을 습득한 과학 계열 고등학교 학생을 대상으로, 보다 심화된 화학 개념을 이해하고, 일상생활이나 산업 분야에서 관찰할 수 있는 화학 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르기 위한 과목이다.</u></p> <p>‘고급 화학’의 내용은 원자와 분자의 구조, 물질의 상태, 화학 반응, 탄소 화합물의 세계, 생활 속의 화합물과 최신 화학 등의 영역으로 구성하고, 화학이 ‘물리’, ‘생명 과학’, ‘지구 과학’ 등 과학 분야와 밀접한 관련을 가지며, 응용과학 분야의 기초가 됨을 인식하도록 구성한다.</p> <p>‘고급 화학’의 학습은 창의적으로 문제를 해결하는 활동을 강조하고 최신 화학 이론을 다루어, 화학 연구에 대한 전문성과 학문적 탐구심을 가지고 과학 발전에 기여할 수 있도록 지도한다.</p>

구분	본 시안	7차 개정 교육과정																																																																																
목표	<p>가. 물질 현상에 관한 보다 심화된 내용을 체계적으로 이해한다.</p> <p>나. 화학 현상을 과학적으로 탐구하는 방법을 습득하여 화학 관련 전문 인력으로 활동할 수 있는 잠재능력을 개발한다.</p> <p>다. 자연 현상에 호기심을 가지고, 이를 과학적으로 탐구하려는 태도를 기른다.</p> <p>라. 화학이 기술과 사회의 발달에 미치는 영향을 바르게 인식하여 화학 관련 전공자로서 소양을 기른다.</p>	<p>가. 물질 현상에 관한 보다 심화된 내용을 체계적으로 이해한다.</p> <p>나. 화학 현상을 과학적으로 탐구하는 방법을 습득한다.</p> <p>다. 물질 현상에 호기심을 가지고, 이를 과학적으로 탐구하려는 태도를 기른다.</p> <p>라. 화학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향, 과학의 본성 등을 바르게 인식한다.</p>																																																																																
내용 체계	<table border="1"> <thead> <tr> <th>영역</th> <th>주제</th> <th>내용 요소</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">원자와 분자의 구조</td> <td>원자 구조</td> <td>수소 원자의 스펙트럼, 원자의 구조, 원자 오비탈, 전자 배치 등</td> </tr> <tr> <td>분자 구조</td> <td>원자가 결합, 분자 오비탈, 분자 스펙트럼 등</td> </tr> <tr> <td>전이 금속과 배위화합물</td> <td>전이 금속, 배위 화합물, 결정장 모형 등</td> </tr> <tr> <td>화학 결합</td> <td>이온 결합, 공유 결합, 전기 음성도, 결합의 극성, 루이스 구조, 형식전하와 공명, 결합 엔탈피, 분자 구조 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">물질의 상태</td> <td>기체</td> <td>기체분자 운동론, 이상 기체와 실제 기체, 압축인자, 반데르발스 식, 임계상수 등</td> </tr> <tr> <td>액체와 고체</td> <td>액체의 성질, 고체의 구조와 결합, 상전이 등</td> </tr> <tr> <td>용액과 콜로이드</td> <td>용액의 총괄성, 분별증류, 크로마토그래피, 콜로이드 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">화학 반응</td> <td>화학 열역학</td> <td>엔탈피, 엔트로피, 반응의 자발성과 평형 등</td> </tr> <tr> <td>수용액에서의 평형</td> <td>수용액에서의 반응, 산·염기 반응, 화학 평형, 전기화학 등</td> </tr> <tr> <td>반응 속도</td> <td>반응메커니즘, 반응속도에 영향을 미치는 요인 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">탄소 화합물의 세계</td> <td>탄소 화합물</td> <td>탄소 화합물의 구조와 성질, 합성 고분자, 입체화학, 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등</td> </tr> <tr> <td>탄소화합물 분석</td> <td>적외선, 가시광선 및 자외선, 핵자기 공명, 질량 분석 자료를 이용한 화합물 확인 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">생활 속의 화학</td> <td>건강과 미의 화학</td> <td>식품 속의 화학, 화장품, 비누와 세제, 의약품 등</td> </tr> <tr> <td>재료와 화학</td> <td>신금속 재료, 고분자 재료, 세라믹/생체 재료, 에너지 산업 재료 등</td> </tr> <tr> <td>생명 현상의 화학</td> <td>생명체의 구조적 안정성, 생명체의 에너지 생성과 이용 등</td> </tr> <tr> <td>나노 화학</td> <td>나노 기술과 화학, 나노 화합물, 나노 화학의 미래 등</td> </tr> </tbody> </table>	영역	주제	내용 요소	원자와 분자의 구조	원자 구조	수소 원자의 스펙트럼, 원자의 구조, 원자 오비탈, 전자 배치 등	분자 구조	원자가 결합, 분자 오비탈, 분자 스펙트럼 등	전이 금속과 배위화합물	전이 금속, 배위 화합물, 결정장 모형 등	화학 결합	이온 결합, 공유 결합, 전기 음성도, 결합의 극성, 루이스 구조, 형식전하와 공명, 결합 엔탈피, 분자 구조 등	물질의 상태	기체	기체분자 운동론, 이상 기체와 실제 기체, 압축인자, 반데르발스 식, 임계상수 등	액체와 고체	액체의 성질, 고체의 구조와 결합, 상전이 등	용액과 콜로이드	용액의 총괄성, 분별증류, 크로마토그래피, 콜로이드 등	화학 반응	화학 열역학	엔탈피, 엔트로피, 반응의 자발성과 평형 등	수용액에서의 평형	수용액에서의 반응, 산·염기 반응, 화학 평형, 전기화학 등	반응 속도	반응메커니즘, 반응속도에 영향을 미치는 요인 등	탄소 화합물의 세계	탄소 화합물	탄소 화합물의 구조와 성질, 합성 고분자, 입체화학, 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등	탄소화합물 분석	적외선, 가시광선 및 자외선, 핵자기 공명, 질량 분석 자료를 이용한 화합물 확인 등	생활 속의 화학	건강과 미의 화학	식품 속의 화학, 화장품, 비누와 세제, 의약품 등	재료와 화학	신금속 재료, 고분자 재료, 세라믹/생체 재료, 에너지 산업 재료 등	생명 현상의 화학	생명체의 구조적 안정성, 생명체의 에너지 생성과 이용 등	나노 화학	나노 기술과 화학, 나노 화합물, 나노 화학의 미래 등	<table border="1"> <thead> <tr> <th>영역</th> <th>주제</th> <th>내용 요소</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">원자와 분자의 구조</td> <td>원자 구조</td> <td>원자 궤도 함수, 원자 스펙트럼, 전자 배치 등</td> </tr> <tr> <td>분자 구조</td> <td>분자 궤도 함수, 분자 스펙트럼</td> </tr> <tr> <td>전이 금속과 배위 화합물</td> <td>결정장 이론, 착화합물의 색 변화, 산화·환원 지시약의 색 변화 등</td> </tr> <tr> <td>화학 결합</td> <td>전기 음성도, 이온 결합, 분자 구조, 분자 모형 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">물질의 상태</td> <td>기체</td> <td>기체 분자 운동론, 이상 기체와 실제 기체 등</td> </tr> <tr> <td>액체와 고체</td> <td>액체의 성질, 고체의 구조와 결합 등</td> </tr> <tr> <td>용액과 콜로이드</td> <td>용액의 총괄성, 콜로이드 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">화학 반응</td> <td>화학 열역학</td> <td>엔탈피, 엔트로피, 반응의 자발성과 평형 등</td> </tr> <tr> <td>수용액에서의 평형</td> <td>수용액에서의 반응, 산·염기 반응, 화학 평형, 전기 화학 등</td> </tr> <tr> <td>반응 속도</td> <td>반응 메커니즘, 반응 속도에 영향을 끼치는 요인 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">탄소 화합물의 세계</td> <td>탄소 화합물</td> <td>탄소 화합물의 구조와 성질, 합성 고분자, 입체 화학, 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등</td> </tr> <tr> <td>탄소 화합물 분석</td> <td>적외선, 가시광선 및 자외선, 핵자기 공명, 질량 분석 자료를 이용한 화합물 확인 등</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">생활 속의 화학</td> <td>건강과 미의 화학</td> <td>의약품, 화장품, 비누와 세제, 식품 등</td> </tr> <tr> <td>재료와 화학</td> <td>신금속 재료, 고분자 재료, 산업 재료, 세라믹, 생체 재료 등</td> </tr> <tr> <td>생명 현상의 화학</td> <td>생명체의 구조적 안정성, 생명체의 에너지 생성과 이용 등</td> </tr> <tr> <td>나노 화학</td> <td>나노 기술과 화학, 나노 화합물, 나노 화학의 미래 등</td> </tr> </tbody> </table>	영역	주제	내용 요소	원자와 분자의 구조	원자 구조	원자 궤도 함수, 원자 스펙트럼, 전자 배치 등	분자 구조	분자 궤도 함수, 분자 스펙트럼	전이 금속과 배위 화합물	결정장 이론, 착화합물의 색 변화, 산화·환원 지시약의 색 변화 등	화학 결합	전기 음성도, 이온 결합, 분자 구조, 분자 모형 등	물질의 상태	기체	기체 분자 운동론, 이상 기체와 실제 기체 등	액체와 고체	액체의 성질, 고체의 구조와 결합 등	용액과 콜로이드	용액의 총괄성, 콜로이드 등	화학 반응	화학 열역학	엔탈피, 엔트로피, 반응의 자발성과 평형 등	수용액에서의 평형	수용액에서의 반응, 산·염기 반응, 화학 평형, 전기 화학 등	반응 속도	반응 메커니즘, 반응 속도에 영향을 끼치는 요인 등	탄소 화합물의 세계	탄소 화합물	탄소 화합물의 구조와 성질, 합성 고분자, 입체 화학, 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등	탄소 화합물 분석	적외선, 가시광선 및 자외선, 핵자기 공명, 질량 분석 자료를 이용한 화합물 확인 등	생활 속의 화학	건강과 미의 화학	의약품, 화장품, 비누와 세제, 식품 등	재료와 화학	신금속 재료, 고분자 재료, 산업 재료, 세라믹, 생체 재료 등	생명 현상의 화학	생명체의 구조적 안정성, 생명체의 에너지 생성과 이용 등	나노 화학	나노 기술과 화학, 나노 화합물, 나노 화학의 미래 등
영역	주제	내용 요소																																																																																
원자와 분자의 구조	원자 구조	수소 원자의 스펙트럼, 원자의 구조, 원자 오비탈, 전자 배치 등																																																																																
	분자 구조	원자가 결합, 분자 오비탈, 분자 스펙트럼 등																																																																																
	전이 금속과 배위화합물	전이 금속, 배위 화합물, 결정장 모형 등																																																																																
	화학 결합	이온 결합, 공유 결합, 전기 음성도, 결합의 극성, 루이스 구조, 형식전하와 공명, 결합 엔탈피, 분자 구조 등																																																																																
물질의 상태	기체	기체분자 운동론, 이상 기체와 실제 기체, 압축인자, 반데르발스 식, 임계상수 등																																																																																
	액체와 고체	액체의 성질, 고체의 구조와 결합, 상전이 등																																																																																
	용액과 콜로이드	용액의 총괄성, 분별증류, 크로마토그래피, 콜로이드 등																																																																																
화학 반응	화학 열역학	엔탈피, 엔트로피, 반응의 자발성과 평형 등																																																																																
	수용액에서의 평형	수용액에서의 반응, 산·염기 반응, 화학 평형, 전기화학 등																																																																																
	반응 속도	반응메커니즘, 반응속도에 영향을 미치는 요인 등																																																																																
탄소 화합물의 세계	탄소 화합물	탄소 화합물의 구조와 성질, 합성 고분자, 입체화학, 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등																																																																																
	탄소화합물 분석	적외선, 가시광선 및 자외선, 핵자기 공명, 질량 분석 자료를 이용한 화합물 확인 등																																																																																
생활 속의 화학	건강과 미의 화학	식품 속의 화학, 화장품, 비누와 세제, 의약품 등																																																																																
	재료와 화학	신금속 재료, 고분자 재료, 세라믹/생체 재료, 에너지 산업 재료 등																																																																																
	생명 현상의 화학	생명체의 구조적 안정성, 생명체의 에너지 생성과 이용 등																																																																																
	나노 화학	나노 기술과 화학, 나노 화합물, 나노 화학의 미래 등																																																																																
영역	주제	내용 요소																																																																																
원자와 분자의 구조	원자 구조	원자 궤도 함수, 원자 스펙트럼, 전자 배치 등																																																																																
	분자 구조	분자 궤도 함수, 분자 스펙트럼																																																																																
	전이 금속과 배위 화합물	결정장 이론, 착화합물의 색 변화, 산화·환원 지시약의 색 변화 등																																																																																
	화학 결합	전기 음성도, 이온 결합, 분자 구조, 분자 모형 등																																																																																
물질의 상태	기체	기체 분자 운동론, 이상 기체와 실제 기체 등																																																																																
	액체와 고체	액체의 성질, 고체의 구조와 결합 등																																																																																
	용액과 콜로이드	용액의 총괄성, 콜로이드 등																																																																																
화학 반응	화학 열역학	엔탈피, 엔트로피, 반응의 자발성과 평형 등																																																																																
	수용액에서의 평형	수용액에서의 반응, 산·염기 반응, 화학 평형, 전기 화학 등																																																																																
	반응 속도	반응 메커니즘, 반응 속도에 영향을 끼치는 요인 등																																																																																
탄소 화합물의 세계	탄소 화합물	탄소 화합물의 구조와 성질, 합성 고분자, 입체 화학, 광학 활성, 거울상 이성질체, 라세미 혼합물 등																																																																																
	탄소 화합물 분석	적외선, 가시광선 및 자외선, 핵자기 공명, 질량 분석 자료를 이용한 화합물 확인 등																																																																																
생활 속의 화학	건강과 미의 화학	의약품, 화장품, 비누와 세제, 식품 등																																																																																
	재료와 화학	신금속 재료, 고분자 재료, 산업 재료, 세라믹, 생체 재료 등																																																																																
	생명 현상의 화학	생명체의 구조적 안정성, 생명체의 에너지 생성과 이용 등																																																																																
	나노 화학	나노 기술과 화학, 나노 화합물, 나노 화학의 미래 등																																																																																

