

< 목 차 >

| | |
|----------------------------|-----|
| 1. 초등학교·중학교 ‘과학’ | 1 |
| [초등학교 5~6학년] | 23 |
| [중학교 1~3학년] | 37 |
| 2. 고등학교 공통과목 | 58 |
| 가. 통합과학1, 2 | 58 |
| 나. 과학탐구실험 | 73 |
| 3. 고등학교 일반 선택과목 | 79 |
| 가. 물리학 | 79 |
| 나. 화학 | 86 |
| 다. 생명과학 | 92 |
| 라. 지구과학 | 98 |
| 4. 고등학교 진로 선택과목 | 105 |
| 가. 역학과 에너지 | 105 |
| 나. 전자기와 빛 | 112 |
| 다. 물질과 에너지 | 119 |
| 라. 화학 반응의 세계 | 125 |
| 마. 세포와 물질 대사 | 131 |
| 바. 생물의 유전 | 137 |
| 사. 지구시스템과학 | 143 |
| 아. 행성우주과학 | 150 |
| 5. 고등학교 융합 선택과목 | 156 |
| 가. 과학의 역사와 문화 | 156 |
| 나. 기후변화와 환경생태 | 163 |
| 다. 융합과학 탐구 | 168 |
| 6. 과학계열 고등학교 진로 선택과목 | 173 |
| 가. 고급 물리학 | 173 |
| 나. 고급 화학 | 180 |
| 다. 고급 생명과학 | 187 |
| 라. 고급 지구과학 | 194 |
| 마. 과학과제 연구 | 200 |
| 7. 과학계열 고등학교 융합 선택과목 | 204 |
| 가. 물리학 실험 | 204 |
| 나. 화학 실험 | 210 |
| 다. 생명과학 실험 | 216 |
| 라. 지구과학 실험 | 223 |

과학과 시안

1. 초등학교·중학교 ‘과학’

과학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘과학’은 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 교과이다. ‘과학’ 교과에서는 모든 학생이 과학의 기본 개념을 익히고 과학 탐구 능력과 태도를 길러, 자연과 일상생활에서 접하는 현상을 과학적으로 이해하고, 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

‘과학’은 초등학교 1~2학년에서 학습한 내용을 연계하여 미래사회를 살아가기 위한 역량을 함양하고, 고등학교 과학과 선택과목 학습에 필요한 최소한의 과학 기초 학력을 보장하기 위한 교과이다. ‘과학’은 초등학교 1~2학년의 ‘슬기로운 생활’과 고등학교 1학년의 ‘통합과학’ 및 ‘과학탐구실험’, 그리고 고등학교 일반 선택, 진로 선택 및 융합 선택 등의 과목과 긴밀한 연계를 갖도록 구성한다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘과학’은 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주, 과학과 사회 영역을 관통하는 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 아울러 구성한다.

‘운동과 에너지’ 영역에서는 힘과 운동, 전기와 자기, 열과 에너지, 빛과 파동 등을 다루며, ‘물질’ 영역에서는 물질의 구조, 물질의 성질, 물질의 변화를 다룬다. ‘생명’ 영역에서는 생물의 구조와 에너지, 항상성과 몸의 조절, 생명의 연속성, 환경과 생태계, 생명과학과 인간의 활동을 다루며, ‘지구와 우주’ 영역에서는 고체 지구, 유체 지구, 천체를 다룬다. ‘과학과 사회’ 영역에서는 앞선 네 가지 영역의 내용을 통합적으로 다루면서 과학과 안전, 과학과 지속 가능한 사회, 과학과 진로 등을 다룬다.

‘과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘과학’의 5개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하고 과정·기능을 익힘으로써 행위주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

자연 현상과 일상생활에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 탐구를 통해 주변의 현상을 이해하고, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 과학적 소양을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학, 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

(1) 운동과 에너지

| | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어(가칭) | <ul style="list-style-type: none">• 물체 사이에는 여러 가지 힘이 작용하며 이로 인해 자연과 일상생활 속 여러 운동의 속력과 방향이 변하고, 이에 대한 고려는 안전한 일상생활의 토대가 된다.• 전기와 자기 현상은 특정한 규칙에 따라 일어나고, 전구, 전동기, 전자석의 이용 등 다양한 방식으로 편리한 생활에 활용된다.• 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며 열의 이동을 효율적으로 하거나 막는 방식으로 일상생활의 문제해결에 활용된다.• 빛과 소리는 진동, 굴절, 반사 등 파동의 특성을 가지며 그 특성은 거울, 렌즈, 악기, 색의 구현 등 편리하고 심미적인 일상생활의 영위에 활용된다. |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| 범주 | | 학년(군)별 내용 요소 | | |
|---------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 초등학교 | | 중학교 |
| | | 3~4학년 | 5~6학년 | 1~3학년 |
| [지식·이해] | 힘과 운동 | <ul style="list-style-type: none"> • 밀기와 당기기 • 무게 • 수평잡기 • 도구의 이용 | <ul style="list-style-type: none"> • 위치의 변화 • 속력 • 속력과 안전 | <ul style="list-style-type: none"> • 중력 • 마찰력 • 탄성력 • 부력 • 힘의 작용 • 등속 운동 • 자유 낙하 운동 |
| | 전기와 자기 | <ul style="list-style-type: none"> • 자석과 물체 사이의 힘 • 자석과 자석 사이의 힘 • 자석의 극 • 자석의 이용 | <ul style="list-style-type: none"> • 전기회로 • 전지의 직렬연결 • 전자석 • 전기 안전 | <ul style="list-style-type: none"> • 전기력 • 대전 • 정전기유도 • 전압 • 전류 • 옴의 법칙 • 전기 에너지 • 자기력 • 자기장 |
| | 열과 에너지 | | <ul style="list-style-type: none"> • 온도 • 열의 이동 • 단열 | <ul style="list-style-type: none"> • 온도 • 진도 • 대류 • 복사 • 열평형 • 비열 • 열팽창 • 일과 에너지 • 중력에 의한 위치 에너지 • 운동 에너지 • 역학적 에너지 보존 |
| | 빛과 파동 | <ul style="list-style-type: none"> • 소리의 발생 • 소리의 세기 • 소리의 높낮이 • 소리의 전달 • 소리의 이용 | <ul style="list-style-type: none"> • 빛의 직진 • 평면거울에서 빛의 반사 • 빛의 굴절 • 렌즈의 이용 | <ul style="list-style-type: none"> • 시각과 상 • 반사와 굴절 • 거울과 렌즈 • 빛의 삼원색과 합성 • 파동의 발생과 전달 • 파동의 요소와 소리의 특성 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 발견·제기하기 • 탐구 설계하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 자료 수집 및 변환하기 • 자료의 규칙성 파악하기 • 수학과 컴퓨터 활용하기 • 모형의 이해하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제 해결하기 • 모형의 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 도출하기 • 문제 해결방안 도출하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 결론의 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거 기반 설명과 토론하기 • 과학 언어로 표현하기 • 문제 해결을 위한 협업하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반한 논리적 설명 생성하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연의 아름다움(경이)에 대한 공감 • 생활 속 과학 유용성 | | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 • 과학 유용성 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 흥미 • 과학 상상력과 창의성 • 자연과 생명에 대한 존중과 배려 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 | | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 • 과학 창의성 • 과학 활동의 윤리성 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 대한 관심 • 과학 문화 향유 | | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여 • 과학 문화 향유 |

(2) 물질

| | | | | |
|-------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어(가치) | | <ul style="list-style-type: none"> • 물질은 구성 입자의 운동에 따라 달라지는 여러 가지 상태로 존재하며, 물질의 상태에 따라 물리적 성질이 달라진다. • 물질의 상태는 온도에 따라 변하며, 상태가 변할 때 에너지 출입이 있다. • 물질은 서로 구분할 수 있는 고유한 특성을 가지며, 물질들이 섞인 혼합물은 물질의 특성을 이용하여 분리할 수 있다. • 물질은 화학 반응을 통해 다른 물질로 변하며, 화학 반응에는 규칙성이 존재한다. • 화학 반응이 일어날 때 에너지 출입이 수반된다. | | |
| 범주 | | 학년(군)별 내용 요소 | | |
| | | 초등학교 | | 중학교 |
| | | 3~4학년 | 5~6학년 | 1~3학년 |
| [지식·이해] | 물질의 성질 | <ul style="list-style-type: none"> • 물체와 물질 • 물질의 성질 • 고체 • 액체 • 기체 • 기체의 무게 • 온도에 따른 기체의 부피 • 압력에 따른 기체의 부피 • 물의 상태 변화 • 증발 • 끓음 • 응결 | <ul style="list-style-type: none"> • 용해 • 용액 • 용매 • 용질 • 용질의 녹는 양 • 용액의 진하기 • 혼합물 • 혼합물의 분리 | <ul style="list-style-type: none"> • 입자 운동 • 물질의 세 가지 상태 • 기체의 압력 • 기체의 압력과 부피 관계 • 기체의 온도와 부피 관계 • 물질의 상태 변화 • 상태 변화와 열에너지 • 물질의 특성 • 순물질과 혼합물 • 물질의 특성을 이용한 혼합물의 분리 |
| | 물질의 변화 | | <ul style="list-style-type: none"> • 지시약 • 산성 용액 • 염기성 용액 • 산성 용액과 염기성 용액의 성질 • 물질의 변화 • 연소 | <ul style="list-style-type: none"> • 화학 변화 • 화학 반응식 • 질량 보존 법칙 • 일정 성분비 법칙 • 기체 반응 법칙 • 화학 반응에서의 열의 출입 |
| | 물질의 구조 | | | <ul style="list-style-type: none"> • 원소와 원자 • 원자의 구성 • 분자와 화합물 • 화학식 • 이온 • 주기율표 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 발견·제기하기 • 탐구 설계하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집, 분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 자료 수집 및 변환하기 • 자료의 규칙성 파악하기 • 수학과 컴퓨터 활용하기 • 모형의 이해하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제 해결하기 • 모형의 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 도출하기 • 문제 해결방안 도출하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 결론의 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거 기반 설명과 토론하기 • 과학 언어로 표현하기 • 문제 해결을 위한 협업하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반한 논리적 설명 생성하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연의 아름다움(경이)에 대한 공감 • 생활 속 과학 유용성 | | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 • 과학 유용성 |
| | 과학 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 흥미 | | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 |

| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 태도 | <ul style="list-style-type: none"> 과학 상상력과 창의성 자연과 생명에 대한 존중과 배려 과학 문제 해결에 대한 개방성 | <ul style="list-style-type: none"> 과학 창의성 과학 활동의 윤리성 과학 문제 해결에 대한 개방성 |
| 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 대한 관심 과학 문화 향유 | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 기여 과학 문화 향유 |

(3) 생명

| | | | | |
|-------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어(가칭) | | <ul style="list-style-type: none"> 생물은 세포로 이루어져 있으며, 생물의 다양한 생명 활동은 구성 단계에서 나타난다. 생물은 광합성으로 양분을 만들며 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다. 동물은 다양한 감각 기관을 통해 자극을 받아들이고, 신경계와 호르몬의 작용을 통해 반응한다. 생물은 생식을 통해 자손을 생산하며, 생물의 형질은 유전자에 의해 자손에게 전달된다. 우리 주변에는 다양한 생물이 살고 있으며, 생물과 환경은 영향을 주고받으며 밀접한 관계를 맺고 있다. | | |
| 범주 | 구분 | 학년(군)별 내용 요소 | | |
| | | 초등학교 | | 중학교 |
| | | 3~4학년 | 5~6학년 | 1~3학년 |
| [지식·이해] | 생물의 구조와 에너지 | <ul style="list-style-type: none"> 동물의 생김새 식물의 생김새 균류, 원생생물, 세균의 특징 | <ul style="list-style-type: none"> 세포의 구조 뼈와 근육의 구조와 기능 소화·순환·호흡·배설 기관의 구조와 기능 뿌리, 줄기, 잎, 꽃의 기능 증산 작용 광합성 산물 | <ul style="list-style-type: none"> 생물의 구성 단계 세포의 특징 영양소와 소화 효소 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 구조와 기능 소화·순환·호흡·배설의 관계 광합성에 필요한 물질 광합성 산물의 생성과 사용 광합성에 영향을 미치는 요인 식물의 호흡과 광합성의 관계 |
| | 항상성과 몸의 조절 | | | <ul style="list-style-type: none"> 눈, 귀, 코, 혀의 구조와 기능 피부 감각과 감각점 뉴런과 신경계의 구조와 기능 중추 신경계와 말초 신경계 자극에서 반응까지의 경로 자극에 대한 반응에 관여하는 호르몬의 역할 |
| | 생명의 연속성 | <ul style="list-style-type: none"> 동물의 한살이 식물의 한살이 씨가 싹트거나 자라는 조건 다양한 환경에 사는 동물과 식물 특징에 따른 동물 분류 특징에 따른 식물 분류 | | <ul style="list-style-type: none"> 염색체 세포분열 동물의 발생과정 멘델 유전 실험과 유전 원리 사람의 유전 형질 변이와 생물 다양성 생물 분류 목적과 방법 종의 개념과 분류 체계 생물 다양성의 중요성 우리 주변의 다양한 생물 생물 다양성 보전 |
| | 환경과 생태계 | <ul style="list-style-type: none"> 생물 요소와 비생물 요소 생태계의 구조와 기능 환경오염이 생물에 미치는 | | |

| | | | | |
|-------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 영향 • 먹이사슬과 먹이그물 | | |
| | 생명과과학 인간의 생활 | • 생활 속에서 동물의 이용 • 생활 속에서 식물의 이용 • 균류, 원생생물, 세균의 이용 • 생명과학과 우리 생활 | | |
| [과정· 기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | • 문제 발견·제기하기 • 탐구 설계하기 | | • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | • 자료 수집 및 변환하기 • 자료의 규칙성 파악하기 • 수학과 컴퓨터 활용하기 • 모형의 이해하기 | | • 다양한 도구를 사용한 자료 수 집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제 해결하기 • 모형의 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | • 결론 도출하기 • 문제 해결방안 도출하기 | | • 결론의 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통 과 협업 | • 증거 기반 설명과 토론하기 • 과학 언어로 표현하기 • 문제 해결을 위한 협업하기 | | • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반한 논리적 설명 생성 하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치· 태도] | 과학 가치 | • 자연의 아름다움(경이)에 대한 공감 • 생활 속 과학 유용성 | | • 과학의 심미적 가치 • 과학 유용성 |
| | 과학 태도 | • 자연과 과학에 대한 흥미 • 과학 상상력과 창의성 • 자연과 생명에 대한 존중과 배려 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 | | • 자연과 과학에 대한 감수성 • 과학 창의성 • 과학 활동의 윤리성 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 |
| | 참여와 실천 | • 안전·지속가능 사회에 대한 관심 • 과학 문화 향유 | | • 안전·지속가능 사회에 기여 • 과학 문화 향유 |

(4) 지구와 우주

| | | | | |
|-------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 핵심 아이디어(가치) | <ul style="list-style-type: none"> • 지구의 주요한 계(system)는 지권, 수권, 기권, 생물권 등으로 구성되며, 이러한 계들이 상호작용을 통해 에너지와 물질을 교환하는 과정에서 다양한 자연 현상들이 발생한다. • 암석과 화석, 지구 내부를 탐구함으로써 지질 시대 동안 지구 환경과 생물의 변천 과정을 밝혀낼 수 있다. • 물은 땅과 바다, 대기 등으로 끊임없이 순환하면서 지표의 특징을 변화시키고 지하구조를 만든다. • 지구의 기후 시스템은 태양 복사와 지구복사, 지역의 지질학적 특징, 인간 활동 등의 영향을 받으며, 이러한 요인들이 복합적으로 상호작용하여 다양한 기상 현상과 기후 변동이 나타난다. • 태양계는 행성 및 소천체 등으로 구성되며, 생성과정에 따라 태양계 천체의 표면은 다양하게 나타난다. • 별의 표면 온도, 크기, 질량, 거리 등을 결정하는 데 관측 자료와 증거기반 해석 등이 활용된다. | | |
| 범주 | 구분 | 학년(군)별 내용 요소 | | |
| | | 초등학교 | | 중학교 |
| | | 3~4학년 | 5~6학년 | 1~3학년 |
| [지식· 이해] | 고체 지구 | <ul style="list-style-type: none"> • 지표면의 특징 • 강 주변 지형의 특징 • 화산 활동 • 화성암 | <ul style="list-style-type: none"> • 지층 • 퇴적암 • 화석의 생성 • 과거 생물과 환경 | <ul style="list-style-type: none"> • 지구계 • 지권 • 광물 • 화성암 • 퇴적암 • 변성암 • 암석의 순환 • 풍화작용 |

| | | | | |
|---------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 지진 • 지진 대처 | | <ul style="list-style-type: none"> • 판 • 대륙이동설 • 지진대 • 화산대 |
| | 유체 지구 | <ul style="list-style-type: none"> • 바다의 특징 • 밀물과 썰물 • 파도 • 바닷가 주변 지형 • 갯벌 보존 • 지구의 대기 | <ul style="list-style-type: none"> • 날씨 • 기상요소 • 구름 • 고기압 • 저기압 • 바람 • 기온의 일변화 | <ul style="list-style-type: none"> • 대기과 해양의 층상 구조 • 수권 • 해수 • 담수 • 수자원 • 염분 • 해류 • 조석 현상 • 복사 평형 • 온실 효과 • 지구 온난화 • 구름 생성 • 강수 과정 • 기압 • 저기압과 고기압 • 온대저기압 • 일기도 |
| | 천체 | <ul style="list-style-type: none"> • 달의 모양과 표면 • 달의 위상 변화 • 태양계 행성 • 별 • 별자리 | <ul style="list-style-type: none"> • 지구의 자전 • 지구의 공전 • 계절별 별자리 변화 • 태양 고도의 일변화 • 계절별 낮의 길이 | <ul style="list-style-type: none"> • 태양계 구성 천체 • 태양 표면과 태양 활동 • 달의 위상 변화 • 일식과 월식 • 연주 시차 • 별의 특성 • 우리 은하 • 우주 팽창 • 우주 탐사 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 발견·제기하기 • 탐구 설계하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 자료 수집 및 변환하기 • 자료의 규칙성 파악하기 • 수학과 컴퓨터 활용하기 • 모형의 이해하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제 해결하기 • 모형의 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 도출하기 • 문제 해결방안 도출하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 결론의 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거 기반 설명과 토론하기 • 과학 언어로 표현하기 • 문제 해결을 위한 협업하기 | | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반한 논리적 설명 생성하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연의 아름다움(경이)에 대한 공감 • 생활 속 과학 유용성 | | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 • 과학 유용성 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 흥미 • 과학 상상력과 창의성 • 자연과 생명에 대한 존중과 배려 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 | | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 • 과학 창의성 • 과학 활동의 윤리성 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 대한 관심 • 과학 문화 향유 | | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여 • 과학 문화 향유 |

(5) 과학과 사회

| | | | | |
|-------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어(가칭) | | <ul style="list-style-type: none"> 과학 탐구를 통해 얻은 과학기술은 질병의 발생 원인을 찾고 예방 방법에 대한 정보를 제공하며, 재해·재난 예방과 대응 등을 통해 개인과 사회의 안전에 기여한다. 여러 원인으로 지속 가능한 사회가 위협받고 있으며, 인류는 자원과 에너지의 효율적 활용 등 과학적 대처 방안을 통해 지속 가능한 사회에 기여할 필요가 있다. 과학기술의 발달은 미래 사회의 모습과 직업에 영향을 미치며, 개인은 이러한 미래 사회의 모습과 새로운 진로를 탐색하며 자신의 삶을 준비할 필요가 있다. | | |
| 구분 | | 학년(군)별 내용 요소 | | |
| | | 초등학교 | | 중학교 |
| 범주 | | 3~4학년 | 5~6학년 | 1~3학년 |
| [지식·이해] | | <ul style="list-style-type: none"> 질병과 예방 건강한 생활 | | <ul style="list-style-type: none"> 재해·재난 재해·재난에 대한 과학적 대처 방안 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 기후변화 사례 기후변화와 우리 생활 | <ul style="list-style-type: none"> 자원의 종류 자원의 효율적인 이용 지속 가능한 에너지 이용 | <ul style="list-style-type: none"> 기후변화 과학기술의 영향 과학과 지속 가능 사회 |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> 진로와 과학의 관련성 진로 계획 | <ul style="list-style-type: none"> 과학 관련 직업 새로운 과학 진로 진로 계획 실천 방안 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> 문제 발견·제기하기 탐구 설계하기 | | <ul style="list-style-type: none"> 문제 정의하기 가설 설정하기 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> 자료 수집 및 변환하기 자료의 규칙성 파악하기 수학과 컴퓨터 활용하기 모형의 이해하기 | | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 다양한 관점의 자료 해석하기 수학과 컴퓨터를 활용한 문제 해결하기 모형의 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> 결론 도출하기 문제 해결방안 도출하기 | | <ul style="list-style-type: none"> 결론의 일반화하기 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> 증거 기반 설명과 토론하기 과학 언어로 표현하기 문제 해결을 위한 협업하기 | | <ul style="list-style-type: none"> 증거에 기반한 토론하기 증거에 기반한 논리적 설명 생성하기 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> 자연의 아름다움(경이)에 대한 공감 과학의 사회적 역할에 대한 공감 생활 속 과학 유용성 | | <ul style="list-style-type: none"> 과학의 심미적 가치 과학의 사회적 가치 과학 유용성 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> 자연과 과학에 대한 흥미 과학 상상력과 창의성 자연과 생명에 대한 존중과 배려 과학 문제 해결에 대한 개방성 과학 문제 해결의 학문 간 융합적 접근 | | <ul style="list-style-type: none"> 자연과 과학에 대한 감수성 과학 창의성 과학 활동의 윤리성 과학 문제 해결에 대한 개방성 과학 문제 해결의 학문 간 융합적 접근 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 대한 관심 과학 문화 향유 | | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 기여 과학 문화 향유 |

나. 성취기준

[초등학교 3~4학년]

(1) 힘과 우리 생활

[4과01-01] 물체를 밀거나 당길 때 나타나는 현상을 관찰하고 힘과 관련된 현상에 대해 흥미를 느낄 수 있다.

[4과01-02] 수평잡기 활동을 통해 물체의 무게를 비교할 수 있다.

[4과01-03] 무게를 정확히 비교하기 위해서는 저울이 필요함을 알고 저울을 사용해 무게를 비교할 수 있다.

[4과01-04] 지레, 빗면과 같은 도구를 이용하면 물체를 들어 올릴 때 드는 힘의 크기가 달라짐을 알고, 도구가 일상생활에서 어떻게 쓰이는지 조사하여 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 무거운 물체를 밀 때와 가벼운 물체를 밀 때의 특징 비교하기
- 용수철 저울을 사용해 물체의 무게 비교하기
- 지레와 빗면의 이용 사례를 조사하고 도구의 이로운 점 토의하기

(가) 성취기준 해설

- [4과01-01~04] 운동과 에너지-힘과 운동 영역에 해당되며, 초등학교 5~6학년군 ‘물체의 운동’, 중학교 1~3학년군 ‘힘의 작용’과 연계된다.
- [4과01-02] 수평잡기 활동에서는 받침점으로부터 같은 거리에 놓인 두 물체의 무게만 비교한다.
- [4과01-04] 지레, 빗면과 같은 간단한 도구를 이용할 때 힘의 크기가 달라진다는 점을 관찰하는 데 중점을 두며, 도구의 원리나 구조적 특성에 중점을 두지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 초등학교 수준에서는 무게와 질량을 구분하지 않으며 무게를 비교하는 단위는 g, kg을 사용한다.
- 무게를 비교할 때는 용수철 저울이나 전자저울을 사용하고, 분동을 사용하는 윗집시저울은 다루지 않는다.
- 조사한 내용을 공유할 때 소셜 네트워크 시스템을 활용할 수 있으며, 글, 그림으로 표현한 발표 자료 만들기를 할 수도 있다.

(2) 동물의 생활

[4과02-01] 여러 가지 동물을 관찰하여 특징에 따라 동물을 분류할 수 있다.

[4과02-02] 다양한 환경에 서식하는 동물을 조사하여 동물의 생김새와 생활 방식이 환경과 관련되어 있음을 설명할 수 있다.

[4과02-03] 동물의 특징을 이용하여 일상생활에서 활용할 수 있는 생활용품을 설계하여 의사소통할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 특징에 따라 동물 분류하기¹⁾
- 다양한 환경에 서식하는 동물의 생김새와 생활 방식 조사하기
- 생활 속에서 동물의 특징을 이용한 예 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [4과02-01~03] 생명-생물의 구조와 에너지와 생명의 연속성 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘생물의 한살이’, ‘생물과 환경’, 5~6학년군 ‘우리 몸의 구조와 기능’과 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’, ‘동물과 에너지’와 연계된다.
- [4과02-01] 동물의 형태적 특징을 찾고 그 특징에 따라 분류 기준을 정하여 분류하는 활동을 하도록 하며 생물학적 분류 체계는 다루지 않는다.
- [4과02-02] 동물이 사는 곳을 조사하고, 사는 곳에 따라 동물의 생김새와 생활 방식이 어떻게 다른지 위주로 다루고 적응 개념은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- ‘동물의 생활’에서는 관찰을 중심으로 여러 가지 동물을 생김새와 특징에 따라 분류하는 능력이 형성될 수 있는 활동을 할 수 있도록 한다.
- 동물의 특징을 이용한 사례는 생김새를 중심으로 일상생활에서 활용하는 사례를 다룬다.

(3) 식물의 생활

1) 이하, 이탈력체에 밑줄을 그은 ‘탐구 활동 예시’는 성취기준과 중복되므로 삭제할 검토해달라는 각론조정위원회 요청에 따라 삭제 여부를 고민 중인 탐구 활동 예시임.

[4과03-01] 여러 가지 식물을 관찰하여 특징에 따라 식물을 분류할 수 있다.

[4과03-02] 다양한 환경에 서식하는 식물을 조사하여 식물의 생김새와 생활 방식이 환경과 관련되어 있음을 설명할 수 있다.

[4과03-03] 식물의 특징을 이용하여 일상생활에서 활용할 수 있는 생활용품을 설계하여 의사소통할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 특징에 따라 식물 분류하기
- 다양한 환경에 서식하는 식물의 생김새와 생활 방식 조사하기
- 생활 속에서 식물의 특징을 이용한 예 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [4과03-01~03] 생명-생명의 연속성 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘생물의 한살이’, ‘생물과 환경’, 5~6학년군 ‘식물의 구조와 기능’과 중학교 1~3학년군 ‘식물과 에너지’와 연계된다.
- [4과03-01] 여러 가지 식물의 잎을 채집해 생김새나 촉감 등과 같은 외형적 특징에 따라 기준을 세워 분류하는 활동을 하며 생물학적 분류 체계는 다루지 않는다.
- [4과03-02] 식물이 사는 곳을 조사하고, 사는 곳에 따라 식물의 생김새와 생활 방식이 어떻게 다른지 설명하지만, 적응 개념은 도입하지 않는다.

(나) 영역 성취기준 적용 시 고려사항

- 여러 가지 식물의 줄기, 잎, 꽃 등으로 분류 활동을 할 수 있으나, 주변에서 쉽게 구할 수 있는 식물의 잎을 대상으로 활동하도록 한다.
- 초등학교 5~6학년군의 ‘식물의 구조와 기능’에서는 각 부위의 구조와 기능을 이해하는데 중점을 두고 다룰 예정이므로 이 단위에서는 여러 가지 식물들의 외형상 특징을 중심으로 관찰, 분류 활동에 중점을 둔다.
- 식물의 특징을 이용한 사례는 식물의 생김새를 중심으로 일상생활에서 활용하는 사례를 다룬다.

(4) 생물의 한살이

[4과04-01] 동물의 한살이를 직접 관찰하고, 관찰한 내용을 글과 그림으로 표현할 수 있다.

[4과04-02] 씨가 싹트거나 자라는 데 필요한 조건을 찾는 실험을 할 수 있다.

[4과04-03] 생물에 따라 한살이의 유형이 다양함을 이해하고, 한살이 과정을 소개하는 자료를 만들어 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 동물의 한살이 관찰하기
- 씨가 싹트거나 자라는데 필요한 조건 찾기
- 여러 가지 생물의 한살이 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [4과04-01~03] 생명-생명의 연속성 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘동물의 생활’, ‘식물의 생활’, ‘생물과 환경’, 5~6학년군 ‘식물의 구조와 기능’과 중학교 1~3학년군 ‘식물과 에너지’, ‘동물과 에너지’와 연계된다.
- [4과04-02] 씨가 싹트거나 자라는데 필요한 조건은 물과 온도로 한정하여 탐구하되 통합 탐구 과정 요소인 변인 통제에 대해서는 ‘같이 할 조건’과 ‘다르게 할 조건’이라는 용어를 사용한다.
- [4과04-03] 한살이의 유형을 이해하는 생물의 범위는 동물과 식물에 한정하여 다루고, 식물의 한살이 유형은 한해살이와 여러해살이로 구분하여 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 동물의 한살이 관찰을 위해서는 주변에서 쉽게 구할 수 있으며, 배추흰나비와 같이 한살이 기간이 짧은 동물을 선택하는 것이 좋다.
- 한살이 과정을 아는 것뿐만 아니라 동물 관찰을 통하여 동물에 대한 관심과 호기심을 증대시키는 것도 중요한 목표이므로 동물을 직접 관찰하는 활동을 권장하며, 보조 학습 자료로 동영상이나 인터넷을 활용할 수 있다. 다양한 도구를 활용하여 글과 그림으로 한살이를 표현해 보도록 지도할 수 있다.
- 동물의 한살이 관찰에는 시간이 많이 소요되므로 학습이 시작되기 전에 관찰 대상을 미리 준비해야 하며, 교수·학습 전개 시 수업 차시에 따라 연속하여 진행하기에는 무리가 있으므로 동물의 한살이 정도에 맞추어 융통성 있게 수업 시간을 재구성하는 것이 좋다.

(5) 물질의 성질

- [4과05-01] 물체를 이루는 여러 가지 물질의 성질을 비교하여 물질의 종류에 따라 물체를 분류할 수 있다.
- [4과05-02] 고체, 액체, 기체 물질의 성질을 관찰하고 비교할 수 있다.
- [4과05-03] 다양한 물질의 성질을 이용하여 쓰임새 있는 물체를 창의적으로 설계할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 여러 가지 물질의 성질 관찰하기
- 고체와 액체의 모양과 부피 변화 관찰하기
- 기체가 공간을 차지하고 있음을 알아보는 실험하기

(가) 성취기준 해설

- [4과05-01~03] 물질-물질의 성질 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘물의 상태 변화’, ‘여러 가지 기체’, ‘혼합물의 분리’와 중학교 1~3학년군 ‘물질의 특성’과 연계된다.
- [4과05-01] 나무, 철, 유리, 플라스틱 등 학생들이 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 물질의 성질을 관찰하고 비교하는 활동에 중점을 두고, 이를 바탕으로 물체를 구성하는 물질의 종류에 따라 분류한다.
- [4과05-02] 고체, 액체, 기체 물질의 성질을 관찰하고 비교하는 활동에 중점을 두며, 한 가지 물질이 여러 가지 상태로 존재한다는 것은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 일상생활에서 사용할 수 있는 물체를 기초적인 아이디어 수준으로 설계하고, 물체의 쓰임새에 적합한 성질을 지닌 물질을 이용하는 것에 중점을 두고 지도한다.

(6) 지구와 바다

[4과06-01] 지구가 대기로 둘러싸여 있음을 알고, 지구 표면이 육지와 바다로 구성되어 있음을 설명할 수 있다.

[4과06-02] 육지의 물과 비교하여 바닷물의 특징을 이해하고, 바닷가에서 볼 수 있는 다양한 지형을 조사할 수 있다.

[4과06-03] 밀물과 썰물의 차이를 알고, 갯벌의 가치와 보전의 필요성을 알릴 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 지구의 육지와 바다 면적 비교하기
- 바닷가 주변 지형 조사하기
- 갯벌의 가치와 갯벌 보전의 필요성 조사하여 발표 자료 만들기

(가) 성취기준 해설

- [4과06-01~03] 지구와 우주-유체 지구 영역에 해당하고, 초등학교 5~6학년군 ‘날씨와 우리 생활’, 중학교 1~3학년군 ‘날씨와 기후변화’ ‘수권과 해수의 순환’과 연계된다.
- [4과06-02] 침식, 운반, 퇴적 작용과 같이 바닷물의 작용에 대해서는 다루지 않는다.
- [4과06-03] 조석 용어와 원인에 대해서는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 가족과 여행에서 촬영한 사진 자료나 스마트기기를 활용하여 육지와 바다의 다양한 모습과 지형을 탐색하여 수업에 활용할 수 있다.
- 지구의 물은 바닷물과 육지의 물로 구분하며, 지구 표면에서 바다가 차지하는 비율은 정성적으로 다룬다. 지구의 육지와 바다 면적을 시각적으로 비교할 수 있는 자료를 활용할 수 있다.
- 우리나라의 대표적인 갯벌의 위치, 갯벌에 사는 생물의 다양성, 갯벌 보전의 필요성을 알아보는 활동을 통해 환경과 생명의 가치를 알고 생태감수성 태도를 기르도록 한다.

(7) 소리의 성질

[4과07-01] 여러 가지 물체를 이용하여 소리를 내보고 소리가 나는 물체는 떨림이 있음을 설명할 수 있다.

[4과07-02] 큰 소리와 작은 소리, 높은 소리와 낮은 소리를 구분하여 내보고 세기와 높낮이가 다른 소리를 비교할 수 있다.

[4과07-03] 여러 가지 물질을 통하여 소리가 전달되는 것을 관찰하고, 소음을 줄이는 방법을 찾아 일상생활에서 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 소리가 나는 물체의 떨림 관찰하기
- 세기와 높낮이가 다른 소리를 내는 방법 탐색하기
- 소리의 성질을 바탕으로 소음을 줄이는 방법 토의하기

(가) 성취기준 해설

- [4과07-01~03] 운동과 에너지-빛과 파동 영역에 해당되며, 중학교 1~3학년군 ‘빛과 파동’과 연계된다.
- [4과07-03] 소리가 여러 가지 물질을 통해 전달되는 현상을 관찰하는 데 중점을 두며, 소리 전달의 과학적 원리는 다루지 않도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 소리를 관찰하기 위해 청각뿐만 아니라 시각, 촉각 등의 다양한 감각을 활용할 수 있도록 한다.
- 큰 소리로 인해 청각이 손상될 수 있으므로 안전에 유의한다.
- 소리의 세기와 높낮이를 탐구할 때 디지털 기기를 활용할 수 있다.
- 소음을 줄이는 방법을 찾아 일상생활에서 실천하는 활동을 해봄으로써 공동체의 문제 해결에 참여하는 민주시민으로서의 소양을 기른다.

(8) 건강과 우리 생활

[4과08-01] 예방 접종의 경험과 생활 속 감염병의 사례를 공유하고, 다양한 질병과 그 위험성에 대해 토의할 수 있다.

[4과08-02] 감염병의 여러 감염 과정에 관심을 가지고, 생활 습관과 감염병 유행과의 연관성을 설명할 수 있다.

[4과08-03] 건강한 생활을 위해 필요한 감염병 예방 수칙에 대해 토의하고, 생활 속에서 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 감염병 예방의 중요성에 대한 이해를 바탕으로 예방접종일정표 만들기
- 감염 과정 시각화하여 감염병 유행을 예방하는 생활 습관 토의하기
- 감염병 예방 수칙 만들어 건강한 생활 실천하기

(가) 성취기준 해설

- [4과08-01~03] 과학과 사회 영역에 해당하며, 중학교 1~3학년군 ‘재해·재난과 안전’과 연계된다.
- [4과08-01] 질병은 예방접종이나 범유행 상황 등 학생이 경험하거나 인지할 수 있는 생활 속 질병을 다룬다.
- [4과08-02] 감염 기제도 구체적으로 다루지 않으며 생활 습관과 관련지을 수 있는 접촉 감염, 비말 감염, 공기 감염, 수인 감염, 타액 감염의 사례로 한정하여 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 예방접종의 경험이나 범유행 상황 등을 통해 생활 속에서 다양한 감염 사례가 있음을 인식할 수 있도록 한다.
- 예방접종일정표 만들기에서 각각의 질병에 대한 이해보다는 예방 접종의 중요성과 개인위생에 대해 인식할 수 있도록 한다.
- 감염 과정의 시각화는 놀이, 역할극, 그림, 표, 책 만들기 공예 등 다양한 방법을 통해 표현될 수 있다.
- 건강한 생활을 위해 지켜야 하는 수칙은 감염 과정과 생활 습관을 연관 지어 학생들이 실천 가능한 수준으로 제시하도록 한다.

(9) 자석의 이용

[4과09-01] 자석과 여러 가지 물체를 가까이했을 때 나타나는 현상을 관찰하고, 자석과 철로 된 물체 사이에 작용하는 힘의 특징을 말할 수 있다.

[4과09-02] 자석과 자석을 가까이했을 때 나타나는 현상을 관찰하여 그 특징을 자석의 극과 관련지어 설명할 수 있다.

