



2015 개정 교육과정  
— 과학 —

# 과학과 교육과정

## 1. 성격

‘과학’은 모든 학생이 과학의 개념을 이해하고 과학 탐구능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르기 위한 교과이다.

‘과학’에서는 일상의 경험과 관련이 있는 상황을 통해 과학 지식과 탐구 방법을 즐겁게 학습하고 과학적 소양을 함양하여 과학과 사회의 올바른 상호 관계를 인식하며 바람직한 민주시민으로 성장할 수 있도록 한다.

‘과학’은 초등학교 1, 2학년의 슬기로운 생활과 고등학교 1학년의 통합과학 및 과학탐구실험 그리고 고등학교 2, 3학년의 물리학 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I, 물리학 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II, 과학사, 생활과 과학, 융합과학 과목들과 긴밀한 연계를 갖도록 구성한다.

‘과학’의 내용은 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명’, ‘지구와 우주’ 영역의 핵심 개념을 체계적으로 구성하고, 핵심 개념과 과학 탐구가 학교급과 학년 그리고 영역 간에 연계되도록 한다. 또한 통합 주제로 물의 순환, 에너지, 과학과 나의 미래, 재해·재난과 안전, 과학기술과 인류문명 등을 다룬다.

‘과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 한다. 또한 기본 개념의 통합적인 이해 및 과학의 탐구 경험을 통하여 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구 능력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생학습 능력’ 등의 과학적 핵심역량을 함양하도록 한다.

‘과학적 사고력’은 과학적 주장과 증거의 관계를 조정하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력을 등을 포함한다.

‘과학적 탐구 능력’은 과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집·해석·평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 관찰, 분류, 측정, 변인통제 등의 과학 과정 기능과 기준의 과학 지식을 통합하여 적용하고 활용하는

능력이 필요하며 과학적 사고 능력이 이 과정에 기초가 된다.

‘과학적 문제해결력’은 개인적 혹은 공적 문제를 해결하기 위해 과학적 지식과 과학적 사고를 활용하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고 능력과 문제 해결 과정에서의 합리적 의사결정 능력도 포함한다.

‘과학적 의사 소통 능력’은 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력을 말한다. 언어, 상징, 텍스트 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학 기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증활동을 하는 능력 등을 포함한다.

‘과학적 참여와 평생학습 능력’은 사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사결정 과정에 참여하며 새로운 과학 기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 갈 수 있는 능력을 말한다.

## 2. 목표

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

- 가. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 자연현상 및 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 자연현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.
- 마. 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

### 3. 내용 체계 및 성취기준

## 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교 1~3학년군	기능
			3~4학년군	5~6학년군		
힘과 운동	시공간과 운동	물체의 운동변화는 뉴턴의 운동법칙으로 설명된다.		물체의 운동 속력 속력과 안전	등속 운동 등가속 운동 자유낙하운동	
	힘	물체 사이에는 여러 가지 힘이 작용한다.	무게 측정, 수평잡기 용수철저울 간단한 저울 만들기		중력, 질량, 마찰력, 탄성력, 부력	(관찰) 문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석
	역학적 에너지	마찰이 없는 계에서 역학적 에너지는 보존된다.			일과 에너지 일의 원리 중력에 의한 위치에너지 운동에너지 역학적 에너지 보존	및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달
전기와 자기	전기	두 전하 사이에는 전기력이 작용한다.			전기력 원자 모형 대전 정진기 유도	
		전기회로에서는 기전력에 의해 전류가 형성된다.		전기회로 전구의 연결 전기절약 전기안전	전기회로 전압 전류 저항	
	자기	전류는 자기장을 형성한다.		전자석	자기장 전동기 발전	
		물질은 자기적 성질에 따라 자성체와 비자성체로 구분된다.	자기력 자석의 성질 자석의 쓰임새			
열과 에너지	열평형	온도가 다른 물체가 접촉하면 온도가 같아진다.		온도 온도 측정 전도, 대류 열평형, 단열	온도 열의 이동 열평형	및 의사소통
		물질의 종류에 따라 열적 성질이 다르다.			비열, 열팽창	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교 1~3학년군	기능
			3~4학년군	5~6학년군		
열역학 법칙	에너지는 전환되는 과정에서 소모되거나 생성되지 않는다.				소비전력	
	에너지 전환	에너지 다양한 형태로 존재하며, 다른 형태로 전환될 수 있다.		에너지 형태 에너지 전환	에너지 전환	
파동	파동의 종류	음파는 매질을 통해 전달되는 파동이다.	소리의 발생 소리의 세기 소리의 높낮이 소리의 전달		파동의 발생 파동의 종류 진폭 진동수 파형	
		빛을 비롯한 전자기파는 전자기 진동이 공간으로 퍼져나가는 파동이다.	빛의 직진(그림자)			
	파동의 성질	파동은 반사, 굴절, 간섭, 회절의 성질을 가진다.	평면거울 빛의 반사 그림자 빛의 직진 그림자 크기 거울의 쓰임새	프리즘 빛의 굴절 볼록렌즈 볼록렌즈의 쓰임새	물체를 보는 과정 빛의 합성 빛의 삼원색 반사 굴절 상	
물질의 구조	물질의 구성입자	물질은 입자로 구성되어 있다.			원소, 원소 기호 원자, 분자 이온, 이온의 형성	
물질의 성질	물리적/화학적 성질	물질은 고유한 성질을 가지고 있다.	물체와 물질 물질의 성질에 따른 활용 물질의 여러 가지 성질 물질의 변화	용해 고체의 용해 용액의 진하기 용해에 영향을 주는 요인 용액의 분류 산성 용액과 염기성 용액의 성질		
		혼합물은 여러 가지 순물질로 구성되어 있다.	혼합물	공기	순물질과 혼합물 밀도, 용해도, 끓는점, 어는점	
		물질의 고유한 성질을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.	혼합물의 분리 고체 혼합물 거름, 증발		종류, 밀도차를 이용한 분리, 재결정, 크로마토그래피	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교 1~3학년군	기능
			3~4학년군	5~6학년군		
	물질의 상태	물질의 상태는 구성하는 입자의 운동에 따라 달라진다.		온도, 압력과 기체 부피	입자의 운동(증발, 확산) 기체의 압력 기체의 압력과 부피의 관계 기체의 온도와 부피의 관계	
물질의 변화	물질의 상태 변화	물질은 상태에 따라 물리적 성질이 달라진다.	고체, 액체, 기체의 성질 기체의 무게			
		물질은 여러 가지 상태로 존재한다.	고체, 액체, 기체의 분류 물의 순환	산소, 이산화탄소		
		물질은 온도와 압력에 따라 상태가 변화한다.	물이 열고 녹을 때의 변화 증발, 끓음 웅결 물의 상태 변화		세 가지 상태 기화, 액화, 응해, 응고, 승화	
		물질은 상태 변화 시 에너지 출입이 있다.			끓는점 녹는점/어는점 상태 변화와 열에너지 출입	
화학 반응	화학 반응	물질은 화학 반응을 통해 다른 물질로 변한다.		연소 현상 연소, 소화 연소 생성물	물리 변화와 화학 변화 화학 반응	
		화학 반응에서 규칙성이 발견된다.			화학 반응식 화학 반응식 계수의 의미 질량 보존 법칙 일정 성분비 법칙 기체 반응 법칙	
		화학과 우리 생활이 밀접한 관련이 있다.		화재 시 안전대책		
	에너지 출입	물질의 변화에는 에너지의 출입이 수반된다.				
생명	생명	생명공학기술은 질병 치료, 동물과 식물의 특징	동물과 식물의 특징	균류와 원생생물의		

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교 1~3학년군	기능
			3~4학년군	5~6학년군		
과학과 인간의 생활	공학기술	식량 생산 등 인간의 삶에 기여한다.	모방의 생활 속 사례	이용 생명과학과 우리 생활		
생명의 구조와 단위	생명체는 세포로 구성되어 있다.			현미경 사용법 익히기 세포 관찰하기		
	세포는 세포막으로 둘러싸여 있고 세포 소기관을 가진다.			뼈와 근육의 구조와 기능		
생물의 구조와 기능	소화기관을 통해 영양소를 흡수하고 배설기관을 통해 노폐물을 배출한다.			소화, 순환, 호흡,	생물의 구성 단계, 영양소, 소화, 소화 효소, 배설계의 구조와 기능	
	호흡기관과 순환 기관을 통해 산소와 이산화탄소를 교환한다.			배설 기관의 구조와 기능	순환계, 호흡계의 구조와 기능, 호흡 운동의 원리 에너지 생산과 소화·순환·호흡· 배설의 관계	
식물의 구조와 기능	식물은 뿌리, 줄기, 잎으로 구성되어 있다.	식물의 한살이	뿌리, 줄기, 잎의 기능			
	뿌리에서 흡수된 물은 줄기를 통해 잎으로 이동한다.	증산 현상	증산작용		물의 이동과 증산작용	
	잎에서 만들어진 양분은 줄기를 통해 식물체의 각 부분으로 이동하고 저장된다.				광합성 산물의 저장과 사용	
광합성과 호흡	광합성을 통해 빛에너지가 화학에너지로 전환된다.		광합성		광합성에 필요한 물질, 광합성 산물 광합성에 영향을 미치는 요인	
	호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다.				식물의 호흡과 광합성의 관계	
항상성과 몸의 조절	자극과 반응	감각기관과 신경계의 작용으로 다양한 자극에 반응한다.		감각기관의 종류와 역할 자극 전달 과정	눈, 귀, 코와 혀의 구조와 기능, 피부 감각과 감각점 뉴런과 신경계의	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교 1~3학년군	기능
			3~4학년군	5~6학년군		
					구조와 기능, 중추신경계와 밀초신경계, 자극에서 반응하기까지의 경로	
		내분비계와 신경계의 작용으로 항상성을 유지한다.		항상성 유지	자극에 대한 반응에 관여하는 호르몬의 역할	
생명의 연속성	생식	생물은 유성생식 또는 무성생식을 통해 종족을 유지한다.	동물의 한살이 식물의 한살이 씨가 찍트는 조건 씨가 펴지는 방법		세포가 분열하는 이유 염색체, 체세포 분열, 생식세포 분열	
		다세포 생물은 배우자를 생성하고 수정과 발생 과정을 거쳐 개체를 만든다.	동물의 암수 역할		동물의 발생 과정	
	유전	생물의 형질은 유전 원리에 의해 자손에게 전달된다.			멘델의 유전 실험의 의의 멘델의 유전 원리	
		생물의 형질은 유전자에 저장된 정보가 발현되어 나타난다.			사람의 유전 형질, 가계도 조사 방법	
	진화와 다양성	생물은 환경 변화에 적응하여 진화한다.	다양한 환경에 사는 동물 다양한 환경에 사는 식물	균류의 특징과 사는 곳 원생생물의 특징과 사는 곳	생물다양성의 중요성	
		진화를 통해 다양한 생물이 출현한다.	동물의 생김새 식물의 생김새		변이	
		다양한 생물은 분류체계에 따라 분류한다.	특징에 따른 동물 분류 특징에 따른 식물 분류		생물 분류 목적과 방법 종의 개념과 분류체계	
환경과 생태계와 생태계 상호작용		생태계의 구성 요소는 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며 서로 영향을 주고받는다.		생물 요소와 비생물 요소 환경요인이 생물에 미치는 영향		

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교 1~3학년군	기능
			3~4학년군	5~6학년군		
고체 지구	생태계와 환경	생태계 내에서 물질은 순환하고, 에너지는 흐른다.		생태계의 구조와 기능 환경 오염이 생물에 미치는 영향 생태계 보전을 위한 노력 먹이사슬과 먹이그물 생태계 평형		
		지구계는 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권으로 구성되고, 각 권은 상호작용한다.	지구의 환경			
	지구계와 역장	지구 내부의 구조와 상태는 지진파, 중력, 자기장 연구를 통해 알아낸다.			지구 내부의 층상구조	
		지구의 표면은 여러 개의 판으로 구성되어 있고 판의 경계에서 화산과 지진 등 다양한 지각 변동이 발생한다.	화산 활동, 지진의 원인과 대처		지진대, 화산대	
	지구 구성물질	지각은 다양한 광물과 암석으로 구성되어 있고, 이 중 일부는 자원으로 활용된다.	화강암과 현무암 쇄설성 퇴적암의 특징		광물, 암석, 암석의 순환	
		지구의 역사는 지층의 기록을 통해 연구한다.	지층의 형성과 특성 쇄설성 퇴적암, 화석의 생성 지질구조(습곡, 단층)			
	지구의 역사	지질시대를 통해 지구의 환경과 생물은 끊임없이 변해왔다.	흙의 생성과 보존 풍화와 침식 유수와 해수의 작용		풍화 작용	
		수권은 해수와 담수로 구성되며, 수온과 염분 등에 따라 해수의 성질이 달라진다.			수권, 해수의 층상구조 염분비	
대기와 해양	해수의 성질과 순환	해수는 바람, 밀도차 등 다양한 요인에 의해 운동하고 순환한다.			해류의 발생, 우리나라 주변 해류	
		대기의 기권은 성층구조를 이루고			기권의 층상구조	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교 1~3학년군	기능
			3~4학년군	5~6학년군		
운동과 순환	운동과 순환	있으며, 위도에 따른 열수지 차이로 인해 대기의 순환이 일어난다.			복사 평형, 온실효과, 지구온난화	
		대기의 온도, 습도, 기압 차등에 의해 다양한 기상현상이 나타난다.		습도, 이슬과 구름 해류풍, 고기압과 저기압, 계절별 날씨	상대습도, 단열팽창, 응결, 구름 생성 과정, 기압, 바람	
		기온의 연직분포에 따라 대기안정도가 변화하며, 대기에 작용하는 여러 가지 힘에 의해 지균풍, 경도풍, 지상풍 등이 발생한다.			기단, 전선, 고/저기압, 일기도	
우주	태양계의 구성과 운동	태양계는 태양, 행성, 위성 등 다양한 천체로 구성되어 있다.	지구와 달의 모양 해수의 특성, 해저지형 지구의 대기, 달의 환경	태양, 행성의 크기와 거리	지구와 달의 크기 지구형 행성과 목성형 행성, 태양 활동	
		태양계 천체들의 운동으로 인해 다양한 현상이 나타난다.		낮과 밤 별의 일주 운동 계절별 별자리 달의 위상 태양 고도의 일변화 계절 변화의 원인	지구의 자전과 공전, 달의 위상변화, 일식과 월식	
	별의 특성과 진화	우주에는 수많은 별이 존재하며, 표면온도, 밝기, 거리 등과 같은 물리량에 따라 분류된다.		별의 정의, 북쪽 하늘 별자리	연주시차 별의 등급, 별의 표면 온도	
	우주의 구조와 진화	우리은하는 별, 성간물질 등으로 구성된다.				
		우주는 다양한 은하로 구성되며 팽창하고 있다.			우리 은하	

3~4학년군		5~6학년군	
1. 물질의 성질	9. 물체의 무게	1. 온도와 열	9. 지구와 달의 운동
2. 자석의 이용	10. 동물의 한살이	2. 태양계와 별	10. 여러 가지 기체
3. 동물의 생활	11. 화산과 지진	3. 용해와 용액	11. 빛과 렌즈
4. 지표의 변화	12. 혼합물의 분리	4. 다양한 생물과 우리 생활	12. 식물의 구조와 기능
5. 식물의 생활	13. 식물의 한살이	5. 생물과 환경	13. 전기의 이용
6. 지층과 화석	14. 물의 상태 변화	6. 날씨와 우리 생활	14. 계절의 변화
7. 물질의 상태	15. 거울과 그림자	7. 물체의 운동	15. 연소와 소화
8. 소리의 성질	16. 지구의 모습	8. 산과 염기	16. 우리 몸의 구조와 기능
	17. 물의 순환(통합)		17. 에너지와 생활(통합)
1~3학년군			
1. 지권의 변화	8. 물질의 구성	17. 화학반응의 규칙과 에너지 변화	
2. 여러 가지 힘	9. 전기와 자기	18. 태양계	
3. 생물의 다양성	10. 기권과 날씨	19. 일과 에너지	
4. 기체의 성질	11. 식물과 에너지	20. 자극과 반응	
5. 물질의 상태변화	12. 동물과 에너지	21. 생식과 유전	
6. 빛과 파동	13. 물질의 특성	22. 에너지 전환과 보존	
7. 과학과 나의 미래(통합)	14. 수권과 해수의 순환	23. 별과 우주	
	15. 열과 우리생활	24. 과학기술과 인류문명(통합)	
	16. 재해재난과 안전(통합)		

## 나. 성취기준

### [초등학교 3~4학년군]

#### (1) 물질의 성질

물질 개념의 기본으로 물체와 물질을 다루며, 우리 주위의 여러 사물이 무엇으로 이루어져 있는지에 대한 호기심과 궁금증을 해결하기 위한 기초적인 학습을 할 수 있도록 한다. 우리 생활에서는 물질의 성질을 바탕으로 다양한 물체를 만들어 사용한다. 이 영역에서는 물질의 성질을 관찰하는 활동을 통하여 물질의 성질과 물체의 기능이 연관됨을 이해할 수 있도록 한다.

4과01-01 서로 다른 물질로 만들어진 물체들을 비교하여 물체의 기능과 물질의 성질을 연결 지어 설명할 수 있다.

4과01-02 크기와 모양은 같지만 서로 다른 물질로 이루어진 물체들을 관찰하여 물질의 여러 가지 성질을 비교하여 설명할 수 있다.

4과01-03 서로 다른 물질을 섞었을 때 물질을 섞기 전과 후의 변화를 관찰하여 어떤 성질이 달라졌는지 설명할 수 있다.

4과01-04 여러 가지 물질을 선택하여 다양한 물체를 설계하고 장단점을 토의할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 물체가 어떤 재료로 만들어졌는지 조사하기
- 물체의 기능과 물질의 성질 관계 짓기
- 물질의 성질 변화 관찰하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

4과01-03 물질의 물리적인 변화 뿐만 아니라, 화학적인 성질 변화도 일어남을 실험을 통해 관찰하고 체험할 수 있도록 한다. 이때 현상적인 관찰에 중점을 두고, 화학적 변화가 일어나는 과학적 이유, 원리, 개념 등은 다루지 않는다.

4과01-04 나무, 철, 고무, 플라스틱 등의 물질이 가지는 성질을 활용하여 다양한 기능을 하는 물체를 창의적으로 설계하는 활동을 한다. 이렇게 설계된 물체의 장점과 단점을 선택한 물질의 기능의 관점에서 생각해 보게 한다.

##### - 주요 학습 요소 : 물질, 물체, 물질의 성질, 물체의 기능, 물질의 변화

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

학교, 가정, 우리 주변의 여러 가지 물질을 관찰하고 분류하는 활동을 통하여 물질이 지니는 다양한 성질을 이해하고, 이러한 성질에 따라 만들어진 물체의 기능을 연결 지어 생각할 수 있는 기회를 제공한다. 재미있고 간단한 실험 활동을 통해 물질의 성질이 변화할 수 있음을 체험할 수 있게 하되, 이러한 변화가 일어나는 과학적 원리, 개념 등에 대해서는 다루지 않도록 주의한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘물질의 상태’, 5~6학년군의 ‘여러 가지 기체’와 연계되며 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 특성’에서 학습하는 물질이 지닌 고유한 성질과 연계된다.

#### (다) 평가

물질의 다양한 성질을 비교하고 분류하는 활동을 통하여 물질의 성질에 대한 이해도를 평가할 수 있다. 물질의 성질을 고려하여 여러 가지 기능을 하는 물체를 설계한 후, 이를 발표, 토의하는 활동을 통하여

물질의 성질과 물체의 기능을 연결하고, 우리 생활에 적용하는 창의적 아이디어를 평가할 수 있다.

## (2) 자석의 이용

이 영역에서는 자석과 물체, 자석과 자석을 가까이 했을 때 나타나는 현상을 관찰하여 자석의 성질을 이해하게 한다. 두 종류의 극, 자석이 철로 된 물체를 끌어당기는 성질, 다른 자석을 끌어당기거나 밀어내는 성질, 일정한 방향을 가리키는 성질 등을 다룬다. 이러한 자석의 성질을 활용하여 일상생활에서 자석이 다양한 용도로 사용됨을 이해한다.

4과02-01 자석 사이에 밀거나 당기는 힘이 작용하는 현상을 관찰하고 두 종류의 극을 구별할 수 있다.

4과02-02 자석이 일정한 방향을 가리키는 성질이 있음을 관찰을 통하여 확인할 수 있다.

4과02-03 일상생활에서 자석이 사용되는 예를 조사하고 자석의 성질과 관련지어 그 기능을 설명 할 수 있다.

### <탐구활동>

- 자석의 극 찾기
- 자석 주변에서 나침반의 움직임 관찰하기
- 자석으로 나침반 만들기
- 자석을 이용한 장난감 만들기 (검토의견 반영)

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

4과02-01 자석 사이에 밀거나 당기는 힘에 대해 지도할 때, ‘인력’, ‘척력’이라는 용어는 가급적 사용 하지 않는다.

4과02-02 자석이 일정한 방향을 가리키는 성질은 다른 극끼리 끌어당기는 힘이 작용하는 현상과 관련지어 다루고, 자기장의 개념은 도입하지 않는다.

##### - 주요 학습 요소 : 자기력, 자석의 성질, 자석의 쓰임새

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

자석의 성질은 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 관찰, 예상, 추리 등 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역은 관찰, 예상, 추리 등 탐구활동을 학생들이 직접 경험하도록 지도한다. 이 영역은

3~4학년군의 ‘혼합물의 분리’, 5~6학년군의 ‘전기의 작용’과 연계되며 중학교 1~3학년군의 ‘전기와 자기’와 연계된다.

#### (다) 평가

자석의 성질은 관찰, 예상, 추리 등 탐구 활동의 좋은 소재이므로 탐구활동을 하는 동안 학생의 행동을 관찰하는 수행평가를 실시할 수 있다. 또한 자석은 일상생활에서 쉽게 접할 수 있기 때문에 학습한 내용을 일상생활의 상황에 잘 적용할 수 있는지 적용 능력을 평가할 수 있다.

### (3) 동물의 생활

우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 동물이나 학생들이 좋아하는 동물을 중심으로 생김새와 특징을 이해함으로써 동물에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 한다. 학생들은 동물을 형태적으로 구별하여 공통점과 차이점을 찾아 분류할 수 있으며, 동물의 사는 곳에 따른 생활 방식이 환경과 어떻게 관련되어 있는지 탐구할 수 있는 기회를 학생들에게 제공하여 동물의 다양성을 이해하도록 한다. 또한 동물의 특징을 이용한 모방 사례가 인간 생활에 도움을 주는 사례를 확인시켜 실생활과 깊은 관련이 있음을 알게 하고자 한다.

4과03-01 여러 가지 동물을 관찰하여 동물의 공통적 특징과 동물간의 차이를 파악하고 분류할 수 있다.

4과03-02 동물의 생김새와 생활 방식이 환경과 어떻게 관련되어 있는지 설명할 수 있다.

4과03-03 동물의 특징을 모방하여 생활 속에서 활용하고 있는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 비슷한 특징을 가진 동물들끼리 분류하기
- 다양한 환경에 서식하는 동물의 생김새와 생활 방식 조사하기
- 동물의 특징을 생활 속에서 이용하는 예 조사하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

4과03-01 여러 가지 동물의 생김새와 특징의 공통점과 차이점에 따라 동물들을 나누어 보게 하는 과정에서 분류하는데 기준이 필요함을 인식하게 한다. 이때 동물의 형태적 특징을 찾고, 그 특징에 따라 분류하는 활동을 하도록 하며, 생물학적 분류 체계는 다루지 않는다.

- 주요 학습 요소 : 동물의 생김새, 동물의 특징, 특징에 따른 동물 분류, 다양한 환경에 사는 동물,

## 동물 모방의 생활 속 사례

### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

동물이라는 소재 자체가 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 관찰을 중심으로 한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 관찰을 중심으로 여러 가지 동물을 생김새와 특징에 따라 분류할 수 있는 능력이 형성될 수 있는 활동이 필요하다. 이때, 비슷한 특징을 가진 동물들끼리 분류하기 활동은 동물의 외형적인 특징을 바탕으로 하되 척추동물과 무척추동물, 포유류, 어류 등의 분류 기준과 체계에 대해서는 설명하지 않는다. 또한, 동물 생체 모방 사례는 학생 수준을 고려하여 생김새를 중심으로 간단한 활용 사례를 제시한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘동물의 한살이’와, 5~6학년군의 ‘생물과 환경’, 그리고 중학교 1~3학년군의 ‘생물의 다양성’ 및 ‘동물과 에너지’로 연계된다.

### (다) 평가

동물의 생활은 관찰 결과를 바탕으로 기준을 정해 다양한 분류활동이 가능하므로 학생들이 분류하는 과정을 관찰 평가하거나 학생들의 분류 결과물을 바탕으로 왜 그렇게 분류하였는지 면담 평가를 실시할 수 있다. 또한 동물을 자세히 조사하는 활동에서 생김새와 생활방식에 대한 발표 결과물을 이용해 포트폴리오 평가도 실시할 수 있다.

## (4) 지표의 변화

우리 주변에서 쉽게 접하는 흙과 학생들이 경험적으로 알고 있는 강과 바다의 지형에 대한 특징을 이해함으로써 지표의 변화에 대해 관심과 탐구하려는 태도를 갖도록 한다. 이를 통해 바위나 돌이 부서져서 흙이 되기까지의 과정을 이해하고, 흙에는 생물과 관련된 성분이 포함되어 있다는 것을 인식시키고자 한다. 또한 지표 변화의 주요한 요인인 유수의 작용을 이해하고, 이러한 기본 원리가 강, 바다 등에서 비슷한 형태로 이루어짐을 알게 하고자 한다.

4과04-01 흙의 생성 과정을 이해하고, 흙과 생물의 관계를 조사하여 발표할 수 있다.

4과04-02 강 주변 지형의 특징을 유수의 작용과 관련지어 설명할 수 있다.

4과04-03 바닷가 주변 지형의 특징을 바닷물의 작용과 관련지어 설명할 수 있다.

### <탐구활동>

- 여러 곳의 흙을 관찰하고 다양한 방법으로 분류하기
- 운동장에 흐르는 빗물을 거름 장치로 걸러 관찰하기

- 흙 언덕을 만들고 물을 흘려보낸 후, 깎이는 곳과 쌓이는 곳 관찰하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

4과04-01 흙의 생성은 주로 기계적 풍화와 침식작용에 의한 현상으로 제한한다.

4과04-02 유수의 작용으로 생긴 지형은 침식, 운반, 퇴적으로 단순하게 다룰 수 있는 경우로 제한 한다.

4과04-03 바닷물의 작용은 용해, 파도에 의한 침식을 중심으로 다룬다.

- 주요 학습 요소 : 흙의 생성, 흙과 생물의 관계, 유수의 작용(침식, 운반, 퇴적), 강 지형의 특징, 해수의 작용, 바다 지형의 특징

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

우리 주변의 여러 가지 흙과 강 주변, 바닷가 주변 지형은 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 흙이 만들어지기까지의 과정을 실험을 통해 풍화와 침식작용이 있음을 알게 한다. 관찰과 실험을 중심으로 흙에 대한 공통점과 차이점을 비교 분류하고, 식물이 잘 자라는 흙의 특성을 찾아내게 한다. 또한 오랜 시간에 걸쳐 지표를 변화시키는 주요한 요인은 흐르는 물이며, 물에 의한 침식, 운반, 퇴적 작용을 이해하여 강 주변과 바닷가 주변의 지형이 변화함을 알게 한다. 지형을 바꾸는 원인은 홍수와 지진 등도 있으나, 급작스러운 지표의 변화에 대해서는 설명하지 않는다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘지층과 화석’, ‘화산과 지진’, ‘지구의 모습’과 연계된다. 그리고 중학교 1~3학년군의 ‘지권의 변화’로 연계된다.

(다) 평가

흙 언덕을 만들고 물을 흘려보낸 후, 깎이는 곳과 쌓이는 곳을 관찰할 때 다양한 조건이 존재하므로 학생들이 실험하는 과정을 관찰평가하거나 다양한 조건을 알아보는 서술형 평가를 실시할 수 있다. 또한 강 주변과 바닷가 주변에 대한 조사 계획 과정을 세우고, 조사하여 발표한 결과물로 학생 상호평가를 실시할 수 있다.

(5) 식물의 생활

동물과 마찬가지로 우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 식물을 중심으로 생김새와 특징을 이해함으로써 식물에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 한다. 여러 가지 식물을 관찰하여 생김새와 특징을 알고, 사는 곳에 따라 생김새와 생활방식이 환경과 어떻게 관련되어 있는지 탐구할 수 있는 기회를 학생들에게 제공하여 식물의 다양성을 이해하도록 한다. 또한 식물의 특징을 이용한 모방 사례가 인간 생활에 도움을

주는 사례를 확인시켜 실생활과 깊은 관련이 있음을 알게 하고자 한다.(동물과 통일)

4과05-01 여러 가지 식물을 관찰하여 식물의 공통적 특징과 식물간의 차이를 파악하고 분류할 수 있다.

4과05-02 식물의 생김새와 생활 방식이 환경과 어떻게 관련되어 있는지 설명할 수 있다.

4과05-03 식물의 특징을 모방하여 생활 속에서 활용하고 있는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 비슷한 특징을 가진 식물들끼리 분류하기
- 다양한 환경에 서식하는 식물의 생김새와 생활 방식 조사하기
- 식물의 특징을 생활 속에서 이용하는 예 조사하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

4과05-01 여러 가지 식물의 줄기, 잎, 꽃 등으로 분류 활동을 할 수 있으나 주변에서 쉽게 구할 수 있는 잎을 대상으로 활동하도록 한다. 이때 잎의 분류는 학년 수준을 고려해 생김새나 촉감 등과 같은 외형적 특징을 중심으로 활동하도록 하며, 생물학적 분류 체계는 다루지 않는다.

4과05-02 식물이 사는 곳을 조사하고, 사는 곳에 따라 식물의 생김새와 생활 방식이 어떻게 다른지 설명하면서 적응 개념을 도입한다.

- 주요 학습 요소 : 식물의 생김새, 생김새에 따른 식물 분류, 다양한 환경에 사는 식물, 식물 모방의 생활 속 사례

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

여러 가지 식물을 관찰하기 위해 채집이 필요한 경우 최소한의 양만큼 채집하도록 유의하며, 종자식물, 속씨식물, 겉씨식물 등의 분류 기준은 사용하지 않는다. 5~6학년군의 ‘식물의 구조와 기능’에서는 각 부위의 구조와 기능을 이해하는데 중점을 두는 반면, 이 영역에서는 여러 가지 식물들의 외관상 특징을 중심으로 관찰, 분류 활동에 중점을 둔다. 또한, 식물 생체 모방 사례는 학생 수준을 고려하여 식물의 생김새를 중심으로 간단한 활용 사례를 제시한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘식물의 한살이’와, 5~6학년군의 ‘생물과 환경’ 및 ‘식물의 구조와 기능’, 그리고 중학교 1~3학년군의 ‘생물의 다양성’ 및 ‘식물과 에너지’로 연계된다.

#### (다) 평가

식물의 관찰 결과를 바탕으로 기준을 정해 분류 활동을 해 보는 과제형 평가를 실시할 수 있다. 또한 식물이 사는 곳에 따른 특징을 알아볼 수 있는 실험 선정해 학생들로 하여금 직접 실험 실습을 수행하게 하고 그 과정을 관찰하는 실험 실시평가를 실시할 수도 있다.

#### (6) 지층과 화석

야외나 박물관에서 지층이나 화석을 본 경험을 바탕으로 과거에서 현재까지 지구상의 모습과 생명체의 변화에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 한다. 퇴적물이 쌓이면 다양한 형태의 지층이 만들어지고 굳어져서 퇴적암이 형성되며, 지층의 특징과 알갱이의 크기에 따라 퇴적암을 구분할 수 있음을 인식시키고자 한다. 또한 퇴적암에서 나올 수 있는 여러 가지 화석을 관찰하여 지층 속 화석의 생성 과정과 가치를 인식하고 관찰한 화석이 살아있을 때의 모습을 추리할 수 있도록 한다.

4과06-01 지층의 형성 과정을 관찰하여, 여러 지층의 특징을 설명할 수 있다.

4과06-02 퇴적암이 만들어지는 과정을 이해하고, 알갱이의 크기에 따라 퇴적암을 구분할 수 있다.

4과06-03 화석의 생성 과정을 이해하고, 지구의 과거 생물과 환경을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 지층의 생성과정 실험하기
- 퇴적암 관찰하기
- 화석 모형 만들기
- 여러 화석 관찰하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

4과06-01 지층의 두께나 색 등을 다루고, 지층이 기울어지거나 끊어진 모습은 소개할 수 있으나, 명칭은 다루지 않는다.

4과06-02 퇴적암은 이암, 사암, 역암까지 다룬다.

4과06-03 화석의 표본은 동물과 식물의 특징이 분명하게 드러나는 것을 사용한다.

- 주요 학습 요소 : 지층의 형성, 지층의 특징, 퇴적암, 화석, 화석의 생성, 과거 생물과 환경

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

지층과 화석이라는 소재 자체가 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 학습 활동은 주로 관찰을 중심으로 이루어지도록 한다. 따라서 이 영역에서는 여러 가지 지층, 퇴적암 및 화석 등을 살펴보고 특징을 찾아내고, 이를 통해 추리할 수 있는 능력이 형성될 수 있는 활동이 필요하다. 이때, 여러 가지 지층과 화석을 찾아보는 활동을 미리 과제로 내 줄 수도 있고, 학교 컴퓨터실이나 도서관 등에서 학생들이 스스로 조사한 자료를 활용할 수 있다. 학생들이 박물관에서 직접 찍은 사진이나 가족과 여행지에서 찍은 사진을 사용하여 특징을 설명하면 학습효과가 크다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘지표의 변화’, ‘화산과 지진’과 연계된다. 그리고 중학교 1~3학년군의 ‘지권의 변화’로 연계된다.

#### (다) 평가

지층, 퇴적암은 관찰 결과를 바탕으로 기준을 정하는 다양한 분류활동이 가능하므로 학생들이 분류하는 과정을 관찰평가하거나 분류 결과물을 바탕으로 한 수행평가를 실시할 수 있다. 또한 화석을 관찰한 결과를 토대로 옛날에 살았던 생물의 모양과 특징을 추리하거나 화석이 발견되는 지역의 환경을 추리하는 발표 결과물로 학생 상호평가를 실시할 수 있다.

### (7) 물질의 상태

물체나 물질의 기본적 상태인 고체, 액체, 기체의 특징을 이해할 수 있도록 한다. 액체와 기체는 고체에 비하여 학생들이 상태의 특징을 알아내기 어렵기 때문에 부피나 무게를 비교하는 활동 등을 통하여 물질의 상태에 따른 특징을 이해하고, 이를 바탕으로 물질을 상태에 따라 고체, 액체, 기체로 분류 할 수 있도록 한다.

4과07-01 고체는 용기에 따라 모양과 부피가 변하지 않고, 액체는 용기에 따라 모양이 변한다는 것을 설명할 수 있다.

4과07-02 기체가 공간을 차지하고 있음을 알아보는 실험을 수행할 수 있다.

4과07-03 기체의 무게가 있음을 알아보는 실험을 수행할 수 있다.

4과07-04 우리 주위의 물질을 고체, 액체, 기체로 분류할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 기체가 공간을 차지하고 있음을 알아보는 실험하기
- 기체의 무게가 있음을 알아보는 실험하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

4과07-02 물질의 상태 중 기체는 학생들이 쉽게 접하는 공기만 다룬다. 공기가 공간을 차지하고 있으며 공간을 이동시킬 수 있음을 실험을 통해 경험하도록 한다.

4과07-03 기체의 무게를 측정할 때, 공기 중에서 공기의 무게를 비교해야 하므로 1기압 이상으로 공기를 압축하여 공기의 무게를 비교할 수 있도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 고체, 액체, 기체의 성질, 기체의 무게, 고체, 액체, 기체의 분류

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

물질의 기본적인 상태인 고체, 액체, 기체를 쉽게 이해할 수 있도록 부피나 무게를 재는 등의 활동을 중심으로 물질의 상태를 이해할 수 있도록 한다. 액체와 기체는 고체와 달리 모양이 일정하지 않으므로 다양한 활동을 통하여 상태의 특징을 배울 수 있도록 한다. 물질의 상태에 따른 특징을 이해하고, 이를 바탕으로 우리 주위의 물질을 고체, 액체, 기체로 분류할 수 있도록 지도한다.

이 영역은 3-4학년군의 ‘물질의 성질’의 후속 학습으로, ‘물의 상태변화’와 5-6학년군의 ‘여러 가지 기체’, 중학교 1-3학년군의 ‘물질의 특성’과 연계된다.

(다) 평가

물질의 상태에 따른 특징을 이해하기 위한 실험 과정과 관찰 결과를 발표하는 과정을 관찰평가하거나 학생들의 이해 정도를 알아보기 위한 실험보고서 평가를 실시할 수 있다. 또한 활동 중 모둠원과의 상호작용과 의사소통 과정에서의 태도를 평가할 수 있다.

(8) 소리의 성질

이 영역에서는 주위에서 소리를 내는 여러 가지 물체를 관찰하고 소리가 물체의 진동에 의해 만들어지는 것을 이해하도록 한다. 또 높낮이나 세기가 다른 소리를 직접 만들어 내거나, 소리가 멀리 전달되거나 반사되는 현상을 관찰하여 소리의 발생, 소리의 세기, 소리의 높낮이, 소리의 전달을 학습할 수 있다. 또 소리에 대한 이해를 바탕으로 일상생활에서 소음을 줄이기 위한 방법을 알아보도록 한다.

4과08-01 여러 가지 물체에서 소리가 나는 현상을 관찰하여 소리가 나는 물체는 떨림이 있음을 설명할 수 있다.

4과08-02 소리의 세기와 높낮이를 비교할 수 있다.

4과08-03 여러 가지 물체를 통하여 소리가 전달되거나 반사됨을 관찰하고 소음을 줄이는 방법을 토의할 수 있다.

### <탐구활동>

- 소리를 내는 물체의 떨림 관찰하기
- 세기와 높낮이가 다른 소리 만들기
- 일상생활에서 소음을 줄이는 방법 이야기하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설 : 4과08-03 다양한 물체를 통한 소리의 전달, 소리의 반사현상을 관찰하고 이해하며 이러한 이해에 기초하여 일상생활의 문제를 다를 수 있도록 한다.
- 주요 학습 요소 : 소리의 발생, 소리의 세기, 소리의 높낮이, 소리의 전달

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

다양한 소리의 발생, 전달, 반사 등을 학생이 직접 관찰하고 관찰한 내용을 스스로 설명해 보도록 지도한다. 또 소리의 세기나 높낮이와 같은 과학적 용어의 뜻을 알고 올바르게 사용하도록 하며 일상 생활의 문제를 토의할 때 과학적 이해와 증거에 기초할 수 있도록 지도한다. 이 영역은 중학교 1~3학년군의 ‘빛과 파동’과 연계된다.

#### (다) 평가

소리의 성질을 올바르게 이해하고 있는지 다양한 일상생활 상황을 제시하여 평가하도록 한다. 일상 생활에서 소음을 줄이기 위한 방법을 토의하는 과정에서 과학 지식의 적용 능력, 과학적 용어의 올바른 사용 능력 등을 평가할 수 있다.

### (9) 물체의 무게

일상생활에서 또 과학의 여러 실험 활동에서 물체의 무게를 알고 올바르게 측정하는 능력이 필요하다. 이 영역에서는 물체는 무게가 있고 이를 올바르게 측정하기 위해 저울을 사용해야 함을 알게 한다. 용수철저울로 물체의 무게를 재는 원리를 각각 이해하게 하고, 수평잡기 활동을 통해 물체의 무게를 비교할 수 있도록 한다.

4과09-01 일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 예를 조사하고 무게 측정이 필요한 이유를 설명 할 수 있다.

4과09-02 반침침이 중앙에 있는 수평잡기 활동을 통해 물체의 무게를 비교할 수 있다.

4과09-03 용수철에 매단 물체의 무게와 용수철의 늘어난 길이의 관계를 조사하고 물체의 무게를 재는 원리를 설명할 수 있다.

4과09-04 간단한 저울을 설계하여 제작하고, 그 결과물을 평가할 수 있다.

<탐구활동>

- 일상생활에서 물체의 무게 측정 사례 조사하기
- 수평잡기로 물체의 무게 비교하기
- 용수철저울로 물체의 무게 재기
- 간단한 저울 만들기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

4과09-01 일상생활에서 사용되는 여러 가지 저울을 다룰 수 있지만 저울의 원리를 이해하는데 중점을 두는 것이 아니라 물체의 무게를 정확하게 측정하지 않으면 어떠한 불편함이나 어려움이 있는지를 설명할 수 있도록 한다.

4과09-02 수평잡기의 원리는 받침점이 중앙에 있는 경우만 다루도록 하며 분동을 사용하는 윗접시 저울은 다루지 않는다.

4과09-04 학생들이 제작한 저울이 저울로서 물체의 무게를 정확하게 측정할 수 있는지, 견고한지, 편리한지 등 여러 가지 기준을 정하여 학생 스스로 혹은 학생 상호간에 평가하도록 할 수 있다. 저울의 설계 과정에서부터 이러한 기준을 미리 생각하도록 할 수도 있다.

- 주요 학습 요소 : 무게 측정, 수평잡기, 용수철저울, 간단한 저울 만들기

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

과학에서는 질량과 무게의 개념을 구분하여 사용하지만 초등학교 수준에서는 질량을 정의하고 측정하기 어렵기 때문에 무게를 중심으로 물체의 양을 나타낸다.

일상생활에서 무게 측정이 필요한 이유와 중요성에 대해 다양한 사례를 가지고 토론, 발표하도록 지도하며 간단한 저울을 설계하여 제작, 평가하는 과정은 모둠별 협동학습을 통해 지도할 수 있다. 이 영역은 중학교 1~3학년군의 ‘여러 가지 힘’과 연계된다.

(다) 평가

용수철저울로 물체의 무게를 측정하여 바르게 읽고 기록할 수 있는지 관찰평가나 구술평가 등의 수행평가를 실시할 수 있다.

(10) 동물의 한살이

지구상에 존재하는 동물은 나고 자라서 자손을 남기고 죽는 한살이를 거치는데, 학생들은 이들 동물의 한살이가 궁극적으로 생명이 연속하여 이어지고 있음을 이해하는 과정에서 생명에 대한 경외감을 갖도록 한다. 이를 위해 학생이 동물을 직접 기르며 한살이 과정을 관찰함으로써 동물의 한살이에 대해 이해하게 하며, 다양한 동물들의 한살이 과정을 비교 관찰함으로써 동물에 따라 한살이 과정에 차이가 있음을 이해하도록 한다. 또한 이를 통하여 동물을 직접 기를 수 있다는 자신감과 제대로 보살펴야 한다는 책임감, 동물을 아끼고 사랑하는 마음을 가질 수 있도록 한다.

4과10-01 동물의 한살이 관찰 계획을 세우고 동물을 기르면서 한살이 관찰하고 관찰한 내용을 글과 그림으로 표현할 수 있다.

4과10-02 동물의 암·수에 따른 특징을 동물별로 비교해보고, 번식 과정에서 암·수의 역할이 다양함을 설명할 수 있다.

4과10-03 여러 가지 동물의 한살이 과정을 조사하여 동물에 따라 한살이의 유형이 다양함을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 동물의 한살이 관찰계획을 세우고 기르면서 한살이 관찰하여 자료 만들기
- 여러 가지 동물의 한살이를 조사하여 비교하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

4과10-02 번식 과정에서 동물의 암수에 따른 역할에 대하여 알아봄으로써 동물의 성 역할을 이해하도록 하며, 개, 닭, 개구리 등 주변에서 쉽게 볼 수 있는 동물의 한살이로 관심을 넓혀 갈 수 있도록 한다.

4과10-03 두 종류 이상의 동물의 한살이를 관찰하면서 동물에 따른 한살이의 차이를 알아보게 한다. 이를 위해서 곤충 중 하나와 곤충 이외의 동물 중에서 하나를 선택하여 한살이를 비교할 수도 있으며, 한 세대가 짧은 다양한 동물을 선택하여 관찰할 수도 있다.

- 주요 학습 요소 : 동물의 한살이, 동물의 암수, 동물의 암수 역할, 배추흰나비의 한살이, 완전 탈바꿈, 불완전 탈바꿈

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

동물의 한살이 관찰을 위해서는 주변에서 쉽게 구할 수 있으며, 배추흰나비와 같이 한살이 기간이 짧은 동물을 선택하는 것이 좋다. 이 영역에서는 한살이 과정을 아는 것뿐만 아니라 동물 관찰을 통하

여동물에 대한 관심과 호기심을 증대시키는 것도 중요한 목표이므로 동물을 관찰하는 활동을 권장하며 보조 학습 자료로 동영상이나 인터넷을 활용할 수도 있다. 동물의 한살이 관찰에는 시간이 많이 소요되므로 이 영역의 학습이 시작되기 전에 관찰 대상을 미리 준비해야 하며, 교수학습 전개시 수업 차시에 따라 연속하여 진행하기에는 무리가 있으므로 동물의 한살이 정도에 맞추어 융통성 있게 수업 시간을 재구성하는 것이 좋다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘동물의 생활’ 후속학습이며, 5~6학년군의 ‘다양한 생물과 우리 환경’, 그리고 중학교 1~3학년군의 ‘생물의 다양성’ 및 ‘동물과 에너지’, ‘생식과 발생’, ‘유전’으로 연계된다.

#### (다) 평가

동물의 어떤 시절 모습과 다 자랐을 때의 생김새가 같거나 다른 동물을 찾아 비교 설명하거나 동물 한살이에서 공통점을 찾아 설명할 수 있는지 서술형 평가를 실시할 수 있다. 학생이 직접 관찰하고 싶은 동물을 선정하여 한살이 전과정을 탐구한 결과를 기록하는 과제형 평가도 실시할 수 있다.

### (11) 화산과 지진

지구 곳곳에서 일어나는 화산활동과 지진은 사람들에게 막대한 인명 및 재산 피해를 주는 등 많은 영향을 미친다는 것을 이해함으로써 화산활동과 지진에 대해 관심을 가지고 탐구하려는 태도를 기르도록 한다. 화산활동으로 생기는 다양한 물질을 알게 하고, 화산활동으로 생기는 대표적인 암석인 화강암과 현무암을 관찰하여 화성암의 생성 및 특징을 이해할 수 있게 한다. 또, 화산활동의 영향을 알아보고, 지진발생의 원인을 이해하며, 지진이 발생하면 어떻게 안전하게 대처할 수 있는지에 대해서 학생들이 알게 하고자 한다.

4과11-01 화산활동으로 나오는 여러 가지 물질을 열거할 수 있다.

4과11-02 화성암의 생성 과정을 이해하고, 화강암과 현무암을 관찰하여 특징을 찾을 수 있다.

4과11-03 화산활동이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하여 발표할 수 있다.

4과11-04 지진 발생의 원인을 이해하고, 지진이 났을 때 안전하게 대처하는 방법을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 화산활동 모형 만들기
- 화강암과 현무암 관찰하기
- 화산과 지진의 피해 사례 조사하기

### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

#### - 주요 성취기준 해설

4과11-02, 4과11-04 화산과 지진에 대한 설명을 판 구조론과 관련지어 설명하지만 이는 학생들에게는 매우 어려운 개념이므로 지구 내부에서 작용하는 힘에 의하여 화산과 지진이 발생한다는 정도로만 이해하게 한다.

- 주요 학습 요소 : 화산활동, 화산 분출물, 화성암의 생성과정, 화강암, 현무암, 화산활동의 영향, 지진, 지진발생의 원인, 지진의 피해, 지진 대처방법

### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

화산과 지진이라는 학습 주제는 학생의 관심과 호기심의 대상이며, 관찰을 중심으로 한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 하지만 학생들이 화산활동과 지진을 직접적으로 관찰하기 어렵기 때문에 특징이 잘 드러나는 동영상을 시청하고 모형을 만들어 비교하는 활동이 필요하다. 화산활동의 경우 다양한 영상을 준비하여 학생들이 자연스럽게 화산의 분출 양식이 모두 같지 않다는 것을 알게 하며, 화산모형을 만들 때에는 학생들의 이해 수준을 고려하여 학습 자료를 준비하고, 과학에 대한 태도를 고취시킬 수 있도록 자유로운 분위기를 조성하는 것이 필요하다. 화산활동의 영향은 화산활동의 피해와 함께 이로 움도 함께 조사하도록 안내한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘지표의 변화’, ‘지층과 화석’, ‘지구의 모습’과 연계된다. 그리고 중학교 1~3학년군의 ‘지권의 변화’로 연계된다.

### (다) 평가

화산활동과 지진의 모형 실험과정에서 나타난 결과를 바탕으로 자유로운 토론을 실시하여 관찰한 결과와 실제 화산활동 및 지진을 연결지어 사고하는 능력을 알아보는 서술형 평가를 실시할 수 있다. 또한 화산활동과 지진이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하고 안전하게 대피하는 방법에 대하여 토의하는 과정을 통해 자기 평가와 상호평가를 함께 실시할 수 있다.

## (12) 혼합물의 분리

우리 주변에서 볼 수 있는 혼합물의 예를 찾아보고, 혼합물을 구성하는 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리하는 것과 관련된 기초 개념과 분리 방법에 대한 학습을 한다. 일상생활에서 볼 수 있는 물질은 대부분 둘 이상의 물질로 구성된 혼합물로 생활에 필요한 물질을 얻기 위해 혼합물을 분리하는 것이 매우 중요함을 이해하고 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있음을 알게 하고자 한다.

4과12-01 우리 주변에서 혼합물의 예를 찾고 일상생활에서 혼합물을 분리할 때의 장점을 설명할

수 있다.

4과12-02 고체 혼합물을 분리할 수 있다.

4과12-03 물에 녹는 물질과 녹지 않는 물질의 혼합물을 분리할 수 있다.

4과12-04 물에 녹아있는 고체 물질을 분리할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 고체 혼합물 분리하기
- 거름 실험하기
- 증발 실험하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

4과12-01 혼합물의 의미를 학습한 후에 우리 주변에서 혼합물의 예를 찾고, 혼합물을 구성하는 성분 물질을 구분할 수 있도록 한다. 대부분의 물질은 혼합물의 상태로 존재하기 때문에 생활에 필요한 물질을 얻기 위해 혼합물을 분리하는 것이 매우 중요함을 이해하도록 한다.

4과12-02 알갱이의 크기, 자석에 붙는 성질 등을 이용하여 고체 혼합물을 분리하는 실험을 수행할 수 있도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 혼합물, 혼합물의 분리, 고체 혼합물, 거름, 증발

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

일상생활에서 볼 수 있는 대부분의 물질은 혼합물로 존재하기 때문에 필요한 물질을 얻기 위하여 혼합물을 분리하는 것은 매우 중요하다. 학생들이 혼합물이 무엇이고 왜 분리하는지 이해할 수 있도록 다양한 사례를 제시하거나 토의를 할 수도 있다. 혼합물을 구성하는 물질의 특성을 고려하여 혼합물을 분리하는 다양한 실험을 설계하고 수행할 수 있도록 기회를 제공한다.

‘혼합물의 분리’는 3~4학년군의 ‘자석의 이용’과 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 특성’과 연계된다.

#### (다) 평가

혼합물의 개념을 이해하고, 혼합물을 분리하는 까닭에 대한 토의 과정을 관찰 평가하거나 알갱이의 크기, 자석에 붙는 성질, 물에 녹는 성질 등 혼합물의 특성을 고려하여 혼합물을 분리하기 위한 실험을 설계하고 수행할 수 있는지 수행평가를 실시할 수 있다.

#### (13) 식물의 한살이

우리 주변에서 볼 수 있는 대부분의 식물은 씨에서 싹이 트고 자라서 꽃이 피고 열매를 맺으며, 이 열매에 있는 씨가 다시 싹이 트고 자라며 번식하는 식물의 한살이 과정은 학생들로 하여금 생명의 신비를 느끼게 해준다. 학생들이 기르고 싶은 식물을 선정하고, 직접 식물을 기르면서 한살이 과정을 관찰함으로써 식물의 싹트기와 생장에 따른 변화, 번식 방법 등을 이해하도록 한다. 또한 식물들의 한살이를 통해 식물이 자라고 그 생명이 연속하여 이어지고 있음을 이해하도록 하며, 다양한 식물들의 한살이 과정을 비교 관찰함으로써 식물에 따라 한살이 과정에 차이가 있음을 알게 한다.

4과13-01 여러 가지 씨를 관찰하고, 씨가 싹트거나 자라는데 필요한 조건을 실험을 통해 찾을 수 있다.

4과13-02 식물을 기르며 한살이 과정을 관찰하여 이해한다.

4과13-03 여러 가지 식물의 한살이를 조사하여 식물에 따라 한살이의 유형이 다양함을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 여러 가지 씨의 공통점과 차이점 관찰하기
- 식물의 한살이 관찰계획을 세우고 기르면서 한살이 관찰하여 자료 만들기
- 여러 가지 식물의 한살이를 조사하고 비교하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

4과13-01 씨가 싹트거나 자라는데 필요한 조건은 물과 온도로 한정하여 탐구하되, 학년 수준을 고려하여 통합탐구과정 요소인 변인통제에 대해서는 ‘같게 할 조건’과 ‘다르게 할 조건’이라는 용어를 사용한다.

- 주요 학습 요소 : 씨, 씨가 싹트는 조건, 식물의 한살이

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

식물의 한살이 관찰을 위해서는 주변에서 쉽게 구할 수 있고 강낭콩과 같이 한살이 기간이 짧은 식물을 선택하는 것이 좋다. 식물 관찰을 통하여 식물에 대한 관심과 호기심을 증대시키는 것도 중요한 목표이므로 식물을 재배하고 관찰하는 활동을 권장하며 보조 학습 자료로 동영상이나 인터넷을 활용할 수도 있다. 식물의 한살이의 교수학습 전개시 수업 차시에 따라 연속하여 진행하기에는 무리가 있으므로 식물의 한살이 정도에 맞추어 융통성 있게 수업 시간을 재구성하는 것이 좋다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘식물의 생활’ 후속학습이며, 5~6학년군의 ‘다양한 생물과 우리 환경’, 그리고

중학교 1~3학년군의 ‘생물의 다양성’ 및 ‘식물과 에너지’, ‘유전’으로 연계된다.

(다) 평가

한살이 관찰에 적합한 식물을 선택하여 한살이 관찰 계획을 세우고, 직접 식물을 기르며 한살이를 관찰한 결과를 그림, 사진, 표, 그래프 등을 이용해 정리하도록 한 후 포트폴리오 평가를 할 수 있다.

(14) 물의 상태 변화

주변에서 쉽게 볼 수 있는 물의 세 가지 상태, 물이 상태 변화 할 때의 모습, 상태변화와 관련된 조건이나 특성을 이해할 수 있도록 한다. 물은 사람이 활동하는 온도 범위에서 고체, 액체, 기체의 세 가지 상태를 모두 관찰할 수 있는 물질로서, 주변에서 쉽게 볼 수 있어 상태 변화를 다루기 좋은 소재이다. 이 영역의 학습을 통하여 물이 상태가 변할 수 있으며, 물을 가열하거나 냉각시키면 상태가 변화함을 이해할 수 있도록 한다. 또한 물의 상태가 변할 때 무게와 부피 변화를 비교하여 확인하고, 이와 같은 상태 변화가 일상생활에서 이용되는 예를 알게 하고자 한다.

4과14-01 물이 수증기나 얼음으로 변할 수 있음을 알고, 물이 얼 때와 얼음이 녹을 때의 부피와 무게 변화를 관찰하여 비교할 수 있다.

4과14-02 물이 증발할 때와 끓을 때의 변화를 관찰하여 차이점을 알고, 이와 관련된 예를 우리 생활에서 찾을 수 있다.

4과14-03 수증기가 응결하는 현상을 관찰하고, 이와 관련된 예를 우리 생활에서 찾을 수 있다.

<탐구활동>

- 물과 얼음의 상태 변화에서 무게와 부피 변화 비교하기
- 물이 증발할 때와 끓을 때의 특징 관찰하기
- 수증기가 응결되는 현상 관찰하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

4과14-01 물이 얼 때와 녹을 때, 물의 부피를 정확하게 측정하지 않으면 물기둥의 높이를 표시하여 부피가 변했음을 이해할 수 있도록 한다.

4과14-02 액체 상태인 물이 기체 상태인 수증기로 변하는 데 있어 표면에서 상태가 변하는 증발과 끓고 있는 플라스크 물 전체에서 상태가 변하는 끓음의 차이점을 관찰하고, 이와 관련된 각각의 예를 우리 생활에서 찾아볼 수 있도록 한다.

– 주요 학습 요소 : 물이 얼고 녹을 때의 변화, 증발, 끓음, 응결, 물의 상태변화

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

물의 세 가지 상태에 대한 경험적 이해를 바탕으로 고체, 액체, 기체 상태의 물을 가열하거나 냉각시키는 활동을 통하여 상태에 따라 물의 성질이 달라짐을 이해할 수 있도록 지도한다. 그리고 물의 상태가 변할 때 무게와 부피 변화를 비교하고 이러한 변화가 우리 생활과 어떤 관계가 있는지 직접 찾아볼 수 있도록 기회를 제공하거나 다양한 사례를 제시한다.

‘물의 상태 변화’는 3~4학년군의 ‘물질의 상태’와 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 상태 변화’와 연계하여 지도한다.

#### (다) 평가

물의 상태변화 과정을 관찰하고, 물의 세 가지 상태와 상태변화의 특징을 탐구하는 실험과정과 이를 일상생활의 문제 해결에 활용할 수 있는지 관찰평가를 실시할 수 있다. 과학적 사고력을 바탕으로 모둠원들과 과학적 의사소통을 통하여 결론을 이끌어 낼 수 있는지 태도평가를 할 수 있다.

### (15) 거울과 그림자

이 영역에서는 빛의 여러 가지 성질 중에서 직진과 반사를 다룬다. 물체의 그림자를 관찰하고 그림자 현상에 대한 추론을 통하여 빛의 직진과 그림자가 생기는 원리를 이해하도록 한다. 또 평면거울에 비친 물체의 모습을 관찰하고 추론하여 빛의 반사와 거울의 성질을 이해하도록 하며 일상생활에서 거울이 이용되는 다양한 사례를 찾아보도록 한다.

4과15-01 여러 가지 물체의 그림자를 관찰하여 그림자는 빛이 물체에 의해 차단되어 생기는 현상을 설명할 수 있다.

4과15-02 전등과 물체의 사이의 거리에 따른 그림자의 크기 변화를 관찰하여 서술할 수 있다.

4과15-03 실물과 평면거울에 비친 모습을 비교하여 거울의 성질을 설명할 수 있다.

4과15-04 일상생활에서 거울을 이용하는 예를 조사하고 거울의 성질과 관련지어 그 기능을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 실물과 평면거울에 비친 모습을 관찰하고 비교하기
- 투명한 물체와 불투명한 물체의 그림자 비교하기

- 전등과 물체 사이의 거리에 따른 그림자의 크기 변화 관찰하기
- 일상생활에서 거울을 이용하는 예 조사하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

4과15-02 전등과 물체 사이의 거리에 따른 그림자의 크기 변화를 관찰하는 활동에서 물체와 스크린 사이의 거리는 고정시켜 놓고 전등의 위치만 바꾸는 것을 기본으로 하고, 물체와 스크린 사이의 거리를 변화시키는 것을 허용한다. 이 성취기준에서는 변인의 조작에 따른 변화의 규칙성을 파악하는 능력을 함양하는 데 중점을 준다.

4과15-03 실물과 평면거울에 비친 모습을 비교함으로써 거울이 빛을 반사시키는 성질이 있다거나 빛이 거울처럼 매끄러운 물체를 만나면 반사되는 성질이 있음을 이해하고, 빛의 경로를 정성적으로 추리해 보도록 함으로써 논리적인 사고력을 함양한다. 이 성취기준에서 빛의 반사 법칙을 다루지는 않되, 빛이 거울에서 반사되는 방향의 경향성을 정성적으로 다룬다.

- 주요 학습 요소 : 평면거울, 빛의 반사, 그림자, 빛의 직진, 그림자 크기, 거울의 쓰임새

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

이 영역에서는 관찰 사실에 근거한 논리적인 추리를 해야 하므로 실험 활동뿐만 아니라 토의, 추리 활동을 많이 할 수 있도록 지도한다. 전등을 이용하는 실험에서는 가능한 크기가 작은 전등을 사용하는 것이 좋다. 이 영역은 초등학교 5~6학년군 ‘빛과 렌즈’, 중학교 1~3학년군의 ‘빛과 과동’과 연계된다.

(다) 평가

학생의 사고 과정이나 추리 능력을 평가하기 위해서는 선다형 문항보다는 학생들이 직접 빛의 진행 경로를 그려 보도록 하는 서답형 문항을 활용한 평가가 바람직하다. 그리고 전등과 물체 사이의 거리에 따른 그림자의 크기 변화를 관찰하는 활동에서는 변인 통제 능력을 관찰 평가로 실시할 수 있다.

(16) 지구의 모습

우리의 생활과 밀접한 관련이 있는 지구와 달의 모양과 모습을 중심으로 비교함으로서 천체에 대한 호기심과 상상력을 자극하도록 한다. 이를 통해 우리가 살고 있는 지구의 모양이 어떠한지 알게 하고, 지구의 바다와 지구를 둘러싼 공기에 대하여 학습하고 달과 비교하여 지구가 생명이 살 수 있는 소중한 곳임을 인식하도록 한다. 또한 지구와 달을 직접 관찰하는 학습을 통하여 학생들이 천체에 흥미를 가지고 탐구하려는 자세를 갖도록 한다.

- 4과16-01 지구와 달의 모양이 둑글다는 것을 이해하여 설명한다.
- 4과16-02 바다의 특성을 이해하고, 해저지형과 육지지형을 비교할 수 있다.
- 4과16-03 지구 주위를 둘러싸고 있는 공기의 역할을 예를 들어 설명할 수 있다.
- 4과16-04 달 표면의 모습을 관찰하여 지구와 달의 차이점을 비교하고, 지구에 생명이 존재할 수 있는 이유를 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 지구와 달의 입체 모형 만들기
- 달의 표면 관찰하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

4과16-02 바다의 특성은 염분, 온도차 등 바다의 화학적 특성만 다룬다.

4과16-04 달을 직접 관찰하는 학습을 할 때에는 학교와 학생의 여건을 고려하여 도서 자료, 시청각 자료와 모의실험 자료, 영상 자료 등으로 대체할 수도 있다.

- 주요 학습 요소 : 지구의 모양, 달의 모양, 바다의 특성, 해저지형, 육지지형, 지구의 대기, 달 표면, 지구와 달의 환경

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

지구와 달은 가장 친근한 천체로서 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 관찰을 중심으로 한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 지구와 달을 관찰한 내용을 중심으로 의사소통하여 공통점과 차이점을 찾고, 이것이 각 천체의 특성을 결정하는 요인이 될 수 있다는 것을 인식하는 활동이 필요하다. 지구에는 공기와 물이 풍성히 존재하므로 생명체가 살고 있는 천체로서 지구의 특성을 강조하고, 대기나 해수의 층상 구조에 대해서는 자세하게 다루지 않는다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘지표의 변화’, ‘화산과 지진’, ‘지층과 화석’, 5~6학년군의 ‘지구와 달의 운동’과 연계된다. 또 중학교 1~3학년군의 ‘지권의 변화’, ‘태양계’로 연계된다.

#### (다) 평가

지구에 공기와 바다가 있어 생물이 살 수 있다는 사실을 바탕으로 한 토론 평가나 과학 글쓰기 평가를 실시할 수 있다. 또한 지구와 달을 관찰하여 공통점과 차이점을 찾는 능력을 서술형으로 평가 할 수 있다.

### (17) 물의 순환

우리 생활에서 꼭 필요한 물을 소재로 하여 물이 상태 변화를 하면서 순환하는 과정을 기상 현상과 관련지어 통합적으로 학습하도록 하고, 물의 소중함을 이해함으로써 물을 절약하는 방법을 실천하도록 한다. 지구 곳곳에서 발생하는 물 부족 현상의 원인을 순환의 관점에서 생각해 보고, 물의 소중함을 인식하도록 한다.

4과17-01 지표면의 물이 공기 중으로 이동하고, 공기 중의 물이 지표면으로 이동하는 다양한 과정을 조사하여 설명할 수 있다.

4과17-02 우리 생활에서 물의 중요성을 알고 물 자원을 효과적으로 이용하고 관리할 수 있는 방법을 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 물의 순환 과정 관찰하기
- 물 자원을 효과적으로 이용할 수 있는 방법 토의하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취 기준 해설

4과17-01 물의 순환 과정을 물의 상태 변화, 식물의 일을 통한 증산 현상, 증발, 구름의 생성, 강우 등과 관련지어 통합적으로 다룬다. 증산 작용은 5~6학년군에서 다루기 때문에 여기서는 현상 위주로 다루도록 한다.

4과17-02 물의 중요성을 물의 순환의 관점에서 다룬다. 물의 순환이 제대로 이루어지지 않아 생기는 여러 가지 현상을 통해 물의 중요성을 살펴본다. 여기서는 환경오염은 다루지 않도록 한다.

##### - 주요 학습 요소 : 증산 현상, 증발, 물의 상태 변화, 물의 순환

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

세계 곳곳의 지역이나 주변의 환경에 따라 물이 여러 가지 상태로 존재함을 먼저 이해하도록 한다. 대기 현상, 물 부족 현상과 관련된 다양한 사진 자료나 멀티미디어 자료를 조사하고, 이를 수업에 활용하여 물의 순환이 어떻게 일어나고, 물이 왜 소중한지를 인식하도록 한다. 물의 순환 과정을 알아보는 간단한 실험 활동을 실시하고, 그 때의 현상을 그림이나 글로 표현하여 생각을 정리할 수 도 있다. 이를 바탕으로 순환적 관점에서 물 자원을 효과적으로 이용하는 방법을 현재 이용되고 있는 사례들을 통

하여 알아보고 일상생활에서 실천할 수 있도록 한다.

이 영역은 3~4학년군 ‘물의 상태 변화’ 등의 후속이며, 5~6학년군의 ‘식물의 구조와 기능’, ‘생물과 환경’, ‘날씨와 우리 생활’ 중학교 1~3학년군의 ‘수권의 구성과 순환’, ‘식물과 에너지’, ‘동물과 에너지’와 연계된다.

#### (다) 평가

물의 순환 과정과 관련된 다양한 사진이나 사례를 조사하고 정리한 자료를 평가할 수 있고, 물의 순환과 관련된 실험 과정을 관찰평가하거나, 지구상의 물의 순환 과정을 글과 그림으로 표현하도록 하여 그 결과물을 평가할 수도 있다. 탐구활동과정에서 얻어진 결과물을 실제 자연현상의 예를 찾아보는 활동 등을 평가하거나 토의과정을 학생 상호평가를 실시할 수 있다.

#### [초등학교 5~6학년군]

##### (1) 온도와 열

이 영역에서는 온도계를 사용하는 방법을 알고 온도 측정이 중요한 이유를 알게 한다. 물체를 가열하거나 냉각시키면 시간에 따라 물체의 온도가 달라지는 현상, 온도가 다른 두 물체가 접촉하여 온도가 같아지는 현상을 관찰하고, 이러한 물체의 온도 변화로부터 열의 이동을 추리할 수 있도록 한다. 열의 이동 방법은 전도와 대류만 다루며, 열의 이동을 일상생활과 연계하기 위하여 단열을 다룬다.

6과01-01 일상생활에서 온도를 측정하는 사례를 조사하여 정확한 온도 측정이 필요한 이유를 설명할 수 있다.

6과01-02 온도가 다른 두 물체가 접촉하여 온도가 같아지는 현상을 온도계를 이용하여 관찰하고 물체의 온도 변화를 열의 이동으로 설명할 수 있다.

6과01-03 고체 물질의 종류에 따라 열이 전도되는 빠르기를 관찰을 통해 비교하고 일상생활에서 단열을 이용하는 예를 찾을 수 있다.

6과01-04 액체나 기체에서 대류 현상을 관찰하고 열의 이동을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 여러 가지 물체나 장소의 온도 측정하기 (검토의견 반영, 09 탐구 활동 내용)
- 온도가 다른 두 물체를 접촉할 때 두 물체의 온도 변화 측정하기
- 고체 물질의 열전도 빠르기 비교하기

- 액체나 기체에서 대류 현상 관찰하기

- (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

6과01-03 이 영역에서는 열의 이동 중 ‘전도’와 ‘대류’만을 다루기 때문에 단열에 대해 학습할 때에 이 범위를 넘어 ‘복사’를 지도하지 않도록 주의한다.

- 주요 학습 요소 : 온도, 전도, 대류, 열평형, 단열

- (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

전도, 대류 개념은 일상생활의 예를 통하여 그 개념을 이해하고, 이를 일상생활의 예에 적용하는 것 이 학습에 효과적일 수 있다. 따라서 열 현상에 대한 학생의 이해를 일상생활과 연계 지어 표현할 수 있도록 과학글쓰기 활동을 할 수 있다. 열전달과 관련된 실험을 하는 경우에는 화상 등의 안전사고에 유의한다. 이 영역은 5~6학년군의 ‘날씨와 우리 생활’과 중학교 1~3학년군의 ‘열과 우리 생활’과 연계된다. 온도와 열의 이동은 물질의 상태, 날씨 변화 등에 관련된다.

- (다) 평가

물체의 온도 변화를 측정하거나 열전도 빠르기를 비교하는 등 이 영역에서는 실험 활동이 많으므로 실험보고서 작성을 통해 수행평가를 실시할 수 있다.

## (2) 태양계와 별

태양계와 별이라는 주제는 학생들의 폭넓은 관심과 호기심의 대상이지만, 주로 행성을 중심으로 태양계의 특징과 별자리를 이해하게 함으로서 태양계와 우주에 대해 탐구하려는 태도를 갖게 한다. 태양이 지구의 에너지원임을 이해하고 태양계 행성들을 조사하여 행성들의 크기와 태양으로부터의 거리에 대한 상대적인 비교를 통해 태양계의 구조를 인식하게 한다. 또한 별의 정의와 별들을 연결한 것이 별자리임을 알게 하고, 북극성을 찾는 활동을 통해 별자리가 방위를 찾는 방법으로 실제 이용되고 있음을 인식하게 한다.

6과02-01 태양이 지구의 에너지원임을 이해하고 태양계를 구성하는 태양과 행성을 조사할 수 있다.

6과02-02 별의 정의를 이해하고 대표적인 별자리를 조사하여 발표할 수 있다.

6과02-03 북두칠성과 카시오페아 자리를 이용하여 북극성을 찾을 수 있다.

### <탐구활동>

- 밤하늘에서 행성 찾아보기
- 태양계 행성들의 상대적 크기와 거리 비교하기
- 별자리를 이용한 방향 알기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과02-01 태양계를 구성하는 행성의 곁으로 드러난 특징을 위주로 조사하도록 하며, 행성의 상세한 물리적 특징은 조사하지 않도록 지도한다. 태양과 행성의 실제 크기나 태양에서 행성까지의 실제 거리는 제시하지 않는다.

- 주요 학습 요소 : 에너지원으로서 태양, 태양과 태양계 행성, 행성의 크기와 거리, 별의 정의, 별자리의 의미, 대표적인 별자리(북두칠성, 카시오페이아, 북극성), 북극성 찾기

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

태양계와 별은 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 학생들이 조사한 내용을 중심으로 한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 학생들이 조사활동을 통하여 태양계의 크기와 거리 등을 체감하고 별과 별자리에 대한 흥미를 불러일으키도록 하는데 중점을 두어 지도하도록 한다. 이때, 태양계 행성의 질량, 자전 속도, 대기 성분 등과 같은 물리량에 대해서는 깊게 다루지 않는다. 또한 모형이나 시청각 자료, 천체 관측 프로그램 등을 효과적으로 이용하여 천체에 대한 공간적 이해를 도울 수 있도록 한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘지구의 모습’, 5~6학년군의 ‘지구와 달의 운동’과 연계된다. 또 중학교 1~3학년군의 ‘태양계’, ‘별과 우주’로 연계된다.

#### (다) 평가

태양계 행성이나 별자리를 조사한 내용을 정리하여 발표하는 과제형 평가를 실시할 수 있다. 또한 태양계 행성을 조사한 결과를 바탕으로 다양한 기준을 정해 분류하는 창의성 평가를 실시할 수 있다.

### (3) 용해와 용액

용해과정과 이에 영향을 주는 요인을 탐구는 과정에서 용액에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 한다. 일상생활에서 학생들은 여러 가지 물질이 물에 녹는 용해 현상을 많이 볼 수 있다. 용해는 용질의 종류와 물의 온도 등 조건을 변화시킴에 따라 다양한 과정으로 일어난다. 이 영역에서는 용해의 과정을 관찰하고 용액이 만들어지는 현상을 이해할 수 있도록 한다.

- 6과03-01 물질의 용해 현상을 관찰하고 용액을 설명할 수 있다.
- 6과03-02 용질의 종류에 따라 물에 녹는 양이 달라짐을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- 6과03-03 물의 온도에 따라 용질의 녹는 양이 달라짐을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- 6과03-04 용액의 진하기를 상대적으로 비교할 수 있다.

<탐구활동>

- 다양한 물질의 용해 현상 관찰하기
- 용해 전과 후의 무게 측정하기
- 용해에 영향을 주는 요인 찾기
- 용액의 진하기를 비교하는 다양한 방법 고안하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

6과03-01 용해의 과정과 용해의 결과인 용액을 관찰하고 그 특징을 알게 한다. 물에 녹는 물질과 녹지 않는 물질을 물에 넣어서 비교하는 활동을 통하여 물질이 용해되는 현상을 이해하도록 한다. 물질을 물에 녹이기 전과 후의 무게를 비교하는 실험을 통하여 용해의 과정을 이해할 수 있도록 돕는다.

- 주요 학습 요소 : 용해, 용액, 용질의 종류, 용질의 녹는 양, 용액의 진하기

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

용해의 과정과 개념을 이해하도록 다양한 물질을 물에 녹여보는 실험을 하고 관찰하게 한다. 용해 과정에서 물질이 사라지거나 없어진다는 오개념을 가지지 않도록, 물질을 녹이기 전후의 무게를 비교하는 실험을 하는 기회를 제공한다. 물질이 용해하는 과정을 현상적인 수준에서 관찰하는 활동 위주로 지도하되, 이러한 현상이 일어나는 과학적 이유, 원리 등에 대해서는 다루지 않는다.

이 영역은 3~4학년 군의 ‘물질의 상태’, ‘혼합물의 분리’의 후속 학습으로 5~6학년군의 ‘산과 염기’, 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 특성’과 연계된다.

(다) 평가

다양한 물질의 용해 과정을 관찰하게 하고, 이를 관찰한 결과를 그림, 글 등으로 표현하게 한 후 이를 발표, 토의하게 할 수 있다. 용액의 진하기를 비교하는 방법을 고안하여 설계하는 활동을 평가하고, 이렇게 고안한 아이디어를 바탕으로 실제로 실험하는 과정을 관찰하여 평가할 수 있다.

#### (4) 다양한 생물과 우리 생활

인간과 함께 살아가고 있는 다양한 생물들이 인간의 생활과 밀접한 관련을 맺으면서 우리 생활에 많은 영향을 끼치고 있음을 이해함으로써 학생들은 생명과학에 대한 기본적인 호기심을 지닐 수 있다. 이 영역에서는 3~4학년군 ‘(3) 동물의 생활’과 ‘(5) 식물의 생활’에서 다루지 않은 균류, 원생생물, 세균 등의 다양한 생물의 특징과 사는 환경에 대한 인식을 바탕으로 이들 생물과 우리 생활의 관계를 알아봄으로써 생물의 다양성을 이해하도록 한다. 또한, 생물이 우리 생활에 끼치는 영향을 이해하고, 첨단 생명과학을 통하여 생물을 이롭게 활용하는 사례를 다룬다.

6과04-01 동물과 식물 이외의 생물이 존재함을 이해하고 생물과 그 생물의 특징을 설명할 수 있다.

6과04-02 다양한 생물이 우리 생활에 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향에 대해 조사하고 논의할 수 있다.

6과04-03 우리 생활에 첨단 생명과학이 이용된 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

##### <탐구활동>

- 곰팡이, 해캄 등 관찰하기
- 세균, 곰팡이 등이 우리 생활에 미치는 영향 조사하기

##### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

###### - 주요 성취기준 해설

6과04-01 동물과 식물 이외의 해캄, 짚신벌레 등과 같은 원생생물, 버섯, 곰팡이와 같은 균류, 그리고 세균에 대해서 다루도록 한다.

6과04-03 첨단 생명과학은 학생들이 생활 속에서 경험하고 인지할 수 있는 수준으로 균류, 원생생물, 세균의 활용을 중심으로 다루도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 균류 · 원생생물 · 세균의 특징과 사는 곳, 균류 · 원생생물 · 세균의 이용, 첨단 생명과학과 우리 생활

##### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

균류와 원생생물은 다양한 도구를 사용하여 생물을 직접 관찰할 수 있도록 하며, 지역의 특성에 따라 실제로 관찰 가능한 소재로 변경하여 다루어도 무방하다. 세균은 사진 자료와 동영상 자료 등을 통해 관찰할 수 있도록 한다. 세균이나 곰팡이 등이 우리 생활에 미치는 영향이나 첨단 생명과학의 이용은 학생들의 수준에 맞는 실생활에 많이 반영된 자료들을 중심으로 수업이 이루어지도록 한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘식물의 생활’과 ‘동물의 생활’ 후속학습이며, 중학교 1~3학년군의 ‘생물의 다양성’으로 연계된다.

#### (다) 평가

생물을 관찰하기 위해 도구를 사용하며, 자료를 정리하는 과정에서 친구들과 함께 의견을 교환하는 의사소통능력과 인성적 측면까지 포함한 관찰 평가를 할 수 있다. 또한 현미경을 이용한 관찰 결과보고서로 실험 실시평가를 하거나, 첨단 생명과학이 이용된 사례 결과물을 바탕으로 과제형 평가를 실시할 수 있다. 단, 현미경의 명칭 및 사용법에 대해 지식을 요구하는 지필 평가는 지양한다.

### (5) 생물과 환경

일정한 공간에 살고 있는 생물과 생물의 생활에 영향을 미치는 비생물적 환경 요인을 포함하는 생태계에 대한 이해는 지구 생태계를 건강하게 유지할 수 있도록 하는 마음가짐을 갖도록 하는데 중요하다. 이 영역에서는 빛, 물, 온도 등과 같은 환경 요인의 영향으로 생물의 생활에 변화가 생긴 예와 생물이 환경에 적응한 예를 통하여 생물과 환경의 관련성을 이해하게 한다. 또한 환경오염의 원인과 그로 인한 생태계 파괴 사례를 이해하며, 사람들의 생활이 생태계에 미치는 영향을 알고 환경 개발과 보전 사이의 균형 있는 조화가 필요함을 인식하게 한다.

6과05-01 생태계가 생물 요소와 비생물 요소로 이루어져 있음을 알고, 생태계 구성 요소들이 서로 영향을 주고받음을 설명할 수 있다.

6과05-02 비생물 환경 요인이 생물에 미치는 영향을 이해하고, 생물과 환경과의 관계를 설명할 수 있다.

6과05-03 생태계 보전의 필요성과 생태계 보전을 위해 우리가 할 수 있는 일에 대해 토의할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 모의활동으로 생태계 구성 요소들 사이의 관계 알아보기
- 환경요인이 생물에 미치는 영향 조사하기
- 생태계 보전 방안 토의하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과05-01 먹이 사슬 놀이, 생물과 환경의 상호작용을 알아보는 게임 등과 같은 모의활동을 통하여

- 생태계의 구성 요소들이 상호 관련되어 있음을 인식하게 한다.
- 6과05-02 빛, 온도, 물 등과 같은 환경 요인이 생물에 미치는 영향을 실험으로 확인하게 한다.
- 6과05-03 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례는 지역사회에서 나타나는 대기오염, 수질오염, 토양 오염 등에 관한 오염 사례를 중심으로 다루도록 하며, 이의 해결 방법과 아울러 생태계 보전에 대한 의식을 갖도록 한다.
- 주요 학습 요소 : 생물 요소와 비생물 요소, 환경요인이 생물에 미치는 영향, 생태계의 구조와 기능, 먹이사슬과 먹이그물, 생태계 평형, 환경오염이 생물에 미치는 영향, 생태계 보전을 위한 노력

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

생물과 환경은 프로젝트 학습의 좋은 소재가 될 수 있다. 환경오염의 종류와 원인, 이에 따른 생태계 복원 계획을 구상해 소집단이나 학생 개인별로 주제를 선정하고 스스로 탐구하도록 하여 자기주도적 학습력 신장과 창의력뿐만 아니라 문제해결력을 기르도록 지도한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘식물의 생활’과 ‘동물의 생활’ 후속학습이며, 5~6학년군의 ‘다양한 생물과 우리 환경’, 그리고 중학교 1~3학년군의 ‘생물의 다양성’으로 연계된다.

#### (다) 평가

생태계 평형의 중요성과 인간 활동이 생태계에 미치는 영향은 선다형 문항보다는 프로젝트 학습 등을 통해 학생들이 알게 된 사실을 서술하는 서답형 문항을 활용한 서술형 평가가 바람직하다. 그리고 빛, 온도, 물 등과 같은 환경 요인이 생물에 미치는 영향은 실험 실기 평가가 가능하다.

### (6) 날씨와 우리 생활

날씨는 일상생활에 직접적인 영향을 미치고 있고, 학생들도 각종 매체를 통하여 일기 예보를 접하므로 친근한 소재이다. 학생들이 경험한 기상현상을 중심으로 여러 가지 날씨요소를 이해함으로써 날씨와 우리의 생활과의 관계를 탐구하려는 태도를 갖도록 한다. 이를 통해 습도가 우리 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있으며, 이슬, 안개, 구름의 차이를 이해하고, 구름에서 비와 눈이 내리는 과정을 인식시키고자 한다. 또한 고기압과 저기압의 의미를 이해하고, 바람이 부는 이유와 우리나라로 이동해오는 공기 덩어리의 성질과 관련지어 계절별 날씨의 특징을 알게 하고자 한다.

- |  |
|--|
| 6과06-01 습도가 우리 생활에 미치는 영향을 예를 들어 설명할 수 있다.                 |
| 6과06-02 이슬, 안개, 구름의 차이를 이해하고, 구름에서 비와 눈이 내리는 과정을 설명할 수 있다. |
| 6과06-03 고기압과 저기압의 의미를 이해하고, 바람이 부는 이유를 설명할 수 있다.           |

6과06-04 계절별 날씨의 특징을 우리나라로 이동해 오는 공기 덩어리의 성질과 관련지어 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 건습구 습도계로 습도 측정하기
- 이슬, 안개, 발생 실험하기
- 모형을 활용한 해륙풍 실험하기
- 야외 활동 계획을 세울 때 필요한 날씨 정보 조사하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

6과06-02 구름에서 비와 눈이 내리는 과정은 구름을 구성하는 입자가 커져 떨어지는 수준에서 이해할 수 있도록 안내한다.

6과06-03 기압은 공기의 압력보다는 무게와 관련지어 소개하고, 고기압과 저기압의 의미는 일기도 상에 고기압, 저기압 중심을 이해하는 수준으로 안내한다.

- 주요 학습 요소 : 습도, 건습구 습도계, 이슬, 안개, 구름, 비와 눈, 기압, 고기압과 저기압, 바람, 해륙풍, 계절별 날씨

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

날씨는 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 관찰과 실험을 중심으로 한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 관찰과 실험을 중심으로 여러 가지 날씨요소의 특징을 이해할 수 있는 능력이 형성될 수 있는 활동이 필요하다. 구체적인 실험을 통하여 여러 가지 날씨요소를 관찰하도록 하고, 관찰한 현상에 대한 이해를 바탕으로 과학적 사실을 발견하여, 이를 우리 생활과 관련지을 수 있도록 한다. 이때, 대기의 온도 분포, 대기의 성분, 기단, 전선 등의 어려운 개념은 직접적으로 다루지 않는다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘물의 상태 변화’, ‘물의 순환’과 연계된다. 또 중학교 1~3학년군의 ‘기권과 우리 생활’로 연계된다.

(다) 평가

단편적인 지식의 평가를 지양하고, 관찰과 실험을 중심으로 여러 가지 날씨요소의 특징을 이해할 수 있는 능력 형성을 평가하도록 한다. 탐구활동과정에서 얻어진 관찰 결과를 서술형으로 평가하거나 날씨 정보를 조사하여 실행한 내용에 대해 과제형 평가를 실시할 수 있다.

## (7) 물체의 운동

이 영역에서는 시간에 따른 위치의 변화로 물체의 운동을 이해하고, 물체의 속력을 시간에 따른 이동 거리의 변화로 다루어 물체의 빠르기를 객관적으로, 과학적으로 표현할 수 있도록 한다. 또한 일상 생활에서 경험할 수 있는 충돌 상황에서 빠른 물체와 느린 물체가 입히는 피해의 차이를 알고 속력과 연관된 안전수칙을 인식하도록 한다.

6과07-01 일상생활에서 물체의 운동을 관찰하여 속력을 정성적으로 이해한다.

6과07-02 물체의 이동 거리와 걸린 시간을 조사하여 속력을 구할 수 있다.

6과07-03 일상생활에서 속력과 관련하여 유의해야 할 안전사항과 안전장치의 사례를 찾아 발표할 수 있다.

### <탐구활동>

- 속력이 일정한 운동, 속력이 변하는 운동의 다양한 사례 관찰하기
- 여러 교통수단의 속력 비교하기
- 속력과 관련된 교통안전 수칙 조사하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과07-02 이동 거리가 같고 걸린 시간이 다른 경우, 걸린 시간이 같고 이동 거리가 다른 경우, 이동 거리와 걸린 시간이 다른 경우 모두를 다룰 수 있다. 물체가 일직선상에서 한 방향으로 운동하는 경우만 다루며, 속력의 단위 변환은 다루지 않는다.