구분	본 시안	7차 개정 교육과정
교수 학습 방법	<p><b>가. 교수·학습 계획 수립</b></p> <p>(1) 화학 I, 화학 II를 통한 화학의 기본 개념을 바탕으로 보다 심화된 화학 개념을 접하여 이를 다양한 상황에 적용하고 응용할 수 있도록 구성한다.</p> <p>(2) 화학의 심화된 체계와 개념을 활용하여 다른 과학 교과와의 연계성을 충분히 강조하고, 학습 내용을 다양한 학문 영역 및 최신 학문 영역으로 확장한다.</p> <p>(3) 학생의 특성, 학교와 지역 사회의 특성 등을 고려하여 내용을 재구성하거나 다양한 학습 방법을 활용하여 지도할 수 있다.</p> <p>(4) 각 주제와 관련된 탐구 프로젝트를 학생 스스로 수행해 봄으로써 다양한 탐구 과정을 경험하고, 이를 통해 과학자의 연구 과정을 이해할 수 있도록 계획한다.</p> <p><b>나. 교수·학습 방법</b></p> <p>(1) 학습자의 능력 및 학교의 특성을 고려하여, 각 영역에서 필요한 주제를 선정, 재구성하여 학습자의 수준에 맞도록 지도한다.</p> <p>(2) 선행 학습과의 연계성을 고려하여 학습 내용의 불필요한 중복이나 비약이 없도록 하고, 화학의 기본 원리를 중심으로 지도한다.</p> <p>(3) 교사의 일방적인 강의보다 토의를 통한 학습이나 학생의 연구 결과를 발표하도록 한다.</p> <p>(4) 다양한 시범 실험을 통한 토의식 학습을 유도한다.</p> <p>(5) 학생의 기호에 따라 몇 개의 주제를 선정하여, 모듈별로 학습 주제를 부과하여 탐구하고 발표하도록 한다</p>	<p>가. 학습자의 능력 및 학교의 특성을 고려하여, 각 영역에서 필요한 주제를 선정, 재구성하여 학습자의 수준에 맞도록 지도한다.</p> <p>나. 선행 학습과의 연계성을 고려하여 학습 내용의 불필요한 중복이나 비약이 없도록 하고, 화학의 기본 원리를 중심으로 지도한다.</p> <p>다. 교사의 일방적인 강의보다 토의를 통한 학습이나 학생의 연구 결과를 발표하도록 한다.</p> <p>라. 다양한 시범 실험을 통한 토의식 학습을 유도한다.</p> <p>마. 학생의 기호에 따라 몇 개의 주제를 선정하여, 모듈별로 학습 주제를 부과하여 탐구하고 발표하도록 한다.</p> <p>바. 각 주제 말미에 제시되는 단원 관련 탐구 프로젝트를 학생 스스로 수행해 봄으로써 다양한 탐구 과정을 경험하고, 이를 통하여 과학자의 연구 과정을 이해한다.</p> <p>사. 야외 학습, 현장 방문, 과제 학습, 인터넷과 멀티미디어, 신문 기사, TV 보도 자료 등을 활용한 수업을 통해 교과서에만 의존하는 지식 습득을 지양하도록 한다.</p>

구분	본 시안	7차 개정 교육과정
교수 학습 방법	<p><b>다. 교수·학습 자료</b></p> <p>(1) 지역 특성에 따른 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.</p> <p>(2) 화학에 대한 흥미와 호기심을 높일 수 있도록 생활 주변 및 첨단 과학 관련 소재를 학습 자료로 활용한다.</p> <p>(3) 첨단 과학, 과학자, 과학 상식, 과학사 등과 관련된 자료를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 지도할 수 있도록 과학 도서 목록을 준비한다.</p> <p>(4) 학생의 이해를 돕거나 흥미를 유발하기 위하여 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 인터넷 자료 등을 활용할 수 있도록 준비한다.</p>	
평가	<p><b>가. 평가 계획</b></p> <p>(1) 평가는 목표의 성취 정도를 결정할 수 있는 적절한 평가 도구를 결정하여 계획적으로 이루어져야 한다.</p> <p>(2) 각 평가 도구에 따른 구체적인 평가 기준(평가 항목, 평가 방법, 반영 비율 등)을 마련하여야 하며 특히 정의적, 창의적 요소를 평가하는 경우에는 타당한 평정 기준과 척도를 설정하는 것이 매우 중요하다.</p> <p><b>나. 평가 목표와 내용</b></p> <p>(1) 화학에 관한 기본 개념에 대해 통합적이고 유기적으로 이해하고 있는지를 평가한다.</p> <p>(2) 학습상황과 다른 형태의 문제를 해결하기 위해 이해하고 있는 개념을 이용할 수 있는 능력을 평가한다.</p>	<p>가. 화학 개념의 유기적인 이해를 요구하는 지적 영역을 평가한다.</p> <p>나. 과학적 문제 상황에서의 문제 해결력과 문제 해결 과정 중에 나타나는 창의력을 평가한다.</p> <p>다. 탐구 능력 및 실험 기구 조작 능력을 평가한다.</p> <p>라. 계속 탐구하려는 의욕, 상호 협동, 증거 존중 등 과학적 태도를 평가한다.</p> <p>마. 지필 검사, 보고서, 관찰, 면담, 토의, 멀티미디어를 통한 평가, 소집단 상호 작용 평가 등의 다양한 평가 방법을 활용한다.</p>

구분	본 시안
평가	<p>(3) 주어진 문제 상황에서 주어진 자료를 바탕으로 이를 해결하는 문제 해결력뿐만 아니라, 문제를 해결하는 과정에서 발휘되는 창의성도 평가한다.</p> <p>(4) 문제를 인식하고, 인식된 문제를 해결하기 위한 가설의 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 결론 도출에 이르는 과학적 탐구능력과 탐구 수행 과정에서 필요한 조작 능력을 함께 평가한다.</p> <p>(5) 과학에 대한 흥미와 호기심, 과학 학습에 대한 적극성, 타인의 의견에 대한 개방성, 타인과의 협동성과 같은 과학적 태도 등 정의적 영역을 평가한다.</p> <p><b>다. 평가 방법</b></p> <p>(1) 평가 방법은 크게 지필평가(객관식 및 단답형, 서술·논술형), 보고서 평가(실험 보고서, 관찰보고서, 조사연구보고서), 관찰평가(체크리스트, 평정척도, 상호평가, 자기평가), 포트폴리오 평가 등을 활용할 수 있다. 특히, 평가가 교사만의 독점물이라는 생각에서 벗어나 학생들이 서로를 평가하는 상호평가를 활용한다.</p> <p>(2) 평가는 평가하려는 영역에 따라 가장 적절한 방법을 선택하여 이루어져야 하며, 필요한 경우 두 가지 이상의 방법을 함께 사용할 수 있다. 예를 들어 인지적 능력을 평가하기 위해서는 전통적인 지필 평가를 중심으로 하고, 보고서 평가를 보충하여 사용할 수 있으며, 탐구 능력을 평가하기 위해서는 보고서 평가와 관찰 평가 등을 사용할 수 있을 것이다. 창의성 평가의 경우에는 체크리스트나 포트폴리오 평가를 주로 활용할 수 있다.</p> <p><b>라. 평가의 활용</b></p> <p>(1) 평가는 학생들의 목표 성취 정도를 측정하는 것으로 끝나는 것이 아니라, 평가의 결과가 학생들의 학습상태 점검, 학습동기 강화, 교사의 학습지도 방법의 개선 등에 다양하게 활용되어야 한다.</p>

구분	본 시안	7차 개정 교육과정
<b>교과서의 개발과 활용</b>	<p>가. 수업에 활용할 수 있는 다양한 고급화학 자료를 제공한다.</p> <p>나. 다양한 탐구활동 모형을 제시하고, 실생활 관련된 문제 해결 활동의 기회를 제공한다.</p> <p>다. 화합물 분석에 필요한 크로마토그래피, 분광광도계, 질량분석기 등을 다룰 수 있는 기회를 제공한다.</p>	없음

## 2. 토론 내용

### (1) 교과목 성격

고급화학 교육과정(안)의 개정에서 가장 크게 염두에 두어야 할 부분은 성격부분에서 나타나 있는 대상학생부분입니다. 7차 개정 교육과정에서는 과학 고등학교 학생을 대상으로 만든 교육과정인 반면 금번 교육과정의 방향은 과학 고등학교 학생과 과학 중점학교학생들이 함께 사용하는 선택교육 과정의 심화과목이라는 것입니다.

특히 최신주제를 중심으로 7차 개정 교육과정에서는 언급되지 않았던 융합적 사고와 창의적 문제 해결력을 증진하는데 주안점을 두고 있습니다.

### (2) 목표부분

7차 개정 교육과정과 거의 차이가 없지만 7차 개정 교육과정에서 과학고학생 중심에서 과학중점학교학생들을 포함하는 좀 더 포괄적인 내용을 담고 있습니다.

### (3) 내용 체계

7차 개정 교육과정과 유사하며 화학 I, 화학 II를 통해 화학의 기본 개념을 바탕으로 보다 심화된 상위수준의 내용을 학습할 수 있도록 구성되어 있으나 각 학교의 특성과 수준을 고려하여 선택적으로 적용 할 필요성이 있습니다.

### (4) 교수학습부분

교수·학습 계획 수립, 교수·학습 방법, 교수·학습 자료로 7차 개정 교육과정에서 보다 더욱 세분화하여 설명되어 있어 과학고등학교와 과학중점학교에서 모두 큰 무리가 없어 보입니다.

### (5) 평가

평가 계획, 평가 목표와 내용, 평가 방법, 평가의 활용으로 7차 개정 교육과정보다 매우 구체적으로 제시되어 있으나 다양한 평가방법을 통해 선택교육 과정 심화과목으로서 화학 관련 분야의 진로선택에 동기 부여가 될 수 있는 피드백의 역할을 할 수 있는 내용이 포함되어야 할 것입니다.

### (6) 교과서의 개발과 활용

7차 개정 교육과정과 비교하여 새롭게 추가 된 부분입니다. 교과목의 성격에 언급된바와 같이 최신주제를 중심으로 융합적 사고와 창의적 문제 해결력을 증진하기 위해서는 최첨단 연구 분야 에 대한 소개 및 타 교과와의 연계성 부분을 언급하는 내용을 포함되어야 할 것 같습니다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(화학실험)

한규일(경기과학고등학교)

자연과학의 다른 영역들도 대체로 비슷하지만 특히 화학은 수많은 실험의 결과 해석과 일반화를 통해 체계를 확립해온 학문으로 화학 실험이 갖는 위상이 남다르다고 할 수 있다. 특히 과학 계열 고등학교 또는 과학 중점 학교 학생을 대상으로 제공되는 교육과정인 만큼 미래의 전공이나 직업 선택에 있어서 보다 많은 학생들에게 더 진지한 관심과 흥미를 유발할 수 있도록 세심하게 공들인 교육과정이 만들어져야 하며, 이를 위해 더 많은 전공과 교과 교육 영역에서의 전문가들이 힘을 모아야 할 것이다.

공청회에 참석하신 많은 관계자분들과 함께 논의해보고 싶은 내용을 크게 3가지 관점으로 나누어 진행해보고자 한다. 첫째는 학생들의 탐구 능력 향상, 둘째는 실험을 통한 화학 개념의 심도 있는 이해, 마지막으로 교육과정의 현장 적용이다.

### 1. 학생들의 탐구 능력 향상 관점에서의 논의

화학 실험 교육과정 해설에 나타난 교과의 성격이나 목표 진술은 대단히 포괄적이면서도 적절하게 이루어졌다고 보인다. 특히 학생들의 기본적인 실험을 위한 기능 숙달이나 기초 탐구 능력 배양을 위한 '화학 실험의 기초' 단원은 그동안 현장에서 화학 실험을 진행해온 교사들의 고민을 잘 담아내고 있다. 다만 일반적인 실험서에서 형식적으로 제공되는 것과는 달리 내용 요소들이 유기적으로 조합된 몇 가지 활동의 형태로 직접 경험할 수 있는 기회를 제공하는 형태로 구성될 수 있도록 교과서가 제작되면 더욱 바람직할 것이다. 특히 실험 보고서 작성 방법이나 유효숫자의 처리 등은 학생들이 왜 그렇게 해야 하는지 스스로 이해를 바탕으로 내면화할 수 있도록 구체적인 안내가 꼭 필요하다. '컴퓨터와 화학' 단원도 최근 과학 연구의 동향을 반영하는 시의 적절한 영역으로 잘 포함되었다는 생각이 들므로 너무 많은 것을 한꺼번에 다루지 않는 범위에서 꼭 필요한 활동을 역시 적당히 제공해주기 바란다.

또 하나 생각해봐야 할 것은 나머지 영역에 제시된 목록의 실험을 통해 학생들의 탐구 능력을 향상시키는 것이 용이한가 하는 점이다. 개정되기 전 화학 실험 교과서의 실험 목록과 상당 부분 겹치고 있으므로, 각 실험에서 탐구의 요소 중 어떤 것을 어떤 전략으로 반영할 수 있는지에 대한 구체적인 실천 방안에 대해서도 더 많은 고민이 필요할 것이다. 특히 각 실험의 논의 및 고찰에서 학생들이 꼭 생각해봐야 하는 요소들에 대한 좋은 발문들의 개발이 절실하다.