[4과09-03] 자석을 이용하여 일상생활을 편리하게 하는 장치를 설계할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 자석과 여러 가지 물체 사이에서 나타나는 현상 관찰하기
- 자석의 극을 찾고 서로 같은 극과 다른 극을 가까이했을 때의 특징 비교하기
- 나침반과 자석을 가까이했을 때 나타나는 현상 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [4과09-01~03] 운동과 에너지-전기와 자기 영역에 해당되며, 초등학교 5~6학년군 ‘전기의 이용’, 중학교 1~3학년군 ‘전기와 자기’와 연계된다.
- [4과09-01~02] 자석과 물체, 자석과 자석 사이의 상호작용을 다루되, 자기장의 개념은 도입하지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 자석을 이용한 장치 설계하기 활동은 이 단원에서 학습한 자석의 성질을 이용하여 생활을 편리하게 만드는 장치를 구상해볼 수 있도록 하기 위한 것으로, 설계한 것이 만들기로 이어지지 않는 경우도 허용한다.

(10) 물의 상태 변화

[4과10-01] 물이 세 가지 상태로 변할 수 있음을 알고, 우리 주변에서 예를 찾을 수 있다.

[4과10-02] 물이 얼 때, 얼음이 녹을 때, 물이 증발하거나 끓을 때, 수증기가 응결할 때의 변화를 관찰할 수 있다.

[4과10-03] 물의 상태 변화를 이용하여 물을 얻을 수 있는 장치를 설계하고 만들 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 물이 얼 때와 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰하기
- 물이 증발할 때와 끓을 때의 변화 관찰하기
- 수증기가 응결할 때의 변화 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [4과10-01~03] 물질-물질의 성질 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘물질의 성질’과 중학교 1~3학년군 ‘물질의 상태 변화’와 연계된다.

- [4과10-01] 물의 상태 변화는 관찰 가능한 현상 수준에서 다루고 상태가 변하는 까닭은 다루지 않는다.
- [4과10-02] 물이 얼 때와 녹을 때의 부피 변화는 정확한 수치를 측정하지 않고 물기둥의 높이 변화로 관찰한다. 물의 증발과 끓음은 물이 수증기로 상태 변화하는 공통점에 중점을 둔다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 실험 전에 학생들에게 물을 가열하거나 얼음을 다룰 때 주의할 점과 관련된 안전사고 대처 방법을 지도한다.
- 생태진환 교육과 연계하여 이용할 수 있는 깨끗한 물의 중요성과 물 부족 현상을 다루고, 물을 얻는 여러 가지 사례나 장치를 조사하여 이를 바탕으로 창의적인 장치를 고안하도록 한다.
- 물을 얻는 장치를 설계할 때 물의 상태 변화를 이용하는 것에 중점을 두고, 주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 이용하여 간단한 장치를 만드는 수준으로 지도한다.

(11) 땅의 변화

- [4과11-01] 흐르는 물의 작용을 이해하고, 강 주변 지형의 특징에 대해 의사소통할 수 있다.
 [4과11-02] 화산의 의미와 화산 활동으로 나오는 물질을 알고, 화산 모형으로 표현할 수 있다.
 [4과11-03] 현무암과 화강암을 관찰하여, 화성암의 특징을 설명할 수 있다.
 [4과11-04] 화산 활동과 지진이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하여, 대처 방법을 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 강 주변 지형 조사하고, 발표하기
- 화성암 관찰하기
- 지진의 피해 사례를 조사하고 대처방법 알아보기

(가) 성취기준 해설

- [4과11-01~04] 지구와 우주-고체 지구 영역에 해당하고, 초등학교 5~6학년군 ‘지층과 화석’, 중학교 1~3학년군 ‘지권의 변화’와 연계된다.
- [4과11-01] 강 주변 지형은 흐르는 물에 의한 침식, 운반, 퇴적 작용을 중심으로 다룬다.
- [4과11-02] 화산 활동과 화산분출물을 중심으로 학습한다.
- [4과11-03] 화성암은 현무암과 화강암만 다룬다.
- [4과11-04] 화산 활동의 피해와 이로운 점을 함께 다루며, 지진 발생 원인은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 휴화산이나 활화산과 같은 화산의 상태에 대해서는 다루지 않으며, 화산과 화산이 아닌 산을 비교하여 화산의 의미를 살펴볼 수 있다.
- 학생들이 화산 활동과 지진을 직접적으로 관찰하기 어려우므로, 화산 활동이나 지진과 관련된 영상은 스마트기기로 조사하는 활동이 필요하다.
- 화산 활동을 모형실험으로 지도하는 경우 안전사고가 발생하지 않도록 유의하며, 실제 화산 활동과 모형실험의 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.

(12) 다양한 생물과 우리 생활

[4과12-01] 균류·원생생물·세균을 관찰하여 특징과 사는 곳을 설명할 수 있다.

[4과12-02] 균류·원생생물·세균이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하여 발표할 수 있다.

[4과12-03] 생명과학이 우리 생활에 활용되는 사례를 소개하는 자료를 만들어 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 균류·원생생물 관찰하기
- 균류·원생생물·세균이 우리 생활에 미치는 영향 조사하기
- 우리 생활에 생명과학이 이용된 사례 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [4과12-1~03] 생명-생물의 구조와 에너지와 생명과학과 인간의 생활 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘동물의 생활’, ‘식물의 생활’, ‘생물과 환경’과 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’과 연계된다.
- [4과12-03] 생명과학은 학생들이 생활 속에서 경험하고 인지할 수 있는 수준으로 균류, 원생생물, 세균의 활용을 중심으로 다룬다.

(나) 영역 성취기준 적용 시 고려사항

- 주변에서 쉽게 구할 수 있는 해캄, 꼬신벌레, 버섯, 곰팡이를 다양한 도구(광학현미경 제외)를 사용하여 직접 관찰할 수 있도록 하고, 지역의 특성에 따라 관찰 가능한 소재로 변경하여 다루어도 무방하다.
- 세균은 사진 자료나 동영상 자료 등을 활용하여 관찰할 수 있게 한다.
- 세균이나 곰팡이 등이 우리 생활에 미치는 영향이나 생명과학의 이용 사례는 실생활에 많이 반영된 자료들을 중심으로 한다.
- 생명과학이 우리 생활에 활용되는 사례는 관련 도서와 인터넷 자료를 충분히 활용하고 발표 자료를 만들고 공유하는 활동은 디지털 소양 함양교육과 연계하여 지도할 수 있다.

(13) 밤하늘 관찰

[4과13-01] 달의 모양과 표면, 달의 위상 변화를 관찰하여 밤하늘 관찰에 즐거움을 느낄 수 있다.

[4과13-02] 태양계 구성원을 알고, 태양과 행성을 조사할 수 있다.

[4과13-03] 별의 정의를 알고, 북극성 주변의 별자리를 관찰할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 여러 날 동안 보이는 달의 모양 관찰하기
- 태양계 행성의 크기 비교하기
- 북극성과 북극성 주변의 별자리 찾기

(가) 성취기준 해설

- [4과13-01~03] 지구와 우주-천체 영역에 해당하고, 초등학교 5~6학년군 ‘지구의 운동’, ‘계절의 변화’와 중학교 1~3학년군 ‘태양계’, ‘별과 우주’와 연계된다.
- [4과13-01] 달의 위상 변화 원인을 다루지 않고, 달의 모양이 주기적으로 바뀌는 현상을 관찰하여 확인하는 데 초점을 둔다.
- [4과13-02] 태양계를 구성하는 행성들의 표면적인 특징 위주로 조사하고, 태양과 행성의 실제 크기나 태양에서 행성까지의 실제 거리, 행성의 질량, 자전 속도, 대기 성분 등과 같은 구체적인 물리량은 다루지 않는다.
- [4과13-03] 별의 의미는 행성과 비교하여 스스로 빛을 내는 천체라는 수준에서만 다룬다. 대표적인 별자리는 학생들이 쉽게 관찰할 수 있는 북극성 주변의 별자리를 다루며, 계절별 별자리와 관련짓지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 여러 날 동안 달의 모양 변화 등은 관찰 시기와 방법을 안내한 후 관찰하도록 한다.
- 모형이나 시청각 자료, 천체 관측 소프트웨어 등을 이용하여 천체에 대한 호기심을 유도하고 공간적 이해를 도울 수 있다.
- 야간에 달, 행성, 별 등을 관찰할 경우 안전 사항을 준수하도록 한다.

(14) 생물과 환경

[4과14-01] 다양한 생태계를 조사하여 생태계의 구성 요소를 설명할 수 있다.

[4과14-02] 생물 요소들의 먹고 먹히는 관계를 조사하여 먹이 그물로 표현할 수 있다.

[4과14-03] 인간 활동이 생태계에 미치는 영향을 조사하고 생태계 보전을 위해 우리가 할 수 있는 일을 토의하여 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 양분을 얻는 방법에 따라 생물 요소 분류하기
- 먹이 관계 모형 만들기
- 생태계 보전 방법 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [4과14-01~03] 생명-환경과 생태계 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘동물의 생활’, ‘식물의 생활’, ‘다양한 생물과 우리 생활’과 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’과 연계된다.
- [4과14-01] 생태계는 숲이나 바다 등 지역 환경에 따라 다양한 생태계를 다루고, 각 생태계에서 생물 요소와 비생물 요소를 분류할 수 있게 한다.
- [4과14-02] 생태계에서 다양한 먹이 관계를 알아보고 먹이 관계가 복잡할수록 생물이 생존하는 데 유리함을 이해하게 한다.
- [4과14-03] 지역 사회에서 발생하는 대기오염, 수질오염, 토양오염 등의 환경오염에 관한 사례를 중심으로 다루고, 생태계 보전을 위해 우리가 해야 할 일을 조사하여 실천함으로써 생태계 보전에 대한 의식을 가지게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 먹이사슬 놀이, 생물과 환경의 상호 작용을 알아보는 게임, 먹이그물 모형 만들기 등과 같은 모의 활동을 통하여 생태계의 구성 요소들이 상호 관련되어 있음을 인식하게 한다.
- 학교 생태 전환교육과 연계하여 생태계 보전 또는 복원을 위한 활동을 학생 스스로 계획하고 실천함으로써 생태계와 관련한 문제해결력을 기르도록 지도할 수 있다.

(15) 여러 가지 기체

[4과15-01] 공기를 넣거나 뺄 때의 무게 변화를 관찰하여 기체가 무게가 있음을 설명할 수 있다.

[4과15-02] 온도와 압력에 따라 기체의 부피가 달라지는 현상을 관찰하고, 우리 주변에서 예를 찾을 수 있다.

[4과15-03] 일상생활에서 이용되는 기체의 종류와 성질을 조사할 수 있다.

[4과15-04] 기체의 성질을 이용하여 작동시킬 수 있는 장치를 설계하고 만들 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 공기를 넣을 때의 무게 변화 관찰하기
- 온도와 압력에 따른 기체의 변화 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [4과15-01~04] 물질-물질의 성질 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘물질의 성질’과 중학교 1~3학년군 ‘기체의 성질’과 연계된다.
- [4과15-01] 부피가 같은 용기에 공기를 1기압으로 담은 상태와 공기를 넣거나 뺄 상태의 무게를 비교하는 실험을 바탕으로 기체가 무게가 있음을 설명한다.
- [4과15-02] 높은 온도와 낮은 온도에서 공기의 부피 변화와 압력이 높을 때와 낮을 때 공기의 부피 변화를 관찰한다. 온도와 압력에 따라 기체의 부피가 어떻게 변하는지 정성적으로 이해하고, 입자 모형으로 부피가 변하는 까닭을 설명하지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 질소, 산소, 이산화탄소 등 일상생활에서 이용하는 대표적인 기체의 성질과 이용을 조사하고 발표하도록 지도한다.
- 기체의 성질을 조사할 때 위험하거나 유독한 기체를 다루는 실험은 하지 않는다.
- 장치를 작동시키는 기체로 공기를 사용하고, 장치를 평가할 때는 기체의 어떤 성질을 이용했는지에 중점을 둔다.

(16) 기후변화와 우리 생활

- [4과16-01] 기후변화 현상의 예를 알고, 기후변화가 인간의 활동과 관련되어 있음을 토의할 수 있다.
- [4과16-02] 기후변화의 심각성에 관심을 가지고, 기후변화가 우리 생활과 환경에 끼치는 영향을 설명할 수 있다.
- [4과16-03] 기후변화 대응 방법을 조사하고, 생활 속에서 기후변화 대응 방법을 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 기후변화 현상 피해 사례 조사하기
- 해수면 상승으로 인한 피해 모형 만들기
- 기후변화 대응 방법 자료 만들고 홍보하기

(가) 성취기준 해설

- [4과16-01~03] 과학과 사회 영역에 해당하며, 5~6학년군 ‘날씨와 우리 생활’과 중학교 1~3학년군 ‘재해·재난과 안전’, ‘날씨와 기후변화’와 연계된다.
- [4과16-01] 기후변화 현상의 과학적 원인은 다루지 않으며 기온, 강수량 등의 기후요소가 평년값에 비해 현저히 높거나 낮은 수치를 나타내는 사례(가뭄, 폭설, 혹서, 혹한, 홍수 등)를 탐구할 수 있도록 한다.
- [4과16-02] 인간의 삶에 부정적인 영향을 미치는 기후변화 현상의 사례를 모형이나 실험 활동을 통해 알아보고, 이에 기반하여 기후변화로 인한 인간의 피해를 예측하고 설명할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 기후라는 용어를 설명하는데 중점을 두기 보다는 기후변화 현상의 사례를 주로 다룬다.
- 기후변화 현상으로 인한 자연환경의 변화에 인간이 완화시킬 수 있는 방안과 적응할 수 있는 방안으로 생각해 볼 수 있으나, 이를 구분하여 지도하지 않도록 한다.
- 기후변화 현상이 우리 생활과 환경에 끼치는 영향을 학습하면서 지나친 불안감이나 무기력함을 느끼기보다는 문제를 해결하기 위한 진취적인 실천 의지를 다지도록 한다.

[초등학교 5~6학년]

(1) 지층과 화석

[6과01-01] 지층의 특징을 알고, 지층의 형성 과정을 모형을 통해 설명할 수 있다.

[6과01-02] 지층이 퇴적암으로 이루어짐을 알고, 퇴적암을 관찰하여 분류할 수 있다.

[6과01-03] 화석의 생성 과정을 모형으로 설명하고, 지구의 과거 생물과 환경을 추리하는 활동을 통해 화석의 가치를 인식할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 지층의 형성 과정 실험하기
- 퇴적암 관찰하기
- 화석을 관찰하고 화석 모형 만들기

(가) 성취기준 해설

- [6과01-01~03] 지구와 우주-고체 지구 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘땅의 변화’, 중학교 1~3학년군 ‘지권의 변화’와 연계된다.
- [6과01-01] 지층의 두께나 색, 휘어지거나 끊어진 모습을 주로 다루며, 습곡과 단층의 용어와 생성 원리는 도입하지 않는다.
- [6과01-02] 퇴적암은 이암, 사암, 역암만 다룬다.
- [6과01-03] 화석 표본은 동물과 식물의 특징이 분명하게 드러나는 것을 사용한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 여러 가지 지층, 퇴적암, 화석 등을 관찰하여 그 특징을 찾아내고 추리할 수 있는 능력을 형성할 수 있는 활동이 필요하다. 이때, 학생들이 직접 조사한 자료를 활용할 수 있다. 학생들이 박물관에서 찍은 사진이나 가족과 여행지에서 찍은 사진을 이용하여 관련 특징을 설명하면 학습 효과를 높일 수 있을 것이다.
- 화석을 관찰할 때, 학교에 비치되어있는 화석 모형뿐만 아니라, 실감형 콘텐츠를 활용한 화석 관찰도 가능하다.

(2) 빛의 성질

[6과02-01] 물체를 보기 위해서 빛이 있어야 함을 알고, 빛의 성질에 대해 흥미를 느낄 수 있다.

[6과02-02] 빛이 나아가는 현상을 관찰하여 빛이 직진, 반사, 굴절하는 성질이 있음을 말할 수 있다.

[6과02-03] 거울과 렌즈의 쓰임새를 조사하고 거울이나 렌즈를 이용한 장치를 창의적으로 만들 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 빛이 없을 때 불편한 점 토의하기
- 빛의 진행을 관찰하여 빛의 직진, 반사, 굴절의 사례 찾기

(가) 성취기준 해설

- [6과02-01~03] 운동과 에너지-빛과 파동 영역에 해당되며, 중학교 1~3학년군 ‘빛과 파동’과 연계된다.
- [6과02-02] 빛이 직진, 반사, 굴절하는 성질은 햇빛이나 레이저 광선의 진행으로 나타나는 현상을 관찰하여 알 수 있도록 하되, 반사와 굴절의 법칙은 다루지 않는다. 또, 볼록렌즈와 물체 사이의 거리, 볼록렌즈와 눈 사이의 거리에 따른 물체의 모습 차이는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 물체를 보기 위해서는 빛이 필요하며 빛이 없을 때 불편한 점을 과학 글쓰기, 그림 그리기, 역할 놀이 등의 다양한 활동으로 융합하여 전개할 수 있다.
- 빛의 직진, 반사, 굴절 현상을 관찰할 때 컴퓨터 시뮬레이션, AR, VR 프로그램 등을 이용해 관찰을 보조할 수 있다.

(3) 용해와 용액

[6과03-01] 용해 현상이 무엇인지 알고, 용질의 종류와 물의 온도에 따라 물에 녹는 용질의 양이 달라짐을 비교할 수 있다.

[6과03-02] 용질이나 용매의 양에 따른 용액의 진하기를 관찰하고, 용액의 상대적인 진하기를 비교할 수 있다.

[6과03-03] 일상생활에서 용액이 쓰이는 사례를 조사하여 용액의 필요성을 알리는 자료를 만들고 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 물질이 물에 녹는 용해 현상 관찰하기
- 용해 전과 후의 무게 비교하기
- 물에 녹는 용질의 양에 영향을 미치는 요인 탐색하기
- 진하기가 다른 용액 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [6과03-01~03] 물질-물질의 성질 영역에 해당하고, 초등학교 5~6학년군 ‘혼합물의 분리’와 중학교 1~3학년군 ‘물질의 특성’과 연계된다.
- [6과03-01] 용질, 용매, 용액, 용해의 개념을 다루되 입자 모형으로 용해 현상을 설명하지 않는다. 또한 용해 전과 후의 무게를 비교하여 용해 과정에서 물질이 사라지지 않음을 이해하도록 한다.
- [6과03-02] 진하기가 다른 두 용액에서 동일한 물체의 뜨는 정도가 다를 수 있음을 이용하여 진하기를 비교한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 일상생활에서 용액의 사용 사례를 조사하여 용액의 중요성과 필요성을 이해하고, 디지털 소양 교육과 연계하여 동영상, 네모 소식 등 다양한 형태로 디지털 자료를 제작하고 누리망이나 소통 누리망 등으로 공유하도록 한다.

(4) 우리 몸의 구조와 기능

- [6과04-01] 뼈와 근육의 생김새를 관찰하고 모형을 만들어 몸이 움직이는 원리를 설명할 수 있다.
- [6과04-02] 소화, 순환, 호흡, 배설 기관의 구조와 기능을 알아보고 우리 몸의 여러 기관이 서로 관련되어 있음을 설명할 수 있다.
- [6과04-03] 우리 몸의 여러 기관과 관련된 질병을 조사하고 건강을 유지하기 위한 생활 방식을 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 뼈와 근육 모형 만들기
- 운동할 때 몸에서 일어나는 변화 관찰하기
- 우리 몸의 여러 기관과 관련된 질병 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [6과04-01~03] 생명-생물의 구조와 에너지 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘동물의 생활’, ‘생물의 한살이’와 중학교 1~3학년군 ‘동물과 에너지’와 연계된다.
- [6과04-01] 중학교와 고등학교 과정에서는 뼈와 근육에 대해서 학습하지 않으므로 이 단원에서 뼈와 근육의 구조와 기능을 기초적으로 이해하는 데 중점을 둔다.
- [6과04-02] 우리 몸의 기관은 소화, 순환, 호흡, 배설 기관의 구조와 기능만을 다루고, 감각 기관은 다루지 않는다.
- [6과04-03] 소화, 순환, 호흡, 배설 기관을 중심으로 질병과 예방법을 다루고, 건강한 생활을 위한 방법을 토의하여 실천하는 데 중점을 둔다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 뼈와 근육의 생김새는 뼈와 근육 모형을 만들어 뼈와 근육 사이의 관계와 움직이는 원리를 알게 한다.
- 우리 몸의 내부 구조나 각 기관, 기관의 명칭은 그림과 모형 등의 시청각 자료를 통해 관찰하게 하고, 각 기관의 기능을 기관계의 역할을 위주로 이해하게 한다.
- 일상생활에서 소화, 순환, 호흡, 배설 기관에 발생하는 질병과 예방법 등을 조사한 내용을 책이나 발표 자료 등의 다양한 형태로 만들어 공유함으로써 학생들의 실천 의지를 높인다. 또한 발표 자료를 만들거나 공유하는 활동은 디지털 소양 함양교육과 관련하여 AI 기반 도구나 소프트웨어를 활용하도록 지도할 수 있다.

(5) 혼합물의 분리

[6과05-01] 알갱이의 크기 차이를 이용하여 고체 혼합물을 분리하고, 섞이지 않는 두 액체의 혼합물을 분리할 수 있다.

[6과05-02] 물에 용해되는 성질을 이용하여 고체 혼합물을 분리하고, 물을 증발시켜 물에 용해된 물질을 분리할 수 있다.

[6과05-03] 지속 가능한 삶을 위한 과학기술 사례 중 혼합물의 분리를 이용한 장치를 조사하여 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 알갱이의 크기가 다른 고체 혼합물 분리 실험하기
- 섞이지 않는 액체 혼합물 분리 실험하기
- 거름과 증발 장치를 이용하여 혼합물 분리 실험하기

(가) 성취기준 해설

- [6과05-01~03] 물질-물질의 성질 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘물질의 성질’, 5~6학년군 ‘용해와 용액’과 중학교 1~3학년군 ‘물질의 특성’과 연계된다.
- [6과05-01] 혼합물은 두 가지 이상의 물질이 성질이 변하지 않고 섞여 있는 상태라는 수준으로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 대부분의 물질은 혼합물 상태이기 때문에 필요한 물질을 얻기 위해서는 혼합물을 분리할 필요성이 있음을 이해하도록 지도한다.
- 혼합물의 분리 실험을 할 때 주변에서 쉽게 구할 수 있는 물질을 사용하고, 위험하거나 환경오염을 일으키는 물질은 사용하지 않는다.

- 유리 기구를 사용하거나 증발 장치를 꾸밀 때는 실험 전에 학생들에게 주의할 점과 안전사고 대처 방법을 지도한다.
- 생태전환 교육과 연계하여 오염된 물을 정화할 수 있는 장치 등과 같이 경제적, 사회적, 지역적 상황을 고려하여 개발된 과학기술 사례를 중심으로 조사한다. 디지털 소양 교육과 연계하여 조사 결과를 누리망이나 소통 누리망 등으로 공유하도록 한다.

(6) 날씨와 우리 생활

[6과06-01] 기상요소를 조사하고, 날씨가 우리 생활에 주는 영향을 인식할 수 있다.

[6과06-02] 이슬, 안개, 구름을 관찰하고, 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.

[6과06-03] 고기압과 저기압에서 날씨의 특징을 알고, 바람이 부는 이유를 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 일주일 동안 기온, 강수량, 습도, 바람 등 기상요소 조사하기
- 이슬, 안개 발생 실험하기
- 바람 발생에 대한 모형 실험하기

(가) 성취기준 해설

- [6과06-01~03] 지구와 우주-유체 지구 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘지구와 바다’와 중학교 1~3학년군 ‘날씨와 기후변화’ ‘수권과 해수의 순환’과 연계된다.
- [6과06-01] 기상요소는 기온, 강수량, 습도, 바람을 중심으로 다룬다.
- [6과06-02] 구름에서 비와 눈이 내리는 과정을 다루지 않고 현상을 중심으로 다루며, 단열 팽창과 관련된 구름의 형성과정은 다루지 않는다.
- [6과06-03] 일반적인 고기압과 저기압의 날씨와 고기압에서 저기압으로 부는 바람의 방향을 이해하는 수준에서 현상 중심으로 기압을 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 날씨는 학생들이 매일 접하는 자연 현상으로, 관찰과 실험을 중심으로 한 탐구 활동의 좋은 소재가 된다. 따라서 이 단원에서는 관찰과 실험을 중심으로 여러 가지 날씨 요소의 특징을 이해하고, 우리 생활과 관련짓도록 한다.
- 이슬, 안개 발생 실험 과정에서 응결 현상을 중심으로 설명하고, 단열 팽창 실험 기구를 활용하지 않는다.
- 바람 발생에 대한 모형실험은 해륙풍 모형으로 제시하며, 가열에 따른 육지(모래)와 바다(물)의 온도 차이에 의해 고기압에서 저기압으로 바람이 부는 것으로 설명한다.

(7) 열과 우리 생활

- [6과07-01] 물체의 따뜻하고 차가운 정도를 온도로 표현함을 알고 온도계를 이용하여 온도를 측정할 수 있다.
- [6과07-02] 온도가 다른 두 물체가 접촉하면 온도가 높은 곳에서 온도가 낮은 곳으로 열이 이동함을 추리할 수 있다.
- [6과07-03] 주위에서 열의 이동으로 나타나는 현상을 관찰하여 열의 이동 방식이 다양함을 설명할 수 있다.
- [6과07-04] 일상생활에서 단열을 이용하는 사례를 조사하고 온도를 오랫동안 일정하게 유지할 수 있는 장치를 창의적으로 만들 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 온도가 다른 두 물체가 접촉할 때 두 물체의 온도 변화 측정하기
- 열이 이동하는 여러 방식의 특징 비교하기
- 열이 이동하는 여러 방식의 특징을 이용하여 단열 장치 만들기

(가) 성취기준 해설

- [6과07-01~04] 운동과 에너지-열과 에너지 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘물의 상태 변화’, 5~6학년군 ‘날씨와 우리 생활’, ‘중학교 1~3학년군 ‘열’과 연계된다.
- [6과07-02] 온도가 다른 두 물체를 접촉시켰을 때 두 물체의 온도를 측정하는 탐구에 중점을 두어 온도가 높은 물체에서 온도가 낮은 물체로 열이 이동한다는 사실을 추리하도록 하되, 열평형 개념은 다루지 않는다.
- [6과07-03] 전도, 대류, 복사는 고체, 액체, 기체에서의 열의 이동과 빛에 의한 열 이동 현상을 관찰하는 데 중점을 두고 현상적으로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 일상생활과 관련된 열 현상을 과학 글쓰기, 그림 그리기, 역할 놀이, 장치 만들기 등의 다양한 활동으로 융합하여 전개할 수 있다.
- 뜨거운 물질이나 물체 등을 다룰 때 화상, 화재 등의 안전사고에 유의한다.

(8) 자원과 에너지

- [6과08-01] 우리가 생활에서 이용하는 다양한 자원을 조사하고, 자원의 유한함을 설명할 수 있다.
- [6과08-02] 재생에너지의 종류를 찾아보고, 에너지를 지속가능하게 이용하는 방법을 토의할 수 있다.
- [6과08-03] 자원과 에너지의 효율적인 이용 방법에 대해 탐색하고, 생활 속에서 실천할 수 있는 다

양한 사례를 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 자원의 종류와 특징 조사하여 자원 사용에 대해 토의하기
- 태양 에너지 이용 방법을 조사하고 태양 에너지로 작동하는 장난감 만들기
- 효율적인 에너지 이용 사례 적용한 집 모형 만들기

(가) 성취기준 해설

- [6과08-01~03] 과학과 사회 영역에 해당하며, 중학교 1~3학년군 ‘식물과 에너지’, ‘동물과 에너지’, ‘전기와 자기’, ‘운동과 에너지’와 연계된다.
- [6과08-02] 재생에너지는 태양 에너지, 풍력, 수력, 해양 에너지, 지열에너지, 바이오에너지 등을 말한다.
- [6과08-03] 효율적인 자원의 이용 방법에서 물 자원과 산림 자원, 광물 자원을 종합적으로 다루며, 학생들이 배운 내용을 바탕으로 생활 속에서 자원의 소중함을 느끼고, 효율적인 이용 방법을 공유하여 생활 속에서 실천할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 자원의 순환 과정이나 재활용 사례가 학생들에게 자원이 무한하다는 인식을 갖지 않게 주의한다.
- 지속가능한 에너지의 이용 방법에서는 특정 자원과 에너지의 장점만 다루지 않고 한계점도 함께 다루도록 유의한다.

(9) 산과 염기

[6과09-01] 여러 가지 용액에 지시약을 넣었을 때의 변화를 관찰하여 용액을 산성 용액과 염기성 용액으로 분류할 수 있다.

[6과09-02] 산성 용액과 염기성 용액의 성질을 관찰하고, 지시약의 색깔 변화로 산성 용액과 염기성 용액을 섞을 때 용액의 성질 변화를 설명할 수 있다.

[6과09-03] 우리 주변에서 산성 용액과 염기성 용액을 이용하는 예를 찾아서 설명할 수 있다.

[6과09-04] 산성화로 인한 생태계의 피해 사례를 수집하고 분석하여 환경 파괴의 심각성을 소개하는 자료를 만들고 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 산성 용액과 염기성 용액의 성질 관찰하기
- 산성 용액과 염기성 용액을 섞을 때의 변화 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [6과09-01~04] 물질-물질의 성질 및 물질-물질의 변화 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 '물질의 성질', 5~6학년군 '물질의 변화'와 연계된다.
- [6과09-01] 리트머스 시험지, 페놀프탈레인 용액, 붉은 양배추 용액 등과 같은 지시약의 색깔 변화를 이용하여 산성 용액과 염기성 용액을 정의한다.
- [6과09-02] 산성 용액은 탄산 칼슘과 반응하고 염기성 용액은 단백질과 반응하는 성질을 중심으로 다룬다. 산성 용액과 염기성 용액을 섞을 때 용액의 성질 변화에서 중성, pH, 중화 개념을 도입하지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 산성 용액과 염기성 용액을 도입하기 위하여 겉보기 성질이 비슷한 여러 가지 용액의 분류 활동 결과를 바탕으로 새로운 용액 분류 기준의 필요성을 도출할 수 있다.
- 산성 용액이나 염기성 용액은 주변에서 쉽게 구할 수 있는 물질을 사용하고, 위험하거나 환경오염을 일으키는 물질은 사용하지 않는다.
- 생태전환 교육과 연계하여 산성비, 해양 산성화, 토양 산성화 등 산성화로 인한 생태계의 피해 사례 및 관련 자료를 수집하여 분석한다. 디지털 소양 교육과 연계하여 환경 파괴의 원인, 현황, 전망, 대책 등을 포함한 조사 결과를 누리망이나 소통 누리망 등으로 공유하도록 지도한다.

(10) 물체의 운동

[6과10-01] 운동하는 물체는 시간에 따라 위치가 변화함을 알고 그 변화를 표현할 수 있다.

[6과10-02] 물체의 이동 거리와 걸린 시간을 측정하여 속력을 구하고 빠르기를 비교할 수 있다.

[6과10-03] 속력과 관련된 안전 수칙과 안전장치를 조사한 결과를 공유하고 일상생활에서 교통안전을 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 운동하는 물체의 공통된 특징 찾기
- 여러 가지 물체의 빠르기 비교하기
- 교통안전 실천 방안 토의하기

(가) 성취기준 해설

- [6과10-01~03] 운동과 에너지-힘과 운동 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 '힘과 우리 생활', 중학교 1~3학년군 '운동과 에너지'와 연계된다.
- [6과10-01] 시간에 따라 위치가 변하는 다양한 운동을 다루면서 처음 위치와 나중 위치를 간단한 좌표 평면 위에 표현하되 두 위치 사이의 거리는 구하지 않는다.

- [6과10-02] 물체의 속력을 구할 때 물체가 일직선 위에서 한 방향으로 운동하는 경우에 한정하며, 속력의 단위 변환에 중점을 두지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 속력의 산술적 계산 능력보다는 속력의 정의를 이해하고 수치와 단위를 통한 과학적 의사소통능력에 대한 평가에 중점을 둔다.
- 물체의 속력을 측정하고 속력을 계산하는 데에 디지털 기기나 계산기 등을 활용할 수 있다.
- 속력과 관련된 안전 수칙과 안전장치를 조사한 결과를 발표하거나 소셜 네트워크 등을 통해 공유하고, 교통안전의 실천은 실천적 습관 형성에 주안점을 둔다.

(11) 식물의 구조와 기능

[6과11-01] 생물체를 이루고 있는 기본 단위인 세포를 현미경으로 관찰할 수 있다.

[6과11-02] 식물의 전체적인 구조 관찰과 실험을 통해 각 기관의 구조와 기능을 알고, 서로 밀접히 관련되어 있다는 것을 설명할 수 있다.

[6과11-03] 여러 가지 식물의 특징을 설명하는 자료를 만들어 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 세포 관찰하기
- 줄기에서 물의 이동 실험하기
- 광합성 산물 확인 실험하기
- 증산 작용 확인 실험하기

(가) 성취기준 해설

- [6과11-01~03] 생명-생물의 구조와 에너지와 생명의 연속성 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘식물의 생활’, ‘생물의 한살이’, 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’, ‘식물과 에너지’와 연계된다.
- [6과11-01] 식물 세포의 구조는 핵, 세포막, 세포벽만 용어 수준에서 다룬다.
- [6과11-02] 식물의 기관에서 물과 양분의 이동을 탐구하면서 식물의 기관이 서로 연결되어 있음을 다룬다.
- [6과11-03] 학생들이 관심 있는 식물의 구조와 기능을 관찰하거나 조사하고 이를 설명하는 자료를 만들어 발표하고 공유하게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 식물 세포 표본을 만들어 직접 관찰하되 학교 사정에 따라 영구 표본을 이용하여 관찰할 수도 있다.

- 식물의 구조와 기능을 설명하는 자료를 만들어 공유하는 활동은 디지털 소양 함양교육과 관련하여 AI 기반 도구나 SW를 활용하도록 지도할 수 있다.
- 초등학교 3~4학년군 ‘식물의 생활’과 ‘생물의 한살이’ 영역에서는 식물들의 특징을 관찰하고 비교하는 데 중점을 두지만, 이 단원에서는 식물 각 기관의 구조와 기능에 중점을 두는 만큼 실험을 통해 탐구할 수 있도록 한다.

(12) 지구의 운동

[6과12-01] 하루 동안 태양과 별을 관찰하여 위치가 일정하게 변화하는 것에 대해 말할 수 있다.

[6과12-02] 지구의 자전을 알고, 낮과 밤이 생기는 이유를 모형으로 설명할 수 있다.

[6과12-03] 지구의 공전을 알고, 계절에 따라 달라지는 별자리를 관찰할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 하루 동안 태양의 위치 변화 관찰하기
- 낮과 밤이 생기는 이유 모형 실험하기
- 계절별 대표적인 별자리 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [6과12-01~03] 지구와 우주-천체 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘밤하늘 관찰’, 5~6학년군 ‘계절의 변화’ 중학교 1~3학년군 ‘태양계’, ‘별과 우주’ 단원과 연계된다.
- [6과12-01] 남쪽 하늘을 바라본 관측자 관점에서 태양과 별의 위치가 달라지는 현상을 중심으로 다룬다.
- [6과12-03] 별자리 명칭보다는 계절에 따라 보이는 별자리와 별자리의 위치가 달라지는 까닭을 이해하는 데 초점을 둔다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 관찰과 실험을 중심으로 지구의 운동과 관련된 개념을 이해하고 지구의 자전과 공전에 의하여 일어나는 현상을 지구의 관측자 중심으로 탐구할 수 있는 활동이 필요하다.
- 탐구 활동을 하기 전, 교실이나 운동장 등 공간에서 관측자가 남쪽을 바라보는 기준으로 방위를 설정할 필요가 있다.
- 계절별 대표적인 별자리는 남쪽 하늘의 별자리를 중심으로 조사하며, 천체 관측 프로그램이나 실감형 콘텐츠를 활용하여 조사할 수 있다.

(13) 계절의 변화

[6과13-01] 태양 고도의 의미를 알고 태양 고도를 측정할 수 있는 도구를 설계하고 만들 수 있다.

[6과13-02] 하루 동안 태양 고도, 그림자 길이를 측정하여, 태양 고도와 그림자 길이의 관계를 설명할 수 있다.

[6과13-03] 계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮의 길이 자료를 해석하여 태양의 남중 고도와 낮의 길이 관계를 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 태양 고도 측정기 만들기
- 하루 동안 태양 고도와 그림자의 길이 측정하기
- 디지털 자료를 이용하여 계절별 태양의 남중 고도, 낮의 길이 관계 탐구하기

(가) 성취기준 해설

- [6과13-01~03] 지구와 우주-천체 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘밤하늘 관찰’, 5~6학년군 ‘지구의 운동’과 중학교 1~3학년군 ‘태양계’, ‘별과 우주’와 연계된다.
- [6과13-02] 하루 동안 태양 고도와 그림자의 길이를 측정하되, 기온은 측정하지 않는다.
- [6과13-03] 지구 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문에 계절에 따라 태양의 남중 고도가 달라져 계절의 변화가 생김을 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 태양 고도 측정기 만들기 활동은 태양 고도와 그림자 길이의 관계를 알 수 있는 일상생활 경험을 바탕으로 단순한 태양 고도 측정 장치부터 태양 고도 값을 측정할 수 있는 장치까지 설계하고 만드는 것을 권장한다.
- 하루 동안 태양 고도와 그림자 길이를 직접 측정하여, 표와 그래프로 그리는 활동이 필요하다.
- 계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮의 길이는 디지털 자료를 활용하여 해석하는 것을 권장한다.