##### - 주요 학습 요소 : 속력, 속력과 안전

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

이 영역에는 속력의 산술적 계산이나 단위 변환에 중점을 두기 보다는 속력의 뜻과 개념을 이해하는데 중점을 두어 지도한다. 또한 조사 활동이 필요한 학습 요소들이 많으므로 모둠별 협동 학습을 활용할 수 있다. 스포츠, 교통수단, 동물, 날씨(바람) 등과 관련하여 일상생활에서 속력을 나타내는 예에 대한 조사 활동, 교통안전 수칙 조사 활동 등을 통해 협력적 문제해결력을 함양할 수 있도록 지도한다.

속력과 관련된 안전사항과 관련하여서는 실천적 습관 형성을 위하여 빠른 물체의 위험성을 인식시키는 데 중점을 두도록 한다. 이 영역은 중학교 1~3학년군의 ‘일과 에너지’와 연계된다.

#### (다) 평가

단순히 속력을 계산하는 능력보다는 속력의 뜻과 단위를 이해하는가에 중점을 두고 평가한다.

### (8) 산과 염기

이 영역에서는 용액의 특성 중 산과 염기에 대하여 다룬다. 산과 염기를 이해하는데 필요한 기초를 학습하도록 하며, 탐구활동을 통하여 분류의 의미를 깨닫도록 한다. 지시약을 이용하여 생활 주변에서 볼 수 있는 용액을 산성 용액과 염기성 용액으로 분류한 후, 산성 용액과 염기성 용액을 섞었을 때 용액의 성질이 변화되는 것을 현상적으로 인식하도록 한다.

6과08-01 우리 주변에서 볼 수 있는 여러 가지 용액의 성질을 관찰하여 다양한 기준으로 용액을 분류할 수 있다.

6과08-02 여러 가지 용액에 지시약을 넣었을 때의 변화를 이용하여 산성 용액과 염기성 용액으로 분류할 수 있다.

6과08-03 산성 용액과 염기성 용액의 여러 가지 성질을 비교하고, 산성 용액과 염기성 용액을 섞었을 때의 변화를 관찰할 수 있다.

6과08-04 우리 생활에서 산성 용액과 염기성 용액을 이용하는 예를 찾아 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 여러 가지 용액을 관찰하여 분류하기
- 지시약을 만들어 산성 용액과 염기성 용액 구분하기
- 산성 용액과 염기성 용액을 섞을 때의 변화 관찰하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과08-01 여러 가지 용액의 성질을 색, 냄새, 투명도 등 다양한 관점에서 관찰하고, 이를 바탕으로 공통점과 차이점을 찾아낸 뒤에 분류 기준을 정하여 분류해 보도록 한다.

6과08-03 산성 용액과 염기성 용액을 섞었을 때 색깔이 변하는 현상을 관찰하는 수준으로만 다룬다. 즉 ‘중화’개념을 익히기 위한 학습이 아니므로 중화 용어를 사용하거나 중화점 찾는 등의 활동은 다루지 않는다.

- 주요 학습요소 : 용액의 성질, 용액의 분류, 지시약, 산성 용액, 염기성 용액, 지시약

#### (나) 교수 학습 방법 및 유의사항

실험을 통하여 물질의 변화를 관찰하고, 토의를 통해 다양하게 분류해봄으로써 학생들의 흥미와 호

기심을 불러일으키도록 한다. 나아가 정의적 특성이 계발될 수 있도록 다양한 학습 방법을 모색하도록 한다. 개인별 혹은 모둠별 실험 결과를 정보화 기기를 활용하여 공유함으로써 좀 더 객관적인 실험 결과를 도출하도록 한다. 이 영역에서는 위험한 용액도 다룰 수 있으므로 안전에도 유의하여 지도한다.

이 영역은 중학교 1~3학년군의 ‘화학반응의 규칙과 에너지 변화’와 연계된다.

#### (다) 평가

이 영역은 일상생활에서 사용하는 용액의 공통점과 차이점을 이용하여 분류해 보는 탐구활동에 주안점을 둔다. 용액의 색이나 냄새 등을 관찰하는 방법이 올바른지, 객관적인 분류기준을 적용하여 용액을 분류하는지 등 탐구 과정을 평가하도록 한다. 또한 실험 및 토의 활동을 할 때 모둠원들과 협력적 의사소통을 통해 결과를 이끌어내는 과정 중심 평가에 초점을 둔다.

### (9) 지구와 달의 운동

낮과 밤, 달과 별의 움직임, 달의 모양 변화는 흔히 볼 수 있는 천문 현상이며, 우리 생활과 밀접하게 연관되어 있으므로, 학생들이 경험한 천문 현상을 중심으로 지구의 자전과 공전, 달의 모양 변화를 이해함으로써 지구와 달의 운동에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 한다. 이를 통해 하루 동안 태양과 달의 위치가 달라지는 것을 지구의 자전으로 설명할 수 있으며, 지구의 공전으로 인해 계절에 따라 별자리가 달라진다는 것을 인식시키고자 한다. 또한 여러 날 동안 관찰한 달의 모양과 위치가 주기적으로 바뀌는 것을 알게 하고자 한다.

- 6과09-01 하루 동안 태양과 달의 위치가 달라지는 것을 지구의 자전으로 설명할 수 있다.
- 6과09-02 지구의 공전으로 인해 계절에 따라 별자리가 달라진다는 것을 이해할 수 있다.
- 6과09-03 관찰을 통해 달의 모양과 위치가 주기적으로 바뀌는 것을 확인할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 하루 동안 태양과 달의 위치 변화 관찰하기
- 계절별 대표적인 별자리 찾아보기
- 여러 날 동안 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 관찰하기
- 태양과 지구, 달의 운동 모형 만들기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과09-02 별자리 명칭보다는 계절에 따라 보이는 별자리가 다르고 별자리의 위치가 계절에 따라 달

라지는 까닭을 이해하는 것을 중심으로 한다.

6과09-03 달의 모양과 위치가 주기적으로 바뀌는 현상을 관찰 확인하는 것이 학습의 주요 목표이다.

– 주요 학습 요소 : 지구의 자전, 낮과 밤, 하루 동안 달의 위치 변화, 지구의 공전, 계절에 따른 별 자리 변화, 달의 위상 변화

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

낮과 밤, 달과 별의 움직임, 달의 모양 변화는 일상적 현상이므로, 관찰과 실험을 중심으로 한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 관찰과 실험을 중심으로 지구와 달의 운동과 관련된 개념을 이해하고 지구와 달의 운동에 의하여 일어나는 현상을 탐구할 수 있는 활동이 필요하다. 이때, 천체의 운동을 보는 관점에 따라 서로 상대적인 운동으로 나타난다는 점을 고려하여 지도하도록 한다. 하루 동안 달의 위치 변화, 여러 날 동안 달의 모양 변화 등을 미리 예고하여 관찰하도록 한다. 이 영역은 5~6학년군의 ‘계절의 변화’, 중학교 1~3학년군의 ‘태양계’, ‘별과 우주’와 연계된다.

#### (다) 평가

탐구활동과정에서 얻어진 관찰 결과물이나 조사 내용 등을 정리하게 하여 포트폴리오 평가를 할 수 있다. 또한 하루 동안 태양과 달의 위치 변화 관찰 결과나 여러 날 동안 같은 시각에 보이는 달의 모양과 위치 관찰 결과를 해석하는 면담 평가를 실시할 수 있다.

#### (10) 여러 가지 기체

우리와 친숙한 기체인 산소, 이산화탄소 등을 직접 화학 반응을 통해 발생시켜 그 성질을 알아봄으로써 기체의 성질을 이해하고, 과학에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 한다. 기체 발생 실험을 통해 생성된 여러 가지 기체를 이용하여 각각의 기체가 가지는 특별한 성질을 탐색해 본다. 또한 온도와 기체 부피 사이의 관계, 압력과 기체 부피 사이의 관계를 알아보는 간단한 실험을 통해 기체의 일반적인 성질을 이해하도록 한다.

6과10-01 산소, 이산화탄소를 발생시켜 산소, 이산화탄소의 성질을 알아보기 위한 실험을 수행 할 수 있다.

6과10-02 온도와 압력에 따라 기체의 부피가 달라지는 현상을 관찰하고, 일상생활에서 이와 관련된 사례를 찾을 수 있다.

6과10-03 공기를 이루는 여러 가지 기체를 조사하여 발표할 수 있다.

### <탐구활동>

- 산소를 발생시켜 그 성질을 확인하기
- 이산화탄소를 발생시켜 그 성질을 확인하기
- 온도와 압력에 따른 기체의 부피 변화 관찰하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과10-02 온도와 기체 사이의 관계는 열을 가할 때와 식힐 때 기체의 부피가 어떻게 변하는지를 정성적으로 이해하도록 한다. 압력과 부피 사이의 관계도 압력을 약하게 가할 때와 세게 가할 때 기체의 부피 변화를 정성적으로 이해하도록 한다.

6과10-03 공기가 여러 가지 기체로 이루어진 혼합물임을 강조하고, 산소, 이산화탄소, 질소를 주로 다룬다.

##### - 주요 학습요소 : 기체, 산소, 이산화탄소, 온도에 따른 기체의 부피 변화, 압력에 따른 기체의 부피 변화, 공기

#### (나) 교수 학습 방법 및 유의사항

초등학교 학생들은 기체에 대하여 추상적인 개념으로 느끼고, 매우 어려워한다. 하지만 간단한 조작이나 실험 활동, 멀티미디어 활용 수업을 통해서 기체의 성질을 쉽게 파악할 수 있기 때문에 오히려 학생들의 흥미나 호기심 등의 정의적 특성을 신장시킬 수 있는 기회가 될 수 있다. 실험 활동을 할 때에는 유리 기구 및 약품 사용할 때 주의할 점, 불을 취급하는 요령 등 충분한 사전 안전 지도를 실시하도록 한다. 공기를 이루는 기체는 학생들에게 사전에 안내하여 다양한 관련 자료를 수집하고, 필요한 정보를 찾아 정리하도록 한다. 이때 공기를 이루는 성분 기체나 조성 등은 학습내용에 포함하지 않도록 한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘물질의 상태’, 5~6학년군의 ‘연소와 소화’의 후속이며, 중학교 1~3학년군의 ‘기체의 성질’, ‘화학 반응에서의 규칙과 에너지변화’와 연계된다.

#### (다) 평가

이 영역은 주로 실험 활동을 통하여 기체의 성질을 알아보도록 하고 있다. 따라서 실험 후 별도로 시간을 내어 평가를 할 수도 있지만, 학습 과정이나 실험 활동 과정 중에 자연스럽게 평가가 이루어지도록 한다. 또한 공기와 관련한 조사학습의 경우 조사학습 보고서를 평가할 수도 있다.

### (11) 빛과 렌즈

프리즘이나 렌즈는 빛의 굴절을 보여주는 흥미로운 기구이다. 이 영역에서는 프리즘을 이용하여 햇

빛에 여러 가지 색의 빛이 섞여 있음을 다루고, 빛이 공기 중에서 진행하다가 유리나 물과 같이 다른 물질을 만나면 빛의 진행 방향이 꺾이는 굴절 현상이 일어나는 것을 이해하도록 한다. 볼록렌즈를 통해 물체의 모습이 확대되거나 축소되어 보임을 관찰하게 하고, 일상생활에서 렌즈가 어떻게 활용되는지 다양한 쓰임새를 알게 한다.

6과11-01 프리즘에서 다양한 색이 나타나는 현상을 관찰하여 햇빛이 여러 가지 색으로 되어 있음을 설명할 수 있다.

6과11-02 빛이 유리나 물, 볼록렌즈를 통과하면서 굴절됨을 관찰하고 관찰한 내용을 그림으로 표현할 수 있다.

6과11-03 물체의 모습이 볼록렌즈에 의해 실제와 다르게 보임을 관찰하고 볼록렌즈의 쓰임새를 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 프리즘으로 만든 무지개 관찰하기
- 유리나 물, 볼록렌즈를 통과하는 빛 관찰하기
- 볼록렌즈를 이용한 도구 만들기(검토의견 반영)

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과11-01 빛의 ‘분산’이나 ‘합성’이란 용어는 사용하지 않고, 햇빛에는 여러 가지 색의 빛이 섞여 있음을 인식시키도록 한다. 파장에 따른 굴절률의 차이는 빛의 색에 따라 굴절하는 정도가 다르다는 정도로 다룬다.

6과11-02 학생이 직접 관찰한 빛의 진행 경로를 그려보는 정도로 다룬다.

6과11-03 볼록렌즈에서는 빛의 굴절 현상이 일어나며 이로 인해 물체의 모습이 실제와 다르게 보이게 된다는 사실을 인식시킨다. 단, 물체, 볼록렌즈의 위치 관계에 따른 상의 차이는 다루지 않는다.

- 주요 학습 요소 : 프리즘, 빛의 굴절, 볼록렌즈, 볼록렌즈의 쓰임새

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

프리즘, 유리, 물 등 다양한 예시를 통하여 빛의 굴절을 이해하도록 지도한다. 렌즈는 학생들에게 매우 흥미로운 소재이긴 하지만 렌즈와 관련된 지식은 학생들이 가장 어려워하는 학습 내용이다. 따라서

여러 가지 렌즈를 다루기보다는 볼록렌즈에 중점을 두어 렌즈의 특징을 이해하도록 하며 일상생활에서 볼록렌즈가 이용되는 일상생활의 예와 그 기능을 알게 한다. 이 영역은 3~4학년군의 ‘거울과 그림자’, 중학교 1~3학년군의 ‘빛과 파동’과 연계된다.

#### (다) 평가

이 영역에서는 학생들이 빛의 진행 경로를 직접 관찰하면서 그려보는 수행평가를 활용하는 것이 좋다.

#### (12) 식물의 구조와 기능

대부분의 식물은 뿌리, 줄기, 잎, 꽃과 같은 식물의 기관이 각각의 기능을 수행하면서 이들 기관이 통합적으로 기능하여 생명을 유지하고 있다. 학생들은 이러한 식물의 구조와 기능을 종합적으로 이해함으로써 생명 탐구에 대한 호기심을 가질 수 있다. 이 영역에서는 식물체의 기본 단위인 세포를 이해하고, 이들 세포들로 이루어진 식물의 각 기관의 구조와 기능에 대하여 알아보고 식물의 기관이 서로 관련되어 있음을 이해하도록 한다. 또한 궁극적으로 다음 세대로 생을 이어나가는 것과 관련된 씨가 퍼지는 다양한 방법에 대해서 이해하도록 한다.

6과12-01 현미경을 사용하여 세포를 관찰하고, 생물체는 세포로 이루어져 있음을 설명할 수 있다.

6과12-02 식물의 전체적인 구조 관찰과 실험을 통해 뿌리, 줄기, 잎, 꽃의 구조와 기능을 설명할 수 있다.

6과12-03 여러 가지 식물의 씨가 퍼지는 방법을 조사하고, 씨가 퍼지는 방법이 다양함을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 현미경 사용법을 익히고, 현미경을 사용하여 여러 가지 세포 관찰하기
- 여러 가지 식물의 뿌리 관찰하기
- 중간작용과 줄기를 통한 물의 이동 실험하기
- 광합성 산물 확인하는 실험하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과12-01 현미경의 사용법을 익힌 후, 식물세포 표본을(프레파라트라는 용어를 없애기로 했다고 하

네요) 이용해 생명체의 기본단위인 세포를 관찰하게 한다. 이때 동물세포 영구 프레파라트 도 함께 관찰함으로써 동물세포와 식물세포에 공통점과 차이점이 있음을 인식하게 한다.

- 주요 학습 요소 : 현미경 사용법 익히기, 식물세포 관찰하기, 뿌리, 줄기, 잎의 구조와 기능, 증산 작용과 광합성, 씨가 퍼지는 방법

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

현미경을 통한 세포 관찰 시 핵, 세포막, 세포벽의 용어만 다루도록 한다. 씨가 퍼지는 방법을 아는 것뿐만 아니라 씨의 특징을 통해 발명 아이디어를 제공하는 등 식물에 대한 관심과 호기심을 증대시킬 수 있도록 보조 학습 자료로 동영상이나 인터넷을 활용해 지도할 수 있다. 식물의 각 기관의 구조와 기능을 알아본 후, 이 기관들이 서로 관련 있음을 역할놀이를 통하여 통합적으로 이해시킬 수 있다. 3~4학년군의 ‘식물의 생활’과 ‘식물의 한살이’ 영역에서는 식물들의 특징을 관찰하고 비교하는데 중점을 두지만, 이 영역에서는 식물 각 부위의 구조와 기능에 중점을 두는 만큼 실험을 통해 탐구할 수 있도록 한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘식물의 생활’과 ‘식물의 한살이’의 후속학습이며, 중학교 1~3학년군의 ‘생물의 다양성’ 및 ‘식물과 에너지’로 연계된다.

#### (다) 평가

이 영역에서는 물의 이동이나 증산 작용, 광합성의 결과로 녹말이 형성됨을 실험을 통해 확인하는 과정을 관찰 평가하거나 실험 실기 평가를 활용하는 것이 좋다. 그러나 실험에 사용되는 약품 이름 등과 같은 지식을 요구하는 지필 평가는 지양한다.

### (13) 전기의 이용

이 영역에서는 간단한 전기회로를 구성하면서 전구에 불이 켜지는 조건을 알아내고, 전구의 연결 방법에 따라 전구의 밝기가 어떻게 달라지는지 비교해 본다. 전기회로에 대한 이해를 바탕으로 일상생활에서 전기를 절약하고 안전하게 사용하는 방법을 알고 실천하도록 한다. 또 간단한 전자석을 만들어 전자석의 특징을 탐색하고 일상생활에서 전자석이 어떻게 활용되는지, 다양한 용도를 알도록 한다.

6과13-01 전지와 전구, 전선을 연결하여 전구에 불이 켜지는 조건을 찾을 수 있다.

6과13-02 전구의 연결 방법에 따른 전구의 밝기 차이를 비교할 수 있다.

6과13-03 전기를 절약하고 안전하게 사용하는 방법을 알고 실천한다.

6과13-04 전자석을 만들어 영구자석과 전자석을 비교하고 일상생활에서 전자석이 사용되는 예를 조사하여 발표할 수 있다.

### <탐구활동>

- 전구에 불 켜기
- 전구의 연결 방법에 따른 밝기 비교하기
- 전자석 만들기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

6과13-02 전구의 밝기를 비교할 때 전류나 전압의 크기를 비교하지 않고 에너지 관점에서 전구의 연결 방법에 따라 에너지의 소비가 달라지는 것을 이해하도록 한다.

6과13-04 전자석은 건전지를 이용하여 제작하도록 하며 전류의 세기나 방향을 조정할 수 있다는 것을 설명할 수 있도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 전기회로, 전구의 연결, 전기절약, 전기안전

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

이 단원의 실험실습 지도 시에는 특히 전기 안전에 유의하도록 한다. 또 학생들이 직접 전기 회로를 연결할 수 있는 기능을 익히도록 지도한다. 이 영역은 3~4학년군의 ‘자석의 이용’ 및 중학교 1~3학년군의 ‘전기와 자기’의 전기 회로와 자기장 개념과 연계된다.

#### (다) 평가

지필 평가 이외에 실제 전기 회로를 올바르게 연결할 수 있는 기능을 익히도록 하고 이를 수행평가를 통하여 평가하도록 한다.

### (14) 계절의 변화

학생들이 경험한 자연현상을 중심으로 계절에 따라 달라지는 자연 현상과 그 원인을 이해함으로써 계절의 변화에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 한다. 이를 통해 계절에 따라 태양의 남중 고도와 그림자의 길이, 기온, 낮과 밤의 길이가 달라짐을 설명할 수 있으며, 계절의 변화는 지구의 자전축이 기울어 진 채 공전하기 때문이라는 것을 알게 하고자 한다.

6과14-01 하루 동안 태양의 고도에 따른 그림자의 길이, 기온의 관계를 조사하여 설명할 수 있다.

6과14-02 계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화의 관계를 자료 분석을 통해 설명할 수 있다.

6과14-03 지구 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문에 계절 변화가 일어남을 모형실험을 통해 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온 측정하기
- 지구본을 이용하여 계절별 낮과 밤의 길이 측정하기
- 지구본을 이용하여 계절별 태양의 남중 고도 측정하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취 기준 해설

6과14-03 지구 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문에 계절에 따라 태양의 남중고도가 달라짐에 집중하여 학습목표를 달성하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 태양의 고도의 일변화, 그림자의 길이, 기온의 일변화, 태양의 남중고도, 낮과 밤의 길이, 계절별 기온 변화, 계절 변화의 원인(자전축, 지구의 공전)

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

계절의 변화라는 소재 자체가 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 관찰과 실험을 중심으로 한 탐구활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 관찰과 실험을 중심으로 계절의 변화를 설명할 수 있는 능력이 형성될 수 있는 활동이 필요하다. 이때, 계절의 변화는 오랜 시간 관찰이 필요하며 그 원인을 직접 관찰할 수 없기 때문에 모형을 이용한 실험이 많지만, 모형실험은 다양한 요인에 의하여 오차가 생길 수 있으므로 정확한 측정값의 비교보다는 경향성을 찾는 수준에서 실험이 이루어져도록 한다.

이 영역은 5~6학년군의 ‘날씨와 우리 생활’, ‘지구와 달의 운동’과 연계된다. 또 중학교 1~3학년군의 ‘태양계’로 연계된다.

(다) 평가

탐구활동과정에서 얻어진 측정 결과물과 함께 자료 해석을 할 수 있는 능력을 평가하도록 한다. 또한 지구의 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문에 계절의 변화가 일어난다는 것을 바르게 이해하고 설명할 수 있는지 면담 평가를 하도록 한다.

(15) 연소와 소화

일상생활에서 흔히 접하는 연소와 소화 과정을 여러 가지 실험을 통해 이해하도록 한다. 이 영역에서 다루는 연소는 양초가 타는 것부터 로켓의 추진과 같은 넓은 범위에 이르기까지 이용되며, 연소의 반대 개념인 소화는 안전한 생활을 위해 학습해야 할 중요한 개념이다. 연소의 조건과 관련지어 소화

의 조건을 이해하며, 나아가 화재에 대한 안전 대책을 익힐 수 있도록 한다.

6과15-01 물질이 탈 때 나타나는 공통적인 현상을 관찰하고, 연소의 조건을 찾을 수 있다.

6과15-02 연소 생성물을 확인하기 위한 실험을 수행할 수 있다.

6과15-03 연소의 조건과 관련지어 소화 방법을 제안하고 화재에 대한 안전 대책에 대해 토의할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 물질이 탈 때 나타나는 현상 관찰하기
- 연소 후 생성되는 물질 확인하는 실험하기
- 다양한 연소 물질에 의해 발생하는 화재 안전대책 조사하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과15-02 양초나 알코올이 탈 때 생성되는 물질을 간단한 조작을 통해 확인해 보게 한다. 양초가 연소할 때는 그을음이 생기는데, 이것은 불완전 연소일 때 나타나는 현상이다. 따라서 그을음을 양초가 연소할 때 발생하는 생성물로 설명하지 않도록 한다.

6과15-03 연소의 조건을 하나씩 제거하면 불을 끌 수 있음을 인식하게 하여 일상생활에서 소화 방법을 찾아낼 수 있도록 한다. 이때 나무와 같은 물질과 기름과 같은 물질이 탈 때의 소화 방법이 다름을 알고, 화재가 발생했을 때 안전 대책을 생각해 보도록 한다.

- 주요 학습요소 : 연소 현상, 연소 조건, 소화 방법, 화재시 안전 대책, 연소 생성물

#### (나) 교수 학습 방법 및 유의사항

학생들은 일상생활에서 다양한 연소와 소화의 예를 경험하게 되므로, 이런 학생들의 경험과 적절히 관련시켜 교수·학습이 이루어지는 것이 바람직하다. 또한 여러 가지 기체 영역에서 배운 산소와 이산화탄소의 성질을 미리 상기시키는 것도 좋은 방법이다. 특히 관련 실험을 할 때는 화재가 발생하지 않도록 유의시키고, 안전 교육을 병행하도록 한다.

이 영역은 3~4학년군의 ‘물질의 상태’, 5~6학년군의 ‘여러 가지 기체’의 후속이며, 중학교 1~3학년군의 ‘재해재난과 안전’, ‘화학 반응에서의 규칙과 에너지변화’와 연계된다.

#### (다) 평가

이 영역은 양초나 알코올이 타는 모습을 관찰하고 연소와 소화의 관계를 연관 지어 생각해봄으로써 탐구 능력을 향상시킬 수 있는 영역이다. 따라서 학생들의 탐구 과정을 관찰 평가할 수 있다. 또한 과학실에서나 일상생활에서 볼 수 있는 다양한 연소와 소화의 장면, 시사적인 자료, 여러 가지 화재의 특징, 화재 안전 대책 등을 조사하고 기록하여 포트폴리오 자료를 평가할 수도 있다.

### (16) 우리 몸의 구조와 기능

건강하고 정상적인 생명 활동을 유지하기 위해서는 우리 몸의 여러 기관들이 제대로 기능하여야 한다. 이 영역에서는 우리 몸을 구성하는 뼈와 근육, 소화 기관, 순환 기관, 호흡 기관, 배설 기관, 감각 기관 등 각 기관의 구조와 기능뿐만 아니라 각 기관이 유기적으로 관련되어 통합적으로 기능하고 있음을 이해하도록 한다. 또한 우리 몸의 여러 기관이 통합적으로 관련되어 있는 인간 활동에 있어 건강을 유지하기 위한 생활 방식을 이해하도록 한다.

6과16-01 뼈와 근육의 생김새와 기능을 이해하고, 몸이 움직이는 원리를 설명할 수 있다.

6과16-02 소화, 순환, 호흡, 배설 기관의 생김새와 기능을 이해하고 설명할 수 있다.

6과16-03 감각기관의 종류와 역할을 알고, 놀이 활동을 통해 자극이 전달되는 과정을 설명할 수 있다.

6과16-04 인간 활동에 우리 몸의 여러 기관이 관련되어 있음을 알고, 건강을 유지하기 위한 생활 방식을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 뼈와 근육 모형 만들기
- 놀이 활동을 통해 자극이 전달되는 과정 설명하기
- 운동할 때 몸에서 일어나는 변화 알아보기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과16-01 뼈와 근육의 생김새는 뼈와 근육 모형을 만들면서 뼈와 근육 사이의 관계를 알게 한다.

중학교와 고등학교 과정에서는 근육과 뼈에 대해서 학습하지 않으므로 이 단원에서 근육과 뼈의 구조와 기능에 대한 기본적인 이해를 하는 데 중점을 둔다.

- 주요 학습 요소 : 뼈와 근육의 구조와 기능, 소화, 순환, 호흡, 배설 기관의 구조와 기능, 감각기관의 종류와 역할, 자극 전달 과정

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

우리 몸의 내부 구조나 각 기관은 그림과 모형 등의 시청각 자료를 통해 관찰하게 하고, 각 기관의 명칭과 기능을 이해하도록 한다. 자극과 반응의 세부적인 시스템은 중학교에서 다루므로 이에 대해서는 기본적인 자극이 전달 과정을 이해하는데 초점을 둔다. 인간 활동에 있어 소화, 순환, 호흡, 배설, 감각 기관의 기능에 문제가 있을 경우에 나타나는 질병을 다를 때는 사회적으로 이슈가 되고 있는 질병을 조사하고, 이를 예방하거나 치료할 수 있는 생활 방식을 조사·발표하여 건전하고 건강한 생활 방식이 필요함을 이해시키도록 한다.

이 영역은 중학교 1~3학년군 ‘자극과 반응’으로 이어진다.

#### (다) 평가

여러 가지 기관의 구조와 기능을 바르게 이해하고 설명할 수 있는지 면담 평가를 할 수 있다. 우리 몸의 기관들이 여러 가지 기관들과 유기적으로 관련되어 있음을 평가하기 위해서는 모형을 이용해 기관의 위치나 호흡, 소화과정을 그려보도록 하여 관찰 평가하거나 서술형 평가를 실시하는 것이 바람직하다.

### (17) 에너지와 생활

에너지와 물질은 서로 다른 것임을 알고, 에너지는 자연 현상과 일상생활의 현상을 설명하는 유용한 과학적 개념임을 인식하도록 한다. 식물과 동물이 에너지를 얻는 과정을 포함한 일상생활의 여러 현상을 에너지의 관점에서 설명하도록 하고 이러한 모든 과정은 태양으로부터 공급된 에너지의 전환 과정임을 인식하도록 한다.

6과17-01 생물이 살아가거나 기계를 움직이는 데 에너지가 필요함을 알고, 이때 이용하는 에너지의 종류를 조사하여 설명할 수 있다.

6과17-02 자연 현상이나 일상생활의 예를 통해 에너지의 형태가 전환됨을 알고, 에너지를 효율적으로 사용하는 방법을 조사하여 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 식물과 동물이 에너지를 얻는 방법 비교하기
- 에너지를 효율적으로 활용하는 사례 조사하고 새로운 아이디어 제안하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

6과17-01 에너지와 에너지 자원, 에너지와 물질을 혼동되지 않도록 하고 에너지를 정확하게 정의하

기 보다는 ‘에너지가 생물이 살아가는데 혹은 기계가 움직이도록 하는데 필요한 것’ 정도로 이해하도록 한다. 에너지의 유형은 열에너지, 전기에너지, 빛에너지, 화학에너지, 운동에너지, 위치에너지를 다룬다.

6과17-02 에너지는 물리적 현상, 화학적 현상, 생명 현상, 지구와 우주의 여러 현상을 설명하는데 필요한 통합적 개념이므로 에너지 전환이 일어나는 다양한 현상의 예를 들도록 한다. 그리고 에너지를 효율적으로 사용하는 전기 기구, 건축물 등의 예, 생물이 에너지를 효율적으로 사용하는 사례 등을 조사하여 설명하도록 한다.

– 주요 학습 요소 : 에너지 형태, 에너지 전환

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

에너지를 명확하게 정의하기 보다는 에너지의 다양한 유형과 전환 사례를 중심으로 에너지의 뜻을 이해하도록 한다. 에너지를 효율적으로 활용하는 사례를 조사하고 새로운 아이디어를 제안하는 과정은 모둠별 협동 학습이나 프로젝트 학습을 통해 지도할 수 있다.

‘에너지와 생활’은 3~4학년군의 ‘동물의 생활’, ‘식물의 생활’, ‘동물의 한 살이’, ‘식물의 한살이’, 5~6학년군의 ‘태양계와 별’, ‘생명과 환경’, ‘연소와 소화’의 후속이며, 중학교 1~3학년군의 ‘식물과 에너지’, ‘동물과 에너지’, ‘일과 에너지’, ‘에너지의 전환과 보존’과 연계된다.

#### (다) 평가

학생의 에너지에 대한 이해정도를 알아보기 위해서는 다양한 현상을 에너지 관점에서 자신의 언어로 설명할 수 있는지에 중점을 두어 평가하는 것이 바람직하다.

### [중학교 1~3 학년군]

#### (1) 지권의 변화

지구의 내부 구조를 알고, 지표를 이루는 광물과 암석의 특징과 풍화 과정을 이해하도록 한다. 또한 지구 내부의 움직임과 지진과 화산의 관련성을 알 수 있도록 한다. 학생들이 생활 주변의 광물과 암석 관찰을 통해 지질학 분야에 대한 호기심을 가질 수 있도록 한다.

[9과01-01] 지구 내부의 층상구조와 그 특징을 설명할 수 있다.

[9과01-02] 지각이 다양한 암석과 광물로 구성되어 있음을 이해하고, 주요 특성을 관찰하여 광물과 암석을 각각 구별할 수 있다.

- [9과01-03] 암석의 순환을 생성 과정과 관련지어 설명할 수 있다.
- [9과01-04] 풍화 과정을 이해하고, 토양 생성 과정을 풍화 작용의 예로 설명할 수 있다.
- [9과01-05] 지진과 화산이 발생하는 지역의 분포를 판의 경계와 관련지어 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 광물과 암석 관찰하고 분류하기
- 화산대와 지진대 알아보기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과01-01] 지구 내부가 표면에서 중심부를 향해 층의 구조를 이루고 있음을 설명할 수 있도록 하며, 각 층의 구성 물질과 깊이와 두께 위치 등에 대해 파악할 수 있도록 한다.

[9과01-02] 지각에 분포하는 다양한 암석을 화성암, 퇴적암 및 변성암의 대표 암석 수준에서 알 수 있도록 하며, 암석을 이루는 대표적 조암광물의 종류와 광물의 주요 특성(색, 조흔색, 굳기, 염산 반응성, 자성 등)을 이해할 수 있도록 한다. 단, 모스 굳기계에서 사례 광물을 모두 다루지 않고 방해석과 석영 정도만 예시한다.

[9과01-03] 지표에서 지하에 이르기까지 화성암, 퇴적암, 변성암이 끊임없이 순환될 수 있음을 이해하도록 하며, 이런 순환이 지각변동과 지구표층의 변화에서 기인함을 설명할 수 있도록 한다.

[9과01-04] 암석은 지표환경에서 항상 풍화됨을 사례를 통해 알아보도록 하며, 풍화를 일으키는 요인들을 설명할 수 있고, 또한 암석이 풍화된 결과로 토양이 생성됨을 이해할 수 있도록 한다.

[9과01-05] 지진과 화산이 일어나는데 어디서 일어나는지를 보면 경향성을 보인다. 즉, 판의 경계에서 일어난다. 평면적인 판의 (경계) 분포만 다룬다. 지구내부 연직단면과 판의 경계까지 도입하는 것은 통합과학에서 다룬다.

- 주요 학습 요소 : 지구 내부의 층상구조, 지각, 맨틀, 핵, 광물, 암석, 암석의 순환, 풍화작용, 지진대, 화산대

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

광물과 암석의 관찰시 샘플을 이용하거나 학교 주변에서 찾아보게 할 수 있다. 지진대와 화산대 자료 조사는 인터넷 검색이나 관련 서적 등을 활용할 수 있으며, 조사 보고서 작성, 발표 등의 과정이 잘 이루어지도록 한다. 발표 내용에 대해 서로의 생각을 의사소통할 수 있는 시간을 확보하고 원리에 대

해 토의함으로써 과학적 원리를 이해할 수 있도록 한다. ‘지권의 변화’는 초등학교 3~4학년군의 ‘지표의 변화’, ‘지층과 화석’, ‘화산과 지진’, ‘지구의 모습’ 고등학교 통합과학의 ‘시스템과 상호작용’, 고등학교 지구과학 I의 ‘지구의 변동’, 지구과학 II의 ‘지구 구성 물질과 자원’, ‘한반도의 지질’과 연계된다.

(다) 평가

광물과 암석 실험 결과를 보고서로 작성하여 이를 평가에 반영할 수 있다. 지진대와 화산대를 조사하여 발표할 때는 발표 자료 제작 및 발표 능력을 관찰 평가할 수 있다. 조별 발표 활동의 경우는 발표 내용에 대해 의사소통하고 참여하려는 태도를 평가할 수 있다.

(2) 여러 가지 힘

물질세계에 존재하는 여러 가지 힘 중에서 중력, 탄성력, 마찰력, 부력을 학습하도록 한다. 용수철에 매단 물체가 무거울수록 용수철의 길이가 많이 늘어나는 현상이나 액체 속의 물체의 무게가 가벼워지는 것으로부터 중력과 부력을 이해하도록 한다. 물체의 운동을 방해하는 원인으로서 마찰력을 이해하고, 마찰력의 크기를 정성적으로 비교할 수 있도록 한다.

[9과02-01] 용수철의 탄성력을 이용하여 무게를 측정하고, 무게가 중력의 크기임을 설명할 수 있다.

[9과02-02] 용수철에 매단 물체의 진동 시간을 측정하여 질량을 이해하고, 질량을 무게와 구분할 수 있다.

[9과02-03] 물체의 운동을 방해하는 원인으로서 마찰력의 성질을 알고, 빗면 실험을 통해 마찰력의 크기를 정성적으로 비교할 수 있다.

[9과02-04] 기체나 액체 속에 있는 물체에 부력이 작용함을 알고 용수철저울을 사용하여 부력의 크기를 측정할 수 있다.

<탐구활동>

- 용수철을 이용한 물체의 무게 측정하기
- 용수철에 매단 물체의 진동 시간 측정하기
- 빗면의 기울기를 이용한 물체의 마찰력 측정하기
- 액체 속에서 물체의 부력 측정하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과02-02] 이 성취기준은 질량이 관성의 크기임을 알도록 하는데 있다. 그러나 관성을 운동 상태를 유지하려는 경향 정도로만 설명하고 용어는 도입하지 않는다.

[9과02-03] 마찰계수는 다루지 않으며, 마찰력의 실험에서는 빗면의 기울기를 증가시켰을 때 빗면에 놓인 물체가 더 이상 빗면에 있지 못하는 현상 제시를 통하여 운동을 방해하는 원인으로서 마찰력을 도입하고, 마찰력의 크기를 정성적으로 비교하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 중력, 질량, 마찰력, 탄성력, 부력

#### (나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

이 단원의 학습에서 중요한 상황이나 소재로 무중력 상태를 활용할 수 있다. 우주정거장에서 활동하는 우주비행사가 질량을 측정하는 동영상은 쉽게 찾아 볼 수 있으며, 질량에 대한 개념 이해 및 무게와 질량을 구분하는 학습에 유용하다. ‘여러 가지 힘’은 초등학교 3~4 학년군의 ‘물체의 무게’, 5~6학년 군의 ‘물체의 운동’, 고등학교 통합과학의 ‘역학적 시스템’, 고등학교 물리학I의 ‘힘과 운동’과 연계된다.

#### (다) 평가

여러 가지 힘에 관한 실험에서 학생들이 실험하고 토의하는 과정을 관찰하거나 힘의 개념을 다양한 형태로 표현하게 하여 개념 이해 여부를 평가할 수 있다.

### (3) 생물의 다양성

환경에 따라 생물들이 다양한 것은 환경의 특성에 의한 것뿐만 아니라 변이에 의한 것임을 이해하고 우리 주변의 다양한 생물에 대해 관심을 갖도록 한다. 다양한 생물을 구분하는 분류 체계를 이해하고 분류 기준에 따라 생물을 분류하도록 한다. 그리고 생물다양성의 의미를 이해하고 생물다양성 유지를 위한 활동 사례를 조사함으로써 생물 다양성의 중요성과 필요성을 이해하도록 한다.

[9과03-01] 생물의 다양성을 이해하고, 변이의 관점에서 환경과 생물다양성의 관계를 설명할 수 있다.

[9과03-02] 생물 종의 개념과 분류체계를 설명할 수 있다.

[9과03-03] 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 활동 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 분류 기준에 따라 다양한 생물을 계 수준에서 분류하기
- 생물다양성 보전을 위한 활동 방법 찾아보기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과03-02] 3역 6계라는 생물 분류 체계를 다루지 않고 생물의 분류 체계가 종—속—과—목—강—문—계로 이루어져 있다는 정도만을 이해하도록 한다. 생물을 계 수준에서, 예를 들면, 사람이나 호랑이, 소나무, 표고버섯, 짚신벌레, 대장균 등을 분류하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 생물다양성의 중요성, 변이, 생물 분류 목적과 방법, 종의 개념과 분류체계

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

생물다양성 유지를 위한 활동 사례 조사는 인터넷 검색이나 관련 서적 등을 활용할 수 있으며, 사회적, 국가적, 국제적 활동 사례 등으로 구분하여 조사하도록 하고, 조사 보고서 작성, 발표 등이 이루어 지도록 한다. 특히 발표 내용에 대해 서로의 생각을 의사소통할 수 있는 시간을 확보하고 자신들의 모둠에서 새롭게 제안할 수 있는 활동 사례에 대해 제안할 수 있는 기회를 제공하도록 한다. ‘생물의 다양성’은 5-6학년군의 과학의 ‘생물과 환경’ 단원과 연계되며, 고등학교 통합과학의 ‘변화와 다양성’ 단원의 생물의 다양성과 유지와 연관된다.

(다) 평가

생물의 다양성에 대해 토의한 결과를 보고서로 작성하도록 하여 이를 평가에 반영할 수 있다. 관찰한 생물의 특징을 분류 체계와 분류 기준에 따라 계 수준에서 직접 분류하는 활동을 관찰하거나 특징에 따라 분류군을 서술하도록 하여 평가할 수 있다. 생물다양성 유지를 위한 활동 사례 조사는 조사 계획서에 대한 평가와 조사 결과 보고서에 대한 평가로 구분하여 평가할 수 있다. 또한 생물다양성 유지를 위한 사회적, 국가적, 국제적 활동 사례 등에 대한 조사 활동 결과를 보고서로 작성하는 능력을 보고서 평가로 실시할 수 있으며, 활동 결과 발표를 통해서는 의사소통하고 참여하려는 태도를 평가할 수 있다.

(4) 기체의 성질

물질 현상을 입자적인 관점에서 접근하여 미시 세계에 대해 관심을 갖도록 한다. 기체가 입자로 구성되어 있다는 사실을 알고, 기체의 확산, 증발 등의 현상을 관찰하여 입자의 운동을 이해하도록 한다. 또한 압력 및 온도에 따른 기체의 부피 변화를 입자의 운동 상태 변화로 설명하고 이를 실생활 현상과 관련짓도록 한다.

[9과04-01] 기체의 확산 또는 증발 현상을 관찰하여 입자가 운동하고 있음을 알고, 이를 입자 모형으로 표현할 수 있다.

[9과04-02] 기체의 압력을 입자의 운동으로 설명할 수 있다.

[9과04-03] 압력과 기체의 부피의 관계를 입자 모형으로 해석하고, 관련된 실생활의 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.

[9과04-04] 온도와 기체의 부피의 관계를 입자 모형으로 해석하고, 관련된 실생활의 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 압력과 기체의 부피 관계 탐구하기
- 온도와 기체의 부피 관계 탐구하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과04-01] 물질이 입자로 구성되어 있다는 것을 경험할 수 있는 확산, 증발 현상을 통해 물질이 입자로 구성된다는 개념을 도입한다. 증발과 확산을 입자의 운동을 설명할 때 분자 개념을 도입하지는 않는다. 분자 개념은 ‘물질의 구성’에서 다룬다.

[9과04-03] 공식을 도입하여 설명하기보다는 실험 또는 자료해석을 통해 현상을 살펴봄으로써 압력을 가하면 기체의 부피가 줄어들고 압력을 줄이면 부피가 늘어나는 것을 이해하도록 한다.

[9과04-04] 공식을 도입하여 설명하기보다는 실험 또는 자료해석을 통해 현상을 이해하도록 하며, 기체의 압력, 온도, 부피 사이의 관계를 동시에 다루지 않도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 입자의 운동(증발, 확산), 기체의 압력, 기체의 압력과 부피의 관계, 기체의 온도와 부피의 관계

#### (나) 교수 학습 방법(전략) 및 유의사항

기체의 성질에 대하여 입자모형을 이용하여 토의할 수 있고, 기체의 부피와 압력, 부피와 온도의 관계를 실험을 통하여 확인하게 할 수 있다. 또한 기체의 온도와 부피, 압력과 부피에 관련된 자료를 분석하게 하여 기체의 성질을 확인할 수 있다. ‘기체의 성질’은 초등학교 5~6학년군의 ‘온도와 열’, ‘여러 가지 기체’의 후속 학습이며, 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 상태변화’ 단원과 연계된다.

#### (다) 평가

기체의 성질에 대한 개념을 모형 또는 그림으로 표현하게 하여 평가할 수 있고, 실험을 실시할 경우 실험보고서 평가를 할 수 있으며 체크리스트를 통하여 실험 과정에 임하는 태도를 평가할 수 있다.

### (5) 물질의 상태 변화

물질의 상태와 상태 변화의 특징을 관찰, 측정, 자료 해석, 실험 등을 통해 과학적으로 탐구하도록 한다. 물질의 세 가지 상태의 특징을 입자모형을 통해 설명하도록 한다. 또한 입자 배열의 차이로 기화, 액화, 응고, 융해, 승화와 같은 여러 가지 상태 변화를 설명하도록 한다. 순물질을 가열 및 냉각시키는 실험을 통하여 상태 변화가 일어날 때 온도가 일정하게 유지됨을 관찰하여 물질의 상태 변화 과정에서 열이 출입한다는 사실을 설명하도록 한다.

[9과05-01] 물질의 세 가지 상태의 특징을 입자 모형으로 이해하고, 여러 가지 물질의 상태 변화를 관찰하여 상태 변화 시 물질의 성질이 변하지 않음을 설명할 수 있다.

[9과05-02] 상태 변화 시 관찰되는 현상을 입자 배열의 차이로 설명하고, 이를 입자 모형으로 표현 할 수 있다.

[9과05-03] 액체 상태 순물질의 가열 곡선과 냉각 곡선을 해석하여 끓는점과 어는점을 찾을 수 있다.

[9과05-04] 상태 변화와 열에너지의 관계를 이해하고, 상태 변화 과정에서 출입하는 열이 생활에 이용되는 사례를 찾고 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 물질의 상태가 변할 때 나타나는 현상을 관찰하기
- 액체 상태 순물질을 가열, 냉각하여 온도 변화 관찰하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과05-03] 순물질과 혼합물의 끓는점과 어는점을 비교하여 이들이 물질의 특성이 될 수 있음을 아는 것은 후속 단원인 중학교 1~3학년군 ‘물질의 특성’에서 다루므로, 이 성취기준에서는 상태변화가 일어나는 동안 온도가 일정하게 유지되는 것을 관찰하여 끓는점과 어는점 용어를 도입하는 수준에서 다룬다. 또한 여러 가지 물질의 끓는점을 제시하거나 비교하는 것은 포함하지 않는다.

- 주요 학습 요소 : 세 가지 상태, 기화, 액화, 융해, 응고, 승화, 상태 변화, 끓는점, 녹는점/어는점, 상태 변화와 열에너지 출입

#### (나) 교수 학습 방법(전략) 및 유의사항

물질의 세 가지 상태와 상태 변화를 모형을 이용하여 이해하고, 과학적 근거를 들어 토의하게 할 수 있다. 물과 같은 액체 상태의 순물질을 가열 또는 냉각하는 실험을 실시한 후 관찰한 온도 변화를 그

그래프로 나타내거나 주어진 그래프를 해석하여 끓는점과 어는점을 확인하도록 할 수 있다. ‘물질의 상태 변화’는 초등학교 3~4학년군의 ‘물의 상태 변화’, ‘물의 순환’과 5~6학년군의 ‘온도와 열’의 후속 학습이며, 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 특성’ 단원과 연계된다.

#### (다) 평가

물질의 세 가지 상태의 특징을 입자 모형으로 표현하게 하여 과학적 개념의 형성 여부를 평가할 수 있다. 특히 형성 평가를 시행하는 경우, 물질의 상태와 관련된 오개념을 진단함으로써 수업의 개선에 활용할 수 있다. 상태 변화 실험 또는 액체 상태 순물질의 가열·냉각 실험을 실시한 후 실험 보고서 평가를 실시할 수 있으며 체크리스트를 통하여 실험 과정에서 실험에 임하는 태도를 평가할 수 있다.

#### (6) 빛과 파동

물체를 보는 과정을 빛의 경로와 관련하여 이해하도록 하고, 일상생활에서 사용되는 렌즈와 거울을 통하여 빛에 대한 이해를 하도록 한다. 물체의 여러 가지 색깔은 빛의 삼원색이 다양한 조합으로 합성되어 만들어지며, 거울이나 렌즈는 빛의 경로를 변화시켜 유용하게 활용하는 예임을 이해하도록 한다. 또한 빛과 소리를 파동이라는 개념으로 통합적으로 이해할 수 있도록 한다.

[9과06-01] 광원에서 출발한 빛이 물체에 반사되어 눈에 도달하여 물체를 볼 수 있게 됨을 설명할 수 있다.

[9과06-02] 빛의 삼원색으로 물체의 색이 다양하게 합성됨을 관찰하고, 영상장치에서 색이 표현되는 원리를 설명할 수 있다.

[9과06-03] 여러 가지 거울과 렌즈를 통해 나타나는 상을 관찰하여 거리에 따라 달라지는 상의 특징을 비교하고, 평면거울에서 상이 생기는 원리를 이해할 수 있다.

[9과06-04] 파동의 종류를 횡파와 종파로 구분하고, 파의 진폭, 진동수, 파형으로 소리의 세기, 높낮이, 맵시를 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 컴퓨터 모니터에서 빛의 합성 탐구하기
- 거울과 렌즈를 통해 나타나는 상의 특징 관찰하기
- 빛이나 파동 현상이 활용되는 예를 찾아보기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과06-03] 여러 가지 거울은 볼록 거울과 오목 거울 그리고 평면거울만을, 여러 가지 렌즈는 볼록 렌즈와 오목 렌즈만을 취급한다. 물체와 렌즈, 물체와 거울 사이의 거리에 따라 달라지는 상을 관찰하고 그 특징을 비교하도록 한다. 상의 작도는 지양하며, 상이 생기는 원리는 평면거울만 이용하여 다룬다. 허상과 실상의 개념은 도입은 하지 않는다.

- 주요 학습 요소 : 물체를 보는 과정, 빛의 합성, 빛의 삼원색, 반사, 굴절, 상, 파동의 발생, 파동의 종류, 진폭, 진동수, 파형

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

학생들이 직접 관찰하거나 간단하게 해볼 수 있는 다양한 활동을 마련하고, 빛의 성질을 이용한 다양한 장난감이나 실험관찰 도구를 활용할 수 있도록 함으로써 학생들이 빛과 파동에 대한 호기심을 유지할 수 있도록 한다. ‘빛과 파동’은 초등학교 3~4학년군의 ‘거울과 그림자’, 5~6학년군의 ‘빛과 렌즈’, 고등학교 물리학 I, II의 ‘파동’과 연계된다.

#### (다) 평가

거울에 비친 자신의 모습을 보는 것과 같은 예를 제시하고 빛의 경로를 이용하여 물체를 보는 과정을 설명하도록 함으로써 물체를 보는 과정에 대한 이해를 평가할 수 있다. 여러 가지 거울과 렌즈에 의한 상의 모습에 관한 이해는 상을 작도하는 방법을 지양하고 물체와의 거리를 다르게 했을 때 보이는 상의 모습을 말로 간단히 설명하게 하거나 글 또는 그림으로 나타내게 하는 방법으로 평가할 수 있다.

### (7) 과학과 나의 미래(통합)

과학과 관련된 직업의 종류와 그 직업에 필요한 역량을 파악함으로써 진로 선택을 위한 기본적인 소양을 갖추도록 한다. 과학 분야를 포함한 다양한 분야의 직업이 과학과 어떤 관련성을 갖는지를 이해하여 과학의 중요성과 유용성을 이해하도록 한다. 또한 미래 사회에서의 직업의 변화를 예측하여 과학이 나의 미래에 미치는 영향을 알도록 한다.

[9과07-01] 과학과 관련된 직업의 종류와 하는 일을 조사하고, 그 직업에 필요한 역량에 대해 토의할 수 있다.

[9과07-02] 현대사회 다양한 직업이 과학과 어떤 관련성이 있는지 예를 들어 설명하고, 미래 사회에서의 직업의 변화를 토론할 수 있다.

### <탐구활동>

- 나의 미래 직업 발표하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[9과07-02] 과학과 직접적으로 관련된 직업에서의 과학의 역할 뿐 아니라 기술, 공학, 사회, 예술, 문학 분야 등의 직업에서도 과학이 중요한 역할을 하고 있음을 포함하여 다루도록 한다.

- 주요 학습요소 : 과학과 진로, 현재와 미래의 직업

#### (나) 교수 학습 방법 및 유의사항

학생들에게 과학 관련 진로와 관련된 실제적인 경험을 제공하고 진로 인식 및 선택 역량의 함양을 도모하기 위하여 직업군별 탐방 활동 보고서나 자료 조사 보고서를 바탕으로 직업군의 특성에 배해 발표하고 토론할 수 있다. 현대 사회의 다양한 분야의 직업과 미래 사회를 이끌어가는 과학의 역할을 인식할 수 있도록 하여 사회에서의 과학의 역할과 과학의 중요성을 이해하도록 하여 과학 학습에 대한 동기를 가질 수 있도록 지도한다.

#### (다) 평가

과학 관련 다양한 직업에 대한 탐색 활동과, 미래 직업에 대한 예측 활동에 대한 과정과 결과를 포함하는 포트폴리오 평가를 할 수 있다.

### (8) 물질의 구성

모든 물질은 원소로 구성됨을 이해하고, 원자의 구성과 이온의 형성 과정을 모형을 통해 설명할 수 있도록 한다. 이온의 형성 과정에서 이온이 전하를 띠는 원리를 이해하도록 하고, 원자와 분자의 개념을 이해하여 원소와 간단한 분자를 원소 기호로 나타낼 수 있도록 한다.

[9과08-01] 모든 물질은 원소로 이루어져 있음을 이해하고 실험을 통해 원소의 종류를 구별할 수 있다.

[9과08-02] 원자는 원자핵과 전자로 구성됨을 설명할 수 있다.

[9과08-03] 원자, 분자의 개념을 구별하고, 대표적인 원소와 간단한 분자를 원소 기호로 표현할 수 있다.

[9과08-04] 이온의 형성 과정을 모형과 이온식으로 표현하고, 이온이 전하를 띠고 있음을 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 불꽃 반응 등의 실험하기
- 모형을 사용하여 원자 나타내기
- 이온이 전하를 띠고 있음을 확인할 수 있는 탐구 활동하기
- 간단한 앙금 생성을 통해 이온의 존재 확인하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[9과08-01] 불꽃 반응 실험의 경우 원소의 불꽃 반응색을 주로 다룬다. 스펙트럼에 대한 개념과 용어를 도입하여 고등학교 통합 과학의 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 것을 다룰 때 기초 개념이 될 수 있도록 한다.

[9과08-02] 원소의 원자핵의 구성에서 양성자의 개수와 중성자의 개수를 구체적으로 다루지 않으나, 원자핵이 양성자와 중성자로 구성되어 있음을 언급할 수 있다.

[9과08-04] 원자가 전기적으로 중성을 띠는 원리를 중심으로 원자핵과 전자가 전하의 종류가 다름을 주로 다룬다.

- 주요 학습요소 : 원소, 원자, 분자, 원소 기호, 이온

(나) 교수 학습 방법(전략) 및 유의사항

원소를 구별하는 실험을 통하여 원소마다 특징이 다르다는 것을 확인할 수 있도록 하며, 원자 모형을 통하여 원자에 대한 기본 개념이 형성될 수 있도록 한다. 원소 기호에 대한 역사와 기호의 기원에 대하여 자료를 조사하여 발표하게 할 수 있으며, 또한 원소 기호를 익히는 다양한 방법을 고안하게 할 수 있다. 이온이 우리 생활에서 쓰이는 예를 찾아 토의하게 할 수 있다. ‘물질의 구성’은 5~6학년군의 ‘용해와 용액’, 중학교 1~3학년군의 ‘기체의 성질’, ‘물질의 상태 변화’의 후속 학습으로 중학교 1~3학년군의 ‘화학 반응에서의 규칙과 에너지 변화’와 연계된다.

(다) 평가

불꽃 반응 실험과 같은 금속 원소를 구별하는 실험을 수행하는 실험보고서 평가를 실시할 수 있고, 체크리스트를 통하여 실험 과정에 임하는 태도를 평가할 수 있다. 원소 기호의 기원과 원소의 특징에 대한 조사 활동을 수행하고 이를 정리하여 발표하게 할 수 있다.

(9) 전기와 자기

물질을 구성하는 기본 단위인 원자 모형을 이용하여 주변의 물체가 대전되는 현상과 정전기 유도

현상에 대한 원리를 이해할 수 있도록 한다. 전기회로에서 전하의 일정한 흐름을 만드는 전지의 역할을 이해하고 이를 기반으로 전압과 전류의 관계를 추론할 수 있도록 한다. 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘의 원리를 이용하여 전동기를 제작할 수 있도록 한다.

[9과09-01] 물체가 대전되는 현상이나 정전기 유도 현상을 관찰하고 그 과정을 전기력과 원자 모형을 이용하여 설명할 수 있다.

[9과09-02] 전기회로에서 전지가 전자의 이동을 지속적으로 유지하게 하여 전류가 형성됨을 모형을 이용하여 설명할 수 있다.

[9과09-03] 저항, 전류, 전압 사이의 관계를 실험을 통해 알고, 일상생활에서 저항의 직렬연결과 병렬연결의 쓰임새를 조사하여 비교할 수 있다.

[9과09-04] 전류의 자기작용을 관찰하고 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 받는 힘을 이용하여 전동기의 원리를 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 마찰 전기를 이용하여 정전기 유도 현상 실험하기
- 저항, 전류, 전압 사이의 관계 실험하기
- 전류가 흐르는 코일 주위에 생기는 자기장 관찰하기
- 간이 전동기 만들기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과09-02] 전지 내부의 구조와 전지 내부에서의 화학 반응에 초점을 두기 보다는 전지가 전압을 일정하게 유지시키는 역할을 하여, 이로 인해 전류가 형성되는 것과 전압과 전류의 비례 관계에 대한 이해에 강조를 두도록 한다.

[9과09-04] 전류의 방향이 바뀜에 따라, 또한 자기장의 방향이 바뀜에 따라 힘의 방향이 바뀌는 것을 관찰하는 것에만 중점을 두고 오른손 법칙이나 왼손 법칙 등을 이용하여 힘의 방향을 찾는 활동은 지양한다.

- 주요 학습 요소 : 전기력, 원자모형, 대전, 정전기유도, 전기회로, 전압, 전류, 저항, 자기장, 전동기

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

학생들에게 물체가 대전되는 과정과 정전기 유도 현상을 전기력과 원자모형을 사용하여 설명하도록 장려한다. 저항, 전류, 전압의 관계를 다룰 때는 합성 저항을 정량적으로 계산하는 데 초점을 두지 않

도록 하며, 특히 혼합 연결 회로에서 전류와 전압의 계산 등을 지양한다. 전동기 만들기 활동에서는 전동기의 설계나 제작이 끝난 후나 제작 도중에 학생 자신이 만든 전동기의 작동 원리를 설명해 보도록 한다. ‘전기와 자기’ 단원은 초등학교 3~4학년군의 ‘자석의 이용’, 5~6학년군의 ‘전기의 이용’, 고등학교 통합과학의 ‘환경과 에너지’, 고등학교 물리학 I, II의 ‘전기’ 단원과 연계된다.

(다) 평가

검전기와 플라스틱 막대, 텔가죽을 이용하여 실험하게 한 후 마찰과 정전기 유도, 이들을 통한 대전, 전기력 각각에 대하여 설명하거나 글을 쓰는 방법으로 평가할 수 있다. 저항, 전류, 전압의 관계에 관한 이해 또한 실제 실험 과정에서 평가할 수 있으며, 전원 장치, 저항, 전류계, 전압계로 회로를 구성하는 것도 평가에 포함되도록 유의한다. 전동기 만들기 활동에서는 전동기의 회전 모습을 관찰하고 이 때 작용하는 힘의 방향을 올바르게 설명할 수 있는지 평가할 수 있다.

(10) 기권과 날씨

기권의 층상 구조를 알고, 온실효과와 지구 온난화를 이해하도록 한다. 또한 구름, 바람, 강수 등 날씨변화의 원리와 과정을 알 수 있도록 한다. 학생들이 일상생활에서 경험한 날씨 변화를 이해함으로써 기권의 변화에 대한 흥미와 호기심을 가질 수 있도록 한다.

[9과10-01] 기권을 이루는 각 층의 특징을 이해하고, 온실효과와 지구 온난화를 복사 평형의 관점으로 설명할 수 있다.

[9과10-02] 상대 습도, 단열 팽창 및 응결 현상의 관계를 이해하고, 구름의 생성과 강수과정에 대해 설명할 수 있다.

[9과10-03] 기압의 개념을 알고, 바람이 부는 이유를 설명할 수 있다.

[9과10-04] 기단과 전선의 개념을 이해하고, 고기압과 저기압에서의 날씨를 일기도를 활용하여 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 복사평형 실험하기
- 구름 발생 실험하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과11-03] 바람은 지표의 차등 가열에 의해 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 발생함을 중심으로 다

루고, 기존에 다루었던 대기 대순환은 지구과학 I의 ‘생동하는 지구/유체 지구의 변화’에서 다룬다.

- 주요 학습 요소 : 기권의 층상구조, 온실효과, 지구온난화, 복사평형, 단열팽창, 응결, 상대습도, 구름 생성, 강수, 기압, 바람, 기단, 전선, 고기압, 저기압, 일기도

#### (나) 교수-학습 방법 및 유의사항

기권의 높이에 따른 기온분포를 그래프로 그려보게 하는 활동을 함으로써 기권이 층상 구조로 이루어져 있음을 이해하도록 한다. 복사평형, 단열팽창, 바람의 생성, 전선의 형성은 실험을 통해 이해하도록 한다. 기권과 우리생활 단원은 초등학교 5~6학년군의 ‘날씨와 우리 생활’ 단원과 연계되며, 고등학교 통합과학의 ‘생태계와 환경’, 고등학교 지구과학 I의 ‘생동하는 지구/유체 지구의 변화’ 지구과학 II의 ‘대기와 해양의 상호작용’ 단원과 연계된다.

#### (다) 평가

복사평형, 단열팽창, 바람의 생성, 전선 형성 실험은 실험보고서로 작성하여 평가에 반영할 수 있다. 또, 실험 과정에 대한 협동성 및 실험 기구 조작 기능 등을 관찰하거나 내용을 서술하도록 하여 평가에 반영할 수 있다.

### (11) 식물과 에너지

식물이 생명활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 양분을 스스로 만들고, 양분을 이용하여 에너지를 얻는 방법을 이해함으로써 식물이 에너지를 얻는 과정에 대한 호기심을 갖도록 한다. 광합성이 일어나는 장소, 광합성에 필요한 물질, 광합성으로 생성되는 물질과 광합성 결과 생성된 양분을 사용하여 에너지를 얻는 호흡 과정을 학습함으로써 광합성과 호흡의 관계를 이해하도록 한다.

[9과11-01] 식물이 생명활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 양분을 만드는 광합성 과정을 실험을 통해 이해하고, 광합성에 영향을 미치는 요인과의 관계를 설명할 수 있다.

[9과11-02] 광합성에 필요한 물의 이동과정을 알고, 잎의 증산작용을 광합성과 관련지어 설명할 수 있다.

[9과11-03] 광합성 산물의 전환, 저장, 사용 과정을 이해하고, 전체 과정을 표현할 수 있다.

[9과11-04] 식물의 호흡을 이해하고, 식물의 호흡과 광합성의 관계를 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 광합성이 일어나는 장소와 산물 확인하기

- 광합성에 영향을 미치는 환경 요인 알아보기
- 공변세포 관찰하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과11-02] 물의 이동 과정이나 증산작용의 원리를 다루기보다는 광합성에 필요한 물이 잎까지 이동하는 원동력의 하나로 증산작용이 일어난다는 것을 중심으로 이해하도록 한다.

[9과11-03] 광합성 결과 얻은 양분이 전환되고, 이동하여 저장되고 사용되는 전체적인 과정 중심으로 이해하도록 한다.

[9과11-04] 식물의 호흡 과정을 설명하면서 생명활동에 필요한 에너지를 얻는 과정이 호흡이며, 이에 필요한 물질이 광합성 과정을 통해 생성되었다는 것을 이해하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 광합성에 필요한 물질, 광합성 산물, 광합성에 영향을 미치는 요인, 물의 이동과 증산작용, 광합성 산물의 저장과 사용, 식물의 호흡과 광합성의 관계

(나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

광합성이 일어나는 장소와 광합성에 필요한 물질, 생성되는 물질은 검정말을 이용한 탐구 활동을 통해 알 수 있다. 광합성 산물의 이동과 저장, 사용 과정은 모형을 이용하기에 알맞고 광합성과 호흡의 관계는 글쓰기나 토론을 통한 협동학습을 할 수 있다. ‘식물과 에너지’는 초등학교 3~4학년군의 ‘식물의 한 살이’, 5~6학년군의 ‘식물이 구조와 기능’과 연계되며 고등학교 생명과학 II ‘광합성과 세포호흡’과 연계된다.

(다) 평가

광합성이 일어나는 장소, 필요한 물질, 생성 물질, 증산 작용에 대한 탐구를 보고서 평가나 실험 과정 평가, 결과 발표 평가 등 다양한 수행 평가를 실시할 수 있다. 광합성과 호흡의 관계에 대한 과학 글쓰기, 조별 토론 과정과 결과에 대한 평가를 실시할 수 있다.

(12) 동물과 에너지

세포로 이루어진 우리 몸이 조직과 기관을 이루는 유기적 구성 단계와 각 기관들이 모인 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계가 어떻게 작동하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻어 살아가는지 이해함으로써 사람의 대사과정에 대한 호기심을 갖도록 한다. 또한 우리가 먹은 음식물이 소화 기관을 지나면서 영양소로 분해되고 흡수되어 순환 기관을 통해 온 몸으로 전달되며, 이러한 영양소가 호흡 기관을 통해 받아들인 산소에 의해 분해됨으로써 생명활동에 필요한 에너지를 얻게 되는 과정을 이해하도록 하며, 이 과정에서 만들어진 노폐물을 배설기관을 통해 몸 밖으로 내보내는 과정이 서로 유기적으로 연관되

어 있음을 알 수 있도록 한다.

[9과12-01] 생물의 유기적 구성 단계를 설명할 수 있다.

[9과12-02] 음식물이 소화되어 영양소가 흡수되는 과정을 소화 효소의 작용과 연관 지어 설명할 수 있다.

[9과12-03] 순환계의 구조와 기능을 이해하고, 혈액의 순환 경로를 설명할 수 있다.

[9과12-04] 호흡 기관의 구조와 기능을 이해하고, 호흡 운동의 원리를 모델을 사용하여 설명할 수 있다.

[9과12-05] 배설 기관의 구조와 기능을 알고, 노폐물이 배설되는 과정을 설명할 수 있다.

[9과12-06] 동물이 세포호흡을 통해 에너지를 얻는 과정을 소화, 순환, 호흡, 배설과 연관 지어 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 영양소 검출하기
- 소화 작용 실험하기
- 혈액 관찰하기
- 소화, 순환, 호흡, 배설의 관계 역할 놀이하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과12-01] 세포에서 개체에 이르는 생물의 유기적 구성 단계는 이후 학습할 동물의 기관계를 중심으로 다루며 너무 많은 예를 들어 언급하지 않도록 한다.

[9과12-02] 음식물은 소화 기관을 지나는 동안 분자량이 큰 영양소가 작은 영양소로 분해되는 과정에서 소화 효소는 아밀레이스, 펩신, 트립신, 라이페이스 등 대표적인 몇 가지만 다루고 효소의 역할에 자세한 학습은 통합과학의 “생명시스템” 단원에서 다룬다.

- 주요 학습 요소 : 생물의 구성 단계, 영양소, 소화, 소화 효소, 순환계, 호흡계, 배설계의 구조와 기능, 소화, 순환, 호흡, 배설의 관계

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

영양소 검출, 침의 작용, 혈액의 관찰 등을 탐구 실험 활동을 할 수 있다. 호흡 운동의 원리는 흥강의 모형 만들기를 통한 호흡 운동을 이해하는 수업을 한다. 소화, 순환, 호흡, 배설의 유기적 관계를 역할 놀이를 통해 학습할 수 있다. 각 기관계의 구조 관찰 등을 해부보다는 가급적 모형이나 멀티미디

어 자료 등을 활용하고, 생명 존중의 태도를 갖는다. ‘동물과 에너지’는 초등학교 5~6 학년 군의 ‘우리 몸의 구조와 기능’, 생명과학 I ‘사람의 물질대사’와 연계된다.

#### (다) 평가

영양소 검출, 침의 작용, 혈액 관찰 등 탐구 실험은 보고서 평가와 실험 과정에 대한 관찰 평가를 할 수 있다. 호흡 운동의 원리는 흥강 모형을 이용한 들숨, 날숨에 따른 우리 몸의 변화 과정의 서술 평가 실시할 수 있다. 소화, 순환, 호흡, 배설의 유기적 관계 역할 놀이는 각 담당 기관계의 역할에 대한 창의적으로 표현력을 평가할 수 있다.

#### (13) 물질의 특성

순물질과 혼합물의 개념을 이해하여 우리 주변에서 볼 수 있는 여러 물질을 구별할 수 있도록 한다. 밀도, 용해도, 끓는점, 어는점 등이 물질의 특성이 될 수 있음을 알고, 이러한 특성을 이용하여 다양한 혼합물을 분리하는 실험을 수행하도록 한다. 혼합물을 분리가 사용되는 우리 주변의 예를 통해 과학 원리와 일상 생활과의 관련성을 이해하고 과학의 유용성을 이해하도록 한다.

[9과13-01] 우리 주변에서 볼 수 있는 여러 물질들을 순물질과 혼합물로 구별할 수 있다.

[9과13-02] 밀도, 용해도, 끓는점, 어는점이 물질의 특성이 될 수 있음을 설명할 수 있다.

[9과13-03] 끓는점 차를 이용하여 종류의 원리를 이해하고 우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명할 수 있다.

[9과13-04] 밀도차를 이용하여 고체 혼합물 또는 섞이지 않는 액체 혼합물을 분리하는 원리를 이해하고, 우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명할 수 있다.

[9과13-05] 재결정, 크로마토그래피의 방법으로 혼합물을 분리하는 원리를 이해하고, 활용하는 예를 찾아 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 다양한 물질의 특성 측정하고 비교하기
- 혼합물을 다양한 방법으로 분리하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과13-05] 크로마토그래피를 이용한 혼합물의 분리 방법을 다룰 때 현상을 설명하는 개념도입 수준으로만 다룬다. 시료의 이동 거리와 전개 용매의 이동 거리를 이용한 설명은 정성적

- 으로만 다루도록 한다.
- 주요 학습 요소 : 순물질, 혼합물, 끓는점, 어는점, 용해도, 증류, 밀도, 재결정, 크로마토그래피

#### (나) 교수 학습 방법 및 유의사항

우리 주변에서 볼 수 있는 물질을 조사하여 순물질과 혼합물로 분류하는 활동을 하도록 할 수 있고, 몇 가지 순물질과 혼합물의 끓는점, 어는점 등을 측정하고 이를 비교하여 끓는점, 어는점 등이 물질의 특성임을 설명하게 할 수 있다. 실험 결과를 바탕으로 혼합물을 효과적으로 분리하는 실험 수행하게 할 수 있다. ‘물질의 특성’은 3~4학년군의 ‘물질의 성질’, ‘혼합물의 분리’, 5~6학년군 ‘용해와 용액’의 후속 학습이다.

#### (다) 평가

순물질과 혼합물의 끓는점, 어는점을 측정하는 실험과 혼합물을 분리하는 실험에 대하여 실험보고서 평가를 실시하고 체크리스트를 통하여 실험 과정에 임하는 태도를 평가할 수 있다. 우리 주변에서 활용되고 있는 혼합물의 분리의 예와 순물질과 혼합물의 분류 활동 자료를 발표하는 활동도 가능하다.

### (14) 수권과 해수의 순환

수권의 구성과 특성을 알고, 자원으로서의 물의 소중함에 대해 이해하도록 한다. 또한 수온, 염분으로 나타나는 해수의 특성을 이해하고 우리나라 주변 해류에 대해 설명할 수 있도록 한다. 학생들이 관련 자료 조사 및 해석활동을 통하여 수자원 형태 및 활용에 대한 관심을 갖도록 한다.

[9과14-01] 지구상의 해수, 담수, 빙하의 분포와 활용 사례를 조사하고, 자원으로서 물의 가치에 대해 토론한다.

[9과14-02] 수온에 따른 해수의 연직 분포와 염분비 일정의 법칙을 통해 해수의 특성을 설명할 수 있다.

[9과14-03] 해류 발생의 원리를 알고, 우리나라 주변 해류의 종류와 특성을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 수자원과 관련된 다양한 자료 조사하여 발표하기
- 수온에 따른 해수의 연직 분포 실험

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과14-01] 자원으로서의 물의 가치에서는 지하수의 가치 및 활용 방안 및 예시를 포함하여 다루도록 한다.

[9과14-03] 해수의 순환은 지구상에 대규모의 순환이 일어나고 있다는 수준에서 다루도록 하고 표층 순환, 심층 순환은 고등학교 지구과학 I의 ‘해수의 성질과 순환’ 지구과학 II의 ‘해수의 운동과 순환’ 단원에서 다루도록 한다.

– 주요 학습 요소 : 수권, 해수의 층상구조, 염분비 일정의 법칙, 해류의 발생, 우리나라 주변 해류

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

학생들 스스로 수권의 다양한 특성과 관련된 최근 자료를 검색하여 협업과정을 통하여 자료를 만들고 토론 자료 분석 및 발표 과정을 경험하도록 한다. 본 단원은 초등학교 3~4학년군의 ‘지표의 변화’ 고등학교 통합과학의 ‘지구 시스템’, 고등학교 지구과학 I의 ‘해수의 성질과 순환’ 지구과학 II의 ‘해수의 운동과 순환’ 단원과 연계된다.

#### (다) 평가

프로젝트 학습을 통한 다양한 형태의 발표 자료로 평가하는 경우 과학적 내용 포함 여부 및 완성도, 협동성을 과정 평가할 수 있다. 조별 발표 활동의 경우는 발표 내용에 대해 의사소통하고 참여하려는 태도를 평가할 수 있다.

### (15) 열과 우리 생활

온도 차이가 나는 두 물체를 접촉시키면 열평형에 도달할 때까지 고온의 물체에서 저온의 물체로 에너지가 이동하는데, 이 때 이동하는 에너지가 열이라는 것을 알도록 하여 열과 온도를 구분할 수 있도록 한다. 물체의 온도 차이는 물체를 구성하는 입자의 운동으로 이해할 수 있으며 또한 물질의 종류에 따라 열을 받아들이는 정도가 다르고, 물질을 구성하는 입자가 차지하는 부피는 온도에 따라 달라짐을 알 수 있도록 한다.

[9과15-01] 물체의 온도 차이를 구성 입자의 운동 모형으로 이해하고, 냉난방 기구의 효율적 사용에 대하여 열의 이동 방법과 관련하여 조사하고 토의할 수 있다.

[9과15-02] 온도가 다른 두 물체가 열평형에 도달하는 과정을 시간—온도 그래프를 이용하여 설명할 수 있다.

[9과15-03] 물질에 따라 비열과 열팽창 정도가 다름을 탐구를 통해 알고, 이를 활용한 예를 설명할 수 있다.

### <탐구활동>

- 효율적인 단열 방법 찾기
- 질량이 같은 두 물체의 비열 비교하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과15-02] 열의 이동 방법인 전도, 대류, 복사를 모두 다룰 수 있도록 다양한 냉난방 기구를 취급한다.

- 주요 학습 요소 : 온도, 열의 이동, 열평형, 비열, 열팽창

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

냉난방 기구의 효율적 사용이나 비열과 열팽창의 활용에 대한 지도에서 학생들이 스스로 자료를 찾고 집단별로 발표할 수 있도록 하여 학생들이 적극적으로 수업에 참여할 수 있도록 한다. 실험을 실시하기 전에 화기나 뜨거운 물체를 사용할 때 발생할 수 있는 안전사고에 유의하도록 지도한다. 열의 이동 방법에 대한 개념 학습 중간이나 끝난 직후에 학생들 스스로 열의 이동에 대한 동영상을 찾아서 발표하도록 하거나, 전도와 대류에서 실제로 입자의 운동이 어떻게 일어나는지를 설명하는 그림을 그려 학생 자신의 이해를 표현할 수 있도록 권장한다. ‘열과 우리생활’은 초등학교 5-6학년군의 ‘온도와 열’, 고등학교 물리학 I의 ‘열과 에너지’와 연계된다.

#### (다) 평가

온도와 열의 의미를 이해하고 이를 구별하여 설명할 수 있는지에 관한 평가가 이루어지도록 한다. 온도가 다른 상태의 물체를 입자 모형으로 설명하게 하거나 전도, 대류의 열 이동 방법에 대한 이해 또한 물체를 구성하는 입자 모형으로 나타내도록 하여 평가할 수 있다. 비열의 개념은 겉보기 성질이 비슷한 미지의 물질을 가열할 때 온도 차이를 비교하여 이들이 서로 다른 물질임을 확인하는 수준으로 평가할 수 있다.

### (16) 재해·재난과 안전(통합)

재해·재난이 발생하는 과학적인 특성을 알고, 이러한 재해·재난이 일상생활에 미치는 영향과 안전한 생활에 과학의 역할이 중요하다는 것을 이해할 수 있도록 한다. 학생들이 여러 가지 재해·재난의 대처 방법을 숙지하여 안전한 생활을 할 수 있게 한다.

[9과16-01] 재해·재난 사례와 관련된 자료를 과학적으로 분석하여 그 원인과 피해에 대해 설명 할 수 있다.

[9과16-02] 재해·재난의 피해를 예방하기 위한 과학의 역할에 대해 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 대표적인 재해·재난 사례 조사하기
- 재해·재난의 피해를 줄이기 위한 실천 방안 발표하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과16-01] 화학물질 유출, 감염성 질병확산, 기상재해, 지진, 운송수단 사고와 같은 재해·재난의 원인을 과학적으로 분석하여 그 과정을 이해하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 재해·재난의 원인, 재해·재난의 대처

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

재해·재난의 사례를 조사는 인터넷 검색이나 관련 서적 등을 활용할 수 있으며, 재해·재난의 종류에 따라 구분하여 조사하도록 하고, 조사 보고서 작성, 발표 등의 과정이 잘 이루어지도록 한다. 대표적인 재해·재난 사례를 조사하는 활동은 대표적 사례를 정하는 것에서부터 발표 자료 작성에 이르기 까지 모둠 원들의 역할을 나누어 협동학습이 잘 이루어지도록 한다. 발표 활동에서는 내용에 대해 서로의 생각을 의사소통할 수 있는 시간을 확보하고 원리에 대해 토의함으로써 재해·재난의 과학적 원리를 이해할 수 있도록 한다.

(다) 평가

재해·재난 사례 조사를 위한 계획서 및 결과 보고서를 작성하여 이를 평가에 반영할 수 있다. 재해·재난의 피해를 줄이기 위한 실천 방안을 발표할 때는 발표 및 협동성을 관찰 평가할 수 있다. 조별 발표 활동의 경우는 발표 내용에 대해 의사소통하고 참여하려는 태도를 평가할 수 있다.

(17) 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

물질의 변화를 물리 변화와 화학 변화로 구분하여 이해하도록 한다. 화학 반응이 일어날 때 정량적인 관계가 성립한다는 것을 이해하고 이를 모형을 사용하여 설명하도록 한다. 또한 화학 반응에서 에너지 출입이 동반된다는 것을 관찰하도록 한다. 이를 통해 우리 삶과 밀접한 관련을 가지는 화학 반응의 본질에 대한 이해가 가능하다.

- [9과17-01] 물리 변화와 화학 변화를 구별하고, 화학 변화가 물질을 구성하는 입자의 배열이 달라지는 것임을 모형을 통해 설명할 수 있다.
- [9과17-02] 간단한 화학 반응을 화학 반응식으로 표현하고, 화학 반응식에서의 계수의 비를 입자 수의 비로 해석할 수 있다.
- [9과17-03] 질량 보존 법칙을 이해하고, 이를 모형을 사용하여 설명할 수 있다.
- [9과17-04] 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량에 관한 자료를 해석하여 일정 성분비 법칙을 설명할 수 있다.
- [9과17-05] 물의 전기 분해 등의 실험을 통해 기체가 관여하는 반응에서 반응물이나 생성물 간의 부피비가 간단한 정수비가 됨을 설명할 수 있다.
- [9과17-06] 화학 반응에서 에너지가 방출되는 것과 흡수되는 것을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내기
- 질량 보존 법칙 실험하기
- 일정 성분비 법칙 확인할 수 있는 탐구 활동하기
- 손냉장고 만들기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과17-07] 화학 반응에서 에너지가 방출되는 것과 흡수되는 것을 확인할 수 있는 손난로 만들기, 손냉장고 만들기 정도의 탐구 활동을 통해 모든 화학 반응은 에너지가 방출되거나 흡수되는 규칙이 있다는 것을 체험하도록 한다. 고등학교 통합 과학에서 다루는 화석 연료의 연소 반응에서의 열발생, 열효율, 중화 반응에서의 중화열 개념을 다루는 데 필요한 기초 개념이며, 에너지의 출입을 양적으로 다루는 것은 화학 I에서 다루므로 여기서는 다루지 않는다.

- 주요 학습 요소 : 물리 변화, 화학 변화, 화학 반응, 화학 반응식, 질량 보존 법칙, 일정 성분비 법칙, 기체 반응 법칙, 화학 반응에서의 에너지 출입(에너지를 방출하는 반응, 에너지를 흡수하는 반응)

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

학생들이 실험을 통하여 학습 내용을 이해하고, 적용할 수 있는 기회를 가질 수 있도록 하며 자료를 해석하여 토론을 하고, 그 결과를 밝힐 수 있도록 한다. 실험을 실시 할 때 완전히 안내된 실험을 제시하기보다 되도록 덜 구조화된 실험을 제시하여 학생들이 실험 과정에 대한 생각을 할 수 있도록 한다.

또한 실험 오차의 원인을 생각해 볼 수 있도록 한다. 토론을 진행할 때, 올바른 토론의 자세를 가질 수 있도록 하며, 과학적 근거에 의한 주장을 할 수 있도록 지도한다. 화학 반응이 우리 삶과 밀접한 연관을 갖는 것을 알 수 있도록 탐구 활동과 일상 생활에서의 이용을 연계하는 것도 필요하다. ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’는 고등학교 1학년의 ‘변화와 다양성’, ‘환경과 에너지’와 연계된다.

#### (다) 평가

일상생활에서 일어나는 물질의 변화를 조사하고, 이를 물리 변화와 화학 변화로 구별하여 발표하게 한다. 질량 보존 법칙을 확인하기 위한 실험, 물의 전기 분해 실험, 간단한 손난로 만들기나 손냉장고 만들기 등의 탐구 활동을 수행하고 화학 반응에서의 양적 관계와 규칙성을 찾는 실험 보고서 평가를 실시 할 수 있다. 모형을 이용하여 화학 반응의 양적 관계를 논증하게 할 수도 있다. 조사 발표 활동의 경우는 발표 내용에 대한 이해 정도, 의사소통 능력, 논증의 논리성, 태도 등을 평가할 수 있으며, 실험 보고서 평가의 경우 실험 수행 과정 및 태도를 함께 평가할 수 있다.

### (18) 태양계

지구와 달의 크기 측정 방법과 운동을 이해한다. 태양계의 행성을 구분하고 태양의 특징과 활동을 이해한다. 학생들이 지구와 달의 운동과 태양의 활동에 의해 우리의 일상생활이 변화한다는 것을 이해하여 태양계에 대한 호기심과 흥미를 가질 수 있도록 한다.

[9과18-01] 지구의 크기 측정 방법과 달의 크기를 측정 방법을 알고 그 크기를 구할 수 있다.

[9과18-02] 지구 자전에 의한 천체의 겉보기 운동과 지구 공전에 의한 별자리 변화를 설명할 수 있다.

[9과18-03] 달의 운동에 의해 나타나는 달의 위상 변화 및 조석, 일식, 월식을 설명할 수 있다.

[9과18-04] 태양계를 구성하는 행성을 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분하여 그 특징을 설명 할 수 있다.

[9과18-05] 태양 표면과 대기의 특징을 알고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향에 대해 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 지구와 달의 크기 측정 및 비교하기
- 망원경을 이용하여 태양 흑점 관측하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과18-03] 일식 월식을 기본적인 원리 설명 중심으로 다루고 작도 활동은 지양하도록 한다.

[9과18-04] 행성의 구분은 내행성과 외행성의 정의 및 지구형 목성형 행성의 분류 기준과 특징을 중심으로 다루고 행성의 시운동은 고등학교에서 다루도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 지구와 달의 크기, 지구의 자전과 공전, 달의 위상 변화, 일식과 월식, 목성형 행성과 지구형 행성, 태양의 활동

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

일식과 월식 현상은 모형으로 설명할 수 있고 태양·달·행성은 천체 망원경을 통해 관측하는 기회를 제공하도록 한다. ‘태양계’는 3-4학년군의 ‘지구의 모습’, 5-6학년군의 ‘계절의 변화’, ‘지구와 달의 운동’, ‘태양계와 별’ 고등학교 지구과학 II의 ‘행성의 운동’과 연계되어 학습하게 된다.

(다) 평가

지구의 자전과 공전에 의한 현상을 조사하여 보고서를 작성하고 이를 평가를 할 수 있다. 천체 망원경을 이용한 관찰 활동의 경우 망원경을 다루는 기능 및 참여하는 태도를 평가할 수 있다.

(19) 일과 에너지

여러 가지 물체의 운동 중에서 힘이 작용하지 않는 등속운동과 일정한 힘이 계속 작용하는 등가속운동을 구분하여 이해할 수 있도록 한다. 물체에 작용한 힘의 크기와 힘의 방향으로 이동한 거리를 곱한 일의 개념을 이용하여 자유낙하운동에서 일과 에너지의 관계를 도입한다. 마찰력이 없는 조건에서는 운동에너지의 증가 혹은 감소가 위치에너지의 감소 혹은 증가와 동일하다는 결과를 얻을 수 있음을 이해하도록 한다.

[9과19-01] 등속운동과 등가속운동의 차이를 이해하고, 자유낙하운동에서 물체마다 속력의 변화가 일정함을 설명할 수 있다.

[9과19-02] 일의 의미를 알고, 일의 원리를 지례를 이용하여 설명할 수 있다.

[9과19-03] 일과 에너지의 관계, 위치에너지와 운동에너지를 자유낙하운동에서 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 등속운동과 자유낙하운동에서 물체의 시간과 거리 관계 비교하기
- 동영상을 이용하여 낙하하는 물체의 운동 분석하기
- 지례를 이용한 일의 원리 실험하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과19-01] 본 성취기준의 목적은 운동의 분석이 아닌 중력가속도의 도입에 있다. 자유낙하운동에서 속력의 변화가 물체의 무게나 종류와 상관없이 9.8로 일정함을 실험을 통하여 확인함으로써 [9과19-03]에서 중력에 의한 물체의 위치에너지의 식  $9.8 mh$ 를 학습할 때 9.8이 단순한 비례상수가 아니라 중력가속도의 의미를 갖고 있음을 분명히 하기 위한 것이다. 또한 탐구 활동에서 자유낙하 운동의 시간과 낙하거리 관계를 탐구하도록 하는 이유는 [9과19-02]에서 일의 의미를 학습한 뒤 [9과19-03]에서 자유낙하운동에서 중력이 한 일이 운동에너지와 같음을 자연스럽게 도입하기 위함이다.