## 2. 실험을 통한 화학 개념의 심도 있는 이해 관점에서의 논의

화학 교과에서 교수 학습이 이루어지고 있는 개념들은 많은 실험 결과의 해석과 추론을 통해 정립되어 현재 정상 과학의 차원으로 통용되고 있는 것들이다. 대부분의 화학 실험들은 역사적인 과정을 거꾸로 거슬러 이미 학습된 개념을 실험을 통해 확인해보는 형태로 구성되어 있는데 특히 정량적인 실험은 실제 얻은 데이터로 개념을 확인하는 것이 무척 어렵기 마련이다. 가용 자원이나 시간의 문제 때문에 모든 영역에서 시도하는 것은 불가능하겠지만 과학사적으로 중요한 발견의 근간이 되는 실험을 다만 몇 종류라도 재현해볼 수 있는 경험의 제공을 제안한다. 현행대로라면 이미 개념을 알고 있는 학생들은 본인의 예상에 실험 결과를 끼워맞추려 하는 경향을 보이는 한편 개념 숙지가 미흡한 학생들에게는 직접 수행한 실험의 결과로 개념을 내면화하는 것에 오히려 혼란을 초래할 수 있기 때문이다.

또한 화학 실험 교육과정의 구성이 이론 교과와 일관성을 가질 수 있으면 좀 더 효과적일 수 있다는 점도 고려되었으면 한다. 같은 과학 계열 전문 교과인 고급 화학을 염두에 둘 수도 있지만 학교 현장의 교육과정 편성의 특성상 화학 I · II 를 기본 체계로 잡는 것도 고려해 볼 만한 일이 될 듯하다.

## 3. 교육과정의 현장 적용 관점에서의 논의

교육과정 편제에 의한 단위수를 고려하여 전 영역에 걸친 탐구 경험이 제공될 수 있도록 기본적인 가이드라인이 제시되는 것이 어떤지 논의가 필요하다. 특히 화학 실험 교과를 위해서는 블록 타임의 적용이 필수적이며, 제시된 시간 안에 실험의 수행과 결과 논의가 모두 이루어질 수 있도록 분량을 조절하는 것도 생각을 해봐야 한다. 단위 학교마다 실험실 환경이나 교구 등의 구비에 편차가 심하다는 현실을 고려하여 몇 가지 모듈을 구성하여 각 모듈의 실행을 위해 필요한 준비에 대한 안내가 동반된다면 현장에서의 적용에 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

전문 교과라는 특성 때문에 교과서 개발도 다양하지 못할 것이 충분히 예상되는 상황이므로 각 영역에서 제시된 목록에 균형이 잘 맞는지, 유사한 실험의 중복은 없는지 좀 더 검토가 필요하며, 교사를 위한 지도서가 따로 개발되기 힘든 상황을 고려하여 교육과정에 지도상의 유의점을 좀더 구체적으로 진술해놓으면 더 좋겠다는 바람이다.

잘 만들어진 교육과정이 결국 교사와 학생들의 상호 작용에 가장 결정적인 영향을 줄 수 있다고 생각한다. 한정된 시간과 지원 속에서도 깊이 고민하고 직간접 경험을 최대한 녹여내기 위해 애쓰신 이미하 선생님께 깊은 감사를 드리고, 아울러 공청회라는 자리를 통해 더 많은 사람들의 아이디어를 모으기 위해 노력해주신 창의재단 관계자 분들께도 감사를 드리고 싶다. 아울러 이러한 기회가 특정 소수를

대상으로 일회성 행사에 그치지 않을 수 있게 개방된 형태로 상시 이루어질 수 있는 제도적 보완에 대해서도 함께 고민할 수 있었으면 하는 개인적인 바람을 마지막으로 이야기하고 싶다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(고급생명과학)

유해미(세종과학고등학교)

1. 고급생명과학은 고등학생용 교재다. 즉 지나치게 난이도가 높은 전공수준의 내용은 현장에서 수업을 진행할 때 교사와 학생이 모두 부담스럽게 느낀다. 따라서 7차 교육과정보다 내용 수준을 하향 조절하는 것은 바람직한 방향이라고 생각된다.

특히 과학고 학생들의 경우 자신의 전공처럼 집중하는 특정 과목이 있기 때문에 물리 나 화학을 선호하는 학생들은 일반 생물 수준의 생명과학 내용을 학습하는데 어려움을 겪기도 한다. 7차 교육과정에 따른 고급생물의 특정 주제들은 수업 진행이 어려웠으며 내용에 따라서는 일반 생물 수준의 학습을 한 학생들도 어려움을 토로하기도 했다. 고급 생명과학 교재의 수준과 내용, 용어 선택 등에 대해 치열한 고민이 필요하다.

2. 생명과학I, 생명과학II와 겹치는 내용 주제가 많이 들어 있다. 따라서 고1, 고2 때 수업한 내용과 심화된 내용과 차별성이 드러나야 할 것으로 생각된다. 특히 과학고등학교에서 생명과학II 수업시간에 수업 주제에 관한 내용을 대부분 일반생물학 수준으로 다루기 때문에 같은 내용을 중복하여 수업하는 경우가 발생할 수 있다.

가. 생명과학 II와 내용이 겹치는 세포막의 특성, 효소 등의 내용이 삭제된 것은 발전적이라고 생각함.

나. 생명과학 I과 유사 주제

- 신경세포의 막 전위 변화에 대해 세포막에서의 이온 이동의 관점에서 이해한다.
- 면역의 비특이적 방어와 특이적 방어를 구별하고, 림프구의 종류와 기능을 안다.
- 세포분열의 필요성을 알고, 세포주기의 각 단계의 특징 및 세포주기 조절 원리를 이해한다

다. 생명과학 II와 유사 주제

- 광합성에 엽록체의 구조, 광인산화
- 세포호흡에서 해당작용, TCA회로, 전자전달계 등의 과정
- 그리피스 연구 등과 같이 핵산이 유전물질이라는 실험적 증거들을 학습하고, DNA와 염색체, 유전자의 관계를 안다.
- 메셀슨과 스탈의 실험을 통해 DNA의 반보존적 복제 특성을 이해한다.
- 선도가닥과 지연가닥에서의 DNA 복제 과정 차이를 안다.
- 유전자 재조합 기술이 무엇이며, 이때 사용되는 제한 효소의 기능과 종류를 안다.
- 식물의 단일세포 배양, 동물의 핵 이식에 관한 연구사례를 학습하고, 동식물의 복제의 원리를 이해한다.
- 유전자 치료의 방법의 예를 들고, 유전자 치료 및 인간 게놈 프로젝트의 의미와 문제, 미래에 대해 토의한다.

3. 7차 교육과정에서 생물I이 인체 중심으로 구성되면서 생명과학의 전 교육과정에서 식물형태, 식물생리, 식물발생 등의 내용이 극히 부분적으로 서술되고 가르치지 않아도 되는 영역처럼 인식되는 경향이 있었다. 따라서 이번 교육과정 편성안에서 식물호르몬, 피토크롬, 식물의 광주기성 등이 편성된 것은 바람직한 방향이라고 생각된다.

4. 현재까지 고급생물은 상당한 수준의 이론서로 취급되고 있다. 따라서 고급생명과학으로 바뀌는 새 교재에서 탐구중심으로 서술하는 것은 바람직한 변화라고 생각되며, 실험 및 탐구과정을 신중하게 검토할 필요가 있다고 생각된다. 특히 다른 교재와 겹치는 탐구내용에 대해서는 재고할 필요가 있다.

- ▶ 광합성에 사용되는 빛의 파장; 어떤 파장의 빛이 광합성을 가장 효율적으로 일어나게 하는가?; 영겔만의 실험
- ▶ 유전물질의 규명; 병원성에 대한 유전형질이 어떻게 세균으로 전달될 수 있을까?; 그리피스 실험
- ▶ 유전물질의 규명; T2 파지의 유전물질이 DNA인가, 단백질인가?; 허시와 체이스의 실험
- ▶ DNA 반보존적 복제; DNA 복제는 보존적 또는 반보존적, 분산저거 모형 중에서 어떤 모형을 따를까?; 메셀슨과 스탈의 실험

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(생명과학실험)

윤세진(한성과학고등학교)

이번에 검토되는 생명과학 실험 교육과정(안)에 대한 토론에 앞서 먼저 7차 개정 교육과정에서 제시되었던 생물 실험과의 비교 검토가 필요해 보여서 아래 표와 같이 이번 시안과 7차 개정 교육과정을 비교해 보았습니다(두 교육과정 간의 차이점은 밑줄로 표시해 보았습니다).

### 1. 본 교육과정 시안과 7차 개정 교육과정간의 비교

구분	본 시안	7차 개정 교육과정
성격	<ol style="list-style-type: none"> <li>대상: <u>과학고등학교 학생, 일반고의 과학 중점학교 학생</u></li> <li>성격: 생명 현상에 관한 다양한 실험을 통해 탐구적 사고력과 실험 실습 기능을 습득하고 생명 과학의 주요 개념과 기본 원리를 탐구 과정을 통해 명확히 이해하며 과학자로서 탐구 정신과 태도를 기름</li> <li>주제: 생물의 구조와 기능, 물질대사, 자극과 반응, 생식과 발생, 유전과 진화, 생물과 환경, 생명공학</li> <li>학생의 수준과 관심 분야를 고려하여 실험 내용 선정</li> <li>모둠 및 개별 활동, 학생 스스로 탐구하도록 함</li> <li>문제 인식/가설 설정, 실험 설계, 실험 수행, 자료 변환/자료 해석, 결론 도출, 일반화</li> <li>유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등의 창의력 요소를 결합시켜 수행</li> <li>생명 현상에 대한 흥미와 학문적 탐구심을 유발하도록 첨단 생명 과학과 관련지어 학습</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>대상: <u>과학고등학교 학생</u></li> <li>성격: 생명 현상에 관한 다양한 실험을 통하여 탐구적 사고력과 실험 실습 기능을 습득하고 생명과학의 주요 개념과 기본 원리를 탐구 과정을 통하여 명확히 이해하며 과학자로서 탐구 정신과 태도를 기름</li> <li>주제: 생물의 구조와 기능, 물질 대사, 자극과 반응, 생식과 발생, 유전과 진화, 생물과 환경, 생명 공학</li> <li>학생의 수준과 관심 분야를 고려하여 실험 내용 선정</li> <li>모둠 및 개별 활동, 학생 스스로 탐구하도록 함</li> <li>문제 인식/ 가설 설정. 실험 설계, 실험 수행, 자료 변환/자료 해석, 결론 도출, 일반화</li> <li>유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등의 창의력 요소를 결합시켜 수행</li> <li>생명 현상에 대한 흥미와 학문적 탐구심을 유발하도록 첨단 생명 과학과 관련지어 학습</li> </ol>
목표	<p>가. 생명 과학 실험을 통하여 생명 과학의 다양한 영역에 대한 관련 개념을 종합적으로 이해한다.</p> <p>나. 생명 과학 실험을 통하여 다양한 생명 현상을 연구하는 데 필요한 탐구 능력과 창의력을 기르고, 이를 일상생활에 적용한다.</p> <p>다. 생명 과학에 대한 흥미를 가지고 자연 현상을 주의 깊게 관찰하여 문제를 발견하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.</p>	<p>가. 생명 과학 실험을 통하여 생명 과학의 다양한 영역에 대한 관련 개념을 종합적으로 이해한다.</p> <p>나. 생명 과학 실험을 통하여 다양한 생명 현상을 연구하는 데 필요한 탐구 능력과 창의력을 기르고, 이를 일상생활에 적용한다.</p> <p>다. 생명 과학에 대한 흥미를 가지고 자연 현상을 주의 깊게 관찰하여 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.</p>