(14) 물질의 변화

- [6과14-01] 물질의 성질이 달라지는 변화와 달라지지 않는 변화를 관찰하여 비교할 수 있다.
- [6과14-02] 물질이 연소할 때 나타나는 공통적인 현상을 관찰하고, 물질의 연소 과정에 산소가 필요함을 설명할 수 있다.
- [6과14-03] 연소 전과 후의 물질을 비교하여 연소 과정에서 물질의 성질이 달라짐을 설명할 수 있다.
- [6과14-04] 연소 과정에서 발생하는 물질로 인한 생태계의 피해 사례를 수집하고 분석하여 해결책을 제안하고 공유할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 쉬기 전과 후에 성질이 달라지는 물질의 변화 관찰하기
- 연소 과정에서 산소가 필요함을 알아보는 실험하기
- 연소 후에 생성되는 물질 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [6과14-01~04] 물질-물질의 변화 영역에 해당하고, 초등학교 3~4학년군 ‘물질의 성질’과 중학교 1~3학년군 ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’와 연계된다.
- [6과14-01] 물질의 성질 변화를 활용한 재미있고 간단한 실험을 실시하고, 변화 전후 물질의 성질이 달라지는 까닭은 다루지 않으며, 물리적 변화나 화학적 변화라는 용어도 도입하지 않는다.
- [6과14-02] 양초와 알코올과 같은 물질의 연소를 중심으로 다룬다. 물질을 연소시킬 때는 공기를 이용하되 연소 과정에 공기 중의 산소가 필요함을 유추할 수 있도록 한다.
- [6과14-03] 물이나 이산화탄소와 같은 연소 생성물은 염화코발트 종이나 석회수 등을 이용한 간단한 실험으로 확인하고, 그을음은 연소 생성물로 다루지 않는다.
- [6과14-04] 생태계의 피해 사례는 연소 과정에서 발생하는 물질 중 이산화탄소를 중심으로 조사한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 연소 과정에 필요한 물질이나 연소 후 생성되는 물질을 지도할 때 기체의 성질 단원에서 학습한 산소나 이산화탄소의 성질을 상기시킨다.
- 물질의 성질 변화나 연소 실험을 할 때는 적절한 안전 장비를 갖추고, 실험 전에 학생들에게 주의할 점과 안전사고 대처 방법을 지도한다.
- 생태전환 교육과 연계하여 연소 과정에서 발생하는 이산화탄소로 인한 생태계의 피해 사례를 수집하여 분석한다. 디지털 소양 교육과 연계하여 피해의 원인, 현황, 전망 등을 바탕으로 실천 가능한 해결책이나 행동 방식을 제안하고 누리망이나 소통 누리망 등으로 공유하도록 한다.

(15) 전기의 이용

[6과15-01] 전지와 전구, 전선을 연결하여 전구에 불을 켜보고, 불이 켜지는 전기회로의 특징을 말할 수 있다.

[6과15-02] 전지 한 개를 연결한 전기회로와 전지 두 개를 직렬 연결한 전기회로의 특징을 비교할 수 있다.

[6과15-03] 전류가 흐를 때 전선 주위에 생기는 현상을 이용하여 전자석을 만들고 전자석의 성질을 설명할 수 있다.

[6과15-04] 전기를 효율적이고 안전하게 사용하는 방법을 조사하여 실천 계획을 세우고 일상생활에서 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 전구에 불이 켜지는 전기회로와 불이 켜지지 않는 전기회로 비교하기
- 전지의 연결방법에 따른 전구의 밝기 비교하기
- 전자석의 성질을 영구자석과 비교하여 탐색하기

(가) 성취기준 해설

- [6과15-01~04] 운동과 에너지-전기와 자기 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘자석의 이용’, 중학교 1~3학년군 ‘전기와 자기’와 연계된다.
- [6과15-02] 전구의 직렬 연결과 병렬 연결은 다루지 않고, 전지의 연결은 직렬 연결만 다룬다.
- [6과15-03] 전자석은 전지를 이용하여 제작하고, 전지의 수에 따라 전자석의 세기가 달라지는 현상, 전지의 연결 방향에 따라 전자석의 극이 달라지는 현상을 관찰하여 영구자석과의 차이를 비교하도록 하되, 전류에 의한 자기장 개념은 도입하지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 탐구 활동 등의 학습 과정에서 전기 안전에 유의하도록 한다.
- 전지와 전구, 전선을 연결하여 전구에 불을 켜지는 전기회로를 구성하여 도체와 부도체를 구별하는 활동을 진행할 수 있다.
- 전지 한 개를 연결한 회로와 전지 두 개를 직렬 연결한 회로의 특징을 비교하기 위해 발광다이오드, 전동기, 버저 등의 다양한 전기부품을 이용할 수 있다.
- 전기를 효율적이고 안전하게 사용하는 방법에 대한 학습을 생활 규칙 만들기, 과학 글쓰기, 그림 그리기, 역할 놀이 등의 다양한 활동으로 융합하여 전개할 수 있다.

(16) 과학과 나의 진로

[6과16-01] 미래 사회에 일어날 수 있는 문제를 조사하고, 문제를 해결하는데 과학이 기여할 수 있는 방법을 토의할 수 있다.

[6과16-02] 여러 가지 진로가 과학과 관련됨을 찾아보고, 자신의 진로와 과학을 관련지어 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 과학을 활용하여 미래 사회 문제 해결하는 역할극 꾸미기
- 과학기술이 가지고 올 미래 모습에서 살아갈 나의 모습 표현하기
- 과학이 우리의 진로에 주는 영향에 대해 토의하고, 나의 진로 계획 세우기

(가) 성취기준 해설

- [6과16-01~02] 과학과 사회 영역에 해당하며, 중학교 1~3학년군 ‘과학과 나의 미래’와 연계된다.
- [6과16-01] 미래 사회를 예상하는 것이 아니라 미래학자, 과학자 등의 전문가가 제시한 미래 사회에 일어날 수 있는 문제를 찾아보는 활동을 한다.
- [6과16-02] 과학자에 대한 직업을 다루는 것이 아니라 학생이 희망하는 다양한 직업을 기준으로 하여 해당 직업과 관련된 과학적 요소를 찾도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 미래 사회에 일어날 수 있는 문제를 해결할 때, 과학이 모든 문제를 해결한다는 인식을 하지 않도록 지도한다.
- 자신의 지난 경험에서 과학과 관련된 활동을 되돌아보고, 과학과 관련된 긍정적인 경험을 나누며 학생이 좋아했던 과학 분야를 찾는 활동으로 구성할 수 있다.
- 과학기술의 발달이 가지고 올 미래 사회의 모습에 맞춰 새로운 진로의 탐색이나 미래의 나를 위한 준비의 필요성을 느낄 수 있도록 지도한다.

[중학교 1~3학년]

(1) 재해·재난과 안전

[9과01-01] 재해·재난 사례와 관련된 자료를 조사하고, 그 발생 원인과 피해에 대해 과학적으로 분석할 수 있다.

[9과01-02] 과학적 원리를 이용하여 재해·재난에 대한 대처 방안을 세울 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 재해·재난 사례 조사하기
- 재해·재난의 피해를 줄이기 위한 방안 토의하여 온라인에 게시하기

(가) 성취기준 해설

- [9과01-01~02] 과학과 사회 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘기후 변화와 우리’, 5~6학년군 ‘자원과 에너지’와 연계된다.
- [9과01-01] 재해·재난에 대한 사례 조사는 감염병 질병 확산, 화학물질 유출, 운송 수단 사고, 지진, 화산, 기상재해 등에서 선택하여 다룬다.
- [9과01-02] 재해·재난의 피해를 줄이기 위한 방안을 논의할 때는 사후 대처뿐만 아니라 사전 예방 및 대비를 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 재해·재난에 대한 사례 조사는 인터넷 검색이나 서적 등을 활용할 수 있으며, 재해·재난의 종류에 따라 구분하여 조사보고서를 적성하여 발표할 수 있다. 이때 다양한 자료를 조사하여 비교함으로써 편향된 관점을 갖지 않도록 유의한다.
- 교수학습 방법으로 주로 조사와 토의·토론, 발표를 활용하고, 의사소통하고 참여하려는 태도와 협동성을 관찰 평가할 수 있다.

(2) 생물의 구성과 다양성

[9과02-01] 세포는 다양한 생명 활동이 일어나는 기본 단위임을 이해하고, 세포의 특징과 생명 활동과의 관계를 유추할 수 있다.

[9과02-02] 생물의 유기적 구성 단계를 이해하고, 동물과 식물의 차이를 비교할 수 있다.

[9과02-03] 생물 다양성을 이해하고, 주변의 다양한 생물에 대한 관찰을 통해 변이와 생물 다양성의 관계를 추론할 수 있다.

[9과02-04] 생물 종의 개념과 분류 체계를 이해하고, 생물을 계 수준에서 분류할 수 있다.

[9과02-05] 생물 다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물 다양성 유지를 위한 활동 사례를 조사하고

실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 여러 가지 세포 관찰하고 그 특징을 표현하기
- 다양한 생물의 특징을 바탕으로 생물 분류기준 세워 보기
- 생물 다양성 보전의 필요성과 실천 방법을 안내하는 발표물 만들기

(가) 성취기준 해설

- [9과02-01~05] 생명-생물의 구조와 에너지, 생명의 연속성 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘다양한 생물과 우리 생활’, ‘생물과 환경’, 고등학교 생명과학 ‘생명 시스템의 구성’과 세포와 물질대사 중 ‘세포’ 단원과 연계된다.
- [9과02-01] 여러 가지 세포의 관찰 활동에서 중학교 생명 단원을 학습하는 데 필요한 세포를 다루고, 이때 현미경 사용법을 학습한다.
- [9과02-04] 생물 분류 체계는 3역 6계는 다루지 않고 5계만을 다루도록 한다.
- [9과02-05] 생물 다양성의 필요성과 유지를 위한 활동 사례 조사는 생태전환·민주시민교육에 포함된 가치와 태도, 역량 함양을 위한 활동을 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 우리 학교(마을)의 생물을 관찰하고, 우리 학교(마을) 생태 지도 만들기과 생물 분류 활동을 할 수 있다.
- 생물 다양성 유지를 위한 활동 사례 조사는 사회적, 국가적 활동 사례 중심으로 조사하여 발표하고, 이를 통해 생물 다양성 보전 활동을 조직할 수 있다.

(3) 열

[9과03-01] 온도가 다른 두 물체가 열평형에 도달하는 과정을 나타낸 시간-온도 그래프를 해석하고, 이를 입자 모형으로 설명할 수 있다.

[9과03-02] 열은 전도, 대류, 복사로 전달됨을 알고, 열전달 과정을 모형 등을 사용하여 다양하게 표현할 수 있다.

[9과03-03] 물질에 따라 비열과 열팽창 정도가 다를음을 확인하는 실험을 설계하여 수행하고, 이러한 성질이 일상생활에서 유용하게 활용됨을 인식할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 열적외선 카메라를 이용하여 고체에서 열의 전도 비교하기
- 온도 센서를 이용하여 여러 가지 액체의 비열 측정하기
- 열팽창을 활용한 사례 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [9과03-01~03] 운동과 에너지-열과 에너지 영역에 해당되며, 초등학교 5~6학년군 ‘열과 우리생활’, 고등학교 통합과학 ‘환경과 에너지’와 역학과 에너지 ‘열과 에너지’와 연계된다.
- [9과03-01] 온도와 열평형 과정을 입자 모형을 도입하여 설명하고, 열평형을 이루는 과정은 실험 결과 자료를 활용하도록 한다.
- [9과03-02] 열의 이동 방법을 주변 도구나 신체를 이용하여 비유적으로 다양하게 표현하고, 그 차이를 설명할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 온도와 열평형 과정은 입자들의 배치나 움직임 등을 모형이나 그림 등으로 표현하도록 한다. 이러한 입자 개념은 ‘물질의 상태 변화’에서도 이용되지만, 입자를 원자나 분자의 개념으로 사용하지 않는다.
- 온도를 기록하거나 자료를 수집하는 활동에서 온도 센서 등 디지털 탐구 도구를 활용하도록 한다.
- 비열과 열팽창 실험에서 직접 가열하여 실험하는 경우에는 화상이나 화재 등 안전사고에 유의하도록 안전 교육을 실시하고, 안전장치나 장구가 갖추어진 상태에서 실시하도록 한다.

(4) 물질의 상태 변화

- [9과04-01] 물질이 운동하는 입자로 구성되어 있음을 실험을 통해 추리하고, 온도에 따른 확산 현상의 차이를 입자 운동으로 비교할 수 있다.
- [9과04-02] 물질의 세 가지 상태의 특징을 입자 모형으로 표현하여 설명할 수 있다.
- [9과04-03] 여러 가지 물질의 상태 변화를 관찰하고, 상태 변화 시 나타나는 현상을 입자로 설명할 수 있다.
- [9과04-04] 물질의 상태 변화와 열에너지 관계를 이해하고, 실생활에 적용하여 과학적 설명의 유용성을 느낀다.

<탐구 활동 예시>

- 물질의 상태 변화 시 질량과 부피 변화를 입자 모형으로 예측하기
- 액체 순물질을 가열하여 측정된 온도 데이터를 시각화하고 온도 변화 특징을 해석하기

(가) 성취기준 해설

- [9과04-01~04] 물질-물질의 성질 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘물의 상태 변화’, 고등학교 물질과 에너지 ‘물질의 세 가지 상태’와 연계된다.
- [9과04-02] 물질의 상태를 나타내는 입자 모형은 상대적 거리, 불규칙 정도, 운동성 비교 등

을 포함한다.

- [9과04-03] 용해, 응고, 기화, 액화, 승화 용어를 도입하고 상태 변화 시 부피는 변하고 질량과 물질의 성질은 변하지 않음을 입자 모형으로 설명한다.
- [9과04-04] 녹는점, 끓는점, 어는점의 용어를 도입하고 상태 변화 시 온도가 일정한 이유를 상태 변화 시 필요한 열에너지 관점에서 설명한다. 그리고 끓는점 등이 물질의 고유 성질임은 '물질의 특성' 단원에서 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 기화와 승화에서 기체의 질량 측정 시 부력이 영향을 주지 않도록 실험을 수행한다.
- 상태 변화 시 열에너지의 출입으로 인해 입자의 배열과 운동이 어떻게 달라지는지 실험 결과와 입자 모형을 사용해 추리할 수 있도록 지도한다.

(5) 힘의 작용

- [9과05-01] 물체에 작용하는 힘을 화살표를 이용하여 나타내고, 힘의 평형을 이루는 조건을 설명할 수 있다.
- [9과05-02] 알짜힘이 0이 아닐 때 물체의 운동 상태가 변함을 알고, 그 예를 조사하여 분류할 수 있다.
- [9과05-03] 중력, 탄성력의 특성을 이해하고, 탄성력을 이용한 저울을 설계하여 무게를 측정할 수 있다.
- [9과05-04] 마찰력, 부력의 특성을 이해하고, 일상생활에서 여러 가지 힘이 작용하여 나타나는 현상을 조사하여 발표할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 일상생활에서 힘의 평형을 이루는 사례 조사하기
- 저울을 만들어 물체의 무게 측정하기
- 장난감이나 놀이기구에 담긴 힘의 원리 탐구하기

(가) 성취기준 해설

- [9과05-01~03] 운동과 에너지-힘과 운동 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 '힘과 우리 생활', 고등학교 통합과학 '시스템과 상호작용'과 물리학 '힘과 에너지'와 연계된다.
- [9과05-01] 힘의 정의를 알고 힘을 크기와 방향으로 표시할 수 있도록 하며, 나란하지 않은 힘의 합력은 다루지 않는다.
- [9과05-02] 물체가 힘을 받았을 때, 속력이 변하거나 운동 방향이 바뀌거나 두 가지가 모두 변하는 사례로 분류할 수 있도록 한다.
- [9과05-03] 질량과 무게를 구별하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 힘의 개념을 글, 그림 등 다양한 형태로 표현하도록 하여 올바른 개념을 학습하도록 지도하고, 여러 가지 힘의 특징을 일상생활의 예를 이용하여 설명하도록 한다.
- 힘의 작용에 대한 이해 정도를 평가하기 위해 일상생활에서 물체가 힘을 받았을 때 속력이 변하거나 운동 방향이 바뀌거나 두 가지가 모두 변하는 사례를 조사하여 보고서를 작성하도록 할 수 있다.

(6) 기체의 성질

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [9과06-01] 기체의 압력을 입자의 운동으로 설명할 수 있다. |
| [9과06-02] 기체의 압력과 부피의 관계를 입자 모형으로 해석하고, 이를 생활 속에 적용하며 과학의 유용성을 인식한다. |
| [9과06-03] 기체의 온도와 부피의 관계를 입자 모형으로 해석하고, 이를 생활 속에 적용하며 과학에 흥미를 느낀다. |
| <탐구 활동 예시> <ul style="list-style-type: none"> • 기체의 압력과 부피를 측정한 다수의 데이터를 공유하여 두 변인 간의 관계 토의하기 • 기체의 온도와 부피에 대해 데이터를 시각화하여 두 변인 간의 관계를 파악하기 |

(가) 성취기준 해설

- [9과06-01~03] 물질-물질의 성질 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘여러 가지 기체’, 고등학교 물질과 에너지 ‘물질의 세 가지 상태’와 연계된다.
- [9과06-01] 기체의 압력을 일정한 면적에 입자의 충돌로 가해지는 힘의 수준에서 다루고, 힘의 정확한 정의는 중학교 1~3학년군 ‘힘의 작용’에서 다룬다.
- [9과06-02~03] 기체의 압력과 부피, 기체의 온도와 부피를 측정한 실험 결과를 종합적으로 해석하여 두 변인 간 관계를 찾고 그 이유를 입자 모형으로 설명한다. 수식을 활용하여 변인 사이의 계산을 요구하는 정량적 내용은 고등학교 진로 선택 ‘물질과 에너지’에서 다루므로 입자 모형을 사용한 정성적 설명에 주안점을 둔다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 탐구 활동 수행 시, 의사소통과 협업 능력을 키우기 위해 여러 모둠의 데이터를 공유하여 탐구 활동을 수행할 수 있으며, 데이터 공유 시 공유 플랫폼을 활용할 수 있다.

(7) 태양계

| |
|--------------------------------------------------------------|
| [9과07-01] 태양계의 구성 천체의 특징을 알고, 행성을 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분할 수 있다. |
| [9과07-02] 태양 표면과 대기에서 일어나는 현상을 알고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 예측할 |

수 있다.

[9과07-03] 지구 자전에 의한 천체의 겉보기 운동과 지구 공전에 의한 별자리 변화를 이해하고, 밤하늘 천체에 호기심을 가질 수 있다.

[9과07-04] 달을 관측하여 달의 위상 변화를 이해하고, 일식과 월식을 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 망원경을 이용하여 달, 행성 관측하기
- 태양계 천체 자료 수집 및 분석하기
- 상대적인 달의 크기 측정하기
- 모형을 이용하여 달의 위상 변화 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [9과07-01~04] 태양계 - 천체 영역에 해당되며, 초등학교 3-4학년군 ‘밤하늘 관찰’, 5-6학년군 ‘지구의 운동’, ‘계절의 변화’, 고등학교 통합과학 ‘물질과 규칙성’, 지구과학 ‘천체의 관측과 운동’과 행성우주과학 ‘태양계의 새로운 모습’과 연계된다.
- [9과07-01] 태양계를 구성하는 천체인 태양, 행성, 소행성, 왜소행성, 위성, 혜성을 개괄적으로 학습하며, 자세한 특징은 다루지 않는다.
- [9과07-03] 관측자의 위치(고위도, 저위도, 중위도)에 따른 일주운동은 다루지 않는다. 초등학교에서 지구 안에서 계절별 현상을 관찰한 그대로 설명하는 것과 달리, 중학교에서는 우주에서 지구의 자전과 공전을 바라보는 관점으로 설명한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 일식과 월식은 모형실험으로 수업을 진행할 수 있으며, 작도 중심의 수업 활동은 지양한다.
- 태양, 달, 행성을 천체 망원경으로 관측할 기회를 제공하도록 한다.
- 야간에 별이나 행성 등을 관찰할 경우 안전 사항을 준수하도록 하고, 특히 흑점, 일식 등과 같은 태양 관측은 육안으로 직접 관찰하지 않도록 지도한다.
- 태양계 단원 학습 시 디지털 기기, 최신 관측 자료, 천문 소프트웨어, 어플리케이션 등을 적절하게 활용할 수 있도록 한다.

(8) 물질의 특성

[9과08-01] 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점이 물질의 특성임을 증거에 기반하여 설명할 수 있다.

[9과08-02] 물질의 특성을 근거로 우리 주변의 물질을 순물질과 혼합물로 분류할 수 있다.

[9과08-03] 혼합물을 분리할 때 물질의 특성이 이용됨을 이해하고, 혼합물을 분리하는 실험을 협력적으로 설계할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 여러 모둠의 실험 데이터를 공유하여 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점 등이 물질의 특성임을 추론하기
- 산업 현장에서 혼합물을 분리하는 사례를 조사하고 발표하기

(가) 성취기준 해설

- [9과08-01~03] 물질 - 물질의 성질 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군의 '물질의 성질'과 중학교 1~3학년군의 '화학 반응의 규칙과 에너지 변화'와 연계된다.
- [9과08-01] 물질의 특성은 물질의 양에 따라 달라지지 않고, 물질의 종류에 따라 다른 세기 성질이라는 수준에서 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 고체와 액체 사이의 상태 변화 시 온도를 측정할 때 녹는점 대신 어는점을 이용할 수 있다.
- 순물질과 혼합물을 분류하는 활동 시, 순물질과 혼합물을 구별하는 기준에 대해 토의하고, 이 기준에 따라 여러 가지 물질을 순물질과 혼합물로 구별하는 활동을 할 수 있다.
- 혼합물의 분리 실험을 계획할 때 혼합물을 구성하는 순물질의 종류와 각 순물질의 특성에 관해 조사한 자료를 근거로 효과적인 분리 방법에 관해 논의하여 실험 계획을 공유할 수 있도록 한다.

(9) 지권의 변화

[9과09-01] 지구계의 구성 요소를 알고, 지권의 층상 구조와 그 특징을 조사·발표할 수 있다.

[9과09-02] 조암 광물의 주요 특성을 관찰하고, 암석이 다양한 광물로 구성되어 있음을 설명할 수 있다.

[9과09-03] 지각을 이루는 암석을 생성 과정에 따라 분류할 수 있으며, 암석의 순환 과정을 설명할 수 있다.

[9과09-04] 풍화 과정을 이해하고, 토양 생성 과정을 풍화 작용의 예로 설명할 수 있다.

[9과09-05] 대륙이동설을 이해하고, 지진과 화산이 발생하는 지역의 분포를 판의 경계와 관련지어 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 광물 특성 관찰하기
- 암석을 관찰하여 분류하기
- 광물과 암석이 실생활에서 활용되는 곳 조사하기
- 빅데이터를 활용하여 화산대 및 지진대와 판의 경계와의 관련성 유추하기

(가) 성취기준 해설

- [9과09-01~05] 지권의 변화 - 고체 지구 영역에 해당되며, 초등학교 3-4학년군 ‘땅의 변화’, 고등학교 통합과학 ‘시스템과 상호작용’, ‘환경과 에너지’, 지구과학 ‘한반도의 암석’, 지구 시스템과학 ‘지구 탄생과 지권의 형성’과 연계된다.
- [9과09-01] 지구계의 구성 요소 및 지권을 구성하는 각 층의 명칭과 상태만 다루며, 지구 내부 구조 탐사에서 지진파의 특성은 다루지 않는다.
- [9과09-02] 광물의 특성은 색, 조흔색, 굳기, 염산 반응, 자성만 다루고, 굳기는 방해석과 석영 정도만 비교하여 예시한다.
- [9과09-03] 지각에 분포하는 다양한 암석을 화성암, 퇴적암 및 변성암의 대표 암석 수준에서 화성암은 현무암, 유문암, 화강암, 반려암, 퇴적암은 이암, 사암, 역암, 석회암, 변성암은 대리암, 편암, 편마암, 규암만 다룬다.
- [9과09-04] 대륙이동설은 대륙은 정지된 것이 아니라 과거부터 계속 움직여왔음을 베게너가 제시한 여러 증거를 근거로 설명한다. 화산대와 지진대의 분포가 판의 경계와 일치한다는 정도만 다루고, 판 경계에서 나타나는 다양한 지질학적 특성은 ‘지구과학’에서 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 광물과 암석 관찰은 실험실에서 표준 샘플을 통해 대표적인 광물과 암석의 특징을 알게 한 후, 광물과 암석이 실생활에 활용되는 곳을 찾아봄으로써 자원으로서의 활용 가치를 생각해 보는 기회를 가질 수 있도록 한다.
- 국가지질공원을 수업의 소재로 활용할 수 있으나 평가하지 않는다.
- 빅데이터를 활용하여 지진대와 화산대를 판의 경계와 연관 지어 추론할 수 있으며, 최근 발생한 지진과 화산에 대해 조사하여 발표할 수 있다.
- 디지털 기기를 이용하여 3D 모형의 광물 및 암석을 관찰하여 분류할 수 있다.

(10) 빛과 파동

- [9과10-01] 빛의 반사와 굴절의 원리를 이해하고, 물체를 보는 과정을 빛의 경로를 이용하여 표현할 수 있다.
- [9과10-02] 평면거울에서 상이 생기는 원리를 설명할 수 있고, 여러 가지 거울과 렌즈가 만드는 상을 관찰하여 상의 특징을 비교할 수 있다.
- [9과10-03] 물체나 빛이 다양한 색을 나타내는 원리를 이해하고, 영상장치 등 빛을 이용하여 색을 표현하는 데 흥미를 가질 수 있다.
- [9과10-04] 파동의 발생과 전파 과정을 이해하고, 소리의 특성을 진폭, 진동수, 파형 등의 과학적 용어로 표현할 수 있다..

<탐구 활동 예시>

- 거울과 렌즈에 의한 상의 특징 관찰하기
- 빛의 합성을 이용한 예술 작품 만들기
- 파동을 이용한 에너지와 정보의 전달 사례 조사하기
- 디지털 탐구 도구를 이용하여 소리의 진폭, 진동수, 파형 탐구하기

(가) 성취기준 해설

- [9과10-01~03] 운동과 에너지-빛과 파동 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 '소리의 성질', 5~6학년군 '빛의 성질', 고등학교 물리학 '전자기파와 빛'과 연계된다.
- [9과10-01] 실험을 통해 빛의 반사, 굴절의 특징을 확인하고, 굴절의 법칙은 정량적으로 물체의 다루지 않는다. 물속의 물체가 떠 보이는 현상을 빛의 굴절을 통해 설명하도록 한다.
- [9과10-02] 상이 생기는 원리는 평면거울에 의한 상만을 빛의 반사 법칙을 적용하여 이해하도록 한다. 다양한 거울과 렌즈에 의해 생기는 상의 위치나 크기를 정량적으로 계산하거나 실상과 허상을 구분하는 활동은 하지 않고, 정성적인 특징을 다양한 예를 통해 비교하도록 한다.
- [9과10-03] 햇빛은 여러 가지 색깔의 빛으로 이루어져 있음을 스펙트럼 관찰을 통해 확인하고, 물체에서 서로 다른 색깔의 빛이 반사됨으로써 다양한 색이 나타남을 이해할 수 있도록 한다.
- [9과10-04] 소리는 파동의 일종으로 매질을 통해 전달됨을 설명하고, 파동의 진폭, 진동수, 파장의 개념을 다양한 소리의 파형을 비교하여 설명하도록 한다. 종파와 횡파를 구분하여 설명하지는 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 학생들이 직접 관찰하거나 간단하게 해볼 수 있는 다양한 활동을 제공하고, 학생들의 이해와 흥미를 위해 빛과 파동의 성질을 이용한 다양한 기구나 악기를 활용할 수 있다.
- 음악, 미술 등 다른 교과와 주제 통합 수업으로 구성할 수 있다.

(11) 물질의 구성

[9과11-01] 모든 물질은 원소로 이루어져 있음을 알고, 주변 물질의 구성 원소에 대한 흥미와 호기심을 가진다.

[9과11-02] 원자는 양성자, 중성자, 전자로 구성되며, 양성자의 개수에 따라 원소의 종류가 달라짐을 모형을 활용하여 설명할 수 있다.

[9과11-03] 원소는 양성자의 수에 따라 주기율표에 배치됨을 이해하고, 주기율표에서 성질이 유사한

원소를 찾을 수 있다.

[9과11-04] 분자는 원자로 구성됨을 이해하고, 원소와 화합물을 화학식으로 표현할 수 있다.

[9과11-05] 이온의 형성 과정을 이온식으로 표현하고, 이온이 전하를 띠고 있음을 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 지구 환경에 영향을 미치는 물질을 조사하여 화학식으로 표현하기
- 실험을 통해 이온이 전하를 띠고 있음을 추리하기

(가) 성취기준 해설

- [9과11-01~03] 물질-물질의 구조 영역에 해당되며, 초등학교 5~6학년군 ‘용해와 용액’, 고등학교 통합과학 ‘물질의 규칙성과 결합’과 연계된다.
- [9과11-02] 동위원소의 개념은 다루지 않는다.
- [9과11-03] 원소가 양성자의 수에 따라 순서대로 주기율표에 배치되며 성질이 유사한 원소가 같은 족에 배열된다는 수준에서 주기율표를 도입한다. 원자번호는 도입하되 질량수에 대해서는 언급하지 않는다.
- [9과11-04] 화합물은 공유결합 화합물 위주로 다룬다.
- [9과11-05] 이온의 전하는 양성자와 전자의 수를 비교하여 다루고, 다원자 이온은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 주기율표 지도 시, 같은 족에 속하는 원소들의 일반적인 공통 성질을 다루며, 개별 원소의 구체적인 특징에 대해 지나치게 강조하지 않는다.

(12) 식물과 에너지

[9과12-01] 광합성 과정을 이해하고, 식물과 환경에서 광합성과 관련된 요소를 제시할 수 있다.

[9과12-02] 식물의 호흡과 광합성의 관계를 이해하고, 호흡과 광합성 사이에서 출입하는 에너지와 물질의 변화를 비교하여 표현할 수 있다.

[9과12-03] 광합성 산물의 저장과 이용 과정을 이해하고, 모형으로 표현할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 실험 자료를 기반으로 광합성이 일어나는 장소와 광합성 산물을 추론하기
- 광합성에 영향을 미치는 요인을 확인하는 실험 설계하기
- 광합성과 호흡의 관계를 모형으로 표현하기

(가) 성취기준 해설

- [9과12-01~03] 생명-생물의 구조와 에너지, 생명의 연속성 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 '식물의 생활', 5~6학년군 '식물의 구조와 기능', 고등학교 생명과학 '생명 시스템의 구성'과 세포와 물질대사 '세포호흡과 광합성'과 연계된다.
- [9과12-01] 광합성에 영향을 미치는 요인을 협력적 소통을 통해 실험 설계를 함으로써 탐구 설계 및 수행 능력을 함양한다.
- [9과12-03] 광합성 결과 얻은 양분의 저장 사용 과정을 모형으로 표현함으로써 개념을 통합적으로 이해한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 광합성 탐구는 디지털 도구를 이용하여 데이터를 얻고 이를 해석하여 문제를 해결하는 디지털 기반 탐구 활동을 한다.
- 광합성 산물의 저장, 사용 과정을 모형으로 표현하는 활동은 캐릭터 개발, 이모티콘, 인포그래픽 등 창의성을 발휘할 수 있는 활동을 한다.

(13) 동물과 에너지

[9과13-01] 영양소 검출과 침의 작용 탐구를 통하여 소화 과정을 소화 효소의 작용과 관련지어 추론할 수 있다.

[9과13-02] 순환계의 구조와 기능을 이해하고, 혈액의 순환 경로를 종합하여 표현할 수 있다.

[9과13-03] 호흡 기관의 구조와 기능을 이해하고, 호흡 운동의 원리를 나타내는 모형을 만들 수 있다.

[9과13-04] 배설 기관의 구조와 기능을 알고, 노폐물이 배설되는 과정을 표현할 수 있다.

[9과13-05] 동물이 세포 호흡을 통해 에너지를 얻는 과정을 소화, 순환, 호흡, 배설과 관련지어 통합적으로 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 영양소 검출을 통해 음식물 속의 영양소 확인하기
- 침 속에 들어 있는 소화 효소 작용 탐구하기
- 소화, 순환, 호흡, 배설의 관계에 대한 역할놀이하기

(가) 성취기준 해설

- [9과13-01~05] 생명-생물의 구조와 에너지 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 '동물의 생활', 5~6학년군 '우리 몸의 구조와 기능', 고등학교 생명과학 '생명 시스템의 구성'과 연계된다.
- [9과13-01] 소화 기관에서 일어나는 소화 과정은 소화 효소 중심으로 간단하게 언급하며,

소화 효소는 아밀레이스, 펩신, 트립신, 라이페이스 등 대표적인 몇 가지만 다루도록 한다.

- [9과13-05] 소화, 순환, 호흡, 배설 과정에서 사람의 기관계가 역할 놀이 등을 통해 통합적 작용을 이해한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 영양소 검출, 침의 작용, 혈액의 관찰 등은 실험 활동으로 하며, 호흡 운동의 원리를 이해하기 위해 폐의 구조와 흉강 모형 만들기를 활용할 수 있다.
- 기관계의 관계에 대한 탐구는 증강현실, 가상현실 등 실감형 콘텐츠를 활용하며, 생명 존중의 태도를 가지도록 지도한다.

(14) 전기와 자기

[9과14-01] 마찰 전기, 정전기 유도과 같이 물체가 대전되는 현상을 관찰하고, 이를 전기력과 모형을 이용하여 설명할 수 있다.

[9과14-02] 전기 회로에서 전류를 모형으로 설명하고, 실험을 통해 저항, 전류, 전압 사이의 관계를 이끌어 낼 수 있다.

[9과14-03] 저항의 직렬연결과 병렬연결의 특징을 비교하고, 일상생활에서 전기 에너지가 다양한 형태의 에너지로 전환됨을 소비 전력과 관련지어 설명하고 효율적인 전기 사용의 중요함을 인식할 수 있다.

[9과14-04] 자석과 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 추리하고, 자기장에서 전류가 흐르는 도선에 작용하는 힘의 특성을 설명하고 일상생활에 활용한 예를 찾을 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 정전기 유도를 이용한 다양한 놀이 활동하기
- 저항, 전류, 전압 사이의 관계 탐구하기
- 가정에서 사용하는 전기 기구의 소비 전력 비교하기
- 자기장에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘을 이용한 장치 고안하기

(가) 성취기준 해설

- [9과14-01~03] 운동과 에너지-전기과 자기 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘자석의 이용’, 초등학교 5~6학년군 ‘전기의 이용’, 고등학교 통합과학 ‘자연의 구성 물질과 이용’, ‘에너지 자원과 활용’과 물리학 ‘전자기와 빛’과 연계된다.
- [9과14-02] 일상생활에서 물질마다 저항이 다를 수 도체, 부도체, 반도체의 예를 들어 설명한다.
- [9과14-03] 저항의 연결에 관한 계산과 혼합 연결은 다루지 않는다. 소비 전력은 정량적인 계산보다는 에너지 전환 관점에서 다루도록 한다.
- [9과14-04] 직선 도선이나 코일을 이용하여 전류와 자기장의 세기, 방향과의 관계를 정성적

으로 확인하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 전기 회로 실험에서 디지털 탐구 도구나 가상 실험을 활용할 수 있다.
- 가정에서 전기 에너지가 전환되어 나타나는 다양한 형태의 에너지들과 소비 전력에 대해 조사하여 보고서를 작성하게 하고 평가할 수 있다.
- 환경이나 기후 변화의 관점에서 효율이 높은 전기 기구를 사용하는 것의 중요성을 이해하고 실천할 수 있도록 한다.

(15) 별과 우주

[9과15-01] 연주시차를 이용하여 별의 거리를 구하는 방법을 알고, 별의 등급과 광도의 관계 및 표면 온도와 색의 관계를 비교하여 추론할 수 있다.

[9과15-02] 우리은하의 구조와 크기를 이해하고, 성운과 성단의 특징을 비교할 수 있다.

[9과15-03] 모형을 이용하여 우주가 팽창하고 있음을 설명할 수 있다.