[9과19-02] 일의 원리를 설명하기 위해 지레를 적용할 때 2종 지레나 3종 지레는 다루지 않도록 하며, 빗면과 도르래 등의 도구도 도입하지 않도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 등속운동, 등가속 운동, 자유낙하운동, 일과 에너지, 일의 원리, 중력에 의한 위치에너지, 운동에너지

(나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

등속운동과 자유낙하운동의 차이점의 학습에서 학생들이 직접 실험을 통한 운동 분석을 하는 것은 지양하고, 공기의 마찰을 무시할 수 있는 상황에서 획득한 운동 데이터를 제시하여 이를 분석하는 활동을 통하여 알아낼 수 있도록 한다. 물체의 낙하 운동과 같은 상황이 구체적으로 주어졌을 때 물체에 작용하는 힘의 방향과 크기, 이동거리를 학생들이 스스로 분석하는 기회를 제공하고, 일의 의미와 일과 에너지의 관계를 통합적으로 이해할 수 있도록 다양한 교수 방법을 활용한다. 자유낙하 동영상은 인터넷에서 쉽게 구할 수 있으므로 이를 적극 활용하여 물체의 종류나 무게와 상관없이 동일한 속력의 증가가 있음을 강조한다. ‘일과 에너지’는 초등학교 5–6학년군의 ‘에너지와 생활’, 고등학교 통합과학의 ‘환경과 에너지’, 고등학교 물리학 I, II의 ‘일과 에너지’와 연계된다.

(다) 평가

등속운동과 등가속운동인 자유낙하운동에 관한 이해는 운동을 기록한 여러 자료들을 해석해 보게 하는 방법으로 평가할 수 있다. 학생들이 일의 원리에 관한 개념 이해 또한 지레를 통해 물체를 들어 올리는 실험을 한 후 작성한 결과 보고서를 검토하여 평가할 수 있으며, 실험 과정을 관찰하여 학생들의 탐구 능력과 과학적 사고력을 평가할 수 있다.

(20) 자극과 반응

인체에는 눈, 귀 코, 혀, 피부 감각기가 있으며, 이러한 감각기들은 시각, 청각, 후각, 미각, 평형 감각, 피부 감각 등 서로 다른 자극을 감지할 수 있음을 이해하도록 하며, 인체의 감각기와 신경에 대한

관심을 갖도록 유도한다. 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 이해함으로써 감각 기관에서 감지된 자극이 효율적으로 생물의 신경계에 전달될 수 있음을 이해하도록 한다. 신체로 전달된 서로 다른 자극이 신경계와 내분비계를 거쳐 자극에 대한 반응을 나타냄으로써 환경변화에 대처하여 몸을 최적의 상태로 유지시킬 수 있음을 이해하도록 한다.

[9과20-01] 눈, 귀, 코, 혀, 피부 감각기의 구조와 기능을 설명할 수 있다.

[9과20-02] 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 알고, 자극에서 반응이 일어나기까지의 경로가 자극의 종류에 따라 다름을 설명할 수 있다.

[9과20-03] 우리 몸의 기능 조절에 호르몬이 관여함을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 시각 관련 실험하기
- 자극에 대한 반응 실험하기
- 호르몬 관련 질병 조사하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과20-01] 감각기에 따라 감각하는 자극의 종류가 다르다는 것과 시각 관련 탐구 활동을 중심으로 자극이 뇌로 전달되는 경로를 이해하도록 한다.

[9과20-03] 우리 몸의 기능 조절에 관여하는 호르몬의 종류를 이해하기보다는 기능 조절에 호르몬이 관여한다는 사례를 조사하여 신경계와 함께 호르몬이 관여한다는 것을 이해하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 눈, 귀, 코와 혀의 구조와 기능, 피부 감각과 감각점, 뉴런과 신경계의 구조와 기능, 중추신경계와 말초신경계, 자극에서 반응하기까지의 경로, 자극에 대한 반응에 관여하는 호르몬의 역할

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

사람의 시각기, 청각기, 후각기, 미각기, 평형 감각기, 피부 감각기 등과 같은 감각기들이 서로 다른 자극을 감지한다는 것을 관찰을 통해 이해하도록 하며, 대표적인 시각 관련 활동을 활용하여 자극을 받아들여 뇌로 전달되는 과정을 이해하도록 지도한다. 뉴런이나 신경계의 구조와 기능은 추상적이므로 모형을 활용하거나 제작해 보는 활동을 통해 개념 이해를 높일 수 있다. 체내외의 환경으로부터 오는 자극이 신경에 전달되어 반응하기까지 과정을 실험을 통해 확인하고 자극에 따라 반응하는 경로가 차

이가 나타나는 이유에 대해 토의할 수 있다. 그리고 환경의 서로 다른 자극이 신체로 전달될 때, 우리 몸을 최적의 상태로 유지하는 것이 신경계는 물론 내분비계를 거쳐 자극에 대한 반응을 나타냄으로써 이루어진다는 것을 모형이나 비유 등을 활용하여 지도할 수 있다. 그리고 다양한 호르몬의 종류와 기능을 단순하게 소개하는 것을 지양하고, 우리 몸에서 일어나는 호르몬과 신경의 조절을 통한 항상성 유지 기능을 이해하는 데 초점을 둔다. ‘자극과 반응’은 5~6학년군의 ‘우리 몸의 구조와 기능’, 생명과학 I ‘항상성과 몸의 조절’과 연계된다.

#### (다) 평가

사람의 시각기, 청각기, 후각기, 미각기, 평형 감각기, 피부 감각기 등 서로 다른 자극을 감지할 수 있는 감각기들에 대한 이해 수준은 지필평가로 실시할 수 있으나 대표적인 시각 관련 활동을 활용하여 자극을 받아들이는 과정의 이해 정도는 보고서를 이용할 수 있다. 뉴런이나 신경계의 구조와 기능은 추상적이므로 모형을 활용이나 제작 활동은 산출물을 이용한 관찰 평가가 가능하다. 체내외의 환경으로부터 오는 자극이 신경에 전달되어 반응하기까지 과정을 실험을 통해 확인하고 자극에 따라 반응하는 경로가 차이가 나타나는 이유에 대해 토의하고 발표하도록 하는 토의 활동지 평가를 실시할 수 있다.

### (21) 생식과 유전

생물이 세포 분열 과정을 거쳐 생장하고 자손을 번식하는 데, 부모의 형질이 어떤 규칙에 의해 자손에게 전달되는지 이해하도록 하며, 사람이 유전 형질을 자손에게 전달한다는 것에 호기심을 갖도록 한다. 생물은 체세포 분열을 통해 세포의 수를 늘려 생장하고, 손상된 부분을 대체하며, 생식 세포 분열을 통해 생식 세포를 만들어 자손을 번식하는 과정을 이해할 수 있도록 한다. 이때 자손은 부모의 형질을 물려받는 유전의 기본 원리를 멘델 실험을 통해 알아내고 유전 법칙을 이해할 수 있도록 한다.

[9과21-01] 세포가 분열하는 이유를 개체의 성장과 관련지어 설명할 수 있다.

[9과21-02] 체세포 분열과 생식세포 분열의 특징을 염색체의 행동을 중심으로 설명할 수 있다.

[9과21-03] 수정란으로부터 개체가 발생되는 과정을 설명할 수 있다.

[9과21-04] 멘델의 유전 실험의 의의를 이해하여, 그 원리가 적용되는 여러 가지 유전 현상을 조사하여 발표할 수 있다.

[9과21-05] 사람의 유전 형질과 유전 연구 방법을 알고, 사람의 유전 현상을 가계도를 이용하여 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 세포의 표면적과 부피 간의 관계 실험하기

- 체세포 분열 관찰하기
- 가계도 자료 해석하기
- 유전 현상 모의 활동하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[9과21-01] 세포의 표면적과 부피가 변함에 따라 물질의 이동 관계를 알아보는 실험을 통해 세포 분열의 필요성을 학습하고, 막을 통한 물질의 이동 과정을 통합 과학 “생명시스템”에서 학습한다.

[9과21-03] 사람의 발생 과정을 중심으로 다루되 수정란의 초기의 발생 과정에서 일어나는 난할만 간단하게 언급하고, 초기 발생에서 원구의 생성, 배엽 형성과 낭배 운동을 통한 형태 형성 과정은 다루지 않는다.

[9과21-04] 멘델의 유전 실험을 통해 유전자의 존재를 발견했다는 것과 우열 현상, 분리의 법칙, 독립의 법칙을 학습하지만, 염색체의 구조는 다루지 않는다.

[9과21-05] 가계도 분석을 통해 사람의 여러 가지 유전 형질을 알고, 유전 법칙에 따라 유전됨을 이해하도록 하되, 학생이 자신과 가족의 형질을 조사하다 질병, 개인정보 유출, 가족관계 등의 문제가 발생하지 않도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 생식, 염색체, 체세포 분열, 생식 세포 분열, 동물의 발생 과정, 멘델의 유전 실험의 의의, 멘델의 유전 원리, 사람의 유전 형질, 가계도 조사 방법

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

체세포 분열과 생식 세포 분열에서 염색체 행동 비교는 관찰 실험이나 염색체 모형 만들기를 통한 탐구를 할 수 있다. 세포 분열 과정을 동영상이나 UCC 제작 활동을 통해 염색체의 활동을 구체적으로 표현하는 활동을 지도 한다. 멘델의 유전 법칙을 바둑알이나 동전을 이용하여 확인하는 활동을 할 수 있다. 자손의 형질이 결정되는 과정을 모의 유전자 활동으로 학습 할 수 있다. 여러 가지 형질에 대해 가계도를 만들고 이를 분석하는 활동을 할 수 있다. ‘생식과 유전’은 초등학교 3~4 학년군의 ‘동물의 한살이’, 생명과학 I의 ‘유전과 발생’, 생명과학 II의 ‘유전자의 발현과 조절’과 연계된다.

(다) 평가

세포 분열 과정에서 염색체의 행동 이해 수준을 실험 보고서나 염색체 모형을 이용한 표현 정도, 동영상, UCC 제작 결과 산출물을 이용한 평가를 할 수 있다. 수정란에서 개체가 되기까지의 과정은 글 쓰기나 모형 제작 활동으로 평가할 수 있다. 멘델의 유전 법칙을 바둑알이나 동전을 이용한 통계처리 활동으로 이해 수준을 평가할 수 있다. 모의 유전자 활동을 통해 형질이 결정되는 과정을 이해했는

지 여부를 보고서 평가를 통해 할 수 있다. 가계도를 분석하는 과정과 분석 결과에 대한 보고서 평가를 할 수 있다.

### (22) 에너지 전환과 보존

에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환되며, 우리는 다양한 형태의 에너지를 일상생활에서 사용하기 편리한 형태로 전환하여 사용하고 있음을 이해하도록 한다. 또한 현대 문명의 근간이 되고 있는 전기에너지는 발전기에서 역학적 에너지로부터 전환되어 온 것이며, 인간의 필요에 따라 다양한 형태의 에너지로 전환되어 사용되고 있음을 알도록 한다. 이렇게 에너지는 서로 다른 형태로 전환되지만 그 총량은 보존됨을 이해하도록 한다.

[9과22-01] 중력에 의한 물체의 운동에서 위치에너지와 운동에너지의 변화를 알고, 물체의 운동을 역학적 에너지 전환과 보존으로 설명할 수 있다.

[9과22-02] 자석을 이용하여 전류가 발생하는 현상을 관찰하고 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환됨을 설명할 수 있다.

[9과22-03] 가정에서 전기에너지가 다양한 형태의 에너지로 전환되는 예를 들고, 이를 소비 전력과 관련지어 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 롤러코스터 제작하기
- 가정에서 사용하는 가전제품의 소비전력 조사하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과22-01] 이 성취기준에서는 에너지의 전환과 보존을 위로 던져 올린 물체의 운동이나 자유낙하 운동과 같은 중력에 의한 직선 운동에 한정하여 취급한다.

[9과22-02] 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정으로서 전자기유도 현상만을 소개하고 ‘전자기 유도’ 용어 자체는 도입하지 않는다.

[9과22-03] 소비 전력은 정량적인 계산보다는 에너지 전환에 강조를 두어 다루도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 역학적 에너지 보존, 발전, 에너지전환, 소비 전력

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정은 자석의 운동으로 전류가 유도되는 장치를 제작하

고 설명하는 활동을 통하여 이해할 수 있도록 한다. 가정에서 전기 에너지가 다양한 형태의 에너지로 전환되는 예와 소비 전력에 대한 내용은 학생들이 실제로 조사 활동을 통하여 이해할 수 있도록 한다. ‘에너지 전환과 보존’은 초등학교 5–6학년군의 ‘에너지와 생활’, 고등학교 통합과학의 ‘환경과 에너지’, 고등학교 물리학 I, II의 ‘일과 에너지’와 연계된다.

#### (다) 평가

롤러코스터를 제작하는 과정에서 운동에너지와 위치에너지의 전환 관계를 설명하는 자료를 만들어 발표하게 하여 에너지 전환 개념을 평가할 수 있다. 가정에서 전기 에너지가 전환되어 나타나는 다양한 형태의 에너지들과 소비 전력에 대해 조사하여 발표하게 하는 수행평가 방법으로 에너지 전환에 관한 개념 이해를 평가할 수 있다.

#### (23) 별과 우주

별의 거리와 표면 온도를 비교하는 방법을 이해하고, 우리 은하의 모양과 구성하는 천체를 설명할 수 있도록 한다. 학생들이 우주가 팽창함을 이해하고 설명함으로써 우주에 대한 호기심을 가질 수 있도록 한다.

[9과23-01] 별의 거리를 구하는 방법과 별의 표면 온도를 비교하는 방법을 설명할 수 있다.

[9과23-02] 우리 은하의 모양과 크기와 우리 은하를 구성하는 천체를 설명할 수 있다.

[9과23-03] 우주가 팽창하고 있음을 설명할 수 있다.

[9과23-04] 우주 탐사가 우리 생활에 미치는 영향을 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 시차를 이용한 학교 주변 물체 거리 측정하기
- 스티커를 붙인 풍선으로 우주 팽창 실험하기
- 우주 탐사의 성과 조사하여 발표하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[9과23-01] 별의 거리를 구하는 방법은 수식을 도입하지 않으며, 연주시차와 겉보기 등급과 절대 등급의 개념 중심으로 다룬다. 별의 표면 온도는 별의 색을 이용해 비교한다는 수준으로 다룬다.

[9과23-04] 우주 팽창과 관련된 이론(적색편이, 허블법칙, 가속팽창 등)은 고등학교에서 다루도록 한

다.

- 주요 학습 요소 : 연주시차, 별의 등급, 별의 표면 온도, 우리 은하, 우주 팽창, 우주 탐사

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

시차는 교실이나 일상생활에서 직접 측정할 수 있도록 한다. 우리 은하를 구성하는 천체는 천체의 종류와 특징을 비교하여 지도할 수 있다. ‘별과 우주’는 5–6학년군의 ‘태양계와 별’ 통합과학의 ‘대폭발과 물질의 기원’, 지구과학 II의 ‘항성과 항성계’, ‘우리 은하의 구조와 우주의 대규모 구조’와 연계시켜 학습하도록 지도한다.

(다) 평가

시차 실험은 체크리스트 작성 및 실험보고서를 통하여 평가할 수 있다.

(24) 과학기술과 인류 문명(통합)

인류 문명의 발달 과정에서 과학적 원리의 발견, 기술의 발달, 기기의 발명 등 과학기술이 미친 영향을 파악함으로써 과학의 유용성을 인식하도록 한다. 우리 생활을 보다 편리하게 하기 위한 방안을 설계·제작하고 유용성을 평가함으로써 과학의 개념과 원리를 활용한 공학적 설계과정을 경험하도록 한다.

[9과24-01] 과학기술과 인류 문명의 관계를 이해하고 과학의 유용성에 대해 토의할 수 있다.

[9과24-02] 과학을 활용하여 우리 생활을 보다 편리하게 만드는 방안을 고안하고 그 효과를 평가 할 수 있다.

<탐구활동>

- 과학기술이 인류 문명 발달에 큰 영향을 미친 사례 조사하기
- 우리 생활에 필요한 산출물을 설계·제작하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[9과24-01] 인류 문명과 문화발달에 영향을 준 과학적 발명 및 과학의 원리를 포함한다. 원리보다는 활용의 측면에서 첨단 과학 기술의 사례를 함께 다룬다.

- 주요 학습요소 : 과학기술과 인류문명, 과학기술 설계

#### (나) 교수 학습 방법 및 유의사항

과학기술 설계에 대한 통합 단원으로 인류 문명의 발달 과정에서의 과학적 원리의 발견, 기술의 발달, 기기의 발명에 관한 자료를 수집하고 토의하도록 한다. 우리 생활을 보다 편리하게 하기 위한 방안을 설계·제작하는 공학적 설계 과정을 경험하도록 한다. 이 과정에서 과학적 원리를 탐색하고 재료와 시간 등의 제약을 고려하여 가능한 설계 방안을 도출하도록 한다. 설계 방안은 실물, 모형, 설계도 등 다양한 형태를 자유롭게 활용하도록 하며 발표, 동료 평가 등의 방법으로 설계의 효용성을 평가한 후 산출물을 수정·보완하는 과정을 거치도록 지도한다. 특히 산출물의 공학적·미학적인 세부 사항에 중점을 두기보다는 과학의 유용성을 강조하도록 한다.

#### (다) 평가

현대 사회와 미래 사회에 적용할 수 있는 과학 개념과 원리를 활용하여 산출물을 설계 제작한 후, 준거를 이용하여 산출물을 평가하는 방안이 가능하다.

### 4. 교수·학습 및 평가의 방향

#### 가. 교수·학습 방향

‘과학’에서는 과학의 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 균형 있게 길러줄 수 있도록 학습을 지도하며, 특히 다음 사항에 주안점을 둔다.

- (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) 정기 교과 수업 외에 과학관 견학과 같은 여러 가지 과학 활동에 학생이 적극 참여할 수 있도록 계획한다.
- (5) 과학 교과 내용과 관련된 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 지도하도록 계획한다.
- (6) 자유 탐구는 학교의 실정과 학생들 능력에 맞추어 수행할 수 있도록 학기 초에 계획을 세워 지도할 수 있도록 한다.

‘과학’과 교수학습은 학생 활동 중심의 수업이 이뤄질 수 있도록 다양한 방법을 활용한다.

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

다.

- (2) 학생들의 능력과 흥미 등 개인차를 고려하여 지도한다.
- (3) 기초 탐구 과정(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 의사소통 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·기술·사회의 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) 학습 내용과 관련된 첨단 과학이나 기술을 다양한 형태의 자료로 제시함으로써 현대 생활에서 첨단 과학이 갖는 가치와 잠재력을 인식하도록 지도한다.
- (12) 과학자 이야기, 과학사, 시사성 있는 과학 내용 등을 도입하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발한다.
- (13) 학생의 창의성을 계발하고 인성과 감성을 함양하기 위하여 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.
- (14) 자유 탐구는 주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 지도한다.

과학'과 교수학습 시 아래 사항을 유의하도록 한다.

- (1) 실험 기구의 사용 방법을 사전에 지도하여 올바른 사용 방법을 익히도록 한다.
- (2) 실험 기구나 재료는 충분히 준비하되, 환경 보존을 고려하여 필요 이상으로 사용되지 않도록 유의하며 실험에 필요한 기자재는 수업 이전에 미리 점검한다.
- (3) 화학 약품을 다룰 때의 주의점을 지도하여 사고가 발생하지 않도록 한다.
- (4) 교사 중심의 확인실험보다 학생 중심의 탐구실험이 되도록 한다.
- (5) 야외 탐구 활동 및 현장 학습 시에는 사전 답사를 실시하거나 관련 자료를 조사하여 안전한 활동

- 이 되도록 한다.
- (6) 실험 후 발생하는 폐기물을 수거 처리하여 환경을 오염시키지 않도록 유의하여 지도한다.
  - (7) 생물을 다룰 때에는 생명을 아끼고 존중하는 태도를 가지게 한다.

#### 나. 평가 방향

‘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.

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

- (1) 타당도와 신뢰도가 높은 평가가 될 수 있도록 가능하면 공동으로 평가 도구를 개발하여 활용한다.
- (2) 평가는 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용한다.
- (3) 평가는 평가 계획 수립, 평가 문항과 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.





# 고등학교

– 통합과학·과학탐구실험 –

# 통합과학

## 1. 성격

고등학교 ‘통합과학’은 자연 현상을 통합적으로 이해하고, 이를 기반으로 자연 현상과 인간의 관계, 과학기술의 발달과 미래 생활 예측과 적응, 사회문제에 대한 합리적 판단 능력 등 미래 사회에 필요한 과학적 소양 함양을 위한 과목이다.

‘통합과학’의 초점은 학생들에게 과학에 대한 통합적 이해를 바탕으로 우리주변의 자연 현상과 현대 사회의 문제에 대한 자기주도적 이해를 추구하고 합리적 판단을 할 수 있는 민주시민으로서의 기초 소양을 기르는 데 둔다.

‘통합과학’은 중학교 과학 및 고등학교 과학탐구실험 그리고 고등학교 2, 3학년의 물리학 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I, 물리학 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II, 과학사, 생활과 과학, 융합과학 과목들과 긴밀한 연계를 갖도록 구성한다.

‘통합과학’의 영역은 기존 과학과 구성 영역인 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 등을 통폐합하거나 융합하여 다시 물질과 규칙성, 시스템과 상호작용, 변화와 다양성, 환경과 에너지 등과 같은 영역으로 재구성하였다. 예컨대 물질과 규칙성이라는 영역에서는 기존의 물질 영역을 중심으로 물질의 형성과 작동 원리 등을 뒷받침하기 위해 운동과 에너지, 생명, 지구와 우주 등의 영역이 관련된 부분에서 연계되는 형태로 구성된다. 이러한 영역은 다양한 핵심 개념들(Big Ideas)로 구성된다.

‘통합과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 한다. 또한 기본 개념의 통합적인 이해 및 과학의 탐구 경험을 통하여 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구 능력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생학습 능력’ 등의 과학적 핵심역량을 함양하도록 한다.

‘과학적 사고력’은 과학적 주장과 증거의 관계를 조정하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.

‘과학적 탐구 능력’은 과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집·해

석·평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 관찰, 분류, 측정, 변인통제 등의 과학 과정 기능과 기준의 과학 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고 능력이 이 과정에 기초가 된다.

‘과학적 문제해결력’은 개인적 혹은 공적 문제를 해결하기 위해 과학적 지식과 과학적 사고를 활용하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고 능력과 문제 해결 과정에서의 합리적 의사결정 능력도 포함한다.

‘과학적 의사소통 능력’은 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력을 말한다. 언어, 상징, 텍스트 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학 기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증활동을 하는 능력 등을 포함한다.

‘과학적 참여와 평생학습 능력’은 사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사결정 과정에 참여하며 새로운 과학 기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 갈 수 있는 능력을 말한다.

## 2. 목표

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

- 가. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 자연현상 및 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 자연현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.
- 마. 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

### 3. 내용 체계 및 성취기준

#### 가. 내용 체계

영역	핵심개념	내용	학년(군)별 내용요소	기능
물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합	지구 구성물질의 원소는 빅뱅과 별의 진화 과정을 통해 만들어졌으며, 원자에서 방출되는 전자기파를 활용하여 자연현상에 대한 다양한 정보를 수집한다.	- 우주 초기의 원소(생성) - 태양계에서 원소 생성 - 지구의 고체 물질 형성	
		원소의 주기율 등을 통해 자연의 규칙성을 확인한다.	- 금속과 비금속 - 최외각 전자수	
		원소는 이온결합과 공유결합을 통해 다양한 화합물을 형성한다.	- 보어의 원자모형 - 에너지 준위 - 이온결합 - 공유결합	- (관찰)문제 확인 - 탐구(창의적) 설계와 수행 - 자료의 수집, 분석 및 해석
	자연의 구성 물질	생명체와 지각을 구성하는 단백질, 광물 등의 물질은 원소들 간의 규칙적인 화학결합을 통해 만들어지며, 기존 물질의 물리적 성질을 변화시켜 다양한 신소재를 개발한다.	- 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성 - 단백질과 DNA - 신소재의 활용	- 수학적 사고와 컴퓨터 활용 - 모형의 개발과 사용
시스템과 상호작용	역학적 시스템	지구시스템은 역학적 상호작용에 의해 유지된다.	- 중력 - 탈출속도 - 관성 - 충격량	- 증거에 기초한 토론과 논증 - 결론 도출 및 평가
	지구 시스템	지구시스템은 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권으로 구성되고, 각 권은 상호작용한다.	- 지구시스템의 에너지와 물질 순환 - 기권과 수권의 상호작용	- 결과 전달 및 의사소통
	생명 시스템	세포 등과 같은 시스템에서 이루어지는 물질의 순환과 에너지의 흐름의 결과로 다양한 (자연) 현상이 나타난다.	- 세포막의 기능 - 물질대사와 효소 - 유전자(DNA)와 단백질의 관계	
변화와 다양성	화학변화	물질 사이에서 일어나는 대표적인 화학 반응인 산화와 환원 반응은 전자의 이동으로 일어난다.	- 산화와 환원	
		중화 반응은 산성 물질과 염기성 물질이 반응 할 때 일어나며, 생명현상을 가능케 하는 물질들이 끊임없는 화학 반응을 통해 다양한 기능들을 수행한다.	- 산성과 염기성 - 중화반응의 이용	
	생물	지구의 환경은 지질시대를 통해 변해왔으며,	- 지질시대와 생물의 변천	

영역	핵심개념	내용	학년(군)별 내용요소	기능
	다양성과 유지	생물은 환경에 적응하여 진화해왔다.	- 진화와 생물 다양성	
환경과 에너지	생태계와 환경	생태계의 구성 요소는 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며, 지구 환경 변화는 인간 생활에 다양한 영향을 미친다.	- 생태계 구성요소와 환경 - 생태계 평형 - 지구 온난화와 지구 환경 변화	
		환경문제를 해결하기 위해 에너지의 효율적 활용이 필요하다.	- 에너지 전환과 보존 - 열효율	
	핵발전과 차세대에너지	발전기를 이용하여 생산된 전기에너지가 가장에 공급된다.	- 발전기 - 전기에너지 - 전력 수송	
		화석연료를 대체하기 위하여 다양한 신재생에너지자를 개발하고 있다.	- 태양에너지 - 핵발전 - 태양광 발전 - 신재생에너지	

## 나. 성취기준

### (1) 물질의 규칙성과 결합

우주 초기부터 우주를 구성하는 기본 입자들이 어떻게 형성되고 응집되어 태양계를 비롯한 모든 항성들과 고체 물질이 만들어졌는지 생각하게 함으로써, 현재 존재하는 물질들의 기원과 시간의 경과에 따른 진화과정을 이해하게 한다. 이러한 우주의 역사를 이해하기 위한 정보 수집에 전자기파가 이용된다는 것을 알고, 지구와 생명의 역사가 이러한 우주 역사의 일부분임을 인식하게 한다.

[통과01-01] 지구와 생명체를 비롯하여 우주를 구성하는 원소들이 우주 초기부터의 진화 과정을 거쳐서 형성됨을 물질에서 방출되는 빛을 활용하여 추론할 수 있다.

[통과01-02] 우주의 기본입자들이 응집되어 태양계의 재료이면서 생명체에 필수적인 무거운 원소들이 생성되는 과정을 통해 지구와 생명의 역사가 우주 역사의 일부분임을 해석 할 수 있다.

[통과01-03] 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있으며, 각 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다.

[통과01-04] 지구와 생명체를 구성하는 주요 원소들이 결합을 형성하는 이유와, 원소들의 성질에 따라 형성되는 결합의 종류를 추론할 수 있다.

[통과01-05] 인류의 생존에 필수적인 산소, 물, 소금 등이 만들어지는 결합의 차이를 알고, 각 화합물의 성질을 비교할 수 있다.

<탐구주제 및 활동>

- 분광기로 선 스펙트럼과 연속 스펙트럼 관찰하기
- 창의적인 주기율표 만들기
- 알칼리 금속의 성질 알아보기
- 이온결합과 공유 결합을 모형으로 표현하기
- 화합 결합의 종류에 따른 물질의 성질 비교하기
- 겨울철 제설에 사용하는 염화칼슘을 대체할 수 있는 친환경적 물질 찾아보기
- 리튬 이온 배터리 안전하게 오래 쓰는 방법 알아보기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[통과01-01] 우주 진화 초기에 만들어진 수소와 헬륨이 현재 우주의 주요 구성 원소임을 알고 이를 스펙트럼 관측 결과와 관련지어 설명한다. 학생들이 간단한 분광기를 통해 형광등이나 네온사인으로부터 선스펙트럼을 관찰하는 경험을 하도록 한다. 선스펙트럼 관찰은 시간이 오래 걸리지 않는다. 성능이 좋은 분광기를 갖추는 것은 좋다. 분광기로 형광등을 보았을 때 몇 개의 선이 뚜렷하게 나타나면 충분하다. 선스펙트럼 관찰은 모든 학생이 개별적으로 해야 직접 관찰의 의미가 있다.

[통과01-02] 별의 진화 과정에서 별 내부의 핵융합을 통해 탄소와 산소 등의 무거운 원소가 만들어지고, 초신성 폭발의 결과로 철보다 무거운 원소가 만들어짐을 이해하게 한다. 빅뱅 우주에서 양성자와 중성자가 핵융합을 통하여 헬륨이 되며, 나중에 별의 내부에서 차츰 무거운 여러 가지 원소들이 만들어졌음을 다룬다.

[통과01-03] 주기율표에는 금속과 비금속 원소가 존재하며 각각 특징을 나타냄을 알고, 죄외각 전자 수에 따라 동족 원소의 유사한 화학적 성질이 나타남을 1족 알칼리금속과 17족 할로젠을 통해 알아본다.

[통과01-04] 18족 원소의 안정성을 옥텟 규칙으로 설명하며 이 규칙에 따라 화학 결합이 이루어질 때 금속과 비금속 원소 간에는 이온 결합, 비금속 원소 간에는 공유 결합이 형성됨을 이해한다.

[통과01-05] 공유 결합과 이온 결합의 과정을 모형으로 표현하여 대표적인 화합물의 결합을 이해하고, 각각의 결합을 통해 형성된 화합물의 성질이 다름을 이해할 수 있다.

### - 학습 요소

- 대폭발(빅뱅), 우주의 팽창, 허블의 법칙, 원소의 기원, (수소 원자) 선스펙트럼, 우주의 나이, 기본 입자, 양성자, 중성자, 원자핵의 형성, 우주 초기의 원소, 수소와 헬륨 원자, 우주배경복사, 태양계에서 원소 생성, 별의 탄생과 진화, 별내부의 핵융합, 초신성 폭발, 철, 무거운 원소의 합성, 지구의 고체 물질 형성
- 주기율표, 금속과 비금속, 족, 최외각 전자, 알칼리 금속, 할로젠, 옥텟 규칙, 화합물, 이온 결합, 공유 결합

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구실험 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 알칼리 금속의 성질은 안전을 위하여 숙련된 교사의 시범 실험, 혹은 관련 동영상 시청을 통해 확인할 수 있으며 직접 실험을 할 경우 사고가 나지 않도록 매우 주의해서 진행해야 한다. 할로젠의 성질은 관련 동영상 시청, 혹은 관련 자료 해석으로 진행할 수 있으며 직접 실험을 할 경우 small scale을 적용하면 환 오염 및 위험을 줄일 수 있다.
- (3) 공유 결합과 이온 결합을 모형으로 표현할 때 협동 학습을 통해 각 모둠별로 다양한 방법을 이용하여 창의적으로 표현하도록 한다.
- (4) 공유 결합과 이온 결합 화합물의 성질은 주로 고체와 수용액 상태에서의 전기전도성 차이를 확인해보는 활동을 위주로 구성한다.
- (5) 실험 수업을 진행하고자 할 때 실험 과정을 미리 동영상으로 제작하여 실험 전에 학생들이 보고 올 수 있도록 플립 러닝 전략을 적용하는 것을 권장한다.
- (6) 이 중단원은 화학1의 ‘보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위’ 및 지구과학Ⅱ의 ‘별의 생성과 진화’, 우주 배경 복사, 빅뱅 우주(급팽창, 가속팽창우주) 등과 연계된다.
- (7) 주기율 및 화학 결합은 화학1의 (2) 원자의 세계, (3) 화학 결합과 분자의 세계와 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 알칼리 금속의 성질, 공유결합과 이온결합 화합물의 성질 알아보기는 실험을 실시하여 실험보고서 등을 통해 평가한다.
- (3) 화학결합 모형 만들기는 협동학습을 통해 모둠 성과물을 평가하되 창의력, 과학적 정확성 등을 평가 항목으로 사용할 수 있다. 이때 모둠 내 구성원들의 기여도 등이 평가에 반영될 수 있도록 해야 하며, 온라인 협업을 할 수 있는 상황이 된다면 권장할 수 있다.

## (2) 자연의 구성 물질

물질의 다양성은 이온결합이나 공유결합과 같은 원소들의 다양한 화학반응을 통해 이루어진다는 것을 이해하고, 이를 바탕으로 생명체를 구성하는 탄소화합물과 지각을 구성하는 광물 등이 원소들 간의 규칙적인 화학결합을 통해 만들어진다는 것을 설명한다. (예컨대, 생명체를 구성하는 주된 원소가 탄소라고 하면, 화학적으로 동일한 족에 속하여 유사성을 가진 규소가 지구의 존재 환경을 구성하는데 어떻게 기여하는지 생각하게 하여, 생명과 자연환경을 통합적 관점에서 사고할 수 있게 한다.)

[통과02-01] 지각과 생명체는 특정한 규칙성을 따라 다양한 형태의 물질로 이루어져 있다는 사실을 광물과 탄소화합물 등을 예를 들어 논증할 수 있다.

[통과02-02] 생명체를 구성하는 물질들은 기본적인 단위체의 다양한 조합을 통해 형성됨을 단백질과 핵산의 예를 통해 설명할 수 있다.

[통과02-03] 물질의 다양한 물리적 성질을 변화시켜 신소재를 개발한 사례를 찾아 그 장단점을 평가할 수 있다.

### <탐구주제 및 활동>

- 지구(지각, 해양, 대기)와 생명체의 구성 성분 비교하기
- 핵산 모형을 관찰하고 구조적 특징과 규칙성 설명하기
- 물리적 성질을 이용한 신소재 개발 사례 조사

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[통과02-01] 지각을 구성하는 대표적 원소, 원소화합물로서의 광물, 규산염 광물의 기본 구조 등을 다룬다. 지각 구성물질의 95%가 규산염 광물이며, 규산염 광물의 기본구조는 Si-O 사면체( $\text{SiO}_4^{4-}$ )이다. 이러한 원소(사면체)의 결합 방식에 따라 지각을 구성하는 다양한 규산염 광물이 형성된다. 생명을 구성하는 주된 원소는 탄소이며, 탄소와 화학적으로 동일한 족에 속하여 유사성을 가진 규소가 지구의 환경을 구성하는데 어떻게 기여하는지 생각하게 하여, 생명과 자연환경을 통합적 관점에서 사고할 수 있게 한다.

[통과02-02] 생명체의 주요 구성 물질의 구조적 규칙성을 거대분자 수준에서 설명할 때, 일정한 구조를 가진 단위체들이 다양한 배열을 통해 여러 가지 구조와 기능을 획득하는 개념을 핵산과 단백질의 예를 들어 설명하되 구체적인 구조식이나 화학식은 다루지 않는다. 거대분자의 화학식에 기초한 상세 구조는 생명과학 II에서 다룬다. 생명체의 주요 구성 물질의 구조적 규칙성을 설명하기 위해 헤모글로빈의 글로빈 단백질, 머리카락의 케라

틴 단백질, 핵산 중 DNA와 같이 그 기능이 이미 널리 알려져 익숙한 거대분자들의 예를 들어 설명한다. 작은 것(단위체)에서 큰 것(중합체)으로 설명하기보다는 학생들의 이해를 돋기 위해 큰 것(중합체)에서 작은 것(단위체)의 방향으로 설명한다. 단백질과 핵산의 구조를 다룰 때, 구조식을 사용하지 않으며, 핵산의 경우는 염기, 오탄당, 인산으로 이루어진 뉴클레오타이드가, 단백질은 아미노산이 단위체임을 간략히 설명하고, 화학적 구조보다는 단위체가 중합체를 형성하는데 사용되는 규칙성을 중심으로 다룬다.

[통과02-03] 자연의 구성 물질들이 가진 물리적 성질 중 전기력 작용이 주가 되는 전기전도, 열전도, 자성 등을 활용하여 신소재를 개발한 사례를 다룬다. 특히 현재 첨단 장비나 생활용품 등에 사용되고 있는 신소재들의 조사하여 그 장단점을 평가한 뒤 향후 개선 및 발전 방향 등을 알아보도록 한다.

#### - 학습 요소

- 생명체의 구성 원소, 생명체 주요 구성 물질(단백질과 DNA), 단위체와 중합체
- 전기력, 전기전도, 열전도, 자성

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 물리적 성질을 변화시켜 개발한 신소재는 조사 및 발표 활동을 통해 과학기술이 인간의 삶에 기여하고 있음을 인식하게 할 수 있다.
- (3) 이 영역은 초등학교 5~6학년 과학의 ‘온도와 열’, 중학교 과학의 ‘열과 우리생활’, ‘물질의 특성’, ‘전기와 자기’, ‘에너지의 전환’, ‘과학 기술과 문명’, 고등학교 물리학 I의 ‘열과 에너지’, ‘전기와 자기’, 고등학교 화학I의 ‘물질의 성질’, ‘물질의 변화’와 연계된다.

#### (다) 평가

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 핵산의 모형을 활용한 탐구 활동을 하면서 관찰한 구조적 규칙성들을 요약 정리한 결과보고서를 바탕으로 수행평가를 실시할 수 있다. 단위체 구성 성분의 명칭을 암기하고 있는지를 확인하는 선다형으로 이루어진 객관식 평가는 지양한다.
- (3) 과학적 의사소통능력을 평가하기 위해 물리적 성질을 변화시켜 개발한 신소재에 대한 조사보고서를 통한 수행평가를 실시할 수 있다.

### (3) 역학적 시스템

우리가 살고 있는 세상은 일정한 질서를 따라 끊임없이 변화하면서도 지속성을 유지하는 체계인 ‘시스템’으로 구성되어 있으며, 자연에는 여러 가지 힘이 작용하여 시스템을 유지하고 있다. 특히 지구시스템에서 중력은 지구상의 모든 물체들에 지속적으로 작용하는 힘으로 시스템 유지에 필수적이다. 중력에 대한 이해는 자유낙하, 옆으로 던진 물체의 운동으로부터 우주발사체의 운동을 예측할 수 있으며, 물체의 관성과 충돌에 의한 안전사고를 예방할 수 있다.

[통과03-01] 지구상의 물체들은 일정한 힘을 받아 끊임없이 변화하면서도 지속성을 유지하는 체계적인 시스템으로 구성되어 있음을 설명할 수 있다.

[통과02-02] 일상생활에서 충돌과 관련된 안전사고를 탐색하고 안전장치의 효과성을 과학적으로 평가할 수 있다.

#### <탐구주제 및 활동>

- 자유낙하와 옆으로 던진 물체의 운동 비교하기
- 물체의 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방 장치 고안하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[통과03-01] 물체를 자유낙하시켰을 때와 옆으로 던졌을 때의 운동을 비교하는 탐구 활동을 통해 중력에 의한 물체의 운동을 이해하고, 이로부터 우주발사체의 탈출속도를 예측하도록 한다.

[통과02-02] 일상생활의 역학시스템에서 물체의 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방을 위한 대비책 및 장치를 고안하는데 관성법칙과 충격량을 활용할 수 있도록 한다.

##### - 학습 요소

- 중력가속도, 자유낙하, 포물선 운동, 탈출속도, 관성법칙, 운동량, 충격량

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구실험 학습, 발표·토론 학습, 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 학생들의 직접 탐구활동을 통해 자유낙하와 옆으로 던졌을 때 운동을 비교하고, 이를 확장하여 지구 중력권을 탈출하기 위한 우주발사체의 탈출속도를 계산으로 구하게 할 수 있다. 그리고 안전사고 예방 대비책 및 장치에 대한 고안은 과제연구나 프로젝트 학습을 통해 구체적 산출물이

- 나올 수 있도록 지도할 수 있다.
- (3) 이 영역은 중학교 과학의 ‘여러 가지 힘’, ‘일과 에너지’와 고등학교 물리학 I의 ‘힘과 운동’과 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 과학적 탐구능력에 대한 평가는 자유낙하와 옆으로 던진 물체의 운동에 관한 탐구활동에서 측정과 표, 그래프 작성 능력을 알아보는 실험보고서 평가로 실시할 수 있다. 안전사고 예방 대비책 및 장치 고안은 과제연구 형태로 진행하여 과학적 문제해결력을 수행평가할 수 있다.

(4) 지구 시스템

지구시스템은 태양계의 (역학적) 시스템 안에 존재하는 구성요소이면서 그 자체로 수많은 생명체를 포함하는 하나의 시스템으로, 지권, 수권, 기권 등으로 구성되며, 태양계와 지구시스템의 운동은 중력으로 유지됨을 이해한다. 또한, 지구시스템 내부의 물질의 순환과 에너지의 흐름의 결과로 나타나는 다양한 자연 현상을 예시할 수 있다. 학생들이 이 과정에서 에너지라는 개념을 바탕으로 지구환경의 형성과 변화에 대한 거시적인 사고를 할 수 있도록 도와야 한다.

[통과04-01] 지구시스템은 태양계라는 시스템의 구성요소이면서 그 자체로 수많은 생명체를 포함하는 시스템임을 추론하고, 지구시스템을 구성하는 하위요소를 분석할 수 있다.

[통과04-02] 다양한 자연 현상이 지구시스템 내부의 물질의 순환과 에너지의 흐름의 결과임을 기권과 수권의 상호작용을 사례로 논증할 수 있다.

[통과04-03] 지권의 변화를 판구조론적 관점에서 해석하고, 에너지 흐름의 결과로 발생하는 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향을 추론할 수 있다.

<탐구주제 및 활동>

- 지구계 각 권의 상호작용에 대해 조사하고 토론하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[통과04-01] 지구계의 구성요소(지권, 기권, 수권, 생물권 등)를 알고, 이 요소들의 성층 구조를 파악하게 한다. 또한 지구시스템을 유지하는 내부 및 외부 에너지원을 알고, 구성요소 간의

에너지 이동과 물질의 순환을 다양한 지구 현상과 관련지어 설명하게 한다. 지구계의 각 권이 상호작용함으로써 균형을 이루고 있음을 여러 자연 현상의 사례를 활용하여 살펴보도록 한다.

[통과04-02] 지구계에서는 각 권이 상호작용하는 동안 에너지와 물질의 순환(탄소 순환, 물의 순환 등) 및 교환이 일어나며, 이로 인해 지표의 변화, 날씨의 변화 등 여러 가지 지구 과학적인 현상이 일어남을 구체적인 예를 들어 이해할 수 있게 한다.

[통과04-03] 판의 경계(수렴, 벌산, 보존)에서 나타나는 다양한 지질학적 현상(화산, 지진, 조산운동 등)을 지권의 순환 시스템인 판구조론으로 이해하게 한다. 지진과 화산이 지구의 내부 에너지와 물질이 방출되는 과정임을 지구계 상호작용의 관점에서 파악하게 한다.

#### - 학습 요소

- 지구계의 구성, 지구계의 에너지와 물질 순환, 지권의 변화와 판의 운동, 기권과 수권의 상호작용, 판구조론, 지권의 변동, 세 가지 판의 경계, 지각 변동,

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 지구계의 균형이 깨짐으로써 인간 세계에 미치는 영향에 대해 학생들이 조사하고 토론하게 한다. 이때 주제와 관련된 과학 이론이나 보도, 영상물 등을 콜고루 살펴보도록 한다.
- (3) 이 영역은 중학교의 <지구계와 지권의 변화>와 연계되며, 지구계 관련 내용은 통합과학에서 마지막으로 다룬다. 중학교에서는 지구계의 구성과 각 권의 개략적 특징만 다루고, 통합과학에서는 통합과학에서 지구시스템을 구성하는 하위 권역들 간의 물질 순환을 다룬다.
- (4) 지구시스템 중 판구조론과 관련된 내용은 중학교의 <지진·화산과 판의 경계> 및 지구과학 I의 <판구조론>과 연계된다. 중학교에서는 대륙경계의 유사성과 대륙이동, 판의 경계에서 발생하는 지진과 화산 등을 다루고, 지구과학 I에서는 판 구조론의 정립 과정, 판을 움직이는 동력, 대륙 분포의 시공간적 변화, 맨틀대류와 플룸구조론까지 심화하여 다룬다.

#### (다) 평가 방법 및 유의 사항

- (1) 이 영역에서 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 지구계에 대한 통합적인 관점과 이해를 바탕으로 지구과학에 관련된 문제를 해결하는 능력을 갖추고 있는지를 특정 주제에 대한 프로젝트 활동 보고서 등을 통해 평가한다.
- (3) 지구계를 이루고 있는 하부 권역에서 일어나는 현상들이나 각 권 간의 상호작용이 지구의 생명

체를 존속하는 데 기여하고 있음을 인식하고 후대를 위해 지구계를 최적의 상태로 보존해야 할 책임이 우리 인류에게 있음을 인식하고 있는지에 대한 정의적 태도 측면에 초점을 두고 평가한다.

(4) 특히 지진과 화산이 판의 경계에서 집중적으로 나타나는 것을 자료 해석을 통해 설명할 수 있고, 이러한 지진과 화산의 피해와 대책에 대해 조사, 발표하게 한다.

### (5) 생명 시스템

생명체는 지구시스템 내에서 생태계를 이루는 중요한 생물적 요소이며, 개체는 세포들이 단순히 모인 집단이 아닌 서로 유기적으로 조직되어 정교한 체제를 이루고 있다. 각 생명의 단위인 세포가 하나의 시스템으로서 생명(활동)을 유지하기 위하여 끊임없이 외부와 상호작용한다는 것을 물질대사와 세포막의 기능을 활용하여 설명할 수 있다.

[통과05-01] 지구시스템의 생물권에는 인간과 다양한 생물종이 포함되는데, 모든 생물종의 개체는 생명 시스템 유지를 위해 세포 수준에서 다양한 활동이 일어나며, 세포막을 경계로 한 물질 출입이 일어남을 설명할 수 있다.

[통과05-02] 생명 시스템 유지에 필요한 화학 반응에서 생체 촉매의 역할에 대해 이해하고 일상 생활에서 이용하는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

[통과05-03] 생명 시스템 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름을 유전자와 단백질의 관계를 예로 들어 토의할 수 있다.

#### <탐구주제 및 활동>

- 막을 통한 물질의 이동 실험하기
- 카탈레이스 유무에 따른 과산화수소 분해 실험하기
- 생활 속 생체 촉매 이용 사례 조사하기
- 세포내 정보흐름 관련 역할 놀이 하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[통과05-01] 지구 시스템의 생물권에서 생태계, 개체, 세포의 위계를 설명하되 군집, 개체군, 기관계, 기관, 조직의 위계를 다루지 않으며 세포는 핵, 세포막, 미토콘드리아 수준에서 다룬다. 세포막을 통한 물질 출입은 화산과 선택적 투과성만을 다룬다. 세포막을 통한 물질수송의 상세 내용은 생명과학Ⅱ에서 다루므로, 막을 통한 물질 출입이 생명 현상을 유지하는데 필수적임을 이해하는 수준에서 다루도록 한다.

[통과05-02] 생체 촉매인 효소 작용을 설명할 때 특정 효소 결핍 시 생길 수 있는 질병이나 일상생활에서 효소를 이용하는 사례를 조사하여 생명활동이나 인간 활동에서 효소의 중요성이 크다는 것을 인식할 수 있도록 한다. 효소에 대한 상세 구조 등을 포함한 깊이 있는 내용은 생명과학Ⅱ에서 다루므로 여기에서는 다루지 않으며, 효소가 주로 단백질로 이루어져 있으며 활성화 에너지를 낮추어 좀으로서 다양한 생명활동에 필요한 반응들을 가능하게 해준다는 수준에서 다룬다.

[통과05-03] 생명 시스템 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름은 중심원리로 이해시키되, 전사와 번역은 중심원리 설명을 위해 용어 수준에서만 언급한다. 상세한 전사와 번역 과정은 생명과학Ⅱ에서 다루므로, 전사와 번역을 용어 수준에서만 다루고, 그 구체적인 과정을 언급하지 않는다.

#### - 학습 요소

- 생명 현상의 특성, 물질대사, 효소, 세포막을 통한 물질 출입, DNA와 단백질의 관계, 세포소기관의 특징과 기능

##### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 유전자 변이가 생기면 효소 생성이 되지 않아 물질대사가 중단됨으로 인해 아기되는 다양한 사례들이 있다. 이러한 사례들을 조사·발표시켜 유전자와 단백질의 관계를 다룬다.
- (3) 4개의 염기(A와 T, C와 G)로 구성된 DNA의 배열순서도 생명체에서는 하나의 단백질을 결정하는 근거임을 비유적으로 설명함으로써 유전자와 단백질의 관계를 이해시킨다.

##### (다) 평가 방법 및 유의 사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 세포막을 통한 물질 출입이나 생체 촉매의 기능을 확인하는 탐구 활동에 기반한 실기평가를 실시할 수 있으며, 중심원리와 관련된 역할 놀이나 모형 활동을 통해 관찰평가를 하거나 수행평가를 실시할 수 있다.

#### (6) 화학 변화

자연계의 여러 시스템을 구성하는 요소들은 상호작용을 통하여 끊임없이 변화하는데, 이러한 변화는 무질서하고 무작위적인 것이 아니라 일정한 규칙을 따르며 예측 가능한 변화의 양상을 나타낸다는 것

을 파악한다. 물질과 물질이 상호작용하여 다른 물질로 변화되는 다양한 화학 변화는 일정한 규칙을 따르며 예측 가능한 변화의 양상을 나타낸다는 것을 대표적인 화학 반응인 산화 환원 반응과 산염기 중화반응의 사례를 통해 이해하고, 이들 화학 변화의 규칙성을 설명할 수 있다.

[통과06-01] 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료 사용, 철기 시대를 초래 한 철의 제련 등의 공통점을 찾을 수 있다.

[통과06-02] 생명 현상 및 일상생활에서 일어나고 있는 다양한 변화의 이유를 산화와 환원에서 나타나는 규칙성과 특성 측면에서 파악하여 분석할 수 있다.

[통과06-03] 핵산, 암모니아 등의 물질을 각각의 성질에 따라 분류하고 산성과 염기성을 판별할 수 있다.

[통과06-04] 산과 염기를 섞었을 때 일어나는 변화를 미시적 관점에서 해석하고, 중화 반응을 활용하여 일상생활에서 발생하는 문제점을 해결할 수 있다.

#### <탐구주제 및 활동>

- 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 여러 가지 화학 반응을 조사하여 발표하기
- 여러 가지 물질의 산성과 염기성 판별하기
- 천연지시약으로 그림 그리기
- 중화 반응을 관찰하여 해석하기
- 산성화된 토양, 호수 등을 효과적으로 중화시키기 위해 석회 가루를 정밀하게 살포할 수 있는 방법 고안하기
- 국보 2호 원각사지십층석탑과 같이 대리석으로 만들어진 문화재를 효과적으로 보호할 수 있는 방법 고안하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[통과06-01] 산화와 환원이 물질의 변화를 일으키는 중요한 화학 반응이며, 지구와 생명의 역사에 큰 영향을 산화 환원 반응의 예로 미친 연소, 철광석의 제련, 호흡, 광합성 등을 살펴보도록 한다.

[통과06-02] 산화-환원 반응은 산소 또는 전자의 이동으로 인해 일어나며, 산소를 얻거나 전자를 잃으면 산화, 산소를 잃거나 전자를 얻으면 환원 반응임을 알되 산화수는 다루지 않는다.

[통과06-03] 물질은 공통 이온으로 인해 산성과 염기성을 나타내며, 지시약, 금속, 탄산염 등의 다양한 물질과 서로 다르게 반응한다.

[통과06-04] 산과 염기를 혼합하면 중화 반응이 일어나, 용액의 온도가 올라가고 지시약의 색이 변화하며, 이러한 중화 반응은 우리 생활 주변에서 다양하게 이용되고 있다.

- 학습 요소

- 산화, 환원, 연소, 전자의 이동, 공통 이온, 산성, 염기성, 지시약, 중화 반응

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 지구와 생명의 역사에 큰 영향을 미친 산화 환원 반응의 예를 조사하여 모둠별로 발표하도록 함으로써 정보 수집 및 협업, 의사소통능력의 함양을 도모한다.
- (3) 금속, 지시약, 탄산염 등을 사용하여 물질의 산성과 염기성을 확인하는 탐구 활동을 통해 물질의 성질을 확인할 수 있다.
- (4) 산과 염기를 섞었을 때 일어나는 현상을 관찰하는 탐구 활동을 통해 미시적 세계에서 일어나는 변화를 확인할 수 있다. 생활 주변에서 중화 반응을 이용할 수 있는 예를 찾아 보고서를 작성함으로써 문제 해결력을 증진하도록 한다.
- (5) ‘화학 변화’는 초등학교 5–6학년군의 (8) 산과 염기, (15) 연소와 소화와 연관되며, 화학1의 (4) 역동적인 화학 반응, 화학2의 (2) 반응엔탈피와 화학평형 단원과 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 산성과 염기성 판별, 중화 반응은 탐구 실험을 통해 실험보고서를 평가한다.
- (3) 산화 환원 반응의 예는 협동학습을 통해 자료 검색 및 종합, 발표를 통해 평가하도록 하며, 상호 평가, 동료 평가 등을 활용한다.
- (4) 실생활에서 발생하는 문제점을 개선하기 위해 중화 반응을 이용하는 예, 혹은 이용할 수 있는 예를 찾아 작성한 보고서를 평가한다.

(7) 생물 다양성과 유지

지구의 환경은 지질시대를 통해 변해왔으며, 이 과정에서 생물이 살 수 있는 환경이 만들어지고 지질시대를 통해 자연의 변화에 적응하여 생물이 진화하면서 생물 다양성이 이루어진 과정을 설명할 수 있다. 각 생물종은 생태계 내에서 외부 환경 또는 다른 생물과의 끊임없이 상호작용하면서 유전 형질을 다음 세대로 전달하고 적응하는 과정에서 진화해왔음을 예시할 수 있다.

- [통과07-01] 지질시대를 통해 지구환경이 끊임없이 변화해 왔으며 이러한 환경 변화에 적응하며 오늘날의 생물다양성을 갖게 되었음을 추론할 수 있다.
- [통과07-02] 항생제나 살충제에 대한 내성 생명체의 출현 메커니즘을 변이와 자연선택에 의한 진화의 원리에 근거하여 설명하고 인간 활동이 생물 다양성에 영향을 미칠 수 있음을 추론할 수 있다.
- [통과07-03] 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 포함하는 생물다양성 보전 방안을 토의 할 수 있다.

#### <탐구주제 및 활동>

- 다윈의 진화론이 과학과 사회에 준 영향에 대해 조사하고 토론하기
- 생물다양성 보전을 위한 실천방안 모색
- 내성 생명체 출현에 관한 자연선택 모의활동하기~
- 생물의 대멸종의 원인과 그 후 변화에 대해 조사하고 토론하기
- 지질시대의 주요화석을 이용하여 과거 지구에 살던 생물의 생활환경 추정하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[통과07-01] 생물 다양성의 의미를 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 포함하는 개념으로 이해하도록 한다. 지질시대 구분 기준을 파악하고, 지질시대의 환경과 생물을 대(代) 수준에서 설명할 수 있다. 암석에 남은 증거를 통해 대(代) 수준에서 지질시대의 환경을 유추할 수 있고, 지질 기록을 통해 대멸종 사건을 파악할 수 있고, 대멸종의 진화적 중요성을 다양성의 관점에서 설명할 수 있다.

[통과07-02] 내성이 증가하는 생물의 출현을 비생물적 요소(항생제, 살충제)와 세균, 곤충과의 관계 속에서 끊임없는 유전적 변이에서 비롯된 것임을 인지하도록 한다. 구체적인 사례를 들어 설명한다. 생물 다양성에 대해 진화적 관점으로 설명하되 생물 분류 개념은 다루지 않는다.

[통과07-03] 생물 다양성을 이루는 세 개의 요소를 설명하고, 생태계 평형 유지에 생물 다양성이 어떻게 기여하는지 사례를 들어 설명한다. 생물 다양성의 이해를 돋기 위해 진화적 관점을 도입하여 설명하되 생물의 분류 개념은 다루지 않는다. 생물이 실생활에서 자원으로서의 다양한 가치를 지니고 있다는 것을 인식하여 생물 보전에 앞장서도록 한다. 경제개발의 논리 앞에 무너지고 있는 현실에서 생물 다양성을 보전할 수 있는 다양한 방법을 찾아 조사하고 발표하게 한다.

- 학습 요소

- 지질시대(대(代) 수준), 지구환경, 화석, 상대적 나이, 절대적 나이, 대멸종, 단속평형
- 지질시대 생물의 변천, 변이와 자연선택, 생물 다양성과 보전

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 생물다양성 보전을 위한 방안을 토의하는데, 국제적 협약이나 관련 국제기구의 자료들을 조사하여 이를 근거로 토의하되, 우리 생활 속에서 할 수 있는 노력이 무엇인지도 함께 논의하도록 한다. 생물다양성의 보전과 관련된 논의는 생명과학I에서 구체적으로 다루므로, 생물다양성이 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 포괄하는 의미임을 개념 수준에서만 다루도록 한다. 생명과학 I에서 연계해서 다룰 때는 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성의 구체적인 특성까지 포함하여 학생들의 이해를 돋도록 심화하여 다룬다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 보고서 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 생물다양성의 중요성과 보전, 그리고 인간 활동이 생물다양성 변화에 끼치는 영향은 선다형 문항보다는 프로젝트 학습을 통해 학생들이 깨달게 된 내용을 중심으로 서답형 문항을 활용한 평가가 바람직하다. 생물다양성 협약이나 국제기구를 조사 자료나 생활 속에서 할 수 있는 우리의 노력과 관련된 토의나 발표 활동 과정에서 관찰평가도 실시할 수 있다.

(8) 생태계와 환경

인간을 포함한 생물이 환경과 갖는 상호 관계를 생태계 차원에서 이해하고, 인간의 생존을 위해 생태계를 보전할 필요성이 있음을 생태계 평형과 기후변화 대처 노력 등을 활용하여 설명할 수 있다.

[통과08-01] 인간을 포함한 생태계의 구성 요소, 그리고 생물과 환경과의 상호 관계를 이해하고, 인류의 생존을 위해 생태계를 보전할 필요성이 있음을 추론할 수 있다.

[통과08-02] 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경 변화가 생태계에 영향을 미치는 다양한 사례를 조사하고 토의할 수 있다.

[통과08-03] 엘니뇨, 사막화 등과 같은 현상이 지구 환경과 인간 생활에 미치는 영향을 분석하고, 이와 관련된 문제를 해결하기 위한 다양한 노력을 찾아 토론할 수 있다.

[통과08-04] 에너지가 사용되는 과정에서 열이 발생하며, 특히 화석 연료의 사용 과정에서 버려지는 열로 인해 열효율이 낮아진다는 것을 알고, 열효율을 높이는 것이 사회적으로 어떤 의미가 있는지를 설명할 수 있다.

### <탐구주제 및 활동>

- 생물 다양성 파괴가 생태계 보전에 미친 영향을 조사하고 토론하기
- 주변 생태계에서 생태계 구성 요소 조사하기
- 어류 해부하여 위장 속의 먹이 종류를 판정하기
- 지구 기온 변화 자료 분석을 통하여 지구 온난화 경향 조사하기
- 관측 자료를 활용하여 한반도의 기후 변화 경향성 파악하기(혹은 지구 미래 시나리오에 비추어 한반도 환경 평가하기)
- 기후 변화의 원인을 설명하는 다양한 가설을 주제로 과학적 논쟁하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[통과08-01] 생태계 구성 요소를 설명할 때 개체군과 군집은 개념 수준에서만 언급하고 개체군 내 또는 군집 내 생물의 상호작용에 대해서는 생명과학 I에서 다루도록 한다.

[통과08-02] 생태계를 구성하는 종이 많고 개체수가 많을수록 외부의 환경 변화에 민감하게 반응하지 않는 완충적인 능력을 지니고 있다는 것을 인식하도록 하여 성장 위주의 논리로 환경 파괴로 인한 생물 종 감소에 대해 경각심을 갖도록 지도한다.

[통과08-03] 대기와 해양의 상호 작용의 관점에서 대기대순환과 해류의 분포를 설명한다. 특히 지구 시스템의 관점에서 대기와 해양 및 지구계를 구성하는 하위 권역들이 상호 연계되어 있음을 인식시킨다. 통합과학에서는 대기대순환을 3-cell 수준에서만 다룬다. 대기와 해수의 상호작용의 사례로서 해수의 용승과 침강, 엘니뇨와 라니냐, 남방진동의 발생 과정'은 지구과학 II에서 상세한 메커니즘과 더불어 다루고, 통합과학에서는 현상과 전지구적인 기후 변동에 주는 영향에 초점을 두고 다룬다.

[통과08-04] 에너지가 다양한 형태로 존재하고, 에너지가 다른 형태로 전환되는 과정에서 에너지가 보존되는 사례를 일상생활 사례를 중심으로 설명할 수 있도록 한다. 그리고 에너지 전환 과정의 효율을 정성적으로 이해하고, 열기관의 열효율을 정량적으로 계산하도록 한다.

##### - 학습 요소

- 생태계, 생태계 구성요소(생산자, 소비자, 분해자)와 환경과의 관계, 개체, 개체군, 군집, 먹이 관

계, 생태 피라미드, 생태계 평형

- 엘니뇨, 라니냐, 사막화, 지구온난화, 대기 대순환, 해수의 순환, 해류의 분포,
- 에너지 전환, 에너지 보존, 열효율

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구실험 학습, 발표·토론 학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 탐구활동에서 생태계 조사 활동에서는 우리 주변에서 흔히 접할 수 있는 친숙한 생태계를 중심으로 하며, 어류 위장 속 먹이 종류 관찰을 위한 해부 관찰 활동에서는 마른멸치를 불려서 사용하는 등 손쉽게 구할 수 있으며, 학생들이 다루기에 용이한 어류를 활용하여 수행한다.
- (3) 에너지 전환과 보존에 관한 사례는 과학글쓰기를 통해 그 전환과정과 보존 관계를 설명할 수 있고, 열기관의 효율은 정량적 계산이 가능하도록 구체적인 사례를 제시할 수 있다.
- (4) 이 영역은 중학교 과학의 ‘에너지의 전환’과 고등학교 물리학 I의 ‘열과 에너지’와 연계된다.
- (5) 지구온난화에서 비롯된 엘니뇨 등은 지구과학 I의 기후변화 및 ‘지구과학 II’의 ‘대기와 해양의 운동과 상호작용’과 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 어류의 해부나 먹이 관찰 활동, 또는 야외에서 생태계 구성 요소를 파악하기 위한 생태 탐방 활동에서 해부칼, 현미경, 망원경 등 도구를 사용하거나, 관찰 결과를 기록하고, 자료를 정리하는 과정에서 동료 학생들과 의견을 교환하는 의사소통능력, 실험 및 관찰 수행 능력, 협동심과 리더십을 포함한 인성 등을 포함한 다양한 시각에서의 관찰평가를 실시할 수 있다. 또한 관찰 결과보고서의 결과물을 바탕으로 수행평가를 실시할 수도 있다. 생태계의 구성 요소를 암기하거나 어류의 먹이 종류를 나열하라고 하는 등 단순 지식을 요구하는 평가는 지양한다.
- (3) 사회 유지에 필요한 에너지의 합리적이고, 효율적인 활용에 대한 인류의 노력을 바르게 인식하는 과학에 대한 태도 평가를 통해 ‘과학적 참여와 평생학습 능력’에 대한 평가를 실행할 수 있다.

(9) 핵발전과 차세대에너지

지구 환경이 화석 연료의 사용 증가로 인한 급격한 온난화 과정을 거치면서 인류를 비롯한 생태계에 위협을 주는 상황으로 변해가고 있음을 파악한다. 생태계와 환경이 어떻게 상호작용하고 있으며, 생존을 위해 인류가 환경과 에너지 문제에 어떻게 대처하고 있는지를 파악함으로써 미래를 위한 대안을 모색할 기회를 제공한다. 그러나 인류는 여러 가지 에너지를 전기에너지로 바꾸어 가정이나 산업에서 효

율적으로 사용하는 방안을 개발해왔으며, 이로 인해 화석연료 외에 다른 에너지원을 사용하여 전기에너지로 바꾸는 방향으로 환경과 에너지 문제에 슬기롭게 대처하고 있다. 또한 인류의 문명발전을 지속시키기 위해서는 태양, 핵, 파력, 풍력, 조력, 연료전지 등과 같은 신재생에너지의 개발을 통해 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력이 필요하다.

[통과09-01] 발전기 모형을 활용하여 화석연료, 핵에너지 등이 가정이나 산업에서 사용하는 전기 에너지로 전환되는 과정을 분석할 수 있다.

[통과09-02] 발전소에서 가정 및 사업장까지의 원거리 전력 수송 과정에 대한 이해를 토대로, 가정에서 효율적으로 전력을 사용하는 방안에 대해 토의할 수 있다.

[통과09-03] 태양에서 수소 핵융합 반응을 통해 질량 일부가 에너지로 바뀌고, 그 중 일부가 지구에서 에너지 순환을 일으키고 다양한 에너지로 전환되는 과정을 추론할 수 있다.

[통과09-04] 핵발전과 태양광, 풍력발전의 장단점과 개선방안을 기후변화로 인한 지구 환경 문제 해결의 관점에서 평가할 수 있다.

[통과09-05] 인류의 문명 발전에 필요한 차세대에너지 기술 개발의 필요성과 대안적인 방법에 해당하는 파력, 조력, 연료전지 등을 이용한 발전의 원리를 정성적으로 이해하여, 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물을 예시할 수 있다.

#### <탐구주제 및 활동>

- 간이 발전기 만들기
- 태양광 발전을 이용한 장치 고안하기
- 화석 연료(에너지 자원)의 생성 과정 조사 및 고갈 문제에 대해 토론하기
- 물의 전기분해와 연료 전지
- 우리나라 풍력발전 설치 현황과 전체 에너지에 대한 비율 조사하여 발표하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[통과09-01] 자기장을 변화시키면서 유도되는 전류를 관찰을 통해 정성적으로 전자기유도 현상을 이해하고, 이를 이용한 간이 발전기를 만들어 발전소에서 전기 에너지를 만드는 방법을 예상할 수 있도록 한다.

[통과09-03] 질량-에너지 등가성을 이용하여 핵분열에 의해 에너지가 생성됨을 알고, 핵융합에 의해 태양에너지가 생성됨을 설명할 수 있도록 한다.

[통과09-04] 태양전지의 구조를 통해 태양광 발전의 원리를 이해하고, 태양에너지를 활용하는 장치

를 고안할 수 있도록 한다. 그리고 핵발전과 태양광 발전을 비교하여 장단점을 토론할 수 있도록 한다.

[통과09-05] 연료전지는 내부에서 일어나는 산화-환원 반응을 통해 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치임을 알고 이로 인해 에너지 효율이 높음을 이해하게 한다. 화석 연료를 대체할 수 있는 미래 에너지로 파력, 조력, 풍력에너지 등과 같은 차세대에너지 개발 현황을 파악하게 한다.

- 학습 요소

- 발전기, 전자기유도, 질량-에너지 등가성, 핵분열, 핵융합, 핵발전, 태양전지, 태양광 발전
- 신재생에너지(연료전지, 파력, 조력, 풍력), 지속가능한 발전

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 전기에너지의 생산, 수송, 활용 등의 전 과정을 프로젝트 학습으로 구성하여 학생들이 전자기유도 현상, 발전기 만들기, 전력 수송과정, 효율적 전력 사용방법 등을 정성적으로 지도할 수 있다. 그리고 대체에너지와 차세대 에너지 기술에 관해서는 조사, 토론, 설계, 발명 등의 방법을 통한 과제연구 형태로 구체적 산출물이 나올 수 있도록 지도할 수 있다.
- (3) 이 영역은 중학교의 ‘일과 에너지’, ‘에너지의 전환’, ‘과학 기술과 문명’과 고등학교 물리 I의 ‘전기와 자기’, ‘열과 에너지’와 연계된다. 화학II의 연료전지와 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 과학적 탐구능력에 대한 평가는 간이 발전기 만들기 탐구활동에서 자기장과 유도 전류의 관계를 찾기 위해 변인 통제하는 능력을 알아보는 실험/설기 평가로 실시할 수 있다. 태양광 발전을 이용한 장치를 고안하는 수행평가를 통해 과학적 문제해결력을 평가할 수 있다.
- (3) 과학의 언어에 익숙해지고 과학의 기본 개념을 이해하면 자연환경을 비롯한 생활 환경을 과학적으로 탐구하는 능력과 자세를 갖춘다. 특히 지구 환경, 차세대 에너지 등과 같은 인류가 당면한 주요 문제를 과학의 언어를 통해서 생각하고 해결하는 태도를 배운다. 과학적 개념과 방법을 이해하고, 이를 일상생활의 문제에 창의적으로 적용하는 능력을 기르도록 지도한다.
- (4) 물의 전기분해를 이용하여 LED 전구의 불을 켜거나 멜로디 키트의 소리가 나오도록 하는 연료전지를 만들어보고 실험 결과와 보고서를 평가한다.

# 과학탐구실험

## 1. 성격

고등학교 ‘과학탐구실험’은 9학년까지의 ‘과학’을 학습한 학생들을 대상으로 하여 과학탐구 능력 및 과학 핵심역량을 향상시키기 위해 과학탐구 활동과 체험 그리고 공유의 경험을 제공하는 과목이다.

고등학교 ‘과학탐구실험’은 학생들이 즐겁게 실험 활동이 가능하도록 워크북 형태로 구성하여 성취감, 즐거움, 흥미를 느낄 수 있게 한다. 기존 ‘과학’ 수업을 통해 학습한 것을 일상생활이나 사회 또는 전지구적 문제의 발견과 해결에 활용할 수 있는 기회를 제공함으로써 과학의 즐거움과 가치뿐만 아니라 과학탐구가 사회 및 과학기술 발전에 미치는 영향을 인식할 수 있도록 한다. 과학 개념이나 원리를 검증하기 위한 실험 활동보다는 과학탐구과정과 기능을 활용할 기회를 제공하고, 과학이 일상생활에서 실제로 어떻게 활용되고 적용되는지를 체험하게 한다. 생활 주변에서 과학과 관련된 문제를 찾고, 이를 해결하기 위해 과학의 기본 개념을 적용하고 탐구활동을 통해 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르는 데 초점을 둔다. 전통적인 과학탐구 활동 이외에도, 문제의 발견과 해결을 포괄하는 프로젝트 형태의 과학탐구 활동, 창의적 설계와 제작 경험이 함께 이루어지는 폭넓은 경험을 얻을 수 있도록 한다.

고등학교 ‘과학탐구실험’의 영역은 역사 속의 과학탐구, 생활 속의 과학탐구, 첨단 과학탐구로 구성하였다. 이는 기존 ‘과학’과 구성 영역인 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 등의 핵심 개념을 바탕으로 하여 과학과의 탐구능력과 핵심역량을 함양할 수 있는 다양한 상황에서의 탐구활동이다. 즉 ‘과학탐구실험’을 통하여 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습 능력 등 과학적 핵심역량을 함양하도록 한다.

‘과학적 사고력’은 과학적 주장과 증거의 관계를 조정하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.

‘과학적 탐구 능력’은 과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집·해석·평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는

관찰, 분류, 측정, 변인통제 등의 과학 과정 기능과 기준의 과학 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고 능력이 이 과정에 기초가 된다.

‘과학적 문제해결력’은 개인적 혹은 공적 문제를 해결하기 위해 과학적 지식과 과학적 사고를 활용하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고 능력과 문제 해결 과정에서의 합리적 의사결정 능력도 포함한다.

‘과학적 의사소통 능력’은 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력을 말한다. 언어, 상징, 텍스트 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학 기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증활동을 하는 능력 등을 포함한다.

‘과학적 참여와 평생학습 능력’은 사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사결정 과정에 참여하며 새로운 과학 기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 갈 수 있는 능력을 말한다.

## 2. 목표

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

- 가. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 자연현상 및 일상생활의 문제를 과학적 탐구 능력을 기른다.
- 다. 자연현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.
- 마. 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

### 3. 내용 체계 및 성취기준

#### 가. 내용 체계

영역	핵심개념	내용	학년(군)별 내용요소	기능
역사 속의 과학 탐구	과학의 본성	과학자들의 탐구실험에서 과학의 다양한 본성이 발견되며, 과학탐구 수행 과정에서 과학의 본성을 경험한다.	- 우연한 발견 - 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험	(관찰)문제 확인 인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
	과학자의 탐구 방법	주제에 따라 다양한 과학 탐구방법이 활용된다.	- 귀납적 탐구 - 연역적 탐구 - 실험 탐구 - 비실험 탐구	
생활 속의 과학 탐구	과학적 태도	과학탐구실험을 통해 과학에 대한 흥미와 호기심, 즐거움 등을 기를 수 있다.	- 제품 속 과학 - 놀이 속 과학 - 스포츠 속 과학 - 문화예술 속 과학	
		과학 탐구는 흥미와 호기심, 협력, 증거에 근거한 결과 해석 등 다양한 과학적 태도를 필요로 한다.	- 흥미와 호기심 - 끈기 - 공동탐구/협력	
		과학탐구는 (준수해야 할 다양한 안전 사항과 생명존중, 연구진실성, 지식재산권 존중 등과 같은) 연구윤리를 필요로 한다.	- 안전 사항 - 연구 윤리	
첨단 과학 탐구	과학 탐구의 과정	탐구 문제와 상황의 특성에 따라 과학탐구 활동의 과정이 다양하게 계획된다.	- 문제인식 - 탐구 계획 수립	(관찰)문제 확인 인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		과학탐구 활동은 문제 발견, 탐구활동 계획 수립, 탐구 수행, 결과 표상 등의 과정으로 진행된다.	- 정성적, 정량적 데이터 분석 - 탐구 수행 - 문제 해결 - 도구 제작 (공학적/창의적 설계) - 결과 표상	
	과학의 응용	과학탐구를 통해 생활 및 다양한 상황 속에 과학지식을 적용할 수 있다.	- 첨단 과학 기술	
		과학탐구의 산출물은 첨단 과학기술 등 다양한 분야에 공유 및 확산된다.	- 탐구산출물	

## 나. 성취기준

### (1) 역사 속의 과학 탐구

과학의 역사를 살펴보면, 여러 세대를 이어가는 과학자들의 꾸준한 연구와 실험을 기반으로 발견된 과학 지식들이 있으며, 새로운 시대를 여는 결정적 실험들이 있다. 이러한 과학의 발전 과정은 과학이 지니고 있는 다양한 본성들을 알려준다. 과학은 자연현상을 설명하려는 인간의 노력의 산물이며, 사회적·문화적 맥락에 따라 끊임없이 발달한다. 과학자들이 행했던 역사적인 실험들을 과학의 탐구과정에 따라 수행함으로써 과학의 본성을 깨달을 수 있다.

[과탐01-01] 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험을 따라해 보고, 과학의 발전 과정에 대해 설명할 수 있다.

[과탐01-02] 과학사에서 꾸준한 연구를 토대로 우연한 발견이 이루어진 탐구실험을 수행하고, 그 과정에서 발견되는 과학의 본성을 설명할 수 있다.

[과탐01-03] 과학자의 관찰을 통한 탐구를 수행하고, 귀납적 탐구 방법을 설명할 수 있다.

[과탐01-04] 가설 설정을 포함한 과학사의 대표적인 탐구실험을 수행하고, 연역적 탐구 방법의 특징을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 뉴턴 : 자유낙하와 옆으로 던진 물체의 운동 비교하기
- 멘델레예프 : 주기율표 만들기
- 빅뱅 우주론이 확립된 과정을 조사하고 토론하기
- 파스퇴르 : 자연발생설의 검토

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[과탐01-01] 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 대표적 사례는 과학혁명 시기에 과학자들이 했던 탐구활동 들이다. 특히 갈릴레이, 뉴턴이 했던 다양한 중력 관련 실험들이 이에 해당하므로, 통합과학에서 다룬 탐구 주제와 관련지어 실험을 진행할 수 있다. 그 외에 과학사적으로 중요한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

[과탐01-02] 여러 대에 걸친 과학자들의 꾸준한 노력과 뛰어난 과학자의 우연한 발견에 의해 완성된 과학지식의 대표적 사례 중 하나는 주기율표이다. 통합과학에서 다룬 탐구 주제와 관련지어 실험을 진행할 수 있다. 그 외에 과학사적으로 중요한 실험들을 추가로 진행할

수 있다.

[과탐01-03] 귀납적 탐구는 다양한 사실들을 수집하여 일반화된 이론을 완성하는 과정이다. 대표적 사례 중 하나는 빅뱅 우주론이 확립된 과정이라고 볼 수 있다. 통합과학에서 다룬 탐구 주제와 관련지어 실험을 진행할 수 있다. 그 외에 과학사적으로 중요한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

[과탐01-04] 연역적 탐구 실험은 주로 기존에 알려진 과학 지식이 완전하지 않기 때문에 이를 극복하기 위해 새로운 가설을 설정하면서 시작된다. 대표적 사례 중 하나는 파스퇴르가 한 자연발생설의 오류를 밝힌 실험으로, 통합과학에서 다룬 탐구 주제와 관련지어 실험을 진행할 수 있다. 그 외에 과학사적으로 중요한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

#### - 학습 요소

- 우연한 발견, 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험
- 귀납적 탐구, 연역적 탐구

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

역사 속의 과학 탐구는 ‘통합과학’에 제시된 과학사와 관련된 과학자들의 탐구 활동을 중심으로 학생들이 직접 실험을 수행하도록 지도한다. 특히 강의 위주로 과학의 본성이나 과학자의 탐구 방법을 설명하지 않도록 하며, 실험 활동을 통해 이해할 수 있도록 지도한다. 또한 과학 실험의 즐거움을 알 수 있게 관련 과학사 내용을 담은 영상이나 시각화 자료를 활용하여 재미를 느낄 수 있도록 할 수 있다. 이 영역은 통합과학의 ‘물질의 규칙성’, ‘시스템과 상호작용’ 단원과 연계된다.

#### (다) 평가

뉴턴의 실험과 멘델레예프의 실험에서 작성한 실험보고서를 통해 과학적 사고력에 대한 평가를 실시할 수 있다. 빅뱅 우주론 탐구와 파스퇴르의 실험 과정에 대한 관찰 평가로 과학적 탐구 능력을 평가할 수 있다.

### (2) 생활 속의 과학 탐구

[과탐02-01] 생활 제품 속에 담긴 과학 원리를 파악할 수 있는 실험을 통해 실생활에 적용되는 과학 원리를 설명할 수 있다.

[과탐02-02] 영화, 건축, 요리, 스포츠, 미디어 등 생활과 관련된 다양한 분야에 적용된 과학 원리를 알아보는 실험을 통해 과학의 유용성을 설명할 수 있다.

[과탐02-03] 과학적 원리를 활용한 놀이 체험을 통해 과학의 즐거움을 느낄 수 있다.

- [과탐02-04] 과학 탐구에 흥미와 호기심을 갖고, 협업, 분야 간 협동연구 등과 같은 탐구활동을 통해 도출한 탐구 결과를 증거에 근거하여 해석하고 평가할 수 있다.
- [과탐02-05] 탐구활동 과정에 지켜야 할 안전 사항과 생명 존중, 연구진실성, 지식재산권 존중 등과 같은 연구윤리를 알고 실천할 수 있다.
- [과탐02-06] 과학과 관련된 현상 및 사회적 현상과 이슈에서 과학 탐구 문제를 발견할 수 있다.
- [과탐02-07] 자신이 발견한 문제에 대해 실험적, 비실험적 탐구로 구분하여 과학탐구 활동 계획을 수립할 수 있다.
- [과탐02-08] 다양한 주제와 상황에 대하여 적절한 과학탐구 활동의 과정과 절차를 수행할 수 있다.
- [과탐02-09] 과학의 핵심개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하거나, 탐구에 필요한 도구를 창의적으로 설계하거나 제작할 수 있다.
- [과탐02-10] 탐구 수행으로 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 분석하고 그 결과를 (표, 그래프, 모형, ICT 등으로) 다양하게 표상하여 소통할 수 있다.

#### <탐구주제 및 활동>

- 물체의 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방 장치 고안하기
- 천연 지시약으로 그림 그리기
- 천연 항생물질 찾기
- 관측 자료를 활용하여 한반도의 기후변화 경향성 파악하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[과탐02-01,02,03] 과학이 적용된 생활 제품, 영화, 건축, 요리, 스포츠, 미디어, 놀이 체험 등의 다양한 분야에서 몇 가지 사례를 중심으로 과학적 원리, 유용성, 즐거움 등을 깨달을 수 있는 실험활동을 진행할 수 있다. 특히 통합과학에서 다룬 탐구 주제 중 ‘천연 지시약으로 그림 그리기’를 통해 과학적 원리, 생활 유용성, 과학의 즐거움을 알 수 있다. 그 외에 생활 주변에서 탐구 가능한 주제들을 중심으로 한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

[과탐02-04,06,07,08,09] 협업을 통해 과학 문제 발견부터 문제 해결책 제시까지의 과학 탐구 전 과정을 경험할 수 있는 실험활동을 진행할 수 있다. 특히 통합과학에서 제시된 탐구 주제 중 ‘물체의 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방 장치 고안하기’ 탐구 활동을 통해 협업의 가치를 알게 하고, 과학 탐구 전 과정을 경험

하여 공학적 설계 과정을 거쳐 창의적인 산출물을 고안하게 할 수 있다. 그 외에 생활 주변에서 탐구 가능한 주제들을 중심으로 한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

#### [과탐02-05]

안전 사항 준수와 생명 존중, 연구진실성, 지식재산권 존중 등의 연구윤리를 포괄적으로 경험할 수 있는 실험활동을 진행할 수 있다. 특히 통합과학에서 제시된 탐구 주제 중 ‘천연 항생물질 찾기’ 탐구 활동을 통해 3가지 연구 윤리와 안전 사항에 대해 이해할 수 있다. 그 외에 생활 주변에서 탐구 가능한 주제들을 중심으로 한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

#### [과탐02-10]

정성적 및 정량적 데이터를 발견, 수집, 조사하는 과정을 거친 다음, 이들 데이터들이 의미와 가치를 가지도록 조직화하여 정보로 표현하고 의사소통하는 경험을 가지게 할 수 있다. 특히 통합과학에 제시된 탐구 주제 중 ‘판촉 자료를 활용하여 한반도의 기후변화 경향성 파악하기’를 통해 표, 그래프, 모형, ICT 등 다양한 표상으로 소통하는 경험을 가질 수 있다.

##### - 학습 요소

- 제품 속 과학, 놀이 속 과학, 스포츠 속 과학, 문화예술 속 과학
- 안전 사항, 연구 윤리
- 문제인식, 탐구 계획 수립
- 데이터 분석, 탐구 수행, 문제 해결, 도구 제작, 결과 표상

#### (나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

생활 속 과학 탐구는 ‘통합과학’에 제시된 일상생활과 관련된 탐구 주제/탐구 활동을 중심으로 사회적 현상과 이슈에서 문제를 찾고, 연구 윤리와 안전사항을 준수하며 과학 탐구 전 과정을 수행하여 문제 해결책을 다양한 표상을 통해 산출하도록 지도할 수 있다. 특히 협업을 강조하기 위해 1~3개월 기간이 소요되는 과제연구, 프로젝트 학습 등과 같은 형태로 탐구가 진행될 수 있게 지도할 수 있다. 이를 통해 올바른 과학적 태도와 정확한 과학 탐구의 과정을 체득하도록 지도할 수 있다.

이 영역은 통합과학의 ‘시스템과 상호작용’, ‘변화와 다양성’, ‘환경과 에너지’와 연계된다.

#### (다) 평가

생활 속 과학 탐구에서 다뤄지는 활동들은 기본적으로 실험보고서, 발표, 토론, 산출물 등 다양한 유형의 평가 활동이 가능하다. 특히 탐구 진행과정 중의 각 단계별로 평가를 진행할 수 있는데, 문제를 발견하는 과정에서 과학적 사고력, 탐구계획을 수립하고 실행하는 과정에서 과학적 탐구능력과 과학적 문제해결력을 평가할 수 있다. 그리고 해결책과 산출물을 표상 및 발표하거나 실천하는 과정에서 과학적 의사소통 능력과 과학적 참여와 평생학습 능력을 평가할 수 있다.

### (3) 첨단 과학 탐구

- [과탐03-01] 첨단 과학기술 속의 과학 원리를 찾아내는 탐구활동을 통해 과학지식이 활용된 사례를 발표할 수 있다.
- [과탐03-02] 첨단 과학기술 및 과학 원리가 적용된 과학탐구 활동의 산출물을 공유하고 확산하기 위해 발표 및 홍보할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 태양광 발전을 이용한 장치 고안하기
- 물의 전기분해와 연료 전지
- 유전체 연구와 생명정보학, 그리고 맞춤 의학의 관계를 이해할 수 있는 홍보물 만들기
- 우리나라 풍력발전 시장 및 기술현황 전망하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[과탐03-01] 첨단 과학기술에 포함된 기초 과학 원리를 파악하는 실험활동이나 첨단 과학기술을 이용한 산출물을 생성하는 실험활동을 진행할 수 있다. 특히 통합과학에 제시된 탐구주제 중 ‘태양광 발전을 이용한 장치 고안하기’와 ‘물의 전기분해와 연료 전지’활동을 통해 첨단 과학기술에 대한 이해를 바탕으로 과학지식의 활용성을 파악할 수 있다. 그 외에 첨단 과학기술과 관련된 탐구활동을 중심으로 한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

[과탐03-02] 첨단 과학기술을 활용하는 과학탐구 활동을 통해 생성된 산출물을 공유하기 위한 발표자료나 홍보물을 제작하는 탐구활동을 진행할 수 있다. 특히 통합과학에 제시된 탐구주제 중 ‘유전체 연구와 생명정보학, 그리고 맞춤 의학의 관계를 이해할 수 있는 홍보물 만들기’와 ‘우리나라 풍력발전 시장 및 기술현황 전망하기’활동을 통해 탐구 산출물을 여러 사람들과 공유할 수 있는 방법을 익힐 수 있다. 그 외에 첨단 과학기술과 관련된 탐구활동을 중심으로 한 실험들을 추가로 진행할 수 있다.