구분	본 시안	7차 개정 교육과정																																																																			
내용 체계	<p>가. 내용 체계</p> <table border="1" data-bbox="329 438 849 1591"> <thead> <tr> <th>영역</th> <th>주제</th> <th>내용 요소</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">생물의 구조와 기능</td> <td>세포와 세포막</td> <td>현미경 관찰, 식물세포, 동물세포, 삼투압, 삼투현상, 원형질분리, 원형질복귀,</td> </tr> <tr> <td>조직과 기관</td> <td>식물의 생식기관, 척추동물 해부, 무척추동물 해부</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">물질 대사</td> <td>효소의 특성</td> <td>효소, 촉매작용, 온도와 pH변화에 따른 반응속도</td> </tr> <tr> <td>광합성</td> <td>광합성률</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">자극과 반응</td> <td>세포 호흡</td> <td>세포 호흡률, 효모의 발효, 유기호흡, 무기호흡, 혈액의 원심분리</td> </tr> <tr> <td>동물의 반응</td> <td>자극에 대한 동물의 반응, 사람의 반사 작용</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">생식과 발생</td> <td>식물의 반응</td> <td>굴중성, 굴광성</td> </tr> <tr> <td>세포 분열</td> <td>체세포 분열, 감수 분열</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">유전과 진화</td> <td>수정과 발생</td> <td>속씨식물의 수분, 꽃가루관의 발아, 조직의 발생, 기관의 발생</td> </tr> <tr> <td>염색체</td> <td>염색체의 관찰, 핵형 분석</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">생물과 환경</td> <td>유전 물질</td> <td>DNA 추출, DNA 모형제작</td> </tr> <tr> <td>유전 현상</td> <td>교배실험, 멘델의 유전 법칙, 반성 유전, 조파리의 돌연변이 형질, 사람의 유전 형질</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">생물과 환경</td> <td>진화</td> <td>대립 유전자의 빈도, 진화의 이해</td> </tr> <tr> <td>생물의 채집 및 분류</td> <td>생물의 채집, 표본 제작, 생물의 동정, 생물의 분류</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">생명 공학</td> <td>군집과 개체군</td> <td>방형구, 생물 군집조사, 생태계 구성 요소, 개체군 성장곡선</td> </tr> <tr> <td>환경 오염</td> <td>환경오염 측정, 환경오염이 생물에 미치는 영향</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">생명 공학</td> <td>세포와 조직</td> <td>세포배양, 계대배양, 조직배양</td> </tr> <tr> <td>유전 공학</td> <td>전기영동, 제한효소, 형질전환</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">생명 공학</td> <td>유전체 탐구</td> <td>유전체 이용 탐구, 생물정보학</td> </tr> </tbody> </table> <p>나. 영역별 내용</p>	영역	주제	내용 요소	생물의 구조와 기능	세포와 세포막	현미경 관찰, 식물세포, 동물세포, 삼투압, 삼투현상, 원형질분리, 원형질복귀,	조직과 기관	식물의 생식기관, 척추동물 해부, 무척추동물 해부	물질 대사	효소의 특성	효소, 촉매작용, 온도와 pH변화에 따른 반응속도	광합성	광합성률	자극과 반응	세포 호흡	세포 호흡률, 효모의 발효, 유기호흡, 무기호흡, 혈액의 원심분리	동물의 반응	자극에 대한 동물의 반응, 사람의 반사 작용	생식과 발생	식물의 반응	굴중성, 굴광성	세포 분열	체세포 분열, 감수 분열	유전과 진화	수정과 발생	속씨식물의 수분, 꽃가루관의 발아, 조직의 발생, 기관의 발생	염색체	염색체의 관찰, 핵형 분석	생물과 환경	유전 물질	DNA 추출, DNA 모형제작	유전 현상	교배실험, 멘델의 유전 법칙, 반성 유전, 조파리의 돌연변이 형질, 사람의 유전 형질	생물과 환경	진화	대립 유전자의 빈도, 진화의 이해	생물의 채집 및 분류	생물의 채집, 표본 제작, 생물의 동정, 생물의 분류	생명 공학	군집과 개체군	방형구, 생물 군집조사, 생태계 구성 요소, 개체군 성장곡선	환경 오염	환경오염 측정, 환경오염이 생물에 미치는 영향	생명 공학	세포와 조직	세포배양, 계대배양, 조직배양	유전 공학	전기영동, 제한효소, 형질전환	생명 공학	유전체 탐구	유전체 이용 탐구, 생물정보학	<p>내용 체계</p> <table border="1" data-bbox="881 633 1341 1464"> <thead> <tr> <th>영역</th> <th>내용 요소</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>생물의 구조와 기능</td> <td>현미경 사용법 여러 가지 세포 관찰 조직 및 기관 관찰 세포막의 기능 탐구 등</td> </tr> <tr> <td>물질 대사</td> <td>효소의 특성과 작용 탐구 광합성 실험 세포 호흡 실험 등</td> </tr> <tr> <td>자극과 반응</td> <td>자극에 대한 동물의 반응 자극에 대한 식물의 반응 등</td> </tr> <tr> <td>생식과 발생</td> <td>세포 분열 관찰 화분과 화분관 관찰 수정과 발생 과정 관찰 등</td> </tr> <tr> <td>유전과 진화</td> <td>멘델의 유전 법칙과 확률 동식물의 교배 실험 염색체의 관찰과 핵형 분석 DNA 모형 제작 돌연변이와 유전 형질 조사 진화 모의실험 등</td> </tr> <tr> <td>생물과 환경</td> <td>생물의 채집과 분류 생물 군집의 조사 개체군의 성장 생물 종내 및 종간 상호 작용 환경오염이 생물에 미치는 영향 조사 등</td> </tr> <tr> <td>생명 공학</td> <td>세포 공학 실험 유전 공학 실험 유전체 이용 탐구 활동 등</td> </tr> </tbody> </table>	영역	내용 요소	생물의 구조와 기능	현미경 사용법 여러 가지 세포 관찰 조직 및 기관 관찰 세포막의 기능 탐구 등	물질 대사	효소의 특성과 작용 탐구 광합성 실험 세포 호흡 실험 등	자극과 반응	자극에 대한 동물의 반응 자극에 대한 식물의 반응 등	생식과 발생	세포 분열 관찰 화분과 화분관 관찰 수정과 발생 과정 관찰 등	유전과 진화	멘델의 유전 법칙과 확률 동식물의 교배 실험 염색체의 관찰과 핵형 분석 DNA 모형 제작 돌연변이와 유전 형질 조사 진화 모의실험 등	생물과 환경	생물의 채집과 분류 생물 군집의 조사 개체군의 성장 생물 종내 및 종간 상호 작용 환경오염이 생물에 미치는 영향 조사 등	생명 공학	세포 공학 실험 유전 공학 실험 유전체 이용 탐구 활동 등
	영역	주제	내용 요소																																																																		
생물의 구조와 기능	세포와 세포막	현미경 관찰, 식물세포, 동물세포, 삼투압, 삼투현상, 원형질분리, 원형질복귀,																																																																			
	조직과 기관	식물의 생식기관, 척추동물 해부, 무척추동물 해부																																																																			
물질 대사	효소의 특성	효소, 촉매작용, 온도와 pH변화에 따른 반응속도																																																																			
	광합성	광합성률																																																																			
자극과 반응	세포 호흡	세포 호흡률, 효모의 발효, 유기호흡, 무기호흡, 혈액의 원심분리																																																																			
	동물의 반응	자극에 대한 동물의 반응, 사람의 반사 작용																																																																			
생식과 발생	식물의 반응	굴중성, 굴광성																																																																			
	세포 분열	체세포 분열, 감수 분열																																																																			
유전과 진화	수정과 발생	속씨식물의 수분, 꽃가루관의 발아, 조직의 발생, 기관의 발생																																																																			
	염색체	염색체의 관찰, 핵형 분석																																																																			
생물과 환경	유전 물질	DNA 추출, DNA 모형제작																																																																			
	유전 현상	교배실험, 멘델의 유전 법칙, 반성 유전, 조파리의 돌연변이 형질, 사람의 유전 형질																																																																			
생물과 환경	진화	대립 유전자의 빈도, 진화의 이해																																																																			
	생물의 채집 및 분류	생물의 채집, 표본 제작, 생물의 동정, 생물의 분류																																																																			
생명 공학	군집과 개체군	방형구, 생물 군집조사, 생태계 구성 요소, 개체군 성장곡선																																																																			
	환경 오염	환경오염 측정, 환경오염이 생물에 미치는 영향																																																																			
생명 공학	세포와 조직	세포배양, 계대배양, 조직배양																																																																			
	유전 공학	전기영동, 제한효소, 형질전환																																																																			
생명 공학	유전체 탐구	유전체 이용 탐구, 생물정보학																																																																			
	영역	내용 요소																																																																			
생물의 구조와 기능	현미경 사용법 여러 가지 세포 관찰 조직 및 기관 관찰 세포막의 기능 탐구 등																																																																				
물질 대사	효소의 특성과 작용 탐구 광합성 실험 세포 호흡 실험 등																																																																				
자극과 반응	자극에 대한 동물의 반응 자극에 대한 식물의 반응 등																																																																				
생식과 발생	세포 분열 관찰 화분과 화분관 관찰 수정과 발생 과정 관찰 등																																																																				
유전과 진화	멘델의 유전 법칙과 확률 동식물의 교배 실험 염색체의 관찰과 핵형 분석 DNA 모형 제작 돌연변이와 유전 형질 조사 진화 모의실험 등																																																																				
생물과 환경	생물의 채집과 분류 생물 군집의 조사 개체군의 성장 생물 종내 및 종간 상호 작용 환경오염이 생물에 미치는 영향 조사 등																																																																				
생명 공학	세포 공학 실험 유전 공학 실험 유전체 이용 탐구 활동 등																																																																				
교수 학습 방법	<p>가. 교수·학습 계획 수립</p> <p>(1) '생명 과학 실험'은 학습자 및 학교의 실정에 따라 내용을 선정하여 실험할 수 있다.</p> <p>(2) 학생의 능력과 흥미를 고려하여 내용을 선택적으로 선정하여 재구성하거나, '생명 과학 I·II'의 실험 내용과 통합하여 운영할 수 있다.</p> <p>(3) 각 실험 활동은 원칙적으로 2시간 단위로 구성하되, 경우에 따라 연속적인 수업 운영도 가능하도록 계획을 수립한다.</p> <p>(4) 생명 과학 실험 재료는 구할 수 있는 시기가 제한되어 있으므로 사전에 계획을 수립한다.</p>	<p>가. '생명 과학 실험'은 학습자 및 학교의 실정에 따라 내용을 선정하여 실험할 수 있다.</p> <p>나. 학생의 능력과 흥미를 고려하여 내용을 선택적으로 선정하여 재구성하거나, '생명 과학 I·II'의 실험 내용과 통합하여 운영할 수 있다.</p> <p>다. 원리를 확인하기 위한 실험 지도보다는 실험을 통하여 관련된 개념과 원리를 파악하여 일반화할 수 있도록 지도한다.</p> <p>라. 각 실험 활동은 원칙적으로 2시간 단위로 구성하되, 경우에 따라 연속적인 수업 운영도 가능하다.</p>																																																																			

구 분	본 시안	7차 개정 교육과정
	<p><b>나. 교수·학습 방법</b></p> <p>(1) 원리를 확인하기 위한 실험 지도보다는 실험을 통하여 관련된 개념과 원리를 파악하여 일반화할 수 있도록 지도한다.</p> <p>(2) 실험상의 위험 요소는 사전에 충분히 인식할 수 있도록 하고, 실험에 사용된 생물에 대해서는 생명의 존엄성을 이해하고 적절한 처리 방법을 지도한다.</p> <p>(3) 문제 인식 및 가설 설정, 실험 설계, 자료 해석 및 일반화 단계에서 학생의 창의력을 충분히 발휘할 수 있는 탐구 과정이 되도록 유도하며, 결과보다는 과정을 중시하고, 실험 결과가 예상과 다를 때에는 원인을 분석하고 보정하려는 태도를 기르도록 한다.</p> <p>(4) 지나치게 구조화된 탐구를 지양하고, 개방적 탐구와 안내된 탐구 방법을 적절히 도입한다.</p> <p>(5) 개인, 모둠별 또는 학급 전체가 할 수 있는 다양한 종류의 실험을 제시하며, 공동 연구 및 협동 탐구 활동을 통하여 상호 협동 연구의 중요성을 인식하게 한다.</p> <p>(6) 미래의 생명 과학자로서 생명 윤리 덕목을 함양하도록 한다.</p> <p><b>다. 교수·학습 자료</b></p> <p>(1) 기초적인 실험을 수행하기 위한 기구를 포함하여 최근에 개발된 최신의 실험 기기를 많이 활용하여 학생들로 하여금 생명 과학에 대한 흥미가 유발될 수 있도록 한다.</p> <p>(2) 직접 실험이 곤란한 주제를 다루어야 할 때나 실험상 필요한 경우에는 컴퓨터 시뮬레이션이나 CAI 자료를 이용하도록 하며, 실험 결과에 대한 통계 처리를 위해 컴퓨터를 이용하게 한다. <u>광합성률, 호흡률 등 측정 시 MBL 등의 기구를 이용할 수 있다.</u></p> <p>(3) 지역에 따라 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.</p>	<p>마. 생명 과학 실험 자료는 구할 수 있는 시기가 제한되어 있으므로 사전에 계획을 수립하도록 하고, 불가피한 경우에는 다른 생물로 대체하여 수행하도록 한다.</p> <p>바. 실험상의 위험 요소는 사전에 충분히 인식할 수 있도록 하고, 실험에 사용된 생물에 대해서는 생명의 존엄성을 이해하고 적절한 처리 방법을 지도한다.</p> <p>사. 기초적인 실험을 수행하기 위한 기구를 포함하여 최근에 개발된 최신의 실험 기기를 많이 활용하여 학생들로 하여금 생명 과학에 대한 흥미가 유발될 수 있도록 한다.</p> <p>아. 직접 실험이 곤란한 주제를 다루어야 할 때나 실험상 필요한 경우에는 컴퓨터 시뮬레이션이나 CAI 자료를 이용하도록 하며, 실험 결과에 대한 통계 처리를 위해 컴퓨터를 이용하게 한다.</p> <p>자. 문제 인식 및 가설 설정, 실험 설계, 자료 해석 및 일반화 단계에서 학생의 창의력을 충분히 발휘할 수 있는 탐구 과정이 되도록 유도하며, 결과보다는 과정을 중시하고, 실험 결과가 예상과 다를 때에는 원인을 분석하고 보정하려는 태도를 기르도록 한다.</p> <p>차. 지나치게 구조화된 탐구(폐쇄된 탐구)를 지양하고, 개방적 탐구와 안내된 탐구 방법을 적절히 도입한다.</p> <p>카. 개인, 모둠별 또는 학급 전체가 할 수 있는 다양한 종류의 실험을 제시하며, 공동 연구 및 협동 탐구 활동을 통하여 상호 협동 연구의 중요성을 인식하게 한다.</p> <p>타. 미래의 생명 과학자로서 생명 윤리 덕목을 함양하도록 한다.</p>
평 가	<p><b>가. 평가 계획</b></p> <p>(1) 생명 과학의 지식, 과학 탐구 기능, 과학적 태도 등의 종합적인 평가가 이루어지도록 평가 계획을 수립한다.</p> <p>(2) 다양한 평가 방법을 적용할 계획을 수립한다.</p> <p><b>나. 평가 목표와 내용</b></p> <p>(1) 생명 과학의 지식, 과학 탐구 기능, 과학적 태도, 탐구적 사고력, 창의성 등의 측면에서 종합적으로 평가한다.</p> <p>(2) 가설 설정, 실험 설계, 관찰 및 측정, 자료 변환, 자료 해석, 일반화 등의 탐구 요소를 가능한 고르게 평가한다.</p> <p><b>다. 평가 방법</b></p> <p>(1) 실기 검사, 보고서, 포트폴리오, 관찰, 면담, 지필 검사 및 멀티미디어를 통한 평가 등의 다양한 방법을 활용한다.</p> <p>(2) 장·단기 과제 연구를 평가에 적극 반영한다.</p> <p>(3) 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 파악하여 평가한다.</p> <p><b>라. 평가의 활용</b></p> <p>(1) 평가 기준을 사전에 구체적으로 제시하여 학생들이 평가 결과를 활용할 수 있도록 한다.</p> <p>(2) 평가의 결과는 학생들의 과학 관련 지도 등에 활용한다.</p>	<p>가. 인지적, 심동적, 정의적 영역이 고루 반영될 수 있도록 실기 검사, 보고서, 포트폴리오, 관찰, 면담, 지필 검사 및 멀티미디어를 통한 평가 등의 다양한 방법을 활용한다.</p> <p>나. 장·단기 과제 연구를 평가에 적극 반영한다.</p> <p>다. 가설 설정, 실험 설계, 관찰 및 측정, 자료 변환, 자료 해석, 일반화 등의 탐구 요소를 가능한 고르게 평가한다.</p> <p>라. 평가의 기준을 구체적으로 제시하고, 학습자 개개인의 학습 진행 정도를 파악하여 평가하며, 평가 결과를 학생이 활용할 수 있도록 한다.</p>
교 과 서	<p>가. 현미경을 다룰 때 광학 현미경뿐만 아니라 형광 현미경, 위상차 현미경 등을 다룰 수 있는 기회를 제공한다.</p> <p>나. 조직 및 기관을 관찰하기 위한 재료로 무척추</p>	없음