[9과15-04] 우주 탐사의 의의와 인류에게 미치는 영향을 조사하여 과학의 유용성을 느낄 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 디지털 기기를 활용하여 광원으로부터의 거리에 따른 빛의 세기 측정하기
- 천문 프로그램을 활용하여 우리은하를 구성하는 천체 찾아보기
- 우주 탐사 성과를 조사하고 우주 탐사 계획 세우기

(가) 성취기준 해설

- [9과15-01~04] 별과 우주 - 천체 영역에 해당되며, 초등학교 3-4학년군 ‘밤하늘 관찰’, 고등학교 통합과학 ‘물질과 규칙성’, 지구과학 ‘별의 특성과 분류’, ‘은하와 우주의 진화’, 행성우주 과학 ‘별의 물리량’, ‘성간 물질과 별의 일생’, ‘우주 탐사와 첨단 관측 장비’와 연계된다.
- [9과15-01] 별의 거리를 구하는 방법은 수식을 도입하지 않으며, 연주 시차와 겉보기 등급과 절대 등급의 개념을 중심으로 다룬다. 별의 표면 온도는 별의 색을 이용하여 비교하는 수준으로만 다룬다.
- [9과15-03] 우주 팽창과 관련된 심화된 내용(적색 편이, 허블 법칙, 가속 팽창 등)은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 디지털 기기를 활용하여 우리은하를 구성하는 천체의 종류와 특징을 비교·분석하는 수업을 전개할 수 있다.

- 우주 탐사 성과를 바탕으로 우주 탐사 계획 세우고, 토의 및 토론, 보고서, 웹툰, 연극 등 다양한 교수-학습 방법을 적용할 수 있다.

(16) 과학기술과 인류의 지속 가능한 삶

[9과16-01] 과학기술의 발전이 인류의 문명에 미친 영향을 이해하고, 인공지능 등 첨단 과학기술이 가져올 미래 사회의 변화에 대해 조사하여 발표할 수 있다.

[9과16-02] 인류의 지속 가능한 삶을 위해 과학기술의 중요성과 역할에 대해 논의하고, 개인과 사회 차원의 실천 방안을 토의하고 이를 실천할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 미래사회의 모습 시나리오 작성하기
- 과학기술의 활용이 사회, 경제, 문화, 환경에 미치는 사례 조사하기
- 기후 변화나 환경오염에 대처하기 위한 방안을 조사하고 실천 계획 세우기
- 지속 가능 사회를 위한 과학기술공동체의 활동 사례 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [9과16-01~03] 과학과 사회 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘기후 변화와 우리’, 5~6학년군 ‘자원과 에너지’와 연계된다.
- [9과16-01] 인류 문명과 문화 발달에 영향을 준 과학적 발명 및 과학의 원리를 포함한다. 원리보다는 활용의 측면에서 첨단 과학기술의 사례를 함께 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 인류 문명의 발달 과정에서의 과학적 원리의 발견, 기술의 발달, 기기의 발명에 관한 자료를 수집하고 토의하도록 지도할 수 있다. 또 과학의 개념과 원리가 기술, 공학, 예술이나 수학 등 과학 외의 교과와 관련 있음을 사례를 통해 이해하도록 한다.
- 조사와 토의·토론 등의 교수학습 방법을 활용하여 첨단 과학 기술의 사례를 찾고, 이 과정에서 과학이 일상생활에 미치는 영향을 알게 하고, 미래 생활의 모습을 근거를 들어 예측해 보도록 한다.
- 인류가 직면한 에너지나 환경 문제와 같은 과학 관련 쟁점을 알고 이에 대한 자신의 의견을 과학적으로 제시하게 한다.

(17) 운동과 에너지

[9과17-01] 등속 운동하는 물체의 운동을 시간-거리, 시간-속력의 그래프로 나타내고 해석할 수 있다.

[9과17-02] 자유 낙하하는 물체의 운동을 측정하여 시간에 따른 속력의 변화가 일정함을 분석할 수 있다.

[9과17-03] 일의 의미를 알고, 자유 낙하하는 물체의 운동에서 중력이 한 일을 위치 에너지와 운동 에너지로 표현할 수 있다.

[9과17-04] 물체의 운동에서 역학적 에너지의 전환과 보존을 이해하고, 이를 실생활에 적용하여 물체의 운동을 예측할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 센서를 이용하여 여러 가지 물체의 운동을 그래프로 표현해 보기
- 자유 낙하하는 물체의 높이와 속력을 측정하여 위치 에너지와 운동 에너지 비교하기
- 일상생활에서 역학적 에너지 전환과 보존을 적용하여 물체의 운동 예측하기

(가) 성취기준 해설

- [9과17-01~03] 운동과 에너지-힘과 운동, 열과 에너지 영역에 해당되며, 초등학교 5~6학년군 ‘물체의 운동’, 고등학교 통합과학 ‘역학적 상호작용’과 물리학 ‘힘과 에너지’와 연계된다.
- [9과17-02] 자유 낙하하는 운동에서 물체의 종류나 질량에 상관없이 속력이 일정하게 증가함을 자료를 분석하여 이끌어 내고, 중력 가속도 상수가 9.8인 것을 소개하고 중력의 크기로써 9.8m을 도입한다.
- [9과17-03] 중력이 한 일은 운동 에너지, 중력에 대해서 한 일은 위치 에너지로 전환됨을 확인한다.
- [9과17-04] 단진자나 자유 낙하하는 물체 등의 사례를 활용하여 역학적 에너지 보존 법칙을 설명하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 공기 등 마찰을 무시할 수 있는 경우에 물체의 운동을 기록한 실험이나 동영상 자료를 활용할 수 있다.
- 운동에 대한 기록과 자료의 해석·분석에 카메라나 운동 센서 등 다양한 디지털 탐구 도구를 활용할 수 있도록 한다.

(18) 날씨와 기후 변화

[9과18-01] 대기권의 층상 구조를 이해하고, 온실 효과와 지구 온난화를 복사 평형의 관점으로 설명할 수 있다.

[9과18-02] 위도별 바람의 특성을 파악하고, 대기 대순환의 역할을 이해할 수 있다.

[9과18-03] 온도에 따른 포화수증기압과 상대 습도를 이해하고, 단열 팽창에 따른 응결 현상을 관찰하여 구름의 생성과 강수 과정을 모형으로 표현할 수 있다.

[9과18-04] 기압, 기단, 전선의 개념을 이해하고, 일기도를 활용하여 저기압과 고기압의 날씨를 비교할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 구름 생성 과정 모형 실험하기
- 실시간 데이터, 일기도, 레이더 및 위성 영상을 활용하여 날씨 해석하기

(가) 성취기준 해설

- [9과18-01~04] 날씨와 기후 변화 - 유체 영역에 해당되며, 초등학교 5-6학년군 ‘날씨와 우리 생활’, 고등학교 통합과학 ‘시스템과 상호작용’, 지구과학 ‘역동적인 대기’, 지구시스템과학 ‘대기 복사와 강수 과정’, ‘대기의 운동과 날씨’, 기후 변화와 환경 생태 ‘기후와 환경 생태의 특성’과 연계된다.
- [9과18-02] 위도별 지상에서의 바람은 북반구를 기준으로 설명하며, 대기 대순환의 역할과 기후 변화를 연관지어 설명한다. 대기 대순환 설명 시 전향력이나 지구가 자전하지 않았을 때의 경우는 다루지 않는다.
- [9과18-03] 강수 과정은 정성적으로 다루고 빙정설과 병합설의 상세한 원리는 다루지 않는다.
- [9과18-04] 바람은 지표의 차등 가열에 의해 기압차가 생겨서 발생한다는 것을 중심으로 다룬다. 일기도는 계절에 따른 대표적인 일기도에서 저기압, 고기압, 전선 등이 날씨에 미치는 영향을 중심으로 다룬다. 등압선 그리기, 일기 예보의 과정, 일기도 작성 등은 다루지 않는다. 온대 저기압의 편서풍에 의한 이동은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 대기권이 층상 구조로 이루어져 있음을 이해시키기 위해 대기권의 높이에 따른 기온 분포를 그래프로 그려보는 활동을 할 수 있다.
- 복사 평형, 단열 팽창, 바람의 생성, 전선의 형성은 모형이나 실험을 통해 이해할 수 있다.
- 구름 생성 실험 시 온습도 센서를 활용하여 데이터를 시각화하여 분석할 수 있다.
- 기후 변화와 환경 재난 등에 대한 심각성을 인식하고, 환경과 인간이 공존할 수 있는 다양한 방법을 모색할 수 있도록 지도한다.

(19) 수권과 해수의 순환

[9과19-01] 수권에서 해수, 담수, 빙하의 분포와 활용 사례를 조사하고, 자원으로서 물의 가치에 대해 토론할 수 있다.

[9과19-02] 해수의 수온과 염분의 분포 및 변화 자료를 해석하여 해수의 특성을 설명할 수 있다.

[9과19-03] 대기 대순환과 해양 표층 순환과의 관계를 이해하고, 전 지구적으로 에너지를 재분배하는 해류의 역할을 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 수자원의 중요성을 조사하고 수자원 보존을 위한 실천 방안 탐색하기
- 해수의 연직 수온 분포 모형 실험하기
- 실시간 데이터를 활용하여 우리나라 주변 해양 정보(수온, 염분) 알아보기

(가) 성취기준 해설

- [9과19-01~03] 수권과 해수의 순환 - 유체 영역에 해당되며, 초등학교 3-4학년군 '지구의 모습', 고등학교 통합과학 '생태계와 환경', 지구과학 '순환하는 해양', '대기와 해양의 상호작용' 지구시스템과학 '해수의 운동'과 연계된다.
- [9과19-01] 자원으로서의 물의 가치에서는 지하수의 가치와 활용 방안 예시를 포함하여 다룬다.
- [9과19-03] 해류가 전 지구적인 에너지 재분배를 통하여 기후 변화에 미치는 영향을 이해할 수 있도록 하며, 북태평양을 순환하는 해류만 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 수자원 관련 자료 조사는 협업 과정을 통하여 수권의 다양한 특성과 관련된 최근 자료를 검색, 탐색, 발표 및 토론하게 할 수 있다.
- 자원으로서 물의 가치에 대해 조사하고 토론하는 과정에서 수자원의 중요성을 인식하고, 지속가능한 삶을 위한 실천 방안을 찾아 행동할 수 있도록 지도한다.

(20) 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

[9과20-01] 물리 변화와 화학 변화를 관찰하고 화학 변화는 새로운 물질이 생성되는 변화임을 유추하여 설명할 수 있다.

[9과20-02] 간단한 화학 반응을 화학 반응식으로 표현하고, 화학 반응식에서 계수의 비를 입자 수의 비로 해석할 수 있다.

[9과20-03] 화학 반응에서 질량 보존의 원리를 이해하고, 이를 모형으로 설명할 수 있다.

[9과20-04] 실험 데이터를 이용하여 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비가 일정함을 추리하고 이를 설명할 수 있다.

[9과20-05] 생성 물질과 반응 물질이 모두 기체인 화학 반응에서는 기체 부피 사이에 일정한 부피비가 성립함을 찾을 수 있다.

[9과20-06] 화학 반응에서 열이 출입함을 알고, 일상생활에서의 사례를 조사하고 발표할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 생활 속의 대표적 화학 반응을 화학 반응식으로 표현하기
- 화학 반응 전후의 질량 변화 양상을 찾기 위한 실험 설계하기
- 기체 사이의 반응에서 반응물과 생성물의 부피비와 화학반응식의 계수비 비교하기

(가) 성취기준 해설

- [9과20-01~03] 물질-물질의 변화 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘물질의 성질’, 5~6학년군 ‘물질의 변화’, 고등학교 통합과학 ‘화학 변화’와 연계된다.
- [9과20-03] 모형으로 설명할 때 화학 변화에서 물질을 구성하는 원자의 배열이 달라지며, 원자의 종류와 수는 변하지 않음으로 설명한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 기체 발생 실험에서 기체의 질량을 측정할 때는 부력이 영향을 주지 않도록 실험을 구성한다.
- 법칙을 배우고 실험으로 법칙이 성립함을 확인하는 형태의 수업을 지양하고, 실험 결과의 공통 특징을 이용하여 법칙을 귀납적으로 추리할 수 있도록 지도한다.
- 화합물을 구성하는 성분 원소 사이의 질량비가 일정하다는 일정성분비 법칙은 화합물을 구성하는 원소를 화학식으로 일정하게 표현할 수 있는 근거가 된다는 사실을 학생들이 이해할 수 있도록 지도한다.

(21) 자극과 반응

[9과21-01] 감각기관의 구조와 기능을 이해하고, 실험을 통해 자극이 뇌로 전달되는 과정을 추론할 수 있다.

[9과21-02] 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 이해하고 자극에 대한 반응 실험을 통해 자극에서 반응이 일어나기까지의 과정을 모형으로 표현할 수 있다.

[9과21-03] 우리 몸의 기능 조절에 호르몬이 관여함을 알고, 관련 과학 기사를 찾아 발표할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 맹점 확인으로 시각의 성립 과정 추론하기
- 의식적 반응과 무조건 반사의 반응 경로 비교하기
- 국가건강정보포털을 활용한 호르몬 관련 질병 조사 발표하기

(가) 성취기준 해설

- [9과21-01~03] 생명-항상성과 몸의 조절 영역에 해당하며, 초등학교 5~6학년군 ‘우리 몸의 구조와 기능’, 고등학교 생명과학 ‘항상성과 몸의 조절’과 연계된다.
- [9과21-01] 감각기관의 구조는 간단히 언급하고, 자극이 감각기관에서 뇌로 전달하는 과정을 탐구하여 추론 능력을 기른다.
- [9과21-02] 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 이해함으로써 감각기관에서 감지된 자극이 효율적으로 생물의 신경계에 전달될 수 있음을 탐구한다.
- [9과21-03] 호르몬의 종류는 간단히 언급하고, 신경계와 내분비계의 통합적 작용으로 몸을 최적의 상태로 유지할 수 있음을 이해한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 시각 관련 실험은 현상을 관찰하고, 관찰된 사실을 바탕으로 눈의 구조를 추론하는 논리력과 설명 능력을 향상할 수 있도록 한다.
- 근육의 전기 신호 측정 실험을 통해 반사와 의식적 반응의 속도 차이를 측정하고 데이터를 분석하는 활동을 통해 탐구역량을 함양한다.
- 호르몬과 관련된 질병의 성별, 연령별, 국가별 발병 비율을 조사하고, 데이터를 분석하고 처리하는 활동을 통해 디지털 소양을 함양한다.

(22) 생식과 유전

- [9과22-01] 세포의 표면적과 부피 탐구를 통해 개체의 성장에 대한 세포 분열의 효과를 유추할 수 있다.
- [9과22-02] 염색체와 유전자의 관계를 이해하고, 체세포 분열과 생식 세포형성 과정의 특징을 염색체 행동에 흥미를 갖고 해석한다.
- [9과22-03] 수정란으로부터 개체가 발생하는 과정을 모형으로 표현할 수 있다.
- [9과22-04] 멘델 유전 실험의 의의와 원리를 이해하고, 멘델 유전 원리가 적용되는 유전 현상을 조사하여 발표할 수 있다.
- [9과22-05] 사람의 유전 형질과 유전 연구 방법을 알고, 사람의 유전 현상을 가계도를 이용하여 표현할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 표면적과 부피 비를 이용한 세포 분열 필요성 추론하기
- 유전자 전달 경로 확인을 위한 가계도 분석하기
- 유전 현상 모의 활동을 통한 자신의 유전자형 유추하기

(가) 성취기준 해설

- [9과22-01~05] 생명-생명의 연속성 영역에 해당되며, 초등학교 3~4학년군 ‘동물의 생활’, 고등학교 생명과학 ‘생명의 연속성과 다양성’과 연계된다.
- [9과22-01] 체세포 분열과 생식 세포 형성 과정은 염색체의 행동을 중심으로 간단하게 다루며, 분열 과정의 단순한 암기보다 분열의 생물학적 의미를 이해하는데 중점을 둔다.
- [9과22-03] 발생 과정은 수정란의 초기 발생에서 원구의 생성, 배엽과 낭배 형성 과정은 다루지 않고 난할 정도만 간단하게 다루며, 생식 세포 분열 결과로 나타나는 수정과 발생의 의미를 주로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 체세포 분열과 생식 세포 형성 과정 학습에서 증강현실, 가상현실 등 실감형 콘텐츠를 활용하여 복잡한 과정에 대한 이해를 높인다.
- 사람의 유전 형질 중 단일 유전자에 의해 나타난 형질이 아닌 표현형이 있음에 유의하며 과학적으로 입증된 내용만 다룬다. 가계도 분석 활동에서 학생과 학생의 가족의 질병, 가족 관계 등 개인 정보 유출의 문제가 발생하지 않도록 한다.

(23) 과학과 나의 미래

[9과23-01] 과학과 관련된 직업의 종류와 하는 일을 조사하고, 과학기술의 발달로 생기는 미래 사회의 직업 변화를 예상할 수 있다.

[9과23-02] 자신의 진로와 관련 있는 과학 분야와 과학 핵심역량을 조사하고, 진로 선택을 위하여 필요한 과학 학습을 계획할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 다양한 직업 속에 과학 탐색하기
- 미래 과학과 새로운 과학 진로 조사하기
- 진로를 위한 과학 학습 계획하기

(가) 성취기준 해설

- [9과23-01~02] 과학과 사회 영역에 해당되며, 초등학교 5~6학년군 ‘과학과 나의 진로’와 연계된다.
- [9과23-02] 과학과 직접적으로 관련된 직업에서의 과학의 역할 뿐 아니라 기술, 공학, 사회, 예술, 문학 분야 등의 직업에서 필요한 과학 학문이나 과학 핵심역량을 조사하여, 과학의 중요성과 유용성을 깨달으면서 미래 과학 학습 계획을 세우도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 과학 관련 직업군별 탐방 활동 보고서나 자료 조사 보고서를 바탕으로 직업군의 특성에 대해 발표하고 토론한다.
- 학생이 원하는 진로를 먼저 정하고, 비슷한 진로를 계획하는 또래끼리 팀을 만들어 집단 조사를 하고 발표한다.

2. 고등학교 공통과목

가. 통합과학1, 2

통합과학 1, 2

1. 성격과 목표

가. 성격

‘통합과학 1, 2’는 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘통합과학 1, 2’ 과목에서는 모든 학생이 과학의 기본 개념을 익히고 통합과학 탐구 능력과 태도를 길러, 자연과 일상생활에서 접하는 현상을 과학적으로 이해하고, 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

미래사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 과학적 소양을 바탕으로 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘통합과학’은 운동과 에너지, 물질과 생명, 지구와 우주 등의 영역을 관통하는 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 아울러 구성한다.

‘통합과학 1, 2’는 중학교까지 학습한 과학 지식(앎)과 실천을 연계하여 미래사회를 살아가기 위한 역량을 함양하고, 고등학교 과학과 선택과목 학습에 필요한 최소한의 과학 기초 학력을 보장하기 위한 과목이다.

‘통합과학 1’은 과학의 기초, 물질과 규칙성, 및 시스템과 상호작용의 3개 영역으로 구성된다. ‘통합과학 2’는 변화와 다양성, 환경과 에너지 및 과학과 미래 사회의 3개 영역으로 구성된다. ‘과학의 기초’ 영역에서는 시공간을 포함한 과학 탐구에서 중요한 기본량과 단위, 측정과 표준 등 과학의 도구적 언어를 다룬다. 물질과 규칙성, 시스템과 상호작용, 및 변화와 다양성, 환경과 에너지 영역은 전통적인 과학의 기초 지식과 개념에 해당하는 내용이면서도, 빅 아이디어(big ideas) 중심으로 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학과 같은 과학영역을 관통하고 통합하는 내용으로 구성하였다. ‘과학과 미래 사회’ 영역에서는 인공지능과 로봇, 생명과 과학 윤리 등 지속가능한 미래사회의 책임 있는 민주시민이 갖추어야 첨단 과학지식과 탐

구 방법 그리고 과학기술윤리 등을 다룬다.

‘통합과학 1, 2’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. 통합과학 1, 2의 6개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

자연 현상과 일상생활에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 탐구를 통해 주변의 현상을 이해하고 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 민주시민으로서 참여하고 실천하는 과학적 소양을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

<통합과학 1>

가. 내용 체계

| | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연 세계의 현상은 시간과 공간을 배경으로 몇 가지 기본량으로 기술한다. • 자연의 기본량을 측정할 때 사용하는 표준과 단위는 일상생활과 산업기술에서 중요하게 활용된다. • 우주 초기 원소, 형성, 태양계의 형성과 진화, 별의 진화 등 모든 천문 현상은 천체에서 방출되는 빛의 분석을 통해 이루어진다. • 자연계에 존재하는 원소에는 규칙성이 있으며, 원소의 결합으로 다양한 물질이 형성된다. • 지각과 생명체를 구성하는 물질들은 기본 단위체의 결합을 통해서 형성된다. • 물질의 전기적 성질은 전기 기술의 소재로 응용될 수 있으며, 이 소재를 활용하여 자연계의 신호를 디지털 정보로 변환한다. • 지구 표면과 주위의 모든 물체는 지구 중심 방향의 중력을 받아 운동한다. • 물체의 운동 변화는 다른 물체와의 상호작용으로 설명하고, 일상생활에서 안전하고 편리한 생활에 이 원리를 활용한다. |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | <ul style="list-style-type: none"> 지구계는 기권, 수권, 지권, 생물권 등 여러 하위 권역들로 구성되며, 지구계 구성 권역들이 물질과 에너지를 교환하는 과정에서 다양한 자연 현상들이 발생한다. 생명체는 생명 시스템의 기본 단위인 세포로 구성되어 있으며, 세포에서 일어나는 다양한 반응을 통해 생명 현상이 유지된다. | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 과학의 기초 | | <ul style="list-style-type: none"> 시간 공간 규모 단위 측정 어림 측정 표준 |
| | 물질과 규칙성 | | <ul style="list-style-type: none"> 스펙트럼 원소 생성 별의 진화 원소의 주기성 최외각 전자 이온 결합 공유 결합 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성 생명체의 주요 구성 물질 물질의 전기적 성질 정보와 신호 센서 |
| | 시스템과 상호작용 | | <ul style="list-style-type: none"> 중력장 내의 운동 가속도 운동량과 충격량 관성 지구시스템의 구성과 상호작용 판구조론 지각 변동 세포의 구조 세포 소기관 물질대사 효소 유전 정보 유전자와 단백질 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | | <ul style="list-style-type: none"> 문제 정의하기 가설 설정하기 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | | <ul style="list-style-type: none"> 결론 일반화하기 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | | <ul style="list-style-type: none"> 증거에 기반한 토론하기 증거에 기반한 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | | <ul style="list-style-type: none"> 과학의 심미적 가치 파악하기 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | | <ul style="list-style-type: none"> 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 과학 창의성 기르기 과학 활동의 윤리성 인식하기 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 기여하기 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 과학의 기초

[10통과1-01-01] 자연을 시간과 공간에서 기술할 수 있음을 알고 길이와 시간 측정의 현대적 방법과 다양한 규모의 측정 사례를 설명할 수 있다.

[10통과1-01-02] 과학 탐구의 중요한 기본량의 의미를 알고 자연 현상을 기술하는 데 단위가 가지는 의미와 적용사례를 설명할 수 있다.

[10통과1-01-03] 과학 탐구에서 측정과 어림의 의미를 알고 일상생활의 여러 가지 상황에서 측정 표준의 유용성과 필요성을 설득할 수 있다.

[10통과1-01-04] 빛, 소리, 온도, 압력 등 자연에서 일어나는 다양한 변화를 통해 자연계에서 정보가 발생함을 알고 아날로그 정보와 디지털 정보를 비교할 수 있다.

[10통과1-01-05] 센서를 활용하여 자연계의 정보를 수집하고 이를 디지털 정보로 변환하는 과정을 알고, 이러한 기술이 정보통신에 활용되어 현대 문명에 미친 영향을 감상할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 미시세계와 거시세계의 크기에 따른 차이점 비교하기
- 일상생활 속의 측정 표준이 활용되는 사례 탐색하기
- 스마트 기기와 시차를 활용하여 여러 규모의 거리 측정하기
- 스마트 기기를 활용하여 소리의 파형 관찰하고 비교하기
- 자율주행 자동차의 주행 원리에서 센서의 역할과 기능 알아보기

(가) 성취기준 해설

- [10통과1-01-01~03] 고등학교 과학 과목의 출발점으로서 과학의 본질에 대해서 탐구 대상과 방법론 측면에서 설명한다. 즉 과학은 시간과 공간을 배경으로 하는 우주를 대상으로 하며, 여기서 벌어지는 다양한 현상을 관찰하고 측정하는 것이 과학의 기초이자 인간 사회의 일상생활에도 유용함을 소개한다.
- [10통과1-01-01] 원자와 우주를 시간과 공간 차원에서 비교하면서 규모(scale)의 의미와 필요성을 소개하고, 시간과 공간을 측정하려는 과학자들의 노력이 인간의 경험 범위를 얼마나 확장했는지를 설명한다.
- [10통과1-01-02] 과학의 기본량으로 시간, 길이, 질량, 전류, 온도, 물질량(몰), 광도를 다루며, 초·중·고등학교 과학 교과와 주요 과학 개념들이 이러한 기본량으로부터 도출됨을 설명한다.
- [10통과1-01-03] 먹거리와 계량, 질병과 치료의 측정 표준, 스포츠와 측정, 미세먼지 측정 등 학생의 삶과 관련된 생활 속의 사례를 중심으로 측정 표준의 의미와 필요성을 도입한다.
- [10통과1-03-04] 빛, 공기, 물, 땅 등 인간을 둘러싼 자연의 변화가 파동의 형태로 변환될 때 인간에게 유용한 정보가 됨을 소개한다.

- [10통과1-03-05] 센서를 통해 아날로그 형태의 자연계의 변화가 전기 신호로 바뀌어 디지털 정보가 됨을 이해하게 하고, 이러한 원리가 각종 측정에서부터 정보통신에 이르기까지 광범위하게 적용되고 있음을 소개한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 고등학교 과학 과목의 출발점으로서 학생들이 과학에 대해 흥미와 호기심을 가질 수 있도록 개념 설명은 지양하고 학생들의 흥미를 끄는 구체적인 사례를 중심으로 지도한다.
- 가장 짧은 시간과 긴 시간, 가장 짧은 거리와 긴 거리는 무엇인지 등에 관한 질문으로부터 다양한 시공간 규모를 인간의 경험 세계와 비교·탐색함으로써 자연 세계의 신비를 느끼게 하고 과학 탐구에 대한 호기심을 유발한다.
- 과거로부터 현재까지 자연 현상을 관찰하고 정밀하게 측정하고자 하는 인간의 노력을 부각함으로써, 우주의 광대함과 인간의 도전 정신의 위대함, 그와 동시에 인간의 활동으로서 과학의 한계를 제시하도록 한다.
- 과학의 기본량 측정이나 생활 속의 측정 표준에서 학교 환경에서 사용 가능한 다양한 디지털 탐구 도구를 적극적으로 활용한다.
- 정보통신 관련 내용을 지도할 때 정보통신 기술에 초점을 두는 것이 아니라, 자연을 구성하는 물질의 변화가 ‘신호’를 만들고, 신호를 분석하여 ‘정보’를 산출하며, 정보를 전달하는 것이 ‘통신’이라는 스토리텔링을 바탕으로 내용을 전개한다.
- 휴대전화, 태블릿 PC 등 학생들이 실생활에서 구할 수 있는 전자제품 속에 있는 센서를 활용하여 생활 속의 실제적인 데이터를 수집하고 분석하는 탐구를 수행하도록 한다.

(2) 물질과 규칙성

- [10통과1-02-01] 천체에서 방출되는 빛의 스펙트럼을 분석하여 우주 초기에 합성된 원소와 천체의 구성 물질을 추론할 수 있다.
- [10통과1-02-02] 우주 초기의 원소들로부터 태양계의 재료이면서 생명체를 구성하는 원소들이 형성되는 과정을 통해 지구와 생명의 역사가 우주 역사의 일부분임을 해석할 수 있다.
- [10통과1-02-03] 세상을 구성하는 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 도출하고, 지구와 생명체를 구성하는 주요 원소들이 결합을 형성하는 이유를 해석할 수 있다.
- [10통과1-02-04] 인류의 생존에 필수적인 물, 산소, 소금 등이 만들어지는 결합의 차이를 이해하고 각 물질의 성질과 관련지어 설명할 수 있다.
- [10통과1-02-05] 지각과 생명체를 구성하는 물질들이 기본 단위체의 결합을 통해서 형성된다는 것을 규산염 광물, 단백질과 핵산의 예를 통해 설명할 수 있다.
- [10통과1-02-06] 지구를 구성하는 물질을 전기적 성질에 따라 구분할 수 있고, 물질의 전기적 성질을 응용하여 일상생활과 첨단기술에서 다양한 소재로 활용됨을 인식한다.

<탐구 활동 예시>

- 분광기를 활용하여 다양한 물질이 방출하는 스펙트럼을 관찰·비교하기
- 대폭발(빅뱅) 우주론 정립에서 과학적인 쟁점들의 해결 과정을 비판적으로 논증하기
- 지구의 원소 분포, 원소의 성질, 용도 등을 바탕으로 창의적인 주기율표 만들기
- 1족 금속과 17족 비금속 원소의 성질과 반응성을 관찰하여 원소들의 공통성 찾기
- 주기율표의 족별 원소의 특징이 나타나는 지구 및 생명 현상을 찾고 원인 추리하기
- 다양한 물질의 형성 원리를 이온 결합과 공유 결합 모형으로 표현하기
- 지구와 생명체의 구성 성분을 비교하여, 우주와 지구 역사를 통한 구성 성분의 유래 탐구하기
- DNA 모형을 제작하고, DNA의 구조적 특징과 규칙성 이해하기
- 일상생활과 자연의 여러 물질들을 전기적 성질에 따라 구분하기

(가) 성취기준 해설

- [10통과1-02-01~06] 중학교 1~3학년군의 ‘태양계’, ‘물질의 구성’, 고등학교 물리학의 ‘빛과 물질’, 고등학교 전자기와 빛의 ‘양자역학과 양자기술’, 고등학교 화학의 ‘원자와 분자의 세계’, 고등학교 행성우주과학의 ‘태양계의 새로운 모습’과 연계된다.
- [10통과1-02-01] 분광기를 활용하여 수소의 선스펙트럼을 관찰하고 이를 우주 전역의 선스펙트럼을 관찰한 결과 자료와 비교함으로써 우주 진화 초기에 만들어진 수소와 헬륨이 현재 우주의 주요 구성 원소임을 파악하게 한다.
- [10통과1-02-02] 별의 진화 과정에서 별 내부의 핵융합을 통해 탄소, 질소, 산소가 생성되는 것을 정성적으로 다루고, 초신성 폭발의 결과로 철보다 무거운 원소가 만들어짐을 다룬다.
- [10통과1-02-03] 주기율표의 1족과 17족 원소를 통해 동족 원소는 유사한 화학적 성질을 가진다는 것을 다룬다. 주요 원소들이 화학 결합을 형성하는 이유를 전자껍질 모형을 이용한 전자배치를 통해 안정성을 지닌 원소와 비교하여 설명한다.

- [10통과1-02-04] 각 화학 결합으로 나타나는 성질은 전기 전도성에 한정하여 다룬다.
- [10통과1-02-05~06] 중학교 1~3학년군 ‘지권의 변화’와 ‘생식과 유전’, 고등학교 물리학 ‘전기와 자기’와 ‘빛과 물질’, 고등학교 생명과학 ‘생명의 연속성과 다양성’, 고등학교 지구과학 ‘지구의 역사와 한반도의 암석’, 고등학교 생물의 유전 ‘유전자와 유전물질’, 고등학교 지구시스템과학의 ‘지구 탄생과 지권의 형성’과 연계된다.
- [10통과1-02-05] 지각을 구성하는 규산염 광물은 Si-O 사면체를 기본 골격으로 하여 다양한 광물들이 만들어짐을 다루되, 구체적인 구조식이나 화학식은 다루지 않는다. 일정한 구조를 가진 기본 단위체들의 다양한 배열을 통해 여러 가지 구조와 기능을 갖는 물질이 생성될 수 있음을 단백질과 핵산을 중심으로 학습하고, 기본 단위체를 비롯한 단백질과 핵산의 구체적인 구조식이나 화학식은 다루지 않는다.
- [10통과1-02-06] 지구를 구성하는 여러 물질을 원자 내 자유전자의 이동에 따라 도체, 반도체, 반도체로 구분할 수 있고, 특히 규산염 광물이 반도체 소자의 재료가 되어 현대사회에서 매우 유용하게 활용됨을 소개한다. 이때 반도체의 원리는 불순물을 추가함에 따라 전기적 성질을 제어하기 쉽다는 수준으로 소개하고 접합 원리는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 창의적 주기율표는 교과서에 제시된 주기율표 제작 원리에 한정하지 않고 자신만의 다양한 기준에 의해 주기율표를 구성해봄으로써 특정 기준에 의해 원소를 분류할 때의 장점을 이해하도록 지도할 수 있다.
- 정보통신 관련 내용을 지도할 때 정보통신 기술에 초점을 두는 것이 아니라, 자연을 구성하는 물질의 변화가 ‘신호’를 만들고, 신호를 분석하여 ‘정보’를 산출하며, 정보를 전달하는 것이 ‘통신’이라는 스토리텔링을 바탕으로 내용을 전개한다.
- 휴대전화, 태블릿 PC 등 학생들이 실생활에서 구할 수 있는 전자제품 속에 있는 센서를 활용하여 생활 속의 실제적인 데이터를 수집하고 분석하는 탐구를 수행하도록 한다.

(3) 시스템과 상호작용

[10통과1-03-01] 지구시스템은 태양계라는 시스템의 구성요소이면서 그 자체로 수많은 생명체를 포함하는 시스템임을 추론하고, 지구시스템을 구성하는 권역들 간의 물질 순환과 에너지 흐름의 결과로 나타나는 현상을 논증할 수 있다.

[10통과1-03-02] 지권의 변화를 판구조론 관점에서 해석하고, 에너지 흐름의 결과로 발생하는 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향을 추론할 수 있다.

[10통과1-03-03] 중력의 작용으로 지구 표면과 지구 주위의 다양한 운동을 설명할 수 있다.

[10통과1-03-04] 물체가 외부와의 상호작용이 없을 때 운동량의 변화가 없음을 알고, 운동량과 충격

량의 관계를 이용하여 충돌 관련 안전장치와 스포츠에 적용할 수 있다.

[10통과1-03-05] 모든 생명체는 생명 시스템의 기본 단위인 세포로 구성되어 있고 세포에서 일어나는 효소에 의한 화학 반응과 세포막을 경계로 하는 물질 출입을 통해 생명체의 생명 현상이 유지됨을 설명할 수 있다.

[10통과1-03-06] 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름을 유전자로부터 단백질이 만들어지는 과정을 중심으로 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 지구시스템을 구성하는 여러 권역들 사이의 상호 작용 사례를 조사하고, 각 권역이 생명 유지에 기여하는 원리 토론하기
- 화산 분출로 인한 환경적, 사회경제적 피해의 종류를 조사하고, 지구와 생명 시스템 측면에서 피해를 줄이기 위한 대책 수립의 필요성 논의하기
- 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동 비교하기
- 교통수단과 스포츠 등에서 충격을 줄이는 방법 탐색하기
- 두 물체가 분리할 때 운동량이 보존되는 현상 탐색하기
- 막을 통한 물질의 이동을 실험하고 세포막이 생명 활동 유지에 어떤 역할을 하는지 토의하기
- 효소 작용의 원리에 대한 실험하기
- 유전 정보가 단백질로 번역되는 과정을 역할 놀이하기

(가) 성취기준 해설

- [10통과1-03-01~02] 고등학교 지구시스템과학의 ‘생동하는 지구’와 연계된다. 지구시스템의 구성요소, 즉 하위 시스템의 성층구조를 파악하게 한다. 각 권이 상호 작용하는 동안 에너지의 흐름과 물질의 순환으로 인해 지표의 변화, 날씨의 변화 등과 같은 여러 가지 지구과학적 현상이 일어남을 다룬다.
- [10통과1-03-02] 판의 경계에서 나타나는 지진과 화산이 지구의 내부 에너지와 물질이 방출되는 과정임을 지구시스템 상호 작용의 관점에서 다룬다.
- [10통과1-03-03~04] 중학교 과학 1~3학년군의 ‘힘의 작용’, ‘운동과 에너지’, 고등학교 물리학의 ‘힘과 에너지’, 고등학교 역학과 에너지의 ‘시공간과 운동’과 연계된다.
- [10통과1-03-03] 지구 표면을 향해 낙하하거나 지구 주위를 공전하는 원운동은 모두 중력에 의한 지구 중심 방향의 가속도 운동임을 설명한다.
- [10통과1-03-04] 운동량 보존은 작용-반작용 관점에서 로켓의 발사와 연계하여 일차원 충돌(분리) 상황에 한정하여 다룬다. 일상생활의 역학 시스템에서 물체의 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방을 위한 대비책 및 장치를 고안할 때 관성 법칙과 충격량을 활용하게 한다.
- [10통과1-03-05~06] 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’과 ‘생식과 유전’, 고등학교 생명과학 ‘생명 시스템의 구성’과 ‘생명의 연속성과 다양성’, 고등학교 세포와 물질대사 ‘세포’, ‘물질대사와 에너지’와 ‘세포호흡과 광합성’, 고등학교 생물의 유전 ‘유전자와 유전물질’

과 ‘유전자의 발현’과 연계된다.