##### - 학습 요소

- 첨단 과학기술, 기초 과학 원리, 산출물

#### (나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

첨단 과학 탐구는 ‘통합과학’에 제시된 첨단 과학과 관련된 탐구 주제/탐구 활동을 중심으로 첨단 과학기술이 적용된 기기나 제품들의 기초 과학 원리를 알 수 있도록 구성된 실험 활동 위주로 지도할 수 있다. 특히 공학적 설계를 바탕으로 창의적 산출물을 생성하기 위한 실험 활동이 포함되도록 지도할

수 있다. 또한 주변 사람들과 산출물을 공유하고, 확산할 수 있는 작품 발표회를 개최할 수도 있다. 이러한 탐구활동들은 가급적 협동학습으로 진행하며, 협업을 통한 탐구 경험을 가지도록 지도할 수 있다. 이런 과정을 통해 학생들의 과학적 참여와 평생학습 능력이 함양될 수 있다.

이 영역은 통합과학의 ‘변화와 다양성’, ‘환경과 에너지’와 연계된다.

#### (다) 평가

첨단 과학 탐구는 모든 탐구 활동에 대해 수행평가로 실시되며, 태양광 발전을 이용한 다양한 장치 고안하기는 동료 평가로 장치의 유용성과 효율성에 대한 평가를 진행하여 과학적 사고력과 문제해결력을 평가할 수 있다. 탐구활동을 통해 산출한 학생들의 홍보물과 발표 자료도 동료 평가로 표현의 효과성과 전달력을 기준으로 하여 과학적 의사소통능력과 과학적 참여와 평생학습 능력을 평가할 수 있다.

### 4. 교수·학습 및 평가의 방향

#### 가. 교수·학습 방향

- (1) 학습 지도 계획 수립 시 ‘통합과학’의 수업 상황, 학교의 실험실 상황이나 실험 기구 등의 준비 가능성 등을 고려하여 학습 내용과 지도의 시기를 조정할 수 있다.
- (2) 과학탐구실험과 관련된 창의적 체험활동, 과학 전시회 등 여러 가지 과학 활동에 학생이 적극 참여할 수 있도록 계획한다.
- (3) 과학탐구실험을 통해 진로선택에 도움을 줄 수 있는 피드백 시간을 가지도록 계획한다.
- (4) 탐구 결과 정리, 보고서 작성, 발표자료 제작 등 과학글쓰기와 토론이 가능한 학생 참여 중심 수업이 되도록 한다.
- (5) 과학의 본성에 근거한 학습 지도를 바탕으로 문제 인식 및 가설 설정, 탐구 설계 및 수행, 자료 분석 및 해석, 결론 도출 및 일반화 등의 과학 탐구 과정을 경험할 수 있도록 안내한다.
- (6) 탐구 활동을 모둠 학습으로 할 때에는 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다.
- (7) 과학 및 과학과 관련된 현상과 사회적 쟁점 및 이슈에 대한 자료를 찾는 정보활용 능력을 통해 문제를 발견하도록 지도한다.
- (8) 학생 중심의 탐구활동 및 연구 프로그램이 이루어지도록 하며, 의사소통을 할 때에는 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다.
- (9) 학생의 구체적 조작 활동을 우선으로 하고, 컴퓨터를 활용한 실험과 인터넷과 멀티미디어 등을 적절히 활용한다.
- (10) 과학탐구활동 외에도 공학적 설계 및 모형 설계 그리고 제작 경험이 함께 이뤄지는 폭넓은 과학

기술공학의 경험을 통해 여러 교과와 서로 밀접하게 관련되어 있음을 인식시킨다.

- (11) 과학탐구실험의 성과를 교내외로 공유 및 확산시키기 위해 과학전람회, 과학탐구대회, 과학발명 대회 등에 참여하여 논문 출간 및 지식재산 출원 등의 경험을 제공한다.
- (12) 탐구실험 전에 실험실 안전 수칙을 확인하여 준수하고, 사고 발생 시 대처 방안을 미리 수립한다. 특히 화학 약품, 파손되기 쉬운 실험 기구, 가열 기구 등을 다룰 때 주의할 사항을 사전에 충분히 지도하여 사고가 발생하지 않도록 한다.
- (13) 단위 학교에서는 탐구활동의 특성에 따라 연 차시(블록타임) 학습으로 운영할 수 있도록 지원한다.
- (14) 시·도 교육청에서는 내실 있는 과학탐구실험을 위해 과학실, 과학실험 기자재 등을 확보하기 위한 예산을 지원한다.

#### 나. 평가 방향

- (1) 개별 학생의 성취도 보다는 공동 작업으로서 모둠별 탐구 활동에 초점을 두고 평가한다.
- (2) 과학관련 사회 현상과 이슈에 대한 문제발견과 문제해결과정에 초점을 두고 평가한다.
- (3) 탐구활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력에 초점을 두고 평가한다.
- (4) 평가는 지필평가를 지양하고, 관찰, 보고서 검토, 면담, 포트폴리오, 발표대회 등의 다양한 방법을 활용한다.
- (5) 타당도와 신뢰도가 높은 평가가 될 수 있게 동료 평가 도구를 개발하여 활용한다.
- (6) 평가는 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 평가 계획 수립, 평가 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.



# 고등학교 선택과목

– 물리학·화학·생명과학·  
지구과학 I·II –

# 물리학 I

## 1. 성격

물리학의 이름은 자연에 관한 지식을 뜻하며 가장 오래된 자연 과학 분야의 하나로 자연 세계가 어떻게 작동을 하는가에 관한 이해를 목적으로 연구하는 학문이다.

고등학교 교과로서 ‘물리학 I’은 초등학교 3학년부터 공통 과학의 물리 영역에서 다룬 초보적인 개념 및 현상을 기본으로 물리학에서 다루는 자연현상의 이해를 위한 기초 개념을 다루는 교과목이다. 또한 물리학의 탐구 과정에 관한 학습은 자연 세계를 지적 호기심과 흥미를 가지고 바라볼 수 있는 관점 및 습관을 제공할 수 있다. 더욱이 물리학 개념과 탐구 방식의 이해는 물리학과 일상생활의 관련성에 대한 이해를 위한 기초를 제공한다.

‘물리학 I’의 내용은 힘과 운동, 열과 에너지, 전기와 자기, 파동의 영역으로 구성한다. 이는 각각 물리학의 기본 영역인 고전 역학, 열 및 통계 물리학, 전자기학, 광학을 대표하는 영역이다. 힘과 운동 영역은 힘을 원인으로 나타나는 물체의 운동 현상을 서술하고, 예측하는 학습을 주요 내용으로 한다. 열과 에너지 영역은 열에 의한 현상을 이해하고, 일상에서의 그 활용을 에너지와 연관하여 설명하는 내용을 다룬다. 전기와 자기 영역은 물질의 전자기 성질에 따른 새로운 소재의 개발 및 사용과 에너지 발전에 관한 이해를 통해 개인적, 사회적 문제 해결의 과정에서 과학의 다양한 활용을 이해하는 것을 주 내용으로 한다. 광학은 빛과 파동에 의한 자연 현상 및 그 응용기술을 다룬다. 각 영역의 내용은 첨단과학기술과 실생활 관련 주제를 중심으로 물리학의 기본 개념들을 이해하고 적용할 수 있도록 구성하며, 각 내용을 습득하는 과정을 통하여 21세기를 살아가는데 필요한 핵심역량과 탐구실행 능력을 증진시킬 수 있도록 구성한다.

## 2. 목표

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

- 가. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 자연현상 및 일상생활의 문제를 과학적 탐구 능력을 기른다.
- 다. 자연현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.
- 마. 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

## 3. 내용 체계 및 성취기준

### 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			물리학 I	
힘과 운동	시공간과 운동	표준을 정하여 시간과 공간을 측정한다.	길이와 시간의 표준 국제표준단위계	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용
		시공간의 측정은 상대성이 있다.	특수 상대성 이론 동시성 질량에너지 등가성	
		물체의 운동변화는 뉴턴의 운동법칙으로 설명된다.	뉴턴 운동법칙 1차원 힘의 합성과 분해	
	힘	운동량은 물체의 충돌 전후에 보존된다.	운동량 보존 충격량	증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
	역학적 에너지	마찰이 없는 계에서 역학적 에너지는 보존된다.	탄성위치에너지	
전기와 자기	전기	두 전하 사이에는 전기력이 작용 한다.	원자와 전기력 에너지 준위	결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		물질은 전기적 성질에 따라 도체, 부도체, 반도체로 구분된다.	고체의 에너지띠 전기전도성	

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			물리학 I	
열과 에너지	자기		열전도 자성	
		전류는 자기장을 형성한다.	전류에 의한 자기장 자기력선	
		물질은 자기적 성질에 따라 자성체와 비자성체로 구분된다.	원자자석 물질의 자성	
		자기장의 변화는 전기회로에 기전력을 발생시킨다.	전자기 유도	
열과 에너지	열평형	물질의 종류에 따라 열적 성질이 다르다.	열전도	
	열역학 법칙	열이 모두 일로 전환되지는 않는다.	열역학 제2법칙 엔트로피	
	에너지 전환	에너지는 다양한 형태로 존재하며, 다른 형태로 전환될 수 있다.	열역학 제1법칙	
파동	파동의 종류	빛을 비롯한 전자기파는 전자기진동이 공간으로 퍼져나가는 파동이다.	전자기파의 응용	
	파동의 성질	파동은 반사, 굴절, 간섭, 회절의 성질을 가진다.	파동의 진동수 파장 파동의 속력 파동의 간섭	
		파동은 정보를 전달할 수 있다.	광통신 무선통신 정보저장매체	
현대 물리	빛과 물질의 이중성	빛과 물질은 입자와 파동의 성질을 모두 가진다.	CCD 전자현미경	

## 나. 성취기준

### (1) 운동과 에너지

운동과 에너지는 물리학의 기초 분야인 역학의 가장 핵심적인 개념이다. 이 영역에서는 물체의 운동 상태 변화가 다른 물체와의 상호작용에 의하여 어떻게 영향을 받는지를 뉴턴의 운동 법칙과 운동량 보존 법칙을 중심으로 이해한다. 직선상의 단진동운동을 통해 역학적에너지 보존을 설명하고, 열에너지 전환 및 열효율에 열역학법칙을 적용할 수 있다. 특수상대성이론은 질량보존과 에너지보존을 통합하여

닫힌 계에서 질량/에너지 보존을 질량–에너지 동등성으로 설명함을 이해한다. 이 영역 학습을 통하여 보존량을 알면 예측이 가능하다는 것을 귀납적 방법과 연역적 방법으로 이해하고 실생활에 응용할 수 있다.

[물리 I 01–01] 직선상에서 물체에 여러 가지 힘이 작용할 때 알짜힘을 구할 수 있다.

[물리 I 01–02] 뉴턴의 운동법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.

[물리 I 01–03] 뉴턴의 3법칙의 적용 사례를 찾아 힘이 상호작용임을 설명할 수 있다.

[물리 I 01–04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.

[물리 I 01–05] 충격량과 운동량의 관계를 이용하여 충격량을 예측하고, 일상생활에서 충격을 감소시키는 예를 찾아 설명할 수 있다.

[물리 I 01–06] 직선상에서 단진동하는 물체의 역학적에너지가 보존됨을 설명할 수 있다.

[물리 I 01–07] 에너지가 다른 형태로 전환되는 과정에서 열역학 제1법칙이 성립됨을 사례를 분석하여 설명할 수 있다.

[물리 I 01–08] 엔트로피의 개념을 사용하여 에너지 전환 과정의 효율을 열역학 제2법칙으로 설명할 수 있다.

[물리 I 01–09] 특수상대성이론의 질량–에너지 동등성을 사례를 들어 설명할 수 있다.

### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

#### – 주요 성취기준 해설

[물리 I 01–01] 힘의 합성을 다루면서 힘이 작용할 때 물체의 운동을 다루는 동역학과 어떤 계(시스템)에 작용하는 힘의 합이 0인 상황을 다루는 정역학에 관한 논의를 한다. 직선상의 알짜힘을 구하는 학습 활동을 통해 크기와 방향을 지닌 물리량은 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다는 기초 벡터 개념을 인식할 수 있도록 한다.

[물리 I 01–03] 힘이 작용하는 다양한 사례를 찾아서 힘이 두 물체 사이의 상호작용임을 이해할 수 있도록 지도한다.

[물리 I 01–05] 충격량과 운동량의 관계를 이용하여 충격량을 예측하는 현실적인 다양한 사례를 제시하고, 충격량의 예측값을 구하고 그 현실성을 점검하여 예측값의 타당성을 검토하도록 한다.

[물리 I 01–08] 엔트로피 개념으로 보존과 가역성을 구별할 수 있도록 학습하고, 고립계개념을 사용하여 에너지 전환과 보존을 분석하도록 한다.

[물리 I 01-09] 특수상대성이론의  $E=mc^2$ 을 계산보다는 그 증거에 해당하는 사례를 다루어 그 의미를 파악하도록 한다.

– 학습 요소 : 뉴턴 운동법칙, 1차원 힘의 합성과 분해, 운동량 보존, 충격량, 탄성위치에너지, 열전도, 열역학 제2법칙, 엔트로피, 열역학 제1법칙, 질량에너지 등가성

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

뉴턴 역학과 운동량, 충격량을 다룰 때는 학생들이 직접 또는 동영상등을 통해 관찰하고 자신들의 경험을 함께 논의하여 적극적으로 수업에 참여할 수 있도록 한다. 에너지보존 개념을 다룰 때는 학생이 주어진 상황에서 단힌계를 설정하여 설명할 수 있도록 한다. 충격량과 운동량의 개념을 적용하여 일상생활에서 충격을 감소시키는 예를 찾아 설명하거나 직접 고안하게 할 수 있다. 이 영역은 중학교의 ‘힘과 운동’, ‘일과 에너지’, ‘통합과학의 ’핵발전과 차세대 에너지’ 영역과 연계된다.

#### (다) 평가

정량적 계산은 학생이 그 계산 과정을 드러내고 결과값의 의미 설명을 할 수 있는 서술형으로 평가 할 수 있다. 뉴턴 운동법칙이 적용되는 사례, 열 및 역학적 에너지 전환 및 보존 사례 등을 학생들이 스스로 찾아 과학적으로 적절하게 증거에 기반하여 설명할 수 있는 글쓰기, 논증 등의 수행평가를 통해 개념이해 및 탐구 역량을 평가할 수 있다.

### (2) 물질과 전자기장

물질은 첨단 물리 및 그 응용 분야의 주요 주제이며 내부의 전기장으로 많이 설명되어 진다. 물질의 기본 단위인 원자 내에서 전자가 원자핵 주위를 돌며 안정성을 유지하는 원인을 전기력을 이용하여 설명할 수 있다. 물질의 구조와 성질을 원자들이 가지고 있는 불연속적인 에너지 준위와 에너지띠로 정성적으로 설명하고, 에너지띠의 모양 차이로 인한 고체 물질의 차이를 구분하고 다양한 물리적 성질을 비교할 수 있는 탐구 과정을 수행할 수 있다.

전류와 자기장이 서로 독립적인 것이 아니라 상호작용을 통해 서로 영향을 주고 있음을 알고, 전류 고리 주변의 자기장에 대한 이해를 바탕으로 물질을 구성하고 있는 원자들이 각각 하나의 자석처럼 작용한다는 것을 이해할 수 있다. 전류에 의한 자기 작용과 전자기 유도 현상이 일상생활에서 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.

[물리 I 02-01] 원자 내 전자가 원자핵주위를 돌며 안정성을 유지하는 원인인 전기력을 쿨롱의 법칙을 이용하여 설명할 수 있다.

- [물리 I 02-02] 수소원자에서 전자는 불연속적 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰을 통하여 설명할 수 있다.
- [물리 I 02-03] 고체의 에너지띠로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고 그에 따른 사용 예를 찾아 설명할 수 있다.
- [물리 I 02-04] 일상의 고체 물질의 다양한 물리적 성질(전기전도, 열전도, 자성)을 비교할 수 있는 탐구를 설계 및 수행할 수 있다.
- [물리 I 02-05] 전류에 의한 자기작용이 일상생활에서 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.
- [물리 I 02-06] 전류에 의한 자기장을 원자 핵 주위를 회전하는 전자에 의한 원자 자석을 설명하는데 적용하고 원자의 집합인 고체에서 원자 배열에 따라 물질의 자성이 결정됨을 설명할 수 있다.
- [물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

- [물리 I 02-01] 쿨롱의 법칙을 이용하여 전기력을 설명할 때 쿨롱 법칙에서 다루는 전하는 크기를 무시할 수 있는 점전하이며, 크기가 크거나 비대칭적인 모양의 대전체는 쿨롱 법칙을 정확하게 적용하기 어렵다.
- [물리 I 02-03] 고체는 원자들이 많이 모여 있기 때문에 에너지 준위들이 겹쳐져 에너지가 띠와 같은 형태를 가지게 됨을 정성적으로 이해한다. 도체, 반도체, 절연체 등이 필요한 사례를 고안하거나 사용되고 있는 예를 찾아 설명할 수 있다.
- [물리 I 02-04] 학생들에게 익숙한 일상의 다양한 물질의 물리적 성질(전기전도, 열전도, 자성)을 비교하는 탐구를 설계 및 수행하고 상대적인 성질의 차이를 각 물질의 사용 용도와 함께 설명하고 유용한 새로운 용도를 예측하도록 한다.
- [물리 I 02-06] 원형 도선 주변의 자기장에 대한 이해를 바탕으로 물질을 구성하는 원자들이 각각 하나의 원자 자석처럼 작용하는 것을 우선 이해하게 한다.
- [물리 I 02-07] 전류에 의해 자기장이 발생하는 것처럼 자기장의 변화가 전류를 유도시킨다는 대칭성을 이해하고, 일상생활에서 적용되는 전자기 유도 현상을 찾아 그 과정을 탐구해서 설명하게 한다.

- 학습 요소 : 전기력, 원자와 전기력, 에너지 준위, 고체의 에너지띠, 전기전도성, 열전도, 자성, 전류에 의한 자기장, 자기력선, 원자 자석, 물질의 자성, 전자기 유도

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

분광기와 방전관을 이용한 스펙트럼 관찰을 통해 들뜬 원자에서 방출되는 빛의 불연속적 스펙트럼을 이해하게 한다. 도체, 반도체, 절연체 등의 차이에 따른 전기전도성, 열전도성, 자성 등을 비교할 수 있는 탐구를 조별 토론을 통해 설계하고 수행하게 할 수 있다. 사전 실험이나 실험기구의 점검을 통해 실험 시간을 효율적으로 활용하도록 한다.

이 영역은 중학교 과학의 ‘전기와 자기’와 고등학교 통합과학의 ‘핵발전과 차세대 에너지’와 연계된다.

(다) 평가 방법 및 평가 유의 사항

전류에 의한 자기장이나 전자기 유도 탐구 실험과 같이 간단한 실험의 경우, 주어진 실험 과정을 따라하는 것이 아니라 학생들 스스로 가설을 설정하고 그에 따른 실험 방법(변인 통제 포함)을 조원이 토론을 통해 구성하고 실험하여 결론을 도출하는 과정이 과학적이고 논리적인지를 관찰 평가할 수 있다. 일상의 고체 물질의 다양한 물리적 성질(전기전도, 열전도, 자성)을 비교할 수 있는 탐구를 설계 및 수행하는 과정을 관찰함으로써 창의적인 아이디어 도출, 타인의 의견 존중, 문제 해결을 위해 서로 협력하는 정의적·인성적 측면을 평가할 수 있다. 일상생활에서 적용되는 다양한 예를 찾아 발표하는 수업에서 발표학생의 발표를 경청하고, 과학적 오류를 찾아 질의 응답하는 과정을 통해 학생들의 과학적 태도, 타인 의견에 대한 존중, 문제 해결을 위해 서로 협력하는 정의적·인성적 측면을 평가할 수 있다.

(3) 파동과 정보통신

현대 사회에서 정보통신은 대체로 파동의 형태를 통하여 전달되고 기록된다. 이러한 정보는 시간과 공간의 변화를 통하여 형성되고 전달되므로 시간과 공간의 의미를 이해하는 것이 필요하다. 정보의 전달형태인 파동은 자연계의 신호가 시공간에서 일정한 규칙에 따라 변화하면서 전달되는 과정이므로, 파동의 여러 속성과 매질의 특성을 알 수 있어야 한다. 또한 전달된 정보가 저장되는 방법과 저장매체의 원리를 이해함으로써, 현대물리학의 주요한 개념들이 정보통신에 활용되는 내용을 이해할 수 있다. 특히 20세기 이후에 등장한 현대물리학의 주요개념인 물질의 이중성과 특수상대성이론을 이해함으로써 정보통신과 관련된 현대물리학적 이해와 중요한 응용을 이해하는데 도움이 될 수 있다.

[물리 I 03-01] 길이와 시간 측정 표준의 필요성을 이해하고, 국제표준단위계(SI)를 사용할 수 있다.

[물리 I 03-02] 다양한 전자기파를 스펙트럼의 종류에 따라 구분하고, 그 사용 예를 찾아 설명할 수 있다.

[물리 I 03-03] 파동의 진동수, 파장, 속력 사이의 관계를 알고 매질에 따라 파동의 속력이 다른

것을 활용한 예를 설명할 수 있다.

- [물리 I 03-04] 음파의 간섭을 이용하여 소음 제거의 원리를 설명할 수 있다
- [물리 I 03-05] 전반사 원리로부터 파동을 이용한 정보 통신 과정을 설명할 수 있다.
- [물리 I 03-06] 실생활에 이용되는 정보 저장 매체의 구조와 원리를 설명할 수 있다.
- [물리 I 03-07] 빛의 이중성을 알고, CCD의 원리를 설명할 수 있다.
- [물리 I 03-08] 물질의 이중성을 알고, 전자현미경의 원리를 설명할 수 있다.
- [물리 I 03-09] 특수상대성이론의 빛의 속도일정, 시간지연, 길이수축, 동시성을 설명할 수 있다.

### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

#### - 주요 성취기준 해설

- [물리 I 03-02] 빛은 전자기파의 일종이며 문자운동, 원자 내 전자의 운동, 핵의 결합 등 다양한에너지 영역에서 전자기파가 방출되거나 흡수됨을 알고, 이를 활용하는 다양한 사례를 설명할 수 있게 한다.
- [물리 I 03-04] 서로 다른 두 파동이 한 지점에서 중첩되면 매질입자의 운동은 그 중첩의 결과로 진동이 확대되거나 축소되는 간섭현상이 나타남을 이해하고, 이를 통하여 위상이 반대인 음파의 발생을 통하여 소음을 능동적으로 제거하는 방법을 설명할 수 있게 한다.
- [물리 I 03-05] 파동의 속도가 다른 두 매질을 파동이 진행할 때 입사각과 굴절각이 달라짐을 알고, 이를 바탕으로 속도가 느린 매질에서 빠른 매질로 굴절되는 파동은 특정한 각도에서 전반사가 일어남을 이해하게 한다. 이를 통하여 정보통신에서 광통신에 전반사가 활용되는 과정을 설명할 수 있게 한다.
- [물리 I 03-06] 전자기파를 통해 전달되는 정보를 저장하기 위한 자기 저장 장치, 광저장 장치 등 여러 정보저장 장치의 정보기록 원리와 구조를 이해하고 설명할 수 있게 한다.
- [물리 I 03-07] 광전효과를 이를 이용하여 빛 신호가 전기신호로 변환되므로 영상정보를 수신하고 기록할 수 있음을 설명하게 한다.
- [물리 I 03-08] 빛과 입자가 서로 이중성을 가지므로 전자도 파동처럼 행동할 수 있음을 알게 하고, 이를 바탕으로 빛을 통해 물체를 인식하듯이 전자를 통해 물체를 인식하는 전자현미경이 가능함을 이해하고, 전자현미경의 원리를 설명할 수 있게 한다.
- [물리 I 03-09] 빛에 대한 현대물리학의 이해로서 간섭계 실험 등을 통하여 빛의 속도가 관측자에 무관하게 항상 일정함을 알게 하고, 이를 바탕으로 관성계에서 관측자의 속도에 따라 동시성의 의미가 달라지고 시간, 길이가 다르게 측정됨을 설명할 수 있게 한다.

- 학습 요소 : 길이와 시간의 국제 표준단위, 전자기파를 스펙트럼, 파동의 요소(진동수, 파장, 속력),

음파의 간섭, 전반사, 전자기파, 정보 저장 매체, 빛의 이중성, CCD, 물질의 이중성, 특수상대성이론

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

표준단위의 세세한 내용보다는 관련 역사를 조사하여 설정의 필요성을 이해하는 접근을 하도록 한다. 시뮬레이션을 통해 소음 제거를 실제로 해볼 수 있도록 한다. [물리 I 03-05]~[물리 I 03-09]는 개념을 먼저 수업하기보다는 일상의 예를 통해 개념을 이해하도록 하는 접근법이 개념 이해에 더 효과적일 수 있다.

이 영역은 중학교 과학의 ‘빛과 파동’, ‘전기와 자기’ 단원과 연계가 된다.

(다) 평가

표준단위의 필요성에 관한 과학글쓰기를 통해 과학적 사고력을 평가할 수 있다. 일상적인 예를 통해 개념을 학습하는 경우 유사한 다른 예를 조사하여 발표하도록 하고, 이 때 개념의 이해 및 의사소통 능력을 평가할 수 있다.

## 4. 교수학습 및 평가의 방향

### 가. 교수학습 방향

물리학 I의 교수학습은 학생의 인지 및 감성을 고려하여 학생 중심으로 이루어지도록 학생의 경험이나 일상생활을 적극적으로 발굴하여 활용한다. 학생들이 적극적으로 참여하는 실험과 관찰 위주로 과학적인 경험을 쌓을 수 있는 기회를 적절히 제공하고, 자율적인 실험 설계나 창의적 아이디어 도출을 위해 역사적 실험의 사례 및 실험 동영상을 많이 접할 수 있게 한다. 다양한 개방적 탐구 및 문제해결 과제 등을 수행할 기회를 제공하여 독창적이고 자기주도적인 물리 탐구 능력을 개발한다. 과학과 교육 과정의 주요 역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력을 적용하여 신장할 수 있는 기회를 제공한다. 역량 개발은 강의 및 탐구 수업 모두에서 가능하지만 특히 모둠 활동 중에 학생들 간의 상호작용을 통해 더 효과적으로 개발할 수 있다. 물리 개념과 관련된 일상적 문제 및 사회적 쟁점을 조사하고 발표 및 보고서 작성을 하도록 하여 과학적, 창의적 사고력을 육성하고, 의사소통 능력을 개발한다. 강의, 토론, 실험, 조사, 견학, 과제연구 등의 다양한 교수학습방법을 물리 내용과 학생들의 준비 수준에 맞게 적절히 사용한다. 개방적 질문이나 문제 제기를 통해 학생의 고차원적인 사고를 개발하도록 한다. 다양한 주제에 관한 책, 미디어 등을 권장하고 활용하여, 학생들이 물리학과 기술, 사회의 상호작용을 이해할 수 있도록 하며, 학생들의 흥미와

호기심을 유발하고 평생 교육의 기초가 되는 자세를 갖추도록 한다.

실험 활동은 그 목적과 방법을 이해하고 수행하여 유의미한 활동이 되도록 한다. 실험 전 학생들에게 안전교육을 반드시 하고, 실험 과정 중 안전 수칙을 준수하고 사고 발생 시 대처방안을 미리 수립하도록 한다.

#### 나. 평가 방향

물리학 I의 평가는 학생의 기본 개념의 이해, 과학 탐구 능력 및 태도를 평가한다. 특히 과학의 주요 역량인 주요 역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력을 고르게 평가하도록 한다. 기본 개념의 이해는 개념 별 이해보다는 고차원적인 개념 통합적 이해 및 이를 일상 생활문제 해결에 활용하는 능력을 평가하도록 한다. 모둠 활동을 통한 수행 평가를 이용하여 과학 관련 태도로서 적극성, 협동성, 문제 해결 태도 등을 평가한다. 단편적 지식의 암기 또는 복잡한 계산 능력의 평가는 지양한다.

평가 방식은 지필 선다형, 서술형 및 논술형, 보고서, 장기적인 포트폴리오, 자유탐구, 모둠 활동, 자유탐구, 탐구 과정 평가 등을 활용한다.

평가는 평가계획 수립, 평가 문항 및 도구의 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리 및 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.

# 물리학 II

## 1. 성격

‘물리Ⅱ’는 ‘물리Ⅰ’에서 학습하는 기본 개념을 기초로 하여 심화된 개념을 정량적으로 학습하도록 구성이 되었으며 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다.

‘물리학Ⅱ’ 교과의 내용은 힘과 운동, 전기와 자기, 파동, 현대 물리의 영역으로 구성한다. 이는 각각 물리학의 기본 영역인 고전 역학, 전자기학, 광학 및 현대 물리학을 대표하는 영역이다. 힘과 운동 영역은 중력을 중심으로 한 시공간에서 운동 및 유체와 관련된 운동을 다룬다. 전기와 자기 영역은 전기 및 자기장의 정량적 표현 및 관련 응용 등을 다룬다. 광학은 빛과 파동의 성질을 이해하고 그를 활용한 첨단 장비 등을 다룬다. 현대 물리 영역은 20세기 이후 발전한 물리학의 기본 개념을 다루고 최신 응용 기술을 소개한다. 이들 영역의 내용은 물리학의 기본 영역을 고루 학습할 수 있도록 구성한다. 각 영역에서는 과학, 기술, 사회의 유기적 관계를 다루어 물리학의 방법과 개념들이 첨단과학기술의 탐구와 발전에 어떻게 활용되는지를 이해할 수 있도록 한다.

## 2. 목표

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 차세대 이공계 분야의 일꾼으로서 필요한 기초 능력을 기른다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다.

- 가. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 자연현상 및 일상생활의 문제를 과학적 탐구 능력을 기른다.

- 다. 자연현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.  
 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.  
 마. 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

### 3. 내용체계 및 성취기준

#### 가. 내용체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			물리 II	
힘과 운동	시공간과 운동	시공간의 측정은 상대성이 있다.	일반 상대성 이론 중력렌즈 효과 블랙홀 가속좌표계 천체의 운동	(관찰)문제 확인 인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		물체의 운동변화는 뉴턴의 운동법칙으로 설명된다.	등가속도 운동 진자운동 포물선 운동	
	힘	물체 사이에는 여러 가지 힘이 작용한다.	힘의 합성과 분해 물체의 평형(돌림힘)	
	역학적 에너지	마찰이 없는 계에서 역학적 에너지는 보존된다.	일-에너지 정리	
전기와 자기	전기	두 전하 사이에는 전기력이 작용한다.	전하와 전기장 전기력선 정전기유도 유전분극	(관찰)문제 확인 인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		물질은 전기적 성질에 따라 도체, 부도체, 반도체로 구분된다.	축전기 다이오드 LED 트랜ジ스터 IC회로	
	자기	전류는 자기장을 형성한다.	원형전류에 의한 자기장 자기력선	
		물질은 자기적 성질에 따라 자성체와 비자성체로 구분된다.	자성체	
		자기장의 변화는 전기회로에 기전력	유도기전력	

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			물리Ⅱ	
		을 발생시킨다.	RLC 회로	
열과 에너지	에너지 전환	에너지는 다양한 형태로 존재하며, 다른 형태로 전환될 수 있다.	열의 일당량 열역학 제1법칙	
파동	파동의 성질	파동은 반사, 굴절, 간섭, 회절의 성질을 가진다.	전자기파의 간섭과 회절	
		파동은 정보를 전달할 수 있다.	전자기파 발생 안테나와 무선통신	
현대 물리	빛과 물질의 이중성	빛과 물질은 입자와 파동의 성질을 모두 가진다.	드브로이 물질파 입자의 파동성 빛의 입자성 광전효과	
	미시세계의 운동	미시 세계에는 운동량과 위치를 동시에 정확하게 측정할 수 없다.	불확정성 원리 수소원자의 구조 양자역학과 고전역학 4가지 상호작용 표준모형	

#### 나. 성취기준

##### (1) 운동과 에너지

이 영역에서는 물체의 운동 상태 변화와 물체에 작용하는 힘의 관계를 정량적으로 검증하고 다양한 동역학과 정역학적 사례에 적용한다. 물체의 에너지 개념을 사용하여 단진자, 열역학 제1법칙을 정량적으로 다룬다. 가속좌표계 개념을 사용하여 등속원운동을 중심으로 행성의 운동을 해석하고, 일반상 대성 원리에도 적용한다. 이 영역 학습을 통하여 물체와 힘, 에너지의 관계를 정량적으로 분석하고 예측할 수 있는 능력을 가지게 될 것이다.

[물리Ⅱ01-01] 평면상에서 여러 가지 힘이 합성될 때 힘의 벡터를 이용하여 알짜힘을 구할 수 있다.

[물리Ⅱ01-02] 무게중심에 대한 물체의 평형조건(알짜힘과 돌림힘)을 정량적으로 계산하여 간단한 구조물의 안정성을 예측할 수 있다.

[물리Ⅱ01-03] 속도, 가속도의 벡터 개념을 사용하여 등가속도 운동에서 물체의 속도와 위치를 정량적으로 예측할 수 있다.

- [물리Ⅱ01-04] 뉴턴의 운동법칙을 이용하여 물체의 포물선 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-05] 등가속도 운동에서 역학적 에너지가 보존됨을 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-06] 등가속도 운동에서 일-에너지 관계를 정량적으로 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-07] 역학적 에너지 보존을 이용하여 진자의 운동을 설명하고 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 실험을 통해 찾아낼 수 있다.
- [물리Ⅱ01-08] 열의 일당량 개념을 사용하여 열역학 제1법칙의 정량적 관계를 설명하고 구체적 사례 분석에 적용할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-09] 등속원운동을 이용하여 가속좌표계 개념을 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-10] 행성의 운동에 대한 과학사적 변화 과정을 알고, 케플러 법칙이 뉴턴의 중력 법칙을 만족함을 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-11] 가속좌표계 개념을 사용하여 등가원리 등 일반상대성이론의 기본 원리를 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-12] 중력 렌즈 효과와 블랙홀을 항성의 질량과 관련지어 설명할 수 있다.

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

- [물리Ⅱ01-01] 나란하지 않은 힘의 합성과 분해를 통해 벡터량을 평면상에서 다루는 직각분해법을 익힌다. 힘 이외의 여러 가지 물리량에 대한 합성을 생각해보는 활동을 함으로써 배운 지식을 확장할 수 있다.
- [물리Ⅱ01-02] 다양한 정역학적 사례에 대하여 알짜힘과 돌림힘의 관계를 정량적으로 파악하고 예측한다.
- [물리Ⅱ01-03] 다양한 등가속도 운동을 수학적으로 분석하고 예측해보아 물리학적 분석에 수학적 방법의 유용성을 인식한다.
- [물리Ⅱ01-04] 여러 가지 조건에서의 포물선 운동을 직각으로 분해하여 뉴턴의 운동 법칙만으로 정량적 분석과 예측을 한다.
- [물리Ⅱ01-06] 물체의 등가속도 운동을 일과 에너지의 전환 관점에서 정량적으로 다루고 뉴턴의 운동법칙으로 다룬 경우와 비교하여 동일한 물리 현상을 다양한 관점에서 접근할 수 있음을 깨닫는다.
- [물리Ⅱ01-07] 단진자의 운동을 정량적으로 다루고, 단진동으로 취급할 수 있는 근사 조건을 알아본다.
- [물리Ⅱ01-10] 행성의 운동에 관한 관찰을 바탕으로 뉴턴의 중력 법칙이 얻어지기까지의 과학의 역사를 학습하는 활동을 통하여 과학의 발전이 수많은 사람들의 노력에 의한 소중한

결과임을 깨달을 수 있다.

[물리Ⅱ01-11] 일반상대성 원리를 가속좌표계 개념을 사용하여 정성적으로 이해하고, 물리학사에서 그 검증 과정을 고찰하여 물리학에서 지식 검증을 통한의 발달 과정을 이해한다.

– 학습 요소 : 일반 상대성 이론, 중력렌즈 효과, 블랙홀, 가속좌표계, 천체의 운동, 등가속도 운동, 진자운동, 포뮬선 운동, 힘의 합성과 분해, 물체의 평형(돌림힘), 일-에너지 정리, 열의 일당량, 열역학 제1법칙

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

학생들이 역학 실험을 실제로 수행하고 이를 통하여 수학적 예상값과 결과값이 일치하거나 다르게 나오는 이유에 대해서 추론하고 근거를 제시하며 토론할 수 있도록 지도한다. 단진자의 주기를 측정하는 실험을 통하여 정량적으로 예측한 것이 현상적으로 일치하는지를 검증할 수 있도록 지도한다. 등속원운동과 가속좌표계를 다루는 과정에서 각속도, 구심가속도 등 난이도가 높은 개념이 많이 사용된다. 이러한 개념들을 정확하게 이해하고 사용할 수 있도록 개념을 사용하여 토론하는 활동 방안을 수립하여 시행한다. 열역학 제1법칙을 정량적으로 다루어 열에너지와 관련된 다양한 현상을 설명할 수 있도록 지도한다. 학생들이 스스로 중력 렌즈나 블랙홀에 대한 자료를 조사하고 그 내용을 이해하기 위한 토론을 할 수 있도록 지도한다. 이 학습 과정을 통하여 물리학이 우주의 신비를 풀고 이해하는데 많이 기여하고 있음을 느낄 수 있다.

이 영역은 중학교의 ‘힘과 운동’, ‘통합과학의 ’역학시스템’, 물리학 I의 ‘힘과 운동’ 영역과 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

정량적 계산은 학생이 그 계산 과정을 드러내고 결과값의 의미 설명을 할 수 있는 서술형으로 평가 할 수 있다. 과학사에서 뉴턴의 중력법칙의 발달 및 일반 상대성 이론의 발달을 과학적으로 적절하게 증거에 기반하여 설명할 수 있는 글쓰기, 논증 등의 수행평가를 통해 개념이해 및 탐구 역량을 평가할 수 있다.

### (2) 전자기장

이 영역에서는 전기장을 전하에 전기력을 미치는 공간으로 정의하고 눈으로 볼 수 있는 전기력선으로 표현하여 전기장의 크기와 방향을 이해한다. 도체에서의 정전기 유도, 절연체 내의 유전 분극을 설명함으로써 주변에 있는 대전체로 인해 발생하는 반응과 관련한 안전사고나 안전장치를 이해하고 고안 한다. 에너지를 저장하는 축전기, 전기회로에서 사용되는 LED, 반도체의 원리를 알아보고 일상생활에서 이런 것들이 사용되는 예를 조사하고 설명한다. 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장을 자기력선으로 표현하고 전류와 자기장의 상호 작용에 의해 발생하는 유도 기전력의 크기를 구한다.

- [물리Ⅱ02-01] 정지한 전하 주위의 전기장을 전기력선으로 표현할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-02] 도체와 절연체가 인접한 대전체 때문에 발생시키는 반응과 관련된 안전사고나 안전장치를 정전기 유도와 유전분극으로 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-03] 평행판 축전기를 이용하여 에너지를 저장하는 원리를 전위차와 전하량으로 설명하고, 그 사용 예를 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-04] 다이오드를 포함한 전기 회로에서 전류의 흐름을 측정하고 LED의 원리를 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-05] 일상생활에서 반도체가 사용되는 다양한 예를 조사하여 발표할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-06] 저항, 축전기와 코일을 조합한 회로의 특성을 실험을 통해 조사하고 그 사용 예를 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-07] 전류가 흐르는 원형 도선 주위에 발생하는 자기장의 세기를 자기력선으로 표현할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-08] 자석에 대한 반응으로 강자성, 상자성, 반자성을 구분하고 원자자석의 자기화를 이용하여 그 차이가 나는 이유를 설명할 수 있다.
- [물리Ⅱ02-09] 자기선속이 시간에 따라 변화할 때 유도기전력이 회로에 유도되는 현상에서 기전력의 크기를 구할 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설
- 주요 성취기준 해설

[물리Ⅱ02-01] 정지한 전하 주위의 전기장을 전기력선으로 표현하고 전기장 영역에 다른 전하가 놓일 때 생기는 변화를 예측한다.

[물리Ⅱ02-02] 실생활의 안전사고나 안전장치에 드러나는 정전기 유도와 유전 분극 현상을 통해 개념을 이해하고 과학 지식에 기반한 안전에 대한 대비 방법을 이해하거나 고안한다.

[물리Ⅱ02-04] 정류 작용을 하는 다이오드를 포함한 간단한 전기 회로를 만들어 전류의 흐름이 어떻게 달라지는지 탐구해 보고, LED에서 빛이 방출되는 원리를 전하의 이동 과정을 통해 설명한다.

[물리Ⅱ02-05] 열 등의 에너지를 통해 전도성을 급격하게 변화시킬 수 있는 물질인 반도체를 이용하여 간단한 전기 회로를 만들어 보고, 일상생활에서 반도체가 사용되는 다양한 예를 조사, 발표한다.

[물리Ⅱ02-06] 축전기, 저항, 코일을 조합한 회로의 특성을 알아보는 실험에서 교류의 진동수에 따른 전류의 흐름이 코일과 축전기에서 어떻게 다른지 탐구하고, 그 특성을 일상생활에

사용되는 전기 기구와 연관 지어 설명한다.

[물리Ⅱ02-07] 원형 도선 주위에 발생하는 자기장을 자기력선으로 표현하고 자기장의 크기와 방향에 영향을 주는 조건에 따라 자기력선의 변화로 표현한다.

[물리Ⅱ02-09] 자기선속이 시간에 따라 변하는 조건을 달리하며 회로에 유도되는 유도 기전력의 크기와 방향이 어떻게 달라지는지 설명한다.

– 학습 요소 : 전하와 전기장, 전기력선, 정전기유도, 유전분극, 축전기, 다이오드, LED, 트랜지스터, IC회로, 원형 전류에 의한 자기장, 자기력선, 유도 기전력, 자성체, RLC 회로

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

축전기, 다이오드, 트랜지스터 등의 전기 소자를 학생들이 직접 만져보고 간단한 전기 회로를 만들어 전기적 특성을 경험해 봄으로써 일상생활에 사용되는 다양한 한 전기소자에 관심을 갖게 유도한다. 각각의 전기 소자가 사용되는 다양한 예를 조사 발표하는 활동을 통해 인간이 과학의 발전에 미치는 영향과 과학이 인간 생활에 미치는 영향을 인식하게 한다.

이 영역은 중학교 과학의 ‘전기와 자기’와 통합과학의 ‘자연의 구성 물질’과 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의 사항

정지한 전하 주위의 전기장, 전류가 흐르는 원형 도선 주위에 발생하는 자기장을 자기력선으로 표현하고 글로 설명하게 하여 과학적 의사소통 능력을 평가할 수 있다. 회로를 이용한 실험에서 모둠별로 문제해결과제를 제시하여 해결하는 과정을 관찰하고 그 결과 보고서를 평가함으로써 학생들의 개념적 이해, 탐구 능력, 과학적 태도 및 과학에 대한 태도, 문제 해결을 위해 서로 협력하는 정의적·인성적 측면을 총체적으로 평가할 수 있다.

### (3) 과동과 물질의 성질

자연에서 만들어지는 신호들이 전자기파를 통하여 전달되는 과정을 설명하기 위해 전자기파의 성질을 이해하고 그 응용 사례에 적용하는 것이 필요하다. 전자기파는 전하의 전기적 진동을 통해 발생하므로, 교류회로를 통한 전자기파의 발생과 수신 과정을 이해하고, 그 활용의 예를 설명할 수 있다. 또한 전자기파가 양자화 된 빛으로 생각하여 현대물리학에 설명하는 빛과 물질의 이중성을 이해하고, 이를 바탕으로 원자의 구조와 구성입자들의 상호작용을 현대적 관점에서 이해할 수 있게 한다.

[물리Ⅱ03-01] 전자기파의 간섭과 회절을 이해하고 이와 관련된 다양한 사례를 조사하여 설명할 수 있다.

[물리Ⅱ03-02] 교류회로에서 전자기파의 발생 및 안테나를 통한 수신과정을 이해하고 그림으로 표현할 수 있다.

[물리Ⅱ03-03] 빛의 입자성을 광전효과와 컴프턴 산란을 근거로 제시하며 설명할 수 있다.

[물리Ⅱ03-04] 입자의 파동성을 물질과 이론과 전자 회절실험을 근거로 제시하며 설명할 수 있다.

[물리Ⅱ03-05] 수소원자 내에서 전자의 궤도를 고전역학으로 설명할 수 없음을 불확정성 원리를 사용하여 설명할 수 있다.

[물리Ⅱ03-06] 4가지 상호작용과 기본입자에 대한 표준모형을 설명할 수 있다.

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[물리Ⅱ03-01] 파동으로서 전자기파가 간섭과 회절의 속성을 이해하고, 이를 바탕으로 전자기파의 간섭과 회절이 활용되는 다양한 사례를 조사하고 설명한다.

[물리Ⅱ03-02] 교류회로에서 전기진동이 안테나를 통하여 전자의 진동으로 변환되어 전자기파가 발생되는 과정과 그 반대 과정으로 안테나를 통하여 교류회로에 전자기파를 통한 신호가 수신되는 과정을 이해한다.

[물리Ⅱ03-03] 과학사에서 광전효과와 컴프턴 산란으로 빛의 입자성이 확인되는 과정을 학습하면서 그 내용을 이해하고 설명한다.

[물리Ⅱ03-04] 회절이 파동의 성질임을 알고 물질의 이중성의 증거로 전자의 회절 실험이 사용됨을 과학사적 지식을 배경으로 이해한다.

[물리Ⅱ03-05] 수소 원자 내 전자의 위치와 운동량은 어느 한계 이하로는 동시에 정확히 측정될 수 없다는 불확정성 원리의 의미를 측정의 원리와 연계하여 이해하게 하고, 이를 바탕으로 고전적 보어 수소원자 모형과 현대적 모형의 차이를 비교하여 설명할 수 있다.

[물리Ⅱ03-06] 우주를 구성하는 입자들 사이의 기본적인 상호작용을 통한 힘의 전달과 변환 과정을 알게 하고, 이를 바탕으로 우주의 모든 물질들이 구성되는 것을 설명하는 표준모형을 개략적으로 설명할 수 있게 한다.

- 학습 요소 : 전자기파의 간섭과 회절, 교류회로, 안테나, 빛의 입자성, 광전효과, 컴프턴 산란, 입자의 파동성, 불확정성 원리, 4가지 상호작용, 기본입자에 대한 표준모형

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

파동의 간섭과 회절을 학생들이 직접 관찰하여 구분하고 파동의 요소를 이용하여 그 원리를 설명하게 한다. 광전효과와 컴프턴 산란의 관련 과학자들의 역할극 등을 통해 현대물리학의 발전에서 그 의의를 역사적 관점으로 이해하게 할 수 있다. 불확정성 원리의 이해를 위해 현대적 수소 원자 모형과

고전적 모형의 역사적 증거를 이용하여 비교하고 토론하여 그 의미를 파악하게 할 수 있다. 표준모형을 소재로 하는 대중적인 과학 잡지의 기사를 이용하여 표준모형에 관한 수업도입에 사용하여 동기부여를 할 수 있다.

이 영역은 물리학 I의 ‘파동과 물질’과 연계가 된다.

#### (다) 평가 방법 및 유의 사항

과학 개념의 과학적 발달을 역사적으로 고찰한 내용을 이용하여 과학적 논쟁에 관한 과학글쓰기로 빛의 이중성, 물질의 이중성, 불확정성의 원리의 정당성을 증거에 기초하여 구술 또는 집필로 논증하는 활동을 통해 수행평가를 할 수 있다. 과학사적으로 개념을 발전시키는데 증거로 사용된 여러 실험들을 조사하여 발표하는 수행평가를 할 수 있다.

### 4. 교수학습 및 평가의 방향

#### 가. 교수학습 방향

물리학 II의 교수학습은 이공계 진학을 희망하는 학생의 기초 지식 및 탐구 능력을 개발하기 위해 학생의 능력에 맞는 심화된 내용을 다룬다. 학생들이 적극적으로 참여하는 실험과 관찰 위주로 과학적인 경험을 쌓을 수 있는 기회를 적절히 제공하고, 다양한 개방적 탐구 및 문제해결 과제 등을 수행할 기회를 제공하여 독창적이고 자기주도적인 물리 탐구 능력을 개발한다. 과학과 교육과정의 주요 역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력을 적용하여 신장할 수 있는 기회를 제공한다. 역량 개발은 강의 및 탐구 수업 모두에서 가능하지만 특히 모둠 활동 중에 학생들 간의 상호작용을 통해 더 효과적으로 개발할 수 있다. 현대 물리학의 원리가 적용된 과학기술의 응용사례를 조사하고 발표 및 보고서 작성은 하도록 하여 관련 지식의 이해뿐만 아니라 인간이 과학에 미치는 영향 및 과학이 인간 생활에 미치는 영향을 이해하여 과학자 및 이공계 분야 직업인으로서 필요한 책임감, 윤리 의식을 가질 수 있게 한다. 강의, 토론, 실험, 조사, 견학, 과제연구 등의 다양한 교수학습방법을 물리 내용과 학생들의 준비 수준에 맞게 적절히 사용한다. 개방적 질문이나 문제 제기를 통해 학생의 고차원적인 사고를 개발하도록 한다.

실험 활동은 그 목적과 방법을 이해하고 수행하여 유의미한 활동이 되도록 한다. 실험 전 학생들에게 안전교육을 반드시 하고, 실험 과정 중 안전 수칙을 준수하고 사고 발생 시 대처방안을 미리 수립하도록 한다.

#### 나. 평가 방향

물리학 II의 평가는 학생의 기본 개념의 이해, 과학 탐구 능력 및 태도를 평가한다. 특히 과학의 주요 역량인 주요 역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력을 고르게 평가하도록 한다. 기본 개념의 이해는 개념 별 이해보다는 개념 통합적 이해 및 그 적용 능력을 강조한다. 모둠 활동을 통한 수행평가를 이용하여 과학 관련 태도로서 적극성, 협동성, 문제 해결 태도 등을 평가한다. 단편적 지식의 암기 또는 복잡한 계산 능력의 평가는 지양한다.

평가 방식은 지필 선다형, 서술형 및 논술형, 보고서, 장기적인 포트폴리오, 자유탐구, 모둠 활동, 자유탐구, 탐구 과정 평가 등을 활용한다.

평가는 평가계획 수립, 평가 문항 및 도구의 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리 및 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.

# 화학 I

## 1. 성격

‘화학 I’은 통합과학을 이수한 학생을 대상으로 생활과 밀접하게 관련된 물질 및 현상들의 탐구를 통해 화학의 기본 개념을 이해하고, 과학탐구능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 화학의 기초 소양을 기르기 위한 교과이다. ‘화학 I’에서는 일상의 경험과 관련이 있는 상황을 통해 화학 개념과 탐구 방법을 즐겁게 학습하고 과학적 소양을 함양하여 과학과 사회의 올바른 상호 관계를 인식하며 바람직한 민주시민으로 성장할 수 있도록 한다.

‘화학 I’의 내용은 ‘통합과학’에 포함된 화학 개념과 긴밀한 연계를 가지고, 원소와 주기율, 화합물과 화학결합, 산화와 환원, 산과 염기, 발열반응과 흡열반응 등을 보다 심층적으로 이해하는 데 유용한 개념을 포함한다. 또한 화학의 유용성, 화학 반응의 양적 관계, 물질의 구성 입자, 화학 결합, 화학 반응 등의 화학의 기초 개념을 다룬다. 화학의 기본 개념 이해, 과학 탐구 실행을 통하여 정보 활용 능력, 비판적 사고력, 의사소통 능력, 문제해결력, 개인적·사회적 책임성, 진로개발 능력 등의 핵심역량을 함양하도록 한다.

## 2. 목표

화학의 유용성에 대한 이해를 바탕으로 화학에 대한 흥미와 호기심을 가지고, 원자의 구조와 주기율, 화학 반응식, 화학 결합과 분자의 구조, 산화환원과 산과 염기 등 화학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력을 함양한다. 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

가. 화학에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.

- 나. 자연현상 및 일상생활의 문제를 원자와 분자 수준에서 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 자연현상 및 일상생활을 탐구하여 화학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.
- 마. 화학 학습의 즐거움과 화학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

### 3. 내용 체계 및 성취기준

#### 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교		기능
			화학 I		
물질의 구조	원자	물질은 입자로 구성되어 있다.	물질의 구성 입자		(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행
		입자를 세는 기본단위는 물이다.	물 화학 반응식 물 농도		
		원소는 주기성을 갖는다.	양자수, 오비탈과 전자 배치 주기율표 유효 핵전하의 주기성 원자 반지름, 이온화 에너지 의 주기성		
	화학 결합		화학 결합의 전기적 성질 이온 결합 공유 결합, 금속 결합 전기 음성도 쌍극자모멘트 결합의 극성 전자점식, 분자 구조, 전자쌍 반발 이론		자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
		원소는 화학 결합을 하여 다양한 화합물을 형성한다.			
물질의 성질	물리적/화학적 성질	물질은 고유한 성질을 가지고 있다.			
		혼합물은 여러 가지 순물질로 구성되어 있다.			
	물질의 상태	물질의 고유한 성질을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.			
		물질의 상태는 구성하는 입자의 운동에 따라 달라진다.			
		물질은 상태에 따라 물리적 성질이 달라진다.			

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			화학 I	
물질의 변화	물질의 상태 변화	물질은 여러 가지 상태로 존재한다.		
		물질은 온도와 압력에 따라 상태가 변화한다.		
		물질은 상태 변화 시 에너지 출입이 있다.		
	화학 반응	물질은 화학 반응을 통해 다른 물질로 변한다.	산화와 환원, 산화수	
		물질은 가역 반응에서 동적 평형 상태를 이룬다.	가역 반응, 동적 평형 pH	
		물질이 변화하는 속도는 화학 반응마다 (물질마다) 다르다.		
		화학 반응에서 규칙성이 발견된다.	중화 반응의 양적 관계	
	에너지 출입	화학과 우리생활이 밀접한 관련이 있다.	화학의 유용성 탄소화합물의 유용성	
		물질의 변화에는 에너지의 출입이 수반된다.	발열 반응과 흡열 반응	
		물질의 화학 에너지는 화학 반응을 통해 다른 에너지로 전환될 수 있다.		

## 나. 성취기준

### (1) 화학의 첫걸음

식량문제, 의류문제, 주거문제 등 일상생활의 문제해결에 화합물 및 화학반응이 밀접하게 관련되어 있음을 이해하여 화학의 필요성과 유용성을 깨닫도록 한다. 물, 물농도 등 화학의 기본개념을 이해하고, 여러 가지 화학반응을 화학반응식으로 나타내어 화학반응에서의 양적관계를 설명하도록 한다.

[화 I 01-01] 식량문제, 의류문제, 주거문제 해결과 관련된 화학 반응의 예를 조사하고 설명할 수 있다.

[화 I 01-02] 탄소화합물의 특징을 알고 일상생활에 유용하게 활용되는 사례를 조사하여 설명할 수 있다.

[화 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 질량과 부피를 추측하고 확인할 수 있는 실험을 계획하고 수행할 수 있다.

[화 I 01-04] 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 반응에서의 양적 관계를 예상할 수 있는 실험을 계획하거나 수행할 수 있다.

[화 I 01-05] 용액의 농도를 몰 농도로 표현하고, 표준 용액을 만들 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[화 I 01-01] 질소 비료의 사용, 나일론 등 합성 섬유의 개발, 새로운 건축재료 등과 관련된 화학반응의 예를 포함한다.

[화 I 01-02] 일상생활에서 사용하고 있는 간단한 탄소화합물의 구조와 특징만 다루며 방향족 탄화수소나 단백질 DNA 등 복잡한 탄소화합물은 다루지 않도록 한다.

[화 I 01-04] 화학반응식을 통하여 반응물질과 생성물질을 알고, 몰-질량, 몰-부피, 질량-부피의 양적 관계를 실험을 통해 이해하도록 한다.

- 학습 요소 : 화학의 유용성, 탄소화합물의 유용성, 몰, 화학반응식, 몰농도

(나) 교수 학습 방법(전략) 및 유의사항

일상생활과 관련된 화학반응의 예를 다룰 때에는 화학반응에 대해 자세히 설명하기보다 화학의 유용성을 중심으로 사례를 조사하고 발표하도록 지도한다.

(다) 평가 방법 및 평가 유의사항

화학의 유용성과 관련된 내용을 평가할 때에는 예로 든 화학반응의 지식을 평가하기보다 유용성에 대한 정의적 태도 또는 조사 과정에 대해 평가한다. 원하는 농도와 부피의 표준용액을 제조하는 것은 필요한 고체 시약의 질량을 계산하는 것과, 진한 농도의 용액을 뚫어서 표준용액을 제조하는 것을 모두 포함하여 평가한다.

(2) 원자의 세계

원자의 구조와 관련하여 원자의 구성입자, 원자의 현대적 모형, 양자수, 오비탈 등을 다루고, 원소의 주기적 성질과 관련하여 주기율표, 전자배치, 유효핵전하, 원자반지름, 이온화 에너지를 다룬다.

[화 I 02-01] 양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.

[화 I 02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.

[화 I 02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.

[화 I 02-04] 현재 사용하고 있는 주기율표가 만들어지기까지의 과정을 조사하고 발표할 수 있다.

[화 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[화 I 02-02] 양자수  $n, l, m, s$  사이의 관계와 규칙을 오비탈 모양과 관련지어 설명하되, 각 양자수의 물리적 의미를 너무 강조하지는 않는다.

[화 I 02-04] 현대 주기율표의 특징을 중심으로 하며 주기율표의 변천사 등 과학사적 접근을 너무 자세하게 다를 필요는 없다.

[화 I 02-05] 전자친화도의 주기성은 다루지 않는다. 또한, 전기음성도의 주기성은 ‘화학결합과 분자’의 세계’에서 화학결합과 관련지어 학습하므로 ‘원자의 세계’에서는 다루지 않는다.

- 학습 요소 : 물질의 구성입자, 양자수, 오비탈과 전자배치, 주기율표, 유효핵전하 · 원자반지름 · 이온화에너지의 주기성

(나) 교수 학습 방법(전략) 및 유의사항

‘통합과학’에서 학습한 주기율표 관련 개념이 심화되도록 연계하여 지도한다. 주기율표 상의 각 원소의 위치로 원소들의 공통성과 차이점을 설명하고, 해당 원소가 사용된 일상용품을 그림으로 나타낸 원소 주기율표를 소개하는 등 주기율표와 친숙해질 수 있도록 지도한다. 주기적 성질이 원자가 전자의 전자배치에서 모양이 같은 오비탈이 반복되는 현상에 의해서 나타남을 강조하도록 한다.

(다) 평가 방법 및 평가 유의사항

주기율표의 주기성의 예외 사례를 알고 있는지 평가하기보다는 주기적 성질을 중심으로 평가한다. 현대적 원자모형에서 파동함수, 확률밀도함수, 확률분포함수를 도입하여 평가하지 않는다.

(3) 화학 결합과 분자의 세계

화학결합의 전기적 성질과 이온결합, 공유결합, 금속결합 등 화학결합의 종류를 다룬다. 원소들의 전기음성도 차이와 쌍극자 모멘트와 관련지어 결합의 극성을 다루며, 전자쌍 반발이론에 근거하여 분자구조를 설명한다.

[화 I 03-01] 물의 전기 분해 실험 등을 통해 화학 결합의 전기적 성질을 설명할 수 있다.

[화 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 들 수 있다.

[화 I 03-03] 공유 결합, 금속 결합의 특성을 설명하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다.

[화 I 03-04] 전기 음성도의 주기적 변화를 설명하고 결합한 원소들의 전기 음성도 차이와 쌍극자

- 모멘트를 활용하여 결합의 극성을 설명할 수 있다.
- [화 I 03-05] 원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다.
- [화 I 03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.
- [화 I 03-07] 분자의 극성과 끓는점 등 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있다는 사실을 설명할 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[화 I 03-01] 물의 전기 분해 실험은 전기분해의 원리에 초점을 두기 보다는, 물이 전기분해 이외의 다른 방법으로는 분해하기 어렵다는 것을 강조하여 수소와 산소 사이의 화학결합이 전기적 인력에 의한 것임을 설명한다.

[화 I 03-02] 이온쌍 형성과정으로 이온결합의 형성과정을 설명하지 않고 이온 결정에서 양이온과 음이온 사이의 전기적 인력에 초점을 맞춰 지도한다.(소금을 물에 넣었을 때 나트륨 이온과 염화 이온이 생성되는 것이 아니라 이미 존재하는 이온이 해리되는 것임을 강조 한다.)

[화 I 03-03] 수소, 물, 암모니아, 이산화탄소 등과 같은 2,3주기 전형원소를 예로 들어 공유 결합의 형성을 루이스 전자점식과 옥텟규칙으로 설명하며, 분자오비탈은 다루지 않는다.

[화 I 03-04] 금속 결합의 특성은 자유전자에 의한 전자바다와 전도성, 연성, 전성 정도로 제한하며, 통합과학에서 다른 에너지 밴드이론(물리)과는 연계하지 않는다.

[화 I 03-05] 수소, 물, 암모니아, 이산화탄소 등과 같이 간단한 화합물을 루이스 전자점식으로 표현하도록 한다.

- 학습 요소 : 화학결합의 전기적 성질, 이온결합, 공유결합, 금속결합, 전기음성도, 쌍극자 모멘트, 결합의 극성, 전자점식, 분자구조, 전자쌍 반발이론

(나) 교수 학습 방법(전략) 및 유의사항

‘통합과학’에서 학습한 화학결합 개념이 심화되도록 연계하여 지도하며 물질의 성질과 구조를 결합의 특성과 관련지어 설명하도록 한다.

(다) 평가 방법 및 평가 유의사항

이온결합, 공유결합, 금속결합의 상대적 세기 비교는 이온결정, 공유결정, 금속결정의 녹는점을 비교하는 정도로 평가하고, 분자 내에서 각 공유결합의 세기를 비교하는 평가는 하지 않는다. 전기음성도의 차이와 쌍극자모멘트의 합을 토대로 분자의 극성을 비교할 때, 확장된 옥텟규칙이 적용되는 화합물

은 제외하고 평가한다.

#### (4) 역동적인 화학반응

가역반응에서 동적 평형상태를 다루며, pH 개념과 산·염기 중화반응 및 중화반응에서의 양적 관계를 다룬다. 전자의 이동과 산화수의 변화를 중심으로 산화·환원 개념을 도입하며, 화학반응에서 열의 출입을 측정한다.

[화 I 04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.

[화 I 04-02] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.

[화 I 04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.

[화 I 04-04] 중화 적정 실험을 통해 식초의 아세트산 함량을 확인할 수 있는 실험을 계획하고 수행할 수 있다.

[화 I 04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.

[화 I 04-06] 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행하고 그 원리를 이용한 장치를 고안하여 만들 수 있다.

##### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

###### - 주요 성취기준 해설

[화 I 04-03] 산과 염기의 정의는 브뢴스테드 정의로 다루고, 수용액 반응에 국한한 산염기 중화 반응의 양적관계는 알짜이온 반응식을 중심으로 설명한다.

[화 I 04-04] 중화 적정에서 미지농도의 아세트산의 함량을 확인하는 것으로 제한하며 적정 곡선과 완충용액은 다루지 않는다.

[화 I 04-05] 산화제와 환원제가 따로 정해져 있는 것이 아니라 특정 산화환원반응에서 상대적 세기에 의해 결정되는 것임을 강조한다.

[화 I 04-06] 열화학 반응식과 엔탈피 개념은 도입하지 않는다.

- 학습 요소 : 가역반응, 동적평형, pH, 중화반응의 양적 관계, 산화와 환원, 산화수, 발열반응과 흡열반응

#### (나) 교수 학습 방법(전략) 및 유의사항

‘통합과학’에서 학습한 산화와 환원, 중화반응 개념이 심화되도록 연계하여 지도한다. 가역반응을 설명할 때 용해평형, 상평형 현상을 예를 들어 지도한다. 또한, 동적평형을 물리적 현상으로만 한정하며 사회적 현상에 비유하여 설명하지 않는다. 중화반응을 부피변화, 온도변화, 전기전도성 변화로 설명하지 않는다. ‘역동적인 화학반응’은 화학 II의 ‘반응엔탈피와 화학평형’ 단원과 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

화학반응의 열출입에서 몰당 반응열을 계산하는 것은 평가에 포함하지 않는다. 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행하고, 실험치와 이론치를 비교하여 실험을 개선하기 위한 방법을 설계할 수 있는지 평가한다.

### 4. 교수·학습 및 평가의 방향

#### 가. 교수·학습 방향

‘화학 I’에서는 화학의 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 균형 있게 길러줄 수 있도록 학습을 지도하며, 특히 다음 사항에 주안점을 둔다.

- (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) 화학 내용 및 화학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 과학 글쓰기와 토론을 할 수 있도록 수업을 계획한다.
- (4) 정기 교과 수업 외에 과학관 견학과 같은 여러 가지 과학 활동에 학생이 적극 참여할 수 있도록 계획한다.
- (5) ‘통합과학’, ‘화학 II’ 다른 과학교과와의 연계성을 충분히 강조하고 학습 내용의 중복이나 비약이 없도록 학습 내용의 수준과 학습 지도시기 등을 조절할 수 있다.

‘화학 I’ 교수학습은 학생 활동 중심의 수업이 이뤄질 수 있도록 다양한 방법을 활용한다.

- (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) 학생의 흥미를 유발할 수 있으면서 가급적 자연현상과 현대 문명의 이해에 중요한 화학 현상을 중심으로 관련된 화학적 개념을 이해하도록 지도한다.
- (4) 과학의 본성을 고려하여 학습을 지도하고 탐구를 통하여 시행착오 및 대담한 가설의 형성 등을 경험할 수 있도록 안내한다.
- (5) 탐구 수행의 모든 과정에서 의사소통이 원활하게 이루어지도록 하고, 탐구 결과를 발표하고 반박하거나, 설득하거나, 수용할 때에는 논리적인 근거에 바탕을 두도록 한다.
- (6) 탐구 활동을 모둠 학습으로 할 때에는 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다.
- (7) 화학이 다른 과학 교과와 밀접하게 관련되어 있으면서 핵심적인 역할을 한다는 사실을 인식시킨다.
- (8) 화학 및 화학과 관련된 과학 상식과 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.
- (9) 학생 중심의 활동이 이루어지도록 하며, 의사소통을 할 때에는 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다.
- (10) 학생의 지적 호기심과 학습 동기를 유발할 수 있는 발문을 하고, 개방형 질문을 적극 활용한다.
- (11) 과학의 잠정성, 과학적 방법의 다양성, 과학 윤리, 과학·기술·사회의 상호 관련성, 과학적 모델의 특성, 관찰과 추리의 차이 등 과학의 본성과 관련된 내용을 적절한 소재를 활용하여 지도한다.
- (12) 학생의 구체적 조작 활동을 우선으로 하고, 컴퓨터를 활용한 실험과 인터넷과 멀티미디어 등을 적절히 활용한다.
- (13) 학습 내용과 관련된 첨단 과학이나 기술을 다양한 형태의 자료로 제시함으로써 현대 생활에서 첨단 과학이 갖는 가치와 잠재력을 인식하도록 지도한다.
- (14) 화학자 이야기, 화학사, 시사성 있는 화학 내용 등을 도입하여 화학에 대한 흥미와 호기심을 유발한다.

‘화학 I’ 교수학습 시 아래 사항을 유의하도록 한다.

- (1) 실험 기구의 사용 방법을 사전에 지도하여 올바른 사용 방법을 익히도록 한다.
- (2) 실험 기구나 재료는 충분히 준비하되, 환경 보존을 고려하여 필요 이상으로 사용되지 않도록 유의하며 실험에 필요한 기자재는 수업 이전에 미리 점검한다.
- (3) 화학 약품을 다룰 때의 주의점을 지도하여 사고가 발생하지 않도록 한다.
- (4) 교사 중심의 확인실험보다 학생 중심의 탐구실험이 되도록 한다.
- (5) 야외 탐구 활동 및 현장 학습 시에는 사전 답사를 실시하거나 관련 자료를 조사하여 안전한 활동이 되도록 한다.

(6) 실험 후 발생하는 폐기물을 수거 처리하여 환경을 오염시키지 않도록 유의하여 지도한다.

#### 나. 평가 방향

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

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

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

- (1) 타당도와 신뢰도가 높은 평가가 될 수 있도록 가능하면 공동으로 평가 도구를 개발하여 활용한다.
- (2) 평가는 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용한다.
- (3) 평가는 평가 계획 수립, 평가 문항과 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.

# 화학 II

## 1. 성격

‘화학 II’는 ‘화학 I’을 이수하고 화학과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 화학 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물질 현상과 관련된 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다.

‘화학 II’의 내용은 물질의 세 가지 상태와 용액 영역과 반응 엔탈피와 화학 평형, 반응 속도와 촉매 화학, 전기 화학과 이용 관련 영역으로 구성한다. 물질의 세 가지 상태와 용액 관련 영역에서는 기체, 액체, 고체의 성질과 용액의 농도와 묽은 용액의 성질 등의 화학의 다양한 모습의 물질 세계를 다룬다. 반응 엔탈피와 화학 평형에서는 에너지 흐름의 관점에서 화학 반응을 다루고, 반응의 정도와 관련된 화학 평형의 원리를 익히며 주변 및 생체 내에서 일어나는 다양한 화학적 변화에 적용한다. 반응 속도와 촉매 화학 영역에서는 반응의 속도와 관련된 주요 개념들을 익히고 촉매, 효소의 역할과 중요성을 다룬다. 전기 화학과 이용 관련 영역에서는 화학 전지와 전기 분해 반응의 주요 원리와 물의 광분해 및 수소 연료 전지를 통해 개념을 확장하고 미래 사회에 기여할 수 있는 화학의 역할을 모색하게 한다.

‘화학 II’의 학습은 거시적인 물질 현상을 미시적인 화학 개념으로 설명함으로써 학생의 흥미와 호기심을 유발하여 화학의 기본 개념을 체계적으로 이해시키고 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 활동을 통하여 탐구 능력을 기르도록 한다.

## 2. 목표

‘화학 II’는 ‘화학 I’에서 배운 개념을 바탕으로 화학을 보다 심도 있게 공부하기 원하는 학생들과 화학과 관련된 전공 분야로 진출하고자 하는 학생들에게 필요한 화학의 전공 기초 소양을 기른다.

- 가. 물질의 세 가지 상태와 용액, 화학 변화에서 나타나는 에너지 변화와 화학 평형, 반응 속도와 전기 화학의 개념을 체계적으로 이해할 수 있는 능력을 기른다.
- 나. 물질 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 물질 현상과 관련된 일상 생활의 문제 해결에 이를 적용한다.
- 다. 물질 및 에너지와 생명과 관련된 물질 현상과 화학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 물질 현상과 관련된 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 라. 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 인식하고 공학적 설계 및 응용에 관심을 갖게 한다.

### 3. 내용 체계 및 성취기준

#### 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교		기능	
			화학 II			
물질의 성질	물질의 상태	물질의 상태는 구성하는 입자의 운동에 따라 달라진다.	보일 법칙 샤를 법칙 아보가드로 법칙 이상 기체 방정식 분압	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통		
		물질은 상태에 따라 물리적 성질이 달라진다.	수소 결합, 분산력 액체와 고체 용액의 농도 묽은 용액의 총괄성			
물질의 변화	화학 반응	물질은 기역 반응에서 동적 평형 상태를 이룬다.	평형의 원리 평형의 이동 상평형 그림 이온화 상수, 염의 가수 분해 완충 용액	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통		
		물질이 변화하는 속도는 화학 반응마다 (물질마다) 다르다.	화학 반응 속도 반응 속도식 반감기 활성화 에너지 반응 속도에 영향을 미치는 요인			

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			화학 II	
에너지 출입		화학과 우리생활이 밀접한 관련이 있다.	측매, 효소	
		물질의 변화에는 에너지의 출입이 수반된다.	엔탈피 헤스 법칙	
		물질의 화학 에너지는 화학 반응을 통해 다른 에너지로 전환될 수 있다.	화학 전지 전기 분해 화학의 유용성, 물의 광분해, 수소 연료 전지	

#### 나. 성취기준

##### (1) 물질의 세 가지 상태와 용액

이 영역에서는 우리 주변에 존재하는 물질의 세 가지 상태에서 각 상태의 성질에 대하여 문자 간 상호작용의 크기에 따라 다름을 다룬다. 용액의 농도를 정량적으로 다룸으로써 앞으로 학습할 화학 반응을 이해하는데 기초가 되게 한다. 또한 묽은 용액의 성질과 삼투압 등 총괄성에 대해 다루며 용질과 용매 분자의 상호작용에 의한 용액의 성질을 다룬다.

- 화Ⅱ01-01 기체의 온도, 압력, 몰수, 부피 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- 화Ⅱ01-02 이상 기체 방정식을 활용하여 기체의 분자량을 실험을 통하여 측정할 수 있다.
- 화Ⅱ01-03 혼합 기체에서 몰 분율을 이용하여 분압의 의미를 설명할 수 있다.
- 화Ⅱ01-04 수소 결합과 분산력 등 문자 간 상호작용을 이해하고, 문자 간 상호작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.
- 화Ⅱ01-05 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 성질을 수소 결합으로 설명할 수 있다.
- 화Ⅱ01-06 액체의 증기압과 끓는점의 관계를 자료해석을 통해 설명할 수 있다.
- 화Ⅱ01-07 고체를 화학 결합의 종류에 따라 분류하고, 간단한 결정 구조를 설명할 수 있다.
- 화Ⅱ01-08 퍼센트 농도, ppm, 몰 농도, 몰랄 농도의 의미를 이해하고, 여러 가지 농도의 용액을 만들 수 있다.
- 화Ⅱ201-09 묽은 용액의 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림을 이해하고, 일상생활의 예를 들 수 있다.
- 화Ⅱ01-10 삼투 현상을 관찰하고, 삼투압을 설명할 수 있다.

## (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

## - 주요 성취기준 해설

화Ⅱ01-02 성취기준은 액체 상태의 물질을 기화시켜 기화된 기체의 무게를 측정한 후 이상기체 상태방정식을 이용하여 분자량을 구하는 실험을 다룬다.

화Ⅱ01-07 성취기준은 학습자가 제시된 고체를 공유결합, 이온결합, 금속결합성 고체로 구분할 수 있도록 하는데 있다. 고체가 결합을 이를 때 여러 가지 결정 구조를 이루는데, 이때 '면심입방구조'와 '체심입방 구조'를 소개하는 수준으로 다룬다.

- 학습 요소 : 보일 법칙, 샤를 법칙, 아보가드로 법칙, 이상 기체 방정식, 분압, 수소 결합, 분산력, 액체와 고체, 용액의 농도, 묽은 용액의 총괄성

## (나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

학생들이 실험을 통하여 학습내용을 이해하고, 적용할 수 있는 기회를 가질 수 있도록 하며 자료를 해석하여 토론을 하고, 그 결과를 밝힐 수 있도록 한다. 실험을 실시 할 때 완전히 안내된 실험을 제시하기보다 되도록 덜 구조화된 실험을 제시하여 학생들이 실험과정에 대하여 생각할 수 있도록 한다. 또한 실험 오차의 원인을 생각해 볼 수 있도록 한다. 토론을 진행할 때, 올바른 토론의 자세를 가질 수 있도록 하며, 과학적 근거에 의한 주장을 할 수 있도록 지도한다. 이 '물질의 세가지 상태와 용액'은 중학교 1~3학년군의 '물질의 상태 변화'와 연계되어 학습하게 된다.

## (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

학습한 내용에 대한 지필평가를 실시하며, 실험에 대한 실험보고서 평가를 한다. 실험을 실시할 때 올바른 실험기구의 조작 방법이나 안전수칙 준수 여부 및 과제 수행과정을 관찰하여 체크리스트 평가를 한다. 지필평가를 실시할 때 다양한 유형의 문항을 제시할 수 있도록 하며, 실험보고서 평가는 실험에 대한 단순한 기록보다는 실험 과정 및 결과에 대한 고찰이 이루어질 수 있도록 한다. 관찰평가의 경우 체크리스트의 척도를 명확히 하여 평가가 객관성을 유지할 수 있도록 한다.

## (2) 반응엔탈피와 화학평형

이 단원에서는 엔탈피와 헤스의 법칙을 다루며, 평형상수를 이용하여 반응의 진행방향을 예측하고, 화학평형의 이동을 르샤틀리에의 원리로 다룬다. 또한 평형원리와 관련된 상평형그림, 산염기의 세기, 염의 가수분해, 완충용액을 다룬다.

화Ⅱ02-01 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 해석할 수 있다.

화Ⅱ02-02 헤스 법칙을 설명할 수 있다.

화Ⅱ02-03 가역 반응에서 동적 평형의 상태를 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.

화Ⅱ02-04 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 관찰하고 르샤틀리에 원리로 설명할 수 있다.

화Ⅱ02-05 고체, 액체, 기체 사이에서 동적 평형이 이루어짐을 알고, 물질의 상태 변화를 상평형 그림을 이용하여 설명할 수 있다.

화Ⅱ02-06 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 세기를 이해하고, 염의 가수 분해를 설명할 수 있다.

화Ⅱ02-07 완충 용액의 원리를 이해하고, 완충 용액이 생체 내 화학 반응에서 중요함을 설명할 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

화Ⅱ02-01 성취기준은 화학반응에서 열의 출입에 관련된 내용으로 제한한다. 열역학적 함수로서의 엔탈피는 다루지 않는다.

화Ⅱ02-06 성취기준은 물의 자동이온화 상수를 다룬 후 이온화상수의 비교를 통하여 강산과 약산, 강염기와 약염기의 구분하는 수준에서 다룬다. 염의 가수분해의 경우 가수분해의 후 액성 변화의 원리를 다루고, 가수분해 된 용액의 이온화상수나 pH를 계산하는 방법은 다루지 않는다.

- 학습 요소 : 엔탈피, 열화학반응식, 헤스 법칙, 가역반응, 동적평형, 평형상수, 르샤틀리에 원리, 상평형 그림, 이온화상수, 염의 가수분해, 완충용액

(나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

학생들이 시범실험을 통하여 다양한 의문을 유발시키고, 사고활동을 촉진하며, 효과적인 발문을 통하여 학습활동을 자극하거나 촉진하도록 한다. 시범실험을 실시할 때 관찰이 용이한 환경을 조성하고, 실험에 사용하는 자료나 도구를 학생들에게 충분히 설명하여 충분히 이해하도록 하며, 실험과정에서 학생들과 자연스러운 소통을 할 수 있도록 한다. 발문을 할 때 적절한 발문을 균형 있게 사용하고, 처음에는 확산적 발문으로 수업을 이끌고, 결론에 가까워질수록 수렴적 발문을 이용한다. 이 ‘반응엔탈피와 화학평형’은 중학교 1~3학년군의 ‘화학반응의 규칙과 에너지변화’와 연계되어 학습하게 된다.

(다) 평가 방법 및 평가 유의사항

학습자들에게 학습내용에 대한 지속적인 과제를 제시하고, 누적된 과제를 평가하는 포트폴리오 평가와 학습내용에 대한 구술평가를 실시한다. 포트폴리오 평가를 실시할 때는 단기적인 평가보다는 장기적인 과제수행의 산출물을 통하여 학생의 성장과정을 평가할 수 있도록 하며, 구술평가의 경우 폐쇄적 질문과 개방적 질문을 적절히 사용하여 학생들의 개념이나 사실의 이해뿐만 아니라 고차원적 인지능력을 평가할 수 있도록 한다.

### (3) 반응속도와 촉매 화학

이 단원에서는 화학반응 속도와 반응속도에 영향을 미치는 요인을 다루고, 화학반응 속도식과 반감기를 구하며, 산업에서 효소와 촉매 활용의 중요성을 안다.

화Ⅱ03-01 화학 반응의 속도가 다양하다는 것을 알고, 시간에 따른 물질의 농도 그래프를 해석하여 화학 반응 속도를 계산할 수 있다.

화Ⅱ03-02 자료 해석을 통하여 반응 속도식을 구할 수 있다.

화Ⅱ03-03 1차 반응의 반감기를 구할 수 있다.

화Ⅱ03-04 화학 반응에서 활성화 에너지의 의미를 설명할 수 있다.

화Ⅱ03-05 농도에 따른 반응 속도의 변화를 실험을 통해 확인할 수 있다.

화Ⅱ03-06 온도에 따른 반응 속도의 변화를 실험을 통해 설명할 수 있다.

화Ⅱ03-07 촉매에 따른 반응 속도의 변화를 실험을 통해 설명할 수 있다.

화Ⅱ03-08 현대 산업에서 촉매나 효소가 활용되는 예를 조사할 수 있다.

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

화Ⅱ03-05 성취기준은 농도에 따른 반응 속도변화에 대한 대표적인 실험을 수행하고, 반응속도를 구하여 반응속도가 농도에 의존한다는 사실을 이론에 비추어 확인하는 활동을 한다.

##### - 학습 요소

화학반응 속도, 반응속도식, 반감기, 활성화에너지, 반응속도에 영향을 미치는 요인, 촉매, 효소

#### (나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

학생들이 실험을 통하여 학습내용을 이해하고, 적용할 수 있는 기회를 가질 수 있도록 하며 자료를 해석하여 토론을 하고, 그 결과를 밝힐 수 있도록 한다. 실험을 실시 할 때 완전히 안내된 실험을 제시하기보다 되도록 덜 구조화된 실험을 제시하여 학생들이 실험과정에 대한 생각을 할 수 있도록 한다.

또한 실험 오차의 원인을 생각해 볼 수 있도록 한다. 토론을 진행할 때, 올바른 토론의 자세를 가질 수 있도록 하며, 과학적 근거에 의한 주장을 할 수 있도록 지도한다.

(다) 평가 방법 및 평가 유의사항

학습한 내용에 대한 지필평가를 실시하며, 실험에 대한 실험보고서 평가를 한다. 실험을 실시할 때 올바른 실험기구의 조작 방법이나 안전수칙 준수 여부 및 과제 수행과정을 관찰하여 체크리스트 평가를 한다. 지필평가를 실시할 때 다양한 유형의 문항을 제시할 수 있도록 하며, 실험보고서 평가는 실험에 대한 단순한 기록보다는 실험 과정 및 결과에 대한 고찰이 이루어질 수 있도록 한다. 관찰평가의 경우 체크리스트의 척도를 명확히 하여 평가가 객관성을 유지할 수 있도록 한다.

(4) 전기 화학과 이용

화학전지와 전기 분해 반응의 원리를 통하여 산화 환원 반응을 다룰 수 있고, 물의 광분해 및 수소 연료 전지를 통하여 개념을 확장시킨다.

화Ⅱ04-01 간단한 화학 전지를 만들고 산화 환원 반응으로 화학 전지의 작동 원리를 설명할 수 있다.

화Ⅱ04-02 전기 분해의 원리를 산화 환원 반응으로 설명할 수 있다.

화Ⅱ04-03 물의 광분해와 수소 연료 전지가 활용 되는 예를 조사하여 설명할 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

화Ⅱ04-03 성취기준은 가장 간단한 형태의 수소연료 전지에 대하여 학습한 후 수소연료 전지가 활용되는 예에 대하여 조사하고 발표할 수 있도록 한다.

- 학습 요소 : 화학전지, 산화환원 반응, 전기분해, 물의 광분해, 수소 연료전지, 화학의 유용성

(나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

학생들이 실험을 통하여 학습내용을 이해하고, 적용할 수 있는 기회를 가질 수 있도록 하며 조사활동을 통해 학습내용이 적용되는 실 예를 찾을 수 있도록 한다. 실험을 실시 할 때 완전히 안내된 실험을 제시하기보다 되도록 덜 구조화된 실험을 제시하여 학생들이 실험과정에 대한 생각을 할 수 있도록 한다. 또한 실험 오차의 원인을 생각해 볼 수 있도록 한다. 조사를 진행할 때, 조사한 내용을 단순히 나열하는 것이 아니라 학생이 가진 생각을 바탕으로 자료를 가공할 수 있도록 한다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

학습한 내용에 대한 지필평가를 실시하며, 실험에 대한 실험보고서 평가를 한다. 실험을 실시할 때 올바른 실험기구의 조작 방법이나 안전수칙 준수 여부 및 과제 수행과정을 관찰하여 체크리스트 평가를 한다. 지필평가를 실시할 때 다양한 유형의 문항을 제시할 수 있도록 하며, 실험보고서 평가는 실험에 대한 단순한 기록보다는 실험 과정 및 결과에 대한 고찰이 이루어질 수 있도록 한다. 조사활동에 대한 자료는 과제물 평가나 조사 과정을 담은 포트폴리오 평가한다.

### 4. 교수·학습 및 평가의 방향

#### 가. 교수·학습 방향

- (1) 학생의 흥미를 유발할 수 있으면서 가급적 자연현상과 현대 문명의 이해에 중요한 화학 현상을 중심으로 이와 관련된 화학적 개념을 이해하도록 지도한다.
- (2) 과학의 본성에 근거하여 학습을 지도하고 문제 인식 및 가설 설정, 탐구 설계 및 수행, 자료 분석 및 해석, 결론 도출 및 평가 등의 탐구 과정을 통하여 시행착오 및 대담한 가설의 형성 등을 경험할 수 있도록 안내한다.
- (3) 탐구 활동을 모둠 학습으로 할 때에는 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다.
- (4) 화학이 다른 과학 교과와 밀접하게 관련되어 있으면서 핵심적인 역할을 한다는 사실을 인식시킨다.
- (5) 화학 및 화학과 관련된 과학 상식과 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.
- (6) 수업에서 학생들과 의사소통을 할 때에는 학생 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다.
- (7) 학생들의 능력과 흥미 등 개인차를 고려하여 지도한다.
- (8) 강의, 토의, 실험, 조사, 견학, 과제 연구 등의 다양한 교수·학습 방법을 적절히 활용하여 지도한다.
- (9) 학생의 지적 호기심과 학습 동기를 유발할 수 있는 발문을 하고, 개방형 질문을 적극 활용한다.
- (10) 컴퓨터를 활용한 문자 구조 보여주기, 실험, 인터넷, 멀티미디어 등을 적절히 활용한다.
- (11) 첨단 과학, 과학 상식, 과학사, 과학과 기술, 과학과 사회, 환경 등에 관련된 서적을 읽도록 권장함으로써 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발하고, 과학·기술·사회의 상호 관련성을 이해시킨다.