구분	본 시안	7차 개정 교육과정
의 개발과 활용	<p>동물로는 대합, 새우, 오징어 등, 척추동물로는 붕어, 닭 등이 적합하다.</p> <p>다. 자극에 대한 동물의 반응을 관찰할 때 에피네프린에 의한 물벼룩의 심장 박동 변화를 관찰하거나 빛, 중력, 접촉에 대한 플라나리아의 행동 등을 관찰한다.</p> <p>라. 발생 관찰 재료로 활용할 동물은 각 학교의 여건과 계절을 고려하여 선택한다. 초기 발생 과정을 관찰하기 위해서는 개구리 또는 성게가 적합하고, 기관 발생을 관찰하기 위해서는 닭이 적합하다. 바닷가에서 현장 학습을 할 경우에는 굴이 적합하다.</p>	

## 2. 토론

이번 생명과학 실험 교육과정(안)의 개정에서 가장 크게 염두에 두어야 할 부분은 성격 부분에서 나타나 있는 대상 학생 부분입니다. 7차 개정 교육과정에서는 과학고등학교 학생을 대상으로 만든 교육과정인 반면, 이번 교육과정의 방향을 과학고등학교와 과학 중점학교 학생들이 함께 사용하는 교육과정이라는 것입니다. 과학고등학교와 과학 중점학교는 성격이 과학을 중심으로 교육과정이 이루어진다는 면에서 유사하기는 하지만, 과학고등학교와 과학 중점학교는 여건이 많이 다른 상황입니다. 대표적인 예로는 과학고등학교에는 첨단 기자재들이 기본적으로 구비되어 있는 상태이지만, 과학중점학교의 경우, 추가 예산을 투입하여 첨단 기자재를 보유해야 되는 상황이 가장 큰 어려움으로 보입니다. 이에 대한 고려가 충분히 반영되어야 할 것입니다.

목표 부분은 7차 개정 교육과정과 차이가 없는 상태입니다. 이는 지난 7차 개정 교육과정이 과학고등학교 중심으로 이루어진 것과 대비해서 이번 교육과정은 과학고등학교와 과학중점학교를 함께 고려한 것이라는 것을 염두에 두었을 때, 과학 중점고를 위한 추가적인 목표가 하나 정도 포함되어야 하지 않을까 생각합니다.

내용 체계 면에서는 본 시안이 영역, 주제, 내용요소의 세 부분으로 구분된 반면, 지난 교육과정에서는 영역, 내용요소의 두 부분으로 나뉘어 있었습니다. 이는 좀 더 진전된 구분으로 보입니다. 그런데, 내용 요소를 비교해 보면 크게 달라진 것이 없습니다. 지난 교육과정에 의해 만들어진 생물 실험 교과서를 보면 이번 시안에서 제시하고 있는 실험 내용 요소들이 대부분 포함되어 있습니다. 물론 모든 실험을 수행하지 않고 그 중에서 선택해서 실험을 하긴 하지만, 성격 부분에서 말씀드렸던 과학고등학교와 과학중점학교의 차이가 존재하기 때문에, 특히 내용 부분에서는 보다 세심한 검토가 필요해 보입니다.

한편, 내용 요소에 포함되어야 할 부분으로 과학적 탐구(혹은 생물적 탐구) 방법에 대한 안내와 탐구 진행 방법, 보고서 작성하는 방법 등도 기본적으로 포함되어야 할 부분이라고 생각합니다. 학생이 스스로 탐구하기 위해서는 탐구 방법에 대한 습득이 기본적으로 포함되어야 하기 때문입니다.

교수학습 방법에서는 MBL 기구의 사용과 지역적인 배려 부분을 제외하면, 역시 지난 7차 개정 교육과정의 생물실험과 큰 차이가 없는 내용입니다. 이는 실험에 대한 교수학습 방법 부분은 과학고등학교이든 과학중점학교이든 동일해야 된다고 보기 때문에 큰 무리는 없어 보입니다.

실험에서 가장 어렵고 신경을 많이 쓰는 부분 중의 하나가 평가입니다. 특히 평가 계획과 목표 부분에서 강조하고 있는 '지식, 탐구 기능, 과학적 태도'는 중요하게 다루어야 할 부분이라고 봅니다. 이의 평가를 위해서 제시되어 있는 보고서, 포트폴리오, 관찰, 면담 등에 대한 평가 방법(혹은 기법)은 해설서를 작성할 때 보다 구체적인 내용이 포함되도록 해야 할 것입니다.

이번 교육과정(안)에서 새롭게 추가된 부분이 교과서의 개발과 활용 부분입니다. 제목으로 볼 때는 교과서 개발과 관련된 내용을 기대했지만, 실험의 유의사항 정도로 느껴집니다. 여기에는 추가적으로 다음과 같은 내용이 포함되어야 할 것 같습니다. 실험 교과서의 체제, 내용과 실험의 상호 연관, 실험 교과서를 보조할 자료들(교사용 지도서, 실험 재료의 구입 방법, 특정한 기구(MBL)의 사용 방법, 대체 실험의 포함 여부 등)에 대한 언급.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(고급지구과학)

이경훈(부산과학고등학교)

1997년 12월 30일 개정 고시되고 2000년부터 시행되었던 제7차 교육과정에 대한 사회·문화적 변화를 교육내용 및 내용 체계에 반영하기 위한 교육과정 개편이 2007년에 있었다. 교육과정 개정시 차수를 붙이던 이전과는 달리 7차 교육과정 개정 교육과정이라 불리는 교육과정 개정이 이루어지고 교과서의 집필이 이루어졌다.

그런데 곧바로 새로운 교육과정 개정에 대한 논의가 시작되었다. 개정을 주도한 측은 처음으로 과학계, 과학교육계, 과학교사들이 함께 힘을 합쳐 획기적인 교육과정을 마련하여 기존 물리, 화학, 생명과학, 지구과학의 구분을 넘어서는 통합형 과학 과목의 교육과정을 개발하였으니 이를 미래형 교육과정 또는 2009년 개정 교육과정이라 하였다. 개발측은 2009년 개정 교육과정을 통해 학생들이 우주와 생명, 과학과 현대 문명에 대한 소양을 기를 수 있는 기회를 제공하고, 학생들의 적성에 따라 심화된 과학 과목을 선택하고 첨단 과학의 원리를 이해할 수 있을 것으로 기대하고 있다고 하였다.

이번 개정 고급지구과학 개정 교육과정에 대한 공청회는 역시 2009년 교육과정 개정 시 빠졌던 나머지 부분에 대한 후속 과정으로 알고 있다. 2009년 개정 교육과정은 미래 사회가 요구하는 창의적인 인재 양성을 주된 목표로 삼고 있다. 개정되는 고급지구과학은 이러한 미래 사회의 요구와 과학계의 변화를 반영하고, 수요자 즉 과학계 고등학교 학생들이 주로 진학하는 대학이 요구하는 학습 내용과 수준을 고려하여야 하며, 이러한 학습 내용과 수준이 위계적으로 구성되어야 할 것이다. 그리고 과학계 고등학교 현장의 상황이 충분히 고려되어야 할 것이다.

과학계 고등학교 현장의 상황 중 우선 고려되어야 할 것은

첫째, 대부분의 과학계 고등학교 학생들이 2학년만 마치고 조기 졸업을 한다는 사실이다. 많은 과학계 고등학교에서 고급지구과학이 3학년에 편성되어 있어 실제 수업이 이루어지지 않는 경우가 많다.

둘째, 심화지구과학을 어떻게 할 것인가의 문제이다. 심화지구과학은 창의재단에서 개발한 교과용 인정도서이다. 하지만 정규 교육과정에서 편성되고 개발된 지구과학 실험 과목이 이수 과목에서 빠지고 대신 심화지구과학이 대부분 편성되어 있다.

셋째, 한 학기에 8과목 이수제로 인해 이전까지는 물, 화, 생, 지 4과목 모두를 배우던 과학계 고등학교 학생들이 이제는 학년당 3과목 밖에는 이수하지 못하는 상황이 되고 말았다. 게다가 융합과학까지 필수 과목으로 채택하여야 되므로, 융합과학을 이수하기 위해 과학계 고등학교 학생들은 지구과학Ⅱ와 지구과학실험 및 고급지구과학을 이수하지 못하는 상황이 생기고 있다.

### 다음은 어느 수준의 천문학 내용일까?

우주의 기원과 진화 영역에서는 우주가 빅뱅으로부터 형성되어 초기에 기본 입자들이 만들어지고 양성자, 중성자, 헬륨 원자핵, 중성 원자, 분자로 진화하면서 현재의 우주가 만들어지기까지 과정을 학습한다. 이 과정에서 학생들은 우주를 구성하고 있는 물질들의 구성, 은하의 구조 뿐 아니라 빛의 스펙트럼 같은 물리 개념이나 공유결합과 반응 속도 같은 화학반응의 기본 개념도 학습하게 된다.

빅뱅 우주에서 만들어진 수소와 별에서 만들어진 무거운 원소들이 생명체를 만들기 위해서는 일단 화학 결합이 이루어져야 한다. 태양계가 태어나기 오래 전에 이미 별과 별 사이의 공간에서 원자들이 반응하여 공유결합을 통해 다양한 분자들을 만든다. 성간 공간에 풍부한 분자들의 분포로부터 반응속도의 원리를 파악할 수 있다. 반응물이 많아야 생성물이 많기 때문에 우주에 가장 풍부한 수소 원자들 끼리 만드는 수소 분자가 가장 풍부하다. 이처럼 반응속도의 원리에 따라 생긴 성간 화합물들이 나중에 같은 원리에 따라 지구의 환경을 만들고 생명이 태어나는 데도 적용되는 것을 이해시킨다.

빅뱅 우주에서는 수소와 헬륨, 그리고 소량의 리튬만이 만들어진다. 별의 탄생과 진화 과정에 관련된 물리적 원리들을 태양계의 재료이며 생명에 필수적인 탄소, 질소, 산소 등 무거운 원소들의 생성과 연결하여 배우는 것은 통합적 과학의 좋은 사례이다. 폭발적인 별의 죽음이라고 볼 수 있는 초신성은 철보다 무거운 원소들을 만들 뿐 아니라 별의 내부에 들어있는 원소들을 우주 공간으로 내보내어 생명을 가능하게 한다. 이처럼 별의 탄생과 죽음을 생명의 탄생과 연결해서 이해하도록 지도한다.

전국의 과학계 고등학교들은 올해 신입생부터 2009년 개정 교육과정에 따른 이수가 시작되었다. 앞에서 말한 것처럼 융합과학이 과학계 고등학교의 필수 과목이 되고 고급지구과학을 비롯한 전문교과목들은 선택 과목이 되어 선택받지 못해 사라지거나 3학년에 편성되어 가르치지 않는 과목으로 전락하는 경우가 발생할 것으로 보여진다.