- [10통과1-03-05] 확산과 선택적 투과성 개념을 중심으로 세포막을 통한 물질 출입을 학습하고, 생명 현상을 유지하는 데 있어서 세포막의 중요성을 이해한다.
- [10통과1-03-06] 생명 시스템 유지에 필요한 화학 반응에서 효소의 역할, 즉 효소에 의해 다양한 생명 활동에 필요한 반응들이 촉진됨을 학습하고, 일상생활의 다양한 분야에서 효소가 활용되고 있는 사례를 조사한다.
- [10통과1-03-06] 전사와 번역을 통해 유전물질로부터 단백질이 만들어지는 과정에 대해 학습하고, 생명 시스템의 유지를 위한 세포 내 정보의 흐름이 체계적으로 구성되어 있음을 이해한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 지구시스템의 균형이 깨짐으로써 인간세계에 주는 영향에 대해 조사·토론할 때, 주제와 관련된 과학이론이나 보도, 영상물, 전(全)지구 규모의 빅 데이터 등을 활용하여 디지털·AI 소양을 함양한다.
- 지진과 화산이 지구시스템의 각 권에 미치는 긍정적 혹은 부정적 영향에 대한 조사, 화산 분출이 지구시스템에 미치는 영향 조사 등이 경우 전 지구 규모의 빅 데이터와 시뮬레이션을 통해 지구시스템 차원의 연계성을 확인하고 디지털 소양을 함양한다.
- 지구시스템을 이루고 있는 하부 권역들 간의 상호작용이 지구 생명체의 존속에 기여하고 있으며, 미래세대를 위해 지구시스템을 최적의 상태로 보전해야 할 인류의 생태적 책임감을 인식시킨다.
- 이 단원에서는 지구 시스템과 생명 시스템을 구성하는 요소들 사이의 힘의 작용을 탐구하기 위해 실험 학습, 프로젝트 학습, 협동 학습 등의 방법을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- 안전사고 예방 대책 및 장치에 대한 고안은 과제 연구나 프로젝트 학습을 통해 창의적 산출물을 고안하도록 지도할 수 있다.
- 스마트기기의 앱을 활용한 다중섬광사진, VR 기기로 달에서의 중력 체험하기 등과 같이 디지털 탐구 도구를 적극 활용하여 디지털 소양을 함양함과 더불어 학생의 능동적 탐구를 유발한다.
- 효소의 상세 구조나 결합 방식은 다루지 않는다.
- 전사와 번역은 용어 수준에서 핵심적인 의미만을 다루며 전사와 번역의 상세한 과정은 다루지 않는다.

<통합과학 2>

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 지구와 생명의 역사에 포함된 화학 반응에는 산화 환원 반응, 산·염기 반응이 있으며, 화학 변화에는 에너지가 출입한다. • 지질 시대를 통해 지질 구조를 포함한 환경과 생명체는 끊임없이 변천해왔으며, 변이의 발생과 자연선택의 과정을 통해 생명체의 진화와 생물 다양성이 형성된다. • 생태계 구성 요소 사이의 균형적인 상호 관계가 생태계 평형 유지를 위해 중요함을 인식하고, 환경 보전을 위한 노력을 실천한다. • 지구의 기후 시스템은 태양복사와 지구복사의 영향을 받으며, 인간 활동에 의한 대기 중의 이산화 탄소 농도 증가가 기후에 영향을 미친다. • 에너지는 여러 형태로 존재하면서 끊임없이 형태를 전환하는데, 이를 활용하여 전기에너지를 얻을 수 있으며, 에너지의 지속가능하고 효율적인 활용이 중요하다. • 축적되는 대규모 데이터를 분석하고 처리하는 인공지능 기술이 로봇에 적용되면서 미래 사회에서 인간의 삶과 문명에 지대한 영향을 줄 수 있다. • 과학기술 발전의 양면성을 인식하고, 과학기술을 사회에 적용하고 활용할 때 건전한 가치 판단에 따라 책임 있는 실천을 이행한다. | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 변화와 다양성 | <ul style="list-style-type: none"> • 산화와 환원 • 산성과 염기성 • 중화 반응 • 물질 변화에서 에너지 출입 • 지질시대의 생물과 화석 • 지질시대 환경변화와 대멸종 • 변이 • 자연선택 • 진화 • 생물다양성 |
| | 환경과 에너지 | <ul style="list-style-type: none"> • 생태계 구성 요소 • 생태계 평형 • 대기와 해양의 상호작용 • 심층 순환과 기후변화 • 온실기체와 지구 온난화 • 핵융합 • 에너지 전환 • 전자기 유도, 발전 • 우리나라와 전(全)세계의 자원 • 에너지 효율 • 신재생 에너지 • 수소 연료 전지 |
| | 과학과 미래 사회 | <ul style="list-style-type: none"> • 인공지능과 과학탐구 • 로봇 • 사물인터넷 • 감염병 • 병원체 • 진단 • 감염 경로 추적 • 과학기술과 윤리 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반한 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 변화와 다양성

- [10통과2-01-01] 지질 시대를 통해 지구 환경이 끊임없이 변화해 왔으며 이러한 환경 변화가 생물 다양성에 미치는 영향을 추론할 수 있다.
- [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정 속에서 생물 다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다.
- [10통과2-01-03] 자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료 사용, 철의 제련 등에서 공통점을 찾아 산화와 환원을 이해하고, 생활 주변의 다양한 변화를 산화와 환원의 특징과 규칙성으로 분석할 수 있다.
- [10통과2-01-04] 대표적인 산·염기 물질들의 공통적인 특징을 물질이 가지고 있는 공통 이온으로 설명할 수 있다.
- [10통과2-01-05] 산과 염기를 혼합할 때 나타나는 변화를 관찰하여 해석하고, 생활 속에서 중화 반응을 이용할 수 있다.
- [10통과2-01-06] 생활 주변에서 에너지를 흡수하거나 방출하는 현상을 찾아 에너지의 흡수 방출이 우리 생활에 어떻게 이용되는지 토의할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화를 조사하고 생물 대멸종의 원인을 설명하는 여러 가설들의 과학적 타당성 토론하기
- 변이와 자연선택의 과정을 설명할 수 있는 모의 활동을 하고, 지구상의 생명체 출현과 변화의 과정을 설명하는 여러 가설들의 장·단점을 과학적으로 토론하기
- 생물다양성 보전의 필요성을 토의하고, 생물다양성 보전을 위한 실천 방안 탐색하기
- 자연과 인류의 역사에 혁신적 변화를 가져온 여러 가지 화학 반응을 조사하고 공통점 찾기
- 생활 속에서 산과 염기의 성질을 이용하는 사례를 찾아 발표하기
- 이산화 탄소로 인한 기후변화 문제를 해결하기 위해 산·염기 중화 반응을 이용하는 방안 찾기

(가) 성취기준 해설

- [10통과2-02-01~02] 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’과 ‘지권의 변화’, 고등학교 생명과학 ‘생명의 연속성과 다양성’, 고등학교 지구과학 ‘지구의 역사와 한반도의 암석’과 연계된다.
- [10통과2-02-02] 유전적 변이를 통해 표현형의 변이가 생성되고, 자연선택의 과정을 통해서 생물의 진화가 일어남을 학습한다. 생물다양성을 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성으로 설명하고, 생물다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 탐색한다.
- [12화학01-01~03] 중학교 1~3학년군의 ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’, 고등학교 통합과학1의 ‘물질의 규칙성과 결합’, 고등학교 화학의 ‘역동적인 화학 반응’과 연계된다.
- [10통과2-01-01] 산화·환원 반응을 산소와 전자의 이동으로 설명하되, 산화수는 다루지 않는다.

- [10통과2-01-02] 산·염기 정의는 아레니우스의 정의만 다룬다.
- [10통과2-01-03] 중화 반응 과정에서의 변화는 용액의 온도 변화와 지시약의 색 변화만을 다룬다.
- [10통과2-01-04] 화학 반응의 열 출입에서 열화학 반응식, 엔탈피를 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 변이와 다윈의 자연선택설만을 다루며, 그 밖의 진화 증거(예, 화석상의 증거, 생물 지리학적 증거, 분자생물학적 증거 등)는 다루지 않는다.
- 산화·환원 반응과 산·염기 반응을 화학 반응의 예시로 이해하기보다는 우리 주변에서 경험하는 다양한 변화와 다양성의 예시로 이해할 수 있도록 한다.
- 에너지를 흡수하거나 방출하는 현상은 초·중학교 과학에서 다룬 다양한 화학 변화와 물리 변화에 근거하여 예시를 찾도록 지도하고, 학습한 내용이 이후 다양한 지구 및 생명 현상에 적용됨을 이해하게 한다.

(2) 환경과 에너지

- [10통과2-02-01] 생태계가 생물 요소와 비생물 요소로 구성됨을 이해하고, 생물과 환경 사이의 상호 관계를 설명할 수 있다.
- [10통과2-02-02] 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경의 변화가 생태계에 미칠 수 있는 영향에 대해 토의할 수 있다.
- [10통과2-02-03] 온실효과 강화로 인한 지구 온난화의 메커니즘을 이해하고, 엘니뇨, 사막화 등과 같은 현상이 지구 환경과 인간 생활에 미치는 영향과 대처 방안을 분석할 수 있다.
- [10통과2-02-04] 태양에서 수소 핵융합 반응을 통해 질량 일부가 에너지로 바뀌고, 그중 일부가 지구에서 에너지 흐름을 일으키고 다양한 에너지로 전환되는 과정을 추론할 수 있다.
- [10통과2-02-05] 발전기에서 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정을 이해하고, 열원으로서 화석 연료, 핵에너지를 이용하는 발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 조사·발표할 수 있다.
- [10통과2-02-06] 화석 연료의 사용 과정에서 버려지는 열로 인해 열효율이 낮아진다는 것과 일상생활에서 사용되는 가전제품의 효율에 대해 이해하고, 에너지 절약의 중요성에 대해 토의할 수 있다.
- [10통과2-02-07] 태양광 발전, 연료 전지 등 열원을 사용하지 않고 에너지를 얻을 수 있는 여러 가지 신재생 에너지 기술의 원리를 정성적으로 이해하고, 이러한 기술을 지속 가능한 발전과 지구 환경 문제 해결에 활용할 수 있는 방안을 탐색할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 환경 및 종 다양성의 변화가 생태계 평형에 미치는 영향 토의하기
- 개체군 변동 컴퓨터 시뮬레이션하기
- 지구 열 수지와 지구 온난화의 관련성 시뮬레이션하기
- 기후변화로 인한 지구 미래 시나리오를 작성하고, 예측되는 기후 위기 극복 방안 토의하기

- 자석의 운동에너지와 전환되는 전기에너지 관계 탐색하기
- 실생활에 활용되는 회로류 조사하기
- 태양전지, 연료전지, 하이브리드 기술 등 다양한 대체에너지 기술에 대해 조사하고 장단점 토론하기
- 간단한 수소 연료 전지 실험을 수행하고, 환경 문제 해결을 위한 수소 연료 전지 활용 방안 찾기

(가) 성취기준 해설

- [10통과2-02-01~03] 중학교 1~3학년군 ‘날씨와 기후변화’와 ‘수권과 해수의 순환’, 고등학교 생명과학 ‘생명 시스템의 구성’, 고등학교 지구과학 ‘대기와 해양의 상호작용’과 연계된다.
- [10통과2-02-01] 생태계를 구성하는 요소들을 이해하고, 각 요소가 서로 영향을 주고받는 사례를 생물과 환경 사이의 상호 관계를 중심으로 조사한다.
- [10통과2-02-02] 생태계 평형을 먹이 관계와 생태 피라미드 개념을 토대로 이해하며, 환경 변화로 인해 먹이 관계와 생태 피라미드가 변화할 수 있음을 설명한다.
- [10통과2-02-03] 지구 온난화로 초래된 엘니뇨, 사막화 등을 통해 대기 대순환과 해양 표층 순환의 관련성을 설명하고, 지구 온난화를 해결하기 위한 다양한 실천 방안을 다룬다.
- [10통과2-02-04~07] 이 단원은 중학교 과학 1~3학년군의 ‘운동과 에너지’, 고등학교 물리학의 ‘전기와 자기’, 고등학교 역학과 에너지의 ‘열과 에너지’, 고등학교 화학 반응의 세계의 ‘산화·환원 반응의 응용’과 연계된다.
- [10통과2-02-04] 태양에서 수소가 헬륨으로 핵융합되는 과정에서 질량이 줄어서 태양 에너지가 생성됨을 정성적으로만 다룬다.
- [10통과2-02-05] 자기장을 변화시키면서 유도되는 전류를 관찰하여 전자기 유도 현상을 정성적으로 이해하고, 이를 이용한 간이 발전기를 만들어 발전소에서 전기 에너지를 만드는 방법을 설명한다.
- [10통과2-02-06] 에너지가 다양한 형태로 존재하고, 에너지가 다른 형태로 전환되는 과정에서 에너지가 보존됨을 일상생활 사례를 중심으로 설명한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 이 단원에서는 인류가 환경과 에너지 문제에 어떻게 대처하고 있는지를 탐색하기 위해 탐구 실험 학습, 조사 학습, 프로젝트 학습 등을 활용하는 수업을 계획하여 전개할 수 있다.
- 개체군과 군집은 개념 수준에서만 언급하고 개체군 내 또는 군집 내 생물의 구체적인 상호 작용은 생명과학에서 다룬다.
- 에너지 전환과 보존에 관한 사례는 과학 글쓰기를 통해 에너지 전환 과정과 보존 관계를 설명하고, 열기관의 효율은 정량적 계산이 가능하도록 구체적인 사례를 제시할 수 있다.
- 지구 환경, 신재생 에너지 등과 같은 인류가 당면한 주요 문제에 대해 세계시민으로서 관심

과 책임감을 느끼고, 이를 해결하기 위해 과학적 언어로 이해하고 과학 지식과 방법에 기초하여 해결 방안을 창의적으로 모색하고 실천할 수 있도록 지도한다.

(3) 과학과 미래 사회

[10통과2-03-01] 인간의 삶에서 과학의 유용성을 감염병의 진단, 추적 등을 사례로 설명할 수 있으며, 미래 사회에서 과학의 필요성에 대해 논증할 수 있다.

[10통과2-03-02] 과학 실험, 기상 관측, 유전체 분석 등에서 얻을 수 있는 많은 정보가 빅 데이터로서 과학 기술과 사회의 발전에 유용하게 사용되고 있는 사례를 조사하고, 이로 인해 발생할 수 있는 문제점에 대해 토의할 수 있다.

[10통과2-03-03] 인공지능이 정보를 학습하는 원리 및 로봇에 적용되는 사례를 찾고, 이러한 기술의 발전이 과학과 미래사회의 발전에 미치는 유효성과 한계를 토론할 수 있다.

[10통과2-03-04] 해저나 우주 등으로 새로운 인간의 정주공간을 확대하고, 화토틀 등 자원탐사를 위한 우주개발을 사례로 미래 과학기술의 발전 방향을 평가할 수 있다.

[10통과2-03-05] 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 사회과학적 쟁점과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 중요성에 대해 토론할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 스마트 기기 또는 피지컬컴퓨팅 재료를 활용한 실시간 생활 데이터 측정하기
- 일상생활에 활용되는 로봇의 유형과 특징 비교하기
- 핵산과 단백질을 이용한 감염병 진단 기술 조사하기
- 과학기술이 발전하는 과정에서 나타날 수 있는 사회과학적 쟁점에 대해 조사하고 논증하기

(가) 성취기준 해설

- [10통과2-03-01] 정보가 디지털 형태로 전환되면서 대량의 데이터를 축적할 수 있고, 인공지능이 이를 빠른 속도로 처리할 수 있게 되면서 자율주행, 스마트 도우미, 금융, 유통, 문자 및 얼굴 인식 등 일상생활의 다양한 분야에서 폭넓게 활용될 수 있음을 소개한다.
- [10통과2-03-02] 로봇의 기본 구성인 감각기구(센서)와 동작기구(액추에이터)에 인공지능을 결합하면, 센서로 부터 얻는 정보를 인공지능으로 분석하여 동작기구를 통해 최적의 수행이 가능함을 소개한다.
- [10통과2-03-03] 다양한 종류의 병원체로 인해 감염병이 발생할 수 있음을 학습하고, 감염병 확산의 사례를 바탕으로 인간 생활에서 발생하는 문제를 해결하는 데 과학이 유용하게 활용될 수 있음을 이해한다. 감염병의 진단 및 예방에 다양한 분야의 과학과 기술이 활용될 수 있음을 이해하도록 하되, 각 기술의 상세한 원리에 대해서는 다루지 않는다.
- [10통과2-03-04] 중학교 지권의 변화, 고등학교 지구과학의 '한반도의 암석'과 연계된다. 미래 인간의 정주공간 개척, 자원탐사를 위한 우주 개발 등 미래 과학기술의 발전 방안과 전망을 중심으로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 이 단원을 지도할 때 디지털 매체와 기능을 활용하여 자신에게 필요한 정보를 선별하고 자신이 찾은 정보를 비판적으로 평가하는 디지털 소양 함양에 초점을 둔다.
- 과학 기술의 발전이 미래사회에서 인류의 삶에 어떠한 영향을 미치는지 탐색하기 위해 탐구 실험 학습, 조사 학습, 프로젝트 학습 등을 활용하는 수업을 계획·전개할 수 있다.
- 마이크로프로세서를 탑재한 퍼지컬 컴퓨팅 기기 등 최신 디지털 탐구 장비를 적극 이용하여 학생들이 생활 주변의 문제를 해결하기 위해 실시간 데이터를 수집, 저장, 처리하고 이를 바탕으로 창의적인 문제해결 방안을 도출하도록 지도한다.

나. 과학탐구실험

과학탐구실험

1. 성격과 목표

가. 성격

‘과학탐구실험’은 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘과학탐구실험’에서는 모든 학생이 과학의 기본 개념을 익히고 과학 탐구 능력과 태도를 길러, 자연과 일상생활에서 접하는 현상을 과학적으로 이해하고, 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

‘과학탐구실험’은 중학교까지 학습한 과학 지식(앞)과 실천을 연계하여 미래사회를 살아가기 위한 역량을 함양하고, 고등학교 과학과 선택과목 학습에 필요한 최소한의 과학 기초 학력과 탐구 역량을 배양하기 위한 과목이다.

미래사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 과학적 소양을 바탕으로 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘과학탐구실험’은 역사 속의 과학 탐구, 생활 속의 과학 탐구, 첨단 과학기술 탐구 등의 영역을 관통하는 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 아울러 구성하되, 과학 지식 생산을 위한 과학탐구실험 활동의 체험적·실천적 경험을 제공하는 데 중점을 둔다.

‘과학탐구실험’에서는 첨단과학기술과 지능형 과학실을 활용한 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. 과학탐구실험의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ **총괄 목표**

자연 현상과 일상생활에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 탐구를 통해 주변의 현상을 이해하고 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 민주시민으로서 참여하고 실천하는 과학적 소양을 기른다.

■ **세부 목표**

- 가. 자연 현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학자들의 탐구실험에서 과학의 다양한 본성이 발견되며, 과학 탐구 수행 과정에서 과학의 본성을 경험할 수 있다. • 주제에 따라 다양한 과학 탐구 방법을 활용하고, 과학에 대한 흥미와 호기심, 즐거움 등을 함양한다. • 과학 탐구는 흥미와 호기심, 협력, 증거에 근거한 결과 해석 등 다양한 과학적 태도가 필요하다. • 과학 탐구에서는 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리와 함께 안전 사항을 준수해야 한다. • 탐구할 문제와 상황 특성에 따라 탐구활동은 문제 발견, 탐구활동 계획 수립, 탐구 수행, 결과 표상 등의 과정으로 진행된다. • 과학 탐구를 통해 생활 및 다양한 상황에 과학 지식을 적용한다. • 과학 탐구의 산출물은 첨단 과학기술 등 다양한 분야로 공유 및 확산된다. | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 역사 속의 과학 탐구 | <ul style="list-style-type: none"> • 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험 • 사고실험 • 과학의 본성, • 귀납적 탐구 • 연역적 탐구 • 가설연역적 탐구 |
| | 생활 속의 과학 탐구 | <ul style="list-style-type: none"> • 제품 속 과학 • 놀이 속 과학 • 스포츠 속 과학, • 문화예술 속 과학 • 안전 사항 • 연구 윤리 • 탐구 과정과 절차 |
| | 첨단 과학기술 탐구 | <ul style="list-style-type: none"> • 첨단 과학기술 • 탐구 산출물 • 선조들의 첨단 과학 • 태양광 발전 • 연료전지 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |

| | | |
|---------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반한 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 역사 속의 과학 탐구

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>[10과탐01-01] 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험을 따라 해보고, 과학의 발전 과정에 대해 설명할 수 있다.</p> <p>[10과탐01-02] 과학사의 다양한 사례들로부터 과학의 본성을 추론할 수 있다.</p> <p>[10과탐01-03] 직접적인 관찰을 통한 탐구를 수행하고, 귀납적 탐구 방법을 설명할 수 있다.</p> <p>[10과탐01-04] 가설 설정을 포함한 과학사의 대표적인 탐구실험을 수행하고, 연역적 탐구 방법의 특징을 예증할 수 있다.</p> |
| <p><탐구 활동 예시></p> <ul style="list-style-type: none"> • 크기, 시간, 온도 등 과학의 단위 및 도량형 발견의 역사 조사하기 • 다윈의 진화론이 과학과 사회에 준 영향, 및 새로운 이론의 탄생을 다른 학문과 사회의 발달에 주는 영향을 조사, 토론하기 • 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동 비교하기 • 멘델레예프의 주기율표 만들기 • 지질 시대 동안 생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화 추론하기 • 파스퇴르의 생물 속생설 도출 과정 재연하기 |

(가) 성취기준 해설

- [10과탐01-01~02] 통합과학의 ‘물질의 규칙성과 결합’, ‘생명 시스템’, ‘화학 변화’, ‘생물다양성과 유지’, ‘생태계와 환경’과 연계된다. 과학의 역사와 문화의 ‘과학과 문화의 연결’과 연계된다. 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 대표적 사례인 갈릴레이와 뉴턴이 수행했던 다양한 중력 관련 사고실험 등 과학사적으로 중요한 실험을 활용하여 ‘통합과학’에서 다룬 탐구 활동 및 주제와 관련지어 실험을 진행할 수 있다.
- [10과탐01-02] 과학자들의 꾸준한 노력과 함께 과학자의 우연한 발견 등을 통한 과학지식

도출과 과학지식의 잠정성 등 다양한 사례를 통해 과학의 본성을 체험하도록 한다.

- [10과탐01-03] 지질 시대에 걸친 생물 대멸종에 대한 가설 도출 등과 같이 관찰 데이터 수집을 통해 일반화된 이론을 도출하는 귀납적 탐구를 과학사의 다양한 사례를 중심으로 다룬다.
- [10과탐01-04] 자연발생설의 오류를 밝힌 파스퇴르의 실험 등과 같이 기존 과학지식의 반증과 정교화를 위한 연역적 탐구실험을 통해 과학지식의 변천 과정을 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- ‘통합과학’에 제시된 과학사와 관련된 과학자들의 탐구활동을 중심으로 직접 실험과 탐구를 수행하도록 지도할 수 있다. 특히 과학의 본성이나 귀납과 가설연역적 탐구 방법을 강의 형태로 설명하기보다는 직접적인 실험과 탐구활동을 통해 체험할 수 있도록 지도한다.
- 과학사 내용을 담은 영상 등과 같은 시각 자료를 활용하여 과학 탐구활동에 대한 흥미를 유발하고, 전 지구적 규모의 빅 데이터를 활용한 귀납적 탐구, 과학사의 동시 발견 등 인류 차원의 과학발전과 과학의 본성을 체험할 수 있도록 지도할 수 있다.
- 파스퇴르의 생물 속생설 도출 과정, 주기율표 구성 과정 등을 프로젝트 학습의 형태로 진행함으로써 과학 탐구의 전체 과정과 해결책 도출 과정을 체험하고 올바른 과학적 태도를 배양하도록 지도할 수 있다.

(2) 생활 속의 과학 탐구

[10과탐02-01] 영화, 건축, 요리, 스포츠, 미디어 등 생활 속의 과학 원리를 실험 등을 통해 탐구하고 과학의 유용성을 설명할 수 있다.

[10과탐02-02] 과학 원리를 활용한 놀이 체험을 통해 과학의 즐거움을 느낄 수 있다.

[10과탐02-03] 흥미와 호기심을 갖고 과학 탐구에 참여하고, 분야 간 협동 연구 등을 통해 협력적 탐구활동을 수행하며, 도출한 결과를 증거에 근거하여 해석하고 평가할 수 있다.

[10과탐02-04] 탐구활동 과정에서 지켜야 할 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리와 함께 안전 사항을 준수할 수 있다.

[10과탐02-05] 사회적 이슈나 생활 속에서 과학 탐구 문제를 발견하고, 이를 해결하기 위한 과학 탐구활동을 계획하고 수행할 수 있다.

[10과탐02-06] 탐구 수행에서 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 분석하고 그 결과를 다양하게 표상하고 소통할 수 있다.

[10과탐02-07] 과학 개념을 적용하여 실생활 문제의 해결방안을 창의적으로 고안하고, 필요한 도구를 설계·제작할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 미디어나 생활 속의 유사과학 탐색·고찰하기

- 페트병으로 간이 가속도계를 만들어, 놀이공원에서 다양한 운동의 가속도 비교하기
- 화학 반응을 활용한 과학 마술 시나리오 개발 및 시연하기
- 우리 주변에서 천연 항생 물질 찾기
- 스마트기기를 이용하여 우리 주변에 서식하고 있는 다양한 생물들을 조사하고, 식물지도 그리기
- 관측 자료(빅 데이터)를 활용하여 한반도의 기후변화 경향성 파악하기
- 운동 관련 안전사고 예방 장치 고안하기

(가) 성취기준 해설

- [10과탐02-01~02] 통합과학의 ‘물질의 규칙성과 결합’, ‘역학적 시스템’, ‘화학 변화’, ‘생물 다양성과 유지’, ‘생태계와 환경’ 단원과 연계된다. 과학이 적용된 생활 제품, 영화, 건축, 요리, 스포츠, 미디어, 놀이 체험 등의 다양한 분야에서 몇 가지 사례를 중심으로 과학적 원리, 유용성과 가치, 즐거움 등을 깨달을 수 있는 탐구와 실험 활동을 진행할 수 있다.
- [10과탐02-03~05] 통합과학에 제시된 일상생활과 관련된 탐구 주제 및 활동을 중심으로 사회적 현상과 이슈에서 문제를 찾고, 연구 윤리와 안전 사항을 준수하여 과학 탐구의 전체 과정을 수행하며, 해결책을 다양한 표상을 통해 산출하도록 지도할 수 있다.
- [10과탐02-06~07] ‘운동 관련 안전사고 예방 장치 고안하기’ 탐구활동을 통해 협업의 가치를 깨닫고, 과학 탐구 전체 과정을 경험하여 공학적 설계 과정을 거쳐 창의적인 산출물을 고안하게 할 수 있다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 과학탐구에서 협업의 필요성과 의의를 강조하기 위해 1개월 이상이 소요되는 과제 연구, 프로젝트 학습 등과 같은 형태로 탐구를 수행하도록 지도할 수 있다. 이를 통해 올바른 과학적 태도와 탐구 과정을 체험하도록 지도할 수 있다.
- ‘관측 자료를 활용하여 한반도의 기후변화 경향성 파악하기’ 등의 경우 전 지구 규모의 실측 데이터를 활용하여 지구시스템 차원의 연결성과 상호작용을 파악하고, 데이터의 디지털화와 시뮬레이션 등을 체험함으로써 디지털 소양을 함양하도록 지도할 수 있다.
- 생명 존중, 연구 진실성, 저작권 존중 등과 같은 연구 윤리 준수 및 안전 사항 준수를 포괄적으로 경험할 수 있는 탐구와 실험 활동을 진행할 수 있다. 특히 ‘천연 항생 물질 찾기’ 탐구 활동을 통해 관련된 연구 윤리와 안전 사항을 파악할 수 있다.

(3) 첨단 과학기술 탐구

[10과탐03-01] 첨단 과학기술 속의 과학 원리를 찾아내는 탐구활동을 통해 과학 지식이 활용된 사례를 추론할 수 있다.

[10과탐03-02] 과학 원리가 적용된 첨단 과학기술 및 탐구 산출물을 발표하고 공유하며, 이를 확산할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- (초음파, 방사선, 광섬유 등) 첨단기술을 활용한 시설물 안전진단 탐색하기
- 통제 변인에 따른 우리 학교의 태양광 발전기 효율성 비교하기(설치 장소, 방향, 일조 시간 등)
- 수소 연료 전지 실험을 통해 환경 문제 해결을 위한 수소 연료 전지 이용 방안 구상하기
- 단일보드 컴퓨터 내장 센서를 활용하여 물리적, 생명적 현상을 수집하고 분석하기(체온, 맥박수, 걸음수, 피부 전기전도도 등)
- 첨단 산업에 이용되는 희토류 광물자원과 지속가능한 희토류 광물 탐사·활용 방안 조사하기
- IoT 센서 활용 실시간 데이터 활용 방안 고안하기(예: 학교 정원의 토양 산성도, 교실의 미세먼지 변화, 동네의 온도/압력/습도 측정하여 이슬점 계산 등)
- 오염물질 측정 장치를 활용한 학교 주변 환경 탐구하기
- 인공 빛으로 식물 키우기(스마트팜 꾸미기)
- 각종 센서를 활용한 생활 발명품 아이디어 고안 및 시제품 발표 대회 개최하기

(가) 성취기준 해설

- [10과탐03-01] 통합과학의 ‘자연의 구성 물질’ 및 ‘발전과 신재생 에너지’ 단원과 연계된다. ‘태양광 발전을 이용한 장치 고안하기’와 ‘적정 기술을 적용한 장치 고안하기’ 등의 활동을 통해 첨단 과학기술에 포함된 기초 과학 원리를 파악하고, 첨단 과학기술을 이용한 산출물을 만들어내는 탐구활동을 진행할 수 있다.
- [10과탐03-02] ‘신소재 개발 사례 조사하기’와 ‘지속가능한 친환경 에너지 도시 설계하기’ 등의 활동을 통해 컴퓨터 내장 센서, IoT 센서 활용 실시간 데이터 활용 등을 통해 주변 환경을 탐구하고 개선하는 데 첨단 과학기술을 활용하는 체험을 제공한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 우리 학교의 태양광 발전기 효율성 비교 등과 같은 활동을 통해 과학 장치의 유용성과 효율성 평가 준거 개발, 과학 탐구에서 협업의 필요성, 장치 기획에서부터 산출물 발표까지 과학 공동체 활동의 중요성을 인식하도록 지도할 수 있다.
- 스마트팜 꾸미기, 각종 센서를 활용한 생활 발명품 아이디어 고안 등의 탐구활동을 통해 공학적 설계를 바탕으로 창의적 산출물을 만들어내는 과정을 체험하도록 지도할 수 있다.

3. 고등학교 일반 선택과목

가. 물리학

물리학

1. 성격과 목표

가. 성격

'물리학'은 21세기를 살아가는 데 필요한 미래 사회의 핵심역량과 민주 시민으로서 갖추어야 할 물리학에 대한 기초 소양을 함양하기 위한 과목이다. '물리학'은 일상생활이나 자연 현상, 첨단 과학기술 속에 물리학의 기본 법칙이 담겨있음을 알고 이들 현상을 이해하고 탐구할 수 있는 능력을 바탕으로 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 '역량' 함양에 중점을 둔다.

'물리학'은 초등학교 '과학'부터 고등학교 '통합과학'까지 다룬 물리 영역의 기초 개념을 바탕으로 구성된다. 이 과목에서 학습한 내용은 고등학교 진로 선택과목인 '역학과 에너지' 및 '전자기와 양자' 과목으로 심화·확장된다. 또한 고등학교 과학과 융합 선택과목인 '과학의 역사와 문화' 및 '융합과학 탐구'와도 긴밀히 연계된다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 '물리학'의 내용은 물리학을 관통하는 기본 개념 중 힘과 에너지, 전기와 자기, 빛과 물질 영역을 '지식·이해, 과정·기능, 가치·태도'의 세 차원으로 어우러져 구성되어 있다.

'물리학'은 물체의 거동과 같이 직접 관찰 가능한 거시 세계의 현상에서 시작하여 원자 수준의 크기에서 벌어지는 현상 등과 같이 인간의 지각 범위를 초월하는 미시세계로 이어지는 스토리라인에 따라 구성된다. 즉, '힘과 에너지' 영역에서 시작하여 '전기와 자기' 영역으로 이어지며, 전기와 자기의 상호작용으로서 빛을 소개하면서 '빛과 물질' 영역으로 연계된다. '힘과 에너지' 영역은 물체의 운동 상태 변화를 물체가 받는 힘과의 관계 및 에너지 전환과 보존 관점에서 이해하는 것을 주요 내용으로 한다. '전기와 자기' 영역은 전기장과 자기장이 서로 유도하는 현상에 대한 이해를 바탕으로 전기 에너지 활용과 유무선 정보통신 기술에 대한 응용을 주요 내용으로 한다. '빛과 물질' 영역은 미시세계에서 일어나는 현상을 빛과 물질의 이중성을 중심으로 학습하고 원자 구조에 대한 이해를 바탕으로 하는 반도체 소자의 원리를 주요 내용으로 한다. 각 영역의 내용은 실생활 관련

주제를 중심으로 물리학의 기본 개념들을 이해하고 적용할 수 있도록 구성하며, 미래 사회에 적합한 과학적 소양인 양성을 위해 현대 물리학의 내용을 포괄적으로 도입한다. 실생활 관련 주제와 현대물리학의 내용은 단순히 정보를 제공하는 형식으로 제시하지 않고, 논의하고 체험하며 탐구할 수 있는 방법으로 도입한다.

'물리학'에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. '물리학'의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

자연 현상과 일상생활에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 자연의 신비와 아름다움을 인식하고, 물리학의 기본 개념을 통합적으로 이해하며 올바른 과학적 태도를 기른다. 또한 물리학의 탐구 능력을 함양하고 이를 활용하여 물리학과 관련된 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 과학적 소양을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 일상 생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 물리학과 관련된 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
 - 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 물리학 관련 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
 - 다. 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 물리학의 핵심 개념을 이해한다.
 - 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.
-

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> • 모든 물체에 작용하는 힘과 운동의 관계는 뉴턴 운동 법칙으로 설명되며, 이러한 관계는 일상생활에서 경험하는 각종 상황에서 안전하고 편리한 삶에 적용된다. • 자연계에서 벌어지는 모든 현상은 에너지의 전환과 보존으로 설명되는데, 이때 효율적으로 에너지를 전환하여 활용하는 것은 현대 기술 문명에서 중요하다. • 전하를 띤 입자는 전기장을 만들어 다른 전하에 전기력을 가하며, 이는 전기회로에서 전기에너지를 저장하거나 소비하는 장치의 기본 원리가 된다. • 전기와 자기가 서로 관련되는 현상은 일상생활에서 전기에너지의 전환과 저장, 전기 신호와 에너지 전달과 관련된 전기제품에 적용된다. • 빛이 중첩, 간섭, 굴절하고 물질과 상호작용하는 성질은 광학기기, 정밀 측정, 영상 장치 등 다양한 기술에 활용된다. • 원자 내의 전자가 불연속적인 에너지 준위를 갖는 성질은 반도체 소자의 발명으로 응용되어 현대 문명과 산업을 혁신적으로 변화시켰다. | |
|---------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 힘과 에너지 | | • 평형과 안정성 • 뉴턴 운동 법칙 • 작용과 반작용 • 일-에너지 정리 • 역학적 에너지 보존 • 열과 에너지 전환 |
| | 전기와 자기 | | • 전기장 • 전위차 • 축전기 • 자성체 • 전류의 자기작용 • 전자기 유도 |
| | 빛과 물질 | | • 중첩과 간섭 • 굴절 • 빛과 전자의 이중성 • 에너지 준위 • 에너지띠와 반도체 • 광속 불변 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | | • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | | • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | | • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | | • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | | • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | | • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | | • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 힘과 에너지

- [12물리01-01] 물체에 작용하는 알짜힘과 돌림힘이 0일 때 평형을 이룸을 알고, 다양한 구조물의 안정성을 분석할 수 있다.
- [12물리01-02] 뉴턴 운동 법칙으로 직선 운동을 설명하고 교통안전 사고 예방에 적용할 수 있다.
- [12물리01-03] 작용과 반작용 관계와 운동량 보존 법칙을 이용하여 스포츠, 교통수단, 발사체, 이상기체 등에 적용할 수 있다.
- [12물리01-04] 일과 운동 에너지의 관계를 이해하고, 위치 에너지와 역학적 에너지 보존 법칙을 설명할 수 있다.
- [12물리01-05] 역학적 에너지가 열의 형태로 전환되면서 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 설명할 수 있다.
- [12물리01-06] 열이 역학적 에너지로 전환되는 과정의 효율을 정성적으로 이해하고, 영구기관이 불가능함을 사례를 통해 논증할 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 스마트폰 센서를 활용한 자유 낙하하는 물체의 운동 분석하기
- 드론에 작용하는 힘과 안정성 유지 조건 탐색하기
- 교육용 마이크로 컨트롤러(Micro Controller Unit)를 활용한 일차원 충돌 상황에서 운동량 보존 확인하기

(가) 성취기준 해설

- [12물리01-01~06] 중학교 1~3학년군 '힘의 작용'과 '운동과 에너지', 고등학교 통합과학1 '시스템과 상호작용'과 '환경과 에너지', 고등학교 역학과 에너지 '시공간과 운동', '열과 에너지'와 연계된다.
- [12물리01-01] 일상생활에서 접할 수 있는 다양한 상황에서 돌림힘을 적용하되, 동역학적 상황이나 돌림힘의 기준점이 2개 이상이 되는 등 현실에서 찾기 힘든 복잡한 상황은 다루지 않는다.
- [12물리01-03] 1차원 충돌 상황에서 충격량과 운동량의 관계로부터도 운동량 보존 법칙을 도출할 수 있다.
- [12물리01-04] 역학적 에너지 보존의 예로 지표 근처의 중력 위치에너지와 탄성력에 의한 위치 에너지를 포함한다.
- [12물리01-05] 열의 형태로 에너지가 전환되면서 발생하는 다양한 현상으로 열전달, 물질의 상태 변화, 기상 현상 등 중학교 과정에서 다룬 내용을 정성적으로 설명하되, 열역학 과정을 명시적으로 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 뉴턴 역학과 운동량, 충격량을 다룰 때는 학생들이 직접 관찰하거나 동영상 등을 분석하면서

자신들의 경험을 함께 논의하여 적극적으로 수업에 참여할 수 있도록 한다.