#### 나. 평가 방향

- ① ‘화학 II’에서는 개념의 체계적 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 평가하며, 특히 다음 사항에 주안점을 둔다.
- (가) 물질과 화학 반응 등에 관련된 기본 개념의 이해 정도를 평가한다.
- (나) 탐구 활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다.
- (다) 과학에 대한 흥미와 가치 인식, 과학 학습 참여의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다.
- ② 평가는 선다형, 서술형 및 논술형, 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.
- ③ 타당도와 신뢰도가 높은 평가가 되도록 가능하면 공동으로 평가 도구를 개발하여 활용한다.
- ④ 평가는 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용한다.
- ⑤ 평가는 평가 계획 수립, 평가 문항과 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.

# 생명과학 I

## 1. 성격

‘생명과학 I’은 사람의 몸을 중심으로 나타나는 생명 현상에 대한 이해를 통해, 생활 속에서 나타나는 다양한 의문점을 창의적으로 해결할 수 있도록 생명과학의 기초 소양을 기르는 교과이다. ‘생명과학 I’은 ‘통합과학’에 포함된 생명과학 개념과 긴밀한 연계를 가질 수 있도록 구성하며, 사람 중심의 생명과학을 심층적으로 이해하는 데 필요한 유용한 개념을 포함한다. 생명과학이란 무엇인지에 대한 개괄적인 이해와 더불어, 개체 유지에 필요한 사람의 물질대사와 항상성 유지, 종족 보전에 필요한 유전, 삶의 질과 관련된 우리 주변 생태계와 생물다양성에 대한 기초 개념을 이해하도록 구성한다. 인체는 생명 현상을 유지하기 위해 물질대사를 통해 필요한 생체 에너지를 획득하고, 종족의 성공적 번식을 위해 배우자를 만나 다음 세대로 유전물질을 전달하는 유성생식 과정을 거치며, 건강한 삶을 위한 항상성 유지와 방어 작용은 물론, 주변의 환경과 상호작용하며 살아간다. 전체적으로는 생명과학의 종합적인 학문적 특성을 이해하고 다른 분야의 교과 영역과 어떤 연계성이 있는지를 통합적으로 이해하도록 하여 통섭의 시대, 생명과학의 시대에 대비한 기초 과학 소양을 기를 수 있도록 구성한다. 더불어 생명과학의 기본 개념 이해, 과학 탐구 실행을 통한 정보 활용 능력, 비판적 사고력, 의사소통 능력, 문제해결력, 개인적·사회적 책무성, 진로개발 능력 등의 핵심역량을 함양하도록 구성한다.

## 2. 목표

생명과학의 통섭적 특성에 대한 이해를 바탕으로 생명에 대한 흥미와 호기심을 제고하고, 물질대사를 통한 에너지 생산, 항상성 유지와 방어 작용, 유전, 생물다양성과 생태계와 관련된 생명과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력을 함양한다. 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

- 가. 생명과학이 통합적이고 종합적인 학문임을 이해한다.
- 나. 흥미와 호기심을 바탕으로 한 창의적, 과학적 문제 해결 능력을 함양한다.
- 다. 우리 몸에서 일어나는 다양한 생명 현상의 핵심 원리를 이해한다.
- 라. 생명의 연속성, 즉 다음 세대로 이어지는 유전의 핵심 원리를 이해한다.
- 마. 우리 주변 생태계를 구성하는 요소 간 상호작용을 이해한다.
- 바. 생명과학 학습의 즐거움과 유용성을 인식하여 평생 학습을 위한 기초를 쌓는다.

### 3. 내용 체계 및 성취기준

#### 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			생명과학 I	
생명 과학과 인간의 생활	생명과학 의 특성과 발달과정	생명과학은 생명체의 탄생, 유지, 변화 원리를 이해하는 학문이다.	생명 현상의 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (관찰)문제 확인</li> <li>- 탐구(창의적) 설계와 수행</li> <li>- 자료의 수집, 분석 및 해석</li> </ul>
		생명과학은 다양한 탐구방법에 의해 인류 역사와 함께 발전해 왔다.	귀납적 탐구방법 연역적 탐구방법 변인통제, 대조실험	
생물의 구조와 에너지	생명의 구성 단위	세포는 세포막으로 둘러싸여 있고 세포 소기관을 가진다.	근수축	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수학적 사고와 컴퓨터 활용</li> <li>- 모형의 개발과 사용</li> </ul>
	동물의 구조와 기능	소화기관을 통해 영양소를 흡수하고 배설기관을 통해 노폐물을 배출한다. 호흡기관과 순환 기관을 통해 산소와 이산화탄소를 교환한다.	3대 영양소, 소화 과정 및 흡수경로, 노폐물 생성 및 분비 순환계, 호흡계 ATP 생산	
항상성 과 몸의 조절	자극과 반응	감각기관과 신경계의 작용으로 다양한 자극에 반응한다.	뉴런의 종류, 활동전위, 휴지전위, 분극, 탈분극, 시냅스, 신경전달물질, 신경계 종류, 길항작용, 뇌, 척수, 뇌질환	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 증거에 기초한 토론과 논증</li> <li>- 결론 도출 및 평가</li> <li>- 결과 전달 및 의사소통</li> </ul>
		내분비계와 신경계의 작용으로 항상성을 유지한다.	항상성, 음성피드백, 호르몬의 특징, 표적 세포, 호르몬 질환, 혈당량 조절	

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			생명과학 I	
생명의 연속성	방어 작용	인간에게 질병을 일으키는 다양한 원인이 있다.	질병의 원인 병원체의 종류	
		우리 몸은 병원체에 대항하여 방어 작용을 한다.	면역, 특이적 방어 작용, 비특이적 방어 작용	
환경과 생태계	생식	다세포 생물은 배우자를 생성하고 수정과 발생 과정을 거쳐 개체를 만든다.	생식세포의 다양성	
	유전	생물의 형질은 유전 원리에 의해 자손에게 전달된다.	염색체 구조, 유전자, 상동염색체, 염색분체, 세포주기, 염색체 조합	
		생물의 형질은 유전자에 저장된 정보가 발현되어 나타난다.	상염색체 유전, 성염색체 유전, 가계도 분석, 유전자형	
	진화와 다양성	생물은 환경 변화에 적응하여 진화한다.	생물다양성 의미와 중요성	
생태계와 상호작용	생태계와 상호작용	생태계의 구성 요소는 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며 서로 영향을 주고받는다.	생태계의 구성, 군집의 특성, 개체군의 특성	
		생태계 내에서 물질은 순환하고, 에너지는 흐른다.	탄소와 질소의 순환, 에너지 흐름, 에너지효율, 영양단계	

#### 나. 성취기준

##### (1) 생명과학의 이해

물질이나 우주의 생성을 연구하는 다른 과학과 달리 생명과학은 지구상에 살고 있는 생명체들의 일반적인 특성들을 이해한다. 또한 병원체의 한 종류인 바이러스를 생명체로 정의할 수 있는지 논의하게 한다. 생명과학 지식은 오랜 세월을 거치는 동안 축적된 지식을 바탕으로 발전을 거듭하고 있다. 이런 발전의 과정을 과학자의 탐구와 관련지어 이해할 수 있게 한다. 대표적인 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법의 차이를 통해 과학 지식이 형성되는 과정을 이해하도록 한다.

[생과I01-01] 생물과 비생물의 차이점을 비교하여 생물의 특성을 설명할 수 있다.

[생과I01-02] 생명과학의 통합적 특성을 이해하고, 다른 학문 분야와의 연계성을 예를 들어 설명 할 수 있다.

[생과I01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 다양한 탐구 방법의 차이를 비교하여 설명할 수 있다.

<탐구활동>

- 종이 모형으로 박테리오파지 제작하기
- 빨대와 끈을 이용하여 정이십면체로 구성된 바이러스 결정체 만들기
- 연역적 방법으로 자율 탐구 진행하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[생과I01-01] 생물과 무생물의 차이점을 생각해 보도록 하여 스스로 생명체가 지닌 특성이 무엇인지 인식하도록 한다. 바이러스의 특성을 가지고 논의를 한다.

[생과I01-02] 생명과학이 발달하면서 인간을 비롯한 생명체에 대한 지식이 증가하고 그것을 응용할 수 있는 분야가 넓어짐으로써 산업의 발전에 기여한 부분을 설명한다. 타 영역과 두드러진 차이점은 연구 대상이 사물이 아닌 생명체이기 때문에 시간과 공간의 제약뿐만 아니라 생명에 대한 경외감을 갖고 연구해야 하는 특별한 분야임을 주지시키도록 한다.

[생과I01-03] 역사적으로나 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 구체적인 탐구 사례를 통해 탐구 방법의 절차에 대한 이해를 높이도록 한다. 귀납적 탐구방법과 연역적 탐구방법의 차이를 사례를 들어 이해하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 귀납적 탐구방법, 연역적 탐구방법, 변인통제, 대조 실험

(나) 교수학습방법 및 유의사항

개체 유지와 종족 유지에 관여하는 생물의 특징을 사례를 중심으로 나열하여 생물의 특징을 하나의 문장으로 간결하게 정의할 수 없는 특징을 지니고 있음을 이해하게 한다. 그리고 무생물과 생물의 구조와 기능적인 면에서의 차이점과 공통점을 스스로 찾아 정리하는 활동을 함으로써 생명에 대한 이해도를 높이도록 한다. 대표적인 두 개의 탐구 방법에 해당하는 사례를 조사하여 발표하는 시간을 통해 탐구 방법의 특성을 이해하게 한다. 이 영역은 통합과학의 ‘자연의 구성 물질’로 연계된다.

(다) 평가 방법 및 평가 유의사항

생명의 특성을 단순하게 나열하는 것에서 벗어나 생명의 본질을 심도 있게 사색하는 시간이 되도록 관련된 도서(생물과 무생물 사이)를 읽고 본인이 생각한 나름대로 생명의 정의를 서술하는 글쓰기 능력을 평가하도록 한다. 귀납적 탐구방법(DNA의 X선 결정 사진 분석)과 연역적 탐구 방법(DNA는 2중 나선이라는 전제하에 샤가프의 법칙을 해석함)의 구체적인 사례를 통해 두 방법의 장단점을 조사하여 발표하게 하여, 의사소통능력, 참여 태도, 발표 능력 등을 종합적으로 평가에 반영한다.

## (2) 사람의 물질대사

생명 활동을 유지하기 위해서는 화학에너지를 가진 양분을 먹는 소화의 과정을 거쳐 체내에 흡수되어 호흡기를 통해 들이마신 산소와 함께 혈액을 통해 온몸으로 공급되어 미토콘드리아로 유입되면 세포호흡의 과정을 통해 생체에너지인 ATP를 생성하게 된다. 생성된 ATP로 생체 내의 다양한 생명활동을 가능케 한다. 세포의 생명 활동과 관련된 영양소의 소화, 순환, 호흡, 그리고 배설의 과정을 양분의 흡수 및 에너지 출입 측면에서 통합적으로 파악할 수 있게 한다.

[생과I02-01] 생명 활동에 필요한 에너지를 세포 호흡을 통해 얻을 수 있음을 이해하고, 소화, 호흡, 순환을 통합한 모형으로 설명할 수 있다.

[생과I02-02] 세포 호흡 결과 발생한 노폐물을 배출하는 과정을 이해하고, 순환, 호흡, 배설을 통합한 모형으로 설명할 수 있다.

[생과I02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다.

### <탐구활동>

- 콩즙으로 오줌 속의 요소 분해하기
- 땅콩으로 메추리알 삶기
- 효모에 의한 이산화탄소 방출량 비교하기
- 순환계를 통한 물질의 이동 경로 만들기(스티로폼 구와 링거액 줄을 이용한 순환 모형 만들기)
- 개인별 일일 칼로리 섭취량 조사하기

### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

#### - 주요 성취기준 해설

[생과I02-01] 세포호흡이 어떤 과정을 거쳐 ATP를 생성하는지는 설명하지 않고, 단지 미토콘드리아를 통해 광합성의 결과 생성된 포도당이 외호흡을 통해 세포로 공급된 산에 의해 이산화탄소와 물로 분해되면서 방출되는 에너지의 일부 40%를 ATP 합성에 사용하고 나머지는 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용된다는 수준으로 이야기를 한다. ATP에서 고에너지 인산 결합에서 인산기가 떨어져 나갈 때 방출되는 에너지로 다양한 생명활동이 유지될 수 있음을 이해시킨다. 물질운반, 물질 합성, 발전, 발광 등이 ATP가 ADP로 분해될 때 가능한 일임을 이해시킨다. 인체를 움직이는 세 개의 수레바퀴의 구체적인 과정은 중학교에서 이미 배웠기 때문에 이곳에서는 각 기관계들이 어떻게 유기적으로 연관성을 갖고 있는지 에너지 출입의 관점에서 통합적으로 다루도록 한다. 이를 위

해 인체의 순환 경로를 가지고 각 기관계가 서로 연결되어 있음을 지도한다.

[생과I02-02] 조직 세포의 미토콘드리아에서 에너지를 얻기 위해 흡수된 양분을 산화시키면 노폐물이 생성되는데, 그 종류는 양분의 구성 원소에 따라 차이가 있다. 탄수화물과 지방은 물과 이산화탄소를 생성하지만, 질소를 포함하고 있는 단백질의 경우 암모니아 같은 질소성 노폐물이 생긴다. 암모니아는 독성을 띠고 있는 물질이기 때문에 육상 생활을 하는 동물의 경우 즉각적으로 체외로 배출하지 못하기 때문에 일정 시간 동안 체내에 머물게 되는데, 이런 문제를 해결하기 위해 간에서 ATP를 소비하는 오르니틴 회로를 통해 독성이 약화된 요소를 생성한다. 콩팥의 구조에서 세뇨관과 모세혈관 사이의 물질 교환이 될 때 호르몬에 의해 조절된다는 것을 지도한다.

[생과I02-03] 생명 활동에 필요한 에너지를 갖고 있는 음식물을 섭취하는 양이 균형을 이루지 못하면 영양이 부족하거나 넘치는 일이 발생하여 각종 대사성 질환으로 고생을하게 된다. 기초대사량이 높을수록 에너지 균형을 맞추기 쉽다. 그러기 위해서는 근육 조직이 많을수록 규칙적인 운동을 하는 것이 좋다.

- 주요 학습 요소 : 3대 영양소, 소화 과정 및 흡수경로, 노폐물 생성 및 분비, 호흡계, 순환계, ATP 생산

#### (나) 교수학습방법 및 유의사항

살아 있는 생명체는 생명 활동을 위해 물질과 에너지를 필요로 한다. 섭취한 양분은 분해하여 몸을 구성하거나 생리 작용에 필요한 물질을 합성하는데 사용하며, 물질 속에 저장된 에너지는 생명 활동에 필요한 ATP로 전환하여 사용한다. 인체를 움직이는 소화, 순환, 호흡, 배설의 구체적인 과정은 중학교에서 다루었으므로, 이곳에서는 각 기관계의 구조와 기능을 나열하는 것이 아닌, 에너지 출입과 관련해서 통합적으로 다룬다. 이 영역은 중학교 2학년군의 ‘동물과 에너지’ 및 생명과학 II의 ‘세포호흡과 광합성’으로 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

생명과학 I에서 조별 실험을 할 수 있는 단원 중에 하나이므로 이 단원에서는 흡수된 음식(땅콩, 새우깡)이 에너지(빛, 열)를 만들고, 노폐물(암모니아 생성 확인)이 생성된다는 것을 실험하는 활동을 조별 또는 개별 관찰 평가를 실시하여 평가에 반영하도록 한다. 건강한 삶을 위해 에너지 균형의 중요성을 강조하고자 개인이 하루 동안 섭취하는 음식의 양과 종류를 가지고 영양의 많고 적음을 직접 확인하는 탐구활동을 통해 참여 태도, 성실성, 과학적 사고력 및 분석력 등을 평가에 반영할 수 있다.

### (3) 항상성과 몸의 조절

항상성과 몸의 조절에서는 신경계와 내분비계에 의한 몸의 조절 작용을 설명할 수 있도록 구성하며, 신경계를 통한 흥분의 전도와 전달 및 근수축의 원리를 이해하게 한다. 신경계와 호르몬의 기능을 체온 조절, 혈당량 조절, 삼투압 조절과 관련지어 이해한다. 우리 몸의 건강 유지에 필수적인 방어 작용의 이해를 돋는데 목적을 둔다. 이를 위해 질병을 일으키는 병원체에 대해 다루고, 이들 병원체에 대항하는 우리 몸의 1차 방어 작용과 2차 방어 작용을 이해할 수 있도록 한다.

[생과I03-01] 활동전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

[생과I03-02] 근육섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.

[생과I03-03] 중추 신경계와 말초 신경계의 구조와 기능을 이해하고, 신경계와 관련된 질환을 조사하여 토의할 수 있다.

[생과I03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환을 조사하여 발표할 수 있다.

[생과I03-05] 질병의 원인이 다양함을 이해하고, 예방과 치료의 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

[생과I03-06] 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환의 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 뺨대를 활용한 근육 모형으로 근수축 원리 이해하기
- 제작한 항원과 항체의 모형으로 혈액형 판정하기
- 물벼룩의 심장 박동에 영향을 미치는 약물 영향 조사하기
- 물건이나 인체에 묻어 있는 세균 배양하기
- 뇌 도미노 활동을 통한 뇌의 다양한 기능 알기
- 석고나 고무찰흙, 종이 등 다양한 방식으로 뇌 모형 제작하기
- 마른 멸치에서 중추 신경계와 말초 신경계 구분하기(해부를 통해 뇌와 척수가 불연속적인 구조가 아닌 연속적으로 이어진 구조이면서 미세한 말초 신경계도 관찰이 용이한 재료임)

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[생과I03-01] 중학교에서 뉴런의 구조와 기능, 뉴런의 종류에 대해 배운 내용을 상기시키고, 이를 토대로 심화된 자극을 받았을 때 어떻게 신호가 이동하는지 심화된 뉴런의 구조를 설명함. 휴지 상태에서 세포막을 사이에 두고 이온의 불균등한 분포로 인한 전위차를 형성

되며 이런 전위차는 Na-K 펌프를 통해 이온의 불균등 상태를 유지시킨다. 역치 이상의 자극을 받으면 이온의 트과성에 변화가 생겨 급격한 이온의 이동을 통해 막전위 변화를 활동 전위라고 한다. 이렇게 생긴 활동 전위가 옆으로 순차적으로 이동하면서 뉴런 내 전도가 일어남. 축삭돌기 끝에 도달한 활동 전위로 인해 시냅스 소포의 이동을 통해 신경전달물질의 이동으로 다음 뉴런까지 자극이 이어지는 전달이 된다는 것을 지도한다. 갈바니의 동물전기 실험을 언급함으로써 세포막을 통한 이온의 선택적 이동이 뉴런 내의 이온 분포와 전도에 영향을 줄 수 있음을 설명한다. 각성제, 환각제, 진정제 등 약물마다 신경계에 미치는 영향이 다르다는 것을 사례를 조사하여 발표한다.

[생과I03-02] 뼈대에 붙어 있는 골격근을 중심으로 구조와 수축 원리를 설명함. 운동 뉴런에 서 분비되는 아세틸콜린이 근육 섬유로 확산되면 A대의 길이는 변하지 않고 I대와 H대는 짧아지며, Z선과 Z선 사이의 간격이 좁아진다는 것을 근육 모형의 모식도를 가지고 설명함. 마이오신은 굵은 선으로 액틴은 가는 선으로 표현한 모식도를 가지고 근수축이 될 때 어떤 변화가 생기는지 설명한다.

[생과I03-03] 자극과 반응 사이에는 중추 신경계가 존재한다. 받아들인 자극을 분석하고 조절하는 뇌와 척수로 구성된 중추 신경계와 이곳으로 자극을 전달하는 감각 뉴런, 중추에서 반응기로 신호를 보내는 운동 뉴런을 말초 신경계라고 한다. 중추와 말초는 유기적으로 서로 작용을 주고받는다. 중추 신경계의 핵심인 대뇌의 구조와 기능은 자세히 설명하고, 중뇌, 소뇌, 연수는 간략하게, 그리고 간뇌는 항상성 조절 중추로 설명한다. 척수는 무의식적인 반사의 중추로 위험한 상황에 신속하게 대처할 수 있음을 설명한다. 자율신경계의 종류와 기능, 길항 작용에 의해 조절되는 사례를 제시한다. 알츠하이머, 파킨슨병 같은 중추 신경계 질환, 근위축성 축산 경화증, 레프섬병 등은 운동 신경 질환, 척수염 같은 척수 이상 등 다양한 사례들의 원인과 증상에 대해 조사하고 발표한다.

[생과I03-04] 신경계와 호르몬의 통합적 작용에 의한 항상성 조절에 초점을 두고 지도한다. 항상성을 조절하는 신경과 호르몬의 작용을 비교하여 설명한다. 중요한 호르몬의 특성을 나열한다. 항상성의 조절 원리인 음성 피드백과 길항 작용을 적절한 비유를 이용하여 지도한다. 혈당량 조절에 영향을 주는 글루카곤과 인슐린의 길항 작용으로 설명한다. 인슐린이 부족하여 발병하는 당뇨병의 증세를 조사하여 발표한다. 갑상선에서 분비되는 물질대사를 촉진하는 티록신의 양에 따라 발병하는 질환 등을 조사하여 발표한다.

[생과I03-05] 감염성과 비감염성의 질병을 구분할 수 있도록 지도한다. 특히 감염성 질병을 일으키는 병원체들의 특징을 감염이나 예방과 관련하여 이해하도록 지도한다. 대표적인 병원체인 바이러스, 세균, 원생동물, 곰팡이 등이 각각 어떤 질병을 유발시키고 증세가 무엇인지, 감염 경로와 예방 대책은 무엇인지 조사한다. 교과서에는 없지만 배우는 당시에 유행하는 질병이 있다면 그 질병의 정체를 조사하고 예방하는 방법에 대해 조사하

여 발표를 하게 한다. 주변에 살고 있는 곰팡이를 현미경으로 관찰하고, 세균을 배양하여 실체를 확인하여 눈에 잘 보이지 않지만 실체하는 존재임을 인식하는 탐구 활동을 하고자 한다.

[생과I03-06] 외부의 병원체에 대해 우리를 방어하는 방어 작용에는 크게 2개로 구분된다는 것을 먼저 인식하게 한다. 피부와 점막, 염증 반응처럼 선천적으로 습득된 1차 방어 작용과 태어난 후에 병원체에 감염되어 후천적으로 습득된 2차 방어 작용으로 구분을 하는데 각각의 특징을 명확하게 이해하도록 한다. 상처가 없다면 1차 방어 작용을 뚫고 인체에 침입할 병원체는 그리 많지 않음을 주지하게 한다. 지나친 위생이 오히려 방어 작용을 약화시킬 수 있음을 이해하게 한다. 1차 방어 작용이 무너질 때 가동되는 2차 방어 작용을 항원-항체 반응으로 설명한다. B림프구와 T림프구가 주역이 되어 작동하는 세포성 면역과 체액성 면역의 체계를 설명한다. 인위적으로 항원을 투여하여 기억 세포를 생성하게 하는 백신의 원리를 설명한다. 2차 방어 작용의 문제로 발생하는 알레르기, 자가 면역 질환, AIDS 같은 질병 등의 원인과 증세가 무엇인지 조사하여 발표한다. 혈액형 판정 원리를 모형으로 설명한다.

- 주요 학습 요소 : 질병의 원인, 병원체의 종류, 면역, 특이적 방어 작용, 비특이적 방어, 뉴런의 종류, 활동전위, 휴지전위, 분극, 탈분극, 시냅스, 신경전달물질, 항상성, 음성피드백, 호르몬의 특징, 표적 세포, 호르몬 질환, 혈당량 조절, 신경계 종류, 길항작용, 뇌, 척수, 뇌질환

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

자극과 반응 사이에 정보를 전달하는 신경계의 구조와 종류는 중학교 2학년의 ‘자극과 반응’ 단원에서 이미 다루었기 때문에, 이 단원에서는 자극을 받았을 때 어떻게 전도되는지, 시냅스를 통해 전달되는지의 과정을 다룬다. 운동 신경을 통해 이루어지는 근육의 수축 이완 과정을 모식도를 가지고 설명한다. 중추신경계 중에 뇌의 기능은 기능이 손상되었을 때 어떤 장애가 발생하는지를 사례 중심으로 구조와 기능을 이해하도록 한다. 항상성은 신경계와 내분비계의 상호 관계 속에서 혈당량, 체온, 삼투를 조절한다는 측면에서 다룬다. 병원체는 종류의 나열이 아닌 이숙한 질병과 연관시켜 병원체의 특성을 파악하도록 한다. 병원체가 침입했을 때 인체는 어떻게 대처하는지 면역의 원리를 경험을 토대로 설명한다. 이 단원은 중학교 2학년군의 ‘자극과 반응’로 연계된다. “시냅스 전달”이 편수용어에 추가될 필요가 있다. 호르몬에 의한 항상성 유지 원리를 혈당량 조절의 예로 설명할 수 있도록 한다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

자극과 반응 사이에 존재하는 자극의 전달 과정과 반응의 주역인 근육의 움직임을 단순한 모식도를 가지고는 이해하는데 어려움이 많으므로 동영상 자료를 제시하여 연속적으로 신경을 통한 자극의 전도

와 전달 과정을 이해하도록 한다. 이 과정에서 감상문이나 보고서 평가를 하여 평가에 반영할 수 있다. 또한 근수축의 원리도 인터넷 자료를 수집하여 보여주고, 신경계(뇌, 척수), 항상성 조절 저하 같은 질병과 관련된 사례들을 학생들이 다양하게 조사하여 정리한 보고서를 제출하게 함으로써 평가에 반영하고, 아울러 글쓰기 능력을 배양하도록 한다.

#### (4) 유전

멘델 법칙이 유전의 기본이라는 정도에서 소개하고, 유전자의 전달을 통한 세포와 생명의 연속성을 세포 분열, 염색체의 행동, 사람의 유전 현상과 관련지어 다룬다. 생명의 연속성 개념을 알기 위해서 먼저 DNA, 유전자, 염색체 사이의 관계를 변별할 수 있게 하고, 감수 분열 과정에서 나타나는 염색체의 행동을 유전물질의 복제와 분배를 통해 유전적 다양성이 획득되는 원리를 이해할 수 있는 배경 지식을 가질 수 있게 한다. 유전자 돌연변이와 염색체 돌연변이가 감수분열 과정에서 비롯됨을 이해하게 한다.

- [생과I04-01] 염색체, 유전체, 유전자, DNA의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 연관 지어 설명할 수 있다.
- [생과I04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다.
- [생과I04-03] 사람의 유전현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.
- [생과I04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 핵형 분석하기
  - 가상의 결혼으로 형질이 어떻게 자손에게 전달되는지를 재연하는 역할 놀이
  - 염색체 모형으로 생식세포 분열 과정 재연을 통한 유전적 다양성 설명하기
  - 낫모형 적혈구 빈혈증을 설명하는 모의활동
    - \* 산소를 잃어버렸을 때 헤모글로빈이 사슬을 형성하여 적혈구 막을 변형시키는 것을 설명하는 활동
  - 하나의 형질을 주고 가족의 가계도 작성하여 형질의 특성을 파악하기

- (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소
- 주요 성취기준 해설

[생과I04-01] 형질을 결정하는 유전자가 무엇인지 제대로 알지 못하는 경우가 흔하다. DNA와 단백질로 구성된 염색체가 세포 분열 과정에서 염색사에서 염색체로 응축되는 과정과 복제될 때 형성되는 염색분체가 분열 중에 어떻게 이동하는지 그림이나 모형을 가지고 설명한다. 염색체의 구조와 종류를 가지고 세포 분열 시 염색체의 변화를 설명하도록 한다. 세포 주기를 간기와 분열기로 구성되는데, 간기 때 DNA가 복제되는 시기를 중심으로 G1, S, G2로 나뉘며 복제되어 염색사가 염색체로 응축되는 분열기 전기 때 염색분체가 형성되어 붙어 있느냐 떨어져 있느냐에 따라 세포분열 방식이 달라짐을 이해하게 한다.

[생과I04-02] 생식 세포 형성 과정을 체세포 분열과 비교하여 설명하면서 생식 세포 형성의 의의 및 생명의 연속성에 대한 개념을 설명한다. 제1분열 전기 때 상동염색체끼리 결합하여 2가 염색체를 이루는 과정과 적도판에 상동염색체가 배열되는 과정을 간단한 모형을 가지고 설명한다. 모형을 통해 형성되는 생식 세포의 다양성을 수학적으로 계산해 보게 하거나 시연을 통해 유전적 다양성이 형성됨을 이해하게 한다. 염색체 모형을 가지고 생식 세포 분열 과정을 조작하도록 한다.

[생과I04-03] 사람의 유전을 연구하는 방법인 가계도 분석의 필요성과 모식도에 이해와 대립 형질이 분명하게 구분되는 단일 인자 유전과 명확하지 않은 다인자 유전의 차이를 이해하게 한다. 형질이 존재하는 상염색체와 성염색체에 따른 유전의 예를 가계도를 가지고 이해하도록 지도한다.

[생과I04-04] 돌연변이는 진단하는 핵형분석이 어떻게 이루어지는지 이해하게 한다. 돌연변이의 종류는 크게 염색체의 수와 구조에 이상이 발생하는 염색체 돌연변이와 DNA 염기서열의 변화에서 비롯된 유전자 돌연변이로 구분된다는 것을 설명한다. 유전적 결함을 진단하는 방법을 소개하고 대표적인 돌연변이인 다운증후군과 낫모양 적혈구 빈혈증, 폐닐케톤뇨증 등을 조사하여 발표하여 유전병의 실상과 이해를 높이도록 한다.

– 주요 학습 요소 : 생식세포의 다양성, 염색체 조합, 염색체 구조, 유전자, 유전체, 세포주기, 상염색체 유전, 성염색체 유전, 가계도 분석, 유전자형

#### (나) 교수학습방법 및 유의사항

자신을 닮은 자손을 만든다는 유전은 학생의 흥미와 호기심의 대상이며, 자료 해석을 통한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 영역에서는 주어진 자료 해석을 통하여 유전의 원리를 파악할 수 있는 능력을 길러주는 것이 필요하다. 생식세포의 형성 과정 중에서 다양한 생식세포의 형성 원리를 염색체 배열로 이해하는데 주안을 준다. 생식세포 분열 시 일어나는 교차는 설명하지 않는다. 가계도 분석을 통해 유전의 원리를 이해할 수 있도록 한다. 대표적인 돌연변이의 원인이 무엇인지 알게 하며,

특히 염색체 돌연변이의 원인이 되는 염색체 비분리를 생식 세포 형성 과정과 연계하여 설명하도록 한다. 이 영역은 중학교 3학년군의 ‘유전’ 및 생명과학 II의 ‘유전자와 생명공학’과 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

염색체, 유전체, 유전자, DNA의 정의, 세포분열 시 일어나는 DNA양 증가, 염색분체 형성 및 이동 등과 관련하여 단편적인 개념의 암기를 지양하고, 눈에 보이지 않는 추상적인 개념을 구체화하고 통합적으로 이해할 수 있도록 역할 놀이나 모형 활동과 같은 탐구 활동을 통해 관찰평가 및 수행평가를 실시할 수 있다. 유성생식을 통한 생식세포 분열 과정에서 유전적 다양성의 획득 메커니즘과 그 중요성을 다양성이 훼손되었을 때 나타나는 문제점들에 대한 사례 조사 자료와 함께 토의하고 발표하면서 관찰 평가와 보고서 평가를 실시할 수 있다. 특정 가계를 예로 들어, 염색체 비분리나 돌연변이에 의한 유전병 발생을 가계도 상에서 연계하여 그룹 활동을 통해 분석하게 함으로서 자료 분석 능력, 동료와 의사소통능력, 참여의 적극성, 인성, 발표 능력 등을 종합적으로 평가하는 관찰 평가를 실시할 수 있다.

#### (5) 생태계와 상호작용

일정한 생활공간을 차지하고 생활하는 같은 종의 집단으로 이루어진 개체군과 이들이 혼합된 군집이 지닌 특성으로 개체군의 밀도, 생장 곡선, 생존 곡선, 군집의 구조를 파악하는 방형구법, 군집의 천이 과정과 특징을 이해하도록 한다. 생물과 환경의 상호 관계, 개체군과 군집, 물질의 순환과 에너지 흐름 등 생태계의 구성과 기능을 이해하는 내용으로 구성한다.

[생과I05-01] 생태계, 군집, 개체군 관계를 이해하고, 예를 들어 설명할 수 있다.

[생과I05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집내의 상호작용을 설명할 수 있다.

[생과I05-03] 군집 내에서 중요치와 우점종의 개념을 이해하고, 식물의 군집 조사 활동을 통해 우점종을 결정할 수 있다.

[생과I05-04] 군집의 천이를 이해하고 천이 과정에 영향을 미치는 환경 요인을 설명할 수 있다.

[생과I05-05] 생태계의 에너지 흐름을 이해하고, 에너지 흐름을 물질 순환과 비교하여 차이를 설명할 수 있다.

[생과I05-06] 생물다양성의 중요성을 이해하고 보전방안을 토의할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 방형구법으로 교정에 있는 식물 군집 조사하기
- 효모 개체군의 생장 곡선 그리기

- 주변에 있는 귀화식물의 분포도 작성하기
- 교정에 있는 식물의 분포를 학교 배치도에 나타내기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[생과I05-01] 동일한 집단으로 구성된 개체군과 여러 종류로 구성된 군집의 차이를 설명한다. 개체군의 특성을 파악할 수 있는 개체군의 밀도, 시간에 따라 달라지는 생장 곡선, 생존 곡선, 먹이 관계에 의한 변동 등을 그래프 자료를 가지고 설명한다. 군집의 구조와 종류를 예를 들어 설명한다. 먹이사슬과 먹이 그물의 복잡성과 사슬의 길이를 가지고 생태계의 평형 상태와 에너지를 낭비를 최소화시키는 방법이 무엇인지 생각하도록 지도한다. 특히 군집 내의 상호작용을 이해하기 위해 생태계 지위라는 개념을 이해하도록 한다.

[생과I05-02] 개체군과 군집은 집단을 구성하는 종의 수가 동일한 종으로 구성되어 있는 경우와 여러 종이 섞여 있는 것이 중요한 차이점임을 설명한다. 집단을 구성하는 종의 수가 다름으로 인해 두 집단 간에 형성되는 상호작용이 두드러지게 다르다는 것을 사례를 들어 설명한다. 개체군 내의 상호작용의 예로 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활, 군집 내의 상호작용은 경쟁, 분서, 공생(상리공생과 편리공생), 기생, 포식과 피식) 등을 설명한다. 군체 생활을 하는 개체군 내에 생존, 생장, 생식을 위한 자원 여구가 같을 때 종내 경쟁도 발생할 수 있음을 설명한다.

[생과I05-03] 군집의 구조를 파악하기 위한 방형구법의 조사 과정에 대해 설명한다. 피도, 빈도, 밀도 등을 방형구법에서 어떻게 조사하고, 계산하여 우점종을 파악할 수 있도록 지도한다. 희소종, 지표종 등도 같이 군집의 특성을 이해하는데 도움이 되는 개념이므로 설명을 한다. 학교 정원의 특정 지역을 답사한 후에  $1\times 1\text{m}^2$  방형구를 설치하여 실제로 우점종을 찾는 탐구활동을 시행한다.

[생과I05-04] 생물 군집은 시간의 흐름 속에 생태계를 구성하는 생물적 요소들과 환경과의 관계에서 종의 변천이 일어나는 현상이 천이로, 불모지나 용암의 분출로 새롭게 생긴 땅에 지의류 같은 개척자들이 들어온 토양이 형성되어 환경이 변화하고 새로운 종이 생기는 과정을 설명한다. 천이의 초기 과정에서 후기 과정으로 넘어갈 때 양수림과 음수림의 순서가 왜 발생하는지 나무의 특징을 가지고 설명한다. 1차 천이와 2차 천이의 차이를 설명한다. 건성 천이와 습성 천이가 어떻게 진행되는지 설명한다.

[생과I05-05] 생산자에 의한 물질의 생산과 소비에 따른 총생산량, 생장량, 순생산량 등의 개념을 다룬다. 생태계에서 먹이사슬을 통해 탄소와 질소 등이 순환되는 원리를 알게 한다. 특히 질소 순환에서 분해자의 역할이 매우 중요함을 알게 한다. 생태계는 살아있는 유기

체의 개념으로 이해하도록 하여 외부 환경의 변화에 평형이 깨질 수 있고, 다시 회복 될 수 있음을 설명한다. 먹이사슬을 거칠수록 에너지 효율은 증가한다.

[생과I05-06] 생물다양성을 이루는 세 개의 요소를 설명하고, 생태계 평형 유지에 생물 다양성이 어떻게 기여하는지 사례를 들어 설명한다. 생물이 실생활에서 자원으로서의 다양한 가치를 지니고 있다는 것을 인식하여 생물 보전에 앞장서도록 한다.

– 주요 학습 요소 : 생장곡선, 환경저항, 상호작용(리더제, 순위제, 텃세, 사회생활), 우점종, 상호작용(경쟁, 분서, 기생, 포식과 피식, 공생), 천이, 에너지 흐름, 에너지 효율, 영양단계

#### (나) 교수학습방법 및 유의사항

인간도 생태계를 구성하는 한 요소이면서 청지기로서 관리하고 보전할 책임이 있는 존재임을 자각하도록 지도한다. 지속적인 문명을 유지하기 위해 필연적으로 개발되어야 하는 현실 속에서 찾을 수 있는 최적의 대안이 무엇인지 생태계의 작동 원리에 근거를 두고 찾게 한다. 단순히 개념의 나열이 되지 않고 우리 실생활에 밀접한 관련을 맺고 있는 분야임을 주지한다. 이 영역은 중학교 1학년군의 ‘생물의 다양성’ 및 통합과학의 ‘생명의 다양성과 유지’와 ‘생태계와 환경’과 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

교정에 있는 식물 이름 알기 같은 체험적인 활동을 통해 우리와 더불어 살고 있는 다른 생물의 세계에 구체적으로 관심을 갖게 한다. 교정이나 각자 살고 있는 동네에 나무 같은 식물들이 울창할 때와 그렇지 못할 경우 어떤 변화들이 생길 수 있는지 예상되는 것을 글로 표현하게 한다. 또한 생물다양성 유지를 위한 개인적, 사회적, 국가적 활동 사례 등에 대한 조사 활동을 보고서로 작성하고 발표하는 활동을 통해 의사소통하고 참여하려는 태도를 평가할 수 있다.

## 4. 교수·학습 및 평가의 방향

### 가. 교수·학습 방향

‘생명과학 I’은 생명과학이 무엇인지에 대한 개괄적인 이해와 인체의 생명 현상에 대한 과학적 이해를 바탕으로, 생활 속에서 마주치는 관련 의문점을 과학적이고도 창의적으로 해결해 내는 능력을 기르기 위해 생명과학의 기초 소양을 함양하도록 하는 교과이다. ‘통합과학’이 현대인으로서 갖추어야 할 최소한의 과학적 사고력을 목표로 한다면 ‘생명과학 I’은 ‘통합과학’과 연계하되, ‘나’는 누구인가? 라고 하는 철학적 질문에 대한 생명 과학 관점의 답을 제시하는 교과로서 인체의 생명 현상을 전반적으로

이해하는 데 필요한 핵심 개념을 담고 있다. 따라서 통합과학과의 연계성을 유지하면서도 사람 중심의 학습에서 시작하여 흥미를 가지고 주변의 자연과 생명에 대해 자연스럽게 관심을 확장하도록 교과를 지도할 필요가 있다.

생명과학의 정의, 개체 유지에 필요한 사람의 물질대사와 항상성 유지, 종족 보전에 필요한 유전, 삶의 질과 관련된 우리 주변 생태계와 생물다양성에 대한 기초를 다루면서, 인간 중심적 사고를 기르는 것이 아닌 ‘나’외의 다른 생명들도 생명의 연속성과 다양성을 유지를 위해 다양한 생명 활동을 하고 있음을 통합적으로 이해할 수 있도록 지도한다. 나이가서 생명과학의 종합적인 학문적 특성을 고려하여, 다른 교과와는 어떤 연계성이 있는지를 생각하면서 학습할 수 있는 학습 환경을 조성해 줌으로서 ‘생명과학 I’의 학습을 통해 통섭의 시대에 걸 맞는 기초 생명과학 소양을 기를 수 있도록 한다.

#### 나. 평가 방향

생명과학의 통섭적 특성에 대한 연계성 있는 이해를 했는지를 평가하는 것이 중요하며, 생명에 대한 흥미와 호기심을 제고하고, 물질대사를 통한 에너지 생산, 항상성 유지와 방어 작용, 유전, 생물다양성과 생태계와 관련된 생명과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 활동을 성실하게 수행했는지를 평가한다. 이를 통해 생명과학의 기본 개념 이해, 과학 탐구 실행을 통한 정보 활용 능력, 비판적 사고력, 의사소통 능력, 문제해결력, 개인적·사회적 책임성, 진로개발 능력 등의 핵심 역량을 함양하는 학습을 견인하는 평가가 되도록 한다. 단순 지식의 암기를 평가하는 단답형이나 선다형 평가를 지양하고 다양한 탐구 활동이나 토론, 토의, 발표 등을 통한 학습 태도, 과학적 사고력 및 분석력, 의사소통 능력, 보고서 작성 능력, 과학적 글쓰기 능력, 토의나 발표 능력 등을 관찰 평가를 통한 종합적인 평가 방식이 평가의 주요 지향점이 되어야 한다.

# 생명과학 II

## 1. 성격

‘생명과학 II’는 ‘생명과학 I’의 심화과정으로 생명과학과 관련된 진로나 진학을 계획하는 학생들에게 생명 현상 전반에 대한 심도 있는 내용과 관련 핵심 개념을 이해하도록 하는 교과이다. 생명과학의 발달사로 보았을 때 중요한 발견들을 중심으로 당시 생명과학자들의 고뇌와 아이디어, 그리고 혁신적인 실험 기법 등을 도입부에 신설하여 생명과학 분야를 전공하고자 하는 학생들에게 과학사 속의 과학의 도약을 입체적이고도 역사적 시각을 가지고 인식할 수 있도록 구성한다. 지구 시스템 속에 생물권을 구성하는 생물들의 특성을 미시적 관점과 거시적 관점, 그리고 우리의 일상생활 분야를 포함하여 전반적으로 심도 있게 다룬다. 거시적으로는 생물권을 구성하는 생물 다양성을 진화적 개념과 연계하여 구성하고, 미시적으로는 생명의 기본 단위인 세포와 세포 수준에서 일어나는 다양한 생명 현상의 핵심 개념을 다룬다. 더불어 생명과학의 중요성과 우리생활과의 밀접한 연계성을 강조하기 위해 최신 생명공학 기술 발달과 관련된 내용을 업데이트하여 다룬다.

거시적 관점에서 분류, 진화, 생물다양성 등을 다루되 3역 6계와 생물 계통수를 도입하여 생물 분류 체계와 생물 상호 간 진화적 연계성을 체계적이고 종합적으로 이해할 수 있도록 구성한다. 분류 단원을 식물과 동물로 한정하여 다루고 인간 생활과 밀접한 관련성을 지닌 미생물은 생명공학 영역에서 제한적으로 다룸으로 학생들의 학습 부담을 감축한다. 미시적 관점에서는 세포막을 통한 물질 수송, 유전 물질의 복제와 정보전달 시스템, 유전자 발현 조절과 발생, 생체에너지 생산을 위한 세포호흡과 광합성 등을 상세히 다룬다. 생명공학의 발달 분야는 이해하기 다소 어려울 수 있으나, 우리 생활 속에서 접할 수 있는 생명과학 기술 발달의 산물들을 조사하고 그 원리를 이해하게 함으로써 학생들의 생명과학에 대한 관심과 흥미, 그리고 친밀도를 높이도록 유도한다. 또한 생명공학 기술의 윤리적, 법적 문제들에 대해서도 성찰할 수 있도록 하여 기술 발달이 갖는 부정적 측면들을 포함하여 입체적 사고가 가능하도록 한다.

전체적으로는 생명과학의 종합적인 학문적 특성을 이해하고 다른 분야의 교과 영역과 어떤 연계성이 있는지를 통합적으로 이해하도록 하여 통섭의 시대, 생명과학의 시대에 대비한 기초 과학 소양을

기를 수 있도록 구성한다. 더불어 생명과학의 기본 개념 이해, 과학 탐구 실행을 통한 정보 활용 능력, 비판적 사고력, 의사소통 능력, 문제해결력, 개인적·사회적 책임성, 진로개발 능력 등의 핵심역량을 함양하도록 구성한다.

## 2. 목표

생명과학의 통섭적 특성에 대한 이해를 바탕으로 생명에 대한 흥미와 호기심을 제고하고, 진로 선택 교과로서 관련 전공으로 진학하는데 필요한 생명과학 전공자로서 필요한 기초 소양을 기르도록 한다. 생명과학의 발달 과정, 세포의 특성, 물질대사, 세포 수준에서 나타나는 생명 현상의 문자적 원리, 생물다양성과 진화, 생명공학과 우리 생활 등을 중심으로 관련 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력을 함양한다.

- 가. 생명과학이 통섭적 학문임을 이해한다.
- 나. 흥미와 호기심을 바탕으로 한 창의적인 과학적 문제 해결력을 함양한다.
- 다. 생명 현상의 핵심 원리를 문자 수준에서 이해한다.
- 라. 생체에너지 생산 메커니즘의 심화 개념을 이해한다.
- 마. 생물다양성을 진화 개념과 연계하여 이해한다.
- 바. 생명공학 기술의 발달 과정과 우리 생활 속에서의 활용을 이해한다.

## 3. 내용 체계 및 성취기준

### 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교		기능
			생명과학 II		
생명 과학과 인간의 생활	생명과학 의 특성과 발달과정	생명과학은 다양한 탐구방법에 의해 인류 역사와 함께 발전해 왔다.	생명과학의 발달 과정 생명과학의 연구 방법	-	-(관찰)문제 확인 - 탐구(창의 적) 설계와 수 행
	생명 공학기술	생명공학기술은 질병 치료, 식량 생 산 등 인간의 삶에 기여한다.	생명공학 기술의 원리와 사례		

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			생명과학Ⅱ	
생물의 구조와 에너지	생명의 화학적 기초	생명체는 탄소화합물로 구성되어 있다.	생명공학 기술의 문제점 생명공학 기술의 영향 생명윤리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료의 수집,</li> <li>- 분석 및 해석</li> <li>- 수학적 사고와 컴퓨터 활용</li> <li>- 모형의 개발과 사용</li> <li>- 증거에 기초한 토론과 논증</li> <li>- 결론 도출 및 평가</li> <li>- 결과 전달 및 의사소통</li> </ul>
		생명 현상은 다양한 화학반응에 의해 나타난다.	탄수화물, 지질, 단백질, 핵산 활성화 에너지, 기질 특이성, 활성부위, 촉매	
	생명의 구성 단위	생명체는 세포로 구성되어 있다.	생명체의 유기적 구성 원핵세포와 진핵세포의 차이	
		세포는 세포막으로 둘러싸여 있고 세포 소기관을 가진다.	물질 수송	
	광합성과 호흡	광합성을 통해 빛에너지가 화학에너지로 전환된다.	엽록체의 구조와 기능 광계를 통한 명반응 광합성의 탄소고정 반응	
		호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다.	미토콘드리아 해당과정 TCA 회로, 전자전달계, 산화적 인산화 산소 호흡과 발효	
	생식	다세포 생물은 배우자를 생성하고 수정과 발생 과정을 거쳐 개체를 만든다.	유전자 발현과 발생	
	유전	생물의 형질은 유전 원리에 의해 자손에게 전달된다.	반보존적 DNA복제 유전자 발현과 조절 오페론 조절 작용 원핵세포와 진핵세포의 전사조절	
	생명의 연속성	생물은 환경 변화에 적응하여 진화한다.	막 형성의 중요성 단세포에서 다세포로의 진화	
		진화를 통해 다양한 생물이 출현한다.	진화의 증거와 원리, 유전적 평형, 유전자 풀, 하디-마인베르크 법칙, 종분화	
		다양한 생물은 분류체계에 따라 분류 한다.	3역 6계 동물과 식물의 분류 체계 생물 계통수	

## 나. 성취기준

### (1) 생명과학의 역사

인류 역사와 함께 발전해 온 생명과학의 발전 과정에 대해 알아보고 생명과학의 발전이 인간의 삶에 어떤 기여를 했는지 관심을 갖도록 한다. 그리고 생명과학 발전에 기여한 중요 연구 방법에 조사하고 발표하여 중요 연구 방법의 원리를 이해하고, 생명과학들의 고뇌와 창의적인 혁신적인 실험 기법 등을 설명할 수 있도록 하여 생명과학 분야를 전공하고자 하는 학생들에게 과학사 속의 과학의 도약을 입체적이고도 역사적 시각을 가지고 인식할 수 있도록 한다.

[생과II01-01] 생명과학의 역사와 발전 과정을 알고, 주요 발견을 시기에 따라 나열하고 설명할 수 있다.

[생과II01-02] 생명과학 발전에 기여한 주요 발견에 사용된 연구 방법을 조사하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 인류의 복지에 기여한 생명과학의 발견 사례를 조사하여 발표하기

#### <교수·학습 방법>

##### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 학습 요소 : 생명과학의 발전 과정, 생명과학의 연구 방법

##### (나) 교수·학습 방법(전략) 및 유의사항

생명과학의 역사와 발전 과정은 생명과학의 주요 발견을 중심으로 과학자의 탐구 과정 및 발견에 사용된 탐구 방법을 함께 설명할 수 있도록 하며, 주요 발견이 생명과학의 발전뿐만 아니라 다른 학문 영역이나 사회의 변화에 영향을 준 사례도 같이 설명할 수 있도록 하여 과학-기술-사회의 관련성과 같은 과학의 본성에 대한 이해를 증진시키도록 한다.

인류의 복지에 기여한 생명과학의 발견 사례를 조사하여 발표할 때는 발견 사례의 연구 방법도 함께 조사하여 발표할 수 있도록 하며 학생이 발표할 때는 다양한 발표 방법을 활용할 수 있도록 안내하여 다양한 발표 방법을 익힐 수 있도록 한다. 생명과학의 역사 영역은 생명과학 I의 생명과학의 이해 단원과 연관된다.

##### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

생명과학의 주요 발견 사실과 탐구 방법에 대한 단편적인 지식의 암기를 지양하고 주요 발견과 과학

-기술-사회의 관계를 통합적이고 종합적으로 인식할 수 있는지를 평가할 수 있도록 한다.

인류의 복지에 기여한 생명과학의 발견 사례를 조사하여 발표하는 경우 발표 내용은 조사보고서와 발표 자료를 검토하여 생명과학의 기본 개념 이해, 정보 활용 능력 평가에 반영할 수 있으며 발표 자세는 관찰 평가를 통하여 의사소통 능력 평가에 반영할 수 있다.

## (2) 세포의 특성

생명의 기본 단위인 세포에서 일어나는 다양한 생명 현상의 핵심 개념을 심도 있게 다루어 세포가 생명의 구조적, 기능적 기본 단위임을 이해할 수 있도록 한다. 생명체를 구성하는 중요 물질의 구조와 기능, 생명체의 유기적 구성, 세포소기관의 구조와 기능, 원핵세포와 진핵세포의 차이점, 물질 출입 현상, 효소의 작용과 같은 생명 현상에 대한 이해를 바탕으로 생명에 대한 흥미와 호기심을 제고하고, 진로 선택 교과로서 관련 전공으로 진학하는데 필요한 생명과학 전공자로서 필요한 기초 소양을 기르도록 한다.

- [생과II02-01] 동물과 식물의 유기적 구성을 비교할 수 있다.
- [생과II02-02] 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산의 기본 구조와 기능을 설명할 수 있다.
- [생과II02-03] 원핵세포와 진핵세포의 차이점을 설명할 수 있다.
- [생과II02-04] 세포소기관들이 기능적으로 유기적인 관계를 이루고 있음을 이해한다.
- [생과II02-05] 확산, 삼투, 능동 수송 등 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해한다.
- [생과II02-06] 효소의 작용을 활성화 에너지와 기질의 특이성을 중심으로 이해하고, 온도와 pH가 효소 작용에 영향을 미칠 수 있음을 실험을 통해 설명할 수 있다.

### <탐구활동>

- 막을 통한 물질의 이동 실험하기
- 리포솜의 활용에 대해 조사·토론하기
- 효소의 작용 실험하기
- 생활 속 효소 이용 사례 조사하기

### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

#### - 주요 성취기준 해설

[생과II02-01] 생물의 구성 체제를 간단히 다루고 동물과 식물의 구성 체제를 비교하여 설명할 수 있도록 한다.

[생과II02-02] 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산의 기본 구조와 기능은 이 물질들의 중요 특성과 역할을

- 이해하는 수준에서 다룬다.
- [생과II02-03] 원핵세포와 진핵세포의 차이를 DNA, 세포내 막 구조, 리보솜, 세포벽 수준에서 다른 두 세포의 생명활동을 이해하는 기반이 되도록 한다.
- [생과II02-04] 세포소기관의 구조와 기능은 전자현미경을 포함한 다양한 현미경의 이용, 세포분획법, 자기방사법 등의 방법으로 알아낼 수 있음을 이해하게 한다. 핵, 미토콘드리아, 엽록체, 소포체, 골지체, 리보솜, 리소좀, 액포, 세포막, 세포벽의 구조와 기능을 물질의 합성과 분비와 같은 세포 내 생명활동과 관련지어 다룬다.
- [생과II02-05] 세포막에서 일어나는 단순 확산, 촉진 확산, 삼투, 능동 수송의 물질 이동 방식에 대해 다루고, 이들 물질 이동 방식의 공통점과 차이점을 이해하게 한다.
- [생과II02-06] 효소의 특성, 효소의 구조와 종류, 효소의 활성에 영향을 미치는 요인 등을 다룸으로써 생물체 내에서 일어나는 여러 가지 화학 반응이 효소에 의해 조절됨을 이해하게 한다.

- 주요 학습 요소 : 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산, 활성화 에너지, 기질 특이성, 활성부위, 촉매, 생명체의 유기적 구성, 원핵세포와 진핵세포의 차이, 물질 수송

#### (나) 교수학습방법 및 유의사항

세포의 특성 영역은 개념 체계 중심으로 접근하여 생명과학 전공자로서 필요한 기초 소양을 기를 수 있도록 한다. 그리고 세포의 특성과 관련된 최근 연구 동향과 성과를 소개하여 생명과학에 대한 관심과 호기심을 증진시킬 수 있도록 한다.

세포소기관의 구조와 기능은 개별 지식으로 다루지 않고 단백질의 합성과 분비와 같은 세포 내의 생명활동과 관련지어 다룸으로써 세포소기관들이 기능적으로 서로 연관되어 있음을 알게 한다. 그리고 세포소기관의 구조는 전자현미경을 포함한 다양한 현미경의 사진을 제시하여 현미경의 특성과 사용 용도를 이해할 수 있도록 한다.

확산, 삼투, 능동 수송과 같은 세포막을 통한 물질 출입 현상에 대해 학생들이 잘못된 개념을 갖는 경우가 많으므로 이를 유의하여 지도하도록 한다. 특히 삼투의 경우에 확산의 일종인 수송 방식임을 이해하게 하고, 능동 수송과의 차이점을 알게 한다.

효소 관련 수업을 할 때는 효소의 작용 실험이나 생활 속 효소 이용 사례 조사와 같은 학생 중심 수업 활동으로 구성하여 효소에 대한 학습에 흥미를 갖도록 함과 동시에 학습한 내용을 적용하는 능력을 키우도록 한다. 생활 속 효소 이용 사례는 인터넷 서핑이나 관련 서적 등을 활용하여 조사할 수 있으며, 발표할 때는 스토리텔링 형식으로 발표할 수 있도록 하여 효소에 대한 흥미와 관심을 불러일으킬 수 있도록 한다.

세포의 특성 영역은 초등학교 5~6학년군의 ‘동식물 세포 관찰하기’ 단원과 연관되며 생명과학 II의

‘세포호흡과 광합성’, ‘유전자의 발현과 조절’, ‘생명의 진화와 다양성’ 단원과 이어진다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

세포의 특성과 관련된 각각의 개념에 대한 체계적인 이해 정도를 평가할 뿐만 아니라 개념들 사이의 관계를 통합적이고 종합적으로 인식할 수 있는지를 평가하여 학생들로 하여금 단편적인 개념의 암기를 지양하고 과학적 개념을 바탕으로 다양한 상황에서 문제를 해결하고 비판적으로 사고할 수 있는 능력을 기르도록 한다. 생활 속 효소 이용 사례를 조사하여 발표하는 경우 발표 내용과 의사소통하고 참여하려는 태도는 관찰 평가를 통하여 평가에 반영할 수 있으며, 보고서 평가를 통해 정보 활용 능력을 평가할 수 있다. 효소의 작용 실험은 실험을 설계하고 수행하는 과정을 관찰하여 문제해결력과 의사소통 능력을 평가에 반영할 수 있다.

### (3) 세포호흡과 광합성

세포 호흡과 광합성이 일어나는 장소인 미토콘드리아와 엽록체의 전자현미경적 구조와 기능을 이해하고, 두 세포 소기관을 비교하여 공통점과 차이점을 설명할 수 있도록 한다. 광합성의 탄소고정 반응과 세포 호흡 과정은 단계별로 구분하여 이해하고 산화적 인산화 과정을 화학 삼투로 설명할 있도록 하며, 발효와 호흡의 차이를 이해하고 실생활 속에서 발효를 이용한 사례를 조사하여 발표할 수 있도록 한다. 광계를 통한 명반응 과정은 모형을 이용해 설명할 수 있도록 하며, 세포호흡과 광합성의 전자전달계를 비교하여 공통점과 차이점을 설명할 수 있도록 한다.

- [생과II03-01] 미토콘드리아와 엽록체의 구조와 기능을 이해하고, 두 세포 소기관을 비교하여 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.
- [생과II03-02] 세포 호흡 과정과 광합성의 탄소고정 반응을 단계별로 구분하여 이해하고, 산화적 인산화 과정을 화학 삼투로 설명할 수 있다.
- [생과II03-03] 발효와 호흡의 차이를 이해하고 실생활 속에서 발효를 이용한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
- [생과II03-04] 광계를 통한 명반응 과정을 모형을 이용해 설명할 수 있다.
- [생과II03-05] 세포호흡과 광합성의 전자전달계를 비교하여 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 광합성과 관련된 과학사 조사하기
- 잎의 색소 분리하기
- 발효 실험하기

## (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

## - 주요 성취기준 해설

[생과II03-01] 해당 과정과 TCA 회로, 탄소고정 반응이 모두 효소에 의해 조절되는 일련의 화학반응임을 이해하도록 한다.

[생과II03-02] 세포 호흡과 광합성의 탄소고정 반응 과정에서 유기물의 분자 구조식도 다루지 않는다. 탄소고정 반응은 명반응과 관련지어 이들 사이의 관계 및 의미의 해석에 초점을 두고, 세포 호흡 과정은 개괄적으로 탄소수의 변화, 반응 중 탈수소 효소가 작용하는 단계나 과정, ATP가 필요한 곳과 생성되는 곳 정도의 수준에서 다룬다.

[생과II03-03] ~ [생과II03-05] 호흡 기질과 호흡률을 다루며 세포 호흡의 전자전달계와 광합성의 명반응 모두 미토콘드리아 내막과 엽록체의 그라나라는 생체막에서 이루어짐을 알게 하고, 이때 전자 전달 과정에서 이루어지는 인산화 반응을 에너지, 효소, 산화·환원 반응에 초점을 두어 다룬다.

- 주요 학습 요소 : 산화적 인산화, 산소 호흡과 발효, 미토콘드리아의 구조와 기능, 해당 과정, TCA 회로, 전자 전달계, 호흡률, 엽록체의 구조와 기능, 광계를 통한 명반응, 광합성의 탄소고정 반응

## (나) 교수학습방법 및 유의사항

호흡이 일어나는 미토콘드리아의 내막과 광합성이 일어나는 엽록체의 그라나 구조의 공통적 특성, 미토콘드리아의 기질과 엽록체의 스트로마의 공통적 특성을 알게 하여 호흡과 광합성을 이해하기 위한 기초를 제공한다. 해당 과정과 발효는 연계시켜 이해할 수 있게 한다. 특히 해당 과정은 산소가 없이도 일어날 수 있는 호흡 과정인데 비해 TCA 회로는 산소를 필요로 하는 유산소 호흡 과정임을 알게 한다. 학습에 흥미를 가질 수 있도록 주변에서 흔히 접하는 젖산 발효, 알코올 발효, 아세트산 발효를 예시한다. 발효가 인간 생활에 미치는 영향에 대하여 이해할 수 있도록 바이오에탄올, 발효 식품 따위를 다룰 수 있도록 한다. 광합성의 탄소고정 반응에서는 이산화탄소 고정의 의미, 포도당 합성 과정과 탄소고정 반응 과정 동안의 에너지 출입과 산화·환원 반응 등에 초점을 두어 다룬다. 광합성과 관련된 과학사 조사는 인터넷 서핑이나 관련 서적 등을 활용할 수 있으며, 발표할 때는 스토리텔링 형식으로 발표할 수 있도록 하여 광합성에 대한 흥미와 관심을 불러일으킬 수 있도록 한다. 광합성과 세포호흡 영역은 중학교 과학의 ‘식물과 에너지’, ‘동물과 에너지’, 생명과학II의 ‘세포의 특성’ 단원과 연관된다.

## (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

광합성과 세포호흡과 관련된 각각의 개념에 대한 체계적인 이해 정도를 평가할 뿐만 아니라 개념들 사이의 관계를 통합적이고 종합적으로 인식할 수 있는지를 평가하여 학생들로 하여금 단편적인 개념의 암기를 지양하고 과학적 개념을 바탕으로 다양한 상황에서 문제를 해결할 수 있는 능력을 기르도록 한

다. 광합성과 관련된 과학사를 조사하여 발표하는 경우 발표 내용과 의사소통하고 참여하려는 태도는 관찰 평가를 통하여 평가에 반영할 수 있으며, 잎에서 색소를 분리하는 조작 능력과 발효 실험을 수행하는 능력은 관찰 평가와 보고서 평가를 통하여 평가에 반영할 수 있다.

#### (4) 유전자의 발현과 조절

생명 정보를 저장하는 DNA의 특성과 복제과정, DNA로부터 생명 정보를 전사하여 단백질 합성이 가능하도록 해주는 정보 전달 RNA, 리보솜에서 단백질 합성 과정인 번역 과정으로 이어지는 생명 정보의 흐름, 즉 중심원리를 분자 수준에서 상세히 이해하도록 한다. 아울러 유전자의 발현 조절 과정을 이해하고, 초기 발생 과정에 특정 유전자의 발현이 영향을 줄 수 있음을 연계해서 이해할 수 있도록 한다.

[생과II04-01] 원핵세포와 진핵세포의 유전체 구성과 유전자 구조를 이해하고 차이를 설명할 수 있다.

[생과II04-02] 반보존적 DNA 복제 과정을 이해하고, 모형을 이용하여 DNA 복제 과정을 설명 할 수 있다.

[생과II04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현과정을 설명할 수 있다.

[생과II04-04] 유전암호를 이해하고, 유전암호 표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다.

[생과II04-05] 원핵생물과 진핵생물의 유전자 발현 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.

[생과II04-06] 진핵생물의 발생과 세포 분화에 유전자 발현 조절이 중요함을 이해하고, 사례를 들어 설명할 수 있다.

#### <탐구활동>

- DNA 모형을 통해 구조와 반보존적 복제 이해하기
- 박테리아에서 대량의 DNA를 추출하여 알코올 침전 후 관찰하기
- 중심원리의 정보 흐름을 모의실험을 통해 이해하기
- 유전자 발현 조절과 발생관련 최신 연구 자료 조사하여 토론하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[생과II04-05] 원핵생물과 진핵생물의 유전자 발현 조절을 다룰 때, 원핵생물의 조절 과정을 주로 다루고, 진핵생물의 경우는 원핵생물의 발현 조절과의 다른 점만을 간략하게 다룬다.

[생과II04-06] 초기 발생 단계의 조절 과정에 유전자 발현 조절이 어떻게 관여하는지를 흑스 유전자 의 사례를 들어, 최근의 Evo-Devo의 사례를 이해시키도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 반보존적 DNA복제, 유전자 발현과 조절, 오페론 조절 작용, 원핵세포와 진핵세포의 전사조절, 유전자 발현과 발생

#### (나) 교수학습방법 및 유의사항

반보존적 DNA 복제를 다룰 때, RNA primer나 관여하는 효소의 기능 등을 상세히 다루지 않으며, 필요한 경우 용어 수준에서 언급하며, 반보존적 복제의 구체적인 분자생물학적 기작이 아닌 반보존적 복제가 갖는 의미를 중심으로 다루도록 한다. 진핵생물의 유전자 발현 조절 과정은 별도 소단원으로 나누어 다루지 않으며, 원핵생물의 조절 과정을 설명한 후 진핵생물에서 나타나는 차이점만을 중심으로 간략히 비교 설명하도록 한다.

#### (다) 평가 방법 및 평가 유의사항

모형을 가지고 DNA 반보전적 복제 과정을 모의 실험할 때, 참여 태도, 실험에 대한 이해도 등에 대해 관찰 평가를 실시할 수 있다. 유전자 발현 과정, 즉 정보 흐름의 이해는 그룹 모의 활동을 통해 관찰 평가, 발표 평가 등을 실시할 수 있다. DNA 추출 및 관찰 실험을 통해 기구 조작 능력과 실험 수행 능력을 관찰 평가와 보고서 평가를 통하여 평가에 반영할 수 있다.

### (5) 생물의 진화와 다양성

최근 국제적으로 생물다양성 협약이 맺어지면서 생물 주권에 대한 관리가 강화되는 추세이다. 이로 인해 생물 다양성의 주제가 중요하게 되었고, 다양성을 이끄는 힘이 진화임을 감안할 때, 매우 중요한 주제이다. 외부 환경과 구별 짓는 막은 생명 탄생에 있어 중요한 첫 결음이다. 막의 중요성에서 시작하여, 생물 진화의 일반적인 원리와 종분화의 기작 등을 다룬다. 진화의 결과물인 생물 다양성을 체계적으로 이해하기위해 생물의 계통수에 근거하여 유연관계를 바탕으로 한 최신 생물 분류 체계를 다룬다. 다양한 사례들을 조사하여 생물의 진화와 다양성을 생동감 있게 이해할 수 있도록 한다.

[생과II05-01] 원시 세포의 탄생 과정을 알고, 막 형성의 중요성을 설명할 수 있다.

[생과II05-02] 원핵생물에서 진핵생물로, 단세포에서 다세포로 생물이 진화하는 과정을 모형으로 설명할 수 있다.

[생과II05-03] 3역 6계의 분류 체계를 이해하고 각 분류군의 차이를 설명할 수 있다.

[생과II05-04] 동물과 식물 분류군의 특징을 문(Phylum) 수준에서 이해하고, 이들 간의 유연관계

를 계통수를 이용하여 표현할 수 있다.

[생과II05-05] 진화의 사례를 조사하여 변이와 자연선택에 의한 진화의 원리를 설명할 수 있다.

[생과II05-06] 지리적 격리에 의한 종 분화 과정을 이해하고, 종 분화의 사례를 조사하고 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 하디·바인베르크 법칙과 관련한 모의 실험하기
- 유전자 풀의 변화 사례 조사하기
- 특정 형질에 기초한 생물 계통수 작성해 보기
- 주변의 식물과 동물을 문 또는 강 준위까지 분류해 보기
- 고리종의 사례를 조사하여 토론하기
- 5계와 6계의 차이를 비교하고 주요 차이점 토론하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

##### - 주요 성취기준 해설

[생과II05-04] 동물과 식물의 문(Phyla)에서 설명하되, 동물의 경우 절지동물, 연체동물, 환형동물, 극피동물, 척삭동물만을 다루되 대표적인 강 들을 간략히 설명한다.

[생과II05-05] 하디-바인베르크 법칙을 이해하고, 유전자풀의 변화로 진화를 설명할 수 있도록 유도 한다.

[생과II05-06] 동소적 종분화는 다루지 않으며, 사례 중심으로 지리적 격리에 의한 종분화에 대해 이해하도록 한다.

- 주요 학습 요소 : 진화의 증거와 원리, 유전적 평형, 유전자 풀, 하디-바인베르크 법칙, 종분화, 3역 6계, 동물과 식물의 분류 체계, 생물 계통수

#### (나) 교수학습방법 및 유의사항

생명의 탄생과 생물 진화의 과정에서 외부 환경과 구별 짓는 막의 형성은 매우 중요한 의미를 갖는다. 막의 중요성을 부각하여 설명하되, 물질의 이출입과 관련하여 막의 구조와 기능을 중심으로 구성한다. 3역 6계를 제시할 때, 단순히 6계를 암기하도록 하기보다는 3역 6계로 변화하게 된 이유와 기준 5계 시스템과의 차이가 무엇인지를 학생들이 자료 조사와 토의를 통해 이해할 수 있도록 유도한다. 기준에 분류 단원이 과도하게 분량이 많고 암기할 것이 많다는 지적을 수용하여 식물과 동물을 제외하고 다른 생물계의 분류 체계에 대해서는 일절 언급하지 않도록 한다. 이러한 취지에 맞추어 식물계와 동

물계를 다룰 때에도 문 준위에서 주로 다루고, 강 준위를 다루는 경우는 극히 예외적으로 종 다양성이 매우 큰 일부 분류군에서만 제한적으로 허용한다. 동소적 종분화는 다루지 않으며 지리적 격리에 의한 종분화는 학생들이 도통 놓의 고리종 사례를 조사한 후 토의를 통해 이해하도록 유도한다.

#### (다) 평가

생물 계통수를 직접 작성해 보는 과정에서 참여 태도, 의사소통능력, 과학적 문제 해결력 등을 관찰 평가를 통해 평가에 반영할 수 있다. 주변의 생물들을 분류 체계에 맞게 분류하는 탐구 활동을 통해 채집 능력, 실험 도구 조작 능력, 관찰 능력, 실험 수행 능력을 관찰 평가와 보고서 평가를 통하여 평가에 반영할 수 있다. 진화의 증거와 원리를 학습하는 과정에서 자료 조사와 토의 활동을 통해 관찰 평가와 보고서 평가 등을 실시할 수 있다.

### (6) 생명공학 기술과 인간생활

생명공학 기술의 원리와 활용, 그리고 생명 윤리 문제를 포함한 가치의 문제까지 폭넓게 다룬다. 최신 생명공학 기술의 발전상을 파악하고, 우리 생활 속에서 접할 수 있는 다양한 생명공학 기술의 산물들을 조명하고 그 원리를 이해한다. 생명공학 기술의 긍정적인 면과 부정적인 면을 고르게 다루고 논의하여 균형 잡힌 사고를 갖도록 한다. 생명윤리 분야를 강조하여 생명공학 기술 개발과 활용 시 고려해야 할 윤리적인 측면을 간과하지 않도록 관련 의식을 고취시키도록 구성한다.

[생과II06-01] DNA 재조합 기술의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

[생과II06-02] 핵치환, 조직배양, 세포융합의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

[생과II06-03] 단일클론항체, 유전자 치료, 줄기세포를 난치병 치료에 적용한 사례를 이해하고, 이러한 치료법의 전망에 대해 토의할 수 있다.

[생과II06-04] 백신의 작용 원리를 항원항체 반응과 연관 지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다.

[생과II06-05] LMO가 인간의 생활과 생태계에 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 조사하고 토론할 수 있다.

[생과II06-06] 생명공학의 발달 과정에서 나타나는 생태학적, 윤리적, 법적, 사회적 문제점을 이해하고, 미래 사회에 미칠 영향을 예측하여 발표할 수 있다.

#### <탐구활동>

- 유전자 재조합 모의 실험하기

- 박테리아 콜로니 관찰하기
- 다양한 백신의 종류와 백신 개발이 어려운 사례를 조사하여 토의하기
- 우리 생활 속의 LMO가 미치는 영향을 조사하여 발표하기
- 생명윤리 쟁점에 대한 의사결정하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소

- 주요 성취기준 해설

[생과II06-01] ~ [생과II06-03] 우리 생활과 밀접한 사례를 중심으로 하여 학생들의 흥미를 유도하도록 하고, 상세 실험 과정이나 원리를 과도하게 기술하거나 설명하는 것을 지양한다.

- 주요 학습 요소 : 생명공학 기술의 원리와 사례, 생명공학 기술의 문제점, 생명공학 기술의 영향, 생명윤리

(나) 교수학습방법 및 유의사항

최신 생명공학 기술의 발전상을 우리 생활과 연계하여 다루는 단원으로 흥미로운 사례들을 학생들이 주도적으로 조사하여 토의하고 발표할 수 있도록 한다. 생명공학 기술의 긍정적인 면과 부정적인 면을 균형 있게 다루도록 한다.

(다) 평가

최신 생명공학 기술의 발달 사례를 우리 주변 생활 속에서 찾아 조사하고 토의하는 과정에서 참여 태도, 의사소통능력, 과학적 문제 해결력 등을 관찰 평가를 통해 평가에 반영할 수 있다. 논쟁이 될 수 있는 생명 윤리에 관한 주제로 친반 토론을 하는 과정에서 논리적 사고력, 비판적 사고력, 발표 능력, 참여 태도, 의사소통 능력 등을 관찰 평가와 보고서 평가를 통하여 평가에 반영할 수 있다.

## 4. 교수·학습 및 평가의 방향

### 가. 교수·학습 방향

‘생명과학 II’는 ‘생명과학 I’의 심화과정으로 인체 중심이었던 생명과학에서 벗어나 지구상의 다양한 생명들의 생명 현상과 생활 속의 생명공학의 활용을 다루되 전반적으로 심화된 핵심 개념을 이해하도록 하는 교과이다. ‘통합과학’이나 ‘생명과학 I’과의 연계성을 유지하면서도 학습자의 관심을 사람 중심

에서 시작하여 우리 주변의 자연과 생명에 대해, 그리고 생활 속에 생명공학 기술 활용 사례에 대해 자연스럽게 호기심과 관심을 갖도록 유도해야 한다. 도입 단원을 통해 생명과학의 발달을 이끈 생명과학자들의 고뇌와 깨달음을 입체적이고도 역사적 시각으로 조망함으로서 학생들로 하여금 오늘날의 생명과학 지식이나 기술의 발달에 대해 종적인 시야를 갖도록 하여, 역사 속에서 오늘을 배우고, 미래를 예측할 수 있는 능력을 함양하도록 한다. 생명 윤리의 영역도 다양한 토론과 논의를 통해 긍정적인 측면과 부정적인 측면들을 균형 있게 사고할 수 있도록 한다. 나아가서 생명과학의 종합적인 학문적 특성을 고려하여, 다른 교과와는 어떤 연계성이 있는지를 생각하면서 학습할 수 있는 학습 환경을 조성해 줌으로서 ‘생명과학 II’의 학습을 통해 다가오는 생명과학 시대를 대비하여 생명과학 분야로 진로를 선택하고자 하는 학생들에게 걸 맞는 생명과학 소양을 기를 수 있도록 한다. 더불어 생명과학의 기본 개념 이해, 과학 탐구 실행을 통한 정보 활용 능력, 비판적 사고력, 의사소통 능력, 문제해결력, 개인적·사회적 책임성, 진로개발 능력 등의 핵심역량을 함양하도록 구성한다.

#### 나. 평가 방향

생명과학의 통섭적 특성에 대한 연계성 있는 이해를 했는지를 평가하는 것이 중요하며, 생명에 대한 흥미와 호기심을 제고하고, 진로 선택 과목으로서 관련 전공으로 진학하는데 필요한 생명과학 전공자로서 필요한 기초 소양을 기르는데 도움이 되도록 평가를 구성한다. 생명과학의 발달 과정, 세포의 특성, 물질대사, 세포 수준에서 나타나는 생명 현상의 분자적 원리, 생물다양성과 진화, 생명공학과 우리 생활 등을 중심으로 관련 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 활동을 성실하게 수행했는지를 평가한다. 이를 통해 생명과학의 심화 개념 이해, 과학 탐구 실행을 통한 정보 활용 능력, 비판적 사고력, 의사소통 능력, 문제해결력, 개인적·사회적 책임성, 진로개발 능력 등의 핵심 역량을 함양하는 학습을 견인하는 평가가 되도록 한다. 단순 지식의 암기를 평가하는 단답형이나 선다형 평가를 지양하고 다양한 탐구 활동이나 토론, 토의, 발표 등을 통한 학습 태도, 과학적 사고력 및 분석력, 의사소통 능력, 보고서 작성 능력, 과학적 글쓰기 능력, 토의나 발표 능력 등을 관찰 평가를 통한 종합적인 평가 방식이 평가의 주요 지향점이 되어야 한다.

# 지구과학 I

## 1. 성격

‘지구과학 I’은 지구와 우주에 대한 통합적인 이해를 바탕으로 현대 지식기반 사회의 시민이 갖추어야 할 지구과학에 대한 기초 소양을 함양하기 위한 과목이다.

따라서 ‘지구과학 I’의 내용은 학생이 지구와 우주에 대하여 관심과 흥미를 가지고 학습할 수 있도록 고체 지구에서는 지구의 변동 및 지구의 역사를 대기와 해양을 다루는 유체 지구에서는 유체 지구의 변화 및 대기와 해양의 상호작용을, 천체에서는 별과 외계 행성계 및 은하의 종류와 우주팽창을 주제로 내용을 구성한다.

고체 지구, 유체 지구, 천체 지구의 각 영역별로 생명체를 위한 최적 환경인 지구의 소중함과, 지구 계를 구성하는 각 권의 상호작용과 에너지의 순환으로 유지되는 지구의 역동성과, 기후 변화를 중심으로 한 지구가 겪고 있는 위기, 그리고 외계 행성계와 외계 생명체 탐사 등을 통해 다가오는 우주 등에 초점을 두고 지구와 우주 관련 현상들을 통합적인 관점에서 접근할 수 있도록 구성한다.

이와 같이 ‘지구과학 I’에서는 사·공간적으로 밀접하게 관련된 지구와 우주에 관한 현상을 통합적으로 이해하는 데 초점을 맞추며, 지구와 우주 및 주변 환경의 변화에 대한 인간의 탐구 노력과 지식의 발달 과정을 이해하여 올바른 자연관과 우주관을 가지게 한다. 또한 지구과학의 발달 과정을 통해 과학적 지식이 새로운 발견에 의해 끊임없이 변화할 수 있음을 인식시킨다. 예를 들어 외계 행성계와 외계 생명체 탐사에서는 관측 기술의 발달과 우주관의 변화를 관련지어 과학 지식의 변화 과정과 과학·기술·사회의 상호 관계를 인식할 수 있게 구성한다.

여기서 더 나아가 ‘지구과학 I’에서는 기후 변화를 비롯하여 지구에서 일어나는 자연적 변화와 인간 활동에 의해 일어나는 변화를 통한 지구 환경 변화의 심각성을 인식하고 이를 과학적으로 이해하며, 적절한 대응 능력을 기르는 기회를 가지게 한다. 고체 지구의 변화와 유체 지구의 변화에서는 지진, 화산, 기상현상 등을 다루어 인간 생활과 직접적으로 연관되는 지구의 변화에 대한 전반적인 특징을 실제 사례를 바탕으로 실제적이고 포괄적으로 이해하게 구성한다. 이를 바탕으로 기후 변화에서는 이와 같은 지구의 변화에 대한 자연적인 원인과 인간 활동에 의한 원인을 구분하여 그 인과관계를 체계적으

로 이해할 수 있게 구성한다.

천체와 우주 영역에서는 태양 정도의 질량을 가지는 별의 진화 경로와 각 단계별 진화적 특성, 외계 행성계의 탐사 방법과 외계 생명체 탐사, 은하의 종류와 우주팽창 등을 주제로 구성하여 태양계 너머의 우주로 시야를 넓혀 생명 존재 가능지역 탐사와 현재 받아들여지고 있는 우주론 모형을 비롯하여 우주 탐사에서 최근의 연구 성과와 경향을 반영하여 구성한다.

또한 학습자의 경험과 관련된 주제를 중심으로 지구과학에 대한 흥미와 관심을 일으켜 지구과학의 기본 개념을 학습하고, 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 활동을 통하여 탐구 능력을 기르게 한다. 탐구활동은 교육과정에 제시된 ‘탐구활동 예시’를 참조하여 학생들의 학습에 도움이 되도록 구성하며, 학교의 여건이나 수업 상황에 맞추어 일부 탐구 활동을 선택하거나 다른 활동으로 대체 또는 추가 도입을 하도록 한다.

## 2. 목표

지구와 우주에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 지구의 소중함과 아름다움을 인식하고, 지구과학의 기본 개념을 이해하며, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러, 지구과학과 관련된 다양한 문제를 과학적으로 이해하고 해결하는 데 필요한 능동적인 태도와 과학적 소양을 기른다. 또한 지구과학의 탐구 방법을 이해하고 이를 활용하여 실제로 지구과학과 일상생활에 관련된 문제에 대하여 탐구할 수 있는 능력을 배양한다.

- 가. 지구과학의 기본 개념을 이해하고, 지구와 우주에 관한 문제 해결에 이를 적용한다.
- 나. 지구와 우주를 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 지구과학과 관련한 전 지구적 문제와 일상 생활의 문제에 대한 과학적 이해와 해결 방안 모색에 이를 활용한다.
- 다. 지구와 우주의 소중함과 아름다움을 인식하고, 흥미와 호기심을 가지고, 지구와 우주에 관한 문제를 과학적으로 해결하고 실천에 옮기는 태도를 기른다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 인식하고 지구와 우주에 관한 문제에 대한 사회적 논의에 건설적으로 참여한다.

### 3. 내용 체계 및 성취기준

#### 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			지구과학 I	
고체 지구	판구조론	지구의 표면은 여러 개의 판으로 구성되어 있고 판의 경계에서 화산과 지진 등 다양한 지각 변동이 발생한다.	대륙이동과 판 구조론 지질시대와 대륙 분포	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용
		지구 내부 에너지의 순환이 판을 움직이는 원동력이다.	맨틀대류와 플룸 구조론	
	지구 구성물질	지각은 다양한 광물과 암석으로 구성되어 있고, 이 중 일부는 자원으로 활용된다.	(변동대에서)화성암의 종류 퇴적구조와 환경	
	지구의 역사	지구의 역사는 지층의 기록을 통해 연구한다. 지질시대를 통해 지구의 환경과 생물은 끊임없이 변해왔다.	지질구조 지사 해석 방법 상대연령과 절대연령 지질 시대의 (생물과) 환경	
대기와 해양	해수의 성질과 순환	수권은 해수와 담수로 구성되며, 수온과 염분 등에 따라 해수의 성질이 달라진다.	해수의 성질	증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		해수는 바람, 밀도차 등 다양한 요인에 의해 운동하고 순환한다.	표층 순환 심층 순환	
	대기의 운동과 순환	대기의 온도, 습도, 기압 차 등에 의해 다양한 기상현상이 나타난다.	저기압과 고기압 온대저기압과 날씨 태풍과 날씨 악기상	
	대기와 해양의 상호작용	기후 변화는 인위적 요인과 자연적 요인으로 설명된다.	고기후(*지사에서 다룸) 기후변화의 원인 기후변화의 영향	
우주	별의 특성과 진화	우주에는 수많은 별이 존재하며, 표면온도, 밝기, 거리 등과 같은 물리량에 따라 분류된다.	별의 물리량	
		별의 질량에 따라 내부구조 및 진화 경로가 달라진다.	HR도, 별의 진화 성단의 나이	
	우주의 구조와 진화	우주는 다양한 은하로 구성되며 팽창하고 있다.	은하 분류 우주의 구조	

## 나. 성취기준

### <고체 지구>

지구의 표층은 끊임없이 변모해 왔다. 대륙이 이동한다는 가설로부터 출발하여 해저화장의 증거와 변환단층의 발견으로 말미암아 판구조론이 정립되었다. 판 운동의 원동력이 되는 맨틀 대류의 모습이 확인되었고, 또한 깊은 맨틀로부터의 상승류, 즉 플룸의 활동으로부터 보다 큰 규모의 지구 내부 움직임을 이해하게 되었다. 판과 플룸의 운동에 의해 지하에서는 마그마가 생성되고 이로부터 화성암이 만들어진다. 한편, 판 운동에 의한 지각변동은 다양한 지층과 지질구조를 형성시킨다. 지층에 남아있는 화석과 지질구조, 그리고 방사성 동위원소를 이용한 연대측정으로부터 지구 역사의 시간과 순서를 밝혀낼 수 있다.

#### (1) 지권의 변동

[지과 I 01-01] 대륙이동설에서부터 판구조론까지의 정립 과정을 탐사 기술의 발달과 관련지어 설명할 수 있다.

[지과 I 01-02] 지질시대 전체에 걸친 대륙 분포의 변화와 현재 대륙 이동 속도 자료를 통해 미래의 변화를 추정할 수 있다.

[지과 I 01-03] 판을 움직이는 맨틀의 상부 운동과 플룸에 의한 구조 운동을 구분하여 설명할 수 있다.

[지과 I 01-04] 변동대에서 마그마가 생성되고 그 조성에 따라 다양한 화성암이 생성되는 것을 설명할 수 있다.

#### (2) 지구의 역사

[지과 I 02-05] 지층에서 나타나는 다양한 퇴적구조와 퇴적환경의 관계를 설명할 수 있다.

[지과 I 02-06] 다양한 지질구조의 생성과정과 특징을 설명할 수 있다.

[지과 I 02-07] 지층의 선후관계 해석에 사용되는 다양한 법칙을 통해 지구의 역사를 추론할 수 있다.

[지과 I 02-08] 암석의 절대 연령을 구하는 원리를 이해하고, 방사성 동위원소 자료를 이용해 절대 연령을 구할 수 있다.

[지과 I 02-09] 지질 시대를 기(紀) 수준에서 구분하고, 화석 자료와 지질구조를 통해 종합적으로 지구의 환경을 해석하고, 지구의 역사를 통하여 기후가 어떻게 변해왔는지를 고기 후 연구 방법\*을 조사하여 설명할 수 있다.