학년 분야	7~9 학년		
물질과 에너지	과학이란? ?	· 힘과 운동 · 빛과 파동 · 분자 운동과 상태변화 · 일과 에너지전환	과 학 의 발 진 과 우 리 생 활
생명과 지구		· 전기와 자기 · 태양계와 천체운동 · 우주권의 영향과 우주개발	

10학년 융합과학 영역	10학년 융합과학 내용 요소
--------------	-----------------

우주와 생명	우주의 기원과 진화	우주의 기원	우주의 팽창, 허블의 법칙, 선스펙트럼, 우주의 나이
		빅뱅과 기본입자	기본입자, 양성자, 중성자, 원자핵의 형성
		원자의 형성	수소와 헬륨 원자, 우주배경복사
		별과 은하	별의 탄생과 진화, 무거운 원소의 합성, 은하의 구조, 성간 화합물, 공유 결합, 반응속도
융합과학	태양계와 지구	태양계의 형성	태양계 형성 과정, 태양 에너지, 지구형 행성, 목성형 행성
		태양계의 역학	케플러의 법칙, 뉴턴의 운동법칙, 행성의 운동, 지구와 달의 운동, 자전, 공전
		행성의 대기	탈출속도, 행성 대기의 차이, 분자 구조와 성질
		지구	지구의 진화, 지구계, 지구의 원소 분포, 지자기
생명의 진화			

과학고 우주과학	천구의 이해	지평좌표계와 적도좌표계, 시간 등
	우주를 바라보는 눈	광학망원경, 전파망원경, 우주망원경, 우주탐사의 역사 등
	태양계의 기원과 특성	태양계 특성, 태양계의 기원, 태양의 특성 등
	행성과 태양계의 작은 천체들	행성의 물리적 성질과 행성의 표면, 구조, 대기, 왜소행성, 소행성, 혜성, 유성과 운석 등
	별의 특성	별의 밝기와 등급, 별의 스펙트럼과 온도, 별의 크기 등
	성간물질과 별의 탄생	성간 계수, 성간 소광, 암흑 성운, 발광 성운, 원시성, 중력 수축, 수소핵융합 반응 등
	별의 구조와 진화	별의 에너지원, 별의 구조, H-R도, 별의 질량에 따른 진화 과정, 블랙홀, 변광성 등
	우리은하	나선팔의 구조, 은하의 회전, 은하의 질량, 암흑물질 등
	외부은하	은하의 거리, 외부은하의 질량, 은하의 집단, 은하의 형태와 은하의 진화 등
	우주론	우주의 구조, 우주의 크기와 나이, 허블의 법칙과 우주 팽창, 우주론의 원리, 우주 모형, 우주 역사와 미래 등

유체 지구 과학	대기와 해양에 작용하는 힘	마굴러(Margule) 방정식, 순압유체 및 경압유체의 압력경도, 지구전향력, 마찰력 등
	힘들의 평형관계	지균풍과 지형류, 경도풍과 경도류, 마찰층과 에크만층 등
	시공간 규모별 주요 현상	관성주기, 비회전유체, 회전유체, 단주기 파동(중력파), 장주기 파동(관성중력파, 켈빈파), 초장주기 파동(베타효과, 행성파, 고기압, 저기압, 서안강화) 등
	대기의 성층과 특성	안정도(skew T & log P diagram), 안정층과 불안정층, 응결 고도 등
	대기와 해양의 자오면상 특성	제트류, 대순환, 편서풍파동, 경압불안정, 서안경계류의 사행 등
	대기와 해양의 상호작용	대기와 해양의 상호작용, 엘니뇨와 라니냐, 남방진동(ENSO) 등
	해양 조석	기조력, 실제의 조석파, 조석과 지구자전 등
	수중 음파	수중에서 음파의 굴절과 반사, 토모그래피(tomography), 수괴의 분석 등

천문학 단원을 중심으로 과목 간 위계의 문제점을 살펴보았다. 고급지구과학은 고체지구과학, 유체지구과학, 우주과학의 3개 영역으로 구성되어 있는데 이 중 유체지구과학 내용 요소와 난이도가 지난 개정 교육과정부터 급격한 변화를 보인 후 이번 개정 교육과정에서도 같은 문제점을 나타내고 있다. 이러한 대기, 해양 단원의 급작스런 난이도 상승은 현장에서 교사들이 교육과정을 재구성하면서 대기·해양단원을 더 소홀하게 다룰 가능성이 높아졌다.

교육과정 편성의 문제점으로 인하여 과학고 학생들이 지구과학의 체계적인 심화 내용의 학습이 어려울 뿐만 아니라 지구과학 교과 전반에 걸친 학습 경험을 얻을 기회를 잃게 된다고 볼 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 2009년 개정 교육과정의 핵심 내용이라고 할 수 있는 학기 집중 이수를 위한 8과목 제한을 과학계 고등학교에 대해서는 예외 사항을 두어야 할 것이다. 게다가 과학고의 학생 대다수는 2학년을 마치고 조기 졸업을 하므로 3학년에 고급지구과학이 편성되어 있는 과학고의 학생들은 고급지구과학을 전혀 배우지 못하고 대신에 1학년에 융합과학을 이수하고 2학년에는 지구과학실험 대신 심화지구과학을 이수하게 되어 과학계 전문과목인 고급지구과학과 지구과학실험 두 과목 모두 배우지 못하는 경우가 발생하게 된다.

2009 개정 교육과정에서는 2007년 개정 초·중등학교 교과 교육과정과 교과서를 상당 과목 적용하는 것으로 되어 있지만 과학과의 선택 과목은 지금 연구·개발 중에 있는 2009 개정 교육과정을 적용하는 것으로 되어 있다. 하지만 고급지구과학을 비롯한 전문교과의 교과서가 모두 개발이 끝난 현 시점에서 이번 개정 교육과정이 타당성을 얻기 위해서는 제기되고 있는 문제점들에 대한 파악과 개선이 있어야 할 것이다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(지구과학실험)

이석형(봉담중학교)

### 1. 공통 사항

- 학습목표를 진술함에 있어 '이해한다', '안다'와 같은 행동용어 서술이 앞뒤가 어색한 곳이 있음
- 자료분석보다는 학생 행동이 유발되는 탐구 실험이 더욱 많이 제시되어야 한다고 생각함
- 지구과학 영역 전반에 걸쳐 내용영역이 고루 안배되어 있으나 이를 통합하는 지구계에 대한 내용이 다루어져야 할 것으로 생각함
- 첨단 공학, 기술과 접목한 실험내용이 보다 다양하게 제시될 필요가 있음

### 2. 영역별 내용

#### (1) 고체 지구의 탐구

#### 2) 지구의 내부 구조

② 지층의 두께와 속도를 결정하는 원리에 대해 이해하며 계산하는 과정을 안다.

※ **지각의 두께를 구하는 실험으로 수정.**

③ 모형실험 장치를 이용하여 암영대를 관찰함으로써 지구 내부에서 지진파의 암영대가 생기는 원리를 이해한다.

※ **암영대를 단순히 관찰하는 것은 내용 수업 중에 일반적인 설명으로도 충분히 가능할 것으로 생각됨. 굳이 모형실험 장치를 이용할 필요가 있는지? 암영대를 관찰하는 모형실험 장치는 어떤 것을 말하는지?**

#### 3) 지구의 역장

① 지구의 중력을 측정하는 방법을 안다.

※ **중력측정을 실시하고 다양한 방법을 알게 하는 것이 바람직함**

② 관측 지점의 고도와 질량 분포를 고려하는 수준에서 중력을 보정하는 방법을 안다.

③ 다이ना모 이론에 근거한 지구 자기장의 생성 원리를 이해한다.

※ **다이ना모 이론도 지구 자기장 생성 원리를 설명하고자 하는 하나의 가설로 이를 실험을 통해 이해하는 것 보다는 지구 자기장의 생성이론과 관련한 자료를 수집하고 토론과정을 거쳐 지구자기장의 이론을 습득하도록 하는 것이 바람직함.**

#### 7) 대륙과 해저의 이동

③ 판 경계의 특성을 파악하고 해저 확장에 따른 지자기 이상 분포와 연계하여 판구조론을 이해한다.

※ **판 경계의 특성 파악은 거의 이론적인 부분으로 설명 및 이해가 가능하므로**

관경계에서 일어나는 현상을 설명할 수 있는 심화 실험이 도입되어야 함

## 8) 지구의 역사

① 각 지질 시대를 대표하는 표준 화석에 대해 조사하고, 화석 관찰을 통해 생존 당시의 서식 환경을 추정해 보며 두족류, 방추충의 진화 경향과 연계하여 화석을 해석하는 방법을 안다.

※ 서식 환경의 추정은 지층의 종류, 암상, 퇴적 구조 등의 화석 외적인 요소를 통해서 먼저 알 수 있는 것으로 판단됨. 또한 생물의 진화에서 전 세계적으로 가장 잘 알려져 있거나 또는 학생들의 흥미와 호기심을 이끌어 낼 수 있는 소재로 수업하는 것이 바람직함. 따라서 방추충은 고생대 후기의 대표적인 표준 화석이기는 하지만, 직접 눈으로 쉽게 관찰할 수 없으며, 현재에도 그와 같은 생물을 쉽게 관찰할 수 없어, 학생들이 어떤 생물인지도 잘 모르는 상태에서 형태적 진화를 추정하기에는 무리가 있음. 이의 대안으로 “공룡에서 조류로의 진화” “뿔공룡류의 프릴의 형태 진화”와 같은 대형 척추동물의 진화 경향을 주제로 하는 것이 더욱 적절할 것임.

③ 방사성 동위 원소의 반감기를 이용한 절대 연령 측정 원리를 이해하고, 자료를 해석하여 연령을 계산하는 방법을 안다.

※ 반감기의 원리만을 설명하는 것만이 아니라 AMS의 원리를 추가하여 설명하는 것이 더욱 실제적이고 유용함.

## (2) 유체 지구의 탐구

### 5) 해수의 성질

① 최근 우리나라 동해, 남해, 서해의 관측 자료를 토대로 수온 약층의 특성을 이해한다.

② 우리나라 주변 표층수의 수온과 염분 자료를 통해 해수의 계절적 변화와 그 특징을 이해한다.

③ 해양의 밀도 구조와 해류에 의한 해수면 경사의 모양을 안다.

※ 수온과 염분의 계절적 변화뿐만 아니라 수십년 동안의 변화자료도 함께 제시하여 지구 환경변화에 대한 인식을 새롭게 할 필요가 있음

④ 열 염분 순환을 확인할 수 있는 실험을 설계하고 이를 통하여 열 염분 순환의 원리를 이해한다.

※ 해파 발생장치를 이용한 실험을 추가하여 해안 환경의 변화, 해일, 쓰나미의 피해 등과 관련지어 다룰 수 있도록 함

## (3) 우주의 탐구

### 1) 지구의 운동

② 해시계를 이용하여 편각, 위도 및 경도를 구하고 구면삼각법과 같은 수학적 요

소와 통합하여 해시계의 원리를 안다.

- ※ 구면 삼각법이 현행 고교 과정에서 학생들이 충분히 이해할 수 있는 학습요소 인지를 검토할 필요가 있음.

### 3) 달과 행성의 운동

- ※ 달과 행성의 운동에서 직접 관측이 가장 좋은 방법이나 실제 관측에 있어서 날씨의 영향, 대도시 위치 여부 등에 따라 실제 관측이 어려운 경우가 대부분 임. 따라서 스텔라리움 또는 Starry Night 등과 같은 프로그램을 이용한 대체 실험 방법의 제시가 필요하다고 봄.

④ 행성의 물리량으로부터 케플러 제 3법칙을 유도하고, 목성의 질량 계산을 통하여 케플러 제 3법칙을 이해한다.

- ※ 행성을 관측한 자료로부터 케플러 제 3법칙을 유도하고, 목성을 관측한 자료를 이용하여 목성의 질량을 계산할 수 있다. 로 수정

### 4) 태양의 운동

① 태양의 위치 변화 자료를 이용하여 시태양시, 평균 태양시, 균시차의 개념을 이해한다.

② 태양의 시직경 크기 변화를 통해 타원 방정식을 유도할 수 있다.

- ※ 일년 간의 관측자료가 필요함. 자료 제시 후 해석하는 것으로 대체할 것인지?

③ 태양 표면의 흑점을 관측하여 흑점 주기, 흑점군 분류 및 상대 흑점 수를 계산할 수 있다.

- ※ 극소기와 극대기의 흑점 수의 편차가 매우 큼. 대표적인 자료를 제시하여 실험을 실시할 수 있도록 하며 상황에 따라 실제 흑점 관측을 실시할 수 있도록 함.

### 5) 별의 특성과 물리량

① 키르히호프 법칙을 이용한 별의 스펙트럼 분석과 간섭 분광기를 통한 다양한 빛의 스펙트럼을 비교할 수 있다.

- ※ 별의 스펙트럼 분석에 적용할 수 있는 키르히호프 법칙의 의미를 이해하고, 간섭 분광기를 이용해서 여러 가지 광원의 스펙트럼을 확인하고 그 차이를 말할 수 있다.

② ~~별의 고유 운동을 측정하여 별의 공간 운동을 이해한다.~~

- ※ ~~별의 고유 운동과 시선 속도를 측정하여 공간에서의 별의 운동을 말할 수 있다.~~

③ 실시 관측, 사진 관측 및 광전 측광에 의한 변광성의 밝기를 측정하는 방법에 대하여 안다.

- ※ 광전관측(photodiode)은 이제 거의 사용하지 않아 CCD관측으로 수정하고 최근 적용되고 있는 대형망원경, 우주 망원경 기술 등을 다루는 실험이 제시되어야 함.

- ※ CCD를 이용한 은하, 성단, 성운 등의 촬영이 추가되어야 함

6) 별의 거리

② 세페이드 변광성의 주기-광도 관계를 이용하여 천체까지의 거리 계산 방법을 안다.

※ 별의 거리 측정법등 다양하게 제시할 필요가 있음

8) 우주론

① 허블의 법칙을 이용하여 우주의 크기와 나이를 계산하는(※결정하는) 과정을 유도하고 최신 연구 결과를 통하여 우주 팽창에 대하여 이해한다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(환경과학)

이수중(성사중학교)

환경과학을 논하기 전에 최근에 만들어진 ‘환경과 녹색성장’ 교육을 살펴보자. ‘환경과 녹색성장’ 해설서에 의하면 이 교과서의 성격은 아래와 같다.

인류는 기후 변화, 생물 다양성 감소, 에너지 자원 고갈 등 심각한 환경 문제와 함께 지속가능성을 위협받고 있다. ‘환경과 녹색성장’은 지구의 환경과 에너지 위기를 극복하고 인류의 지속가능한 발전과 저탄소 녹색성장을 실현하기 위해 설정된 과목이다.

그리고 이 교과서의 목적은 아래와 같다.

이 과목의 주요 내용은 ‘환경 프로젝트’, ‘환경과 인류의 삶’, ‘환경 문제와 대책’, ‘자원과 에너지’, ‘기후 변화의 이해와 대응’, ‘녹색성장과 지속가능한 사회’, ‘녹색 사회로 가는 길’ 등이다. 특히, ‘환경 프로젝트’는 중장기적인 탐구 활동으로 학기 초부터 계획하여 학생 주도적으로 수행한다. 지속가능발전과 저탄소 녹색성장을 역사적 관점에서 접근하고, 지구적 차원의 핵심 쟁점으로서 파급 효과가 큰 기후 변화를 비중 있게 다룬다. 또한 환경 문제를 전 지구적 차원에서 경제·사회적 문제와 통합적으로 다룸으로써 책임 있는 세계 시민으로서의 역할을 강조한다.