- 열의 일당량 개념을 통해 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우에도 포괄적인 에너지 보존은 성립함을 이해하게 한다.
- 에너지 보존 개념을 다룰 때는 학생이 주어진 상황에서 단힌계를 설정하여 설명할 수 있도록 한다.
- 학생들이 역학 실험을 실제로 수행하고 이를 통하여 수학적 예상값과 결과값이 일치하거나 다르게 나오는 이유에 대해서 추론하고, 근거를 제시하며 토의하게 할 수 있다.
- 열역학 법칙, 열역학 과정, 열기관은 고등학교 '역학과 에너지'에서 정량적으로 다루므로 이 단원에서는 에너지 전환 과정에서 출입하는 열을 고려할 때 포괄적인 수준에서 에너지가 보존된다는 점에 초점을 맞추어 정성적으로 접근한다.

(2) 전기와 자기

[12물리02-01] 전하를 띤 입자 간에 전기장과 전위차를 형성하여 서로 전기적으로 상호작용함을 설명할 수 있다.

[12물리02-02] 전기회로에서 저항의 연결에 따라 소비전력이 달라짐을 알고 다양한 전기 기구 속에서 적용되는 사례를 찾을 수 있다.

[12물리02-03] 축전기에서 유전 분극을 이용하여 전기에너지를 저장하는 원리가 각종 센서와 전기신호 입력 장치 등 실생활 제품에서 활용됨을 설명할 수 있다.

[12물리02-04] 자성체의 종류를 알고 일상생활과 산업 기술에서 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다.

[12물리02-05] 전류의 자기 작용을 바탕으로 에너지를 전환하는 장치의 원리를 알고 스피커와 전동기를 설계할 수 있다.

[12물리02-06] 전자기 유도 현상이 센서, 무선통신, 무선충전 등 에너지 전달 기술에 적용되어 현대 문명에 미친 영향을 인식할 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 다양한 재료를 활용하여 스피커를 설계하고 제작하여 음성 정보의 전기적 재생 과정 탐색하기
- 전자기 유도 작용을 이용한 무선 충전기 만들기
- 간단한 코일과 자석을 이용한 전자기 신호 변환 센서를 제작하고 활용 방법을 고안하기

(가) 성취기준 해설

- [12물리02-01~06] 중학교 1~3학년군 '전기과 자기', 고등학교 통합과학1 '물질과 규칙성', 고등학교 전자기와 양자 '전자기적 상호작용'과 연계된다.
- [12물리02-02] 저항의 연결에 따른 차이를 설명하는 사례로 가정에서 여러 개의 전기 제품을 사용하는 상황을 제시하고 이때 전기 안전과 연관지어 안전한 전기 사용 방안을 도출하도록 한다.
- [12물리02-03] 축전기에서 전기 에너지가 저장되는 원리와 활용 방안을 다루고 축전기의 전

기 용량, 연결, 유전체는 포함하지 않는다.

- [12물리02-05] 전류의 자기작용의 예시로 스피커와 전동기의 원리를 에너지 전환 관점에서 설명하고, 학생들이 스피커를 공학적으로 설계하고 제작하도록 지도한다.
- [12물리02-06] 전자기 유도 법칙 자체보다는 에너지 전달 기술에 초점을 맞추어 내용을 전개한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 이 영역에서는 전기와 자기의 상호작용을 에너지 관점으로 해석하여 전자기 현상이 전기회로와 전자 제품 등 실생활에 활용되는 맥락을 중심으로 접근한다.
- 전기장을 전기력선으로 표현하고 전기장을 정량적으로 구하는 것은 고등학교 전자기와 양자에서 다루고 있음을 고려할 때, 이 영역에서는 전하에 의해서 전기장이 생성된다는 점을 정성적으로 다룬다.
- 전자기학 원리가 적용된 기기나 제품의 기초 과학 원리를 파악하고 공학적 설계를 바탕으로 창의적 산출물을 만들어내기 위한 탐구 활동이 포함되도록 기획할 수 있다.

(3) 빛과 물질

[12물리03-01] 빛의 중첩과 간섭을 통해 빛의 파동성을 알고 이를 이용한 기술과 현상을 예를 들어 설명할 수 있다.

[12물리03-02] 빛의 굴절을 이용하여 볼록렌즈에서 상이 맺히는 과정과 배율을 설명하고, 반도체와 디스플레이 제작 공정에서 중요하게 활용됨을 인식할 수 있다.

[12물리03-03] 빛과 물질의 이중성을 이용하여 전자 현미경과 영상 정보 저장 등 다양한 분야에 활용됨을 설명할 수 있다.

[12물리03-04] 원자 내의 전자는 양자화된 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰 증거를 바탕으로 논증할 수 있다.

[12물리03-05] 고체의 에너지 띠구조로부터 도체와 절연체의 차이를 알고, 반도체 소자의 원리를 설명할 수 있다.

[12물리03-06] 모든 관성계에서 빛의 속력이 동일하다는 원리로부터 시간 팽창, 길이 수축 현상 현상이 나타남을 알고 이러한 지식이 사회에 미친 영향을 조사할 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 생물들이 사용하는 여러가지 눈(구멍눈, 바늘구멍 눈, 수정체 눈, 겹눈)의 물리적 원리를 조사하고 장단점을 탐색하기
- 전자레인지에 이용한 마이크로파의 파장 측정하기

(가) 성취기준 해설

- [12물리03-01~06] 중학교 1~3학년군 '빛과 파동', 고등학교 전자기와 양자 '빛과 정보통신' 과 '양자와 미시세계'와 연계된다.
- [12물리03-02] 상이 맺히는 과정을 설명하기 위해 광선추적법을 도입하며, 렌즈 제작자 공식이나 복합 렌즈 등 복잡한 상황은 다루지 않는다. 광학 기술이 반도체 제작 공정에서 매우 정밀한 회로 기판을 인쇄하는데 사용됨을 포토 리소그래피(photo-lithography) 과정을 중심으로 개략적으로 소개한다.
- [12물리03-03] 영상 정보 저장 장치는 전하 결합 소자를 이용하여 빛과 전자의 이중성을 정성적으로 설명한다.
- [12물리03-04] 수소 선스펙트럼 결과를 바탕으로 보어의 수소 원자 모형을 제시하고, 보어 모형의 한계를 언급한다.
- [12물리03-05] 반도체 소자의 원리를 설명하는 사례로 pn 접합과 활용 사례로 다이오드를 다룬다.
- [12물리03-06] 특수 상대성 이론은 광속 불변의 결과로 시간 팽창과 길이 수축 현상이 일어나는 현상 위주로 설명하고 동시성의 상대성과 정량적 계산은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 광학기기에서 렌즈, 거울, 프리즘 등이 활용되어 어떤 기능을 구현하는지와, 이를 위해 어떤 원리들이 활용되는지를 설명할 수 있도록 지도한다.
- 생활 속에서 발견되는 빛의 반사, 굴절, 간섭, 중첩, 간섭과 관련된 현상들을 활용하여 현상에 관련된 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.

나. 화학

화학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘화학’은 21세기를 살아가는 데 필요한 핵심역량과 민주 시민으로서 갖추어야 할 화학에 대한 기초 소양을 함양하기 위한 과목으로, 고등학교 공통과목 ‘통합과학 I, 2’와 ‘과학탐구실험’을 이수한 학생을 대상으로 한다. ‘화학’은 일상생활이나 자연 현상에 적용되는 물질 세계의 기본 법칙을 다루고, 화학을 포함한 과학 전반의 진로를 택하는 학생들에게 필수적인 내용으로 구성하여 문제를 해결할 때 필요한 화학적 소양과 문제해결 역량을 기르는 것을 목적으로 한다.

‘화학’은 초등학교 ‘과학’부터 고등학교 ‘통합과학 1, 2’ 및 ‘과학탐구실험’까지 다른 화학 영역의 기초 개념을 바탕으로 과학계열로 진학할 학생들이 과학적 문제를 융합적이고 창의적으로 해결하는 데 필요한 기본 소양으로서 필요한 화학 지식과 화학적 기초 소양을 키우기 위한 과목이다. 이 과목에서 학습한 내용은 고등학교 진로 선택 과목인 ‘물질과 에너지’와 ‘화학 반응의 세계’ 과목으로 연계된다.

‘화학’은 자연 현상과 과학 기술에 대한 이해의 바탕이 되는 과학 지식을 제공하고 자연 세계에 대한 본질적 이해를 추구하는 학문이다. 화학은 자연 세계를 탐구하면서 얻을 수 있는 지적 희열을 제공할 뿐만 아니라, 화학 탐구를 통해 생성된 과학 지식은 공학과 기술에 응용되어 현대 문명과 일상 생활에 큰 영향을 주고 있다. 특히 화학은 화장품, 식품, 의약품, 화학 진지, 반도체 등 현대인의 삶 대부분의 영역에서 직·간접적으로 활용되고 있다. 학생들은 화학 지식을 학습함으로써 자연 세계의 다양한 현상을 이해하고 이러한 현상이 자신이 살고 있는 실생활에서 어떻게 적용되어 인간의 삶에 영향을 주는지 알게 된다. 이러한 이해는 실생활의 다양한 문제 상황을 합리적으로 설명하고 예측하는 사고의 기반을 형성하고, 향후 자신이 수행하는 전문 분야에서 이러한 화학 지식을 활용하여 합리적이고 적절하게 판단하고 조절하거나, 필요한 설계 등에 활용할 수 있다.

‘화학’은 화학의 언어, 원자와 분자의 세계, 용액의 성질, 역동적인 화학 반응의 4개 영역으로 구성된다. ‘물질의 구조’ 영역의 화학의 언어 단원에서는 화학의 유용성, 몰, 화학 반응의 양적 관계를 다루고, ‘원자와 분자의 세계’ 영역에서는 주기율과 주기성, 공유 결합의 극성, 분자의 구조 등을 다룬다. ‘용액의 성질’ 영역에서는 몰 농도, 총괄성을 다루며, ‘역동적인 화학 반응’ 영역에서는 가역 반응과 동적 평형, 평형 상수, 중화 반응의 양적 관계 등을 다룬다.

‘화학’은 과학적 소양을 갖춘 민주시민으로서 핵심역량을 함양하고, 미래 사회에 효과적으로 적응

하기 위해 문제 인식, 탐구 설계 및 수행, 자료수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통과 협업 등의 과정·기능을 두며, 과정·기능과 함께 가치·태도를 학생들이 학습하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있도록 하고 있다.

나. 목표

■ 총괄 목표

자연 현상과 일상생활의 경험에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 화학의 핵심 개념에 대한 이해와 과학 탐구를 통해 주변의 현상을 이해하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 물질에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 화학 관련 일상생활 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 활용하고 화학 관련 문제의 해결 방안을 탐색하고 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 물질 세계와 관련된 문제를 과학적으로 탐구하여 화학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 화학 반응 시 물질의 양적 관계를 몰 단위로 표현하여 계산하며, 화학 반응식에서 물질의 계수비로 반응한다. • 원소는 원자의 전자 배치에 의해 나타나는 주기적 성질을 가지며, 물질을 구성하는 원소는 화학 결합을 통해 다양한 화합물을 형성한다. • 고유한 성질을 가지는 물질들이 혼합된 용액에서 진하기의 정도에 따라 나타나는 다양한 특성으로 일상생활에서의 여러 현상을 설명한다. • 물질은 가역 반응에서 동적 평형을 이루며, 산과 염기의 중화 반응에서 규칙성이 존재한다. | |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 화학의 언어 | • 화학의 유용성 • 물 • 화학 반응의 양적 관계 |

| | | |
|---------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 원자와 분자의 세계 | • 주기율 • 유효 핵전하 • 원자 반지름 • 이온화 에너지 • 공유 결합의 극성 • 전기 음성도 • 루이스 전자점식 • 전자쌍 반발 이론 • 분자의 구조 |
| | 용액의 성질 | • 몰 농도 • 용액의 농도에 따른 증기압, 끓는점, 어는점 변화 • 삼투 현상 |
| | 역동적인 화학 반응 | • 가역 반응과 동적 평형 • 평형 상수 • 물의 자동 이온화와 pH • 중화 반응의 양적 관계 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 화학의 언어

[12화학01-01] 화학이 인류의 역사와 발전에 기여한 사례를 조사·발표할 수 있다.

[12화학01-02] 질량과 부피로 물질 1몰의 양을 체험하고, 물질의 양을 몰 단위로 변환하여 표현할 수 있다.

[12화학01-03] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 화학 반응에서 물질의 양적 관계를 설명하여 화학 반응에 호기심을 가질 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 화학 물질이나 화학 반응이 실생활의 문제 해결에 기여한 사례 조사하여 발표하기
- 개수를 세는 방법으로 물질의 양을 측정하는 일상생활의 사례를 찾아 발표하기
- 화학 반응에서의 양적 관계를 확인할 수 있는 실험을 계획하고 수행하기

(가) 성취기준 해설

- [12화학01-01~03] 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 구성’, ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’,

고등학교 통합과학1의 ‘물질의 규칙성과 결합’과 연계된다.

- [12화학01-01] 화학의 유용성과 화학의 기초를 통해 화학 학습에 대한 호기심을 부여한다.
- [12화학01-02] 물을 단위로서 이해하도록 다루며, 물질 1몰의 양은 물질량을 이용하여 다룬다.
- [12화학01-03] 화학 반응식의 계수는 물질의 반응하는 몰비임을 강조하고, 화학 반응의 양적 관계를 다룰 때는 물질량을 이용하여 몰수로 표현하면 반응물과 생성물질의 양적 관계를 쉽게 이해할 수 있음을 강조한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 화학이 인류의 역사와 발전에 함께 해온 과학임을 이해하도록 다양한 사례를 조사하고 발표하게 하여 화학을 학습해야하는 이유와 중요성을 깨달을 수 있도록 지도한다.
- 물은 화학에서 사용하는 기본 물리량으로 학생들이 수치적 계산에 치우치지 않고 물질의 양 표현에 대한 편리성이 있음을 알도록 지도한다.

(2) 원자와 분자의 세계

- [12화학02-01] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
- [12화학02-02] 전기 분해 실험을 통해 화학 결합의 전기적 성질을 설명할 수 있다.
- [12화학02-03] 전기 음성도의 주기적 변화를 이해하고, 결합한 원소들의 전기 음성도 차이와 쌍극자 모멘트를 이용하여 결합의 극성을 판단할 수 있다.
- [12화학02-04] 원자와 분자를 루이스 전자점식으로 표현하고, 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.
- [12화학02-05] 분자의 물리적, 화학적 성질을 분자의 구조와 연관지어 설명하여 화학 원리의 신비로움을 느낄 수 있다.
- [12화학02-06] 생활 속 다양한 탄소화합물을 구성하는 간단한 단위체를 찾고, 단위체의 반복으로 고분자가 만들어짐을 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지 등의 데이터를 시각화하여 원소의 주기성 찾기
- 생명체 또는 생활 속 물질의 구조를 분석하여 반복되는 간단한 구조 찾기

(가) 성취기준 해설

- [12화학02-01~06] 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 구성’, 고등학교 통합과학1의 ‘물질의 규칙성과 결합’, ‘자연의 구성 물질과 이용’과 연계된다.
- [12화학02-01] 전자 친화도의 주기성은 다루지 않으며, 전기 음성도의 주기성은 [12화학02-03]에서 다룬다. 이온화 에너지의 주기성은 전체적 경향성 위주로 다루며, 오비탈을 이

용하여 설명하는 예외적 현상은 다루지 않는다.

- [12화학02-02] 전기 분해 실험 등을 통해 화학 결합에 전자가 관여함을 다룬다.
- [12화학02-03] 2, 3주기 전형 원소로 구성된 화합물로 한정하고, 쌍극자 모멘트는 정량적으로 다루지 않는다. 확장된 옥텟 규칙이 적용되는 화합물은 다루지 않는다.
- [12화학02-06] 탄소화합물은 폴리에틸렌과 같이 간단한 탄화수소의 반복으로 나타나는 고분자로 한정하고, 탄소화합물의 작용기는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지 등의 데이터를 시각화하기 위해 컴퓨터 프로그램을 활용할 수 있다.
- 탐구 활동 예시의 경우, 통합과학 I에서 다룬 DNA와 RNA를 구성하는 뉴클레오타이드와 포도당, 아미노산의 반복으로 구성되는 탄수화물, 단백질 등과 연계하여 지도한다.

(3) 용액의 성질

[12화학03-01] 몰 농도의 의미를 이해하고, 여러 가지 몰 농도의 용액을 만들 수 있다.

[12화학03-02] 용액의 농도에 따라 증기압, 끓는점, 어는점이 변함을 실험 데이터를 통해 비교하고, 일상생활에서 나타나는 사례와 연관지어 설명할 수 있다.

[12화학03-03] 용액의 농도에 따른 삼투 현상을 관찰하고, 일상생활에서 삼투 현상이 나타나는 사례를 찾아 화학적 설명의 유용성을 느낄 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 일상생활에서 용액의 농도에 따라 증기압, 끓는점, 어는점이 변하는 사례를 조사하여 발표하기
- 온도 센서를 이용하여 소금물의 다양한 농도 조건에서 어는점 측정하기

(가) 성취기준 해설

- [12화학03-01~03] 중학교 1~3학년군의 ‘물질의 상태 변화’, ‘물질의 특성’과 고등학교 물질과 에너지의 ‘물질의 세 가지 상태’와 연계된다.
- [12화학03-02] 농도를 변화시키면서 수집한 용액의 증기압, 끓는점, 어는점 실험 데이터를 수집하여 해석하고, 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림과 농도의 관계를 다루는 수식은 다루지 않는다.
- [12화학03-03] 삼투압과 농도의 관계를 나타낸 수식은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 용액에 녹아 있는 용질의 종류와 무관하게 오직 용질 입자의 개수에 의해서만 결정되는 성

질을 용액의 총괄성이라고 한다. 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림 등의 총괄성이 농도와 선형적 비례 관계를 갖는 것은 이상 용액에 가까운 매우 묽은 농도에서만 성립하므로, 농도가 증가함에 따라 증기압, 끓는점, 어는점의 변화가 커짐을 입자적 관점에서 설명하고 이해하는 수준으로 지도한다.

(4) 역동적인 화학 반응

[12화학04-01] 가역 반응에서 나타나는 동적 평형 상태의 특징을 이해하고, 자연에서 화학 평형 반응의 사례를 찾아 화학적 원리의 신비로움을 느낄 수 있다.

[12화학04-02] 물질의 물 농도 자료를 이용하여 평형 상수의 의미를 설명할 수 있다.

[12화학04-03] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.

[12화학04-04] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 생명 현상에서 화학 평형이 일어나는 화학 반응 사례 조사하여 발표하기
- 화학 평형 상태에서 물질의 농도를 변화시켰을 때 새로운 평형에서의 물질의 농도 구하기
- 강산 또는 강염기 희석 시 농도에 따른 pH 데이터를 수집하여 그래프로 표현하고 해석하기

(가) 성취기준 해설

- [12화학04-01~06] 중학교 1~3학년군의 '화학 반응의 규칙과 에너지 변화'와 고등학교 통합 과학2의 '화학 변화'와 연계된다. 또한 고등학교 물질과 에너지의 '화학 평형'과 고등학교 화학 반응의 세계의 '산·염기', '산·염기 반응'에서 연계된다.
- [12화학04-02] 여러 농도 조건에서도 평형 상수는 일정함을 자료 해석을 통해 확인한다. 농도로 나타내는 평형 상수식과 반응의 우세를 판단하되, 반응지수는 다루지 않는다.
- [12화학04-04] 산·염기 중화 반응은 수용액 반응으로 제한하고, 그 양적 관계는 알짜 이온 반응식을 중심으로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 동적 평형을 설명할 때 오개념이 발생하지 않도록 사회적 현상보다는 물리적 현상의 다양한 예를 들어 설명하도록 한다.
- 산·염기 중화 반응 실험을 다양한 산과 염기 수용액으로 수행하되 적정 곡선이나 중화점에 서의 pH는 다루지 않고 수소 이온과 수산화 이온의 양적 관계를 중심으로 지도한다.

다. 생명과학

생명과학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘생명과학’은 ‘생명과학 기초 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘생명과학’에서는 생명과학 탐구 능력과 태도를 함양하며, 생명과학 분야의 기본 개념을 이해하고, 자연과 일상생활에서 접하게 되는 다양한 생명 현상에 대한 의문점들을 과학적이고 창의적으로 해결하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘생명과학’의 내용은 생명과학을 관통하는 기본 개념 중 생명 시스템의 구성, 항상성과 몸의 조절, 생명의 연속성과 다양성 영역을 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원으로 어우러져 구성되어 있다.

‘생명과학’의 생명 시스템의 구성은 세포로부터 생태계에 이르는 생명의 구성 단계와 생명의 특성을 다루고, 항상성과 몸의 조절은 자극에 대한 반응과 항상성, 인체의 방어 작용을 다루며, 생명의 연속성은 유전 정보와 생식세포, 진화와 생물의 다양성을 다룬다. ‘생명과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호 보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘생명과학’의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

자연과 일상생활 속 생명 현상 탐구를 바탕으로 생명과학 기본 개념을 통합적으로 이해하여 지적 흥미와 호기심을 가지고 올바른 자연관과 생명관을 기른다. 또한, 생명과학 탐구 능력을 함양하고 실제 일상생활에서 생명과학 관련 문제를 해결하는 과정에서 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 생명 현상에 대한 과학적 흥미와 호기심을 바탕으로 생명과학 관련 일상생활 문제를 인식하고 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 활용하여 생명과학 관련 문제의 해결 방안을 탐색하고 과학적으로 해결하는 능력을 기른다.
- 다. 생명 현상을 과학적으로 탐구하여 생명과학 기본 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | | |
|---------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> • 생명 시스템은 세포로부터 생태계에 이르기까지 구성 단계가 있으며, 사람의 기관계는 통합적 작용을 통해 생명 활동을 유지한다. • 생물과 환경, 생태계를 이루는 군집, 개체군 내 생물들은 상호작용한다. • 신경계는 뉴런이 자극을 받아 흥분하면 전도와 전달 과정을 통해 다양한 자극에 대해 반응하며, 우리 몸의 항상성은 신경계와 내분비계에 의해 조절된다. • 우리 몸은 선천적·후천적 면역 반응을 통해 병원체로부터 방어하며, 백신 접종을 통해 병원체로부터 감염병을 효율적으로 예방한다. • 염색체상에는 유전자가 있으며 생식세포 형성과정을 통해 유전적 다양성을 자손에게 전달된다. • 생물은 변화에 적응하여 진화하며, 분류 체계에 따라 생물들의 유연관계는 계통수로 표현된다. | |
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 생명시스템의 구성 | | <ul style="list-style-type: none"> • 생명과학의 이해 • 생명의 구성 단계 • 물질대사와 에너지 • 사람 기관계의 통합적 작용 • 대사성 질환 • 생태계의 구조와 기능 • 개체군의 특성 • 군집의 특성 |
| | 항상성과 몸의 조절 | | <ul style="list-style-type: none"> • 뉴런의 구조와 기능 • 흥분의 전도와 전달 • 신경계의 구조와 기능 • 내분비계의 특성 • 항상성 유지 원리 • 선천적·후천적 면역 • 항원·항체 반응 • 백신의 작용 원리 |
| | 생명의 연속성과 다양성 | | <ul style="list-style-type: none"> • 염색체의 구조 • DNA와 유전자 • 생식 세포의 형성과 의미 • 진화의 원리 • 생물 분류 체계 • 동물과 식물의 다양성과 계통수 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 생명 시스템의 구성

- [12생과01-01] 생물의 특성에 대한 이해를 바탕으로 바이러스와 휴머노이드 특징을 통해 생물적 특성과 비생물적 특성을 모형으로 나타낼 수 있다.
- [12생과01-02] 생명과학의 학문적 특성을 이해하고 다른 학문 분야와의 연계성을 조사한 결과를 바탕으로 생명과학의 성과 홍보물을 제작할 수 있다.
- [12생과01-03] 세포에서부터 생태계까지 생명 시스템의 구성 단계의 특징을 바탕으로 각각 체계적으로 설명 자료를 개발할 수 있다.
- [12생과01-04] 물질대사 과정에서의 에너지 전환 과정을 바탕으로 다양한 생명 활동에서의 에너지 사용을 추론할 수 있다.
- [12생과01-05] 소화, 순환, 호흡, 배설 과정에서의 사람 기관계의 통합적 작용을 신체의 생리적 변화와 연관지어 창의적 표현할 수 있다.
- [12생과01-06] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하여 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다.
- [12생과01-07] 생태계의 구조를 이해하고 물질의 순환과 에너지의 흐름을 추론하여 생태계 구성 요소들의 중요성을 설명할 수 있다.
- [12생과01-08] 군집과 개체군의 특성을 이해하고 이들의 상호작용의 예를 조사하여 발표할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 인간과 휴머노이드의 공통점과 차이점 비교하기
- 소화제와 소화 효소를 이용한 영양소 분해 실험하기
- 방형구법으로 식물 군집 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [12생과01-01~08] 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’과 ‘동물과 에너지’, 고등학교 통합과학 ‘생명 시스템’과 ‘생태계와 환경’, 고등학교 세포와 물질대사 ‘세포’, ‘물질대사와 에너지’와 연계된다.
- [12생과01-02] 생명과학 분야의 학문적 특징은 간략하게 다루고, 생명과학이 타 학문 분야와 차이가 있지만 현대 생명과학 분야의 성과는 여러 학문 분야의 성과와 결합되어 나타난다는 것에 초점을 두도록 한다.
- [12생과01-03] 세포로부터 개체, 그리고 생태계에 이르기까지 생물의 구성 단계들이 구조적 체계를 이루고 있으며, 각각이 생명 시스템으로서 기능을 하고 있다는 것을 다룬다.
- [12생과01-04] 모든 살아있는 세포는 물질대사 과정에서 에너지가 ATP로 저장되고 사용되는 것을 이해하도록 한다.
- [12생과01-05] 기관계의 통합적 작용을 실제 인체 활동과정에서 나타나는 생리적 변화의 사례를 바탕으로 설명하도록 한다. (예시 : 달리기를 하면 심장박동이 빨라지고, 숨이 가빠지는 이유를 설명하시오)
- [12생과01-07] 생태계를 하나의 살아있는 유기체와 같은 개념으로서 이해하도록 하여 외부 환경의 변화에 의해 생태계 평형이 깨질 수 있음을 다룬다.
- [12생과01-08] 군집 내의 상호 작용은 경쟁, 분서, 공생, 기생, 포식과 피식, 개체군 내의 상호 작용은 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활을 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 생물과 비생물의 차이점은 생물의 특성 이해를 바탕으로 이루어지도록 하며, 바이러스와 휴머니노이드의 구조와 기능을 모식도나 모형을 가지고 설명하도록 지도할 수 있다.
- 사람 기관계의 통합적 작용은 인포그래픽이나 모형, 영상, 역할놀이 등 다양한 방법을 활용하여 표현할 수 있도록 지도한다.
- 생태계 구조와 구성 요소의 중요성을 ‘생태전환교육’의 차원에서 설명한다.

(2) 향상성과 몸의 조절

- [12생과02-01] 신경 세포의 구조와 기능을 이해하고, 신경 세포에서의 전도 과정을 설명할 수 있다.
- [12생과02-02] 흥분의 전달 과정을 이해하고, 신경 전달 물질의 작용에 영향을 미치는 요인을 조사하여 발표할 수 있다.
- [12생과02-03] 사람 신경계의 구조와 기능을 이해하고 중추 신경계와 말초 신경계의 특징을 설명할 수 있다.
- [12생과02-04] 내분비계와 신경계 작용 원리를 이해를 바탕으로 항상성이 유지되는 과정을 추론할 수 있다.
- [12생과02-05] 병원체의 종류와 특징을 이해하고 우리 몸의 방어 작용을 선천적 면역과 후천적 면역으로 구분하여 설명할 수 있다.
- [12생과02-06] 항원 항체 반응의 특이성을 이해하고, 혈액의 응집 반응 원리를 이용하여 혈액형을 판정할 수 있다.
- [12생과02-07] 실생활에서 사용하고 있는 백신을 조사하고 백신의 특징과 작용 원리를 바탕으로 질병의 예방 측면에서 백신의 필요성을 인식한다.

<탐구 활동 예시>

- 실감형 콘텐츠를 활용한 뇌 구조 탐구하기
- 스마트 헬스케어를 활용한 항상성 유지 작용 탐구하기
- 혈액형 판정 실험을 통해 내 혈액형 예측하기
- 감염병 예방을 위한 나만의 백신 개발하기

(가) 성취기준 해설

- [12생과02-01~07] 중학교 1~3학년군 ‘자극과 반응’, 고등학교 통합과학 ‘과학과 미래사회’와 연계된다.
- [12생과02-03] 중학교 수준에서 다루었던 자극과 반응 사이에 정보를 전달하는 신경계의 구조와 종류보다는 중추 신경계의 핵심인 대뇌 중심으로 뇌의 구조와 기능을 설명하고 중뇌, 소뇌, 연수, 간뇌는 간략하게 다루도록 한다.
- [12생과02-04] 내분비계는 호르몬의 종류에 초점을 두기보다는 신경계와 호르몬의 통합적 작용에 의한 항상성 조절에 초점을 두어 다루도록 한다.
- [12생과02-07] 백신 제조 방법에 따른 다양한 종류의 백신을 조사하고 감염성 질병을 일으키는 병원체들의 특징을 감염이나 예방과 관련지어 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 실감형 콘텐츠를 활용할 때, 디지털 기기로 다양한 AR, VR 기술을 적용한 실감형 뇌 구조를 탐구한다.
- 휴대용 또는 착용형 간단한 장비나 센서로 스마트 헬스케어 시스템을 활용한 항상성 유지 작용 탐구를 할 수 있는 실험을 스스로 설계하고 적용할 수 있다.
- 온라인 플랫폼의 백신 연구 전문가들의 영상을 시청하고, 다양한 백신의 원리를 탐구하도록 지도할 수 있다.

(3) 생명의 연속성과 다양성

- [12생과03-01] 염색체의 구조를 이해하고, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 설명할 수 있다.
- [12생과03-02] 생식세포 형성과정을 체세포 분열과정과 비교하고, 생식세포 형성의 중요성을 생명의 연속성 및 다양성과 관련지어 추론할 수 있다.
- [12생과03-03] 자연선택을 중심으로 진화의 원리를 이해하고 생물의 진화 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
- [12생과03-04] 생물의 분류 체계를 바탕으로 각 분류군의 차이를 이해하고 생물군을 분류 체계에 따라 설명 자료를 개발할 수 있다.
- [12생과03-05] 동물과 식물 분류군의 특징을 문 수준에서 이해하고, 이들 간의 유연관계를 계통수를 이용하여 표현할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 염색체 모형을 이용한 핵형 분석하기
- 생식세포 형성과정을 영상 자료 제작하여 SNS에서 공유하기
- 유전자 풀의 변화 사례 조사를 통해 진화의 요인 추론하기
- 주변 식물의 특징을 찾아 분류하고 계통 유연관계 파악하기

(가) 성취기준 해설

- [12생과03-01~05] 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’과 ‘생식과 유전’, 고등학교 통합과학 ‘자연의 구성 물질과 이용’과 ‘생명 시스템’, 고등학교 세포와 물질대사 ‘세포’, 생물의 유전 ‘유전자와 유전물질’과 연계된다.
- [12생과03-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 개념을 단계적으로 다루고, 이들 간의 상호 관계를 이해하도록 한다.
- [12생과03-02] 생식세포 형성과정을 체세포 분열과 비교하도록 하고, 생식세포 형성의 중요성을 생명의 연속성과 다양성과 연관 지어 다루도록 한다.
- [12생과03-03] 자연선택에 의한 진화 과정을 중심으로 다루며, 진화의 사례를 조사하여 변이와 자연선택에 의한 진화의 원리를 이해하도록 한다.
- [12생과03-04] 생물의 분류 체계를 역과 계 수준에서만 다루도록 하고 세부적인 분류기준들을 설명하지 않는다.
- [12생과03-05] 동물과 식물의 분류군의 특징을 문 수준에서 다루도록 하며, 최신의 식물과 동물의 계통수를 도입하여 계통 유연관계를 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 생식세포 형성과정을 영상 자료로 제작할 때에는 여러 차시에 걸쳐 수업이 이루어지지 않도록 간단한 디지털 프로그램이나 앱 도구를 활용하여 제작하도록 지도할 수 있다.
- 주변의 식물을 분류할 때에는 식물도감을 이용하는 방법과 온라인 플랫폼(디지털 도구)을 활용하는 방법을 안내한다.

라. 지구과학

지구과학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘지구과학’은 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘지구과학’에서는 ‘통합과학’과 ‘과학탐구실험’ 과목을 이수한 학생이 지구시스템과학과 행성우주과학 분야의 기본 개념을 익히고 과학 탐구 능력과 태도를 길러 자연과 일상생활에서 접하는 지구와 우주에 관한 현상을 과학적으로 이해하고, 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 소양을 갖추고 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 갖춘 전문가 집단과 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 과학적 소양을 바탕으로 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘지구과학’의 내용은 지구·우주과학을 관통하는 유체 지구, 고체 지구, 천체 영역에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 아울러 구성한다.

유체 지구 영역에서는 순환하는 해양과 역동적인 대기의 특성을 각각 다루고, 이어서 대기와 해양의 상호작용으로 인한 다양한 기후변화를 다룬다. 고체 지구 영역에서는 한반도의 암석, 지구의 역사를 통해 한반도와 지구시스템이 거쳐 온 변화를 다룬다. 천체 지구 영역에서는 천체 관측부터 별과 우주의 진화를 통해 우주의 과거와 미래를 추적해 본다. 천체 지구 영역에서는 천체의 관측과 운동, 별의 특성과 분류, 은하와 우주의 진화를 통해 지구와 태양계, 그리고 우주와 별과 우주의 과거와 미래를 추적해 본다. 이러한 구성은 첨단 과학기술을 기반으로 융·복합적 지식을 특징으로 하는 미래사회를 살아가는 데 필요한 지구·우주과학 관련 소양을 함양하고, 행위주체성을 갖춘 민주시민으로 성장하는 데 이바지할 것이다.