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[지과 I 01-01] 대륙이동에 대한 가설이 판구조론으로 정립되기까지 해저에 대한 음향측침, 해저암석에 대한 고지자기 분석과 연령 측정, 해저에서 대륙으로 이어진 변환단층의 발견, 섭입대 주변 지진의 진원 깊이 분석 등의 탐사기술의 진보와 밀접하게 관계됨을 이해하도록 한다. 단, 고지자기의 경우 역전과 복각 정도만 다룬다.

[지과 I 01-02] 자료조사를 통해 지질시대 동안 대륙분포의 변화를 살피고, 현재의 판이동 속도를 기준으로 미래의 대륙과 해양의 분포를 그려보도록 한다. 과거 대륙의 분포를 고지자기(복각)를 통해 유추할 수 있도록 한다.

[지과 I 01-03] 상부맨틀의 대류에 의한 판 운동과 맨틀-핵의 경계에서 올라오는 플룸 운동을 구분하여 이해하도록 하며, 플룸 상승류의 사례로 열점을 설명할 수 있도록 한다.

[지과 I 01-04] 발산경계(중앙해령)에서는 현무암질 마그마가 만들어지고 굳어져 화성암이 만들어진다는 것까지 다룬다. 섭입대에서 (깊이에 따라) 안산암질 마그마, 현무암질 마그마 생성 등까지 다룬다. 섭입대 중 호상열도에서는 현무암질 마그마가 올라오면서 대륙지각과 섞여서 유문암질 마그마가 만들어진다.

[지과 I 02-05] 지층형성의 과정에서 지층 형성 구조와 더불어 퇴적암이 만들어지는 과정을 설명한다. 단, 퇴적암의 암석적인 특징은 다루지 않는다. 퇴적암 내에 기록된 다양한 퇴적구조로부터 퇴적작용의 환경을 살필 수 있도록 하며, 대표적인 퇴적암 지형으로부터 그 퇴적 환경의 특징을 설명할 수 있도록 한다.

[지과 I 02-06] 지각변동에 수반된 다양한 지질구조의 형성 과정을 이해하도록 하며, 대표적인 지질구조(관입, 포획암, 부정합, 습곡, 단층, 절리)의 종류와 특징을 구별할 수 있도록 함과 동시에, 사진 자료를 통해 확인할 수 있도록 한다.

[지과 I 02-07] 지층 형성의 선후관계를 결정짓는 법칙들(수평퇴적의 법칙, 지층누중의 법칙, 동물군친이의 법칙, 관입의 법칙, 부정합의 법칙 등)을 이해하도록 하며, 시간과 암석에 따라 층의 순서를 결정하고 지구의 역사에 대해 설명해 보도록 한다.

[지과 I 02-08] 지층의 나이를 결정하는 데 상대연령과 절대연령이 있음을 이해하도록 하고, 절대연령의 경우 방사성 동위원소를 이용하는 원리를 설명하고 간단한 계산을 통해 적용해 볼 수 있도록 한다.

[지과 I 02-09] 지질시대의 환경을 다루면서, 표준화석으로 살펴본 고생물, 지질시대를 결정하는 생물의 변천, 지구 환경의 변화 등을 다룬다. 대(代) 수준의 지질시대 구분이 세부적으로 기(紀) 수준으로 구분됨을 이해하도록 하고, 구분된 지질시대의 특징을 화석 자료 및 지구변동의 역사를 통해 확인함으로써 지구 환경의 변화를 설명할 수 있도록 한다. 지구의 역사를 통하여 기후가 어떻게 변해왔는지를 고기후 연구 방법을 조사하여

설명하되, 고기후 연구 방법만 소개하고 자세한 메커니즘은 다루지 않는다.

#### - 학습 요소

- 대륙이동과 판 구조론: 대륙이동설의 배경, 증거, 해양저화장설, 흄즈, 맨틀대류설, 판구조론의 성립 과정
- 지질시대와 대륙 분포: 판게아, 테티스해, 고지자기, 복각
- 맨틀대류와 플룸 구조론: 연약권, 플룸 구조론, 열점, 슬랩, 하와이, 동아프리카 열곡대
- (변동대에서) 화성암의 종류: 마그마의 종류, 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 장석, 석영, 용융점
- 퇴적구조와 환경: 퇴적구조, 사층리, 점이층리, 견열, 연흔, 퇴적환경
- 지질구조: 관입, 포획암, 부정합, 습곡, 단층, 절리
- 지사 해석 방법: 동일과정설, 격변설, 지사 해석,
- 상대연령과 절대연령: 상대연령, 절대연령, 방사성 동위원소, 저콘 연대측정
- 지질 시대의 (생물과) 환경: 표준화석, 시상화석, 지질시대 구분, 퇴적구조, 캄브리아기, 오르도비스기, 실루리아기, 데본기, 석탄기, 폐름기, 트라이아스기, 쥐라기, 백악기, 고제3기, 신제3기, 제4기(기 수준으로 나누되 고생물과 환경의 변천에 의한 것임을 강조)

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 지금까지 강조해왔던 광물의 특성에 대한 상세한 내용 암기를 지양하고 다양한 광물이 주변 암석을 구성하는 기본 입자가 됨을 이해하는 데 중점을 두어 내용을 전개한다. 이러한 광물과 광물로 이루어진 암석이 우리의 실생활에 다양하게 사용되고 있다는 것을 주변에서 직접 찾아보는 활동을 체험하도록 수업을 계획하여 전개한다.
- (3) 대륙 이동설에서 판구조론까지 기술의 발달에 따른 학문의 변화 과정을 다루면서 과학, 기술, 사회의 관계에 대해 인식하도록 한다. 화성암의 종류보다는 화성암이 생성되는 고유의 환경이 가지는 의미를 이해하는데 중점을 두도록 하며, 한반도에 나타나는 대표적인 지형들에 대해서 연계해서 수업을 전개한다.
- (4) 이 영역은 초등학교 3~4학년군의 지표의 변화, 지층과 화석, 화산과 지진과 연계되며, 고등학교 통합과학의 지구시스템, 지구과학 II의 한반도의 지질과 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서는 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 지권의 변동과 지구의 역사는 지질시대 동안 대륙분포에 대한 자료조사, 퇴적 구조로부터 퇴적작

용의 환경 유추, 대표적인 지질구조 관찰 등을 필요로 하므로 학생들이 지질조사나 탐구 활동을 수행하는 과정을 관찰평가하거나 학생들의 탐구 결과물을 바탕으로 수행평가를 실시할 수 있다.

#### <유체 지구/대기와 해양>

##### (3) 대기와 해양의 변화

이 단원에서는 해양과 대기 등 ‘유체 지구의 변화’를 다룬다. 먼저, 해수의 성질에 대한 이해를 바탕으로 해류가 발생하는 원인과 그 분포를 파악한다. 해류를 표층 순환과 심층 순환으로 구분하여 각각의 발생원인과 특징을 이해하도록 한다. 대기 대순환에 의해 해양의 표층을 흐르는 대규모의 표층 순환이 발생하며, 해수의 수온과 염분에 따라 해수의 밀도가 달라지고 이러한 밀도차이에 의해 심층 순환이 발생함을 이해한다. 이러한 해수의 표층 순환과 심층 순환이 대기 대순환과 위도별 태양 복사 에너지의 차이와 밀접한 관계가 있으며 지구 전체의 에너지 순환 과정의 일환임을 이해하게 한다.

기상현상을 다루는 대기의 변화에서는, 중위도에서의 매일 일어나는 날씨 변화를 이해하기 위하여 중관 규모의 다양한 기상 현상을 다룬다. 중위도 날씨 변화의 기본적인 패턴을 파악하기 위하여 중위도(온대) 저기압의 구조 및 발생과 소멸 과정, 그리고 이동성 고기압을 다룬다. 우리나라가 편서풍대에 속하고 이에 따라 기단과 전선, 저기압, 고기압이 동쪽으로 이동하는 것과 같이 크고 작은 규모의 여러 가지 기상 현상들이 지구의 대기와 해양의 대순환과 연관되어 있음을 이해하게 한다. 온대 저기압과 태풍과 같은 기상 현상이 매우 큰 규모의 대기 변화이며, 황사, 해일 등 여러 기상현상들이 대기 뿐 아니라 지권, 수권 등 다른 권역과의 유기적인 시스템 속에서 일어남을 이해하게 한다. 이러한 지구에서 일어나는 대규모 변화가 사람을 포함한 생물권에 큰 영향을 줄 수 있음을 인식시킨다.

[지과I 03-04] 저기압과 고기압이 통과할 때 날씨의 변화를 일기도와 위성사진 해석을 통해 설명 할 수 있다. (3)

[지과I 03-05] 태풍의 발생, 이동, 소멸 과정을 이해하고 태풍이 통과할 때의 날씨 변화를 일기 도와 위성사진 해석을 통해 설명할 수 있다. (2)

[지과I 03-06] 놀우, 국지성 호우, 폭설, 황사 등 우리나라의 주요 악기상의 생성 메커니즘을 이해하고, 피해를 최소화할 수 있는 방법에 대해 토의할 수 있다. (2)

[지과I 03-01] 해수의 물리적, 화학적 성질을 이해하고, 실측 자료를 활용하여 해수의 온도, 염분, 밀도, 용존산소량 등의 분포를 설명할 수 있다. (2)

## &lt;탐구주제 및 활동&gt;

- 우리나라 주변 해역의 해수 성질의 시공간적 분포에 대한 인공위성 자료 조사하기
- 일기도나 위성사진을 이용하여 기상 현상 해석하기
- 20세기 황사 현상의 변화 추이 분석하기

## (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

## - 주요 성취기준 해설

[지과 I 03-01] 해수의 염분, 온도, 밀도, 용존 산소량 등의 실제 분포 자료를 해석하여 이들 사이의 관계를 파악하고 해수의 물리적인 성질을 이해할 수 있게 한다.

[지과 I 03-02] 위도별 대기 대순환 분포와 남북반구 표층 순환의 방향과 연관지어 이해하도록 한다. 대양별 주요 해류 분포를 다루되 우리나라 주변 해류 분포에 대해서도 북태평양의 표층 순환과 관련지어 다루도록 한다.

[지과 I 03-03] 해수의 밀도가 수온과 염분에 따라 영향을 받음을 T-S 다이어그램을 통해서 이해하게 한다. 극지방 해수의 밀도가 큰 것은 수온이 낮고 해수의 결빙에 따라 염분이 높아지는 사실과 관련된다는 것을 다룬다. 또한 극지방의 해수가 심층 순환에서 중요한 역할을 하고 있음을 언급한다. 심층 순환에서 중요한 해류는 단순화시킨 바다 단면을 이용해서 다루며, 실제 해저 지형이나 대륙의 분포 등이 해류의 방향이나 해수의 대순환에 미치는 영향은 다루지 않는다.

[지과 I 03-04] 온대 저기압이나 이동성 고기압이 중위도 지역을 통과하면서 발생하는 날씨의 변화를 실제 우리나라 주변의 일기도와 관련지어 이해할 수 있게 한다. 온대 저기압에서의 날씨를 온난 전선 및 한랭 전선과 관련지어 다루며, 전선의 생성을 기단의 성질과 연관 지어 다룬다.

[지과 I 03-05] 태풍은 최근에 발생한 사례를 중심으로 우리나라에 준 피해와 영향 및 위력을 간략하게 다루고, 주로 발생하는 시기와 진로를 이해할 수 있게 한다. 또한 해수 온도 변화가 태풍의 위력에 미치는 영향과 육지에 상륙했을 때의 영향을 상호작용의 관점에서 이해하게 한다. 태풍의 규모와 내부 구조 등을 간략하게 다룬다.

[지과 I 03-06] 뇌우, 국지성 호우(집중호우), 강풍, 폭설, 우박 등과 같은 우리나라의 주요 악기상들을 소개하고 이들의 생성메커니즘(기작)을 설명하되 되도록 간단히 다룬다. 만약 설명이 어려운 경우에는 역사상 관측 기록된 대표적인 사례들을 소개하도록 한다.

## - 학습 요소

- 수온, 염분, 표층 염분 분포, 표층 수온 분포, 깊이에 따른 수온 분포, 혼합층, 수온 약층, 심해층, 염류, 염분, 해수의 밀도, 수온 염분 밀도 관계, 수심에 따른 수온 분포, 수심에 따른 염분 분포,

해수 내 용존 기체(산소, 이산화탄소)

- 해수의 밀도(수온과 염분에 따른 밀도 변화), 수온-염분도(T-S 다이어그램), 심층순환, 열염순환, 심층수, 저층수
- 온대 저기압, 이동성 고기압, 기단, 전선, 한랭 전선, 온난 전선, 날씨의 변화, 일기도 해석, 일기 예보
- 열대 저기압, 태풍의 발생, 태풍의 이동, 태풍의 소멸, 태풍 통과와 풍향 변화, 태풍의 규모, 태풍의 내부 구조, 태풍의 에너지, 태풍의 진로, 태풍의 발생 시기, 태풍의 피해, 태풍의 이로운 점, 위험 반원, 가항 반원, 대기와 해양의 상호작용
- 뇌우, 집중 호우, 강풍, 폭설, 우박, 토네이도(용오름), 해일, 폭염, 열대야

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구실험 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 실제 일기도를 해석하거나 위성사진을 활용하여 유체 지구인 대기와 해양에서 발생하는 다양한 현상들이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하고, 이를 통해 지구계 내에서 기권 및 수권, 지권, 생물권의 상호작용을 이해하게 한다.
- (3) 이 영역은 중학교 <수권의 구성과 순환> 및 지구과학Ⅱ의 <해수의 운동과 순환>과 연계되어 있다. 해수의 성질과 관련된 내용은 지구과학 I에서 마무리되고 더 이상 다루지 않으므로 중학교에서 다룬 해수의 성질 부분을 심화하여 실측자료를 중심으로 다룬다. 해수의 운동과 관련된 내용은 중학교 내용을 심화하여 표층순환과 심층순환까지 다루되, 역학적 설명은 배제하고 정성적 원리에 초점을 두고 다룬다. 역학적으로 심화된 내용은 지구과학Ⅱ에서 다룬다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 프로젝트 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 일기도나 위성사진을 해석하는 모둠별 협력 활동에서 자료 해석 능력과 발표 결과물로 학생들 간 상호평가를 실시할 수 있다.

(4) 대기와 해양의 상호작용

대기와 해양의 상호작용에서는 대기와 해양의 운동이 서로에게 영향을 주는 동시에, 인간에게 영향을 주는 다양한 기상 현상들 역시 어느 한 쪽만의 영향이 아니라 대기와 해양의 유기적인 관계에 의한 것임을 이해하게 한다. 특히 엘니뇨와 라니냐, 남방진동 현상을 설명하는데 있어 태양 복사 에너지와 대기 대순환 및 해수의 순환 사이의 관계를 입체적이고 종합적으로 이해하게 지도한다. 또한 해양의

변화가 기후 변화에 어떤 영향을 미치는지 파악하게 한다. 이를 통해 지구계 내에서 기권 및 수권, 지권, 생물권의 상호작용을 이해하게 한다.

기후 변화에서는 기후 변화의 원인을 인위적 요인과 자연적 요인으로 구분하고 자연적 요인을 지구 외적 요인과 지구 내적 요인으로 구분하여 다룬다. 특히 지구온난화를 중심으로 인간이 초래한 기후 변화가 지구환경에 미친 영향 및 기후 변화의 사회적, 경제적 영향을 알고, 기후변화로 초래된 다양한 문제 해결을 위한 인간의 노력을 과학적 방법의 관점에서 논의해 보는 기회를 갖는다.

[지과 I 04-01] 표층 순환의 발생 원리를 이해하고, 대기 대순환과 관련지어 대양의 해류 분포를 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 04-02] 심층 순환의 발생 원리와 분포를 이해하고, 이를 표층 순환 및 기후 변화를 관련 지어 설명할 수 있다. (3차시)

[지과 I 04-03] 해수의 용승과 침강, 엘니뇨와 라니냐, 남방진동의 발생 과정과 관련 현상을 이해 한다. (3차시)

[지과 I 04-04] 기후 변화의 원인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 04-05] 인간 활동에 의한 기후변화의 환경적, 사회적, 경제적 영향을 알고, 이와 관련된 문제를 해결하기 위한 과학적 방법에 대해 토의할 수 있다. (2차시)

#### <탐구주제 및 활동>

- 대기와 해양에서 발생하는 다양한 현상들이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하기
- ‘남방 진동 지수(ENSO Index)와 엘니뇨 또는 라니냐 사이의 관계 탐구하기’
- 지구 기온 변화 자료 분석을 통하여 지구 온난화 경향 조사하기
- 관측 자료를 활용하여 한반도의 기후 변화 경향성 파악하기
- 기후 변화의 원인을 설명하는 다양한 가설을 주제로 과학적 논쟁하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[지과 I 04-01] 바람과 지형, 그리고 에크만 수송 때문에 심층의 해수가 상승하는 현상이 용승임을 다룬다. 침강은 용승 반대 방향으로 일어나므로 용승과 관련지어 설명한다. 위도에 따라 바람의 방향과 용승 및 침강의 현상이 달라짐을 이해시킨다. 용승으로 인해서 아래로부터 올라오는 해수의 성질을 제시하여 용승이 주변의 기후에 미치는 영향과, 풍부한 영양 염류 때문에 생기는 어장을 다룬다. 용승과 관련된 전 지구적인 기후

변동의 대표적인 예로 엘니뇨와 라니냐를 제시하며, 이를 남방 진동과 연관 지어 이해하게 한다.

[지과 I 04-02] 실제 자료나 사례를 활용하여 해류의 변화, 해수면 온도 변화 등과 같은 해양의 변화가 초래할 수 있는 기후 변화를 기후 시스템의 관점에서 이해하게 한다.

[지과 I 04-03] 기후 변화의 자연적인 원인으로 판구조론적인 해류의 면적비와 분포의 변화, 화산 활동, 지구 궤도의 변화(밀란코비치 주기 등), 태양 활동의 변동을 다루며, 인위적인 원인으로 인간의 활동에 의한 대기 성분의 변화(온실기체, 에어로졸 등)를 다룬다.

[지과 I 04-04] 인간 활동에 의한 기후 변화를 지구 온난화를 중심으로 다루며, 지구 온난화에 의해 발생되는 문제를 환경적, 사회적, 경제적 측면에서 파악하고, 이러한 문제를 해결하기 위한 다양한 과학적인 방법을 이해하게 한다.

#### - 학습 요소

- 용승과 침강, 엘니뇨와 라니냐, 남방진동, 남방진동 지수
- 엘니뇨에 따른 전 세계적 기후 변화, 해류의 변화에 따른 기후 변화,
- 기후 변화의 원인, 인위적 요인, 자연적 요인, 해류 분포의 변화, 해수면 변화, 대기권 구성 물질 변화, 밀란코비치 주기, 방하기, 간빙기, 열수지, 지구온난화, 온실기체, 온실 효과
- 지구온난화, 기후변화 협약, 교토의정서

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 용승과 관련된 전지구적인 기후 변동의 대표적인 예로 엘니뇨를 파악하게 하고, 이와 관련된 전지구적 규모의 기후변동 사례를 조사발표하고, 이에
- (3) 이 단원은 중학교 <수권의 구성과 순환> 및 지구과학Ⅱ의 <해수의 운동과 순환>과 연계되어 있다. 해수의 성질과 관련된 내용은 지구과학 I에서 마무리되고 더 이상 다루지 않으므로 중학교에서 다룬 해수의 성질 부분을 심화하여 실습자료를 중심으로 다룬다. 해수의 운동과 관련된 내용은 중학교 내용을 심화하여 표층순환과 심층순환까지 다루되, 역학적 설명은 배제하고 정성적 원리에 초점을 두고 다룬다. 역학적으로 심화된 내용은 지구과학Ⅱ에서 다룬다.

#### (다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 기후변화의 요인 조사, 지구온난화 문제를 해결하기 위한 과학적 방법 등을 학생들이 모둠별로

탐구하는 과정을 관찰평가하거나 학생들의 분류 결과물을 바탕으로 수행평가를 실시할 수 있다.

#### <천체/우주>

##### (5) 별과 외계 행성계

이 단원은 과학이 미래를 예측하는 것에 대하여 학생들이 흥미를 가질 수 있는 학습 주제이다. 학생들은 이 영역의 학습을 통하여 별의 분광형과 계급으로부터 별의 표면온도와 광도를 결정하는 원리를 이해한다. 우리 은하에 있는 별을 H-R도에 나타낸 자료로부터 별의 진화를 이해하고 진화과정의 특징을 설명할 수 있다. 주계열성의 에너지원을 알고 주계열성의 내부구조가 질량에 따라 달라짐을 안다.

또한, 이 단원에서는 학생들의 흥미와 호기심을 유발하기 위해 외계 행성계와 외계 생명체 탐사에 관한 내용을 다룬다. 하지만 이러한 내용을 다룰 때 과학적인 근거가 제대로 정립되지 않은 내용 소개를 지양하고, 외계 생명체 탐사에 관련된 과학적인 원리와 지금까지 밝혀진 과학적인 사실에 근거한 학습이 이루어질 수 있게 한다. 또한, 생명에 대한 관점이나 태도가 다양할 수 있으므로, 지구에 존재하는 생명체를 중심으로 생각해 보는 수준에서 내용을 다룬다.

[지과 I 05-01] 별의 스펙트럼과 광도로부터 별의 온도와 크기를 결정하는 방법을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 05-02] H-R도 상에서의 위치에 따른 별의 특징을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 05-03] 태양과 비슷한 질량을 가진 별의 진화 과정에 따른 특징을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 05-04] 주계열성의 에너지 생성 기작과 내부구조를 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 05-05] 외계 행성계의 탐사 방법을 이해하고, 지금까지 발견된 외계 행성계의 특징을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 05-06] 외계 생명체가 존재할 가능성이 있는 행성의 일반적인 조건을 파악할 수 있으며 탐사의 의의를 토의할 수 있다. (2차시)

#### <탐구주제 및 활동>

- 태양 주변의 항성 자료를 이용하여 H-R도 작성하기
- 외부 은하의 적색 편이를 이용하여 후퇴 속도 계산하기
- 지구 밖(태양계 내와 태양계 외부를 모두 포함) 행성계 탐사 프로젝트 조사하기
- 별의 온도 및 광도에 따른 생명가능지대 추정하기

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[지과 I 05-01] 동일한 온도에서도 서로 상이한 특성의 흡수선이 나타나는 것으로부터 2차원적인 분

광분류가 필요함을 설명하고 온도와 광도에 따른 항성의 분류 체계를 설명한다. 흡  
수선의 세기로부터 별의 온도를 추정하고 동일한 온도에서도 광도 계급에 따라 광도  
가 다르게 나타난다는 사실과 별의 광도가 온도 네제곱과 반경의 제곱에 비례하는  
스테판-볼쓰만 법칙을 적용하여 별의 크기를 알아낼 수 있음을 학습하도록 한다.

[지과 I 05-03] 항성을 대표하는 물리량이 온도와 광도임을 설명하고, 이를 두 축으로 하는 H-R도를  
통해 별의 물리적 성질을 서로 비교하여 알 수 있도록 한다. H-R도 상에서의 위치에  
따른 별의 특징(온도, 광도, 반경 등)을 설명할 수 있도록 H-R도 상에서 이러한 물리  
량의 변화 양상에 대하여 다루도록 한다.

[지과 I 05-03] 태양정도의 질량을 가지는 별의 진화 경로를 제시하고 각 단계에서의 진화적 특성을  
설명한다. 또한 별의 진화가 그 항성의 질량에 따라 서로 다르게 나타남을 다양한 질  
량의 진화 경로를 제시하고 비교할 수 있도록 한다. 무거운 별의 진화가 태양정도의  
질량을 가진 별과 어떻게 다른지 설명하고 진화의 마지막 단계가 질량에 따라 백색  
왜성, 중성자성, 블랙홀 등으로 서로 다른 종말을 가진다는 것도 다룬다.

[지과 I 05-04] 별이 가장 안정적으로 핵융합 반응을 통해 에너지를 생성하는 단계에 있는 항성이  
주계열성임을 설명하고, 이러한 별의 내부에서 일어나는 에너지 생성 기작을 다룬다.  
또한 별의 중심부로부터 표면까지 항성의 내부가 어떠한 구조인지 간략하게 설명한  
다. 내부구조의 설명에서 기본적으로 별이 정역학적 평형 상태에 놓여있는 기체구라  
는 사실을 기술하도록 한다.

[지과 I 05-05] 태양 이외의 항성도 행성계를 거느릴 수 있음을 설명하고, 지금까지 발견된 외계 행  
성계에 대한 통계적 특징을 다룬다. 시선속도의 변화와 엠페현상에 의한 밝기 변화  
등 외계 행성계를 탐사하는 다양한 방법들을 설명하고 각 방법의 특징과 한계를 다  
룬다.

[지과 I 05-06] 외계 행성계에 생명체의 존재여부에 대한 판단은 중심별의 온도에 따른 생명가능지  
대(habitable zone)와 관련이 있음을 설명하고, 생명가능지대의 위치와 범위가 중심  
별의 온도에 따라 어떻게 달라지는지를 다룬다. 또한 항성이 행성을 거느린다는 것  
이 일반적인 것임을 이해시키도록 한다.

- 학습 요소

- 별의 분광형과 표면온도, 별의 광도 계급과 별의 크기
- H-R도, 전주계열성, 주계열성, 적색거성, 백색왜성, 주계열성의 에너지원, p-p 연쇄반응, CNO순환

- 반응, 별의 질량에 따른 별의 내부구조 모형, 태양 질량의 항성의 진화 경로, 무거운 별의 진화 경로, 질량에 따른 별의 종말(백색왜성, 중성자성, 블랙홀),
- 외계 행성계의 탐사 방법(시선속도 변화, 행성의 염폐에 의한 광도 변화, 기타 탐사 방법), 외계 행성계의 특징, 중심별의 온도에 따른 거주가능지역의 판정, 외계 행성계와 생명체 탐사의 현황 및 미래

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 분광 관측에 흥미를 가질 수 있도록 관측의 과학사를 조사 발표 학습을 할 수 있다. 그래프의 작성과 분석이 과학탐구에 중요한 역할을 하였음을 별의 H-R도에 대한 분석과 토론 학습을 할 수 있다. 별의 H-R도를 태양의 진화와 연관시킬 수 있도록 조별 협동 학습을 할 수 있다. 주계열성의 에너지원과 내부구조는 양성자와 중성자의 개수 변화, 질량결손의 개념을 활용하여 자기주도적 학습을 통해 익히도록 할 수 있다. 외계생명체 탐사는 우주망원경의 탐사결과, 외계 생명체 탐사의 원리와 방법에 대한 조사·발표학습을 할 수 있다.
- (3) 이 단원은 중학교 1~3학년군의 ‘별과 우주’, 지구과학II의 ‘우리 은하와 외부 은하’와 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취 수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 분광 관측의 과학사를 조사 발표 학습에 대한 관찰, 보고서 평가를 할 수 있다. H-R도에 대한 분석과 토론을 관찰, 보고서 평가를 통하여 H-R도의 개념과 데이터를 처리하는 과정의 과학적 태도를 측정할 수 있다. 별의 H-R도를 태양의 진화와 연관시킬 수 있는지 학생들의 협동 학습을 관찰, 발표 평가를 할 수 있다. 주계열성의 에너지원과 내부구조는 양성자와 중성자의 개수 변화, 질량결손의 개념을 활용하여 자기주도적 학습지를 평가할 수 있다. 우주망원경의 탐사결과, 외계 생명체 탐사의 원리와 방법에 대한 조사 보고서 평가, 발표 평가를 할 수 있다.

### (6) 외부 은하와 우주팽창

외부 은하를 허블의 분류방법에 따라 분류하고 전파은하, 퀘이사, 충돌 은하 등 다양한 특이은하가 있음을 이해한다. 은하의 분광관측 결과 나타난 적색편이 현상으로부터 은하의 시선속도를 결정하여 허블의 법칙을 이해한다. 우주배경복사, 초신성관측 등의 최신 관측자료를 바탕으로 급팽창우주와 가속(팽창)우주를 포함하는 빅뱅우주론으로 설명할 수 있다. 관측결과에 의하면 우주는 대부분이 암흑에너지와 암흑물질로 이루어져 있음을 안다.

[지과 I 06-01] 허블의 은하분류 체계에 따라 외부은하를 분류하고, 전파 은하, 퀘이사, 충돌 은하 등 특이 은하들의 특징을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과 I 06-02] 우주 배경 복사, 우주망원경 관측 등의 최신 관측 자료를 바탕으로 급팽창 우주와 가속팽창 우주를 포함하는 빅뱅(대폭발)우주론을 설명할 수 있다. (5차시)

[지과 I 06-03] 우주의 대부분이 암흑 에너지와 암흑 물질로 이루어져 있음을 안다. (2차시)

#### <탐구주제 및 활동>

- 다양한 은하 사진을 이용하여 은하 분류하기
- 외부 은하의 적색 편이를 이용하여 후퇴 속도 계산하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[지과 I 06-01] 은하의 분류를 허블의 은하분류 체계를 기준으로 설명한다. 허블의 분류 체계가 은하의 진화 순서와 상관이 없는 형태학적 분류임을 이해시킨다. 또한 일반적인 은하 이외에 다양한 특이 은하가 있음을 설명하고 활동은하핵이나 퀘이사 등 특이 은하들의 특징을 간략하게 다룬다.

[지과 I 06-02] 현재 받아들여지고 있는 우주론 모형을 역사적 관점에서 서술하도록 한다. 대폭발 우주론 또는 빅뱅 우주론의 관측적 증거를 가급적 최신 자료들을 통해 제시하고, 대폭발 우주론의 모순점을 해결하기 위한 급팽창 우주론의 특징을 간략히 다루도록 한다. 최근의 연구 결과로 알게 된 표준모형의 특징을 암흑에너지와 암흑 물질 등을 소개 하며 간략한 다룬다.

[지과 I 06-03] 암흑에너지와 암흑 물질이 도입된 배경을 다루고 표준모형에서 어떻게 도입되고 있는지를 간략히 다룬다.

##### - 학습 요소

- 외부 은하의 분류, 활동 은하핵(전파은하, 퀘이사 등), 충돌 은하
- 은하 흡수선의 적색편이, 허블의 법칙(은하의 거리에 따른 후퇴속도), 대폭발 우주론, 우주배경복사(펜지아스-월슨, COBE, WMAP), 표준모형, 급팽창우주론, 가속우주
- 암흑에너지와 암흑물질

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 모형실험, 조사·학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 우주 팽창은 모형실험을 통해 이해할 수 있도록 지도할 수 있으며, 우주 개발과 탐사는 최초의 인공위성과 달 탐사선, 행성탐사선, 우주왕복선, 국제 우주 정거장을 탐사 방법의 변화에 초점을 맞추어 지도할 수 있다. 우주 탐사와 관련된 기관과 우주 탐사 직업의 하는 일을 조사하여 조사 발표의 방법으로 우주 개발과 미래를 지도할 수 있다. 위성의 차이점과 기능은 우리 생활과 밀접하게 관련하여 조사 발표의 방법으로 지도할 수 있다.
- (3) ‘외부 은하와 우주 팽창’은 5–6학년군의 ‘태양계와 별’와 통합과학의 중학교 1–3학년군의 ‘대폭발과 물질의 기원’, 지구과학Ⅱ의 ‘우리 은하의 구조와 우주의 대규모 구조’와 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 우리 은하의 모양과 크기 변화에 대한 과학사적 지식 변화를 합리적으로 조사하였는지 보고서를 통하여 평가할 수 있다. 우주의 팽창을 실험을 통하여 이해하고 실험결과를 바르게 해석하였는지 실험 보고서를 통하여 평가할 수 있다. 우주 탐사의 역사와 우주관련 기관, 우주 관련 직업의 하는 일과 진로를 선택하였을 때 준비해야 할 점에 대하여 조별로 토론하도록 하고 보고서를 제출하도록 하여 관찰 평가와 보고서 평가를 할 수 있다.

### 4. 교수학습 및 평가의 방향

#### 가. 교수학습 방향

지구과학 I 의 교수학습은 주제와 관련된 학생의 경험이나 일상생활의 문제를 적극 활용하도록 한다. 주제 중심으로 내용을 전개하여 학생들의 흥미와 호기심을 유발하면서 지구과학의 기본 개념을 다루도록 하며, 흥미로운 주제 탐구를 통해 적성을 발굴하고 과학 분야의 진로를 탐색하게 한다. 학생의 수준과 흥미, 학교와 지역 사회의 특성 등을 고려하여 내용을 재구성하거나 다양한 학습 방법을 활용하여 지도할 수 있다. 지구과학 분야의 핵심개념을 중심으로 과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력 등과 같은 핵심역량을 함양할 수 있도록 지도한다.

탐구 과정을 학습 내용과 적절히 관련시켜 지도함으로써 탐구 능력을 신장시킨다. 또한, 탐구 활동에서

모둠 학습의 경험을 통해 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다. 탐구 능력 신장과 더불어 과학과 교육과정의 교과역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력 등을 적용하고 신장할 수 있는 기회를 제공한다. 역량 개발은 강의 및 탐구 수업 모두에서 가능하지만 특히 모둠 활동 중에 학생들 간의 상호작용을 통해 더 효과적으로 개발할 수 있다.

특히 교수학습 활동은 가능한 한 학생 참여형으로 진행하며, 수업에서 의사소통을 할 때에는 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다. 강의, 토론, 실험, 조사, 견학, 과제연구 등과 같은 다양한 교수학습 방법을 물리 내용과 학생들의 준비 수준에 맞게 적절히 사용한다. 개방적 질문이나 문제 제기를 통해 학생의 고차원적인 사고를 개발하도록 한다.

첨단 과학, 과학사, 과학과 기술, 과학과 사회, 환경 등 다양한 주제에 관한 책, 미디어 등을 활용하도록 권장함으로써 과학·기술·사회의 상호 관련성을 이해시키고, 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발하여 평생 학습의 기반이 되는 자세를 갖추도록 한다.

실험 활동은 그 목적과 방법을 이해하고 수행함으로써 유의미한 활동이 되도록 한다. 실험을 하기 전에 안전교육을 반드시 실시하고, 실험과정에서 안전 수칙을 준수하며 사고 발생 시 대처 방안을 미리 수립한다. 또한 야외 탐구 활동 및 현장 학습 시에는 반드시 사전 답사를 실시하고 관련 자료를 조사하여 안전하고 효과적인 수업이 되도록 지도한다.

#### 나. 평가 방향

지구과학 I 의 평가는 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 평가하며, 특히 주요 교과역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력을 고르게 평가하도록 한다. 특히 다음 사항에 주안점을 둔다.

- (1) 지구, 우주 및 지구환경과 관련된 기본 개념의 이해는 개념별 이해보다는 핵심개념을 중심으로 한 통합적 이해 및 일상 생활문제 해결에 개념을 활용하는 능력을 평가하도록 한다.
- (2) 탐구 활동 수행 능력과 교과역량 및 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다.
- (3) 모둠 활동 및 탐구활동에 대한 수행평가를 통해 과학에 대한 흥미와 가치 인식, 과학 학습 참여의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다.
- (4) 평가는 선다형, 서술형 및 논술형, 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.
- (5) 평가는 설정된 성취기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용한다.
- (6) 평가는 평가 계획 수립, 평가 문항과 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.

# 지구과학 II

## 1. 성격

‘지구과학 II’는 지구와 우주에 대해 흥미가 많은 학생과 이공계 진학자를 위한 과목이다. 주변 현상과 사·공간적으로 밀접하게 관련된 지구와 우주에 관한 현상에 대한 기본 개념을 체계적으로 이해하는 데 초점을 맞추며, 지구와 우주 및 주변 환경의 변화에 대한 인간의 탐구 노력과 지구과학 지식의 발달과정을 이해하여 관련 분야로 진학하는 데 필요한 지식과 탐구능력 및 창의성을 갖게 한다. 또한 지구과학과 관련된 핵심 개념을 심도 있게 다루고 있는 ‘지구과학 II’는 지적 호기심을 충족시키고 지구와 우주 연구의 중요성을 인식하게 한다.

‘지구과학 II’의 내용은 지구와 우주에 관한 현상을 전체적인 관점에서 볼 수 있게 지구의 구조와 지각의 물질, 지구의 변동과 역사, 대기와 해양의 운동과 상호작용, 천체와 우주 등에 대한 내용으로 구성한다. 지구의 구조와 지각의 물질 단원은 지구의 구조, 지각의 물질을 주제로 구성하여 현재 지구의 기본적인 구조와 구성 물질을 이해하게 한다. 또한 지구의 변동과 역사는 역동적으로 변화하는 양상을 설명하는 이론을 이해하고, 관련 현상을 과학적 방법으로 탐구하는 한편 지구의 역사를 재구성하여 이해하게 한다. 대기와 해양의 운동과 상호작용에서는 먼저 대기의 운동과 순환, 해양의 운동과 순환이라는 주제를 통해 그 원인과 양상을 과학적으로 탐구하고 이해하게 한다. 이어서, 대기와 해양의 상호 작용이라는 주제에서는 대기와 해양의 운동이 서로에게 영향을 주는 동시에, 인간에게 영향을 주는 다양한 기상 현상들 역시 어느 한 쪽만의 영향이 아니라 대기와 해양의 유기적인 관계에 의한 것임을 이해하게 한다. 천체와 우주 단원에서는 별의 특성, 우리 은하, 은하와 우주의 주제로 구성하여 태양계 너머의 우주로 시야를 넓혀 중요한 천문학적 개념들을 이해하고, 더 나아가 우주에서의 인간의 역할, 우주 연구의 중요성과 가치를 인식함으로써 우주 안에서의 인류의 미래를 준비할 수 있게 한다.

‘지구과학 II’에서는 학생의 경험과 관련된 주제를 중심으로 지구과학에 대한 흥미와 관심을 유발하여 지구과학의 기본 개념을 지도하고, 지구과학자의 탐구 과정인 관찰, 실험, 조사, 토론 및 토의, 답사 등 다양한 활동을 통하여 탐구 능력 및 창의성을 기르게 한다. 탐구활동은 교육과정에 제시된 ‘탐구활동 예시’를 참조하여 학생들의 학습에 도움이 되도록 구성하며, 학교의 여건이나 수업 상황에 맞추어

일부 탐구 활동을 선택하거나 다른 활동으로 대체 또는 추가 도입을 하도록 한다.

## 2. 목표

지구와 우주에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 지구의 소중함과 아름다움을 인식하고, 지구과학의 기본 개념을 이해하며, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러, 지구과학과 관련된 다양한 문제를 과학적으로 이해하고 해결하는 데 필요한 능동적인 태도와 과학적 소양을 기른다. 또한 지구과학의 탐구 방법을 이해하고 이를 활용하여 실제로 지구과학과 일상생활에 관련된 문제에 대하여 탐구할 수 있는 능력을 배양한다.

- 가. 지구과학의 기본 개념을 이해하고, 지구와 우주에 관한 문제 해결에 이를 적용한다.
- 나. 지구와 우주를 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 지구과학과 관련한 전 지구적 문제와 일상 생활의 문제에 대한 과학적 이해와 해결 방안 모색에 이를 활용한다.
- 다. 지구와 우주의 소중함과 아름다움을 인식하고, 흥미와 호기심을 가지고, 지구와 우주에 관한 문제를 과학적으로 해결하고 실천에 옮기는 태도를 기른다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 인식하고 지구와 우주에 관한 문제에 대한 사회적 논의에 건설적으로 참여한다.

## 3. 내용 체계 및 성취기준

### 가. 내용 체계

영역	핵심 개념	내용	고등학교		기능	
			지구과학Ⅱ			
고체 지구	지구계와 역장	지구계는 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권으로 구성되고, 각 권은 상호작용한다.	원시 지구의 형성 지구 내부에너지	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석		
		지구 내부의 구조와 상태는 지진파, 중력, 자기장 연구를 통해 알아낸다.	지진파, 지구내부구조 지구중력분포 지구자기장			
	판구조론	지구의 표면은 여러 개의 판으로 구성되어 있고 판의 경계에서 화산과 지진	지질도의 기본 요소 한반도의 지사	수학적 사고와 컴퓨터 활용		

영역	핵심 개념	내용	고등학교	기능
			지구과학 II	
대기 와 해양		등 다양한 지각 변동이 발생한다.	한반도의 판구조 환경	모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
	지구 구성물질	지각은 다양한 광물과 암석으로 구성되어 있고, 이 중 일부는 자원으로 활용된다.	규산염 광물, 광물 식별 암석의 조직, 광상, 자원 탐사 변성암 지구의 자원	
	해수의 성질과 순환	해수는 바람, 밀도차 등 다양한 요인에 의해 운동하고 순환한다.	해수의 정역학, 지형류, 조식 천해파와 심해파, 해일, 쓰나미	
	대기의 운동과 순환	대기의 온도, 습도, 기압 차 등에 의해 다양한 기상현상이 나타난다.  기온의 연직분포에 따라 대기안정도가 변화하며, 대기에 작용하는 여러 가지 힘에 의해 지균풍, 경도풍, 지상풍 등이 발생한다.	단열변화 편서풍 파동  대기의 안정도, 대기의 정역학, 지균풍, 경도풍, 지상풍	
	대기와 해양의 상호작용	대기와 해양의 상호작용으로 다양한 기후 변동이 나타난다.	대기와 해수의 상호작용	
	태양계의 구성과 운동	태양계 천체들의 운동으로 인해 다양한 현상이 나타난다.	우주관의 변천 케플러의 세 가지 법칙 행성의 궁전 주기	
우주	별의 특성과 진화	우주에는 수많은 별이 존재하며, 표면 온도, 밝기, 거리 등과 같은 물리량에 따라 분류된다.	천체의 거리 별의 질량	
	우주의 구조와 진화	우리은하는 별, 성간물질 등으로 구성된다.	우리 은하의 구조 우리 은하의 질량분포 성간 물질 암흑 에너지와 암흑 물질	
		우주는 다양한 은하로 구성되며 팽창하고 있다.	빅뱅(대폭발)우주	

#### 나. 성취기준

##### <고체 지구>

행성으로서의 지구의 탄생을 살피는 것은 원시태양계의 형성과 진화과정을 아는데 매우 중요하다.

초창기의 지구가 가지고 있던 에너지와 지구 역사를 통해 내부에서 생성된 에너지는 지구의 변동을 유발하는 원동력이 된다. 분화된 지구의 특징은 지진파를 통해 밝혀낸 내부 구조에서 확인할 수 있으며, 내부 구성물질의 차이로부터 중력과 자기장의 특성과 변화를 살펴본다. 한반도 주변의 판구조 환경과 지체구조 발달사를 이해하고 지질분포의 특징을 개관해 본다. 대표적인 조암광물로서의 규산염 광물을 구조와 화학조성에 따라 구분하고, 물리적 특성에 대해서 알아보며, 편광현미경을 통해 조직적 특징도 살펴본다. 지구의 자원에 대해 지질과정으로 형성되는 광상의 종류와 배태과정을 이해한다. 또한 해양에서의 에너지와 자원분포를 살피고 그 활용사례에 대해 알아본다.

### (1) 지구의 형성과 역장

[지과Ⅱ01-01] 원시 태양계 성운에서 지구가 형성되는 물리적 과정을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과Ⅱ01-02] 지구 내부 에너지의 생성 과정을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과Ⅱ01-03] 지진파를 이용하여 지구의 내부 구조를 알아내는 과정과 지각의 두께 차이를 지각 평형설로 설명할 수 있다. (3차시)

[지과Ⅱ01-04] 표준중력의 의미를 이해하고 중력이상의 다양한 요인을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과Ⅱ01-05] 지구자기장의 발생과정과 특성 및 그 변화를 이해한다. (3차시)

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[지과Ⅱ01-01] 원시 태양계 성운에서 태양계 행성계가 형성되는 물리적 과정(응축, 집적, 분화)을 살피고, 행성으로서 지구가 탄생하고 진화되는 모습을 설명하도록 한다.

[지과Ⅱ01-02] 지구 탄생의 초창기에 생성된 에너지를 이해하도록 하며, 지구 역사를 통해 지구 내부에서 발생되고 축적된 에너지가 지구변동의 원동력임을 설명할 수 있도록 한다.

[지과Ⅱ01-03] 지진파의 특성(종파 및 횡파)으로부터 지구 내부구조를 알아낼 수 있음을 이해하도록 하며, 지각의 분포와 두께 차이로부터 지각평형설을 설명할 수 있도록 한다.

[지과Ⅱ01-04] 중력과 지구 내부물질의 분포에 대한 이해로부터 표준중력의 의미와 중력이상의 다양한 요인을 설명할 수 있도록 한다.

[지과Ⅱ01-05] 지구 내부의 외핵의 성질로부터 지구에 자기장이 발생함을 이해하도록 하며, 자기장의 세 가지 요소에 대해 설명할 수 있도록 하며 극성이 주기적 변화해 왔음을 알 수 있도록 한다.

##### - 학습 요소

- 원시 지구의 형성: 원시태양계 성운, 미행성체, 충돌과 집적, 마그마 바다, 밀도 성층,

- 지구 내부에너지: 지열, 방사성 원소, 반감기,
- 지진파: 지진파(P파, S파), 실체파와 표면파, PS시와 진원거리, 주시곡선
- 지구내부구조: 암석권, 연약권, 불연속면, 모호로비치치, 구텐베르크, 레만
- 지구중력분포: 지오이드, 지구타원체, 표준중력, 중력보정, 중력이상, 지각평형설
- 지구자기장: 외핵, 지자기, 다이나모 이론, 편각, 복각, 수평자기력, 자북, 진북, 지자기북극, 쌍극자 자기장

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서는 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 지구의 역장에 대해 다루면서 각 역장을 통해 알아낼 수 있는 지구의 특성에 대해 연계하여 학습 할 수 있도록 한다.
- (3) 이 영역은 통합과학의 물질의 규칙성과 결합과 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서는 보고서 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 지구의 형성과 역장에서는 지진파 자료 분석을 통한 지구내부 구조 탐색, 중력이상의 다양한 요인에 대한 조사 등을 수행하는 학생들을 관찰평가하거나 학생들의 탐구 결과물을 바탕으로 수행 평가를 실시할 수 있다.

(2) 지구 구성 물질과 자원

[지과II02-01] 규산염 광물의 구조를 통해 광물의 물리적 특성을 설명하고 광물을 구분할 수 있다. (3차시)

[지과II02-02] 편광 현미경을 이용하여 주요 광물을 식별하고 광물의 조직과 생성의 선후관계 등을 해석하여 암석의 형성 환경을 유추할 수 있다. (3차시)

[지과II02-03] 화성, 변성, 퇴적 작용을 통해 광상이 형성되는 과정을 예를 들어 설명할 수 있다. (2차시)

[지과II02-04] 광물과 암석이 우리 생활의 여러 분야에 다양하게 이용되는 예를 조사하여 발표할 수 있다. (1차시)

[지과II02-05] 해양에서 얻을 수 있는 에너지와 물질 자원의 종류와 분포를 알고, 그 활용 사례와 자원 개발의 중요성을 조사하여 발표할 수 있다. (2차시)

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[지과Ⅱ02-01] 규산염광물의 기본 골격인 SiO<sub>4</sub> 사면체를 이해하도록 하고, 그로부터 여러 규산염 광물들이 분류됨을 설명하도록 하며, 광물들의 물리적 특성을 알아보도록 한다.

[지과Ⅱ02-02] 편광현미경 사용법을 숙지하도록 하며, 현미경을 이용하여 광물의 식별, 조직, 선후 관계 등을 기술하도록 한다.

[지과Ⅱ02-03] 암석에서 관찰할 수 있는 조직의 종류를 알아보고, 조직적 특징을 이용하여 암석을 구분하고 암석의 형성 환경을 설명하도록 한다.

[지과Ⅱ02-04] 화성, 변성, 퇴적작용을 통해 광상이 형성되는 과정을 이해하도록 하며, 대표적인 광상에 수반되는 자원의 종류를 조사하여 설명하도록 한다.

[지과Ⅱ02-05] 우리 생활에서 활용되는 암석과 광물의 사례를 조사하여 발표함으로써 지구의 구성 물질이 실생활에 유용하게 쓰일 수 있음을 이해하도록 한다.

[지과Ⅱ02-06] 해양에서 얻을 수 있는 에너지의 종류와 그 활용 가능성에 대해 이해하도록 하며, 해저 자원의 종류, 분포 및 개발 현황에 대해 설명하도록 한다.

[지과Ⅱ02-07] 세계적인 자원의 추이를 조사하여 발표하도록 하며, 해양과 지질자원의 현황과 개발의 중요성에 대해 이해하도록 한다.

- 학습 요소

- 규산염 광물 : 규산염 광물, 규산염 사면체, 점성, 광물의 조직
- 광물 식별 : 편광현미경, 개방나콜, 다색성, 칙교나콜, 간접색, 소광, 벽개
- 암석의 조직 : 자형, 타형, 반자형, 엽리, 편리, 편마구조,
- 변성암(한반도 기반암을 이루는 변성암에서 다룸) : 광역변성, 접촉변성, 변성환경,
- 지구의 자원 : 광상(화성광상, 퇴적광상, 변성광상, 열수광상)
- 광물과 암석의 이용 : 광물의 활용, 암석의 활용, 희토류, 토양자원(자원으로서의 토양)
- 자원 탐사 : 해저자원, 망간단괴,

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

(1) 이 영역에서는 탐구 학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개 할 수 있다.

(2) 지질학이 암석과 광물에 대한 단편적인 지식이 아니라 암석에 기록된 정보를 통해 과거의 환경을 이해하고 미래 인류의 환경을 예측하는 데 크게 기여함을 인식할 수 있도록 수업 전략을 구상하도록 한다.

(3) 환경에 따라 다양한 광상이 나타남을 학습하고, 이를 이용하기 위한 다양한 방법에 대해서도 조

사하여 학습할 수 있도록 한다. 현미경 상에서 나타나는 광물의 특성을 통해 그러한 특성을 보이는 암석의 생성 과정을 연계해서 배울 수 있도록 학습을 구성하도록 한다.

(4) 이 영역은 지구과학 I 의 지구의 변동 및 지구의 역사와 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서는 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 지구 구성 물질과 자원에서는 편광 현미경을 통한 주요 광물 관찰, 광물과 암석이 활용되는 사례에 자료조사 등을 필요로 하므로 학생들이 관찰이나 탐구 활동을 수행하는 과정을 관찰평가하거나 학생들의 탐구 결과물을 바탕으로 수행평가를 실시할 수 있다.

(3) 한반도의 지질

[지과II03-01] 지질도에 사용되는 기본 기호를 통해 암석의 종류와 지질구조를 파악할 수 있다.

(1차시)

[지과II03-02] 한반도의 지질 자료를 통해 한반도의 지사를 설명할 수 있다. (3차시)

[지과II03-03] 한반도 지질의 구조적인 특징 자료 분석을 통해 한반도 주변의 판구조 환경에 대해 토론하고 발표할 수 있다. (3차시)

[지과II03-04] 한반도의 기반을 이루는 선캄브리아 변성암복합체를 통해 광역변성작용을, 백악기 화성활동과 주변 퇴적암의 관계를 통해 접촉변성작용을 설명할 수 있다. (2차시)

(가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[지과II03-01] 지질도에 표시된 색(화성암, 변성암, 퇴적암의 색 구분)과 기본적인 기호(주향, 경사, 단층, 습곡)를 이해하도록 하며, 이를 통해 어떤 지역의 지지요소를 파악해 보도록 한다. 단, 지층 단면도 그리기나 경사 계산 등의 심화 활동은 하지 않도록 한다.

[지과II03-02] 한반도의 지체구조(경기육괴, 옥천대, 영남육괴, 경상분지)를 살펴보고, 지질분포의 경우 시대별(선캄브리아 변성암복합체, 조선누층군, 평안누층군, 경상누층군, 중생대~신생대 화성활동)로 구분해 보며, 대표적인 지각변동의 특징을 이해하도록 한다.

[지과II03-03] 한반도 주변의 판구조 환경을 이해하도록 하며, 현재의 모습으로 한반도가 형성된 과정을 시기별로 알아보도록 한다.

[지과II03-04] 지각변동으로 말미암아 일어난 광역적인 변성작용(광역변성작용)과 뜨거운 마그마가 관입하여 기반암을 열변성시키는 변성작용(접촉변성작용)의 차이를 이해하도록 하며,

대표적인 변성암으로부터 변성작용의 종류와 변성정도를 설명할 수 있도록 한다.

- 학습 요소

- 지질도의 기본 요소: 지질도, 지질구조(단층, 습곡)
- 한반도의 지사: 지괴, 육괴, 분지, 고생대, 중생대, 신생대, 동해, 백두산, 한라산,
- 한반도의 판구조 환경: 태평양판, 이자나기판, 필리핀판, 유라시아판
- 변성암(한반도 기반암을 이루는 변성암에서 다름): 광역변성, 접촉변성, 변성환경,

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서는 탐구 학습, 조사학습(지질 답사), 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 지질도를 해석하거나 우리 고장에서 가까운 한반도의 지체구조를 실제로 지질 답사를 실시하거나, 혹은 인터넷 검색이나 관련 지질자료 등을 활용할 수 있다.
- (3) 이 영역은 지구과학 I의 지구의 변동 및 지구의 역사와 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서는 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 한반도의 지질에서는 지질도 해석을 통한 한반도의 지체구조 파악, 우리 고장에서 가까운 주요 지체구조 등을 답사하므로, 학생들이 관찰이나 탐구 활동을 수행하는 과정을 관찰평가하거나 학생들의 탐구 결과물을 바탕으로 수행평가를 실시할 수 있다.

<유체 지구/대기와 해양>

(4) 해수의 운동과 순환

‘해수의 운동과 순환’ 단원에서는 지구과학 I에서 학습한 표층 순환과 심층 순환을 포함하여 지구 규모의 해수 순환에 대한 정성적 이해를 바탕으로, 수압 경도력과 전향력에 의한 정역학 평형을 학습하여 해수를 움직이는 힘을 정량적으로 설명한다. 지형류의 발생 원리로부터 대양의 서쪽과 동쪽 해류의 특징이 어떻게 달라지는지 알 수 있으며, 해파, 해일, 조석의 발생 원인과 조건을 학습하여 해수의 운동을 종합적으로 이해할 수 있다.

[지과II04-01] 정역학 평형을 이용하여 수압의 연직분포 및 해수를 움직이는 힘을 정량적으로 설

명할 수 있다. (2차시)

[지과II04-02] 에크만 수송과 연계하여 지형류의 발생 원리를 이해하고, 서안 경계류와 동안 경계류의 특징을 비교하여 설명할 수 있다. (3차시)

[지과II04-03] 해파의 발생과정을 이해하고, 천해파와 심해파의 차이점을 비교하여 설명할 수 있다. (2차시)

[지과II04-04] 해일이 발생하는 여러 가지 원인을 이해하고, 피해사례와 대처방안을 조사하여 발표할 수 있다. (1차시)

[지과II04-05] 조석의 발생 과정을 이해하고, 자료 해석을 통해 각 지역에서의 조석 양상을 설명 할 수 있다. (2차시)

#### <탐구주제 및 활동>

- 해파 발생 및 전파 실험
- 쓰나미의 피해사례와 대처방안 조사 및 발표하기
- 실시간 자료를 이용한 조석 현상 이해

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[지과II04-01] 정역학 방정식을 이용하여 수압의 개념을 설명하고, 바람에 의한 해수의 이동이나 밀도 차이에 의해 해수면의 경사가 생기고 해수면의 경사는 수평 방향으로의 수압 차 이를 발생시키며 이 차이에 의해 발생하는 힘이 수압 경도력임을 알게 한다. 또한 깊이에 따른 수압 변화와 높이에 따른 (대)기압 변화의 차이를 이해하게 한다.

[지과II04-02] 지형류 발생 시, 이에 관련된 여러 가지 힘들 중에서 상대적으로 그 값이 큰 수압경도력과 전향력이 서로 평형을 이루고 있음을 이해시킨다. 에크만 수송 때문에 해수면의 경사가 발생하고, 수압경도력이 생겨서 전향력과 평형을 이룸으로써 지형류가 유지됨을 설명한다.

[지과II04-03] 바람에 의해 해파가 발생함을 이해하고 해파는 해수면이 주기적으로 상하 운동하면서 에너지를 전파하는 현상으로 바닷물이 직접 이동하는 것은 아니라는 사실을 파악하게 한다. 해파에 대한 학습을 위해 파장, 파봉, 파고, 파곡, 진폭 등과 같은 기초 개념을 도입하고 파의 모양에 따라 나눠지는 파랑, 너울, 연안쇄파 등의 개념도 학습하게 한다. 또한 파장과 수심에 따라 해파의 성질이 달라진다는 점을 이해시키고, 천해파와 심해파의 개념을 도입하고 이들의 특성을 비교하여 해파가 전달되는 과정을 이해하게 한다. 이때 심해파와 천해파의 중간 영역(전이파)에 대한 개념을 간단히 다룬

되 그 특성을 상세히 다루지는 않는다.

[지과Ⅱ04-04] 해일을 발생 원인에 따라 폭풍 해일과 지진 해일(쓰나미)로 구분하고 각각의 특징을 비교하여 이해할 수 있게 한다. 최근 발생한 해일과 그 피해에 대해 조사하고 그 대처 방안에 대해서 토의하게 한다. 또한 해일 발생 당시의 기압, 만조 시기, 해안 및 해저 지형에 따라서도 해일의 피해가 달라질 수 있음을 이해하게 한다.

[지과Ⅱ04-05] 밀물과 썰물, 만조와 간조, 조석 주기 등과 같은 조석에 대한 기본 개념을 실제 우리나라 자료나 기록과 관련지어 간략하게 다루고, 조석의 주기는 달의 운동과 관련하여 다룬다. 기조력을 정성적으로 도입하고, 달에 의한 기조력이 태양보다 2 배 정도 크다는 것을 다룬다. 만조 또는 간조가 하루 동안 일어나는 횟수를 지구의 운동과 관련지어 제시하고, 위도에 따른 차이를 이해하게 한다. 대조와 소조를 태양과 달, 그리고 지구의 상대적인 위치와 관련지어 이해할 수 있게 한다.

#### - 학습 요소

- 정역학 평형, 수압
- 전향력, 수압경도력, 지형류, 에크만 수송, 서안경계류, 동안 경계류, 서안 강화 현상
- 해파, 천해파, 심해파, 수면파, 풍랑, 너울, 연안쇄파, 파고, 진폭, 파장, 심해파, 표면파, 천해파, 장파, 물 입자의 운동
- 쓰나미, 폭풍 해일, 해일의 피해, 대처방안, 해일 경보
- 조석, 밀물, 썰물, 만조, 간조, 조류, 기조력, 달의 인력, 조차, 대조(사리), 소조(조금), 위도에 따른 조석차

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 각종 이론은 복잡한 자연 현상을 여러 가지 적절한 가정을 도입하여 영향 정도가 작은 항목이나 요소는 생략하고 자연 현상을 단순화시켜 설명한 결과임을 이해하게 한다. 또한 지형류가 따로 있고 에크만 수송이 따로 있는 것이 아니라 현상에 따라 이를 보다 잘 설명할 수 있는 이론이 있다는 점을 이해하게 한다.
- (3) 이 영역은 지구과학 I의 ‘대기와 해양의 변화’와 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 탐구실험 평가, 프로젝트 평가, 수행평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.

(2) 학생들이 실시간 자료를 이용한 조석 현상 분석, 쓰나미 피해사례와 대처방안 조사 및 발표 등을 수행하는 과정을 관찰평가하거나 학생들의 분류 결과물을 바탕으로 수행평가를 실시할 수 있다.

### (5) 대기의 운동과 순환

이 단원에서는 먼저, 연직운동으로서 대기의 운동과 구름 생성에 있어 연직운동의 중요성을 다룬다. 이를 위해 단열변화에서 기온과 습도의 변화를 이해하고, 단열 변화와 단열 감률을 고려한 대기의 안정도를 구름의 생성과 연관지어 이해하도록 한다. 또한, 수평운동으로서 대기의 운동을 이해하기 위해 정역학 평형, 바람에 작용하는 힘들에 관한 개념 학습을 토대로 지상풍, 지균풍, 경도풍, 태양 상수, 편서풍 파동 등의 개념을 이해하고, 지상과 상층의 바람, 편서풍 파동(제트류), 대기 대순환과 같은 대기 순환을 시스템적으로 이해할 수 있도록 한다.

[지과II05-01] 단열변화의 과정을 이해하고, 건조단열변화와 습윤단열변화의 차이점을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과II05-02] 대기의 상태와 안정도의 관계를 이해하고, 안개 및 구름의 발생 원리와 유형을 추론할 수 있다. (3차시)

[지과II05-03] 정역학 평형을 이용하여 대기압의 연직분포 및 대기를 움직이는 힘을 정량적으로 설명할 수 있다. (2차시)

[지과II05-04] 지균풍, 경도풍, 지상풍의 발생 원리를 비교하여 설명할 수 있다. (3차시)

[지과II05-05] 편서풍 파동의 발생 과정을 이해하고, 이와 관련지어 지상 고저기압의 발생 과정을 설명할 수 있다. (2차시)

[지과II05-06] 대기의 운동을 시공간적 규모에 따라 구분하고, 전 지구적 순환의 관점에서 대기 대순환을 설명할 수 있다. (2차시)

#### <탐구주제 및 활동>

- 단열선도를 이용하여 대기의 안정도 해석하기
- 편서풍 파동과 제트류를 이용하여 상층 일기도를 분석하고 중장기 예보문 작성하기
- 회전 원판을 이용한 전향력 실험
- 회전 수조를 이용한 편서풍 파동 실험

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

- 주요 성취기준 해설

[지과II05-01] 9학년에서 학습한 구름의 발생 과정을 바탕으로 내용을 좀 더 심화한다. 이를 위해

단열 팽창과 단열 압축 과정에서 일어나는 기온과 습도 변화 개념을 이해하게 한다. 또한 건조 단열 변화와 습윤 단열 변화의 차이점을 알고, 이를 바탕으로 건조 단열 감률, 습윤 단열 감률 및 이슬점 감률 개념을 이해할 수 있게 한다.

[지과Ⅱ05-02] 기온 연직 분포에 따른 대기 안정도 개념을 이해하고, 건조 단열 감률과 습윤 단열 감률을 고려한 안정도 개념을 도입하여 대기의 안정층과 불안정층에서 나타날 수 있는 일기의 특징을 설명할 수 있게 한다. 또한 안개와 구름의 발생 원리를 비교하여 그 차이를 이해하게 한다.

[지과Ⅱ05-03] 정역학 방정식을 이용하여 대기압의 의미를 설명하고, 이 수식을 이용하여 1기압의 크기를 알고 기압을 표현하는 다양한 단위들의 상관관계를 이해하게 한다. 대기를 움직이게 하는 힘인 기압경도력을 이해하고, 이를 계산할 수 있는 수식을 정역학 평형으로부터 유도하게 한다.

[지과Ⅱ05-04] 바람에 작용하는 힘으로 기압 경도력, 전향력, 구심력, 마찰력을 도입하고, 이를 힘의 작용을 이용하여 지균풍, 경도풍, 지상풍의 발생 원리와 그 특징을 설명하게 한다.

[지과Ⅱ05-05] 편서풍 파동과 제트류가 발생하는 과정을 대기 대순환과 관련지어 설명하고, 편서풍 파동을 지상 고저기압의 발생 및 지구의 열수지 유지와 관련지어 이해하게 한다.

[지과Ⅱ05-06] 시간 및 공간 규모에 따라 대기의 운동을 미규모, 중규모, 종관 규모, 대규모로 구분지어 이해하고, 단일 세포 순환 모델과 3 세포 순환을 비교하여 대기 대순환의 구조와 패턴을 파악할 수 있도록 한다.

#### - 학습 요소

- 단열 변화, 건조 단열 변화, 습윤 단열 변화, 단열 팽창, 단열 압축, 단열 변화, 기온 감률, 단열 감률, 상승 응결 고도, 훈현상(높새바람)
- 대기 안정도, 연직 기온 분포, 구름의 발생, 단열선도, 안개의 발생, 구름의 발생, 역전층
- 기압, 기압의 연직 변화, 정역학 평형, 기압 경도력, 수평 기압 경도력, 연직 기압경도력, 전향력, 정역학 방정식
- 지균풍, 경도풍, 지상풍, 지상 일기도, 상층 일기도, 전향력, 구심력, 마찰력
- 편서풍 파동, 편서풍 파동의 발생 과정, 제트류, 편서풍 파동과 날씨, 편서풍 파동과 지상 고저기압의 발생
- 대기 운동의 규모, 대기 대순환의 구조, 단일세포 순환 모델, 3세포 순환 모델

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구실험 학습, 발표·토론 학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.

- (2) 실제적으로 다수의 상층 일기도의 확보가 어려운 경우에는 보다 짧은 기간 동안의 일기를 예측하도록 한다.
- (3) 편서풍 파동 실험으로 사용되었던 회전 원통 실험은 로스비파인 편서풍 파동에 대한 오개념을 유발할 수 있으므로 이를 다룰 경우, 실험이 갖는 한계점에 유의하여 활동을 구성하게 한다.
- (4) 이 단원은 지구과학 I의 대기와 해양의 변화와 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 프로젝트 평가, 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 인터넷에서 상층 일기도를 찾고, 편서풍 파동과 제트류 등의 상층기류를 이용하여 예보문을 작성, 발표하는 과정을 관찰평가하거나 학생들의 탐구 결과물을 바탕으로 수행평가를 실시할 수 있다.

<천체/우주>

(6) 행성의 운동

행성의 운동은 요일과 관련하여 학생들이 흥미있게 이해할 수 있는 주제이다. 이 영역의 학습을 통하여 내행성과 외행성의 겉보기 운동을 알고 지구중심설과 태양중심설로 행성의 겉보기 운동을 설명할 수 있도록 지도한다. 지구중심설과 태양중심설에 의한 금성의 위상변화를 예측해보고 금성의 위상변화 관측결과와 비교하여 올바른 태양계 모형을 학생 스스로 판단할 수 있도록 지도한다. 지구의 공전주기와 행성의 회합주기를 이용하여 행성의 위치를 결정하는 방법을 이해하고, 행성의 궤도를 알아내는 과정을 실험을 통해 학습하도록 지도한다. 이로부터 케플러가 타원궤도의 법칙, 면적속도일정의 법칙을 발견한 과정을 이해하여 과학자의 탐구 과정을 경험하도록 지도한다. 행성의 공전궤도로부터 장반경을 결정하고 장반경과 행성의 공전주기로부터 케플러가 조화의 법칙을 발견한 과학자의 탐구 과정을 경험하고 쌍성계의 질량을 쌍성의 주기와 장반경을 이용하여 구할 수 있도록 지도한다.

[지과II06-01] 천체의 위치 변화를 지평좌표와 적도좌표를 이용하여 나타낼 수 있다. (3차시)

[지과II06-02] 내행성과 외행성의 겉보기 운동을 비교하고 지구중심설과 태양중심설로 행성의 겉보기 운동을 설명할 수 있다. (3차시)

[지과II06-03] 지구중심설과 태양중심설 중 금성의 위상과 크기 변화 관측 사실에 부합하는 태양계 모형을 찾을 수 있다. (2차시)

[지과II06-04] 회합주기를 이용하여 공전주기를 구하는 원리를 이해하고, 겉보기 운동 자료로부터

터 행성의 궤도 반경을 구할 수 있다. (3차시)

[지과Ⅱ06-05] 케플러의 3가지 경험 법칙을 이용하여 행성의 운동을 이해하고 쌍성계 등의 다른 천체에 적용할 수 있다. (3차시)

#### <탐구주제 및 활동>

- 성도에 수성과 화성의 역행현상 그리기
- 지구의 공전주기 화성의 회합주기로부터 화성의 타원궤도 찾기
- 주어진 이심률과 장반경으로 타원 궤도 작도하기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

[지과Ⅱ06-01] 좌표의 기본이 되는 방위와 시각의 개념, 지구의 경도와 위도의 개념을 먼저 다루고 좌표계를 도입한다.

[지과Ⅱ06-02] 내행성과 외행성의 겉보기 운동의 특징을 관측적 측면에서 설명하고, 역사적으로 이를 설명하기 위한 이론적 모형으로 지구 중심설과 태양중심설이 있음을 설명한다. 각각의 설명모형에서 겉보기 운동이 어떻게 설명되고 있는지를 비교할 수 있도록 한다.

[지과Ⅱ06-03] 망원경의 발명 이후로 관측 가능해진 금성의 위상변화가 지구 중심 모형과 태양 중심 모형에서 각각 어떻게 예측되는지를 가술하고 관측 사실에 부합하는 모형이 태양 중심 모형임을 설명하도록 한다. 지구 중심설에서 태양 중심설로의 변천사를 과학사적 접근을 통해 다루어도 좋다.

[지과Ⅱ06-04] 회합주기와 지구의 공전주기를 이용하여 행성의 공전주기를 구할 수 있음을 설명한다. 이를 행성이나 위성의 자전 주기를 구하는 상황에도 응용하여 적용할 수 있음을 다루어도 좋다. 또한 행성의 겉보기 운동에서 내행성의 경우 최대이각의 위치에서의 행성의 공전 궤도 반경을 구할 수 있으며, 외행성의 경우 행성의 공전 주기에 해당되는 시간 간격에 각각 특정한 외행성의 이각을 이용하여 행성의 궤도 반경을 구할 수 있음을 구체적인 자료를 이용하여 설명하도록 한다.

[지과Ⅱ06-05] 케플러의 3가지 경험 법칙을 설명하고 각 법칙의 물리적 의미를 설명하도록 한다. 타원 궤도의 일반적 특성을 설명하고 총에너지에 따라 다양한 궤도가 가능함을 다룬다. 면적속도의 개념을 설명하고 면적속도 일정의 법칙이 어떠한 의미를 가지고 있는지 설명한다. 또한 여러 행성의 공전주기와 궤도 반경을 통해 케플러의 제3법칙이 성립함을 보이고, 중력장에서 원운동을 하는 경우를 예를 들어 제3법칙을 유도하는

방법을 다룬다. 또한, 항성의 물리량 가운데 질량은 오직 쌍성계의 경우에만 정확히 구할 수 있음을 이해시키고, 쌍성계의 질량을 쌍성의 주기와 장반경을 이용하여 구하는 방법을 구체적으로 다룬다.

#### - 학습 요소

- 좌표계, 적도좌표, 지평좌표
- 내행성의 순행과 역행, 서방최대이각, 동방최대이각, 외행성의 순행, 유, 역행, 충, 구, 합
- 지구중심설, 이심원, 주전원, 태양중심설, 내행성, 외행성
- 회합주기, 지구의 공전주기, 행성의 공전주기, 행성의 궤도반경
- 타원궤도, 면적속도일정의 법칙, 조화의 법칙, 쌍성계의 주기와 장반경에 따른 쌍성계의 질량

#### (나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 탐구실험 학습, 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 행성의 운동에 의한 현상을 조사 발표의 방법으로 행성의 운동에 대하여 지도할 수 있다. 행성의 회합주기와 행성의 위치를 결정하는 방법을 탐구하게 하여 타원궤도의 법칙, 면적속도 일정의 법칙, 조화의 법칙을 도출하는 과정을 실험을 통하여 학습하도록 지도할 수 있다.
- (3) ‘행성의 운동’은 중학교의 ‘태양계 구성 천체’, ‘지구와 달의 운동’과 연계된다.

#### (다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 실험보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 행성의 시운동에 의한 현상을 바탕으로 태양계 모형을 적용하여 설명할 수 있는지 실험 보고서 평가를 실시할 수 있다. 행성의 회합 주기와 지구의 공전 주기의 관계, 행성의 위치 결정 방법에 대하여 모둠원들이 과학적 의사소통을 통하여 결론을 이끌어내는지 관찰과 보고서를 통하여 평가할 수 있다. 케플러가 발견한 법칙과 원리를 적용하여 타원궤도의 법칙, 면적 속도 일정의 법칙, 조화의 법칙을 과학적으로 이해하였는지 실험 보고서 평가를 실시할 수 있다.

#### (7) 우리 은하와 우주의 구조

우리 은하의 구조와 외부 은하는 태양계가 속해 있는 우리 은하의 구조를 어떻게 알아내었는지 경이로움을 느낄 수 있으며 외부 은하의 분포를 알아내는 과학자의 탐구 능력에 대하여 흥미를 가질 수 있는 주제이다. 이 영역의 학습을 통하여 ‘우리 은하의 구조’ 단원에서는 은하를 구성하고 있는 산개성단 구상성단의 다양한 특징을 설명하고, 중학교 교육과정에서 학습한 우리 은하의 모양과 크기를 어떻게

알아냈는지 세페이드 변광성의 주기–광도 관계를 적용하여 거리를 알게 된 구상성단의 공간 분포를 도입하여 정량적으로 설명한다. 21cm 수소선 관측 결과로부터 은하의 회전방향과 나선팔의 분포를 예측할 수 있었다. 우리은하는 회전하고 있으며 회전하는 은하의 중심으로부터 거리에 따른 속도 분포로부터 우리 은하의 질량과 빛을 내지 않는 어두운 물질의 존재를 설명한다. 우리 은하를 구성하는 성간 물질에 의해 별빛의 흡수, 산란, 적색화 등의 현상이 나타나 관측 결과는 보정되어야 함을 이해한다.

- [지과Ⅱ07-01] 성단의 C-M도를 이용한 주계열 맞추기 및 세페이드 변광성의 주기–광도 관계를 이용하여 우리은하에서의 거리를 구할 수 있다. (3차시)
- [지과Ⅱ07-02] 우리은하의 구성원인 산개성단과 구상성단의 특징을 알고 이들의 공간분포를 통해 우리 은하의 구조를 설명할 수 있다. (2차시)
- [지과Ⅱ07-03] 성간 티끌에 의한 별빛의 소광 및 적외선 관측 등을 통해 성간 티끌과 성간 기체가 존재함을 설명할 수 있다. (2차시)
- [지과Ⅱ07-04] 21cm 수소선 관측결과로부터 은하의 나선팔 구조를 알아낸 과정을 설명할 수 있다. (2차시)
- [지과Ⅱ07-05] 우리 은하의 속도곡선을 이용하여 우리 은하의 질량과 빛을 내지 않는 물질이 존재함을 설명할 수 있다. (2차시)
- [지과Ⅱ07-06] 은하들이 은하군, 은하단, 초은하단으로 집단을 이루고 있으며 우리 은하가 국부 은하단의 중심 은하임을 안다. (2차시)
- [지과Ⅱ07-07] 은하 장성과 보이드 등 대규모 구조를 통해 우주의 전반적인 모습을 설명할 수 있다. (2차시)

#### <탐구주제 및 활동>

- 구상 성단의 분포를 이용하여 우리 은하의 중심 찾기
- 산개 성단과 구상 성단의 C-M도를 이용하여 성단의 거리 및 나이 추정하기
- 21cm 수소선 관측 자료를 이용하여 우리 은하의 속도분포 그리기
- 항성 계수법을 이용해 암흑성운이 있는 지역과 없는 지역의 성간 소광량 비교하기
- 우리 은하가 속한 은하단 및 초은하단의 공간 분포를 통해 우주에서 우리 은하의 위치 알아보기

#### (가) 주요 성취기준 해설 및 학습요소

##### - 주요 성취기준 해설

- [지과Ⅱ07-01] 세페이드 변광성의 주기–광도 관계가 나오게 된 역사적 과정을 간략히 도입하여 주기–광도 관계를 설명한다. 주기–광도 관계를 이용하여 별의 거리를 구하는 방법을 비

교적 상세히 다루도록 한다. 우리은하를 구성하고 있는 천체로서 성단과 성간물질이 있음을 설명하고 성단의 색-등급도(C-M도)를 이용하여 거리를 구하는 방법과, 성단의 C-M도를 비교하여 성단의 특징과 진화 상태를 설명할 수 있도록 한다.

[지과II07-03] 우리 은하를 구성하는 천체는 별 이외에도 성간 티끌과 성간 기체로 구성된 성간 물질이 있음을 설명하고, 성간 기체는 수소의 상태와 온도 밀도에 따라 다양한 상태로 분포하고 있음을 다룬다. 한편 성간 티끌의 존재는 성간 소광을 통해 알 수 있으며 이 외에도 우주 망원경 등을 이용한 적외선 관측을 통해 성간운 속에 성간 기체와 섞여 분포하고 있음을 다룬다. 성간 티끌에 의해 나타나는 성간 적색화에 대하여 색 초과를 도입하여 간략히 다룬다.

[지과II07-04] 수소의 21cm 방출선의 생성 기작을 간략히 설명하고 이를 통해 우리은하의 나선구조를 알아낸 과정을 설명한다. 전파 관측이 우리 은하의 구조를 밝히는데 중요하게 사용되는 이유를 다루고 그 성과를 간략히 정리한다. 나선구조와 관련된 별의 시선속도와 접선속도를 포함한 공간운동을 간략히 다룬다.

[지과II07-05] 우리 은하의 광도 함수를 통해 은하 공간에 존재하는 항성의 밀도를 추정할 수 있으며 이로부터 빛을 내는 항성의 총 질량을 추정하여 우리 은하의 질량을 구할 수 있음을 다룬다. 반면에 우리 은하의 회전 속도 곡선으로부터 케플러 법칙을 적용하면 역시 은하의 질량을 구할 수 있음을 설명하고 이렇게 구한 은하의 질량이 별의 광도로부터 추정한 은하의 질량에 비해 크게 나온다는 사실로부터 우리 은하에 빛을 내지 않는 천체들이 있다는 사실을 설명하도록 한다.

[지과II07-06] 별들과 마찬가지로 은하도 집단을 이루고 있음을 설명한다. 그리고 이러한 은하의 집단은 그 크기에 따라 은하군, 은하단, 초은하단으로 구분하며 각각의 규모와 특징을 비교적 구체적으로 다룬다. 우리 은하가 속한 국부 은하군의 특성을 알아보고 우리 은하가 안드로메다 은하와 함께 국부은하군의 중심은하임을 설명한다.

[지과II08-07] 우주에서 볼 수 있는 최대 규모의 구조가 무엇인지 설명한다. 특히 은하들이 거의 분포하고 있지 않는 회피역/보이드(void)의 규모와 은하들이 마치 성벽처럼 줄지어 분포하고 있는 은하 장성(Great Wall) 등의 모습을 은하의 3차원적 공간 분포도를 도입하여 설명한다. 우주의 대규모 구조가 우주론 연구와 어떻게 관련이 되고 있으며 은하가 우주를 구성하는 기본 천체임을 다루도록 한다.

#### - 학습 요소

- 세페이드 변광성을 이용한 구상성단의 공간 분포와 우리은하의 구조
- 우리은하의 구성천체인 산개성단과 구상성단의 특징(C-M도, 거리 및 나이)
- 21cm 수소선(시선속도와 세기)과 나선구조

- 우리 은하의 회전 속도 곡선
- 우리 은하에서 별들의 공간운동
- 성간물질(성간기체와 성간 티끌, 성간 소광)과 전파 관측
- 국부은하군, 은하단, 초은하단
- 우주의 거대구조(은하 장성, 보이드, 우주 팽창과 알아낸 방법)

(나) 교수·학습 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역은 발표·토론 학습, 협력학습, 조사학습, 프로젝트 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- (2) 성단의 H-R도를 겹쳐서 비교하여 주계열성의 절대등급이 다른 원인과 주계열성의 분포를 비교 분석 토의학습을 할 수 있다. 별의 질량을 결정하는 주계열성의 질량-광도 관계, 쌍성계의 주기-장반경을 이용한 질량을 구하는 원리를 토의학습을 할 수 있다.
- (3) 은하를 이루는 온도가 낮은 천체에 의해 관측 결과가 다양하게 달라짐을 자료를 통해 스스로 발견할 수 있도록 자기주도 학습을 할 수 있다. 우주에서 은하의 분포와 은하의 시선속도 자료를 알아내는 방법을 스스로 발견할 수 있도록 토의 학습을 할 수 있다. 외부 은하의 분류, 다양한 특이 은하를 조사하여 토의 학습을 할 수 있다. 허블의 법칙과 빅뱅 우주를 관측 자료를 통해 이론이 나온 배경에 대하여 토의 학습을 할 수 있다. 우주를 구성하는 암흑 에너지와 암흑 물질에 대하여 토의 학습을 할 수 있다.
- (3) ‘우리 은하와 우주의 구조’는 지구과학I ‘별과 우주의 미래’와 연계된다.

(다) 평가 방법 및 유의사항

- (1) 이 영역에서 관찰 평가, 실험 보고서 평가, 수행평가, 동료평가, 상호평가 등을 활용하여 학생의 성취수준 및 학습과정을 평가할 수 있다.
- (2) 산개 성단과 구상 성단의 H-R도를 비교하여 전환점의 위치, 주계열성의 절대등급 차이를 표준주계열성과 비교 분석할 수 있는 능력을 확인하기 위해 실험 보고서 평가를 실시할 수 있다. 별의 질량을 알아내는 두 가지 방법을 잘 이해했는지 확인하기 위해 보고서 평가를 실시할 수 있다.
- (3) 우리 은하의 구조를 아는 원리를 이해하는지 평가하기 위해 조별 토론에 대한 관찰, 보고서 평가를 할 수 있다. 우리 은하의 중심 거리에 따른 회전 속도 경향의 분석 능력을 확인하기 위해 발표 및 보고서 평가를 할 수 있다. 성간 물질의 흡수, 산란, 적색화의 원인에 대한 이해를 평가하기 위해 보고서 평가를 할 수 있다. 외부 은하를 스스로 분류해보고 그 분류방법을 결정할 수 있도록 조별 토의 학습에 대한 관찰, 보고서 평가를 할 수 있다. 급팽창 우주를 포함한 빅뱅 우주를 우주의 등방성과 은하의 시선속도를 통하여 이해했는지 확인하기 위해 보고서 평가를 할 수 있다. 최신 우주 망원경 성과를 조사하여 우주를 구성하는 암흑 에너지, 암흑 물질에 대한 조사 보고서를 평가할 수 있다

## 4. 교수학습 및 평가의 방향

### 가. 교수학습 방향

지구과학Ⅱ의 교수학습은 지구, 우주 및 지구 환경과 관련된 주요 개념 체계 중심으로 접근하며, 지구 과학의 최근 연구 동향과 성과 등을 소개하여 진로 탐색에 활용하도록 한다. ‘과학’과 ‘지구과학Ⅰ’ 및 다른 교과와의 연계성을 고려하여 학습 내용의 중복이나 비약이 없도록 학습 내용의 수준과 학습지도 시기 등을 조절할 수 있다. 학생의 수준과 흥미, 학교와 지역 사회의 특성 등을 고려하여 고체지구, 천문, 기상, 해양 등의 내용을 상호 관련시켜서 이들 내용이 통합적으로 이해되도록 내용을 재구성하거나 다양한 학습 방법을 활용하여 지도할 수 있다. 지구과학 분야의 핵심개념을 중심으로 과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력 등과 같은 핵심역량을 함양할 수 있도록 지도한다.

탐구 과정을 학습 내용과 적절히 관련시켜 지도함으로써 탐구 능력을 신장시킨다. 또한, 탐구 활동에서 모둠 학습의 경험을 통해 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다. 탐구 능력 신장과 더불어 과학과 교육과정의 교과역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력 등을 적용하고 신장할 수 있는 기회를 제공한다. 역량 개발은 강의 및 탐구 수업 모두에서 가능하지만 특히 모둠 활동 중에 학생들 간의 상호작용을 통해 더 효과적으로 개발할 수 있다.

특히 교수학습 활동은 가능한 한 학생 참여형으로 진행하며, 수업에서 의사소통을 할 때에는 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다. 강의, 토론, 실험, 조사, 견학, 과제연구 등과 같은 다양한 교수학습 방법을 물리 내용과 학생들의 준비 수준에 맞게 적절히 사용한다. 개방적 질문이나 문제 제기를 통해 학생의 고차원적인 사고를 개발하도록 한다.

첨단 과학, 과학사, 과학과 기술, 과학과 사회, 환경 등 다양한 주제에 관한 책, 미디어 등을 활용하도록 권장함으로써 과학·기술·사회의 상호 관련성을 이해시키고, 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발하여 평생 학습의 기반이 되는 자세를 갖추도록 한다.

실험 활동은 그 목적과 방법을 이해하고 수행함으로써 유의미한 활동이 되도록 한다. 실험을 하기 전에 안전교육을 반드시 실시하고, 실험과정에서 안전 수칙을 준수하며 사고 발생 시 대처 방안을 미리 수립한다. 또한 야외 탐구 활동 및 현장 학습 시에는 반드시 사전 답사를 실시하고 관련 자료를 조사하여 안전하고 효과적인 수업이 되도록 지도한다.

### 나. 평가 방향

지구과학Ⅱ의 평가는 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 평가하며, 특히 주요 교과역량인 (관찰)문제 확인, 탐구(창의적) 설계와 수행, 자료의 수집, 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 결과 전달 및 의사소통 능력 등을 고르게 평가하도록 한다. 특히 다음 사항에 주안점을 둔다.

- (1) 지구, 우주 및 지구환경과 관련된 기본 개념의 이해는 개념별 이해보다는 핵심개념을 중심으로 한 통합적 이해 및 일상 생활문제 해결에 개념을 활용하는 능력을 평가하도록 한다.
- (2) 탐구 활동 수행 능력과 교과역량 및 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다.
- (3) 모둠 활동 및 탐구활동에 대한 수행평가를 통해 과학에 대한 흥미와 가치 인식, 과학 학습 참여 의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다.
- (4) 평가는 선다형, 서술형 및 논술형, 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 활용한다.
- (5) 평가는 설정된 성취기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용한다.
- (6) 평가는 평가 계획 수립, 평가 문항과 도구 개발, 평가의 시행, 평가 결과의 처리, 평가 결과의 활용 등의 절차를 거쳐 실시한다.