주요 핵심은 현재와 다가올 가까운 미래사회를 위협하고 있는 환경위기를 지속가능한 발전과 녹색성장으로 극복하는 것이고, 이를 실천할 주역들이 환경 문제를 전 지구적 차원에서 경제·사회적 문제와 통합적으로 다룸으로써 책임 있는 세계 시민이 되도록 키우는 것이 이 교과서의 목적이다.

반면 환경과학은 ‘환경문제를 합리적으로 해결하는 과학자’를 양성하는 것이 목적이고, 이 과학자는 지속가능한 사회를 이루기 위해 과학, 기술, 사회를 총체적으로 볼 수 있는 안목을 가질 수 있도록 한다.

본인은 이 교과서의 대상과 목적에 대해서 대체적으로 동의한다. 그런데 이 교육과정 이 오염방지기술에 대한 이해에 너무 많이 치우진 것 같다. 환경과 녹색성장에서 다룬 신재생에너지와 녹색기술보다도 적다. 자원과 에너지를 별도 영역으로 나누고 각각 녹색기술과 신재생에너지를 더 많이 다루어야 한다. 그리고 환경오염 분야는 축소해야 한다.

환경오염 방지가 덜 중요해서가 아니라 목표가 미래의 환경과학자 양성이기 때문이다. 최근 국제 사회 특히 유럽을 중심으로 신재생에너지로 전환하는 국가 플랜을 실천하고 있다. 그리고 이런 움직임은 석유소비를 줄이는 것이므로 기후변화를 저지

하려는 것과 깊은 연관성이 있다. 기후변화는 지속가능한 사회를 저해하는 가장 큰 걸림돌 중에 하나이다. 이 교과목의 목적이 우리 사회를 지속가능한 사회를 만들고 그 중심인물을 키우는 것이므로 당연히 녹색기술과 신재생에너지에 대해서 많은 부분을 가르쳐야 한다.

### 환경과 녹색성장 내용체계

대영역	중영역	내용
환경 프로젝트		<ul style="list-style-type: none"> <li>○주제 탐색과 선정</li> <li>○계획 수립과 실행</li> <li>○결과 발표와 평가</li> </ul>
환경과 인류의 삶	인간과 지구 생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○인간 삶의 터전으로서의 지구 생태계</li> <li>○지구 생태계의 구성과 특성</li> <li>○생태계의 물질 순환과 에너지 흐름</li> </ul>
	인류 문명과 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○인간과 환경의 관계 및 경제 활동</li> <li>○산업화와 환경 문제</li> <li>○환경관과 환경 윤리</li> </ul>
	지속가능발전과 녹색성장	<ul style="list-style-type: none"> <li>○지속가능발전의 이해</li> <li>○녹색성장의 이해</li> <li>○지속가능발전과 녹색성장의 관계</li> </ul>
환경 문제와 대책	대기 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○대기 환경과 인간과의 관계</li> <li>○대기 환경 문제의 이해와 대책</li> </ul>
	물 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○물 환경과 인간과의 관계</li> <li>○물 환경 문제의 이해와 대책</li> </ul>
	토양 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○토양 환경과 인간과의 관계</li> <li>○토양 환경 문제의 이해와 대책</li> </ul>
	생물 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○생물 환경과 인간과의 관계</li> <li>○생물 다양성 문제의 이해와 대책</li> </ul>
자원과 에너지	자원과 에너지의 종류와 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○자원과 에너지의 종류</li> <li>○자원과 에너지 이용의 변천</li> </ul>
	자원과 에너지 문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○자원과 에너지원 개발과 고갈</li> <li>○자원과 에너지의 소비와 환경 문제</li> <li>○지역간, 국가간의 갈등과 협력</li> </ul>
	자원과 에너지의 친환경적 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○자원과 에너지의 절약</li> <li>○폐자원과 자원 순환 사회</li> <li>○미래 자원과 신재생 에너지</li> </ul>
기후 변화의 이해와 대응	기후 변화의 원인과 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○기후 변화 현상과 원인</li> <li>○기후 변화의 직간접적 영향</li> </ul>
	기후 변화에 대한 대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>○기후 변화에 대한 대응</li> <li>○기후 변화에 대한 적응</li> <li>○기후 변화와 국제적 협력</li> </ul>
녹색성장과 지속가능한 사회	녹색 산업과 정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>○녹색성장의 가능성</li> <li>○녹색 기술의 현재와 미래</li> <li>○녹색 산업과 녹색 일자리</li> <li>○녹색 정책과 제도</li> </ul>
	친환경적 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>○생태계의 보전과 복원</li> <li>○친환경 사회 기반 시설</li> <li>○환경 네트워크</li> </ul>
	지속가능한 사회·문화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○녹색 생활 양식과 녹색 소비</li> <li>○환경 정의와 문화적 다양성</li> <li>○참여와 봉사</li> </ul>
녹색 사회로 가는 길	개인과 지역 사회에서의 실천	<ul style="list-style-type: none"> <li>○개인과 가정에서의 실천 사례</li> <li>○학교와 지역 사회에서의 실천 사례</li> </ul>
	국가적, 국제적 노력	<ul style="list-style-type: none"> <li>○녹색성장을 위한 세계 각국의 노력</li> <li>○환경 관련 단체 및 기구의 활동</li> <li>○국제 협력</li> </ul>

## 고등학교 과학과 전문교과 교육과정에 대한 토론(과학사 및 과학철학)

### “과학사 및 과학 철학” 교과과정에 대한 제안

양경은(한국교원대학교)

필자는 제안된 “과학사 및 과학철학” 과목은 기존 교과목과는 차별적으로 중요한 교육적 가치를 제공한다는 점에서 매우 의미있는 과목으로 생각된다. 본 의견서에 서는 본 과목이 가지는 의의와 교과과정에 대한 제안을 첨부하였다.

우주는 어떻게 생겨났으며 어떻게 움직이고 있는가? 인간의 고유한 본질은 무엇인가? 고대 그리스 철학자들에서부터 근대 르네상스의 인문학자들에 이르기까지 이들은 이와 같은 근원적인 물음을 통해서 서양문명의 원천이 된 자연철학, 신화와 문학 등 인문학적 전통을 발전시켰다. 하지만 뉴턴의 역학, 맥스웰의 전자기학, 다윈의 진화론 등 현대 자연과학이론들은 우주와 인간에 대한 이해를 극적으로 바꾸어 놓았다. 이 새로운 패러다임의 등장으로 인하여 근대까지 거의 미분리 상태로 발전해왔던 인문학과 자연과학은 제각기 자기만의 고유한 세계관을 구축하며 독자적인 길을 걷게 되었다. 그러나 인간과 사회현상을 잘 이해하기 위해서는 물리학과 생물학을 위시한 분과 자연과학의 개념들이 중요한 것과 마찬가지로, 자연현상이나 생태환경을 이해하는 데 있어서도 인문학적 사유가 절실히 요청된다고 볼 수 있겠다. 오랜 역사 속에서 관행으로 굳어진 학문 간의 장벽은 오늘날에 이르러 분과 학문의 발전을 저해하는 가장 큰 요인 가운데 하나가 되었다. 이와 같은 상황을 고려할 때 학문 간의 융합, 그 가운데서도 인문학과 순수기초학문인 자연과학 간의 융합교육프로그램은 무엇보다 시급한 일이다. “인간 지성의 가장 위대한 과업은 예전에도 그랬고 앞으로도 그럴 것이지만 과학과 인문학을 연결해보려는 노력”이라는 『통섭』의 저자 에드워드 윌슨의 말은 시사하는 바가 크다.

“과학사 및 과학 철학” 과목은 위와 같은 상황을 극복하기 위해서 학문의 융합과 통섭이라는 취지하에 한편에는 인문학의 핵심을 이루는 역사와 철학을, 다른 한편에는 과학과 기술을 서로 융합하여 창의적 사유의 발전을 도모하는 강좌로 그 가치를 높이 평가할 수 있다. 본 강좌의 목적은 분과 자연과학의 핵심개념들이 어떠한 역사와 철학적 논쟁을 바탕으로 발전하여 현대 과학에 이르게 되었는지를 추적하여 이를 비판적으로 검토한다는 점에 그 의미가 크다. 이를 통해서 근대와 현대 과학혁명의 근저에 놓인 개념들을 역사적 그리고 철학적 지평 속에서 학습하게 될 것으로 예상된다.

본 과목이 타 과목과 비교해서 차별적으로 가지는 교육학적 가치는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째는 자연과학에서의 기본적 개념에 대한 철학적 배경 그리고 그 발전과정의 이해가 학생들의 상상력과 창의성을 개발하는데 중요함에도 불구하고, 현행 교육과정에서는 이를 체계적으로 공부할 기회가 거의 없었다는 점이다. 둘째는 이들 개념이 철학을 위시한 인문학과 자연과학 간의 융합적 사고에 의해서 발전되어 온 것을 고려한다면 이와 같은 학습은 인문학적 소양을 넓힐 기회를 제공해 줄 수 있다.

본 과목이 타 과목과 차별적으로 가지는 첫 번째 중요성은 기존 교육과정에서 반성적으로 다루지 못 했던 개념들에 대한 이해를 고양시킬 것이라는 점이다. 진화, 시간, 공간, 자연법칙 등의 철학적 개념이 뉴턴, 다윈, 아인슈타인 이론을 형성하고 발전시키는데 중요한 역할을 해왔음에도 불구하고 기존의 과학교과들은 이들 이론의 형성과정보다는 문제풀이를 중심으로 그 내용을 설명하고 있다. 이렇게 과학교육과정이 정상과학 내에서의 문제풀이 활동에 그 학습목표가 집중된 나머지, 호기심, 창의성, 독자적 연구수행능력을 함양시키기보다는 주어진 과제만을 기계적으로 해결하는 수동적인 학생들로 만들기 쉬운 상황이다. 이러한 문제를 부분적으로 해결하기 위한 방법 중 하나로 과학이론의 창시자들이 가졌던 고민을 학습자 스스로가 느낄 수 있는 환경을 만들어 주는 것이다. 본 과목은 과학교육과정에서 배우는 과학이론이 어떻게 만들어지고 발전했는지에 대한 역사와 철학에 대한 학습을 통해서 이들 과학이론의 창시자들이 가졌던 정열과 고민을 공유할 수 있는 기회를 제공할 것으로 기대된다. 이러한 철학적 문제의식과 역사적 배경을 이해함으로써 학생들은 과학이론의 형성과정을 보다 확장된 시야 속에서 깊이 있게 탐구해 갈 수 있을 것이다. 학생들은 자신들이 배우는 과학개념들이 단지 문제해결을 위한 지식을 넘어서, 끊임없이 변화하고 수정되며 새롭게 해석되는 진화과정에 있다는 사실을 학습함으로써 과학이론의 창의적 성격을 배울 기회를 가진다.

본 과목이 타 과목과 차별적으로 가지는 두 번째 중요성은 과학의 기초개념을 인문학과 자연과학 간의 융합과 통섭의 관점에서 학습할 기회를 부여한다는 것이다. 과학사 및 과학철학 교과과정은 기본적으로 자연과학의 기초를 이루는 기본개념에 대한 역사철학적 접근이다. 이들 개념은 근대 그리고 현대 과학의 발전에서 핵심적인 역할을 해 왔으며, 더 나아가 미래의 여러 첨단 과학이론의 기초를 제공할 것으로 기대한다. 인문학과 자연과학의 통섭의 측면에서 우리가 주목해야 할 점은 자연과학의 발생과 발전이 개별 물질적 존재가 가지는 속성을 전체로 통합하려는 철학적 그리고 예술적 사유와 같은 인문학적인 사고에 그 맹아가 있었다고 볼 수 있다. 예로 다윈 진화론의 발전은 고전 자연철학, 멜서스의 인구론, 그리고 신학 등 당시의 인간과 사회에 대한 집요한 성찰의 결과였다. 오랜 자연철학과 경험철학의 전통을 통한 과학에서의 개념에 대한 반성은 인문학에서 중요한 축을 이루고 있

으며, 이에 대한 오랜 논쟁과 종합이 물리학과 생물학을 혁명적으로 발전시키는 추동력을 제공했다는 점은 과학사가들과 과학철학자들이 주지하고 있는 사실이다. 마찬가지로 최근의 첨단과학의 발전에서 인문학적 직관은 여러 가지 차원에서 그 효용이 재인식되고 있다.

이처럼 자연과학과 인문학 모두에 바탕이 되는 개념에 대한 탐구는 인문학적 사고가 자연과학의 발전에 어떻게 영향을 미치며, 역으로 자연과학의 개념이 인문학의 발전에서 어떤 영향을 미치는지를 학습할 기회를 제공해 줄 것이다. 즉 인문학에서의 연구들을 통해 자연과학의 기초적 개념들을 그 근원에서 고찰할 기회를 가지며, 그 개념들을 어떻게 더 명료화할 수 있을지 모색할 수 있다. 역으로 자연과학에서의 연구들을 통해서 인문학의 문제의식에 어떤 새로운 통찰을 더할 수 있을지도 살펴볼 수 있다. 따라서 과학, 기술, 철학 그리고 예술 분야에서 기초개념들의 영향사(影響史)를 체계적으로 추적하는 일은 각 분과의 문제의식을 심화시키고 창의적 사유를 촉발시킬 수 있을 것이다.