‘지구과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘지구과학’과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 배양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

지구와 우주에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 탐구를 통해 지구과학의 핵심 개념을 통합적으로 이해하고 지구의 소중함과 우주의 아름다움을 인식함으로써 올바른 자연관과 우주관을 함양하며, 지구과학적 현상과 관련된 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 지구와 우주에 대한 과학적 흥미와 호기심을 바탕으로 지구과학 관련 일상생활 문제를 인식하고 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 지구과학적 현상과 관련된 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 지구와 우주 관련 현상을 과학적으로 탐구하여 지구과학의 핵심개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 해수의 성질은 수온, 염분, 밀도, 용존 산소량 등에 의해 결정되며, 해수는 바람과 밀도 차 등 다양한 요인에 의해 운동하고 순환함을 추론한다. • 지구의 기후 시스템은 태양복사와 지구복사, 지표의 특성, 인간 활동 등의 영향을 받으며, 이러한 요인들로 복합적으로 상호작용하여 다양한 기상 현상과 기후 변동이 나타나며, 지속가능한 기후생태환경의 가치를 인식한다. • 지권을 구성하는 암석은 다양한 환경에서 생성되며, 지구 시스템에서 암석과 물질은 끊임없이 순환한다. • 지질 시대 동안의 지구 환경과 생물의 변천 과정은 지층과 화석을 탐구함으로써 밝혀낸다. • 행성의 겉보기 운동은 태양계 모형으로 나타낼 수 있으며, 태양계의 식 현상은 태양-지구-달 시스템의 운동으로 일어나는 현상이다. • 별의 관측을 통해 질량에 따른 진화 과정과 물리량을 결정하며, 우주의 팽창은 별과 성간물질 등으로 구성된 은하 관측으로부터 추론한다. | |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 대기와 해양의 상호 작용 | <ul style="list-style-type: none"> • 해수의 성질 • 표층 순환 • 심층 순환 • 수온과 염분 • 일기예보 • 고기압과 저기압 • 온대 저기압 • 태풍 • 악기상 • 용승과 침강 • 남방진동 • 지구 온난화 • 기후변화 요인 |

| | | |
|---------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 지구의 역사와 한반도의 암석 | <ul style="list-style-type: none"> 퇴적구조와 퇴적암 화성암 변성작용과 변성암 변동대 지질 구조 지사 해석 방법 상대연령과 절대연령 지질 시대의 환경과 생물 |
| | 태양계 천체 관측과 별과 우주의 진화 | <ul style="list-style-type: none"> 태양계 모형 행성의 겉보기 운동 별의 물리량 별의 진화와 H-R도 은하의 구성과 분류 우주의 팽창 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> 문제 정의하기 가설 설정하기 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> 결론 일반화하기 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> 증거에 기반한 토론하기 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> 과학의 심미적 가치 파악하기 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 과학 창의성 기르기 과학 활동의 윤리성 인식하기 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 기여하기 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 대기와 해양의 상호 작용

- [12지구01-01] 해수의 물리적, 화학적 성질을 이해하고, 실측 자료를 활용하여 해수의 온도, 염분, 밀도, 용존 산소량 등의 분포를 설명할 수 있다.
- [12지구01-02] 심층 순환의 발생 원리와 분포를 이해하고, 이를 표층 순환 및 기후변화와 관련지어 설명할 수 있다.
- [12지구01-03] 중위도지역 이동성 고·저기압과 중규모 저기압이 통과할 때 날씨의 변화를 일기도, 위성영상, 레이더 영상을 종합하여 설명할 수 있다.
- [12지구01-04] 태풍의 발생과 소멸 및 태풍이 통과할 때의 날씨 변화를 설명하고, 대류 복합체, 뇌우, 호우, 폭설, 강풍, 황사 등 주요 악기상의 생성 메커니즘을 이해하고, 대처 방안에 대해 토의할 수 있다.
- [12지구01-05] 대기와 해수의 상호 작용의 사례로서 해수의 용승과 침강, 엘니뇨-남방진동의 발생과 진행 과정 및 관련 현상을 이해한다.
- [12지구01-06] 기후변화의 원인을 시간 규모에 따라 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명하고, 인간 활동에 의한 기후변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대해 토의할

수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 인공위성 자료를 이용한 해수의 성질 조사하기
- 심층 순환의 역할과 기후 관련성 조사하기
- 일기도나 위성 영상 등을 이용하여 날씨 변화 예상하기
- 국지성 호우, 폭설, 황사 등 악기상의 변화 추이 분석하기
- 남방진동이 우리 생활에 주는 영향 조사하기
- 기후변화의 원인을 설명하는 다양한 가설을 주제로 과학적 토의하기

(가) 성취기준 해설

- [12지구01-01~02] 중학교의 ‘수권과 해수의 순환’, 통합과학 2의 ‘생태계와 환경’, 지구시스템과학의 ‘해수의 운동’과 연계된다. 해수의 밀도가 수온과 염분에 따라 결정된다는 것을 T-S 다이어그램을 통해서 이해시키고, 심층 순환에서 주요 해류는 단순화시킨 바다 단면을 이용해서 다루며, 실제 해저 지형이나 대륙의 분포 등이 해류의 방향이나 해수의 대순환에 미치는 영향은 다루지 않는다.
- [12지구01-03] 중학교의 ‘날씨와 기후 변화’, 통합과학 2의 ‘생태계와 환경’, 지구시스템과학의 ‘대기복사와 강수과정’, ‘대기의 운동과 날씨’와 연계된다. 실제 우리나라 주변의 일기도와 관련지어 온대 저기압이 중위도 지역을 통과하면서 나타나는 날씨의 변화를 설명한다.
- [12지구01-04] 최근에 발생한 사례를 중심으로 태풍이 우리나라에 준 피해와 영향 및 위력을 간략하게 다루면서, 대기와 해양 및 대기와 육지의 상호 작용 등에 초점을 둔다. 뇌우, 국지성 호우(집중호우), 강풍, 폭설, 우박 등과 같은 우리나라의 주요 악기상을 소개하고 이들의 생성 메커니즘을 간단히 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 해수의 운동 관련 내용은 중학교 내용을 심화하여 표층 순환과 심층 순환까지 다루되, 역학적 원리에 대한 설명은 배제하고 정성적으로 다룬다.
- 실제 일기도를 해석하거나 위성 영상을 활용하여 유체 지구인 대기와 해양에서 발생하는 다양한 현상들이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하고, 이를 통해 지구계 내에서 기권 및 수권, 지권, 생물권의 상호 작용을 이해하도록 지도할 수 있다.
- 인공위성 자료를 이용한 해수의 성질 조사, 일기도나 위성 영상 등을 이용하여 날씨 변화 예상, 남방진동이 우리 생활에 주는 영향 조사 등의 경우 전 지구 규모의 빅 데이터 관측 자료를 활용하여 지구시스템 차원의 연결성과 상호작용을 파악하고, 데이터의 디지털화와 시물레이션 등을 체험함으로써 디지털 소양을 함양하도록 지도할 수 있다.

- 일기도나 위성 영상을 장기간 추적하는 프로젝트 학습 등과 같은 형태로 탐구를 수행하도록 지도함으로써 과학적 태도와 탐구 과정을 체험하도록 지도할 수 있다.

(2) 지구의 역사와 한반도의 암석

- [12지구02-01] 지층 형성의 선후 관계를 결정짓는 법칙들을 활용하여 상대 연령을 비교하고, 방사성 동위 원소를 이용한 광물의 절대 연령 자료로 암석의 절대 연령을 구할 수 있다.
- [12지구02-02] 지질 시대를 기(紀) 수준에서 구분하고, 화석과 퇴적구조를 통해 지질 시대의 생물과 환경 변화를 해석할 수 있다.
- [12지구02-03] 다양한 퇴적암과 퇴적 구조를 퇴적 환경, 퇴적 과정과 관련지어 설명할 수 있다.
- [12지구02-04] 변동대에서 마그마가 생성되고, 그 조성에 따라 다양한 화성암이 생성됨을 설명할 수 있다.
- [12지구02-05] 변성 작용의 종류와 지각 변동에 따른 구조를 변동대와 관련지어 설명하고, 지구시스템에서 암석이 순환함을 추론할 수 있다.
- [12지구02-05] 우리나라의 대표적인 지질공원을 심미적인 관점에서 감상하며 그 소중함을 인식하고, 지질공원의 지질학적 특징과 형성과정을 비교, 분석할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 지질단면도에서 층서 대비하기
- 고기후 연구 방법 조사하기
- 한반도에 나타나는 대표적인 화석의 분포 조사하기
- 한반도 지질 명소(국가지질공원)에서 관찰 가능한 암석과 지질 구조 조사하기
- 편광 현미경으로 암석을 구성하는 광물의 광학적 성질 비교·관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [12지구02-01~02] 고체 지구 영역의 ‘지구의 역사’ 영역에 해당하며, 중학교와 연계되는 내용은 없으며 초등학교 5~6학년군 ‘지층과 화석’과 연계된다.
- [12지구02-01] 지층 형성의 선후 관계를 결정짓는 법칙들(수평퇴적의 법칙, 지층누중의 법칙, 동물군천이의 법칙, 관입의 법칙, 부정합의 법칙 등)을 이해하고, 시간과 암석에 따라 층의 순서를 결정하고 지구의 역사에 대해 설명한다. 지층의 나이를 결정하는 데 상대 연령과 절대 연령이 있음을 이해하고 절대 연령의 경우 방사성 동위 원소를 이용하는 원리를 설명하고 간단한 계산을 통해 적용해 본다.
- [12지구02-02] 지질 시대의 환경을 다루면서, 표준 화석으로 살펴본 고생물, 지질 시대를 결정하는 생물의 변천, 지구 환경의 변화 등을 다룬다. 지질 시대의 특징을 화석 및 지각 변동의 기록을 통해 확인함으로써 지구 환경의 변화를 설명하고, 지구의 역사를 통해 기후가 어떻게 변해왔는지를 고기후 연구를 통해 탐구하였음을 이해한다. 단, 고기후 연구는 방법만 소개하고 자세한 메커니즘은 다루지 않는다.

- [12지구02-03~06] 고체 지구 영역의 ‘지구계와 지구 구성 물질’에 해당하며, 중학교 ‘지권의 변화’와 연계된다. 판의 경계부에서 생성되는 마그마 조성의 차이가 있다는 것만 다루고 현무암질, 유문암질 등의 상세한 특성은 다루지 않는다.
- [12지구02-03] 퇴적암 내에 기록된 다양한 퇴적 구조로부터 퇴적 작용이 일어난 환경을 살필 수 있도록 하며, 대표적인 퇴적암 지형으로부터 해당 퇴적 환경의 특징을 설명한다.
- [12지구02-04] 판의 경계부에서 현무암질, 안산암질, 유문암질 마그마가 생성된다는 것을 다루며, 각 암석의 상세한 특성은 다루지 않는다.
- [12지구02-05] 지각 변동에 수반된 대표적인 지질 구조(관입, 포획암, 부정합, 습곡, 단층, 절리)의 종류와 특징을 구별함과 동시에, 사진 자료를 통해 확인한다.
- [12지구02-06] 우리나라의 모든 국가지질공원을 다루면서 각각의 특성을 열거하는 방식으로 다루는 것은 지양하며, 주변의 지질공원을 방문할 경우 관찰 가능한 내용을 중심으로 다루도록 한다. 또한, 지질공원에서 관찰되는 암석을 구성하는 다양한 광물의 광학적 성질(다색성, 간섭색, 소광 등)을 편광현미경으로 확인한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 지사학의 법칙들을 다루기 전에 지사학의 기본 원리인 동일과정의 원리에 대해 다룬다. 지구의 역사를 통하여 기후가 어떻게 변해왔는지를 고기후 연구 방법을 조사하여 설명하되, 고기후 연구 방법만 소개하고 자세한 메커니즘은 다루지 않는다.
- 화성암의 종류보다는 화성암이 생성되는 고유의 환경이 가지는 의미를 이해하는 데 중점을 두하며, 한반도에 나타나는 대표적인 지형과 연계해서 수업을 전개한다.
- 암석의 성인을 다루면서 관련 지질 구조(퇴적암의 층리, 접이층리, 연흔 등, 화성암의 관입과 포획, 절리 등, 변성암의 습곡, 단층 등)의 생성과정과 특징을 함께 다룬다.

(3) 태양계 천체 관측과 별과 우주의 진화

[12지구03-01] 태양계 모형을 이용하여 내행성과 외행성의 겉보기 운동을 비교하고 행성의 위상 변화를 표현할 수 있다.

[12지구03-02] 태양-지구-달 시스템에서 식 현상이 나타나는 원리를 설명할 수 있다.

[12지구03-03] 별의 관측 자료와 흑체복사 법칙을 이용하여 별의 물리량을 추론하고 분광형에 따른 특징으로부터 별을 분류할 수 있다.

[12지구03-04] 다양한 질량을 가진 별의 진화 과정과 생애주기를 H-R도상에서의 위치와 관련지어 설명할 수 있다.

[12지구03-05] 우리은하를 구성하는 구상 성단과 산개 성단의 특징을 이해하고, 허블의 은하 분류 체

계로부터 타원은하, 나선은하, 불규칙은하의 특징을 비교하여 설명할 수 있다.

[12지구03-06] 허블-르메트르 법칙과 우주의 팽창을 이해하고 현대 우주론에서 우주의 진화에 대한 다양한 설명 체계의 의의를 평가할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 천체관측 프로그램으로 행성의 운동과 식 현상 시뮬레이션하기
- 별의 분광형과 광도 자료를 분석하여 H-R도 작성하기
- 다양한 은하 사진을 분석하여 은하 분류하기
- 외부 은하의 후퇴속도와 거리 계산하기

(가) 성취기준 해설

- [12지구03-01~02] 중학교 1~3학년군의 ‘태양계’, 고등학교 행성우주과학의 ‘우주 탐사와 첨단 관측 기술’, ‘태양계 천체의 변화’ 단원과 연계된다. 천체의 운동을 입체 공간에서 이해할 수 있도록 천체관측 시뮬레이션 프로그램을 활용한다.
- [12지구03-03~04] 중학교 1~3학년군의 ‘별과 우주’, 고등학교 통합과학1의 ‘물질의 규칙성과 결합’, 통합과학2의 ‘에너지 자원과 활용’, 행성우주과학의 ‘우주의 규모’ 단원과 연계된다. 별의 관측 자료로부터 물리량을 결정할 수 있음을 설명하고, 표면 온도가 동일한 별의 광도가 다르게 나타난다는 사실을 이해한다. 다양한 질량을 가진 별들의 진화 경로를 H-R도상에 제시하고, 별이 진화의 마지막 단계를 거쳐 다시 성간물질로 되돌아가는 과정을 이해하도록 한다.
- [12지구03-05~06] 고등학교 행성우주과학의 ‘우주의 규모’ 단원과 연계된다. 구상 성단과 산개 성단을 구성하는 별들의 물리량 차이를 비교하고, 허블의 은하 분류 체계가 형태학적 분류임을 이해한다. 관측 증거를 통해 우주의 진화를 설명하는 다양한 이론의 의의를 평가할 수 있도록 지도한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 천구와 좌표계의 개념을 도입하지 않으며, 디지털·AI 소양 함양과 관련하여 천체관측 프로그램으로 시뮬레이션 하는 과정에 대한 수행평가를 실시할 수 있다.
- 흑체복사 법칙을 이용하여 별의 물리량을 직접 계산하기보다는 서로 다른 별의 물리량을 비교하는 과정에 초점을 맞춘다.
- 우주에 대한 관측 증거를 제시하여 이론이 정립되는 과정을 귀납적으로 추리할 수 있도록 지도한다.

4. 고등학교 진로 선택과목

가. 역학과 에너지

역학과 에너지

1. 성격과 목표

‘역학과 에너지’는 ‘물리학의 학문적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘역학과 에너지’에서는 역학의 기본 법칙을 이해하고 다양한 물체의 운동 및 열 현상과 열기관, 탄성과 등에 대한 학문적 흥미와 호기심을 갖도록 하며, 물리학 탐구 능력과 태도를 함양하여, 자연과 일상생활에서 접하게 되는 다양한 물리 현상에 대한 의문점들을 과학적이고 창의적으로 해결하는 물리학의 학문적 소양을 기르는데 중점을 둔다.

‘역학과 에너지’는 고등학교 ‘물리학’에서 학습한 지식과 실천을 연계하여 미래 사회를 살아가기 위한 역량을 함양하고, 역학, 열역학, 파동 분야의 핵심 개념을 학습하기 위한 과목이다. ‘역학과 에너지’는 고등학교 일반 선택과목인 ‘물리학’과 진로 선택과목인 ‘전자기와 양자’, 융합 선택과목인 ‘과학의 역사와 문화’ 및 ‘융합과학 탐구’와 긴밀하게 연계되어 있다. 또한 ‘역학과 에너지’는 힘과 에너지 등의 기본 개념을 심화하여 다루므로 모든 자연과학 계열의 진로와 관련되며, 기계, 항공, 조선, 건축, 토목, 음향 등과 같이 거시 수준에서 물체의 거동을 다루는 공학 계열 진로와 관련된다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘역학과 에너지’의 내용은 ‘시공간과 운동’, ‘열과 에너지’, ‘탄성파와 소리’ 영역을 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원으로 어우러져 구성되어 있다.

‘역학과 에너지’의 ‘시공간과 운동’ 영역은 지표면에서 운동하는 물체와 인공위성 및 행성의 운동을 중력의 관점에서 살펴보고 중력으로 인해 시공간이 휘어져 나타나는 현상들을 다룬다. ‘열과 에너지’ 영역에서는 다양한 열 현상과 열기관의 특성을 에너지 개념을 바탕으로 다루고 열역학 제1법칙과 열역학 제2법칙의 적용에 대해 다룬다. ‘탄성파와 소리’ 영역에서는 매질을 통한 에너지의 전파 과정과 파동의 투과, 반사, 굴절 현상에 대한 기본적인 이해, 음파의 간섭과 도플러 현상의 실생활에의 이용 및 악기의 원리 이해 등을

주요 내용으로 다룬다. 각 영역의 내용은 역학, 열역학, 파동과 관련하여 물리학의 기본 개념들을 이해하고 적용할 수 있도록 구성함으로써, 학생들은 자신이 살고 있는 세상에 존재하는 모든 물체의 운동에 대한 기본적인 이해와 함께 계에 필요한 에너지의 공급 및 전환, 방향성에 대해 생각할 수 있게 되어, 자연 현상을 물리학의 기초 개념을 바탕으로 합리적으로 이해, 설명하고 예측할 수 있는 사고의 기반을 형성할 수 있을 뿐 아니라, 향후 자신이 수행하는 전문 분야에서 학습한 물리 개념을 활용하여 가장 합리적이고 적절한 판단과 조절을 실행하거나 필요한 설계 또는 계획에 활용함으로써 현대 사회에서 가장 필요로 하는 사고와 지식체계를 형성할 수 있게 될 것이다.

‘역학과 에너지’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘역학과 에너지’의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

역학 및 에너지가 관련되는 다양한 자연 현상과 일상생활의 경험에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 자연의 신비와 아름다움을 인식하고, 물리학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 역량, 과학적 태도를 함양하여 과학기술과 관련된 진로를 선택하기 위해 필요한 역량을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 물리학과 관련된 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
 - 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 역학과 에너지와 관련된 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
 - 다. 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 역학과 에너지의 핵심 개념을 이해한다.
 - 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.
-

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> • 물체의 운동은 뉴턴 운동 법칙 또는 일과 에너지의 관점에서 분석·설명된다. • 중력은 지표면에서의 다양한 운동과 인공위성 및 행성의 운동을 만들어내며, 블랙홀, 중력 시간 지연과 같은 현상의 원인이 된다. • 열의 이동과 단열, 열팽창은 각각 에너지 기술과 건축 설계에서 활용되며, 기체에 가해지는 열과 일은 계의 내부 에너지를 변화시킨다. • 화석연료를 사용하는 다양한 열기관이 개발, 활용되면서 산업발전과 함께 환경오염 문제가 발생하였으며. 열과 관련된 다양한 현상은 방향성이 있어 어떤 변화는 되돌릴 수가 없다. • 탄성파는 매질을 통해 진행, 투과, 반사하며, 간섭 현상을 이용하면 소리의 진행에서 나타나는 소음 문제가 해결된다. • 음원이나 관측자가 움직이면 관측되는 소리의 진동수가 바뀌고, 악기는 소리의 중첩, 정상파, 공명 현상을 통하여 다양한 소리를 낼 수 있다. | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 시공간과 운동 | | <ul style="list-style-type: none"> • 벡터와 힘의 합성 • 물체의 가속도 운동 • 뉴턴 운동 법칙과 역학적 에너지 • 중력과 천체 운동 • 탈출속도와 운동량 • 등가원리와 시공간의 휘어짐 |
| | 열과 에너지 | | <ul style="list-style-type: none"> • 열전달과 단열, 열팽창 • 이상 기체 법칙 • 열, 일, 내부 에너지 • 열기관 • 비가역과정과 엔트로피 |
| | 탄성파와 소리 | | <ul style="list-style-type: none"> • 여러 가지 탄성파 • 투과와 반사 • 도플러 효과 • 간섭과 소음 제어 • 정상파와 공명 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 시공간과 운동

[12역학01-01] 벡터를 이용하여 물체에 작용하는 힘의 합인 알짜힘을 구하고, 등가속도 운동하는 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.

[12역학01-02] 물체의 포물선 운동을 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 정량적으로 설명하고, 포물선 운동에서의 역학적 에너지를 정량적으로 구할 수 있다.

[12역학01-03] 물체의 원운동을 뉴턴 운동 법칙으로 분석할 수 있다.

[12역학01-04] 인공위성과 행성의 운동은 중력을 이용하여 분석하고 설명할 수 있다.

[12역학01-05] 역학적 에너지 보존을 이용하여 행성에 따라 탈출 속도가 다름을 이해하고, 운동량을 이용하여 우주선이 발사되어 궤도에 오르는 원리를 설명할 수 있다.

[12역학01-06] 등가 원리와 시공간의 휘어짐으로 인해 블랙홀과 중력 시간 지연이 나타남을 이해하고, 이를 통해 일반 상대론에 흥미를 느낄 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 케플러 제3법칙을 활용한 태양계 행성의 주기-거리 비교하기
- 스마트 폰의 가속도 센서를 이용한 롤러코스터의 운동 분석하기
- 포물선 운동하는 물체의 동영상 분석을 통해 역학적 에너지 보존 분석하기
- 온도에 따른 기체의 평균 속도와 행성의 탈출 속도 비교를 통한 행성의 대기환경 예측하기

(가) 성취기준 해설

- [12역학01-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘힘의 작용’, 고등학교 통합과학1 ‘시스템과 상호작용’, 고등학교 물리학 ‘힘과 에너지’와 연계된다.
- [12역학01-01] 물체에 작용하는 여러 가지 힘은 2차원 평면상에서 작용하는 힘으로만 다루도록 제한하고, 등가속도 운동하는 물체의 위치와 속도의 변화에 대해 정량적 관계로 나타내어 이를 물체의 운동 예측에 활용할 수 있게 한다.
- [12역학01-02] 물체의 운동을 지면에 대한 수평 방향과 연직 방향으로 나누어 뉴턴 운동 법칙을 적용하고, 공기 저항을 무시할 경우 포물선 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존됨을 정량적으로 서술할 수 있게 한다.
- [12역학01-04] 행성의 운동에 대한 케플러 법칙을 소개하고, 케플러 법칙을 태양과 행성 사이의 중력으로 설명할 수 있으며, 이러한 과학적 사고가 중력의 존재를 설명하는 데 과학사적으로 활용되었음을 이해하게 한다.
- [12역학01-05] 행성에 따라 탈출속도가 다름을 역학적 에너지 보존을 이용하여 정량적으로 설명하고, 이로 인해 행성의 대기 구성이 달라짐을 정성적으로 소개한다. 그리고 로켓이 발사되는 원리를 뉴턴 운동 제2법칙과 운동량을 이용하여 정성적으로 설명하되, 로켓 방정식을 정량적으로 다루지 않도록 한다.
- [12역학01-06] 중력 질량과 관성 질량의 등가 원리 및 시공간의 휘어짐에 대한 기초적인 설명과 함께, 탈출속도의 의미로부터 블랙홀의 의미를 기초적으로 설명하고, GPS 시간 보정 등 중력 시간 지연이 실생활에서 활용되는 사례를 찾을 수 있게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 인공위성과 천체의 운동은 원운동에만 한정하여 정량적으로 설명하게 하며, 타원 운동은 정량적인 설명을 도입하지 않는다.
- 물체의 운동을 관찰하는 활동에서 속도 센서를 활용한 측정과 동영상 분석 등을 통한 측정 분석을 도입하여, 데이터를 활용한 탐구 활동이 이루어지도록 한다.

(2) 열과 에너지

- [12역학02-01] 열의 이동, 단열, 열팽창의 원리가 건축을 포함한 다양한 열에너지 관련 기술에 활용됨을 조사함으로써 과학의 유용성에 대한 가치를 이해할 수 있다.
- [12역학02-02] 물체에 가해진 열에너지에 의해 물체의 온도 또는 상태의 변화가 일어나며, 기체의 온도, 압력, 부피의 관계를 이상 기체 법칙으로 설명할 수 있다.
- [12역학02-03] 계에 가해진 열에너지가 계의 내부 에너지를 변화시키거나 외부에 일을 할 수 있음을 이해하고, 일상생활 속의 예를 찾음으로써 흥미를 느낄 수 있다.
- [12역학02-04] 다양한 열기관에서의 순환 과정과 열효율을 설명하고, 열기관의 개발과 활용이 인류 공동체에 미친 영향을 산업발전과 환경 측면에서 평가할 수 있다.
- [12역학02-05] 열의 이동, 기체의 확산과 같이 자연계에는 자연적으로 되돌릴 수 없는 변화가 있음을 엔트로피를 이용하여 설명할 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 단열재의 종류에 따른 보온/보냉 효과 비교하기
- 물에 가한 열과 온도 변화 측정을 통해 물의 비열 측정하기
- 센서를 이용한 기체의 압력과 부피, 부피와 온도의 관계 분석하기
- 자동차의 디젤 기관과 가솔린 기관에서의 순환 과정 비교를 통한 내연기관의 특성 비교하기

(가) 성취기준 해설

- [12역학02-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘열’, 고등학교 통합과학2 ‘환경과 에너지’, 고등학교 물리학 ‘힘과 에너지’와 연계된다.
- [12역학02-01] 고체와 액체, 기체 같은 유체에서 열이 전도, 대류, 복사 등의 방법으로 전달되는 과정을 이해하고, 이를 다양한 재료의 열전달 정도를 이용한 열의 효율적 이용, 물체가 열팽창하는 현상을 활용한 다양한 기구, 기온 변화에 따른 재료의 변화를 고려한 기계 및 건축물의 설계 방법 등의 사례를 조사하고 설명할 수 있게 한다.
- [12역학02-02] 중학교 1~3학년군 ‘기체의 성질’에서 학습한 기체의 압력, 부피, 온도의 관계를 탐구 활동을 통해 이상 기체 법칙을 이해할 수 있게 한다.
- [12역학02-03] 등압 과정, 등적 과정, 등온 과정 등 다양한 열역학 과정을 통해 이상기체에 가해진 열에너지와 일, 내부 에너지의 변화 등 열역학 제1법칙의 기초를 이해할 수 있게 하

고, 열역학 제1법칙이 에너지 보존 법칙의 다른 표현임을 이해할 수 있게 한다.

- [12역학02-04] 열기관의 내부 에너지를 증가시키고 외부로 일을 하는 과정에서 발생하는 열적 과정을 간략히 설명하고, 증기기관과 같은 외연기관이나 자동차의 내연기관 등의 기초적인 작동원리와 열적 과정을 비교하고, 열효율을 높이기 위하여 어떠한 노력이 이루어지고 있는지 조사하고 설명할 수 있게 한다.
- [12역학02-05] 열기관에 공급된 열이 내부 에너지로 확산되는 과정과 내부 에너지가 일을 통하여 외부로 전환되는 과정에서 열이 모두 일로 전환되는 것이 가능하지 않음을 설명하고, 열의 이동, 기체의 확산 등과 같은 다양한 사례를 통해 대부분의 자연 현상은 비가역적이며 방향성이 있음을 알게 함으로써 열역학 제2법칙의 기초를 이해하게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 열 현상의 정량적인 계산은 지양하고, 다양한 사례를 통하여 열역학 법칙이 어떻게 적용되며, 열효율을 높이기 위하여 어떠한 노력이 이루어지는지 조사하게 하고, 특히 열의 활용과 지구온난화 등 환경 문제 사이의 관계를 인식하게 한다.
- 온도 센서 등을 활용한 열적 과정의 측정을 통하여 열전달, 단열, 열효율 등의 의미를 탐구 활동으로 이해하게 하고, 이러한 사례들이 여러 산업에서 활용되는 경우를 조사하게 한다.
- 자연 현상 속의 열적 과정을 이해하고, 현대 산업의 발달과 지구의 온난화 환경 문제를 해결하기 위한 여러 기술적 노력에 대하여 조사하고 스스로 방법을 고안해보도록 지도한다.

(3) 탄성파와 소리

[12역학03-01] 탄성 매질에서 어느 한 부분의 진동이 전파되며 탄성파가 형성됨을 알고, 탄성파의 진행을 파장과 진동수로 기술할 수 있다.

[12역학03-02] 탄성파가 투과 및 반사하는 성질을 이해하고, 이러한 성질이 초음파 영상, 비파괴 검사, 소음 제어 등에 활용되는 예를 찾음으로써 과학의 유용성을 인식할 수 있다.

[12역학03-03] 도플러 효과를 이용하여 물체의 속도를 측정하고, 이러한 원리가 적용되는 다양한 예를 찾을 수 있다.

[12역학03-04] 음파의 간섭을 이용하여 음향 장치 또는 실내외 공간에서 소음을 제어하는 방안을 도출할 수 있다.

[12역학03-05] 현악기, 관악기 등에서 소리를 내는 원리를 정상파를 이용하여 설명할 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 탄성파의 진행을 관찰하고, 종파와 횡파의 특성 비교하기
- 탄성파가 실생활에서 활용되는 다양한 사례를 조사하고, 탄성파의 특성 발표하기
- 휴대전화 음원 앱과 역학 수레를 활용한 도플러 효과 측정하기
- 두 개의 스피커를 이용한 소리의 보강·상쇄 간섭 실험하기
- 공명 진동수와 관의 길이 관계를 이용한 음파의 진행 속력 측정하기

(가) 성취기준 해설

- [12역학03-01~05] 중학교 1~3학년군 ‘빛과 파동’, 고등학교 통합과학1 ‘과학의 기초’, 고등학교 물리학 ‘빛과 물질’, 고등학교 전자기와 양자 ‘빛과 정보통신’과 연계된다.
- [12역학03-01] 한 부분의 진동이 전달되며 파동이 전파되는 과정을 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 탐구 활동을 통해 이해하게 하고, 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향에 따라 종파와 횡파로 구분됨을 알게 한다.
- [12역학03-02] 실생활 속에서 탄성파의 투과, 반사되는 성질이 활용되는 다양한 사례를 조사하고 발표하게 한다.
- [12역학03-03] 음원이 움직이거나 관측자가 움직일 때 음원의 파형이 관측자에게 전달되는 과정을 비교함으로써 도플러 효과를 이해하게 하고, 이를 활용하여 물체의 속도를 측정하는 방법 등 다양한 활용 사례를 확인하게 한다.
- [12역학03-04] 둘 이상의 파원에서 만들어지는 파동은 중첩될 수 있으며, 특히 중첩이 일정한 형태로 지속될 때 간섭 현상이 발생함을 알게 하여, 이를 활용한 소음 제거, 소리의 증폭 등 다양한 활용이 가능함을 알게 한다.
- [12역학03-05] 정상파의 특성을 악기를 이용하여 이해하게 하고, 현 또는 관의 길이에 따라 정상파의 파장이 달라짐을 정량적으로 설명할 수 있게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 파동 현상은 파동 방정식을 도입하지 않고, 탄성체의 연속적 결합을 통하여 파동의 진행과 파동의 속성을 설명할 수 있음을 다양한 탐구 활동을 통하여 이해할 수 있게 지도한다.
- 스마트 기기나 소리 센서 등을 이용하여 진폭 또는 진동수와 같은 음파의 특성을 분석하고, 다양한 탐구를 수행할 수 있도록 지도한다.

나. 전자기와 빛

전자기와 빛²⁾

1. 성격과 목표

가. 성격

‘전자기와 양자’는 이공계 분야에서 21세기를 이끌어가기 위해 필요한 미래 사회의 핵심역량과 민주 시민으로서 갖추어야 할 물리학에 대한 기초 소양을 함양하기 위한 과목이다. ‘전자기와 양자’는 일상생활이나 자연 현상, 첨단 과학기술 속에 물리학의 기본 법칙이 담겨있음을 알고 이들 현상을 이해하고 탐구할 수 있는 능력을 바탕으로 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

‘전자기와 양자’는 초등학교 ‘과학’부터 고등학교 ‘물리학’까지 다른 물리 영역의 기초 개념을 바탕으로 구성된다. 다른 고등학교 진로 선택과목인 ‘역학과 에너지’와는 서로 독립적인 교과목이다. 이 과목에서 학습한 내용은 대학교의 이공계 핵심기초교양 교과목인 ‘일반물리학’과목으로 심화·확장된다. 이 과목은 전자기학, 광학, 양자역학, 천체물리학과 같이 자연 현상의 근본적인 성질을 이해하는 물리 분야와 관련되며, 전기, 전자, 정보 통신, 재료, 반도체, 컴퓨터 하드웨어, 디스플레이, 센서, 양자컴퓨팅 등과 같이 현대와 미래 산업의 근간을 이루는 다양한 이공계열 진로와 관련된다.

전자기와 양자물리의 근간을 이루는 기본원리들이 밝혀지고, 이를 활용하는 기술들이 개발되면서 인류의 삶과 문명에 근본적인 변화가 빠르게 이루어지고 있다. 스마트폰 등 개인용 정보기기들의 활용, 정밀 측정 및 의료 진단, 정보통신 기술의 발달은 인류의 삶을 윤택하게 재구조화하고 있다. 이러한 변화의 근간이 되는 과학적 원리와 기술혁신 과정에 대한 이해는 현대인이 경험하는 삶의 변화에 대한 이해와, 생활 속 문제의 해결을 도울 뿐 아니라, 과학기술에 기반한 미래사회의 변화방향과 양상에 대한 학생의 창의적 상상력을 유발한다는 점에서 매우 중요하다. 이러한 인식에서 ‘전자기와 양자’의 내용은 전자기적 상호작용, 빛과 정보통신, 양자와 미시세계의 세 영역이 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원으로 어우러지도록 구성되어 있다.

‘전자기와 양자’는 물질과 빛에 대해 거시세계의 현상에서 시작하여 원자 수준의 크기에서 벌어지는 현상 등과 같이 인간의 지각 범위를 초월하는 미시세계로 이어지는

2) 초중등학교에서 양자기술 교육을 명시한 “양자기술 개발 및 산업화 촉진에 관한 법률안” (2022.1.13.) 입법 발의를 근거로 교육부에 해당 과목 명칭을 기존 ‘전자기와 빛’에서 ‘전자기와 양자’로 변경 요청한 상태임.

스토리라인에 따라 구성된다. 즉, 거시수준에 초점을 맞추는 방식으로 '전자기적 상호작용'을 다루고, '빛과 정보처리'에서 전자기파의 일종인 빛을 거시적, 미시적 수준에서 모두 다룬 후, 미시적인 객체의 기묘한 거동을 '양자와 미시세계'에서 다루는 방식으로 연계된다. '전자기적 상호작용' 영역은 장이 만들어지는 방식과 장을 통해 힘이 전달되는 방식 등 물질의 전기적, 자기적 상호작용에 대한 이해를 바탕으로, 이러한 기본원리들이 에너지 전환 및 정보 통신과 관련된 현대의 전기, 전자, 통신 기술에 어떻게 활용되는지를 다룬다. '빛과 정보통신' 영역은 간섭, 편광, 굴절, 물질과의 상호작용 같은 빛의 기본 특성과 함께, 이와 관련된 광학기기, 정밀 측정, 영상기술, 의료진단 기술을 다룬다. '양자와 미시세계' 영역은 이중성, 터널링, 중첩과 확률 파동 등 미시 세계의 고유한 특성과 기묘하고 아름다운 거동을 감상하도록 하고, 원자 이하 수준을 다루는 정밀과학이 현대 문명과 기술 발전에 끼친 영향을 탐색할 기회를 갖도록 한다.

'전자기와 양자'에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. '전자기와 양자'의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양과 향후의 이공계 진로 진출을 위한 기초역량을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

전자기학 및 양자물리와 관련되는 다양한 자연 현상과 일상생활의 경험에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 자연의 신비와 아름다움을 인식하고, 물리학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 역량, 과학적 태도를 함양하여 과학기술과 관련된 진로를 선택하기 위해 필요한 역량을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 물리학과 관련된 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
 - 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 전자기나 양자물리와 관련된 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
 - 다. 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 전자기와 양자물리의 핵심 개념을 이해한다.
 - 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.
-

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> • 전기장과 자기장을 통한 상호작용은 여러 가지 자연현상을 만들어낸다. • 저항, 축전기, 인덕터, 다이오드, 트랜지스터 등 전자기적 상호작용을 이용하는 여러 소자들을 이용하여 다양한 기능을 갖는 장치와 회로들이 개발되어 현대문명에서 활용된다. • 굴절, 간섭, 회절, 편광 등 빛의 진행과 관련된 성질을 이용하여 정보를 처리하는 다양한 기술이 개발되어 현대문명에서 활용된다. • 빛과 물질의 상호작용에 기반하는 광전효과와 레이저를 이용한 기술들이 디지털 정보통신 등에서 널리 활용한다. • 미시 입자는 입자-파동 이중성 및 중첩을 토대로 확률적인 방식으로 기묘하게 거동한다. • 원자 같은 미시입자는 불확정성 원리를 따르며 터널링과 같이 거시적으로는 불가능한 방식으로 거동한다. | |
|---------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 전자기적 상호작용 | | • 등전위면 • 전기력선 • 유전분극 • 로렌츠힘 • 유도기전력 • 반도체 소자 |
| | 빛과 정보통신 | | • 렌즈와 수차 • 간섭 • 회절 • 편광 • 광전효과 • 레이저 |
| | 양자와 미시세계 | | • 입자-파동 이중성 • 확률파동 • 중첩 • 터널링 • 불확정성 원리 • 핵융합 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 전자기적 상호작용

- [12전자01-01] 전하를 띤 입자 주위의 전기장을 정량적으로 구하고, 등전위면과 전기력선을 해석하여 전기장에 대한 정보를 추출할 수 있다.
- [12전자01-02] 정전기 유도와 유전분극을 설명하고, 일상생활에서 적용되는 예를 찾을 수 있다.
- [12전자01-03] 전류가 흐르는 도선 주위에 발생하는 자기장의 특징을 알고, 자기력선을 해석하여 자기장에 대한 정보를 추출할 수 있다.
- [12전자01-04] 로렌츠힘이 발생하는 조건을 알고, 로렌츠 힘과 관련된 현상과 기술을 설명할 수 있다.
- [12전자01-05] 전자기유도를 정량적으로 표현하고, 무선인식, 변압기, 인덕터 등 전자기 유도의 활용 기술을 설명할 수 있다.
- [12전자01-06] 저항, 축전기, 인덕터를 활용하는 장치를 에너지 관점에서 정성적으로 분석하고, 예를 찾아 설명할 수 있다.
- [12전자01-07] 다이오드, 트랜지스터 등 반도체 소자를 활용하는 전자회로를 분석하고, 현대문명에서 반도체의 중요성을 인식할 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 솔레노이드에서 전류의 크기에 따른 자기장 비교하기
- 구리 파이프 안을 낙하하는 자석의 운동 분석하기
- 자기 브레이크 만들기
- 전압/전류 센서를 이용한 직렬 RLC 회로 분석하기

(가) 성취기준 해설

- [12전자01-01~08] 중학교 1~3학년군 ‘전기와 자기’, 고등학교 통합과학1 ‘물질과 규칙성’과 ‘환경과 에너지’, 고등학교 물리학 ‘전기와 자기’와 연계된다.
- [12전자01-01,03] 등전위면, 전기력선, 자기력선을 그리는 방법 대신 이미 그려진 그림을 해석하여 전기장과 자기장에 대한 정보를 추출하는 방식으로 다룬다.
- [12전자01-04] 도선이 받는 힘, 입자가속기, 토카막, 밴앨런 대 등 로렌츠 힘과 관련된 다양한 현상과 사례를 다룬다.
- [12전자01-08] 옴의 법칙을 만족하지 않는 반도체 소자를 활용한 정류, 증폭, 디지털 논리 회로 등을 회로 위주로 다루며, 미시적 기작 설명에 초점을 맞추지 않도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 전기장과 자기장을 다룰 때, 입자가 장을 만들고 장이 만들어진 곳에 놓인 다른 입자가 힘을 받는다는 의미에서 장이 상호작용의 매개물이라는 것을 인식하게 한다.
- 전자기 상호작용을 다룰 때, 자연 현상 이외에 전자기 상호작용을 이용한 기술들이 다양한 이공계 영역에서 활용됨을 소개하고, 기술에서 전자기 상호작용이 어떻게 활용되는지를 다

룬다.