## 전문교과 및 선택과목

- 과학사, 생활과 과학, 융합과학, 고급물리학·물리학실험,  
고급화학·화학실험, 고급생명과학·생명과학실험,  
고급지구과학·지구과학실험, 융합과학탐구,  
과학과제연구, 생태와 환경 -

# 과학사

## 1. 내용체계

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
과학이란 무엇인가?	과학의 본성	과학은 다른 학문과는 차별되는 본성을 가지고 있다.	과학과 자연의 관계, 과학의 객관성	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
	과학의 철학적 접근	과학의 철학적 접근을 통해 과학을 이해할 수 있다.	베이컨의 귀납주의, 포퍼의 반증주의, 쿤의 과학 혁명	
	과학의 역사적 접근	과학의 역사적 접근을 통해 과학을 이해할 수 있다.	내적접근과 외적접근, 역사적 접근의 의의와 역할	
서양 과학사	고대 및 중세의 과학	고대에는 지중해를 중심으로 과학이 태동되었다.	고대의 서양 과학, 이슬람 및 중세의 서양 과학	
	과학 혁명	르네상스 시대 과학혁명은 많은 사회 변화를 가져왔다.	르네상스와 과학 혁명, 천문학의 혁명, 갈릴레이의 과학, 뉴턴의 고전 역학 혁명, 과학 혁명의 사회적 영향	
	근대의 과학	근대는 과학의 여러 분야들이 정립되었던 시기이다.	근대의 화학 혁명, 생물학 혁명, 열역학의 태동, 빛의 본질에 대한 광학 연구, 전자기학의 성립, 지질학의 성립	
	현대의 과학	현대 과학은 지속적으로 발전하고 있다.	상대성 이론과 양자 역학, 현대 화학의 발전, 생물학에서의 유전 연구, 현대 지구과학의 발전	
동양 및 한국 과학사	동양 과학사	중국을 중심으로 동양 과학사가 발전하였다.	동양의 전통 과학, 동양의 근대과학	
	한국 과학사	우리나라의 과학은 삼국시대를 시작으로 발전하였으며, 현대 세계적 수	한국의 전통 및 근대과학, 현대 과학과 한국	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
		준의 과학 위상을 가지고 있다.		
과학과 현대사회	과학과 사회의 관계	과학은 윤리, 종교, 정치, 문화 등과 연관성을 가지고 있다.	과학과 다른 영역(윤리, 종교, 정치, 문화 등)과의 관계, 과학·기술·사회	

## 2. 성취기준

### (1) 과학의 본성

- ① 과학은 다른 학문과 어떤 점에서 다른지 생각해 보고 과학의 본성이 무엇인지 설명할 수 있다.
- ② 과학과 자연의 관계에 대한 다양한 인식론적 주장을 알아보고 과학이 지향해야 할 목표와 방향은 어때야 하는지 이해할 수 있다.

### (2) 과학에 대한 이해

- ① 연역추론과 귀납추론의 차이점을 이해하고, 베이컨의 귀납주의와 한계를 설명할 수 있다.
- ② 가설 연역적 방법의 의미를 알고, 포퍼의 반증주의의 내용과 한계를 설명할 수 있다.
- ③ 과학의 역사를 하나의 패러다임에서 다른 패러다임으로 전이되는 과정으로 보는 쿤의 과학관이 과학의 본성에 대해 어떤 새로운 통찰을 주는지 이해할 수 있다.

### (3) 고대 및 중세의 과학

- ① 이집트와 메소포타미아를 중심으로 전개되었던 과학이 갖고 있는 특징을 알고 과학의 형성에 영향을 미친 사회, 문화적 요인을 설명할 수 있다.
- ② 그리스, 로마를 중심으로 발전한 과학을 통하여 서구의 과학이 어떻게 출발했는지 설명할 수 있다.
- ③ 로마의 분열과 르네상스가 일어나기까지의 약 1,000년간의 암흑 시기인 중세에 나타난 서구의 과학을 이해하고, 이를 통하여 근대 과학의 태동을 설명할 수 있다.

### (4) 과학 혁명

- ① 르네상스에 의한 사회적인 변화 이후에 16~17세기에 일어난 과학혁명의 의미를 알고, 근본적인

의미의 과학자들의 탄생을 통하여 과학의 의미를 설명할 수 있다.

- ② 코페르니쿠스, 티코 브라헤, 케플러, 뉴턴 등의 연구를 통하여 천문학 혁명의 배경과 내용을 설명할 수 있다.
- ③ 갈릴레이와 데카르트의 역학에 대한 연구를 이해하고, 뉴턴에 의해서 만들어진 힘과 운동에 대한 설명을 통해 고전 역학 혁명의 배경과 내용을 설명할 수 있다.
- ④ 여러 과학자들의 노력에 의해 얻어진 과학혁명이 만들어낸 사회적 영향에 대해서 설명할 수 있다.

#### (5) 근대의 과학

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

#### (6) 현대의 과학

- ① 뉴턴의 운동법칙과 불일치한 현상을 설명하기 위하여 제기된 양자론과 상대성이론의 발전과정을 이해하고, 최근에 진행되고 있는 현대 물리학의 발전을 설명할 수 있다.
- ② 신약 개발, 신소재 개발 및 나노 화학 등과 같은 현대 화학의 발전 내용과 그 과정을 설명할 수 있다.
- ③ 왓슨과 크릭의 DNA 발견을 비롯한 20세기의 유전에 대한 연구를 포함한 생명공학 연구의 내용과 과정을 설명할 수 있다.
- ④ 대류 이동설, 맨틀 대류설 등 지구 내부를 이해하기 위한 여러 이론을 이해하고, 우주 개척의 역사와 그 과정을 설명할 수 있다.

#### (7) 동양 과학사

- ① 중국을 중심으로 동양 전통 과학의 발전과정을 이해한다. 특히, 자연세계를 이해하려는 노력을

- 하늘의 운행과 원리에 대한 연구를 중심으로 설명할 수 있다.
- ② 중국의 근대과학의 발전을 이해한다. 특히, 중국, 일본, 한국에서 서양의 근대과학의 수용과정을 설명할 수 있다.
  - ③ 인도에서 수학과 과학이 발전할 수 있었던 배경과 현재 인도가 과학 강국으로 발전한 이유를 찾아 설명할 수 있다.
  - ④ 이슬람 세계에서 발전한 과학의 내용을 이해하고, 이슬람 과학이 서구로 유입되는 과정을 설명할 수 있다.

#### (8) 한국 과학사

- ① 삼국시대부터 고려시대에 이르기까지 한국에서의 과학과 기술 발전의 과정을 이해하고 우리 과학의 독창성과 우수성에 대해 설명할 수 있다.
- ② 조선시대 한국에서의 과학과 기술 발전의 과정을 이해하고 우리 과학의 독창성과 우수성에 대해 설명할 수 있다.
- ③ 20세기에 전개된 한국 현대 과학의 발전 과정을 이해하고, 최근 세계 과학계에서의 한국 과학의 위상을 소개할 수 있다.

#### (9) 과학과 사회의 관계

- ① 최근의 과학 기술의 발전에 따른 윤리적인 쟁점들을 사례로 다룸으로써 과학자로서 갖추어야 할 다양한 윤리(연구윤리, 생명윤리 등)에 대하여 토의할 수 있다.
- ② 과학의 역사를 통해 과학과 종교, 정치, 문화 등의 연관성을 통하여 사회 속에서의 과학의 역할을 토의할 수 있다.
- ③ 과학과 기술은 사회 속에서 사회의 영향을 받으며 발전하며, 반대로 과학의 발전은 사회의 발전에 영향을 준다. 현대 사회에서 과학과 기술, 사회와의 관련성에 대해서 토의할 수 있다.

# 생활과 과학

## 1. 내용체계

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
건강한 생활	건강	건강과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	질병, 의약품, 위생, 예방접종, 진단, 치료 등과 관련된 과학 원리	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
		과학은 인류 건강에 영향을 준다.	과학이 인류 건강에 미친 영향	
		과학적으로 건강한 신체를 관리하고 유지한다.	건강한 신체와 과학	
		약물오남용을 하지 않는다.	건강과 약물오남용, 약품 분리수거	
	식품	식품과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	식품 재료, 첨가제, 보존방법, 영양소 등에 포함된 과학 원리	
		과학은 식생활에 영향을 준다.	과학과 인류 식생활에 미친 영향	
		합리적인 식품 소비를 한다.	합리적 식품 선택	
		건강한 식생활을 영위한다.	식품과 환경오염원	
아름다운 생활	미용	미용과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	샴푸, 세안제, 화장품, 염색, 파마 등에 포함된 과학 원리	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
		과학은 인류의 미 추구에 영향을 준다.	아름다움 및 미용의 가치 이해	
		합리적인 미용 제품을 선택한다.	현명한 미용 제품 선택	
		환경 및 동물을 보호한다.	화장품 개발과 윤리	
	의복	인류와 의복과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	의복의 소재, 기능 등에 관련된 과학 원리	
		과학은 인류의 의복 발달에 영향을 준다.	과학이 의복의 발달에 미친 영향	
		합리적인 의복을 선택한다.	쾌적성, 편안함, 아름다움, 기능 등을 고려한 합리적 선택	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
편리한 생활	건축	안전을 위한 의복이 있다.	안전을 위한 의복	
		건축과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	초고층 건물, 경기장, 음악 공연장, 지붕, 다리 구조 등 건축물에 관련된 과학 원리	
		과학은 인류의 건축에 영향을 준다.	인간의 외부 환경, 건물의 기능, 안전 등 건축을 위한 고려사항	
		안전 사고별 대처 방안이 있다.	안전사고와 대처 방안	
	교통	생태계를 보호한다.	생태계와 건축	
		교통수단과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	자동차, 기차, 선박, 비행기, 신호등, GPS 등에 관련된 과학 원리	
		과학은 교통수단 발달에 영향을 준다.	과학이 교통수단 발달에 미친 영향	
		합리적이며 건강한 교통수단을 선택 한다.	편리함과 건강함, 탄소 마일리지, 에너지 절약	
문화생활	스포츠, 미술, 음악	질서는 교통사고를 예방할 수 있다.	질서와 교통사고 예방	
		스포츠, 미술, 음악 등과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	스포츠, 음악, 미술 등과 관련된 과학 원리	
		과학은 스포츠, 미술, 음악 등에 영향을 준다.	과학과 문화의 상호작용 (과학의 발달이 스포츠, 미술, 음악 등에 미친 영향)	
		보안 유지, 표절, 자료/정보 유출 및 도난을 방지한다.	문화 속 과학 논쟁거리	
	종합 예술	안전, 보안 유지, 표절, 자료/정보 유출 및 도난 방지	안전, 보안 유지, 표절, 자료/정보 유출 및 도난 방지	
		종합 예술과 관련된 다양한 과학적 원리가 있다.	공연, 영화, 미디어 아트 등과 관련된 과학 원리	
		과학은 종합 예술 발달에 영향을 준다.	과학과 창의성, 그리고 예술	
		과학과 창의성은 신직업을 창출한다.	과학과 신직업 창출, 과학을 통한 직업 영역의 지평 확대	
		즐겁고 건강한 생활을 영위한다.	즐거운 삶과 건강한 생활	

## 2. 성취기준

### (1) 건강한 생활

- ① 질병, 의약품, 위생, 예방접종, 진단, 치료 등과 관련된 과학 원리를 조사하고 설명할 수 있다.
- ② 인류문명사에 있어서 과학이 인류 건강 및 수명 연장에 영향을 준 대표적인 몇몇 사례를 조사하고 토론할 수 있다.
- ③ 과학적이고 합리적으로 건강한 신체를 유지하여 관리하기 위한 가족의 식품 및 신체 활동을 조사하고 분석할 수 있다.
- ④ 약물오남용의 폐해에 대해 경각심을 높이고, 약물의 올바른 이해와 사용을 권장하는 캠페인을 기획하고 발표할 수 있다.
- ⑤ 식품 재료, 첨가제, 보존방법, 영양소 등에 포함된 과학적 원리를 조사하고 설명할 수 있다.
- ⑥ 과학이 인류 식생활에 미친 긍정적 영향과 부정적 영향에 대해 조사하고 토론할 수 있다.
- ⑦ 식품 소비자로서 주변 식료품의 구성 성분을 조사하여, 권장 식료품 목록을 작성할 수 있다.
- ⑧ 방사능 물질, 수은, 중금속 등 환경 오염원에 노출된 먹거리에 대한 위험성을 조사하고 토론할 수 있다.

### (2) 아름다운 생활

- ① 샴푸와 세안제, 화장품, 염색, 파마 등에 포함된 과학적/화학적 원리를 조사하고 설명할 수 있다.
- ② 아름다움은 건강한 신체와 정신에 기반 한다는 것을 이해하고, 미용의 올바른 가치를 담은 광고, 동영상 등의 홍보물을 제작할 수 있다.
- ③ 자신에게 맞는 미용 제품을 선택하기 위해서 고려해야 할 사항들을 조사하고 발표할 수 있다.
- ④ 화장품 개발의 윤리와 동물보호 등과 관련된 내용을 조사하고 토론할 수 있다.
- ⑤ 의복의 소재, 기능 등에 관련된 과학적 원리 및 개념을 설명할 수 있다.
- ⑥ 과학이 의복의 발달에 미친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.
- ⑦ 일상생활 속에서 특정 상황을 설정하고 목적과 기능에 적합한 의복을 설계할 수 있다.
- ⑧ 등산복, 운동복, 방화복, 방수복, 방탄복 등 안전과 관련된 의복의 소재 및 기능 등을 조사하고 비교함으로써 안전 의복들의 장점과 개선점에 대해 토론할 수 있다.

### (3) 편리한 생활

- ① 초고층 건물, 경기장, 음악 공연장, 지붕, 다리 구조 등의 다양한 건축물을 조사하고 각 건축물에 관련된 과학적 원리를 설명할 수 있다.

- ② 인간의 외부 환경, 주거의 개념, 건물의 기능, 편안함, 쓰레기, 안전 등 건축물을 설계할 때 고려해야 하는 사항들을 조사하고 발표할 수 있다.
- ③ 화재, 지진, 붕괴 등의 안전사고에 대한 대처법을 조사하고 정리할 수 있다.
- ④ 환경과 생태적 측면에서의 건축물 설립의 장점과 제한점을 실제 사례들을 조사하고 비교함으로써 설명할 수 있다.
- ⑤ 자동차, 기차, 선박, 비행기, 신호등, GPS 등에 관련된 과학적 원리를 조사하고 설명할 수 있다.
- ⑥ 과학이 교통수단의 발달에 미친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.
- ⑦ 건강한 신체 유지, 환경 보존과 에너지 절약을 위한 건강한 걷기 활동을 위해 인포그래픽을 작성하고 토의할 수 있다.
- ⑧ 교통사고의 유형 및 비율을 조사하고, 교통사고를 줄일 수 있는 방안 및 전략을 만들어 토론할 수 있다.

#### (4) 문화생활

- ① 스포츠, 음악, 미술, 사진, 문학 등에 관련된 과학적 원리 및 개념을 조사하고 설명할 수 있다.
- ② 인류문명사의 관련된 몇몇 사례를 통하여 과학의 발달이 스포츠, 음악, 미술, 사진, 문학 등에 끼친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.
- ③ 과학과 관련된 다큐멘터리, 전시회 등 문화생활을 체험하고, 그 안에 포함된 과학 논쟁거리를 찾아 토론할 수 있다.
- ④ 안전, 음악 또는 미술 작품의 표절, 문화재 보존 및 복원 기술, 보안 유지, 자료/정보 유출 및 도난 방지 등을 위하여 고려해야 할 내용들과 관련된 사례들을 조사하고 발표할 수 있다.
- ⑤ 공연, 영화, 미디어 아트 등 종합예술과 관련된 과학적 원리 및 개념을 조사하고 설명할 수 있다.
- ⑥ 과학적 원리 및 활용이 공연, 영화 등의 종합 예술의 발달에 영향을 끼친 몇몇 대표적인 사례를 조사하고 발표할 수 있다.
- ⑦ 카메라 발명으로 인한 인상파 화가 등장, 미디어 아티스트, SF 소설 등 과학과 관련된 작품 등의 조사를 통하여 과학이 사고의 지평, 직업 영역의 지평을 창출 또는 확대한 사례를 조사하고, 그 과정에서 과학과 창의성이 어떤 역할을 하였는지 토의할 수 있다.
- ⑧ 문화생활이 인간의 정신 건강이 미치는 영향, 정신건강과 육체건강의 연관성 등이 나타난 자료의 분석 및 해석을 통해 설명할 수 있다.

# 융합과학

## 1. 내용체계

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
우주와 생명	우주의 기원과 진화	우주의 기원	우주의 팽창, 허블의 법칙, 선스펙트럼, 우주의 나이	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
		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	
	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	생명의 탄생	원시 지구, 화학 반응과 화학적 진화, 탄소 화합물, 생명의 기본 요소, DNA, 단백질, 세포막의 구조	
		생명의 진화	원시 생명체의 탄생, 광합성과 대기의 산소, 화석, 지질 시대, 원핵세포, 진핵세포, 생물의 다양성	
		생명의 연속성	유전자와 염색체, 유전 암호, 세포 분열, 유전자의 복제와 분배, 생식을 통한 유전자 전달	
과학과 문명	정보통신과 신소재	정보의 발생과 처리	정보의 발생, 센서, 디지털 정보처리	
		정보의 저장과 활용	저장 매체, 디스플레이, 정보 처리의 응용	
		반도체와 신소재	반도체 특성, 반도체 소자, 고분자 소재	
		광물 자원	광물의 유형, 생성과정, 탐사, 활용	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
인류의 건강과 과학 기술	식량자원	육종, 비료, 식품 안전, 생태계와 생물 다양성		
	과학적 건강관리	영양, 물질대사, 질병과 면역, 물의 소독, 세제, 천연 및 합성 의약품, 건강검진		
	첨단 과학과 질병치료	첨단 영상 진단, 암의 발생과 진단, 치료		
에너지와 환경	에너지와 문명	에너지의 종류·보존·전환, 에너지보존 법칙, 에너지 효율, 화석 연료		
	탄소 순환과 기후변화	지구 에너지의 균형, 온실 효과와 기후 변화, 탄소 순환, 광합성과 이산화탄소의 환원		
	에너지 문제와 미래	에너지 자원의 생성과 고갈, 신재생 에너지, 핵 에너지, 지속가능 발전과 에너지		

## 2. 성취기준

### [우주와 생명]

#### (1) 우주의 기원과 진화

- ① 허블의 법칙을 통하여 우주의 팽창을 설명하고 우주의 나이를 구한다.
- ② 빅뱅 우주에서 기본입자와 양성자 및 중성자, 헬륨 원자핵이 순차적으로 만들어진다.
- ③ 수소, 헬륨 원자가 나타내는 선스펙트럼으로부터 우주에 수소와 헬륨이 풍부하다는 것을 알 수 있으며 자가 형성되면서 나온 빛이 우주배경복사로 검출된다.
- ④ 별이 탄생하고 적색거성, 초신성으로 진화하면서 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어진다.
- ⑤ 은하의 크기, 구조, 별의 개수 등의 다양하고 은하와 은하 사이의 공간 등이 우주의 전체 구조를 이룬다.
- ⑥ 성간 공간에서 수소, 탄소, 질소, 산소 원자들이 공유 결합과 반응속도의 원리를 통해 하여 수소와 질소 분자, 그리고 일산화탄소, 물, 암모니아 등 간단한 화합물을 만든다.

#### (2) 태양계와 지구

- ① 태양계의 형성 과정은 행성의 공전궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징과 관련된다. 태양계 질량의 대부분을 차지하는 태양이 태양계의 중심에 자리 잡고 있으며, 수

소의 핵융합 반응에 의해 질량 일부가 에너지로 바뀌고 그 중 일부가 지구의 에너지 순환을 일으킨다.

- ② 케플러의 법칙은 행성의 운동에 관한 법칙으로 뉴턴의 운동법칙을 이용하여 케플러 법칙을 설명 할 수 있다.
- ③ 지구와 달의 공전과 자전에 의해 식현상이 나타난다.
- ④ 행성의 탈출 속도는 위치에너지와 운동에너지를 이용하여 구할 수 있고, 목성, 금성, 화성 등의 대기 성분 차이는 탈출속도 및 기체 분자의 구조, 끓는점, 분자량, 평균운동에너지 등과 관련된다.
- ⑤ 지구의 진화 과정을 통하여 지권, 수권, 기권 등과 같은 지구계 각 권이 형성되었으며, 태양으로 부터의 거리가 지구를 특별한 행성으로 만들었다.
- ⑥ 지구의 원소 분포와 주위의 화합물은 주기율과 관련된다.
- ⑦ 지구의 핵에 철이 풍부하며 지구가 자전하므로 지구의 자기장과 이온층이 형성된다.

### (3) 생명의 진화

- ① 원시 바다에서 화학적 진화를 통해 간단한 화합물로부터 단백질과 같은 복잡한 탄소 화합물이 만들어지고 생명이 탄생하였다. 이것은 화학 반응으로 나타낼 수 있다.
- ② 광합성 박테리아가 출현하여 태양에너지를 이용해 물을 분해하고 이 때 나온 수소를 사용하여 이산화탄소를 탄수화물로 환원시키면서 산소가 발생하는 반응이 일어났으며, 이 반응이 지구와 생명의 역사에 변혁을 가져왔다.
- ③ 지질 시대에 따른 생물 화석의 변화를 통해 생물 종의 진화 과정을 알 수 있다. 아울러 생물 화석이 포함된 지층과 암석의 특징을 바탕으로 과거 생물의 생활환경을 유추한다.
- ④ 원핵생물, 진핵생물, 단세포생물, 다세포생물의 차이를 이용하여 다양한 생물 종의 진화를 설명 하는 진화론의 핵심을 설명할 수 있다.
- ⑤ 지구상의 모든 생명체가 염색체, 유전자, DNA의 개념을 바탕으로 동일한 유전 암호를 사용하는 것에 근거하여 생명의 연속성을 설명한다.
- ⑥ 대립 유전자 쌍이 생식 세포 분열과 수정을 거쳐 복제, 분배, 조합을 이룸으로써 유전 현상이 나타난다.
- ⑦ 유전과 진화의 과정을 유전자의 전달과 변화로 설명한다.

### [과학과 문명]

### (4) 정보통신과 신소재

- ① 빛, 힘, 소리, 온도 변화, 압력 변화, 탄성파, 전자기파 등 자연계의 물리적 정보 발생 과정을 통해, 아날로그 정보와 디지털 정보의 의미와 차이를 설명한다.

- ② 정보를 인식하는 여러 가지 센서의 기본 작동 원리를 적용한 휴대전화, 광통신 등 첨단 정보 전달기기를 통하여 정보가 다른 형태로 변환되어 전달된다.
- ③ 하드디스크 등 여러 가지 디지털 정보 저장 장치의 원리와 구조가 적용된, 자기 기록 카드 등은 전자기적 원리와 활용한다.
- ④ 눈에서 색을 인식하는 세포의 특성과 빛의 3원색 사이의 관계를 바탕으로, LCD 등 영상표현 장치와 디지털 카메라 등 영상 저장 장치의 원리와 구조를 과학적으로 설명한다.
- ⑤ 고체에 대한 에너지 띠구조를 바탕으로 도체, 부도체, 반도체의 차이가 나타나고, 이는 초전도체와 액정 등 새로운 소재의 물리적 원리가 된다.
- ⑥ 반도체의 도핑과 반도체 소자의 전기적 특성을 다이오드와 트랜ジ스터, 고집적 메모리 등의 구조에 활용한다.
- ⑦ 고분자 물질의 구조와 특성의 원리가 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재에 활용된다.
- ⑧ 중요한 광물 자원의 생성 과정과 유형, 분포와 탐사 방법, 광물 자원의 여러 가지 활용 방법을 안다.

#### (5) 인류의 건강과 과학기술

- ① 질소 고정의 의미와 비료의 생산, 농작물과 가축 개량을 위한 육종과 유전공학 기술, 식품의 안전성과 품질 개선 기술 등 식량 자원의 양과 질의 향상에 과학적 원리가 적용되었다.
- ② 식량 자원의 지속적인 개발 및 확보와 관련하여 생태계와 생물 다양성은 가치가 있고, 종자은행은 중요하며, 물의 소독, 살균, 세계의 사용이 인간 수명의 증가와 건강의 증진에 기여한다.
- ③ 건강한 생활의 유지를 위해 필요한 세포의 물질 대사, 생장, 조직 형성 및 에너지 공급을 위한 영양소의 고른 섭취가 필요하고, 일과 운동을 통하여 에너지가 소비된다.
- ④ 병원체로 작용하는 박테리아와 바이러스의 특징 및 확산 방지에 관련된 백신과 면역 과정을 이해한다.\*
- ⑤ 청진기, 혈압계, 내시경과 MRI를 비롯한 첨단 영상 진단 장치는 물리적 건강 검진 장치의 원리가 적용되었으며, 혈액 검사 등은 화학적 진단의 원리가 적용된다.
- ⑥ 천연 의약품과 관련하여 생태계와 생물 다양성의 가치가 있으며, 아스피린 등 합성 의약품은 중요하다.
- ⑦ 암의 발생은 유전적·환경적 요인과 관련있고, DNA 염기 서열과 단백질의 상세 구조에 대한 지식을 바탕으로 개발된 신약이 암의 진단과 치료에 활용된다.

#### (6) 에너지와 환경

- ① 에너지는 다양한 형태로 존재하고, 자연이나 일상생활에서 에너지가 다른 형태로 전환되는 과정

에서 에너지가 보존된다.

- ② 지구의 가장 중요한 에너지원은 태양 에너지와 화석 연료이고, 에너지를 빛, 열, 소리, 전기 등으로 전환시키는 기술을 바탕으로 인류 문명이 발전했다.
- ③ 에너지 전환 과정의 효율을 관점에서, 영구기관은 불가능하다.
- ④ 대기와 해양의 순환은 지구의 에너지 순환 과정이며, 엘니뇨나 라니냐와 같은 해양 순환의 변화가 기후에 심각하게 영향을 미친다.
- ⑤ 화석 연료의 사용은 산화와 환원 과정이며, 화석 연료의 과다 사용에 따른 지구 온난화와 기후 변화를 일으킨다.
- ⑥ 식물의 광합성은 이산화탄소의 환원 과정으로 탄소의 순환과 관련되며, 광합성에서 빛 에너지의 역할은 빛의 특성과 관련이 있다.
- ⑦ 화석연료와 방사성 에너지 자원의 생성 과정, 에너지 자원의 고갈에 따른 문제를 이해한다.
- ⑧ 태양, 풍력, 조력, 파력, 지열, 바이오 등은 재생 에너지고, 핵융합이나 수소 등은 새로운 에너지 자원이며, 에너지 자원은 지속가능한 발전의 관점에서 활용되어야 한다.
- ⑨ 태양전지, 연료전지, 하이브리드 기술은 환경적 관점에서 필요하다.

# 고급물리학·물리학실험

## 1. 내용체계

### [고급물리학]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
역학	2차원운동	물리량에서 벡터와 스칼라를 구분할 수 있고, 2차원 운동을 분석할 수 있다.	벡터와 스칼라, 가속도, 포물선 운동, 단진동	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
	일과 에너지	퍼텐셜에너지 및 역학적에너지에 대해 설명할 수 있고, 보존력과 비보존력을 구별할 수 있다.	일-에너지 정리, 퍼텐셜 에너지, 보존력과 비보존력, 역학적 에너지 보존,	
	입자계의 운동	입자계의 운동을 질량중심을 이용해 설명할 수 있다.	질량 중심, 질량 중심의 운동, 입자계의 운동	
	회전운동	회전 운동과 관련된 물리량들을 설명할 수 있다.	회전 동역학, 돌림힘과 회전 관성, 각 운동량,	
	행성의 운동	케플러 법칙을 이용하여 행성의 운동을 설명할 수 있다.	중심력에 의한 운동, 케플러의 법칙, 인공위성의 운동	
	엘에너지	이상기체의 운동 및 열역학 과정을 열역학 법칙들로 설명할 수 있다.	절대온도, 기체운동론, 이상기체상태 방정식, 내부에너지, 열역학 제1법칙, 열역학 과정, 열역학 제2법칙	
	복잡한 현상의 물리	엔트로피와 복잡계의 상관성을 설명 할 수 있다.	엔트로피, 복잡계	
전자 기학	전기장과 가우스 법칙	가우스 법칙을 활용하여 전기장과 전위를 설명할 수 있다.	가우스 법칙, 도체와 유전체의 전기장, 전위, 정전차폐와 등전위면	
	전기회로	축전기에서 전기용량의 의미를 설명 할 수 있으며, 전기회로에서 키르히호프의 법칙	평행판 축전기, 전기용량, 키르히호프의 법칙	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
광학		호프 법칙을 적용할 수 있다.		
	전자기 유도	자기장에 관련된 법칙을 적용하여 여러 상황에서 자기장을 계산할 수 있으며, 페러데이법칙 등을 이용하여 전자기 유도현상을 설명할 수 있다.	비오-사바르 법칙, 암페어 법칙, 직선 및 원형 전류에 의한 자기장, 솔레노이드 내부의 자기장, 페러데이 법칙, 렌즈의 법칙, 자체유도	
	교류전기	교류회로와 공진회로를 설명할 수 있다.	교류 회로, 공진 회로(LC, RLC회로)	
	전자기파	전자기학의 주요 원리들이 맥스웰방정식으로 통합됨을 이해하고, 전자기파의 발생을 설명할 수 있다.	맥스웰-암페어 법칙, 맥스웰 방정식, 전자기파의 발생, 전자기파의 성질과 종류, 안테나	
	의학물리	의학 분야에 물리학이 활용되는 사례를 조사하여 설명할 수 있다.	감각 기관의 작동 원리, 체지방 측정기, 영상 의학 장치(X-ray, CT, MRI),	
	기하광학	거울과 렌즈의 의한상을 계산과 작도를 통해 알 수 있다.	거울과 렌즈에 의한 상, 여러 가지 광학 기구	
	간섭	파동의 기본요소를 알고 간섭현상을 설명할 수 있다	파동의 종류, 파수와 진동수, 파동의 속력, 파동함수, 파동의 간섭, 빛의 간섭, 간섭계	
	회절	파동의 기본요소를 알고 회절현상을 설명할 수 있다	파동의 회절, 빛의 회절, 분해능, 분광기	
	영상의 물리	영상 기술에 물리학이 활용되는 사례를 조사하여 설명할 수 있다.	편광, LCD, OLED, 3D 영상 디스플레이	
현대 물리	상대성 이론	특수상대성이론과 일반상대성이론의 가정을 이해하고, 이를 통해 나타나는 현상을 설명할 수 있다.	좌표계와 관성력, 특수 상대성이론의 원리, 특수 상대론적 시간과 공간, 동시성, 특수 상대론적 질량과 에너지, 일반상대성이론의 원리	
	양자역학	양자역학이 설명하는 기본 원리들을 이해하고, 20세기 초 현대물리학의 발전과정을 설명할 수 있다.	물질과 빛과 물질의 이중성, 상보성 원리와 불확정성 원리 보어의 양자가설, 에너지 준위와 스펙트럼 1차원 무한퍼텐셜 상자 속의 입자	
	핵반응	핵분열 및 핵융합의 기준 과정을 설명할 수 있다.	핵분열의 기본 과정, 핵융합의 기본 과정, 핵융합과 플라스마, 핵융합 기술의 전망	
	기본입자	표준모형을 바탕으로 입자들의 기본 상호작용을 설명할 수 있다.	상호작용, 표준모형, 입자 검출기	
	소재의 물리	최신 소재에 물리학이 활용되는 사례를 조사하여 설명할 수 있다.	띠이론, 레이저, 다이오드, 나노 튜브, 그雷핀	

## [물리학실험]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
탐구의 기초	자료의 해석 및 처리	실험에서 오차가 발생함을 이해할 수 있다.	측정과 오차, 유효숫자	
	실험보고서 작성	실험보고서 작성 요령을 알고 표, 그래프를 사용하여 작성할 수 있다.	표와 그래프 그리기, 보고서 작성	
	물리량의 측정	측정도구를 이용하여 길이를 측정하거나, 회로시험기를 사용하여 저항, 전류, 전압을 측정할 수 있다.	길이측정, 회로시험기,	
	실험장비의 사용	오실로스코프 작동법을 알고, MBL 장치를 사용해 실험장치를 구성할 수 있다.	오실로스코프, MBL 실험장치, 동영상 분석	
역학	힘과 운동	힘과 운동에 관련된 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	동가속도 직선 운동, 뉴턴의 운동 법칙, 마찰력	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행
	운동의 분석	여러 가지 운동을 분석하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	자유 낙하 운동, 포물선 운동, 원운동, 주기 운동	자료의 수집, 분석 및 해석
	운동량과 에너지	운동량 및 역학적 에너지 관련 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	운동량 보존, 2차원 충돌, 일과 에너지의 관계, 역학적 에너지 보존	수학적 사고와 컴퓨터 활용
	열역학의 기초	열역학과 관련된 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	열음의 융해열 측정, 열의 일당량, 열팽창	모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
전자기학	정전기	- 정전기 및 전위와 관련된 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	마찰 전기와 정전기 유도, 쿨롱의 법칙, 전기장과 등전위선, 축전기의 원리,	
	전류와 전기저항	- 전압, 전류, 저항의 관계를 알 수 있는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	전압과 전류의 관계, 기전력과 내부저항, 휘트스톤 브리지 실험	
	전류의 자기 작용	- 자기장 및 전자기 유도와 관련된 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	전류에 의한 자기장, 자기장이 전류에 작용하는 힘, 전자기 유도	
	전기회로	여러 가지 전기회로와 관련된 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	RC회로, RL회로, 교류 RLC 회로 실험, 반도체-다이오드 실험	
광학	파동의 특성	파동에서 반사, 굴절, 간섭, 회절, 정상파에 대해 알고 이와 관련된 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	파동의 반사·굴절, 파동의 간섭 및 회절, 정상파와 공명	
	빛의 반사와 굴절	거울과 렌즈 실험을 통해 기하광학의 물리법칙들을 확인하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	거울과 렌즈에 의한 상, 굴절과 전반사	
	빛의	파동의 간섭과 회절 현상에 관한	영의 실험, 마이컬슨 간섭계, 슬릿	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
현대물리	회절과 간섭	관련 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	에 의한 회절, 분광계를 이용한 스펙트럼 관찰	
	빛의 편광	빛의 편광에 관련된 실험을 설계하여 수행할 수 있다.	편광판 실험, 입체 영상	
	빛의 이중성	빛이 입자적 성질을 포함한 이중성을 띠고 있음을 광전효과 실험을 통해 설명할 수 있다.	광전 효과	
	원자의 구조	원자의 구조를 알아보던 현대물리학의 중요한 실험을 재현해봄으로써 각 실험의 의미와 현대 물리학의 발전과정을 설명할 수 있다.	음극선 실험, 전하의 비전하 측정, 밀리컨의 기름방울 실험, 프랑크·헤르츠 실험	
	원자핵과 방사능	우리 일상에서 발생하는 방사선을 안개상자 등을 이용하는 실험을 통해 측정할 수 있다.	방사선 측정 실험, 안개상자	
	신재생 에너지	물리학이 신재생에너지에 이용됨을 실험을 통해 이해할 수 있다.	태양전지, 연료전지, 풍력발전 실험	

## 2. 성취기준

### [고급물리학]

#### (1) 역학

- ① 물리량을 벡터량과 스칼라량으로 구분하고 벡터의 연산(내적, 외적)을 할 수 있다.
- ② 가속도의 의미를 이해하고 미분을 이용하여 표현할 수 있으며, 등가속도 운동에서 위치, 속도, 가속도 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- ③ 지표면 근처에서 일어나는 포물선 운동을 분석할 수 있다.
- ④ 단진자의 주기를 유도하여 영향을 주는 변인을 파악하여 단진동의 의미를 설명할 수 있다.
- ⑤ 용수철 진자의 주기를 정량적으로 계산할 수 있다.
- ⑥ 일과 운동에너지와 관계, 보존력과 퍼텐셜 에너지와의 관계를 유도하고 그 의미를 설명할 수 있다.
- ⑦ 안정평형과 불안정평형을 퍼텐셜에너지 곡선을 통해 해석할 수 있고, 중력퍼텐셜 에너지와 탄성 퍼텐셜 에너지에 대해 구별하여 설명할 수 있다.
- ⑧ 보존력을 정의하고, 보존력의 특성과 예를 설명할 수 있다.

- ⑨ 역학적 에너지 보존 법칙을 사용하여 물체에 보존력이 작용하는 경우의 운동을 해석할 수 있다.
- ⑩ 입자계의 운동에서 질량 중심을 정의하고, 질량 중심의 운동을 벡터로 표현할 수 있다.
- ⑪ 입자계에서 뉴턴 법칙을 적용하여 운동량 보존 법칙을 유도하고 그 의미를 설명할 수 있다.
- ⑫ 운동량 보존법칙이 적용되는 여러 가지 충돌 현상을 찾아 토의할 수 있다.
- ⑬ 병진운동과 회전운동을 비교하고, 회전운동에서 각변위, 각속도, 각가속도 사이의 관계를 수식으로 표현할 수 있다.
- ⑭ 회전관성, 각운동량, 돌림힘(토크) 등의 정의를 이용하여 회전 동역학에 관한 법칙들을 유도할 수 있다.
- ⑮ 천체의 운동을 포함한 일상생활의 다양한 운동에서 각운동량 보존법칙이 적용되는 예를 찾아 토의할 수 있다.
- ⑯ 중심력 장에서의 입자의 운동을 극좌표로 표현하여 행성의 타원 궤도 운동을 설명할 수 있다.
- ⑰ 케플러의 세 가지 운동법칙을 이용하여 행성의 운동을 분석할 수 있다.
- ⑱ 케플러 법칙을 이용하여 인공위성의 궤도, 속도 등의 조건을 구하고 인공위성의 운동을 예측할 수 있다.
- ⑲ 절대온도, 섭씨온도와 화씨온도를 구분하여 사용할 수 있다.
- ⑳ 기체의 내부에너지와 온도, 압력 등을 분자 운동 모형으로 설명할 수 있다.
- ㉑ 상태 방정식으로 표현된 이상기체의 의미를 설명할 수 있다.
- ㉒ 열과 일 사이 관계를 적용하여 열역학 제1법칙의 의미를 토의할 수 있다.
- ㉓ 열과 일의 출입에 따른 일상생활의 다양한 열역학 과정을 설명할 수 있다.
- ㉔ 엔트로피의 정의를 적용하여 열역학 제2법칙의 의미를 토의할 수 있다.
- ㉕ 물질계의 열적 상태를 나타내는 물리량으로서의 엔트로피를 이용하여 자연 현상을 설명할 수 있다.
- ㉖ 사회적 현상을 엔트로피 관점으로 설명할 수 있는 사례를 제시하고 사회 현상을 분석하는데 물리학 법칙을 이용할 수 있다.
- ㉗ 경제 현상, 네트워크 이론, 뇌과학, 생태계 등을 비선형 물리학으로 해석하는 사례를 수집·분석하여 복잡계 물리학의 활용을 토의할 수 있다.

## (2) 전자기학

- ① 대칭적 전하분포에서 가우스 법칙을 이용하여 전기장을 구할 수 있다.
- ② 전기장, 전위, 전기력선의 관계를 알고 정전기 차폐와 등전위면 등을 설명할 수 있다.
- ③ 도체와 유전체 내·외부의 전기장을 예측할 수 있다.
- ④ 전기 쌍극자의 의미를 아용하여 그 활용의 예를 수집·분석할 수 있다.
- ⑤ 평행판 축전기의 직렬연결과 병렬연결에 따른 전기용량 변화를 계산할 수 있다.

- ⑥ 유전체의 역할을 이해하여 평행판 축전기의 전기용량을 변화량을 예측할 수 있다.
- ⑦ 키르히호프의 법칙을 이용하여, 다양한 회로 내 전류, 전압을 예측할 수 있다.
- ⑧ 비오-사바르법칙을 이용하여 전류요소에 의한 자기장을 예측할 수 있다.
- ⑨ 직선 및 원형 전류, 솔레노이드 내부의 자기장을 암페어 법칙을 이용하여 구할 수 있다.
- ⑩ 유도기전력, 자기선속의 개념을 이용하여 패러데이 법칙과 렌즈의 법칙을 설명할 수 있다.
- ⑪ 자체 유도 현상과 자체유도계수(인덕턴스)의 개념을 적용하여 RL회로에서 전류의 변화를 그래프로 나타내고 설명할 수 있다.
- ⑫ 교류전기의 발생 원리를 이해하고, 교류의 기전력의 주기적 변화를 예측할 수 있다.
- ⑬ 용량 리액턴스와 유도 리액턴스의 정의를 이용하여 교류 회로에서 임피던스를 계산할 수 있다.
- ⑭ LC회로와 RLC회로에서 전기진동과 공진 현상의 활용의 예를 찾아 설명할 수 있다.
- ⑮ 맥스웰의 방정식의 물리학사적 의미에 대해 토의하고, 전자기파의 파동방정식을 유도할 수 있다.
- ⑯ 전자기 진동에 의한 전자기파의 발생을 이용하여 전자기파의 성질과 종류를 구별할 수 있다.
- ⑰ 안테나를 설계할 때 갖추어야 할 조건과 변조와 복조에 대해서 설명할 수 있다.
- ⑱ 청각과 시각 기관의 작동 원리를 물리적으로 설명할 수 있다.
- ⑲ 인체의 구조를 역학, 전자기학 등으로 해석하고, 체지방 측정기의 원리를 이해할 수 있다.
- ⑳ 영상의학장치(X-ray, CT, MRI, PET 등)에 적용되는 물리학의 원리를 분석할 수 있다.

### (3) 광학

- ① 오목거울과 볼록거울에 의한상을 광선 추적과 거울방정식을 통해 예측할 수 있다.
- ② 얇은 볼록렌즈와 오목렌즈에 의한상을 광선 추적과 렌즈방정식을 통해 예측할 수 있다.
- ③ 여러 가지 광학 기계에 적용되는 물리 원리를 조사하여 설명할 수 있다.
- ④ 다양한 파동의 종류를 구별하고, 파동함수로부터 파수, 진동수, 파동의 속력 등을 구할 수 있다.
- ⑤ 파동의 간섭현상을 수학적으로 해석하고, 생활 주변에서 발견할 수 있는 간섭현상의 예를 찾아 설명할 수 있다.
- ⑥ 영의 이중슬릿 실험에서 나타나는 무늬의 특징에 대하여 설명하고, 변인에 따른 변화를 예측할 수 있다.
- ⑦ 마이컬슨 간섭계 등 산업에서 간섭계의 이용에 대해 설명할 수 있다.
- ⑧ 일상에서의 예를 통하여 회절 현상의 원리를 설명할 수 있다.
- ⑨ 단일 슬릿에 의한 회절 실험에서 나타나는 무늬의 특징에 대하여 설명하고, 변인에 따른 변화를 예측할 수 있다.
- ⑩ 이중슬릿에 의한 회절무늬 특징을 이용하여 다중 슬릿 등에 의한 회절현상을 분석할 수 있다.
- ⑪ 분해능과 수차의 정의를 이용하여 광학기기에 적용하여 설명할 수 있다.
- ⑫ 편광의 원리를 이용하여 3D 영상 기술 등 편광이 실생활에 적용되는 사례를 찾아 설명할 수 있다.

- ⑬ 영상 디스플레이(LCD, PDP, OLED 등)에 적용된 물리학적 원리를 분석할 수 있다.

#### (4) 현대물리

- ① 가속좌표계 안에서 관성력을 도입하여, 가속좌표계에서의 물체의 운동을 설명할 수 있다.
- ② 특수 상대성 이론의 기본 원리를 이용하여 시간팽창, 길이수축, 동시성의 상대성에 대해서 사고 실험을 통해 설명할 수 있다.
- ③ 특수 상대성 이론을 이용하여 빠른 속도로 움직이는 물체의 질량과 에너지가 어떻게 영향을 받는지 예측할 수 있다.
- ④ 일반 상대성 이론의 원리를 바탕으로 중력렌즈와 블랙홀, 중력에 의한 시간 변화 등을 정성적으로 설명할 수 있다.
- ⑤ 보어의 양자기설을 이용하여 수소 원자 모형의 에너지 준위와 스펙트럼의 관계를 설명할 수 있다.
- ⑥ 어떤 계가 갖는 가능한 파동 함수와 에너지 준위를 얻기 위해 슈뢰딩거 방정식을 풀이하는 과정을 설명할 수 있다.
- ⑦ 1차원 무한퍼텐셜 상자 속의 입자가 갖는 파동함수와 에너지 준위를 계산하여 해석할 수 있다.
- ⑧ 핵분열과 핵융합의 기본과정을 이해하여 그 위험과 안전에 대해 토론할 수 있다.
- ⑨ 별에서의 핵융합 반응과 플라즈마에 대해 설명하고, 현재 진행되고 있는 핵융합 기술 연구에 대한 전망을 토의할 수 있다.
- ⑩ 네 가지 기본 상호작용의 예를 그 크기와 작용범위 측면에서 비교하여 설명할 수 있다.
- ⑪ 표준 모형에 있는 쿼크, 랩톤, 매개입자의 비교하여 설명할 수 있다.
- ⑫ 안개상자, 가이거 검출기, CERN의 입자가속기 등 여러 가지 검출기에 대해 조사하여 발표할 수 있다.
- ⑬ 반도체를 띠이론으로 이해하고, p형 반도체와 n형 반도체로 제작한 다이오드에 대해 설명할 수 있다.
- ⑭ 레이저의 원리와 응용분야에 대해 조사하여 발표할 수 있다.
- ⑮ 나노 튜브와 그래핀을 원리 및 사용을 조사하고 분석하고, 나노 물리학의 연구현황을 통해 미래의 발전모습을 발표할 수 있다.

#### [물리학실험]

##### (1) 탐구의 기초

- ① 실험에서 측정값을 정확히 알기 위해 측정계기의 감도나 정밀도를 인식하는 것이 중요하다는 것을 알며, 측정에서 정밀도와 정확도의 개념과 오차의 종류, 오차의 해석 및 오차의 전파에 대해 설명할 수 있다.

- ② 유효숫자에 대해서 알며 유효숫자의 덧셈과 뺄셈 및 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
- ③ 실험을 통해 얻은 측정 결과 및 자료들을 표와 그래프 등으로 적절하게 변환할 수 있고, 그 결과를 올바르게 해석할 수 있다.
- ④ 실험보고서의 구성과 형식을 이해하고 실험 보고서를 작성할 수 있다.
- ⑤ 길이, 질량, 시간 등과 같은 기본적인 물리량의 측정을 할 수 있다.
- ⑥ 전자기 실험에 필수적인 전압, 전류, 저항을 회로 시험기 등을 이용해 정확하게 측정할 수 있다.
- ⑦ 오실로스코프 장치의 사용법을 알고, 함수 발생기를 연결하여 과정을 분석할 수 있다.
- ⑧ 컴퓨터를 이용한 실험(MBL 장치) 장치의 사용법을 알고, 컴퓨터와 각종 센서를 이용하여 측정한 자료를 처리할 수 있다.
- ⑨ 동영상 분석 프로그램을 이용하여 물체의 운동에 의해 변화되는 물리량을 측정하고 해석할 수 있다.

## (2) 역학

- ① 힘이 일정하게 작용하는 경우의 등가속도 직선운동을 해석하고, 시간에 따른 물체의 속도와 가속도를 측정할 수 있다.
- ② 일정한 크기의 힘이 물체에 작용할 때 질량과 가속도 사이의 관계를 실험으로 확인하면서, 독립변인과 종속변인을 구분하고 변인 통제 방법을 알 수 설명할 수 있다.
- ③ 마찰력의 크기와 두 물체 사이의 접촉면의 성질에 따른 정지 마찰계수의 크기를 실험을 통해 결정할 수 있다.
- ④ 자유 낙하 운동이 등가속도 운동임을 실험을 통해 알며 중력가속도를 측정할 수 있다.
- ⑤ 동영상 분석을 통해 포물선 운동을 수평방향의 운동과 수직방향의 운동으로 나누어서 설명할 수 있다.
- ⑥ 원운동을 하는 물체의 구심력이 물체의 질량과 회전 속도, 회전 반지름, 회전 주기와 어떤 관계를 가지는지 실험을 통해 확인하고, 원운동을 하는 물체의 구심 가속도를 예측할 수 있다.
- ⑦ 진자의 주기운동을 분석하고 진자의 주기에 영향을 주는 요인들을 분석하여, 독립변인과 종속변인, 변인 통제에 관해 설명할 수 있다.
- ⑧ 일직선상에서 두 물체가 접촉하고 있다가 서로 밀어서 떨어질 때 운동량 변화를 실험을 통해 조사하고 운동량 보존 법칙을 도출할 수 있다.
- ⑨ 이차원에서 두 물체가 충돌할 때 운동량의 변화를 조사하고 운동량 보존의 법칙을 도출할 수 있다.
- ⑩ 일과 에너지의 관계를 실험을 통하여 확인하고, 용수철 진자의 실험을 통하여 역학적 에너지의 전환 과정과 역학적 에너지 보존을 설명할 수 있다.
- ⑪ 열량계를 이용해 열음의 용해열을 측정하고 물의 상태변화에 따른 온도변화를 설명할 수 있다.

- ⑫ 줄의 실험 장치를 이용하여 열의 일당량을 측정하여 열과 일의 관계를 설명할 수 있다.
- ⑬ 고체의 열팽창을 이용한 선행창 계수를 측정할 수 있다.

### (3) 전자기학

- 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 설명할 수 있다.
- ④ 다양한 전하분포에 대해서 회로시험기를 이용하여 등전위선을 그리고 전기력선을 그려봄으로써 전위와 전기장 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- ⑤ 저항이 일정할 때, 전압과 전류 사이의 관계를 알아보고, 전압과 전류의 관계 그래프로부터 옴의 법칙을 유도할 수 있다.
- ⑥ 건전지에 흐르는 전류와 단자 전압의 관계를 실험을 통해 알고, 이로부터 건전지의 기전력과 내부 저항 및 단자 전압 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- ⑦ 휘트스톤브리지의 원리와 구조를 이해하고, 이를 이용하여 미지 저항체의 전기저항 값을 정밀하게 측정할 수 있다.
- ⑧ 실험을 통해 전류에 의한 자기장의 방향을 알고, 직선 도선으로부터의 거리 및 전류의 세기와 자기장과의 관계를 실험을 통해 확인할 수 있다.
- ⑨ 실험을 통해 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘의 방향을 알고, 이때 자기력의 크기와 전류의 세기와의 관계를 이해하여 전동기의 원리를 설명할 수 있다.
- ⑩ 실험을 통해 코일 주위에 자기장을 변화시킴으로써 코일에 유도 기전력이 발생함을 확인할 수 있다.
- ⑪ RC, RL 직렬회로에 직류전원을 연결하고 전류, 전압센서를 컴퓨터에 연결하여 시상수를 측정할 수 있다.
- ⑫ 컴퓨터와 전류, 전압 센서를 이용한 RLC 회로 실험과 같은 전기 회로의 특성을 파악하는 실험을 수행할 수 있다.
- ⑬ p-n 접합다이오드의 정류특성을 실험을 통해 이해하며 정류회로를 만들 수 있다.

### (4) 광학

- ① 물결통을 이용한 실험을 통하여 수면파의 반사·굴절현상을 관찰하고 반사 법칙과 굴절법칙을 확인할 수 있다.

- ② 수면파 발생장치로부터 발생한 두 파동의 간섭현상을 관찰하여 경로차에 따른 보강, 상쇄간섭의 조건을 알고 장애물 틈의 크기와 수면파의 파장에 따른 회절 정도를 관찰하여 파동의 회절을 이해한다.
- ③ 현에서 일어나는 정상파를 관찰하고 음파를 이용한 관에서의 정상파 실험을 통하여 정상파의 조건과 공명 현상을 설명할 수 있다.
- ④ 구면거울을 이용하여 물체의 위치에 따라 상의 위치 및 크기를 측정하고, 상의 형성 과정을 이해한다.
- ⑤ 빛이 매질의 경계면에서 굴절하는 현상을 관찰하고 굴절의 법칙으로부터 매질의 굴절률을 구할 수 있으며 전반사의 조건을 안다.
- ⑥ 볼록렌즈와 오목렌즈에 의한상을 관찰하고 초점거리, 렌즈와 물체, 상 사이의 거리를 측정하여 렌즈 방정식을 도출할 수 있다.
- ⑦ 레이저를 이용해 이중슬릿에 의한 빛의 간섭현상을 관찰하며 간섭무늬에 대한 공식을 이용하여 빛의 파장을 구할 수 있다.
- ⑧ 마이컬슨 간섭계의 원리를 이해하고 물이나 공기와 같은 투명한 매질의 굴절률을 측정할 수 있다.
- ⑨ 단일 슬릿, 이중 슬릿, 다중 슬릿에 의한 무늬가 슬릿의 폭, 슬릿의 간격, 빛의 파장에 따라 어떻게 나타나는지 실험을 통해 측정하고 변인관계를 수식으로 표현할 수 있다.
- ⑩ 분광계로 빛의 스펙트럼을 관찰하여 광원의 종류와 빛의 특성을 이해한다.
- ⑪ 복굴절, 편광 등 빛의 다양한 성질을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- ⑫ 편광 방식에 따른 입체영상의 원리를 이해하고, 원자의 구조 등 물리에서 입체로 표현하면 좋은 대상물을 입체영상으로 만들 수 있다.

### (5) 현대물리

- ① 광전 효과 실험을 통해 빛의 세기와 광전류 세기 사이의 관계를 이해하고 빛의 진동수와 광전자의 운동에너지 사이의 관계로부터 빛의 입자성을 확인한다.
- ② 음극선 실험을 통해 음극선의 성질을 설명할 수 있다.
- ③ 균일 자기장 속에서 로렌츠 힘에 의한 전자의 원운동을 통해서 전자의 비전하 값을 측정할 수 있다.
- ④ 밀리컨의 기름방울 실험을 통하여 전자의 전하량이 기본 전하량이라는 것을 확인할 수 있다.
- ⑤ 프랑크-헤르츠 실험을 통해서 원자 내부의 전자가 특정한 에너지 준위를 가지고 있음을 확인할 수 있다.
- ⑥ 가이거밀러계수관을 이용하여 여러 가지 물질의 방사선을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.
- ⑦ 잔이 안개상자를 만들어 방사능 물질로부터 방출되는 여러 입자를 특성을 관찰할 수 있다.

- ⑧ 태양전지를 이용하는 발전기 모형실험을 통해 그 효율을 구할 수 있다.
- ⑨ 수소 연료전지를 이용하여 움직이는 자동차 모형실험으로 연료전지의 원리를 이해하고 그 효율을 구할 수 있다.
- ⑩ 간이 풍력발전기를 만들어 그 효율에 영향을 미치는 요인들을 찾아내고 풍력발전기 원리를 설명할 수 있다.

# 고급화학 · 화학실험

## 1. 내용체계

### [ 고급화학 ]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
화학	물질의 구조	원자의 구성입자인 전자는 오비탈 이론으로 위치와 에너지 준위를 설명한다.	수소 원자의 스펙트럼	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
			현대적 원자 모형, 원자 오비탈, 유효핵 전하량, 에너지 준위, 오비탈 전자 배치	
			원자가 전자, 원소의 주기적 성질(원자 반지름, 이온화 에너지, 전자 친화도 등)	
		원자는 다양한 화학 결합을 하여 물질을 구성한다.	원자가 결합 이론, 공유 결합, 이온 결합, 결합 엔탈피, 루이스 구조, 형식 전하와 공명, 쌍극자 모멘트, 전기 음성도, 결합의 극성	
	분자의 구조	원자 오비탈은 화학 결합으로 분자 오비탈을 형성한다.	분자 오비탈	
			혼성 오비탈과 분자 구조	
		분자의 구조가 분자의 성질을 결정한다.	구조식 탄화수소의 구조와 성질 방향족의 구조와 성질	
물질의 성질	화학식량은 평균 원자량을 이용하여 물 질량으로 나타낸다.	화학식량은 평균 원자량을 이용하여 물 질량으로 나타낸다.	유효숫자 과학적 표기법 유효숫자를 이용한 계산 국제표준단위	
			과학적 표기법	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
물질의 변화	기체의 성질은 이상 기체 방정식으로 설명할 수 있다.	액체는 분자 간 인력이 작을수록 증기압이 작아진다.	몰	
			원자 번호, 질량수	
			동위 원소	
			몰 질량	
			평균 원자량, 화학식량	
			실험식	
			분자량	
		고체는 다양한 결정 구조를 이룬다.	화학 반응식의 양적 관계	
			기체 분자 운동론, 기체의 속력 분포	
			이상 기체 방정식, 실제 기체의 반데르발스 식	
		균일 혼합물인 용액은 용질의 종류와 농도에 따라 성질이 달라진다.	몰 분율, 부분 압력의 법칙	
			분자 간 상호작용	
			액체의 증기압, 끓는점, 표면 장력, 모세관 현상	
			고체 결정의 종류	
			금속 결정의 구조, 이온 결정의 구조	
			용액의 농도, 용해도를 좌우하는 요인, 증기 압력 내림, 끓는점 오름	
		일정한 압력조건에서 화학 반응이 일어날 때 계가 흡수하는 열을 반응 엔탈피라고 한다.	반응열, 열량계	
			내부 에너지	
			열, 일, 에너지 보존 법칙	
			상태 함수	
			엔탈피, 반응 엔탈피, 생성 엔탈피	
			헤스 법칙	
		자발적인 반응은 계의 깁스 자유 에너지가 최소가 되는 변화이다.	자발성	
			엔트로피(미시적 정의, 거시적 정의)	
			절대 엔트로피	
			깁스 자유 에너지	
			계의 안정성	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
		가역 반응이 화학 평형에 도달하면 계의 깁스 자유 에너지가 최소가 되는 동적 평형 상태가 된다.	가역 반응 동적 평형 질량 작용의 법칙 평형 상수 깁스 자유 에너지와 화학 평형 평형의 이동(농도, 온도, 압력의 변화) 평형 상수의 온도 의존성  상평형  용해도 평형, 용해도곱 상수	
		산과 염기는 이온화 평형을 이루며 고유의 성질을 나타낸다.	산과 염기의 정의 물의 자동 이온화 평형, pH, 짝산-짝염기, 산과 염기의 세기 완충 용액, 염의 가수 분해 중화 반응, 중화 적정	
		물질은 전자를 주고받는 산화 환원 반응을 하기도 한다.	산화수 산화 환원 반응식의 계수 맞추기 산화제, 환원제	
		산화 환원 반응을 이용하여 화학 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치를 화학 전지라고 한다.	갈바니 전지, 표준 환원 전지 기전력, 전지 전위와 깁스 자유 에너지 농도의 영향과 네른스트 식  실용 전지(연료 전지 포함)	
		계에 전기 에너지를 공급하여 비자발적인 산화 환원 반응을 일으키는 장치를 전해 전지라고 한다.	전기 분해의 원리, 전기 분해의 양적 관계	
		화학 반응의 빠르기는 물질의 농도에 의존하며 반응 속도식으로 나타낸다.	반응 속도의 의미 반응 속도의 농도 의존도 반응 속도식  적분 속도식, 반감기	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
		화학 반응이 실제로 일어나는 과정을 반응 메커니즘이라고 하며, 촉매는 반응 메커니즘을 변화시켜 반응 속도에 영향을 준다.	반응 메커니즘 반응 속도 결정 단계 촉매	
		화학 반응이 일어나는 과정을 충돌 모형으로 설명하며, 온도가 높을수록 유효 충돌이 많아지며 반응 속도가 빨라진다.	반응 속도의 온도 의존성 활성화에너지, 유효충돌	

## [화학실험]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
화학 실험의 기초		실험을 시작 전에 여러 가지 준비를 철저히 한다.	실험의 목적과 이론 파악하기 사용할 시약과 기구의 특징 조사하기 실험 과정 이해하기, 실험 노트 작성하기	
		물리량은 정확히 측정하여 계산 값 을 유효숫자 처리 규칙에 맞게 올바른 단위와 함께 표현한다.	유효숫자 처리, 단위 사용, 데이터 처리	(관찰)문제확인
		실험 기구의 특징과 용도를 이해하여 적절한 기구를 선택하여 올바르게 조작한다.	여러 가지 액체 부피 측정 도구의 특징과 사용법 여러 가지 질량 측정 도구의 특징과 사용법 여러 가지 시약 용기의 특징과 사용법 여러 가지 가열 도구의 특징과 사용법	탐구(창의적) 설계와 수행
		컴퓨터를 이용하여 다양한 실험 데이터를 수집하고 표와 그래프를 그리고 계산할 수 있다.	컴퓨터를 이용한 데이터 수집 장치 등(센서의 종류와 특징) 분광 광도계의 사용법 엑셀을 활용한 데이터 처리 (표와 계산, 그래프 그리기)	자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용
		여러 가지 실험실 주의사항을 익혀 안전하게 실험을 수행한다.	시약 취급법 일반적인 폐기물 처리법 안전사고 대처 방법 실험실에서 지켜야 할 규칙	증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		실험 보고서를 올바르게 작성한다.	실험 보고서의 작성법 각주와 미주 달는 법 참고문헌 작성법	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
물질의 성질		같은 족 원소들은 주기적 성질을 나타낸다.	불꽃 반응과 선 스펙트럼 알칼리 금속의 주기적 성질 할로젠의 반응성	
		이상기체 상태방정식을 이용하여 여러 가지 기체의 물리량을 측정한다.	이상 기체 방정식으로 기체 상수 결정 기체의 분자량 측정	
		고체의 결정 구조는 단위세포로 분석한다.	2차원 격자 구조의 단위세포 결정 금속 결정의 단위세포 만들기	
		용해도 차를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.	거름(중력 거름, 감압 거름) 추출 분별 결정 크로마토그래피	
		끓는점 차를 이용하여 액체 혼합물을 분리할 수 있다.	증류, 분별 증류	
		다양한 농도의 용액을 제조할 수 있다.	퍼센트 용액의 제조 몰 용액의 제조 몰랄 농도 용액의 제조	
		묽은 용액의 총괄성을 이용하여 화학식량을 측정할 수 있다.	액체의 증기압 측정 어는점 내림에 의한 화학식량 측정 삼투압을 이용한 화학식량 측정 콜로이드의 성질	
		화학 반응에서는 반응열이 출입한다.	반응열 측정 총열량 불변의 법칙	
		기억 반응은 화학 평형에 도달하고, 농도, 온도, 압력의 변화에 의하여 평형은 이동한다.	화학 평형 상수 결정, 평형의 이동, 공통 이온 효과	
		산과 염기는 이온화 평형을 이루고 중화 반응에 의해 평형이 이동한다.	pH, 지시약의 변색 범위, 중화 적정	
물질의 성질/변화		산화 환원 반응의 양적 관계를 이용하여 미지 물질의 양을 알아낼 수 있다.	과망가니즈산 적정, 아이오딘 적정	
		화학에너지와 전기 에너지는 산화 환원 반응에 의하여 상호 전환된다.	화학전지, 전기 분해	
		물질의 반응 속도는 농도, 온도, 촉매에 의존한다.	반응 차수 구하기 반응 속도에 미치는 농도, 온도, 촉매의 영향	
		탄화수소는 화학 결합에 따라 공통 성과 차이점을 가진다.	탄화수소의 성질, 불포화 탄화수소의 제법과 성질	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
구조/ 성질/ 변화	탄화수소 유도체는 작용기에 따라 독특한 성질을 나타낸다.		알코올의 산화 반응과 산화물의 성질, 페 놀류의 성질, 아스피린의 합성, 나이트로벤젠의 합성, 나일론과 폴리에스 터의 합성, 비누의 제조	
	방향족과 방향족 유도체는 지방족 탄화수소와 다른 성질을 가진다.		방향족의 성질, 페놀류의 성질, 아스피린의 합성	

## 2. 성취기준

### [고급화학]

#### (1) 물질의 구조

- ① 보어 모형을 이용하여 수소의 선 스펙트럼을 해석하고 수소 원자의 에너지 준위를 계산할 수 있다.
- ② 물질과 불화정성의 원리를 이용해 현대적 원자 모형의 특징을 설명할 수 있다.
- ③ 오비탈의 종류별 파동함수, 확률밀도함수, 확률분포함수를 그리고 마디와 에너지 준위를 관계를 설명할 수 있다.
- ④ 기체 방전관 실험을 통해 다전자 원자의 선스펙트럼을 관찰하고 수소 원자와의 차이를 설명할 수 있다.
- ⑤ 다전자 원자에서 각 오비탈의 유효핵전하량이 차이가 나는 이유를 설명할 수 있다.
- ⑥ 배타 원리와 훈트 규칙을 적용하여 다전자 원자의 바닥 상태 전자배치를 오비탈 기호로 나타낼 수 있다.
- ⑦ 현대적 주기율표의 구조를 오비탈 전자배치와 연관 지어 설명할 수 있고, 주기율표의 원소들을 금속, 비금속, 준금속으로 분류할 수 있다.
- ⑧ 주기율표에서 원자가 전자의 수, 유효핵전하량, 원자 반지름, 이온화 에너지, 전자 친화도, 전기 음성도 등의 주기성을 설명할 수 있다.
- ⑨ 18족 기체의 전자 배치를 이용하여 옥텟규칙을 설명하고, 원자가 결합 이론으로 화학 결합을 설명할 수 있다.
- ⑩ 화학 결합이 전자의 공유나 이동에 의해 일어나는 원리를 설명할 수 있다.
- ⑪ 결합의 쌍극자 모멘트를 이용하여 결합의 종류를 구별할 수 있다.

- ⑫ 원자가 전자를 이용하여 2, 3주기 원소를 중심원자로 가지는 분자 또는 이온의 루이스 구조식을 그리고, 형식전하와 공명 관계를 설명할 수 있다.
- ⑬ 공유결합 형성과정에서 원자 사이의 거리에 따른 엔탈피 변화를 설명하고, 결합 길이와 결합 엔탈피를 설명할 수 있다.
- ⑭ 2주기 원소의 수소 화합물의 분자 모양을 sp, sp<sub>2</sub>, sp<sub>3</sub> 혼성 오비탈로 설명할 수 있다.
- ⑮ 이온결합의 형성원리와 격자에너지를 Born-Haber회로를 이용하여 설명할 수 있다.
- ⑯ 전이 금속의 d 오비탈을 이용한 배위 결합의 형성 원리와 작화합물의 구조를 루이스 구조식으로 나타내고 결정장 이론을 이용하여 색을 나타내는 원리를 설명할 수 있다.
- ⑰ 원자 오비탈의 상호 작용에 의한 분자 오비탈의 결합 오비탈과 반결합 오비탈의 형성 원리와 에너지 준위를 설명할 수 있다.
- ⑱ 분자 오비탈을 형성하는 원자 오비탈의 종류에 따라 시그마 오비탈과 파이 오비탈이 형성되는 원리를 설명하고, 에너지 준위를 비교할 수 있다.
- ⑲ 2주기 홀원소 물질의 분자 오비탈을 그릴 수 있다.
- ⑳ 띠 이론을 이용하여 금속결합의 특징을 설명하고, 고체, 반도체, 부도체를 구분할 수 있다.
- ㉑ 여러 가지 탄화수소의 루이스 구조를 그리고 중심 원자의 혼성 오비탈과 각 결합의 분자 오비탈 이름을 말할 수 있다.
- ㉒ 탄소 화합물이 다양한 이유를 설명할 수 있고, 구조식을 그려 특징을 설명할 수 있다.
- ㉓ 탄소수가 6개까지의 포화 탄화수소의 구조식을 그리고 구조 이성질체를 구별할 수 있다.
- ㉔ 포화 탄화수소가 반응성이 낮고 치환 반응을 주로 하는 이유를 결합의 극성, 결합 엔탈피, 분자 오비탈의 성격 등으로 설명할 수 있다.
- ㉕ 에틸렌과 아세틸렌의 구조식을 그리고 기하이성질체를 구별하며, 불포화 탄화수소가 첨가 반응을 주로 하는 원리를 분자 오비탈의 성격과 결합 엔탈피로 설명할 수 있다.
- ㉖ 탄화수소 유도체의 작용기에서 전기 음성도차에 의한 결합의 극성과 전자 분포를 설명할 수 있다.
- ㉗ 탄화수소 유도체의 작용기에 따를 화학 반응성을 설명할 수 있다.
- ㉘ 간단한 컨쥬케이션 분자와 벤젠과 같은 방향족의 구조식을 그리고, 분자 오비탈로 방향족의 안정성을 설명할 수 있다.

## (2) 물질의 성질

- ① 질량을 중심으로 측정의 도구에 따른 측정된 값의 유효숫자를 구분하고 셀 수 있다.
- ② 유효숫자를 과학적 표기법으로 나타낼 수 있다.
- ③ 유효숫자를 이용한 계산 결과를 유효숫자 처리 규칙에 맞게 나타낼 수 있다.
- ④ 국제표준단위를 열거하고, 복합단위와 관용단위를 표준단위로 나타낼 수 있다.

- ⑤ 과학적 표기법과 단위로 물리량을 명확히 나타낼 수 있다.
- ⑥ 아보가드로수와 물의 의미를 설명할 수 있다.
- ⑦ 원자의 구성 입자로 원자 번호와 질량수를 설명할 수 있다.
- ⑧ 같은 원자 번호를 가지는 동위 원소들의 예를 들 수 있다.
- ⑨ 원자의 몰 질량과 원자량의 관계를 설명할 수 있다.
- ⑩ 동위 원소의 존재비를 고려한 평균 원자량을 계산할 수 있다.
- ⑪ 평균 원자량으로 분자나 이온 화합물의 화학식량을 구할 수 있다.
- ⑫ 원소 분석을 통하여 화합물의 실험식을 구할 수 있다.
- ⑬ 실험식과 분자식의 관계를 이용하여 분자량을 구할 수 있다.
- ⑭ 물질의 변화를 화학 반응식으로 나타내고, 반응물과 생성물의 양적 관계를 이용한 문제를 해결할 수 있다.
- ⑮ 기체 분자의 운동의 특징과 온도에 따른 기체 분자의 속력 분포 변화를 설명할 수 있다.
- ⑯ 기체의 온도, 압력, 부피 사이의 관계를 기체 분자 운동론으로 설명하고, 이상 기체 방정식으로 양적 관계 문제를 해결할 수 있다.
- ⑰ 기체 상수를 다양한 단위로 나타내고 그 의미를 설명할 수 있다.
- ⑱ 실제 기체가 이상 기체와 차이를 설명하고, 이상 기체 방정식의 한계를 실제 기체의 반데르발스 방정식이 어떻게 보완하는지 설명할 수 있다.
- ⑲ 혼합 기체에서 성분 기체의 분압을 몰 분율을 사용하여 구할 수 있다.
- ⑳ 여러 가지 분자 간 상호작용의 원리를 설명할 수 있다.
- ㉑ 액체의 증발 현상을 설명하고, 증기압의 의미를 동적 평형으로 설명할 수 있다.
- ㉒ 여러 가지 액체의 증기압을 측정하고, 온도와 물질의 종류에 따른 증기압의 변화를 분자 간 상호 작용으로 설명할 수 있다.
- ㉓ 증발과 끓음의 차이를 설명하고 끓는점을 정의할 수 있다.
- ㉔ 액체의 끓는점으로 분자 간 상호작용의 크기를 비교할 수 있다.
- ㉕ 액체의 표면 장력과 모세관 현상을 분자 간 상호작용으로 설명할 수 있다.
- ㉖ 물의 다양한 성질을 물 분자 구조와 수소 결합으로 설명할 수 있다.
- ㉗ 물의 성질과 관련된 자연 현상 및 생명 현상을 설명할 수 있다.
- ㉘ 고체의 종류와 특징을 설명할 수 있다.
- ㉙ 금속 결정 모형을 만들고 결정 구조의 특징을 단위세포의 개념으로 설명할 수 있다.
- ㉚ 다양한 이온 결정의 특징을 설명할 수 있고, 이온 결정 모형을 이용하여 이온 결정의 화학식을 구할 수 있다.
- ㉛ 화학에서 액체의 부피를 측정하는 도구들의 특징과 용도를 설명할 수 있고, 요구되는 측정의 정밀도에 따라 알맞은 측정도구를 선택하여 올바르게 사용할 수 있다.

- ③② 용액의 농도를 퍼센트 농도, 몰 농도, 몰랄 농도로 나타낼 수 있다.
- ③③ 다양한 농도의 용액을 제조할 수 있다.
- ③④ 주어진 용액의 농도를 다양한 단위로 변환할 수 있다.
- ③⑤ 진한 용액을 원하는 묽은 농도의 용액으로 희석할 수 있다.
- ③⑥ 용해 현상을 동적 평형으로 설명하고 용해도를 정의할 수 있다.
- ③⑦ 용해도를 좌우하는 요인을 분자 간 상호작용, 온도 등으로 설명할 수 있다.
- ③⑧ 묽은 용액에서 증기 압력 내림을 끊는점 오름 실험을 통해 확인할 수 있다.

### (3) 물질의 변화

- ① 화학 반응을 통해 열이 출입하는 것을 실험을 통해 확인하고, 반응열을 열량계로 측정할 수 있다.
- ② 화학 반응계의 종류를 설명할 수 있다.
- ③ 계의 내부 에너지의 구성 요소를 설명하고, 내부 에너지의 크기를 비교할 수 있다.
- ④ 자연에서 일어나는 발열 반응과 흡열 반응의 예를 들고, 에너지의 전환과 이동을 설명할 수 있다.
- ⑤ 계의 부피 변화에 의한 일을 계산할 수 있다.
- ⑥ 계의 내부 에너지 변화를 열과 일로 나타내고, 에너지 보존 법칙을 설명할 수 있다.
- ⑦ 화학 반응에서 표준 상태를 정의할 수 있다.
- ⑧ 엔탈피를 정의할 수 있고, 엔탈피 변화와 열과의 관계를 설명할 수 있다.
- ⑨ 화학 반응에서 반응 엔탈피의 중요성을 설명할 수 있다.
- ⑩ 생성 엔탈피를 이용하여 헤스 법칙으로 미지 반응의 엔탈피를 계산할 수 있다.
- ⑪ 자발적 반응의 예를 들 수 있다.
- ⑫ 자유팽창이 일어나는 이유를 설명할 수 있다.
- ⑬ 고립계에서 일어나는 자발적 변화의 방향을 엔트로피 증가의 법칙으로 설명할 수 있다.
- ⑭ 엔트로피의 의미를 미시적 상태수로 설명할 수 있다.
- ⑮ 엔트로피의 변화를 가역적 열의 출입으로 계산할 수 있다.
- ⑯ 열의 이동과 미시적 상태수의 변화를 연결하여 엔트로피 증감을 설명할 수 있다.
- ⑰ 절대 엔트로피 값은 이용하여 계의 엔트로피 변화를 계산할 수 있다.
- ⑱ 반응 엔탈피를 이용하여 주위의 엔트로피 변화를 구할 수 있는 이유를 설명하고 계산할 수 있다.
- ⑲ 엔트로피 증가의 법칙으로 깁스 자유 에너지 변화량을 구하는 식을 유도할 수 있다.
- ⑳ 깁스 자유 에너지 변화량과 우주 엔트로피 변화량의 관계를 설명할 수 있다.
- ㉑ 일정 압력, 일정 온도에서 자발적 변화는 계의 깁스 자유 에너지가 감소하는 방향으로 일어남을 설명할 수 있다.
- ㉒ 계의 깁스 자유 에너지가 작을수록 계의 안정성이 증가하는 이유를 설명할 수 있다.
- ㉓ 온도에 따라 자발적 변화의 방향이 달라질 수 있음을 설명하고, 이를 통해 온도에 따른 물질의

- 상태 변화 방향을 예측할 수 있다.
- ㉔ 가역 반응과 비가역 반응을 구분할 수 있다.
  - ㉕ 가역 반응의 동적 평형 상태를 설명할 수 있고, 화학 평형 상태에서 계의 갑스 자유 에너지가 최소가 되는 이유를 설명할 수 있다.
  - ㉖ 질량작용의 법칙으로 화학 평형 상수를 구할 수 있고, 주어진 조건에서 반응 지수와 평형 상수를 비교하여 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.
  - ㉗ 비평형 상태의 반응지수로 계의 갑스 자유 에너지를 나타내고, 반응의 진행 방향을 설명할 수 있다.
  - ㉘ 표준깁스자유에너지 변화량으로 평형 상수를 구하고, 평형 상수와 수득률의 관계를 설명할 수 있다.
  - ㉙ 온도와 평형 상수의 관계를 갑스 자유 에너지로 나타낼 수 있다.
  - ㉚ 농도, 압력, 온도가 변함에 따라 화학 평형이 이동하는 것을 관찰하고, 이를 르샤틀리에 원리로 설명할 수 있다.
  - ㉛ 고체, 액체, 기체 사이의 동적 평형에서 증기압의 역할을 설명하고, 온도와 압력에 따른 물질의 상평형 그림을 그릴 수 있다.
  - ㉜ 용해 평형에서 용해도와 용해도곱이 평형 상수와 어떤 관계를 가지는지 설명하고, 온도와 압력에 따른 용해도의 증감을 예측할 수 있다.
  - ㉝ 산과 염기에 대한 아레니우스, 브뢴스테드-로리, 루이스 정의를 설명할 수 있다.
  - ㉞ 여러 가지 산과 염기의 이온화 반응식을 쓰고 이온화 평형 상수 식을 쓸 수 있으며, 이온화 평형 상수의 의미를 설명할 수 있다.
  - ㉟ 여러 가지 산·염기 반응에서 짹산과 짹염기 관계를 설명할 수 있으며 서로의 상대적 세기를 비교하고 설명할 수 있다.
  - ㉞ 물의 자동 이온화 평형 상수 식을 이용하여 표준상태에서 pH를 구할 수 있다.
  - ㉞ 산·염기의 이온화 평형과 물의 자동 이온화 평형의 경쟁 관계로 수용액에서 산과 염기의 세기를 설명하고 비교할 수 있다.
  - ㉞ 핸더슨-하셀바흐 식을 유도하고, 그것을 이용하여 산의 수용액 pH를 계산할 수 있다.
  - ㉞ 완충 용액의 원리를 설명하고 pH를 계산할 수 있다.
  - ㉞ 염의 가수 분해 결과를 산·염기 평형으로 설명할 수 있다.
  - ㉞ 산과 염기의 중화 반응을 양적 관계를 설명하고, 중화 적정을 수행하여 미지 산의 농도를 구할 수 있다.
  - ㉞ 전자의 이동으로 산화와 환원 반응을 설명할 수 있다.
  - ㉞ 전기 음성도 차이를 이용하여 분자를 이루는 원자들의 산화수를 계산하고, 산화수의 변화를 이용하여 산화와 환원 반응을 설명할 수 있다.

- ④④ 산화 환원 반응식의 계수를 맞출 수 있다.
- ④⑤ 산화 환원 반응식에서 산화제와 환원제를 구별할 수 있다.
- ④⑥ 강한 산화제와 강한 환원제의 특징을 설명할 수 있다.
- ④⑦ 불타 전지와 다니엘 전지를 제작하고, 각 전지에서 일어나는 산화 환원 반응을 반쪽 반응식과 전체 반응식으로 나타낼 수 있다.
- ④⑧ 화학 전지의 원리를 산화 환원 반응의 자발성으로 설명할 수 있다.
- ④⑨ 수소 전극을 기준으로 구한 표준 환원 전위로 여러 가지 물질의 산화 환원 반응의 반응성을 상대적으로 비교할 수 있다.
- ④⑩ 화학 전지의 전위차를 각 전극의 표준 환원 전위로 구할 수 있다.
- ④⑪ 표준 전지 전위차와 깁스 자유 에너지의 관계로 화학 전지의 원리를 설명할 수 있다.
- ④⑫ 여러 가지 실용 전지와 수소 연료 전지의 원리와 특징을 설명할 수 있다.
- ④⑬ 전기 분해의 원리를 깁스 자유 에너지로 설명할 수 있다.
- ④⑭ 전기 분해의 원리를 산화 환원 반응으로 설명하고, 전기량과 생성물의 양 관계를 설명할 수 있다.
- ④⑮ 실생활에서 빠른 반응과 느린 반응의 예를 들 수 있다.
- ④⑯ 반응의 빠르기를 좌우하는 물질의 특성을 설명할 수 있다.
- ④⑰ 화학 반응의 속도가 물질의 농도에 의존함을 설명할 수 있다.
- ④⑱ 화학 반응의 초기 농도와 초기 속도를 측정하는 실험을 통하여 반응 속도식을 구할 수 있다.
- ④⑲ 0, 1, 2차 반응의 반응 속도식을 적분법으로 풀어 농도와 시간과의 관계를 나타낼 수 있고, 반감기를 구할 수 있다.
- ④⑳ 전체 화학 반응식과 반응 메커니즘의 차이를 설명할 수 있다.
- ④㉑ 반응 메커니즘에서 결합의 변화를 설명할 수 있다.
- ④㉒ 반응 메커니즘과 반응 속도식으로 반응 속도 결정 단계를 구별할 수 있다.
- ④㉓ 촉매를 사용하여 반응 속도가 달라지는 것을 실험을 통하여 확인하고, 그 이유가 반응 메커니즘이 달라지기 때문임을 설명할 수 있다.
- ④㉔ 온도에 따른 반응 속도 변화 실험을 수행하고, 반응 속도와 온도의 관계를 설명할 수 있다.
- ④㉕ 화학 반응이 일어나기 위해 활성화 에너지가 필요한 이유를 설명할 수 있다.
- ④㉖ 활성화 에너지와 반응 속도의 관계를 설명할 수 있다.
- ④㉗ 유효충돌의 의미를 기체 분자의 속력 분포와 연관 지어 설명할 수 있다.
- ④㉘ 반응 메커니즘이 달라지면 활성화 에너지의 크기가 달라지는 이유를 설명할 수 있다.

[화학실험]

(1) 화학 실험의 기초

- ① 실험을 수행하기에 앞서 실험의 목적을 파악하여 그에 필요한 자료를 화학 정보 탐색을 통해 구할 수 있다.
- ② 화학 정보 탐색을 체계적으로 수행하여 사용할 시약과 기구의 특징을 조사하고 실험 노트에 정리하여 실험을 효율적으로 수행하고 안전사고를 예방할 수 있다.
- ③ 실험 과정을 이해하여 순서대로 설명할 수 있으며 중요 실험 장치를 그림으로 그리고 각 기능을 설명할 수 있다.
- ④ 실험 기구의 눈금에 따라 측정값의 유효숫자가 달라짐을 설명할 수 있고, 실험에서 요구되는 정밀도에 따라 실험 기구를 선택할 수 있다.
- ⑤ 데이터 처리 과정에서 유효숫자 처리 원칙에 맞게 계산 결과를 나타낼 수 있다.
- ⑥ 국제표준단위를 사용하여 복합단위와 관용단위를 나타낼 수 있다.
- ⑦ 측정값과 계산 값을 과학적 표기법과 올바른 단위를 사용하여 나타낼 수 있다.
- ⑧ 액체 부피 측정 도구인 눈금 실린더, 눈금 피펫, 부피 피펫, 부피 플라스크 등의 특징과 사용법을 익혀 실험에서 요구되는 정밀도에 따라 기구를 선택하여 올바르게 사용할 수 있다.
- ⑨ 질량 측정도구인 화학 저울과 전자 저울의 특징과 사용법을 익혀 실험에서 요구되는 정밀도에 따라 기구를 선택하여 올바르게 사용할 수 있다.
- ⑩ 뷰렛과 삼각 플라스크의 사용법을 익혀 적정 실험을 수행할 수 있다.
- ⑪ 시약을 담아 옮기거나 반응시키는 시험관, 비커, 플라스크의 특징과 사용법을 익혀 올바르게 선택하여 사용할 수 있다.
- ⑫ 여러 가지 가열 도구의 특징과 사용법을 익혀 올바르게 선택하여 사용할 수 있다.
- ⑬ 고체·액체 시약을 더는 방법, 시약의 질량을 측정하는 방법, 시험관을 다루는 방법, 온도계 사용법 등을 익혀 올바르게 사용할 수 있다.
- ⑭ 컴퓨터를 활용한 실험의 장점과 단점을 설명할 수 있다.
- ⑮ 분광 광도계의 사용하여 흡광도를 측정하고, 그 값으로 미지 용액의 농도를 계산할 수 있다.
- ⑯ 측정값의 종류에 따라 인터페이스와 감지기를 올바르게 선택할 수 있다.
- ⑰ 수집된 데이터를 엑셀을 활용하여 올바르게 표현하고 계산할 수 있다.
- ⑱ 수집된 데이터를 엑셀을 활용하여 그래프로 그리고, 축의 값, 범례, 상관계수, 추세선 등을 바르게 낼 수 있다.
- ⑲ 자주 사용하는 산·염기와 중요 시약의 특성을 알아 시약을 올바르게 제조하고 사용할 수 있다.
- ⑳ 실험 후 폐기물 처리 원칙에 따라 폐기물을 처리하여 환경오염을 예방할 수 있다.
- ㉑ 실험실에서 지켜야 할 규칙과 응급조치 등 안전사고 대처 방법을 익혀 안전사고를 예방하고 올바르게 대처할 수 있다.
- ㉒ 실험의 준비, 수행, 결과를 실험보고서로 체계적으로 작성할 수 있다.
- ㉓ 각주와 미주를 구별하여 보고서에 적절하게 활용할 수 있다.

- ㉔ 참고문헌의 중요성을 인식하여 연구윤리를 준수하게 하고, APA 방식으로 인용문헌에 대한 참고 문헌을 제시할 수 있다.

## (2) 물질의 성질

- ① 불꽃 반응과 선 스펙트럼을 통해 원자 오비탈의 에너지 준위가 양자화되어 있음을 확인하고 수소 원자의 에너지 준위를 계산할 수 있다.
- ② 리튬, 나트륨, 칼륨을 자르고 물과 반응시키며 물리적 화학적 성질의 공통성과 차이점을 비교하여 주기성을 설명할 수 있다.
- ③ 할로젠수와 할로젠염 수용액의 반응을 통해 할로젠 원소의 반응성을 확인하고 그 결과를 설명할 수 있다.
- ④ 분자량을 정확히 아는 기체의 질량과 부피를 측정하여 이상 기체 방정식의 기체 상수를 계산할 수 있다.
- ⑤ 기체의 질량과 부피를 측정하여 이상 기체 방정식으로 미지 기체의 분자량을 계산할 수 있다.
- ⑥ 2차원 격자 구조의 특징을 이해하여, 단위세포를 결정할 수 있다.
- ⑦ 단순 입방, 체심 입방, 면심 입방, 육방최밀 결정 구조를 만들고, 잘라서 단위세포를 만들어 각 결정격자의 특징을 설명할 수 있다.
- ⑧ 중력 여과법에 필요한 거름종이를 바르게 접을 수 있고 장치를 꾸며 거름으로 혼합물을 분리할 수 있다.
- ⑨ 감압 여과법에 필요한 장치를 꾸며 혼합물을 분리할 수 있다.
- ⑩ 추출의 원리를 이해하여 올바른 용매를 선택하고, 분별 깔때기를 올바르게 사용하여 혼합물을 분리할 수 있고, 분배계수를 이용하여 효과적 추출방법을 설명할 수 있다.
- ⑪ 회전진공증발기를 사용하여 추출한 혼합용액에서 용매를 제거하여 특정 성분을 얻을 수 있다.
- ⑫ 재결정과 분별 결정의 원리를 이해하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- ⑬ 다양한 종류의 크로마토그래피 원리를 이해하고, 이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- ⑭ 증류와 분별 증류를 구분하여 설명할 수 있다.
- ⑮ 액체의 종류에 따른 증기압을 이용하여 분별 증류의 원리를 설명할 수 있다.
- ⑯ 분별 증류 장치를 꾸미고 각 부분의 역할을 설명할 수 있으며 이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- ⑰ 여러 가지 농도의 개념을 알고, 필요한 농도의 용액을 제조할 수 있다.
- ⑱ 중요한 산과 염기의 표준 용액을 제조할 때 주의할 점을 설명할 수 있다.
- ⑲ 여러 가지 액체의 증기압을 측정하고, 그 차이를 분자 간 상호작용의 크기로 설명할 수 있다.
- ⑳ 비휘발성 용질이 녹은 용액에서 용매보다 증기압이 낮아짐을 관찰하고, 그 이유를 열화학 관점에서 설명할 수 있다.