필자는 과학의 본성의 논의와 관련해 짧은 언급을 통해 글을 마치고 한다. 과학의 본성에 대한 이해와 중요성은 지난 반세기 동안 강조되어 왔으며, 과학교육의 주요 목표 중 하나였다. 레더만 등은 과학의 본성의 요소로 이론, 법칙, 경험적 토대, 사회문화적 배경 등을 지적하고 있는데, 이런 논의는 전통적인 과학철학과 과학방법론의 연구결과에 근거한 것이다. 특히 과학에서의 이론, 법칙, 경험적 토대에 대한 중요성은 논리경험주의에 의해 강조되어 왔다. 논리경험주의에 의하면 과학의 본질은 법칙을 중심으로 하는 이론에서 도출된 예측과 현실세계에서 도출된 관찰자료를 비교하는 과정이다. 특히 포퍼는 이론을 바탕으로 하는 예측과 관찰자료가 일치하지 않는 경우, 즉 반증과정이 과학의 본질로 이해하는 반증주의를 제시한다. 여기서 더 나아가 라카토시는 포퍼의 모형을 보완하여 반증사례에도 불구하고 과학자들이 이론의 본질적 부분을 유지하는 과학의 보수적인 본질을 강조하는 연구프로그램을 제시하고 있다. 초기 논리경험주의자, 포퍼, 라카토시는 그들의 견해의 차이에도 불구하고 과학을 이론과 법칙을 중심으로 하는 형식적인 측면을 중심으로 과학의 본성을 이해했다는 점에서 공통점을 가지고 있다. 이런 이론, 법칙, 형식을 중심으로 전통적 과학철학과 과학방법론의 논의는 쿤과 이후 세대의 과학철학자들로부터 많은 비판에 직면하게 된다. 쿤의 비판은 과학자들의 사회적 역사적 요소가 논리경험주의가 제시하는 과학본성의 논의에서 간과되었음을 지적한다. 여기까지는 제안된 교육과정이 과학철학 과정에 포함된 과학의 본성에 대한 논의들이다.

중등교과과정으로 가장 고전적인 과학의 본성에 대한 논의를 다루었다는 점에서는 교과과정을 높이 평가할 수 있다. 그러나 필자의 욕심은 여기서 더 나아가 최근에 논의되는 사회구성주의자들의 과학의 본성에 대한 논의를 포함하는 것이다. 이

들 새로운 과학철학의 분야는 과학이 가지는 자연을 있는 그대로 반영하는 실증적인 요소보다는 과학자들의 구성적인 요소를 강조하기에 이르렀다. 이들 구성주의자들의 논의는 과학사와 과학철학 그리고 현대철학을 연관시키는 매우 중요한 연구방향으로 서구 과학사 및 과학철학 연구자들 사이에 매우 중요하게 자리잡고 있다. 그리고 이는 교육학에서의 구성주의적인 접근과 그 맥이 닿아 있어 과학의 본성에 대한 논의에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

혹자는 구성주의자들의 논의를 과학에 대한 너무 급진적인 견해로 중등교과과정에 포함하는데 반대할 지도 모른다. 그러나 필자가 앞에 지적했듯이 본 과목은 단지 과학만을 학습하는 과목이 아니라 과학, 기술, 인문학 등의 상호연관, 의존관계를 학습하는 것이 중요하므로, 과학의 본질에 대한 다양한 견해를 포함시키는 것이 학생들의 열린 사고방식을 함양하기 위해 꼭 필요하다고 생각한다.

같은 문맥에서 최근 과학철학자들은 과학에서 이론보다는 모형, 법칙보다는 인과(Cause), 과학분과 간의 통일보다는 과학 각 분야의 독자성을 강조한다. 그리고 이들은 유비, 유추, 담화 등 고전적 과학철학자들의 관심 밖에 있던 다양한 방법론의 가능성을 지적하고 있다. 최근 교육계에서 레더만등의 과학적 본성에 대한 논의는 이론, 법칙, 경험적 토대를 중심으로 사회문화적 요소 또한 고려하고 있다. 이는 논리실증주의자들의 논의를 중심으로 과학에 대한 사회적 구성주의적 논의까지도 흡수한다는 점에서 긍정적으로 평가할 수 있다. 그러나 필자의 문제의식은 이들 기존의 교육학계의 과학의 본성에 대한 논의가 상기한 최근의 과학철학의 다양한 요소들을 담아내지 못한다는 것이다. 이러한 한계점은 교육과정을 개발하는 데서 고려해야 할 점이라고 생각된다.

필자는 과학의 본성에 대한 좀 더 균형적인 논의로 상기한 과학방법론에서 실증주의와 사회구성주의 간의 긴밀한 상호관계, 그리고 최근 과학기술사와 과학철학계의 다양한 연구 성과들을 염두해 두고 과학사 및 과학철학의 교육과정을 개발할 것을 제안한다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(정보과학)

정종광(경기과학고등학교)

### □ 내용

영역	주제	내용요소
정보윤리와 정보과학	정보윤리	정보기술과 정보사회, 정보사회와 역기능과 대처, 웹의 발전과 정보윤리
	정보보호	해킹과 악성프로그램, 개인정보 보호
	정보과학	정보과학의 개념, 정보과학의 분야
	컴퓨터의 원리	논리식과 논리게이트, 덧셈회로와 저장회로
프로그래밍	문제와 알고리즘	문제의 분류, 알고리즘의 개념과 표현 방법, 순차/선택/반복의 표현
	프로그래밍 기초	프로그래밍언어의 개념과 원리, 함수의 사용, 변수와 연산, 조건 제어
	프로그래밍 심화	배열과 구조체, 함수의 정의, 재귀 함수, 포인터
자료구조	자료구조의 개념	자료구조의 필요성, 자료구조의 종류
	선형 자료구조	스택의 개념과 활용, 큐의 개념과 활용, 연결 리스트의 개념과 활용
	비선형 자료구조	트리의 개념과 활용, 그래프의 개념과 활용
알고리즘	알고리즘의 비교	계산복잡도, Big O 표기법
	알고리즘의 설계 및 분석	최적 선택과 그리디 알고리즘, 하향식 설계와 분할 정복, 상향식 설계와 동적 프로그래밍
문제해결	탐색	순차 탐색과 2진 탐색, 트리와 그래프의 순회, 최단경로 탐색, 최소비용 신장트리
	정렬	버블/선택/삽입 정렬, 셸 정렬, 퀵 정렬, 머지 정렬
	응용	압축, 암호화, 수학 분야의 문제 해결, 과학 분야의 문제 해결

## □ 내용에 대한 의견

### 1. 정보윤리와 정보과학

정보윤리 부분은 현재 많은 문제가 되고 있는 디지털 저작권 관련 문제와 앞으로 많은 문제가 야기될 수 있는 우수한 인력들의 해킹 등의 범죄 등에 대한 문제를 다룰 수 있다는 점에서 높이 평가할 수 있다.

정보과학 부분은 정보과학의 전반적인 영역을 다룰 수 있는 부분으로 내용적으로 충실하게 구성이 된다면 반드시 필요한 부분이다.

### 2. 프로그래밍

프로그래밍은 정보 사회의 연구 분야에 매우 중요한 부분이다. 현재 과학 기술의 발달로 인하여 수많은 데이터들이 생산되고 있다. 이러한 데이터를 의미 있는 정보로 만드는 과정은 과학도들에 있어서는 매우 중요한 일이다.

현재 데이터를 정보로 만들 수 있는 수많은 응용프로그램들이 나와있다. 하지만 이는 일반인들이 사용하기에는 충분할지 모르나, 새로운 분야를 개척하는 과학도들에 있어서는 원하는 응용프로그램들이 턱없이 부족한 것이 사실이며, 특히 처음으로 과학적인 사실을 증명하거나 발견하는데 있어서는 그러한 내용을 다루는 응용프로그램은 없다. 따라서 과학도들에게 있어서 컴퓨터라는 도구는 이러한 작업들을 이끌어 가는데 가장 중요한 도구이며, 컴퓨터라는 도구만으로는 이러한 역할을 다할 수 없다. 이를 해결하기 위해서 가장 중요한 도구는 창의적인 문제해결력과 이를 컴퓨터를 통해서 해결할 수 있도록하는 프로그래밍 언어가 가장 중요한 도구임을 부인하기는 어렵다.

하지만 지금까지의 과학고 프로그래밍 교육은 주로 문법위주로 진행된 것이 사실이다. 이는 전문계 고등학교의 프로그래밍 언어 교육과 큰 차이점을 발견하기 어렵다. 이러한 측면에서 볼 때, 이번 교육과정에서 눈에 띄게 달라진 점이 있다. 이는 프로그래밍을 수학적인 문제 및 새로운 창의적인 문제를 해결하는 도구로서의 역할을 가르치려고 한다는 점이 눈에 띄었다. 특히 문제의 분류 부분이 포함됨으로 해서 프로그래밍과 수학적인 문제해결과의 연결고리를 만들었다는 점을 높이 평가한다.

### 3. 자료구조

자료구조 부분은 이전 교육과정에서도 다루었던 부분이다. 이번 교육과정에서는 자료구조의 내용위주가 아니라 실제로 자료구조를 활용하여 이를 프로그래밍으로 구현하는 부분이 눈에 띈다.

학생들이 이미 개발된 자료구조를 학습하여 실제 문제에 적용하는 능력을 충분히

기를 수 있도록 구성하는 것이 중요할 것이며, 새로운 자료구조를 창의적으로 개발하는 능력도 개발할 수 있는 능력도 길러줄 수 있었으면 한다.

#### 4. 알고리즘

알고리즘 부분은 계산복잡도 개념이 들어간 것이 가장 인상적이다. 지금까지의 알고리즘 교육은 주로 프로그래밍 절차 부분에 초점이 맞추어져 있었지만 이번에는 문제해결 시 컴퓨터로 해결할 수 있는 문제인지를 판단할 수 있는 계산복잡도 차원의 문제를 먼저 다룬 것을 높이 평가한다.

나아가 알고리즘을 직접적으로 설명하기보다는 알고리즘을 상향식, 하향식으로 설계하는 이론들을 다루므로 해서 보다 기본에 충실한 내용으로 구성한 것이 참신하다. 이는 과학고 학생들에게 반드시 필요한 창의적인 문제 해결력을 길러주는 좋은 내용으로 평가한다.

#### 5. 문제해결

앞에서 배웠던 모든 내용을 바탕으로 실제 주어진 문제를 해결할 수 있도록 구성된 단원이다. 가장 많이 다뤄지는 정렬과 탐색을 비롯하여 응용부분까지 다루고 있어서 과학고 학생들의 다양한 요구를 만족시킬 수 있는 내용이다. 추가적으로 이러한 기본 개념을 바탕으로 새로운 해결법을 개발하는 부분까지 연장하면 더 좋은 교육과정이 될 것이라 생각한다.

#### □ 총평

전체적으로 이번 교육과정은 과학고 학생들이 정보화 사회를 이끌어갈 미래 과학도로서의 역할을 하는데 보탬이 될 수 있도록 구성되었다고 평가한다. 다양한 연구분야에서 새로운 연구를 진행하는데 있어서 반드시 필요한 정보처리 능력을 배양할 수 있도록 체계적으로 구성되었으며, 특히 윤리적인 측면까지 다루고 있다는 점도 높이 평가한다.

그리고 지금까지의 교육과정에서 보여주었던 프로그래밍에 대한 패러다임을 바꾼 것을 가장 높이 평가할 수 있다. 이를 통하여 실생활의 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 기를 수 있으며, 이는 연구를 진행하는 과학도들에게 있어서 컴퓨터라는 가장 강력한 연구원을 동료로 둘 수 있는 역량을 길러줄 수 있을 것이다.

## 고등학교 과학과 전문교과 개정에 대한 토론(과제연구)

박용필(충북과학고)

### <전반적 검토의견>

과제 연구가 과학고 및 과학 계열 고등학생들에게 과학의 본성 및 과학 탐구를 수행하는데 필수적인 내용으로 꼭 필요한 과정이라고 생각함. 전체적으로 과제 연구에서 이루려는 목표를 잘 달성할 수 있도록 필수 요소들의 구성이 전체적으로 짜임새 있게 구성되어 있음.

### <토론 사항>

- 과제 연구의 개념이 과학고 및 과학 영재고 선생님들을 제외한 일반 교사들에게 굉장히 모호 할 수 있고, 낯설기 때문에 지속적인 교사 연수가 필요하고, 일정한 가이드라인과 보조 자료가 충분히 공급되어야 할 것으로 생각됨.
- 과제 연구 진행시, 학생들에게 사전에 충분하게 논문 작성법 및 보고서 작성에 대한 지도가 필요하며, 자료 해석 방법과 통계 처리 방법 등의 검증 방법에 대한 사전 교육이 필요 할 것으로 생각됨.
- 일반 인문계 학생들 중에서 과학에 흥미가 상대적으로 약한 학생들을 위한 보완 적인 과정이 필요하다고 생각함(탐구 과제 선정 및 지도 시 동기 부여 및 효율적으로 수행할 수 있도록 도와주는 체제 필요)
- 과제 연구의 평가 방법 중 지필평가가 있는데, 서로 다른 탐구 주제와 다양한 탐구 방법에 대한 지필 평가가 가능할 지 의문임.

▶ 2011 개정 과학과 교육과정 연구진

직책	이름 및 소속
과학팀장	김범기(한국교원대학교)
초등학교 및 화학분과장	최병순(한국교원대학교)
중학교 및 지구과학분과장	정진우(한국교원대학교)
고등학교 전문교과 및 생명과학분과장	이길재(한국교원대학교)
물리분과장	윤성현(한국교원대학교)
연구진	경재복(한국교원대학교)
	김익균(충북대학교)
	김정률(한국교원대학교)
	김재근(서울대학교)
	노석구(경인교육대학교)
	박상우(청주교육대학교)
	손정우(경상대학교)
	신영준(경인교육대학교)
	양일호(한국교원대학교)
	이효녕(경북대학교)
	전동렬(서울대학교)
	전화영(청담고등학교)
	정대홍(서울대학교)
	정은영(전남대학교)
	차희영(한국교원대학교)
	채동현(전주교육대학교)
	김성식(한국교원대학교)
	여성희(이화여자대학교)
이봉우(단국대학교)	
연구 및 진행	이은아(한국과학창의재단)
	이동욱(한국과학창의재단)
	이윤정(한국과학창의재단)
	유소연(한국과학창의재단)
	김훈(한국과학창의재단)
연구보조원	전성수(한국교원대학교)
	김재숙(한국교원대학교)
	김진영(한국교원대학교)
	김형범(한국교원대학교)
	안정곤(한국교원대학교)