- ㉑ 끓는점 오름을 측정하여 용액의 증기압이 낮아지는 이유를 설명할 수 있다.
- ㉒ 어는점 내림으로 고분자 물질의 화학식량을 구할 수 있다.
- ㉓ 용액의 삼투압을 측정하여 용질의 화학식량을 구할 수 있다.
- ㉔ 콜로이드 용액을 제조하고, 틴들 현상, 투석, 엉김, 염석 등을 관찰하고, 그 현상들을 설명할 수 있다.

### (3) 물질의 성질/변화

- ① 간이 열량계를 이용하여 여러 가지 화학 반응의 반응열을 측정하여 반응 엔탈피를 포함한 열화학 반응식으로 나타낼 수 있다.
- ② 헤스 법칙을 이용하여 무수 황산 구리의 수화 엔탈피를 측정할 수 있다.
- ③ 가역 반응에서 평형 농도를 측정하여 화학 반응의 평형 상수를 구할 수 있다.
- ④ 농도, 온도, 압력에 의한 평형 이동을 관찰하고 평형 이동 현상을 설명할 수 있다.
- ⑤ 공통 이온 효과를 관찰하고, 염의 용해도곱 상수를 결정할 수 있다.
- ⑥ 중화 반응과 산·염기 반응의 특징을 구별하여 설명할 수 있다.
- ⑦ pH 미터, pH 시험지 등을 사용하여 용액의 액성을 측정할 수 있다.
- ⑧ 원하는 pH 용액을 제조하여 여러 가지 지시약의 변색 범위를 실험을 통해 확인할 수 있다.
- ⑨ 표준 용액을 제조하고 올바른 지시약을 선택하여 중화 적정 실험을 수행할 수 있고, 그 결과로 미지 산의 농도를 구할 수 있다.
- ⑩ 중화 적정의 결과를 지시약의 변색 범위, 염의 가수 분해 등을 이용하여 설명할 수 있다.
- ⑪ 산화 환원 반응의 양적 관계를 이용하여 산화 환원 반응식의 계수를 맞출 수 있다.
- ⑫ 과망가니즈산 적정의 원리를 이해하여 과산화수소를 정량할 수 있다.
- ⑬ 아이오딘 적정의 원리를 이해하여 비타민 C를 정량할 수 있다.
- ⑭ 산화 환원 반응을 이용하여 화학전지를 꾸미고 기전력을 좌우하는 요인을 설명할 수 있다.
- ⑮ 전기 분해를 일으키는 원리를 설명할 수 있고, 두 전극에서 생성되는 물질을 예측할 수 있으며 흘려준 전하량과 생성물의 양을 계산할 수 있다.
- ⑯ 화학 반응의 초기 농도와 초기 속도를 측정하는 실험을 통하여 반응 속도식과 반응 차수를 구할 수 있다.
- ⑰ 농도, 온도, 촉매의 존재 등을 변화시키며 반응 속도를 측정하여, 이들의 영향을 알아보고 그 결과를 설명할 수 있다.

### (4) 물질의 구조/성질/변화

- ① 탄화수소와 불포화 탄화수소의 연소시켜 반응성의 차이를 확인하고, 그 이유를 화학 결합의 관점에서 설명할 수 있다.

- ② 에틸렌과 아세틸렌을 제조하고, 브롬수를 첨가하여 첨가 반응의 색깔 변화를 관찰하고, 반응 속도가 차이가 나는 이유를 설명할 수 있다.
- ③ 메탄올, 1차, 2차, 3차 알코올의 산화 실험을 수행하고, 그 생성물을 이용하여 은거울 반응, 펠링 용액 반응, 아이오도폼 반응 등을 수행하여 생성물을 확인한다.
- ④ 알코올, 알데하이드, 케톤, 카복시산 등 탄화수소 유도체의 성질과 반응을 설명할 수 있다.
- ⑤ 에스터화 반응과 아마이드화 반응을 수행하여 고분자 화합물을 만들고, 그 원리를 설명할 수 있다.
- ⑥ 비누를 제조하고, 그 원리를 설명할 수 있다.
- ⑦ 벤젠, 나프탈렌 등의 방향족 물질의 구조와 성질을 설명할 수 있다.
- ⑧ 폐놀류의 특성을 실험으로 확인하고 그 이유를 설명할 수 있다.
- ⑨ 아스피린을 합성하고, 그 원리를 설명할 수 있다.

# 고급생명과학·생명과학실험

## 1. 내용체계

### [고급생명과학]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
세포의 에너지	세포의 구성 분자	세포의 구성분자의 화학적 구조와 특성을 이해한다.	탄수화물·지질·단백질·핵산의 화학적 구조와 특성	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
	광합성	광합성의 생화학적 기작을 이해 한다.	광합성의 원료와 생성물, 엽록체의 미세 구조, 전자 전달계와 ATP 합성, 암반응 과정, C4 식물과 CAM 식물의 환경 적응	
	세포 호흡	세포호흡 과정을 통해 에너지를 생성하는 과정을 안다.	해당 과정, TCA 회로, 전자 전달계와 ATP 합성, 탄수화물, 지방, 단백질의 산화, 물질 생합성, 세포의 에너지 이용, 호흡과 발효	
생물의 조절과 방어	신경에 의한 조절	신경의 흥분 전도와 전달과정을 이해한다.	신경 세포의 구조, 신경 세포의 막 전위 변화, 전도와 전달, 시냅스와 신경 전달 물질, 학습과 기억의 원리	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
	화학적 조절	화학물질에 의한 몸의 조절작용을 이해한다.	신호전달과 조절 방식, 동·식물 호르몬의 종류와 기능, 호르몬의 작용 기작, 식물의 광주기성	
	병원체와 방어 작용	질병에 대한 우리 몸의 방어 작용을 이해한다.	질병과 병원체, 림프구의 종류와 기능, 비특이적 방어 작용, 특이적 방어 작용, 면역과 암, 면역의 응용, 단일 항체, 식물의 방어 작용	
유전자의 구조와 발현	염색체	염색체의 구성과 역할을 안다.	세포 분열과 염색체의 행동, 세포 주기와 세포 분열 조절, 염색체의 구성과 미세 구조	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
생명 공학의 기술과 응용	유전자의 구조와 역할	유전자의 구조와 기능을 이해한다.	염색체와 유전자의 관계, 유전체의 구조, 유전자의 역할, 핵산의 구조, 유전 정보의 저장과 복제	
	유전자 발현과 조절	유전자의 발현과정을 이해한다.	RNA의 종류와 합성, 유전 암호의 해독, 단백질 합성 과정, 유전자 발현의 조절, 유전체의 진화	
	발생과 유전자 발현	발생과 분화 과정을 안다.	발생과 유전자의 활동, 형태 형성, 발생과 유도 작용, 세포의 분화, 생장과 노화	
생명 공학의 기술과 응용	생명 공학의 기술	생명공학 기술을 이해한다.	세포 공학, 유전 공학, 유전체의 해독, 생물 정보학, 생체 정보와 관련된 생명 공학 기술	
	생명 공학과 인류의 미래	생명공학과 관련된 윤리적인 문제를 토의할 수 있다.	생명 공학의 전망, 생명 윤리	

## [생명과학실험]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
생물의 구조와 기능	세포와 세포막	세포와 세포막의 기능을 실험을 통해 이해한다.	현미경 사용법, 식물 세포와, 동물 세포 관찰, 삼투 현상, 원형질 분리, 원형질 복귀, 삼투압	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨 터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
	조직과 기관	조직과 기관의 구조를 이해한다.	식물의 생식기관, 무척추동물 해부, 척추동물 해부	
물질대 사	효소의 특성	효소의 특성을 실험을 통해 확인 한다.	효소, 촉매 작용, 온도와 pH 변화에 따른 반응 속도	
	광합성	광합성 속도에 대한 실험을 할 수 있다.	광합성 속도	
자극과 반응	세포 호흡	세포호흡 속도를 이해한다.	세포 호흡 속도, 효모의 발효, 유기 호흡, 무기 호흡, 산소 운반	
	동물의 반응	자극에 대한 동물의 반응을 실험을 통해 확인한다.	자극에 대한 동물의 반응, 사람의 반사 작용	
생식과 발생	식물의 반응	식물의 자극에 대한 반응 실험을 수행한다.	굴중성, 굴광성	
	세포 분열	체세포 분열과 생식세포 분열을 관찰한다.	체세포 분열, 감수 분열	
유전과	수정과 발생	식물의 생식세포 형성과 발생과정을 관찰할 수 있다.	속씨식물의 수분, 꽃가루관의 발아, 조직의 발생, 기관의 발생	
	염색체	염색체를 관찰하여 핵형을 분석	염색체의 관찰, 핵형 분석	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
진화		할 수 있다.		
	유전물질	모의실험을 통해 DNA의 구조를 이해한다.	DNA 추출, DNA 모형 제작	
	유전 현상	여러가지 유전현상을 실험을 통해 관찰할 수 있다.	교배 실험, 멘델의 유전 법칙, 반성 유전, 초파리의 돌연변이 형질, 사람의 유전 형질	
	진화	모의실험을 통해 진화를 이해한다.	대립 유전자의 빈도, 진화의 이해	
생물과 환경	생물의 채집 및 분류	생물을 채집하고 분류할 수 있다.	생물 채집, 표본 제작, 생물의 동정, 생물 분류	
	군집과 개체군	개체군과 군집을 특성을 조사할 수 있다.	방형구법, 생물 군집조사, 생태계 구성 요소, 개체군 생장곡선	
	환경오염	환경오염을 측정할 수 있다.	환경오염 측정, 환경오염이 생물에 미치는 영향	
생명 공학	세포와 조직	세포와 조직을 배양할 수 있다.	세포 배양, 계대 배양, 조직 배양	
	유전공학	유전공학 실험을 수행할 수 있다.	전기영동, 제한 효소, 형질전환	
	유전체 탐구	유전체 탐구를 할 수 있다.	유전체 이용 탐구, 생물정보학	

## 2. 성취기준

### [고급생명과학]

#### (1) 세포의 에너지

- ① 세포를 구성하는 유기화합물의 종류를 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산으로 구분하고 각 물질의 특성을 실험을 통해 확인하고 설명할 수 있다.
- ② 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산의 기능을 각 물질의 분자 구조를 바탕으로 설명할 수 있다.
- ③ 엽록소 형광 발생 실험을 통해 엽록체의 틸라코이드막에서 빛에너지가 흡수되는 과정을 이해하고 빛에너지가 ATP의 화학에너지로 전환되는 전자전달 과정을 설명할 수 있다.
- ④ 빈 회로에서 중간 산물의 생성과 변화 과정을 이해하고, 이를 밝혀낸 과정을 설명할 수 있다.
- ⑤ 순환적 광인산화와 비순환적 광인산화의 차이를 이해하고 이를 결정하는 요인을 설명할 수 있다.
- ⑥ 광호흡의 의미를 알고, 환경에 대한 적응의 측면에서 C3, C4, CAM 식물의 차이를 설명할 수 있다.

- ⑦ 전자현미경 사진에서 미토콘드리아의 미세구조를 확인하고, 발효 실험을 통해 세포 호흡의 해당 과정에서 일어나는 기질수준 인산화의 의미를 설명할 수 있다.
- ⑧ 해당과정과 TCA회로의 각 경로에서 생성되는 중간산물의 화학적 특성을 알고, 그들의 생성과 변화를 설명할 수 있다.
- ⑨ 전자전달계와 화학삼투에 의한 산화적 인산화 과정을 설명할 수 있다.
- ⑩ ATP 합성효소의 ATP 합성원리에 대한 탐구과정을 통해 ATP 합성의 원리를 설명할 수 있다.
- ⑪ 포도당 이외의 유기화합물의 분해 및 합성 과정을 설명할 수 있다.
- ⑫ 근육수축처럼 ATP에너지가 세포의 생명활동에 이용되는 다양한 사례를 설명할 수 있다.
- ⑬ 산소호흡, 무산소호흡, 발효의 차이를 구분하고 사례를 들어 설명할 수 있다.

### (2) 생물의 조절과 방어

- ① 신경세포의 막 전위 변화를 세포막에서의 이온 이동을 중심으로 설명할 수 있다.
- ② 활동 전위의 전도와 시냅스에서의 흥분 전달 과정을 이해하고, 흥분성 시냅스와 억제성 시냅스에 대해 설명할 수 있다.
- ③ 중추 신경계에서 이루어지는 자극 전달을 조절하는 약물 및 학습과 기억의 원리를 설명할 수 있다.
- ④ 신경과 호르몬을 비롯한 다세포 생물의 신호 전달 방식을 알고 이들의 차이점을 설명할 수 있다.
- ⑤ 호르몬의 작용기작을 설명할 수 있다.
- ⑥ 수용성 호르몬과 지용성 호르몬을 구별하고 이들의 신호 전달 방식의 차이점을 설명할 수 있다.
- ⑦ 옥신 농도에 따른 줄기 신장 실험을 통해 식물 호르몬의 종류와 기능 및 피토크롬과 광주기성에 대해 이해하고 식물의 화학적 조절 기작을 설명할 수 있다.
- ⑧ 식물 종자 발아에 관여하는 피토크롬의 역할을 설명할 수 있다.
- ⑨ 질병의 의미를 이해하고 전염성 질병과 병원체의 종류를 연관지어 설명할 수 있다.
- ⑩ 비특이적 방어와 특이적 방어를 구별하고, 림프구의 종류와 기능을 설명할 수 있다.
- ⑪ 체액성 면역과 세포성 면역을 구분하고, 이들의 유기적 관계를 설명할 수 있다.
- ⑫ 면역 관련 질병의 다양한 사례와 발병 기작을 설명할 수 있다.
- ⑬ 단일 항체를 활용하여 암을 극복할 수 있는 원리를 설명할 수 있다.
- ⑭ 식물은 세균이나 해충의 피해를 막기 위해 어떤 방어 수단을 가지고 있는지 설명할 수 있다.

### (3) 유전자의 구조와 발현

- ① 세포분열의 필요성을 알고, 세포주기 각 단계의 특징 및 세포주기 조절 기작을 설명할 수 있다.
- ② 세포분열 시 염색체가 분리되는 과정을 설명할 수 있다.
- ③ 원핵세포와 진핵세포의 염색체 구성 물질 및 미세 구조적 차이를 설명할 수 있다.

- ④ 핵산이 유전물질이라는 실험적 증거들을 학습하고, DNA와 염색체, 유전자의 관계를 설명할 수 있다.
- ⑤ 유전체의 개념을 알고, 종에 따라 유전체의 크기, 밀도 등의 특성이 다름을 설명할 수 있다.
- ⑥ 다세포 진핵생물이 갖는 비암호화 DNA의 종류와 다유전자군의 특성을 설명할 수 있다.
- ⑦ DNA의 반보존적 복제를 확인하는 실험 과정을 설명할 수 있다.
- ⑧ 선도가닥과 지연가닥에서의 DNA 복제 과정 차이를 설명할 수 있다.
- ⑨ DNA 복제 과정 중 발생한 오류를 교정하는 DNA 중합효소의 기능을 설명할 수 있다.
- ⑩ 유전자와 단백질의 관계를 알고, 유전자 전사 및 단백질 합성의 과정을 상세하게 설명할 수 있다.
- ⑪ 원핵생물과 진핵생물의 유전자 발현 과정의 차이점을 알고 진핵생물에서 유전자 발현이 조절되는 원리를 전사, 전사 후, 번역, 번역 후의 조절 등으로 나누어 설명할 수 있다.
- ⑫ 돌연변이, 바이러스 등에 의해 유전 정보가 달라지는 기작 및 유전자 질환에 대해 구체적인 예를 들어 설명할 수 있다.
- ⑬ DNA 중복, 재배열, 돌연변이 등에 의하여 유전체가 진화하는 과정을 설명할 수 있다.
- ⑭ 서로 다른 종간의 유전체 비교를 통해 계통학적 근연관계를 추론할 수 있다.
- ⑮ 발생의 과정을 유전자의 발현과 관련하여 이해하고, 물리적, 화학적, 생물학적 요인에 의한 유전자의 연속적, 차등적 발현과 발생의 조절에 대해 설명할 수 있다.
- ⑯ 동물의 기본 구조가 형성되는 형태형성의 과정을 설명할 수 있다.
- ⑰ 특정 신호에 의한 유도 작용 및 세포분화의 일반적 원리를 설명할 수 있다.
- ⑱ 발생에 관여하는 유전자들이 진화에 중요한 역할을 한다는 것을 설명할 수 있다.

#### (4) 생명공학의 기술과 응용

- ① 세포와 조직을 배양하는 과정에서 염색체나 유전자를 인위적으로 조작 할 수 있는 세포 공학 기술을 설명할 수 있다.
- ② 유전자 재조합 기술과 이에 사용되는 제한 효소의 기능과 종류를 설명할 수 있다.
- ③ 식물 조직 배양, 동물의 핵 이식에 관한 연구사례를 학습하고, 동·식물의 복제 원리를 설명할 수 있다.
- ④ 전체 유전체 해독을 위한 접근 방법을 설명할 수 있다.
- ⑤ 유전체 분석 자료의 관리 과정을 알고, 이를 활용한 프로테오믹스, 시스템생물학 등의 최신 학문에서 하는 일이 무엇인지 설명할 수 있다.
- ⑥ 유전자 치료 방법의 예를 들고, 유전자 치료 및 인간 게놈 프로젝트의 의미와 문제, 미래에 대한 자신의 견해를 근거를 들어 주장할 수 있다.
- ⑦ 생명 공학의 발달로 초래될 수 있는 윤리적, 사회적 문제점을 제시하고 이에 대한 자신의 견해를

근거를 들어 주장할 수 있다.

[생명과학실험]

(1) 생물의 구조와 기능

- ① 광학현미경과 주사전자현미경을 정확하게 사용하여 선명한상을 찾을 수 있다.
- ② 현미경으로 식물 세포와 동물 세포를 관찰하고 차이점을 설명할 수 있다.
- ③ 삼투 현상에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 실험을 설계하고 수행할 수 있다.
- ④ 삼투 현상에 의한 원형질 분리와 복귀를 설명할 수 있다.
- ⑤ 삼투압 측정 실험을 수행하고 실험의 원리와 실험 결과를 바르게 설명할 수 있다.
- ⑥ 식물의 생식기관을 관찰하고 구조와 기능을 설명할 수 있다.
- ⑦ 무척추동물과 척추동물을 해부하여 각 기관의 구조와 기능을 설명할 수 있다.

(2) 물질대사

- ① 효소의 촉매 작용을 설명할 수 있다.
- ② 온도와 pH에 따른 효소의 반응속도 변화를 확인할 수 있는 실험을 설계, 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- ③ 빛, 온도 등의 환경 요인에 따른 광합성 속도를 측정하는 실험을 설계, 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- ④ 환경 요인에 따른 세포 호흡 속도를 측정하는 실험을 설계, 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- ⑤ 효모 발효 실험을 통하여 산소호흡과 발효의 차이점을 설명할 수 있다.
- ⑥ 혈액을 원심분리시켜하여 혈액에서 적혈구가 차지하는 비율을 측정하고 적혈구의 산소운반 기능을 설명할 수 있다.

(3) 자극과 반응

- ① 빛, 중력, 접촉, 호르몬 등의 물리 화학적 자극에 반응하는 동물의 행동을 관찰하고 일반화할 수 있다.
- ② 사람의 몸에서 일어나는 여러 가지 반사를 실험을 통해 확인하고 신호 전달 경로를 설명할 수 있다.
- ③ 식물의 굴중성과 굴광성을 확인하는 실험을 설계, 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.

#### (4) 생식과 발생

- ① 체세포 분열과 감수 분열을 관찰하여 세포 분열 단계를 구별하고 각 단계의 특징을 설명할 수 있다.
- ② 속씨식물의 수분과 꽃가루관의 발아를 설명할 수 있다.

#### (5) 유전과 진화

- ① 초파리의 침샘염색체를 현미경을 통해 관찰하고 침샘염색체와 일반염색체의 차이를 설명할 수 있다.
- ② 사람 염색체 사진 자료를 통해 핵형을 분석하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- ③ 세포에서 DNA를 추출하는 실험을 수행하고 실험 과정의 각 단계가 어떤 의미가 있는지 설명할 수 있다.
- ④ DNA 이중 나선 구조 3차원 모형을 정확하게 만들고, 특징을 설명할 수 있다.
- ⑤ 초파리 교배 실험을 통해 멘델의 유전법칙을 확인하고, 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- ⑥ 반성 유전의 원리를 알아보는 교배 실험을 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- ⑦ 초파리의 야생형과 구별되는 다양한 돌연변이 형질을 찾아내고 차이점을 설명할 수 있다.
- ⑧ 가계 조사와 집단 조사를 통해 사람 유전 형질의 유전 원리를 설명할 수 있다.
- ⑨ 생물체의 구조와 기능을 진화의 관점에서 이해할 수 있는 탐구를 설계하고 수행할 수 있다.
- ⑩ 진화적 관점에서 대립 인자의 빈도 변화를 알아볼 수 있는 모의실험을 설계하고 수행할 수 있다.

#### (6) 생물과 환경

- ① 생물을 채집하고 표본을 제작할 수 있다.
- ② 생물을 동정하고 분류할 수 있다.
- ③ 방형구법을 이용하여 식물 군집의 특성을 파악하고 우점종을 판별할 수 있다.
- ④ 특정 생태계를 분석하여 생물과 비생물 환경 요인을 구분할 수 있다.
- ⑤ 단세포 생물 배양 등을 통해 개체군의 생장 곡선을 구할 수 있다.
- ⑥ 환경오염 물질이 식물의 생장에 미치는 영향을 조사할 수 있다.
- ⑦ 동물 개체군에 영향을 주는 생물적 요인과 비생물 요인을 찾고 이를 모델화 할 수 있다.
- ⑧ 환경오염의 정도를 측정할 수 있다.

#### (7) 생명공학

- ① 동물 세포를 계대 배양하고 이를 활용하는 방법을 설명할 수 있다.
- ② 식물 조직을 배양할 수 있다.

- ③ 식물 조직을 배양하고 이를 활용하는 방법을 설명할 수 있다.
- ④ 대장균을 실험실에서 인공적으로 배양하고 조작할 수 있다.
- ⑤ 대장균을 배양하고 이를 활용하는 방법을 설명할 수 있다.
- ⑥ 전기영동으로 DNA를 분리하고 확인할 수 있다.
- ⑦ 제한 효소로 절단한 DNA 조각의 크기를 전기영동으로 분석할 수 있다.
- ⑧ 대장균 형질 전환 실험을 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.

# 고급지구과학·지구과학실험

## 1. 내용체계

### [고급지구과학]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
고체 지구	지구의 모양과 내부	지구내부의 구조는 지진파를 통해 알아냈다.	지구의 모양, 지진파 지진파를 이용한 지각의 두께 결정 지구 내부의 구조, 구성물질, 물리량 분포	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨 터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토 론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
	지구의 역장	지구의 중력과 자기장이 존재한다.	중력장, 중력이상 지구 자기장, 지구 자기장의 형성과 변화	
	지구 구조론	판의 움직임에 따라 화산과 지진 이 발생한다.	고지자기와 대류의 이동, 판구조론 판 경계에서의 특징과 지질현상(화 산, 지진, 조산운동 등), 판을 움직 이는 힘 플룸구조론	
	광물의 성질	광물의 특성을 이용하여 광물을 분류한다.	조암광물, 규산염광물의 구조 광물의 결정계, 광물의 물리적, 화학 적 성질 편광현미경의 원리와 광학적 성질	
	암석의 특징과 분류	생성원인에 따라 화성암, 퇴적암, 변성암이 만들어진다.	마그마의 생성과 분화작용, 화성암 의 생성과 분류 변성암의 종류와 변성작용, 변성상 태 퇴적암의 생성과 분류, 퇴적구조	
	지질시대	상대연대와 절대연대를 이용하여 지층의 생성순서를 구한다.	상대연대와 지층의 대비 절대연대 측정법 지질연대표와 구분법	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
대기와 해양	고생물의 특징과 진화	화석을 이용하여 생물의 진화를 설명한다.	화석과 화석화작용, 지질시대별 고생물의 특징, 생물의 멸종과 진화	
	한국의 지질	시대별 지층 및 화성활동으로 한반도의 형성과정을 안다.	한반도 지체구조의 발달과정 시대별 지층 분포지역과 각 지층별 산출화석 한반도의 화성활동과 판구조적 특징 한반도의 형성	
	에너지 자원과 재해	자원의 성인을 안다. 화산, 지진, 사태 등의 자연재해와 대처법을 안다.	광상의 성인과 분류, 해저자원 주요 광물 및 희토류 광물 화산, 지진, 사태, 운석 충돌 등의 자연 재해	
	대기와 해양에 작용하는 힘	압력경도력, 전향력, 구심력, 마찰력, 와도는 대기와 해양에 작용하는 힘이다.	압력경도력, 전향력, 구심력, 마찰력 와도	
	힘들의 평형관계	대기와 해양에 작용하는 힘들에 의해 바람과 해류가 발생한다.	정역학 평형, 지균풍과 지형류(마구레스 방정식), 경도풍과 경도류 지상풍과 에크만수송	
	시공간 규모별 주요 현상	시간과 공간의 규모에 따라 다양한 파동이 만들어진다.	단주기 파동(중력파), 장주기 파동(관성중력파, 켈빈파), 초장주기 파동(베타효과, 행성파), 해일	
	대기와 해양의 자오면상 특성	편서풍파동에 의해 지상의 날씨가 변화한다. 해수는 표층순환과 심층순환을 한다.	대기대순환, 편서풍파동, 편서풍파동과 날씨, 제트류 해수의 표층순환, 서안강화현상, 심층순환	
	대기와 해양의 상호작용	대기와 해양의 상호작용에 의해 엘리뇨와 라니냐, 지구온난화가 나타난다.	대기와 해양의 운동규모 지구온난화 엘리뇨와 라니냐, 남방진동(ENSO)	
	대기의 성층과 특성	대기중의 수증기와 대기 안정도에 따라 구름이 만들어진다.	대기중의 수증기, 대기열역학 단열선도, 응결고도, 대기 안정도 태양복사와 지구복사	
	해양 조석	달의 기조력에 의해 조석과 조석파가 발생한다.	기조력 조석과 지구자전, 실제의 조석파	
	해수의 성질	해수의 물리적 화학적 성질을 이용하여 수괴를 설명한다.	해수의 물리 화학적 특성 수증 음과	
우주	천구의 이해	좌표계를 이용하여 천체의 위치를 설명한다.	지평좌표계와 적도좌표계 시간	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
우주를 바라보는 눈	다양한 망원경을 이용하여 천체를 관측한다.	광학망원경, 전파망원경, 우주망원 경	우주탐사의 역사	
태양계의 기원과 특성	태양계의 기원은 성운설로 설명하 고, 태양은 태양계의 유일한 항성 이다.	태양계 특성 태양계내 생물의 출현 태양계의 기원		
행성과 태양계의 작은 천체들	태양계는 행성과 작은 천체들로 구성되어 있다.	지구형 행성과 목성형 행성 왜소행성, 소행성, 혜성, 유성과 운 석		
별의 특성	별의 특성은 밝기, 온도, 질량으로 구분할 있다.	별의 밝기와 등급 별의 온도와 스펙트럼 별의 거리		
성간물질과 별의 탄생	성간물질이 중력수축하여 별이 탄 생한다.	성간 물질, 성간 소광, 암흑 성운, 발광 성운 중력 수축, 원시성 수소핵융합 반응		
별의 구조와 진화	별은 질량에 따라 진화 과정이 다 르다.	별의 에너지원, 별의 구조 H-R도, 별의 질량에 따른 진화 과정 블랙홀 변광성 초신성		
우리은하	우리은하는 막대나선은하이다.	우리은하의 구조, 암흑물질 차등은하 회전 은하의 회전과 질량		
외부은하	외부은하의 관측을 통해 우주의 크기와 은하의 진화를 안다.	은하의 형태와 은하의 분류 외부은하의 거리 외부 은하의 질량		
우주론	빅뱅 이론으로 우주의 탄생과 진 화를 설명한다.	허블 법칙과 우주 팽창, 우주배경복 사 우주론의 원리, 우주 모형, 우주 역 사와 미래		

## [지구과학실험]

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
고체 지구의 탐구	지구의 모양	지구타원체와 지오이드를 이용하여 지구의 모양을 안다.	지구타원체 지오이드의 모양	
	지구의 내부구조	지진파를 이용하여 진양과 진원의 위치를 찾는다.	진양과 진원의 위치결정 모형 실험 장치를 이용한 임영대 관찰	
	지구의 역장	지구의 중력과 자기장을 측정한다.	지구 중력 측정 방법 중력 보정 지구 자기장의 생성 원리	
	광물의 성질	광물의 물리적 화학적 특성을 이용하여 분류한다.	광물의 관찰 규산염 광물의 구조	
	암석의 특징과 분류	박편과 암석을 관찰하여 분류한다.	화성암, 변성암, 퇴적암의 관찰 및 해석 박편제작 편광현미경 사용법과 박편관찰	
	대륙과 해저의 이동	판이 이동함을 실험을 통해 안다.	고지자기 극의 이동 고지자기와 인도 대륙의 이동 해저확장과 판구조론	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석
	지구의 역사	화석과 암석의 연령 측정을 통해 지질시대를 안다.	화석의 관찰과 해석 층서 대비와 상대 연령 측정 암석의 절대 연령 측정	수학적 사고와 컴퓨터 활용
	야외 지질 조사	야외 지질조사를 통해 지질도를 작성한다.	주향과 경사의 측정 지질도 작성과 해석 야외 지질 조사 야외 지질 조사	모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
	기상 요소와 대기상태	대기의 실험을 통해 대기의 안정도를 파악한다.	전향력 시뮬레이션 실험 대기 안정도 단열선도	
	일기의 분석	일기도와 위성사진을 분석하여 일기를 예측한다.	일기도 작성 및 분석 기상 위성 사진 해석	
대기와 해양의 탐구	대기의 순환	지구의 대기는 순환한다.	대기 대순환 대기의 난류	
	해파와 조석	조석자료를 통해 기조력을 계산한다.	천해파 속도 조석 자료 분석	
	해수의 성질	수온과 염분자료를 통해 해수의 성질을 안다.	수온약충 수온과 염분의 자료 분석 해수면 경사와 해류 열 염분 순환	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
우주의 탐구	지구의 운동	좌표계를 이용하여 위치를 안다.	지평 좌표계와 적도좌표계	
			해시계의 원리 탐구	
			푸코 진자	
	천체의 관측	천체망원경으로 천체를 관측한다.	인공 위성과 원격 탐사	
			천체 망원경 조작법	
			천체 사진 촬영법(고정촬영, 가이드 촬영, CCD 촬영)	
	달과 행성의 운동	행성의 운동을 캐플러 법칙으로 설명한다.	달의 관측	
			달의 크레이터 높이 구하기	
			행성의 관측	
			행성의 궤도와 캐플러 제3법칙	
	태양의 운동	관측을 통해 태양의 특징과 운동을 안다.	태양의 위치변화	
			태양의 시직경 변화	
			흑점군 분류 및 상대 흑점 수 계산	
			태양의 광도 측정	
	별의 특성과 물리량	별의 특성과 물리량을 계산한다.	별의 스펙트럼 관측	
			별의 고유운동 측정	
			변광성 측정법	
			H-R도 작성	
			쌍성의 질량 계산	
	별의 거리	여러 방법으로 별의 거리를 구한다.	주계열 맞추기	
			세페이드 변광성을 이용한 거리 측정	
	은하의 회전	은하 회전 곡선을 이용하여 은하의 질량을 구한다.	M31의 회전 곡선을 이용한 질량 구하기	
	우주론	허블의 법칙을 이용하여 우주의 나이와 크기를 계산한다.	허블의 법칙과 우주 팽창	

## 2. 성취기준

[고급지구과학]

### (1) 고체지구

- ① 지오이드와 지구타원체를 이용하여 지구 모양을 나타낼 수 있다.

- ② 지진파의 종류와 전파특성을 이해하고, 지진파를 이용하여 지각의 두께를 결정할 수 있다.
- ③ 지진파 분석을 통한 지구 내부의 성층 구조와 구성 물질을 이해하고, 각 성층의 밀도, 중력, 압력 및 온도와 같은 물리량을 설명할 수 있다.
- ④ 지구의 인력, 중력 및 중력의 측정, 중력 보정과 중력 이상 등 지구의 중력장을 이해하고 우리나라의 중력 이상 분포를 설명할 수 있다.
- ⑤ 지구 자기장의 측정과 분포, 지구 자기의 변화, 지구 자기의 생성원리 및 역전을 발표할 수 있다.
- ⑥ 판구조론이 성립되기까지의 과정을 이해하고, 대륙이동과 해저화장을 지지하는 다양한 지질학적 고지자기학적 증거와 연구 결과를 이용하여 판구조론을 설명할 수 있다.
- ⑦ 판구조론에서 판을 이동시키는 원동력, 판의 경계와 종류, 각 경계에 나타나는 다양한 지질 현상을 이해하며 판의 운동과 지진, 화산 및 조산 운동을 관련지어 설명할 수 있다.
- ⑧ 지진파 토모그래피를 이용한 신구조론인 플룸구조론을 이해하고 판구조론과의 차이를 발표할 수 있다.
- ⑨ 광물의 정의와 종류, 여러 광물 중에서 조암 광물의 의미와 종류 등을 설명할 수 있다.
- ⑩ 광물을 구성하는 화학 성분이나 결정 구조에 따라 광물의 물리적, 광학적 성질이 달라짐을 이해하고 광물의 굳기, 비중, 전기적, 자기적, 열적 성질 등의 물리적 성질과 동질이상, 유질동상, 고용체 등의 화학적 성질을 설명할 수 있다.
- ⑪ 편광 현미경의 원리와 박편 제작 및 관찰을 통한 색, 간섭색, 소광현상 등의 광학적 성질을 설명할 수 있다.
- ⑫ 마그마의 생성 과정과 냉각에 의해 화성암이 형성되는 과정 및 마그마의 화학조성과 냉각속도에 따라 다양한 종류의 화성암이 생성됨을 이해하고, 화성암의 산출상태, 조직, 광물 성분과 화학 조성 등을 통해 화성암을 분류할 수 있다.
- ⑬ 변성암은 고온, 고압, 화학 성분의 변화 또는 이들의 복합적 작용에 의해 생성되고, 그 결과 다양한 변성 구조가 나타남을 설명할 수 있다. 이를 통해 변성암을 분류하고, 변성 광물의 종류와 변성 광물의 조합을 통해 변성 작용을 유추할 수 있다.
- ⑭ 퇴적암은 퇴적물이 퇴적되는 장소와 기원에 따라 분류하고, 퇴적암에 나타난 다양한 퇴적 구조를 통해 퇴적 환경을 유추할 수 있다.
- ⑮ 상대연령은 지층 누중의 법칙, 절단 관계의 법칙, 포유물의 법칙, 생물군 천이의 법칙 등을 이용하여 결정할 수 있음을 이해하고, 지층의 대비와 생성순서를 결정할 수 있다.
- ⑯ 방사성 동위 원소의 반감기를 이용하여 절대 연령을 구할 수 있다.
- ⑰ 지질 연대표를 이용하여 지질 시대를 구분하는 기준을 설명할 수 있다.
- ⑱ 화석의 종류와 의의, 그리고 화석을 통한 고생물의 특징과 진화를 설명할 수 있다.
- ⑲ 표준화석과 시상화석을 이해하고, 지질시대별 화석의 특징을 발표할 수 있다.
- ⑳ 한반도의 지질에 대한 전반적인 이해와 지질 시대의 변천에 따른 한반도 지체 구조의 발달 과정

을 설명할 수 있다.

- ㉑ 우리나라 고생대, 중생대, 신생대 지층의 분포 및 특징을 각 지층에서 산출된 다양한 화석을 통하여 설명할 수 있다.
- ㉒ 우리나라의 화성활동을 판구조론과 관련하여 설명할 수 있다.
- ㉓ 한반도의 지질학적 형성과정을 설명할 수 있다.
- ㉔ 화성, 변성, 퇴적 과정을 통해 광상이 형성되는 과정과 열수광상 및 해저자원에 대해 설명할 수 있다.
- ㉕ 주요 광물 및 희토류광물 등의 탐사를 조사하여 발표할 수 있다.
- ㉖ 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 조사하여 발표할 수 있다.

## (2) 대기와 해양

- ① 대기와 해양에 작용하는 힘들(중력, 압력 경도, 전향력, 마찰력)을 설명할 수 있다.
- ② 와도의 개념을 이해하고 설명할 수 있다.
- ③ 대기에 작용하는 4개의 힘들의 평형관계를 이해하며, 대기에서의 지균풍과 해양에서의 지형류 평형에 관여하는 힘들을 관련지어 설명할 수 있다.
- ④ 대기와 해양에서의 지상풍과 에크만수송의 생성 기작을 통합적으로 설명할 수 있다.
- ⑤ 시공간 규모별 주요 현상을 단주기, 장주기, 초장주기 과정으로 구분하여 설명할 수 있다.
- ⑥ 대기와 해양의 자오면상에서 나타나는 대기 대순환, 편서풍파동과 날씨, 제트류,를 설명할 수 있다.
- ⑦ 해수의 표층순환과 서안강화현상, 심층순환을 설명할 수 있다.
- ⑧ 대기와 해양 운동의 규모, 대기와 해양의 유사성과 상대성, 그리고 해수면을 통한 대기와 해양간의 상호작용을 통한 에너지와 물질 교환을 설명할 수 있다.
- ⑨ 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 발표할 수 있다.
- ⑩ 엘니뇨와 라니냐의 발생 메커니즘과 남빙진동(ENSO) 순환을 이해하고, 엘니뇨에 의한 전 지구적 기후변화의 결과와 우리나라 기후변화에 대한 영향을 설명할 수 있다.
- ⑪ 대기중의 수증기를 이해하고, 단열변화를 통해 구름이 생성되는 과정을 설명할 수 있다.
- ⑫ 단열선도(skew T & log P diagram)를 이용하여 대기의 안정도를 이해하고 안정층과 불안정층을 구분하며 상승응결고도(LCL), 대류응결고도(CCL), 자유대류고도(LFC)의 의미와 차이점을 발표할 수 있다.

- ⑬ 태양복사와 지구복사를 이해하고, 온실효과를 설명할 수 있다.
- ⑭ 조석을 일으키는 힘인 기조력을 수식으로 이해하며 평형 조석론과 동역학적 조석론 관점에서 조석현상을 설명할 수 있다.
- ⑮ 조석과 개념에서의 조화성분을 이해하고, 조석 마찰 개념에서의 조석과 지구자전을 설명할 수 있다.
- ⑯ 해수의 물리적 화학적 성질을 이용하여 수괴를 설명할 수 있다.
- ⑰ 해수 중 음파의 속도, 굴절과 반사 등의 특성을 이해하고, 해수 중의 음파가 가지는 독특한 특성을 설명할 수 있다.

### (3) 우주

- ① 천구를 이해하기 위한 좌표계인 지평좌표계와 적도좌표계를 이해하며 이들 좌표계를 이용하여 천체의 위치를 설명할 수 있다.
- ② 우주과학에서 시간의 의미를 설명할 수 있다.
- ③ 천체 망원경을 광학, 전파, 우주 망원경으로 구분하고 각각의 특성과 원리를 설명할 수 있다.
- ④ 천체망원경을 조작하여 천체를 관측할 수 있다.
- ⑤ 우주탐사 역사와 의미를 알고 우주 공간을 다양한 목적으로 활용할 수 있음을 설명할 수 있다.
- ⑥ 태양계의 특성을 이해하고 이를 태양계의 기원과 관련지어 설명할 수 있다.
- ⑦ 태양계의 생성과정과 태양계 내에서 생명이 탄생하기까지의 과정을 설명할 수 있다.
- ⑧ 태양계의 기원으로 성운설, 소행성설, 조석설을 알고, 성운설을 중심으로 태양계의 기원을 이해하고, 태양의 물리적 특성을 설명할 수 있다.
- ⑨ 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 비교할 수 있다.
- ⑩ 왜소행성, 혜성, 소행성, 유성과 운석 등 태양계 내의 작은 천체의 형태, 종류와 기원을 설명할 수 있다.
- ⑪ 별의 겉보기등급과 절대등급을 복사플러스, 거리, 그리고 대기소광 등과 관련지어 이해하고, 별의 스펙트럼을 통해 별의 화학조성과 다양한 물리량을 추정할 수 있다.
- ⑫ 별의 색과 표면온도, 플랑크 곡선과 표면온도, 광도와 표면온도의 관계를 이용한 별의 크기 결정, 쌍성계를 이루는 별들의 질량을 결정할 수 있다.
- ⑬ 연주시차법, 분광시차법, 주계열 맞추기, 세페이드 변광성의 맥동주기와 광도 관계를 이용하여 별까지 거리를 구할 수 있다.
- ⑭ 우주 공간에 존재하는 성간물질의 분포를 이해하고, 가스와 먼지의 흡수와 산란에 의한 성간소광을 이해하며 암흑성운과 발광성운 등 성운의 종류와 특징을 설명할 수 있다.

- ⑯ 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 설명할 수 있다.
- ⑰ 별 내부에서의 에너지 생성반응인 양성자 연쇄 반응( $p-p$ 반응), 탄소 순환 반응(CNO반응), 그리고 헬륨 핵융합 반응의 과정과 생성되는 에너지량을 설명할 수 있다.
- ⑱ 별의 질량이 별의 진화과정에 중요한 요인임을 이해하고, 진화 과정을 H-R도에서 설명할 수 있다. 산개성단과 구상성단의 H-R도를 비교하여 별의 진화를 설명할 수 있다.
- ⑲ 질량이 매우 큰 별의 최후인 블랙홀에 대해 설명할 수 있다.
- ⑳ 맥동 변광성과 폭발 변광성의 종류와 물리적 성질을 설명할 수 있다. 폭발 변광성에서는 별이 소멸할 때 별의 밝기가 극적으로 변화하는 현상과 규칙적인 밝기 변화가 나타나는 현상을 설명할 수 있다.
- ㉑ 별이 일생을 폭발에 의해 마감하는 순간에 나타나는 신성과 초신성의 종류와 그 특징을 이해하고, 별이 폭발할 때의 핵융합 반응과 자연계의 무거운 원소들의 관계를 설명할 수 있다.
- ㉒ 은경과 은위로 표현되는 은하좌표계와 은하의 회전을 이해한다. 은하좌표계는 우리 은하의 회전이나 천체의 분포 등을 효과적으로 기술하기 위한 것임을 이해하고, 오르트 공식을 이용하여 우리 은하의 차등 회전과 강체 회전을 설명할 수 있다.
- ㉓ 태양 부근의 회전 속도, 태양과 은하 중심까지의 거리, 그리고 태양의 궤도 주기를 설명할 수 있다.
- ㉔ 우리 은하의 회전과 다양한 외부 은하의 회전 측정 자료를 이용하여 은하들의 회전을 비교, 검토하여 그 의미를 설명할 수 있다.
- ㉕ 은하의 분류 기준과 종류, 그리고 각각의 특징을 이해하고 은하까지의 거리를 구하는 방법 및 필요성을 설명할 수 있다.
- ㉖ 은하의 절대 광도와 질량을 구하기 위해 은하까지의 거리를 알고 지구와 은하와의 거리에 따라 은하까지의 거리를 구하는 방법이 다름을 설명할 수 있다.
- ㉗ 은하의 크기, 질량, 광도, 질량-광도비( $M/L$ ), 색깔 등의 일반적 특징을 이해하고, 이외에도 활동 은하와 아주 먼 거리에 있어서 심한 적색 이동을 나타내는 퀘이사를 설명할 수 있다.
- ㉘ 우주의 기원을 설명하는 이론 중 가장 많은 지지를 받는 대폭발 이론을 지지하는 관측 사실들을 이해하고, 예측되는 우주의 미래상과 그것을 결정짓는 요인들을 설명할 수 있다.
- ㉙ 허블 법칙의 의미와 문제점을 알고 우주론의 원리 및 우주 모형, 우주의 역사와 미래에 대해 설명할 수 있다.

[지구과학실험]

(1) 고체지구의 탐구

- ① 지구 타원체 개념을 이용하여 지구의 모양과 크기를 설명할 수 있다.
- ② 인공위성 실측 자료를 통해 전 지구적인 지오이드의 모양을 그릴 수 있다.
- ③ 우리나라에서 관측된 실제 지진 자료로부터 진앙과 진원의 위치를 결정할 수 있다.
- ④ 모형 실험 장치를 이용하여 암영대를 관찰함으로써 지구 내부에서 지진파의 암영대가 생기는 원리를 설명할 수 있다.
- ⑤ 다양한 방법으로 실험을 설계하여 지구의 중력을 측정할 수 있다.
- ⑥ 관측 지점의 고도와 질량 분포를 고려하여 중력을 보정하는 방법을 설명할 수 있다.
- ⑦ 지구 자기장 생성 이론과 관련된 자료를 수집하고, 토의를 통해 지구 자기장 생성의 원리를 발표할 수 있다.
- ⑧ 광물의 물리적 성질과 화학적 성질을 이용하여 여러 가지 종류의 광물을 분류할 수 있다.
- ⑨ 규산염 광물의 특징을 구조와 연계하여 이해하고 결정 구조 모형을 직접 만들 수 있다.
- ⑩ 화성암, 변성암, 퇴적암을 관찰하고 분류하여, 암석의 성인과 생성 환경을 설명할 수 있다.
- ⑪ 화성암, 변성암, 퇴적암의 박편을 제작할 수 있다.
- ⑫ 편광 현미경 사용법을 익히고 간섭색, 굴절률, 소광 현상 등을 살펴보며 관찰 결과는 스케치나 사진과 함께 기재하고 이를 해석할 수 있다.
- ⑬ 겉보기 지자기 극 이용 곡선을 통해 대류의 이동을 추론할 수 있다.
- ⑭ 고지자기 자료를 이용하여 인도 대류의 이동 속도 변화와 이동 경로를 구할 수 있다.
- ⑮ 판 경계에 작용하는 힘의 특성을 파악하여 각 경계에서 일어나는 현상을 설명하고, 해저 화장에 따른 지자기 분포 이상과 연계하여 판구조론을 설명할 수 있다.
- ⑯ 지질시대별 화석을 관찰하고, 화석의 특징과 생존 당시의 서식 환경을 추론하여 설명할 수 있다.
- ⑰ 암상 및 지질구조와 화석을 이용하여 층서를 대비하고 이를 통하여 상대 연대를 결정할 수 있다.
- ⑱ 방사성 동위 원소의 반감기를 이용한 절대 연령 측정 원리를 이해하고, 자료를 해석하여 연령을 계산할 수 있다.
- ⑲ 클리노미터를 이용하여 지층의 주향과 경사를 측정할 수 있다.
- ⑳ 지층 등고선, 지층 경계선, 지형 등고선의 개념을 이해하여 지질도를 작성하고 해석할 수 있다.
- ㉑ 이론적으로 습득한 지질학적 기초 개념과 기본 원리를 야외 지질 조사를 통하여 적용할 수 있다.
- ㉒ 학교 주변의 야외 지질 조사를 통하여 그 지역의 지질 및 지사를 설명할 수 있다.

(2) 대기와 해양의 탐구

- ① 전향력 효과를 알아보기 위한 실험 장치를 설계하고, 전향력의 영향을 받는 물체의 운동 경로를

설명할 수 있다.

- ② 높이에 따른 온도분포 실험을 통해 대기의 안정도를 설명할 수 있다.
- ③ 단열선도를 구성하는 요소들의 특성을 파악하여 여러 기상 요소들을 결정하고 해석할 수 있다.
- ④ 최근 기상 관측 자료로부터 일기도를 작성하고 지상 일기도와 상층 일기도를 비교할 수 있다.
- ⑤ 위성에서 관측한 가시 영상과 적외 영상을 해석하여 날씨를 예측할 수 있다.
- ⑥ 회전 원통 실험을 통해 대기 대순환을 설명할 수 있다.
- ⑦ 난류의 생성 원리를 파악하고 지면의 기복에 따른 대기 난류의 변화를 설명할 수 있다.
- ⑧ 지진성 해일 실험 장치를 이용하여 해일의 원리를 알고 쓰나미에 의한 해안 환경의 변화, 피해 등과 관련지어 천해파의 성질을 설명할 수 있다.
- ⑨ 우리나라 조석 자료의 분석을 통하여 조석 유형을 결정하고, 조석 현상을 달의 위상과 연계하여 설명할 수 있다.
- ⑩ 최근 우리나라 동해, 남해, 서해의 관측 자료를 토대로 수온 약층의 특성을 설명할 수 있다.
- ⑪ 우리나라 주변 표층수의 수온과 염분 자료를 통해 해수의 계절적 변화와 그 특징을 알고, 최근 수십 년 동안의 자료로부터 지구 환경이 어떻게 변하였는지 발표할 수 있다.
- ⑫ 해양의 밀도 구조와 해류에 의한 해수면 경사의 모양을 그릴 수 있다.
- ⑬ 열 염분 순환을 확인할 수 있는 실험을 설계하고 이를 통하여 열 염분 순환의 원리를 설명할 수 있다.

### (3) 우주의 탐구

- ① 투시 천구의의 사용법을 익혀 지평 좌표계와 적도 좌표계로 천체의 위치를 표시할 수 있다.
- ② 구면삼각법과 같은 수학적 요소와 통합하여 해시계의 원리를 이해하고, 해시계를 이용하여 편각, 위도 및 경도를 구할 수 있다.
- ③ 간이 푸코 진자를 이용하여 지면에 대한 진동면의 상대적인 회전 운동을 이해하고 위도별 회전 주기 변화를 계산할 수 있다.
- ④ 인공 위성을 이용한 원격 탐사의 원리를 이해하고, 실제 사례를 통하여 원격 탐사의 성과와 가치를 발표할 수 있다.
- ⑤ 천체 망원경을 조작하여 천체를 관측할 수 있다.
- ⑥ 천체 사진 촬영을 위한 기초 이론부터 실제 촬영 사진을 얻기까지 과정을 이해하고, 고정촬영, 가이드촬영, ccd촬영을 통해 천체 사진을 촬영할 수 있다.
- ⑦ 달 관측을 통하여 달의 운동을 설명할 수 있다.
- ⑧ 달 표면의 크레이터를 관측하기 좋은 조건을 파악하고, 크레이터의 높이를 측정할 수 있다.
- ⑨ 행성의 관측을 통하여 행성의 운동을 설명할 수 있다.
- ⑩ 행성을 관측한 자료로 부터 케플러 제 3법칙을 유도하고, 목성과 그 위성을 관측한 자료를 이용

하여 목성의 질량 계산할 수 있다.

- ⑪ 태양의 위치 변화 자료를 이용하여 시태양시, 평균 태양시, 균시차의 개념을 설명할 수 있다.
- ⑫ 태양의 시직경 크기 변화를 통해 타원 방정식을 유도할 수 있다.
- ⑬ 태양 흑점 발생 자료를 통하여 극대기와 극소기를 파악함으로써 흑점 주기를 알고, 태양 표면의 흑점 관측을 통하여 흑점군 분류 및 상대 흑점 수를 계산할 수 있다.
- ⑭ 간이 측광기를 제작하여 태양의 광도를 측정하고 기술, 수학, 환경과 연계하여 실생활에서 태양 에너지를 효과적으로 활용할 수 있는 방법에 대하여 토론할 수 있다.
- ⑮ 키르히호프 법칙을 이용한 별의 스펙트럼 분석과 간이 분광기를 통한 다양한 빛의 스펙트럼을 비교할 수 있다.
- ⑯ 별의 고유 운동을 측정하여 별의 공간 운동을 설명할 수 있다.
- ⑰ 안시 관측, 사진 관측 및 광전 측광에 의한 변광성의 밝기를 측정할 수 있다.
- ⑱ 별의 분광형과 절대 등급 사이의 관계를 나타내는 H-R도를 작성할 수 있다.
- ⑲ 광도 주기 곡선과 케플러의 제 3법칙을 이용하여 쌍성의 질량을 구할 수 있다.
- ⑳ 주계열 맞추기를 통하여 성단까지의 거리를 계산할 수 있다.
- ㉑ 세페아이드 변광성의 주기·광도 관계를 이용하여 천체까지의 거리를 계산할 수 있다.
- ㉒ M31의 회전 곡선과 질량과의 관계를 이해하고 회전 곡선을 이용하여 은하의 질량을 구할 수 있다.
- ㉓ 허블의 법칙을 이용하여 우주의 크기와 나이를 계산하는 과정을 유도하고 최신 연구 결과를 통하여 우주 팽창에 대하여 설명할 수 있다.

# 융합과학탐구

## 1. 내용체계

영역	핵심 개념	내용요소
융합과학 탐구의 방법 및 과정	융합 과학 탐구 능력	질문하기 및 문제 인식하기, 모형 개발 및 사용하기, 조사 계획 설정 및 수행하기, 자료 분석 및 해석하기, 수학 및 계산적 사고를 활용하기, 설명을 고안하고 해를 설계하기, 증거를 기초로 하여 논쟁에 참여하기, 정보를 얻고, 평가하고, 의사 소통하기
	융합과학 탐구의 과정	문제 인식 가능한 해결 방법 찾기 문제 해결 방안 설계하기 해결 방안 찾아보기–모델만들기 개선점 찾기
융합과학 탐구의 실제	융합과학 탐구에서의 의사 소통	탐구 보고서 작성 및 발표, 토론을 통한 의사 결정
	융합과학 탐구의 실제	자율적 융합과학 탐구 수행하기

## 2. 성취기준

### (1) 융합과학 탐구의 방법 및 과정

- ① 융합과학탐구의 과정으로서 과학탐구의 귀납적 연구 방법과 가설–연역적 연구 방법을 이용하여 연구의 차이점과 특징을 사례를 들어 설명할 수 있다.
- ② 융합과학탐구과정에서 과학탐구 과정에서와 같이 반드시 지켜야 할 윤리 규정이 무엇이 있는지 설명할 수 있다.

- ③ 과학탐구에서 활용되는 기초적인 탐구 능력으로서 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리 등의 탐구 능력을 익혀 융합과학 탐구에 활용할 수 있다.
- ④ 융합과학탐구를 수행하는 과정으로서의 ‘실천’ 능력인 질문하기 및 문제 인식하기, 모형 개발 및 사 용하기, 조사 계획 설정 및 수행하기, 자료 분석 및 해석하기, 수학 및 계산적 사고를 활용하기, 설명을 고안하고 해를 설계하기, 증거를 기초로 하여 논쟁에 참여하기, 정보를 얻고, 평가하고, 의사 소통하기 등의 요소의 개념을 설명할 수 있다.
- ⑤ 자연과 일상생활에서 관심과 흥미가 있는 연구 주제를 선정하고 관련된 자료를 찾아 구체적인 연구 문제를 선정한다.
- ⑥ 국내외 논문 검색 등을 이용하여 연구에 필요한 자료를 찾을 수 있다.
- ⑦ 자연 현상에 나타나는 규칙성, 그 현상들 사이의 관계 또는 이미 일어났거나 앞으로 일어날 행동과 사건에 대한 잠정적인 설명인 과학적인 가설을 진술할 수 있다.
- ⑧ 공학에서 많이 활용하는 공학적 설계, 과학 탐구 방법에서의 실험 설계 등의 방법 융합적 탐구 방법을 포함하는 탐구의 설계과정을 수행할 수 있다.
- ⑨ 융합과학탐구의 수행 과정 중에 얻을 수 있는 자료를 이용하여 연구에서 던진 질문 또는 검증하기 위해 설정된 가설 혹은 문제제기에 대한 확정적 언급인 결론을 도출하거나, 문제 해결 방법을 제안할 수 있다.
- ⑩ 연구의 결과를 보고서로 작성하고 구두 발표 또는 포스터 발표 등 다양한 미디어를 통해 연구 결과를 발표할 수 있다.
- ⑪ 과학과 수학의 원리를 바탕으로 응용이 이루어진 공학, 기술과 예술 분야 등을 관련지어 설명할 수 있다.
- ⑫ 현대 과학 연구에서 공동 작업과 토론의 중요성을 알고, 과학 연구에서 구체적인 토론 방법을 적용할 수 있다.

## (2) 융합과학 탐구의 실제

- ① 최근에 수행된 융합 과학 연구의 사례를 설명할 수 있다.
- ② 스스로 융합 과학 탐구의 전 과정을 수행할 수 있다.

# 과학과제연구

## 1. 내용체계

영역	핵심 개념	내용요소
과학 연구의 방법 및 과정	연구 설계	연구 방법론 및 윤리 규정 주제 선정 및 문헌 조사
	탐구 활동	탐구 설계 자료 수집 및 해석
	결론 도출 및 발표	결론 도출 보고서 작성 및 발표

## 2. 성취기준

### (1) 과학 연구의 방법 및 과정

- ① 토론과 조사를 통해 귀납적 연구 방법과 가설-연역적 연구 방법의 특징과 차이점을 설명할 수 있다.
- ② 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 일반화 등의 과학 탐구 요소의 개념을 설명 할 수 있다.
- ③ 과학 연구의 윤리 규정을 설명할 수 있다.
- ④ 관심과 흥미가 있는 연구 주제를 선정하고 관련된 자료를 찾아 구체적이고 독창적인 연구 주제 를 선정한다.
- ⑤ 국내외 논문 검색 등을 이용하여 연구에 필요한 자료를 찾을 수 있다.

- ⑥ 자료 및 문헌 조사로 통해 연구 주제와 관련된 선행 연구의 자료를 모을 수 있다.
- ⑦ 연구 목적을 달성할 수 있는 탐구 방법과 내용을 설계하고 필요한 기기 및 재료를 확보할 수 있다.
- ⑧ 관찰 또는 실험 등을 통해 자료를 획득할 수 있다.
- ⑨ 획득한 자료를 표, 그래프 등으로 변환할 수 있다.
- ⑩ 자료를 해석하여 연구에서 던진 질문 또는 가설에 대한 해답을 찾으며, 이때 필요하면 문헌 조사 를 병행하고 추가적인 관찰 또는 실험 등을 수행할 수 있다.
- ⑪ 자료 해석을 바탕으로 연구 결론을 도출할 수 있다.
- ⑫ 연구 결과를 보고서로 작성하며, 보고서 작성 시 참고 문헌을 명확히 표기할 수 있다.
- ⑬ 구두 또는 포스터 등의 방식으로 연구 결과를 발표할 수 있다.

# 생태와 환경

## 1. 내용체계

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
환경과 인간	환경관과 생명윤리	환경관에 따라 환경을 대하는 태도가 다르다.	환경의 특성, 자연관, 환경관, 인간의 위치, 생명윤리, 환경정의	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계 와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용
	생태계와 인간	생물다양성을 보전함으로써 인류는 다양한 혜택을 누릴 수 있다.	생태계, 생물다양성, 생물자원, 멸종, 생태계 교란, 생태계 복원	
	환경과 지속가능 발전	자연환경을 보전해야 지속가능 발전이 가능하다.	국토 이용, 도시화, 지구환경 변화, 지속가능발전	
자원과 에너지	인구와 식량	식량 자원 개발과 평등한 분배를 통해 식량 부족을 해결할 수 있다.	인구문제, 식량자원, 경작지 감소, GMO	증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
	에너지와 인류의 미래	신재생에너지와 자원 재활용을 통해 자원과 에너지 고갈을 극복한다.	자원의 종류, 자원고갈, 신재생에너지, 자원재활용	
환경 문제와 대책	환경 오염과 대책	오염 저감 기술과 방지 시설 통해 대기, 수질, 토양 오염을 줄인다.	대기 오염, 산성비, 수질오염, 부영영화, 녹조현상, 적조현상, 토양 오염, 소음	증거에 기초한 토론 과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사 소통
	사막화와 기후변화	사막화와 기후변화는 전지구적인 환경문제이며 이를 해결하기 위해 국제적인 노력이 필요하다.	사막화, 물부족, 화석 연료 사용, 지구온난화, 기후변화	
	환경 보건과 위생	내분비계교란물질과 방사능 물질은 생물농축에 의해 인간에게 피해를 준다.	내분비계교란물질, 생물농축, 방사능 물질, 환경 보건	
환경 보전	지역 환경과	환경 문제 해결을 위해 개인·	개인·사회·국가·국제사회	

영역	핵심 개념	내용	내용요소	기능
	지구 환경	사회·국가·국제사회의 역할이 필요하다.	의 역할, 환경 과학 기술	
	생태적 삶	생태적 삶이 환경문제를 해결 할 수 있다.	친환경소비, 적정기술, 생태경제, 국제기구의 활동과 협약, 진로 탐색	

## 2. 성취기준

### (1) 환경과 인간

- ① 동서양의 자연관이나 환경관에 따라 환경을 대하는 태도가 달랐음을 이해하고, 자연과 인간이 평화롭게 공존하기 위해서는 환경을 대하는 관점의 근본적인 변화가 필요함을 설명할 수 있다.
- ② 생물 다양성의 의미를 이해하고 생명 윤리의 관점에서 생물 다양성은 인류에게 주는 혜택과 상관없이 보전해야 하는 본래적인 가치가 있음을 설명할 수 있다.
- ③ 생태계 서비스, 생물 자원 등 생물 다양성이 인류에 주는 혜택을 설명할 수 있다.
- ④ 서식지 파괴, 외래종 도입, 남획 등 생물 다양성을 위협하는 요인을 알고 생물 다양성을 보전하기 위한 대책을 설명할 수 있다.
- ⑤ 지속가능한 발전의 의미와 지속가능한 경제활동 및 생활양식을 인식하고 적용과정에서 발생하는 사회적 쟁점을 고찰하여 이를 실천할 수 있다.
- ⑥ 도시화와 산업화에 따른 지구환경의 변화를 이해하고 보호지역 지정 등 자연환경을 보전할 수 있는 방안을 설명할 수 있다.

### (2) 자원과 에너지

- ① 인구의 증가, 경작지 감소, 식량자원의 불균형 분배에 따른 식량 문제를 이해하고, 이를 해결하기 위한 방안을 설명할 수 있다.
- ② 유전자재조합식품(GMO) 등의 장단점을 분석하여 비판적으로 사고할 수 있으며 해결방안을 모색 할 수 있다.
- ③ 자원의 의미와 종류, 생물자원의 중요성 등을 이해하고 자원 재활용을 통해 자원 고갈에 대비할 수 있음을 설명할 수 있다.
- ④ 신·재생 에너지의 종류와 특징을 이해하고 에너지 문제 해결을 위한 방안을 제시할 수 있다.

### (3) 환경 문제와 대책

- ① 산성비, 오존층 파괴 등 대기환경문제의 원인과 실태를 조사하고 해결 방안을 제시할 수 있다.
- ② 수질, 해양 및 토양오염의 원인과 대책, 자연정화 등을 파악하고 신기술개발 사례를 이해한다.
- ③ 폐기물, 소음, 실내공기오염, 악취, 광공해, 진동 등 생활환경 오염 문제와 대책을 이해한다.
- ④ 사막화와 기후 변화는 전 지구적인 환경 문제임을 이해하고 이를 해결하기 위해서는 국제 사회의 협력이 필요함을 설명할 수 있다.
- ⑤ 내분비계 장애물질과 방사능 물질은 생물농축에 의해 피해가 증폭될 수 있음을 이해하고 이러한 피해를 줄일 수 있는 생활태도를 제시할 수 있다.

#### (4) 환경 보전

- ① 자연환경보전의 필요성을 지속가능한 발전과 연계하여 설명할 수 있다.
- ② 개인, 사회, 국가, 국제 사회의 환경보전 역할을 이해하고 참여방안을 탐색할 수 있다.
- ③ 국제기구의 활동과 중요한 환경 협약을 이해하고 미래의 지구 환경을 예상할 수 있다.
- ④ 적정 기술, 생태 경제 등 환경 문제와 사회의 관련성을 이해하고 환경 과학 관련 진로를 탐색할 수 있다.



## 부 록

---

1. 영역별 내용체계표

2. 신구 대조표(2009 vs 2015)

## 부록1



### 영역별 내용체계표

#### 물리학

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		물리학 I	물리 II	
힘과 운동	시공간 과 운동	표준을 정하여 시간과 공간을 측정한다.				길이와 시간의 표준 국제표준단위계		(관찰)문제 확인
		시공간의 측정은 상대성이 있다.				특수 상대성 이론 동시성 질량에너지 등가성	일반 상대성 이론 중력렌즈 효과 블랙홀 가속좌표계 천체의 운동	탐구(창의적) 설계와 수행
		물체의 운동변화는 뉴턴의 운동법칙으로 설명된다.		물체의 운동 속력 속력과 안전	등속 운동 자유낙하 운동	뉴턴 운동법칙 1차원 힘의 합성과 분해	등가속도 운동 진자운동 포물선 운동	자료의 수집, 분석 및 해석
	힘	물체 사이에는 여러 가지 힘이 작용한다.	무게 측정, 수평잡기 용수철저울 간단한 저울 만들기		중력, 질량 마찰력, 탄성력, 부력		힘의 합성과 분해 물체의 평형(돌림힘)	수학적 사고와 컴퓨터 활용
		운동량은 물체의 충돌 전후에 보존된다.				운동량 보존 충격량		모형의 개발과 사용
	역학적 에너지	마찰이 없는 계에서 역학적 에너지는 보존된다.			일과 에너지 일의 원리 중력에 의한 위치에너지	탄성위치에너지	일-에너지 정리	증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가



영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		물리학 I	물리 II	
전기 와 자기	전기	두 전하 사이에는 전기력이 작용한다.			운동에너지 역학적 에너지 보존			결과 전달 및 의사소통
		물질은 전기적 성질에 따라 도체, 부도체, 반도체로 구분된다.			전기력 원자 모형 정전기 유도	원자와 전기력 에너지 준위	전하와 전기장 전기력선 정전기유도 유전분극	
		전기회로에서는 기전력에 의해 전류가 형성된다.				고체의 에너지띠 전기전도성 열전도 자성	축전기 다이오드 LED 트랜지스터 IC회로	
	자기	전류는 자기장을 형성한다.		전자석	전기회로 전구의 연결 전기절약 전기안전	전기회로 전압, 전류, 저항		자성체
		물질은 자기적 성질에 따라 자성체와 비자성체로 구분된다.	자기력 자석의 성질 자석의 쓰임새		자기장 전자기 유도 전동기 발전	전류에 의한 자기장 자기력선	원형전류에 의한 자기장 자기력선	
		자기장의 변화는 전기회로에 기전력을 발생시킨다.				원자자석 물질의 자성	유도기전력 RLC 회로	
열과	열평형	온도가 다른 물체가 접촉하면		온도	온도(운동 모형)			

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		물리학 I	물리 II	
에너지		온도가 같아진다.		온도 측정 전도, 대류 열평형, 단열	열의 이동 냉난방 기구 열평형			
		물질의 종류에 따라 열적 성질이 다르다.			비열, 열팽창	열전도		
	열역학 법칙	에너지는 전환되는 과정에서 소모되거나 생성되지 않는다.			소비전력			
		열이 모두 일로 전환되지는 않는다.				열역학 제2법칙 엔트로피		
	에너지 전환	에너지는 다양한 형태로 존재하며, 다른 형태로 전환될 수 있다.			에너지 전환	열역학 제1법칙		열의 일당량 열역학 제1법칙
		핵에너지는 질량이 에너지로 변환되어 발생한다.						
파동	파동의 종류	음파는 매질을 통해 전달되는 파동이다.	소리의 발생 소리의 세기 소리의 높낮이 소리의 전달		파동의 발생 음파 소리의 특징 (세기, 높낮이, 맵시) 파동의 요소 (파장, 진동수, 진폭)			
		빛을 비롯한 전자기파는 전자기 진동이 공간으로 퍼져나가는 파동이다.	빛의 직진(그림자)			전자기파의 응용		
	파동의 성질	파동은 반사, 굴절, 간섭, 회절의 성질을 가진다.	평면거울 빛의 반사	프리즘 빛의 굴절	빛과 시각 빛의 반사	파동의 진동수 파장	전자기파의 간섭과 회절	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		물리학 I	물리 II	
현대 물리	빛과 물질의 이중성	그림자 빛의 직진 그림자 크기 거울의 쓰임새	볼록렌즈 볼록렌즈의 쓰임새	빛의 굴절 상 빛의 합성	파동의 속력 파동의 간섭			
		파동은 정보를 전달할 수 있다.			광통신 무선통신 정보저장매체	전자기파 발생 안테나와 무선통신		
	미시세 계의 운동	빛과 물질은 입자와 파동의 성 질을 모두 가진다.			CCD 전자현미경	드브로이 물질과 입자의 파동성 빛의 입자성 광전효과		
		미시 세계에는 운동량과 위치 를 동시에 정확하게 측정할 수 없다.				불확정성 원리 수소원자의 구조 양자역학과 고전역학 4가지 상호작용 표준모형		

## 화학

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		화학 I	화학 II	
물질의 구조	물질의 구성 입자	물질은 입자로 구성되어 있다.			원소, 원소 기호 원자, 분자 이온, 이온의 형성	물질의 구성 입자		(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		입자를 세는 기본단위는 물이다.				물 화학 반응식 물 농도		
		원소는 주기성을 갖는다.				양자수, 오비탈과 전자 배치 주기율표 유효 핵전하의 주기성 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성		
	화학 결합	원소는 화학 결합을 하여 다양한 화합물을 형성한다.				화학 결합의 전기적 성질 이온 결합 공유 결합, 금속 결합 전기 음성도 결합의 극성 쌍극자 모멘트, 전자점식, 분자 구조, 전자쌍 반발 이론		
물질의 성질	물리적/화학적 성질	물질은 고유한 성질을 가지고 있다.	물체와 물질 물질의 성질에 따른 활용	용해 고체의 용해 용액의 진하기				기능

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		화학 I	화학 II	
물질의 성질	물질의 성질과 변화	물질의 여러 가지 성질 물질의 변화	용해에 영향을 주는 요인 용액의 분류 산성 용액과 염기성 용액의 성질					
		혼합물은 여러 가지 순물질로 구성되어 있다.	혼합물	공기	순물질과 혼합물 밀도, 용해도, 끓는점, 어는점			
		물질의 고유한 성질을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.	혼합물의 분리 고체 혼합물 거름, 증발		종류, 밀도차를 이용한 분리, 재결정, 크로마토그래피			
물질의 상태	물질은 상태에 따라 물리적 성질이 달라진다.	물질의 상태는 구성하는 입자의 운동에 따라 달라진다.		온도, 압력과 기체 부피	입자의 운동(증발, 확산) 기체의 압력 기체의 압력과 부피의 관계 기체의 온도와 부피의 관계		보일 법칙 샤를 법칙 아보가드로 법칙 이상 기체 방정식 분압	
		물질은 상태에 따라 물리적 성질이 달라진다.	고체, 액체, 기체의 성질 기체의 무게				수소 결합, 분산력 액체와 고체 용액의 농도 묽은 용액의 총괄성	
		물질은 여러 가지 상태로 존재한다.	고체, 액체, 기체의 분류 물의 순환	산소, 이산화탄소				

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		화학 I	화학 II	
물질의 상태 변화	물질은 온도와 압력에 따라 상태가 변화한다.	물질은 온도와 압력에 따라 상태가 변화한다.	물이 얼고 녹을 때의 변화 증발, 끓음 응결 물의 상태 변화		세 가지 상태 기화, 액화, 융해, 응고, 승화			
		물질은 상태 변화 시 에너지 출입이 있다.			끓는점 녹는점/어는점 상태 변화와 열에너지 출입			
물질의 변화	화학 반응	물질은 화학 반응을 통해 다른 물질로 변한다.		연소 현상 연소, 소화 연소 생성물	물리 변화와 화학 변화	산화와 환원, 산화수		
		물질은 가역 반응에서 동적 평형 상태를 이룬다.			가역 반응, 동적 평형 pH		평형의 원리 평형의 이동 상평형 그림 이온화 상수, 염의 가수 분해 완충 용액	
		물질이 변화하는 속도는 화학 반응마다 (물질마다) 다르다.					화학 반응 속도 반응 속도식 반감기 활성화 에너지 반응 속도에 영향을 미치는 요인	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		화학 I	화학 II	
에너지 출입		화학 반응에서 규칙성이 발견된다.			화학 반응식 화학 반응식 계수의 의미 질량 보존 법칙 일정 성분비 법칙 기체 반응 법칙	중화 반응의 양적 관계		
		화학과 우리생활이 밀접한 관련이 있다.		화재 시 안전대책		화학의 유용성 탄소화합물의 유용성	촉매, 효소	
		물질의 변화에는 에너지의 출입이 수반된다.			반응과 열 출입	별열 반응과 흡열 반응	엔탈피 헤스 법칙	
		물질의 화학 에너지는 화학 반응을 통해 다른 에너지로 전환될 수 있다.					화학 전지 전기 분해 화학의 유용성, 물의 광분해, 수소 연료 전지	

## ■ 생명과학

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		생명과학 I	생명과학 II	
생명 과학과 인간의 생활	생명과학의 특성과 발달과정	생명과학은 생명체의 탄생, 유지, 변화 원리를 이해하는 학문이다.				생명 현상의 특성		<ul style="list-style-type: none"> <li>- (관찰)문제 확인</li> <li>- 탐구(창의적) 설계와 수행</li> <li>- 자료의 수집, 분석 및 해석</li> <li>- 수학적 사고와 컴퓨터 활용</li> <li>- 모형의 개발과 사용</li> </ul>
		생명과학은 다양한 탐구방법에 의해 인류 역사와 함께 발전해 왔다.				귀납적 탐구방법 연역적 탐구방법 변인통제, 대조실험	생명과학의 발달 과정 생명과학의 연구 방법	
	생명 공학기술	생명공학기술은 질병 치료, 식량 생산 등 인간의 삶에 기여한다.	동물과 식물의 특징 모방의 생활 속 사례	균류와 원생생물의 이용 생명과학과 우리 생활			생명공학 기술의 원리와 사례 생명공학 기술의 문제점 생명공학 기술의 영향 생명윤리	
생물의 구조와 에너지	생명의 화학적 기초	생명체는 탄소화합물로 구성되어 있다.					탄수화물, 지질, 단백질, 핵산	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 증거에 기초한 토론과 논증</li> <li>- 결론 도출 및 평가</li> <li>- 결과 전달 및 의사소통</li> </ul>
		생명 현상은 다양한 화학반응에 의해 나타난다.					활성화 에너지, 기질 특이성, 활성부위, 촉매	
	생명의 구성 단위	생명체는 세포로 구성되어 있다.		현미경 사용법 익히기 세포 관찰하기			생명체의 유기적 구성 원핵세포와 진핵세포의 차이	
		세포는 세포막으로 둘러싸여 있고 세포 소기관을 가진다.		뼈와 근육의 구조와 기능		근수축	물질 수송	



영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		생명과학 I	생명과학 II	
동물의 구조와 기능		소화기관을 통해 영양소를 흡수하고 배설기관을 통해 노폐물을 배출한다.			영양소, 소화, 소화 효소, 배설계의 구조와 기능	3대 영양소, 소화 과정 및 흡수경로, 노폐물 생성 및 분비		
		호흡기관과 순환 기관을 통해 산소와 이산화탄소를 교환한다.		소화, 순환, 호흡, 배설 기관의 구조와 기능	순환계의 구조와 기능 호흡계의 구조와 기능 호흡 운동의 원리 에너지 생산과 소화·순환·호흡·배설의 관계	순환계, 호흡계 ATP 생산		
식물의 구조와 기능	식물은 뿌리, 줄기, 잎으로 구성되어 있다.	식물의 한살이	뿌리, 줄기, 잎의 기능	잎의 구조, 엽록체				
	뿌리에서 흡수된 물은 줄기를 통해 잎으로 이동한다.	증산 현상	증산작용	물의 이동과 증산작용				
	잎에서 만들어진 양분은 줄기를 통해 식물체의 각 부분으로 이동하고 저장된다.			광합성 산물의 전환, 저장, 이동, 사용				
광합성과 호흡	광합성을 통해 빛에너지가 화학에너지로 전환된다.		광합성	광합성에 필요한 물질과 광합성 산물 광합성에 영향을 미치는 요인			엽록체의 구조와 기능 광제를 통한 명반응 광합성의 탄소고정 반응	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		생명과학 I	생명과학 II	
		호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다.			식물의 호흡, 식물의 호흡과 광합성의 관계		미토콘드리아 해당과정 TCA 회로, 전자전달계, 산화적 인산화 산소 호흡과 밸효	
항상성과 몸의 조절	자극과 반응	감각기관과 신경계의 작용으로 다양한 자극에 반응한다.		감각기관의 종류와 역할 자극 전달 과정	눈, 귀, 코와 혀의 구조와 기능, 피부 감각과 감각점 뉴런과 신경계의 구조와 기능, 중추신경계와 말초신경계, 자극에서 반응하기까지의 경로	뉴런의 종류, 활동전위, 휴지전위, 분극, 탈분극, 시냅스, 신경전달물질, 신경계 종류, 길항작용, 뇌, 척수, 뇌질환		
		내분비계와 신경계의 작용으로 항상성을 유지한다.		항상성 유지	자극에 대한 반응에 관여하는 호르몬의 역할	항상성, 음성피드백, 호르몬의 특징, 표적 세포, 호르몬 질환, 혈당량 조절		
	방어 작용	인간에게 질병을 일으키는 다양한 원인이 있다. 우리 몸은 병원체에 대항하여 방어 작용을 한다.				질병의 원인 병원체의 종류 면역, 특이적 방어 작용, 비특이적 방어 작용		

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		생명과학 I	생명과학 II	
생명의 연속성	생식	생물은 유성생식 또는 무성생식을 통해 종족을 유지한다.	동물의 한살이 식물의 한살이 씨가 싹트는 조건 씨가 퍼지는 방법		세포가 분열하는 이유 염색체, 체세포 분열, 생식세포 분열			
		다세포 생물은 배우자를 생성하고 수정과 발생 과정을 거쳐 개체를 만든다.	동물의 암수 역할		동물의 발생 과정	생식세포의 다양성	유전자 발현과 발생	
	유전	생물의 형질은 유전 원리에 의해 자손에게 전달된다.			멘델의 유전 실험의 의의 멘델의 유전 원리	염색체 구조, 유전자, 상동염색체, 염색분체, 세포주기, 염색체 조합	반보존적 DNA복제 유전자 발현과 조절 오페론 조절 작용 원핵세포와 진핵세포의 전사조절	
		생물의 형질은 유전자에 저장된 정보가 발현되어 나타난다.			사람의 유전 형질, 가계도 조사 방법	상염색체 유전, 성염색체 유전, 가계도 분석, 유전자형		
	진화와 다양성	생물은 환경 변화에 적응하여 진화한다.	다양한 환경에 사는 동물 다양한 환경에 사는 식물	균류의 특징과 사는 곳 원생생물의 특징과 사는 곳	생물다양성의 중요성	생물다양성 의미와 중요성	막 형성의 중요성 단세포에서 다세포로의 진화	
		진화를 통해 다양한 생물이 출현한다.	동물의 생김새 식물의 생김새		변이		진화의 증거와 원리, 유전적 평형,	

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		생명과학 I	생명과학 II	
환경과 생태계	생태계와 상호작용	다양한 생물은 분류체계에 따라 분류한다.	특징에 따른 동물 분류 특징에 따른 식물 분류		생물 분류 목적과 방법 종의 개념과 분류체계		유전자 풀, 하디-바인베르크 법칙, 종분화	
		생태계의 구성 요소는 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며 서로 영향을 주고받는다.		생물 요소와 비생물 요소 환경요인이 생물에 미치는 영향		생태계의 구성, 군집의 특성, 개체군의 특성	3학년 6계 동물과 식물의 분류 체계 생물 계통수	
		생태계 내에서 물질은 순환하고, 에너지는 흐른다.		생태계의 구조와 기능 환경 오염이 생물에 미치는 영향 생태계 보전을 위한 노력 먹이사슬과 먹이그물 생태계 평형		탄소와 질소의 순환, 에너지 흐름, 에너지 효율, 영양단계		

 지구과학

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		지구과학 I	지구과학 II	
고체 지구	지구계와 역장	지구계는 지권, 수권, 기권, 생물권, 와권으로 구성되고, 각 권은 상호작용한다.	지구의 환경				원시 지구의 형성 지구 내부에너지	(관찰)문제확인 탐구(창의적) 설계와 수행 자료의 수집, 분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 결과 전달 및 의사소통
		지구 내부의 구조와 상태는 지진파, 중력, 자기장 연구를 통해 알아낸다.			지구내부구조		지진파, 지구내부구조 지구중력분포 지구자기장	
	판구조론	지구의 표면은 여러 개의 판으로 구성되어 있고 판의 경계에서 화산과 지진 등 다양한 지각 변동이 발생한다.	화산 활동, 지진의 원인과 대처		대륙이동설 지진과 화산의 분포	대륙이동과 판 구조론 지질시대와 대륙 분포	지질도의 기본 요소 한반도의 지사 한반도의 판구조 환경	
		지구 내부 에너지의 순환이 판을 움직이는 원동력이다.				맨틀대류와 플룸 구조론		
	지구 구성물질	지각은 다양한 광물과 암석으로 구성되어 있고, 이 중 일부는 자원으로 활용된다.	화강암과 현무암 쇄설성 퇴적암의 특징		조암광물 암석의 종류 광물과 암석의 이용	(변동대에서)화성암의 종류 퇴적구조와 환경	규산염 광물, 광물 식별 암석의 조직, 광상, 자원 탐사 변성암	
	지구의 역사	지구의 역사는 지층의 기록을 통해 연구한다.	지층의 형성과 특징 쇄설성 퇴적암, 화석의 생성 지질구조(습곡, 단층)			지질구조 지사 해석 방법		
		지질시대를 통해 지구의 환경과 흙의 생성과 보존			풍화 작용	상대연령과 절대연령		

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		지구과학 I	지구과학 II	
		생물은 끊임없이 변해왔다.	풍화와 침식 유수와 해수의 작용		토양 자원	지질 시대의 (생물과) 환경		
대기와 해양	해수의 성질과 순환	수권은 해수와 담수로 구성되며, 수온과 염분 등에 따라 해수의 성질이 달라진다.			수권의 구성 해수의 층상구조 염분비	해수의 성질		
		해수는 바람, 밀도차 등 다양한 요인에 의해 운동하고 순환한다.			해류의 발생, 우리나라 주변 해류	표층 순환 심층 순환	해수의 정역학, 지형류, 조석 천해파와 심해파, 해일, 쓰나미	
	대기의 운동과 순환	기권은 성층구조를 이루고 있으며, 위도에 따른 열수지 차이로 인해 대기의 순환이 일어난다.			대기의 층상구조 복사 평형, 온실효과			
		대기의 온도, 습도, 기압 차 등에 의해 다양한 기상현상이 나타난다.		습도, 이슬과 구름 해류풍, 고기압과 저기압, 계절별 날씨	상대습도, 구름 생성 과정, 대기압과 바람	저기압과 고기압 온대저기압과 날씨 태풍과 날씨 악기상	단열변화 편서풍 파동	
		기온의 연직분포에 따라 대기안정도가 변화하며, 대기에 작용하는 여러 가지 힘에 의해 지균풍, 경도풍, 지상풍 등이 발생한다.			기단과 전선, 고/저기압과 날씨 변화		대기의 안정도, 대기의 정역학, 지균풍, 경도풍, 지상풍	
	대기와 해양의 상호작용	대기와 해양의 상호작용으로 다양한 기후 변동이 나타난다.					대기와 해수의 상호작용	
		기후 변화는 인위적 요인과 자연적 요인으로 설명된다.				고기후 기후변화의 원인		

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		지구과학 I	지구과학 II	
우주	태양계의 구성과 운동	태양계는 태양, 행성, 위성 등 다양한 천체로 구성되어 있다.	지구와 달의 모양 해수의 특성, 해저지형 지구의 대기, 달의 환경	태양, 행성의 크기와 거리	태양계 천체 지구와 달의 크기 태양 활동	기후변화의 영향		
		태양계 천체들의 운동으로 인해 다양한 현상이 나타난다.		낮과 밤 별의 일주 운동 계절별 별자리 달의 위상 태양 고도의 일변화 계절 변화의 원인	지구의 자전과 공전, 달의 공전 조석과 식현상		우주관의 변천 케플러의 세 가지 법칙 행성의 공전 주기	
	별의 특성과 진화	우주에는 수많은 별이 존재하며, 표면온도, 밝기, 거리 등과 같은 물리량에 따라 분류된다.  별의 질량에 따라 내부구조 및 진화 경로가 달라진다.		별의 정의, 북쪽 하늘 별자리	연주시차 별의 등급, 별의 거리, 별의 표면 온도	별의 물리량	천체의 거리 별의 질량	
	우주의 구조와 진화	우리은하는 별, 성간물질 등으로 구성된다.				HR도, 별의 진화 성단의 나이		우리 은하의 구조 우리 은하의 질량분포 우리 은하에서 별의 공간운동

영역	핵심 개념	내용	초등학교		중학교	고등학교		기능
			3~4학년군	5~6학년군		지구과학 I	지구과학 II	
							성간 물질 암흑 에너지와 암흑 물질 우주의 거대구조	
		우주는 다양한 은하로 구성되며 팽창하고 있다.			우주 팽창 우주 탐사의 성과	은하 분류 우주의 구조	빅뱅(대폭발)우주	