- 저항, 축전기, 인덕터, 다이오드, 트랜지스터 등의 소자를 활용한 장치와 회로들이 어떻게 작동하고 일상생활에서 어떻게 활용되는지를 인식하도록 지도한다.
- 변인간의 간단한 관계를 확인하는 실험보다는 학생의 흥미를 북돋고 창의적 설계를 유도할 수 있는 탐구활동을 진행하도록 한다.

(2) 빛과 정보통신

[12전자02-01] 빛의 간섭과 회절을 알고, 홀로그래프 등 현대의 정밀 기술에 활용되는 예를 찾을 수 있다.

[12전자02-02] 렌즈와 거울에서 상이 맺히는 과정을 광선 추적법으로 이해하고 광학기기의 원리와 수차를 설명할 수 있다.

[12전자02-03] 편광 방향에 따라 빛의 투과가 달라지는 현상에서 정량적인 규칙성을 찾고, 이를 활용한 디지털 정보 기술의 사례를 조사할 수 있다.

[12전자02-04] 광전효과에서 빛과 물질이 상호작용하는 방식을 알고, 디지털 영상 정보, 광센서, 태양 전지 등 광전효과와 관련된 다양한 기술을 조사할 수 있다.

[12전자02-05] 레이저의 특징과 빛이 증폭되는 원리를 알고, 레이저가 디지털 광통신 등 여러 영역에서 활용됨을 조사하여 현대문명에서 레이저의 중요성을 인식할 수 있다

<탐구활동 예시>

- 이중 슬릿 간섭 실험을 통한 빛의 파장 측정하기
- 얇은 비누막의 간섭 양상 관찰하기
- 편광판을 이용한 스테인드글라스 작품 만들고 색변화 양상 찾기
- 주변의 디스플레이에서 나오는 빛의 편광 상태 조사하기
- LED를 이용한 플랑크 상수 찾기

(가) 성취기준 해설

- [12전자02-01~07] 중학교 1~3학년군 ‘빛과 파동’, 고등학교 물리학 ‘빛과 물질’과 연계된다.
- [12전자02-01] 자연에서 관찰 가능한 간섭, 회절 현상도 다루며, 회절에 의한 광학기기의 분해능 제한을 비롯한 회절과 관련된 논의는 정성적으로만 다룬다.
- [12전자02-02] 정량적인 계산은 단일 볼록렌즈의 렌즈 방정식에 국한하여 다루며, 둘 이상의 렌즈로 이루어진 광학기기는 정성적으로 다룬다.
- [12전자02-04] 광자의 흡수를 활용한 기술을 조사하여 설명할 수 있도록 하며, 광전효과와 역사적 의의를 다루더라도 전압, 전류, 빛의 파장과 관련된 비선형 관계의 실험결과(그래프)를 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 일상에서 쉽게 찾아볼 수 있는 렌즈, 디스플레이, 편광판, 레이저 포인터, 회절격자 필름 등을 활용하는 다양한 탐구활동을 통해 빛의 특성을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 광학기기에서 렌즈, 거울, 프리즘 등이 어떻게 활용되며, 어떤 원리가 관련되는지를 설명할 수 있도록 지도한다.
- 생활 속에서 발견되는 빛의 반사, 굴절, 간섭, 편광과 관련된 현상들을 활용하여 현상에 관련된 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 빛과 물질이 상호작용하는 기본 방식인 흡수와 방출을 이해하고, 이와 관련된 광전효과와 레이저가 현대사회에서 어떻게 이용되는지 인식할 수 있도록 지도한다.

(3) 양자와 미시세계

- [12전자03-01] 전자의 이중슬릿 실험을 통해서 입자-파동 이중성을 확인하고, 전자의 분포에 대한 사고실험 결과를 확률 파동의 간섭을 토대로 해석할 수 있다.
- [12전자03-02] 중첩, 측정을 통한 확률적 상태변화를 중심으로 미시 입자의 기묘한 거동을 설명하고, 양자기술이 일상생활과 미래사회에 미칠 영향을 인식할 수 있다.
- [12전자03-03] 터널링 효과를 설명하고, 관련된 현상과 기술을 조사하여 발표할 수 있다.
- [12전자03-04] 현대의 원자모형을 불확정성 원리와 확률을 기반으로 설명하고, 보어의 원자모형과 비교할 수 있다.
- [12전자03-05] 별에서 핵융합에 의해 에너지가 생성되고 빛이 방출되는 원리를 알고, 별빛의 스펙트럼에 기반하여 별의 구성 원소를 추리할 수 있다.

<탐구활동 예시>

- 양자터널 효과에 대한 컴퓨터 모의실험하기
- 광자의 편광을 이용한 양자암호 컴퓨터 모의실험하기
- 양자암호와 양자컴퓨터에 대한 개발현황 조사하기
- 양자 물리의 기묘함에 대한 시 쓰기

(가) 성취기준 해설

- [12전자03-01~06] 고등학교 물리학 ‘빛과 물질’ 단원과 연계된다.
- [12전자03-01] 드브로이 관계식을 바탕으로 단일 전자 수준의 이중슬릿 실험에서 나타나는 입자-파동 이중성의 기묘함과 아름다움을 학생들이 감상할 수 있도록 정성적으로 다룬다.
- [12전자03-02] ‘파동함수 붕괴’라는 표현을 사용하지 않고, 편광판에 입사하는 광자, 슈뢰딩거 고양이 등의 사고실험을 통해 미시적인 객체의 거동을 설명하고, 그것의 기묘함과 아름다움을 감상할 수 있도록 지도한다.
- [12전자03-03] 터널링을 다룰 때 슈뢰딩거 방정식을 도입하지 않고, 고전적으로 불가능한

현상이지만 전자소자 소형화에 따른 터널링 효과의 부각 문제 등 다양한 현상과 기술에서 나타나는 확률적 현상임을 정성적으로 설명하여 지도한다.

- [12전자03-04] 보어의 원자모형을 정량적으로 다루고, 불확정성의 원리와 확률에 기반한 현대 원자모형과 비교하도록 한다.
- [12전자03-05] 별 내부에서 핵융합에 의해 에너지가 발생하는 원리를 이해하고, 별빛의 스펙트럼을 분석하여 별을 구성하는 원소를 알아내는 방법을 설명할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 양자물리 개념에 대한 엄밀한 설명보다는 양자물리의 기묘함과 아름다움을 학생들이 경험하게 하고, 학생들의 상상력을 북돋는 것에 초점을 맞추어 지도한다.
- 양자현상에 대한 실험을 직접 구현하기 어려운 경우에 시뮬레이션을 활용하여 지도한다.

다. 물질과 에너지

물질과 에너지

1. 성격과 목표

가. 성격

‘물질과 에너지’는 21세기를 살아가는 데 필요한 핵심역량과 민주 시민으로서 갖추어야 할 화학 소양을 함양하기 위한 과목으로, 일반 선택 ‘화학’ 과목을 이수한 학생을 대상으로 한다. ‘물질과 에너지’는 인류 문명의 발전과 우리 삶의 질 향상에 기여해 온 물질 탐구 과정과 지식에 대한 이해를 바탕으로 학생들이 화학에 대한 호기심과 흥미를 갖고, 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 화학 관련 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 능력을 길러 화학 관련 진로 설정에 필요한 역량을 기르는 것을 목적으로 한다.

‘물질과 에너지’는 일반 선택과목인 ‘화학’에서 다룬 화학 개념과 연계되어 있다. ‘화학’에서 학습한 개념을 바탕으로 확장하여, 물질 현상과 에너지의 관계에 포함된 화학 개념을 이해하고, 탐구 능력과 태도를 함양하여 자연과 일상생활에서 접하게 되는 다양한 물질 현상에 대한 의문점들을 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 화학적 소양을 함양하기 위한 과목이다.

‘물질과 에너지’는 물질의 변화 시 나타나는 에너지는 화장품, 식품, 의약품, 화학 전지, 반도체 등 현대인의 삶 대부분의 영역에서 이용되며, 순수 화학 분야를 포함하여 화학을 응용하는 공학 및 농생명, 의학 분야에서도 물질 변화 시 나타나는 에너지를 다양하게 이용하고 있다. 이 과목에서 제시하는 화학 지식을 학습함으로써 학생들은 자연 세계의 다양한 현상을 이해하고 이러한 현상이 자신이 살고 있는 실생활에서 어떻게 적용되어 인간의 삶에 영향을 주는지 알게 된다. 이러한 이해는 합리적인 의사결정과 주변의 문제 해결에 필요한 화학 역량 함양으로 이어진다.

‘물질과 에너지’는 물질의 세 가지 상태, 열화학 반응, 화학 평형, 반응 속도의 4가지 영역으로 구성된다. ‘물질의 세 가지 상태’ 영역에서는 이상 기체 방정식, 액체의 분자 간 상호작용과 성질, 물의 성질, 고체의 분류 등을 다룬다. 열화학 반응 영역에서는 엔탈피와 열화학 반응식, 헤스 법칙을 다루고, 화학 평형 영역에서는 평형 상수, 평형의 이동을 다룬다. 반응 속도 영역에서는 반응 속도식, 반감기, 반응 속도에 영향을 미치는 요인 등을 다룬다.

‘물질과 에너지’는 화학 관련 진로를 탐색하고, 탐색한 진로에 필요한 능력을 배양할 수 있도록 문제 인식, 탐구 설계 및 수행, 자료수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용,

모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통과 협업 등의 과정·기능을 경험하며, 과정·기능과 함께 가치·태도를 학생들이 경험하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있도록 하고 있다.

나. 목표

■ 총괄 목표

물질과 에너지가 관련되는 다양한 자연 현상과 일상생활의 경험에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 화학의 핵심 개념에 대한 이해와 과학적 탐구 능력의 함양을 통하여 **이공계열 분야의 진로**를 선택할 때 필요한 화학 기초 역량을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 물질에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 물질과 에너지 관련 일상생활 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 활용하고 화학 관련 문제의 해결 방안을 탐색하고 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 물질과 에너지 관련된 문제를 과학적으로 탐구하여 화학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 물질의 상태는 온도와 압력에 따라 변하며, 분자 간 상호 작용에 따라 기체, 액체, 고체 상태로 존재하여 일상생활에 영향을 준다. • 물질의 화학 변화 시 출입하는 에너지는 다양한 방식으로 구현되고, 에너지는 우리의 삶의 질을 향상시키는 데 중요하게 활용된다. • 화학 반응은 동적 평형 상태를 향해 계속 진행되고, 이러한 현상은 자원을 효율적으로 활용하는 데 기여한다. • 화학 반응 속도는 농도, 온도, 촉매 등 다양한 요인에 의해 변하며, 이러한 변화는 환경적, 생물학적, 경제적으로 우리 생활에 영향을 미친다. | |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 물질의 세 가지 상태 | <ul style="list-style-type: none"> • 이상 기체 방정식 • 혼합 기체의 분압과 몰 분율 • 액체의 분자 간 상호 작용과 성질 • 물의 성질과 수소 결합 • 입자 배열에 따른 고체의 분류 • 상평형 그림 |
| | 열화학 반응 | <ul style="list-style-type: none"> • 엔탈피와 열화학 반응식 • 결합 에너지 • 헤스 법칙 |
| | 화학 평형 | <ul style="list-style-type: none"> • 평형 상수와 반응 지수 • 평형의 이동 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 반응 속도 | <ul style="list-style-type: none"> • 반응 속도의 표현과 의미 • 반응 속도식 • 1차 반응의 반감기 • 반응 속도에 영향을 미치는 요인 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 물질의 세 가지 상태

- [12물예01-01] 기체의 온도, 압력, 부피, 몰수 사이의 관계를 통합적으로 이해하고, 이상 기체 방정식을 근사적으로 활용하는 사례를 조사하여 화학의 유용함을 느낄 수 있다.
- [12물예01-02] 혼합 기체의 부분 압력과 몰 분율의 관계를 알고, 일상생활에서 유용하게 사용되는 혼합 기체에 호기심을 갖는다.
- [12물예01-03] 물질이 액체로 존재할 수 있는 이유를 분자 간 상호 작용으로 이해하고, 액체의 종류에 따라 끓는점이 달라짐을 설명할 수 있다.
- [12물예01-04] 다른 액체와 구별되는 물의 성질을 수소 결합으로 설명하고, 경이로운 물의 성질에 흥미를 느낄 수 있다.
- [12물예01-05] 고체를 결정과 비결정으로 구분하고, 결정성 고체를 화학 결합의 종류에 따라 분류할 수 있다.
- [12물예01-06] 상평형 그림을 이해하고, 이를 이용하여 물질의 상태를 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기체의 온도, 압력, 부피, 몰수 사이의 관계 파악하기
- 실험을 통해 미지 기체의 종류를 추리하기
- 물과 극성이 비슷한 물질과 물의 끓는점 및 녹는점 비교·해석하기

(가) 성취기준 해설

- [12물에01-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘물질의 상태 변화’, ‘기체의 성질’, ‘물질의 특성’, 고등학교 통합과학 1 ‘물질의 규칙성과 결합’, 고등학교 화학 ‘화학의 언어’와 ‘원자와 분자의 세계’와 연계된다.
- [12물에01-01] 이상 기체에 한정하여 다루고, 이상 기체와 실제 기체의 차이를 비교하여 다루지 않는다.
- [12물에01-05] 이온 결합, 공유 결합, 금속 결합을 이용하여 결정성 고체를 이온 결정, 분자 결정, 공유 결정, 금속 결정으로 구분하고 결정 구조는 다루지 않는다.
- [12물에01-06] 물질의 상태는 온도와 압력에 의해 결정된다는 것을 다루되, 상평형 그림에 포함된 곡선의 기울기의 의미는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 혼합 기체에서 각 성분 기체의 부분 압력을 농도의 의미로 이해하도록 지도한다.
- 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기체의 온도, 압력, 몰수, 부피 등 변인을 조절하여 기체의 압력과 부피의 관계, 기체의 온도와 부피의 관계, 기체의 몰수와 부피의 관계 등을 파악하고, 데이터의 디지털화와 시뮬레이션 등을 체험함으로써 디지털 소양을 함양하도록 지도한다.
- 미지 기체는 산소, 뷰테인 등과 같이 물에 대한 이온화도가 작은 기체로 제한하여 다루며, 미지 기체를 포집한 후 이상 기체 방정식으로 기체의 분자량을 구하여 기체의 종류를 추리하도록 지도한다.
- 물질의 종류에 따른 끓는점 차이를 설명할 때 비교 대상 없이 분자 간 상호작용의 차이로 설명하는 것보다는 온도에 의해서 결정되는 분자의 운동 측면에서 설명하도록 지도한다.
- 일상생활에서 관찰하는 상과 상전이 현상을 상평형 그림에서 표현할 수 있는 수준으로 지도하며, 상전이 경계 구간의 기울기 차이 해석 등과 같이 학습하지 않은 원리를 이용하여 해석하지 않는다.

(2) 열화학 반응

[12물에02-01] 엔탈피를 알고, 이를 이용하여 열화학 반응식을 표현할 수 있다.

[12물에02-02] 결합 에너지를 이해하고, 자료에 근거하여 엔탈피와 결합 에너지의 관계를 설명할 수 있다.

[12물에02-03] 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 헤스 법칙으로 구하고, 화학 법칙의 유용성을 느낄 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 헤스 법칙을 적용하여 여러 단계로 진행시킨 중화 반응에서 반응 엔탈피 구하기
- 대체 연료와 화석 연료의 연소 시 반응 엔탈피를 조사하고, 연료의 효율성 비교하기

(가) 성취기준 해설

- [12물에02-01~03] 중학교 1~3학년군 ‘열’과 ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’, 고등학교 통합과학 2 ‘화학 변화’와 연계된다.
- [12물에02-01] 화학 반응에서 열의 출입에 관련된 내용으로 제한하며, 열역학 함수로서의 엔탈피는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 화학 반응의 엔탈피 변화 그림, 열화학 반응식 등 다양한 자료를 활용하여 화학 반응의 각 단계의 반응 엔탈피와 결합 에너지를 연관지어 생각하도록 지도한다.
- 대체 연료는 수소, 메탄올, 에탄올 등과 같이 간단한 원소나 화합물로 제한하여 다룬다.

(3) 화학 평형

[12물에03-01] 반응 지수의 의미를 알고, 이를 평형 상수와 비교하여 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.

[12물에03-02] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 이해하고, 이를 일상생활 속 현상을 설명하는 데 적용할 수 있다.

[12물에03-03] 인류의 삶을 개선하기 위하여 화학 반응에서 생성물의 수득률을 높인 사례를 조사하고, 이를 르샤틀리에 원리로 설명하여 화학의 유용성을 느낄 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동 방향을 관찰하는 실험하기
- 압력 변화에 따른 화학 평형의 이동 방향을 관찰하는 실험하기

(가) 성취기준 해설

- [12물에03-01~04] 고등학교 화학 ‘역동적인 화학 반응’과 연계된다.
- [12물에03-01] 평형 상수와 반응 지수를 비교하여 반응의 진행 방향을 예측한다.
- [12물에03-02] 압력 평형 상수는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 반응 지수와 평형 상수의 비교로부터 반응의 진행 방향을 알 수 있으므로, 평형 상수만으로 반응 진행 방향을 예측하지 않도록 지도한다.
- 농도와 압력 변화에 따라 화학 평형이 이동할 때 평형 상수가 변하지 않지만, 온도 변화에 따라 화학 평형이 이동할 때는 평형 상수가 변한다는 점을 구분하여 지도한다.
- 이산화 질소(NO_2)를 이용한 르샤틀리에 원리 확인 실험의 경우 이산화 질소 기체가 유독하다

므로, 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램 등을 활용하여 화학 평형 이동을 확인하고 디지털 소양을 함양하도록 지도한다.

(4) 반응 속도

- [12물에04-01] 화학 반응의 속도가 다양하다는 것을 알고, 화학 반응 속도를 계산할 수 있다.
- [12물에04-02] 화학 반응 속도를 반응물의 농도로 표현할 수 있음을 알고, 자료 해석을 통하여 반응 속도식을 구할 수 있다.
- [12물에04-03] 1차 반응의 반감기가 반응물의 농도에 의존하지 않음을 이해하고, 1차 반응의 반감기가 활용되는 사례를 조사·발표할 수 있다.
- [12물에04-04] 화학 반응에서 유효 충돌과 활성화 에너지의 의미를 알고, 화학 반응이 일어나기 위한 조건에 관심을 가질 수 있다.
- [12물에04-05] 농도와 온도에 따라 반응 속도가 달라짐을 실험을 통해 이해하고, 일상생활에서 각각의 예를 찾아 화학적 설명의 유용성을 느낄 수 있다.
- [12물에04-06] 촉매가 반응 속도를 변화시키는 것을 실험을 통해 이해하고, 생명 현상이나 산업 현장에서 촉매가 이용되는 예를 조사·발표할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 센서를 활용하여 반응 속도 측정하기
- 지속 가능한 지구 환경을 위하여 활용되는 촉매와 효소 탐색하기

(가) 성취기준 해설

- [12물에04-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’, 고등학교 통합과 학2 ‘화학 변화’, 고등학교 화학 ‘역동적인 화학 반응’과 연계된다.
- [12물에04-02] 반응 속도 상수의 온도 의존성을 나타내는 아레니우스 식은 다루지 않는다. 반응 속도식으로부터 적분 속도식을 계산하는 과정은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 일상생활이나 산업 현장의 사례 조사에서는 다양한 의견을 찾아 발표하도록 지도한다.
- 반응 속도를 계산하는 활동을 통해서 반응 속도가 농도에 의존한다는 사실을 확인하도록 지도한다.
- 마이크로프로세서를 탑재한 피지컬 컴퓨팅 기기 등 디지털 탐구 기기를 이용하여 학생들이 문제를 해결하기 위해 실시간 데이터를 수집, 저장, 처리함으로써 디지털 소양을 함양하도록 지도한다.
- 토양 오염, 수질 오염, 대기 오염 등 인류가 당면한 환경 문제의 심각성을 인지하고, 촉매나 효소를 사용하여 이를 해결하는 방법을 통해 지속가능한 지구에 대한 책임감과 과학의 유용성을 느낄 수 있도록 지도한다.

라. 화학 반응의 세계

화학 반응의 세계

1. 성격과 목표

가. 성격

‘화학 반응의 세계’는 21세기를 살아가는 데 필요한 핵심역량과 민주 시민으로서 갖추어야 할 화학 소양을 함양하기 위한 과목으로, 일반 선택 ‘화학’ 과목을 이수한 학생을 대상으로 한다. ‘화학 반응의 세계’는 다양한 화학 반응에 포함된 화학 개념을 이해하고, 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 화학 관련 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 능력을 길러 화학 관련 진로 설정에 필요한 역량을 기르는 것을 목적으로 한다.

‘화학 반응의 세계’는 일반 선택과목인 ‘화학’에 포함된 화학 개념과 연계되어 있다. ‘화학’에서 학습한 개념을 바탕으로 확장하여, 화학 반응에 관련된 개념을 다룬다. ‘화학’의 물질의 구조, 물질의 성질, 물질의 변화 영역에서 학습한 기초 개념을 이용하여 산·염기 반응, 산화 환원 반응을 다룬다. 화학 반응은 화장품, 식품, 의약품, 화학 전지, 반도체 등 현대인의 삶의 대부분의 영역에서 이용되며, 순수 화학 분야를 포함하여 화학을 응용하는 공학 및 농생명, 의학 분야에서도 다양한 화학 반응을 이용하고 있다.

이 과목에서 제시하는 화학 지식을 학습함으로써 학생들은 자연 세계의 다양한 현상을 이해하고 이러한 현상이 자신이 살고 있는 실생활에서 어떻게 적용되어 인간의 삶에 영향을 주는지 알게 된다. 이러한 이해는 실생활의 다양한 문제 상황을 합리적으로 설명하고 예측하는 사고의 기반을 형성한다. 또한 향후 자신이 수행하는 전문 분야에서 이러한 화학 지식을 활용하여 합리적이고 적절하게 판단하고 조절하거나, 필요한 설계 등에 활용함으로써 현대 사회에서 가장 필요로 하는 사고와 지식체계를 형성할 수 있다.

‘화학 반응의 세계’에서 물질의 변화 영역에 포함된 개념을 중심으로 산·염기, 산·염기 반응, 산화·환원 반응, 산화·환원 반응의 응용 단원으로 구성되며, 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원이 어우러지도록 구성되어 있다. ‘물질의 변화’영역의 산·염기 단원에서는 산·염기의 정의와 성질, 이온화 상수를 다루고, 산·염기 반응 단원에서는 중화 적정, 염의 가수 분해, 완충 작용을, 산화·환원 반응 단원에서는 산화·환원 반응과 산화수, 산화·환원 반응식을, 산화·환원 반응의 응용 단원에서는 표준 환원 전위, 화학 전지, 전기 분해, 화학

전지의 유용성을 다룬다.

‘화학 반응의 세계’는 화학 관련 진로를 탐색하고, 탐색한 진로에 필요한 능력을 배양할 수 있도록 문제 인식, 탐구 설계 및 수행, 자료수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통과 협업 등의 과정·기능을 경험하며, 과정·기능과 함께 가치·태도를 학생들이 경험하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있도록 하고 있다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

다양한 화학 반응이 관련되는 자연 현상과 일상생활의 경험에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 화학의 핵심 개념에 대한 이해와 과학적 탐구 능력의 함양을 통하여 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 화학 기초 역량을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 물질에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 다양한 화학 반응이 관련된 일상생활 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 활용하고 화학 관련 문제의 해결 방안을 탐색하고 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 화학 반응 관련 문제를 과학적으로 탐구하여 화학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none">• 산·염기 물질은 다양한 방식으로 정의되며, 그 성질에 따라 다양한 방식으로 활용된다.• 산·염기 물질은 규칙성이 있는 화학 반응을 통해 다른 물질로 변하고, 이 반응은 일상생활에서 다양한 목적에 따라 활용된다.• 산화 환원 화학 반응을 통해 물질의 화학 에너지는 다른 에너지로 전환될 수 있고, 이는 인류 발전의 토대가 된다.• 산화 환원 반응을 통해 전기 에너지와 물질의 화학 에너지는 서로 전환될 수 있고, 화학 전지와 전기 분해에서 활용되어 일상생활을 편리성을 증대시킨다. | |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 산·염기 | • 산·염기의 정의와 성질 • 이온화 상수 |

| | | |
|---------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 산·염기 반응 | • 중화 적정 • 염의 가수 분해 • 완충 작용 |
| | 산화·환원 반응 | • 산화·환원 반응과 산화수 • 산화·환원 반응식 |
| | 산화·환원 반응의 응용 | • 표준 환원 전위 • 화학 전지 • 전기 분해 • 화학 전지의 유용성 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 산·염기

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| [12반응01-01] 산과 염기에 대한 브뢴스테드-로리 정의를 이해하고 산과 염기를 구별할 수 있다. |
| [12반응01-02] 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 상대적인 세기를 설명할 수 있다. |
| [12반응01-03] 생명 현상에서 이용되는 다양한 산성과 염기성 물질을 조사하고, 그 물질의 역할을 산 또는 염기로 설명하여 화학의 유용성을 느낄 수 있다. |
| [12반응01-04] 산업 현장에서 이용되는 다양한 산성과 염기성 물질을 조사하고, 그 물질이 산 또는 염기로 정의됨을 설명하여 화학의 유용성을 느낄 수 있다. |
| <탐구 활동 예시> |
| • 생명 현상에서 이용되는 산성과 염기성 물질을 조사하고, 역할에 따라 분류하여 발표하기 |
| • 산업 현장에서 이용되는 산성과 염기성 물질을 조사하고, 산업 현장에서의 유용성 발표하기 |

(가) 성취기준 해설

- [12반응01-01~04] 중학교 1~3학년군 ‘물질의 구성’, ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’, 고등

학교 통합과학2 ‘화학 변화’, 고등학교 화학 ‘용액의 성질’, ‘역동적인 화학 반응’과 연계된다.

- [12반응01-01] 브뢴스테드-로리 산·염기 정의까지 다루고, 루이스 정의는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 아레니우스 산·염기 정의의 한계를 극복하기 위하여 산·염기 정의가 브뢴스테드-로리 정의로 확장됨을 이해하도록 지도한다.
- 산성과 염기성 물질이 농업이나 제약 산업 등 다양한 분야에서 활용됨을 이용하여 진로 선택에 도움이 되도록 지도한다.

(2) 산·염기 반응

[12반응02-01] 중화 적정 실험을 계획하고 수행하여 중화 적정에 흥미를 가질 수 있다.

[12반응02-02] 산·염기 중화 적정 실험의 pH 변화를 데이터에 근거하여 해석할 수 있다.

[12반응02-03] 이온화 상수를 이용하여 염의 가수 분해를 설명할 수 있다.

[12반응02-04] 생체 내 산·염기 평형 반응을 조사하여 완충 작용을 설명하고, 화학 원리의 신비로움을 느낄 수 있다.

[12반응02-05] 현대 사회에서 산·염기 물질 또는 반응을 이용하는 분야를 조사하고, 산·염기 물질 또는 반응이 유용하게 활용됨을 느낄 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 실험 데이터에 근거하여 산·염기 중화 적정 곡선 시각화하기
- 산·염기 평형을 이용하여 이산화 탄소가 해양 생태계에 미치는 영향을 논의하고 해결 방안 모색하기
- 산·염기 반응을 이용하는 분야에서 반응의 안전한 활용을 위한 방안 토의하기

(가) 성취기준 해설

- [12반응2-01~05] 중학교 1~3학년군 ‘물질의 구성’, ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’, 고등학교 통합과학2 ‘화학 변화’, 고등학교 화학 ‘용액의 성질’, ‘역동적인 화학 반응’과 연계된다.
- [12반응02-04] 완충 용액의 작용을 설명할 때, 복잡한 pH 계산은 지양하고, 생체 내 화학 반응에서 완충 용액의 중요성을 중심으로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 학생들이 수학적 사고에 기반한 컴퓨팅 사고력과 디지털 소양을 함양할 수 있도록 수업을 구성하며, 중화 적정은 그 변화를 잘 나타낼 수 있는 강산과 강염기를 이용하여 지도한다.
- 염 수용액의 액성을 예측할 때 이온화 상수 값을 활용하여 판단하도록 지도한다.

(3) 산화·환원 반응

[12반응03-01] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수 변화로 설명하여 **화학의 유용성을 느낄 수 있다.**

[12반응03-02] 산화·환원 반쪽 반응식을 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.

[12반응03-03] 생명 현상에서 이용되는 다양한 산화·환원 반응과 **그 반응에 이용된 물질의 역할을 조사하여 화학의 신비로움을 느낄 수 있다.**

[12반응03-04] 산업 현장에서 이용하는 다양한 산화·환원 반응을 조사하여, 산화·환원 반응이 **유용하며 인류 발전에 기여함을 느낄 수 있다.**

<탐구 활동 예시>

- 생명 현상에서 이용되는 산화·환원 반응의 **반응물을 조사하고 역할에 따라 분류하기**
- 산업 현장에서 이용되는 산화·환원 반응을 **조사하고, 각 반응의 장·단점 및 단점의 해결 방안 토론하기**

(가) 성취기준 해설

- [12반응03-01~04] 중학교 1~3학년 ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’, 통합과학2 ‘화학 변화’, 고등학교 화학 ‘화학의 언어’와 연계된다.
- [12반응03-01] 산화·환원 반응은 동시에 일어남을 다룬다. 산화제와 환원제가 따로 정해져 있는 것이 아니라 특정 산화·환원 반응에서 상대적 세기에 의해 결정되는 것임을 강조한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 학생들이 조사한 과제를 발표하는 과정에서 다양한 의견들을 서로 검토할 수 있도록 동료 평가를 실시한다.

(4) 산화·환원 반응의 응용

[12반응04-01] 금속의 반응성을 표준 환원 전위로 설명할 수 있다.

[12반응04-02] 화학 전지의 원리를 산화·환원 반응으로 설명하고, 표준 환원 전위를 이용하여 전위차를 구할 수 있다.

[12반응04-03] 전기 분해의 원리를 산화·환원 반응으로 설명하고, **유용하게 활용되는 전지 분해에 호기심을 가질 수 있다.**

[12반응04-04] 일상생활 속에서 **활용되는 다양한 전지의 특징을 조사하고 화학 전지의 유용함을 느낄 수 있다.**

[12반응04-05] 현대 사회에서 화학 전지를 개발하거나 연구하는 직업을 조사하고, 화학 전지를 개선하기 위해 필요한 역량에 대해 토의할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 금속판과 전해질을 이용하여 전지를 구성하고, 효율적인 전지가 갖추어야 하는 조건 탐색하기
- 일상생활에서 활용되는 전지들의 용도와 유용성 조사하여 발표하기
- 현대 사회의 지속 가능한 발전을 위해 필요한 전지 개발 및 활용 방안 토의하기

(가) 성취기준 해설

- [12반응04-01~05] 중학교 1~3학년 '화학 반응의 규칙과 에너지 변화', 통합과학2 '화학 변화', '에너지 자원과 활용', 고등학교 화학 '화학의 언어'와 연계된다.
- [12반응04-02] 화학 전지에서는 산화·환원 반응을 통하여 전기 에너지가 만들어지는 원리를 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 효율적인 전지가 갖추어야 하는 조건 탐구하기에서는 전해질의 종류와 농도, 전극의 종류를 다양하게 바꾸어 가면서 탐구하도록 지도한다.

마. 세포와 물질 대사

세포와 물질대사

1. 성격과 목표

가. 성격

‘세포와 물질대사’는 ‘생명과학의 학문적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘세포와 물질대사’에서는 생명의 기본 단위인 세포와 생명체에서 일어나는 다양한 생명 현상에 대한 학문적 흥미와 호기심을 갖도록 하며, 생명과학 탐구 능력과 태도를 함양하여, 자연과 일상생활에서 접하게 되는 다양한 생명 현상에 대한 의문점들을 과학적이고 창의적으로 해결하는 생명과학의 학문적 소양을 기르는 데 중점을 둔다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘세포와 물질대사’의 내용은 세포, 물질대사와 에너지, 세포호흡과 광합성 영역을 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원으로 어우러져 구성되어 있다.

‘세포와 물질대사’의 세포는 생명체를 이루는 기본 구성 물질, 세포의 특성을 다루고, 물질대사와 에너지는 세포 내에서 일어나는 물질대사, 생명 활동에 필요한 에너지의 공급을 다루며, 세포호흡과 광합성은 동물세포와 식물세포에서 일어나는 세포호흡과 광합성을 다룬다. ‘세포와 물질대사’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘세포와 물질대사’의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ **총괄 목표**

생명 현상 탐구를 바탕으로 세포와 물질대사 관련 핵심개념을 통합적으로 이해하여 학문적 흥미와 호기심을 가지고 올바른 자연관과 생명관을 기른다. 또한, 생명과학 탐구 능력을 함양하고 실제 일상생활에서 생명과학 관련 문제를 해결하는 과정에서 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 생명과학 기초 역량을 기른다.

■ **세부 목표**

- 가. 세포와 물질대사에 대한 과학적 흥미와 호기심을 바탕으로 생명과학 관련 일상생활 문제를 인식하고 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 활용하여 세포와 물질대사 관련 문제의 해결 방안을 탐색하고 과학적으로 해결하는 능력을 기른다.
- 다. 생명 현상을 과학적으로 탐구하여 세포와 물질대사 관련 핵심개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|-------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어(가칭) | | <ul style="list-style-type: none"> • 생명체는 구조적 및 기능적 특징을 갖는 기본 구성 물질로 이루어져 있으며, 다양한 세포의 생명 활동 유지에는 여러 세포 소기관이 유기적 연관되어 있다. • 세포에서는 다양한 화학반응에 의해 세포의 생명 활동이 일어나며, 에너지의 출입을 동반한 물질대사는 효소에 의해 조절된다. • 세포는 세포 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻으며, 광합성을 통해 빛에너지를 화학에너지로 전환하여 유기물을 합성한다. |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 세포 | <ul style="list-style-type: none"> • 생명체의 구성 물질 • 세포의 연구방법 • 동물세포와 식물세포의 특징 • 세포 소기관의 유기적 관계 • 원핵세포와 진핵세포의 차이 • 세포막의 물질 수송 |
| | 물질대사와 에너지 | <ul style="list-style-type: none"> • 물질대사 • ATP • 생명 활동에 필요한 에너지 • 효소의 작용 • 효소의 종류 |
| | 세포호흡과 광합성 | <ul style="list-style-type: none"> • 미토콘드리아의 구조와 기능 • 세포호흡 과정 • 발효 • 엽록체의 구조와 기능 • 광합성 과정 • 광합성과 세포호흡의 관계 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집 분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |

| | | |
|---------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 세포

- [12세포01-01] 탄수화물과 지질의 종류와 세포에서의 주요 기능을 이해하고 주변에서 생물 재료를 선정하고 탄수화물과 지질을 관찰할 수 있다.
- [12세포01-02] 핵산과 단백질의 기본 구조와 세포에서의 주요 기능을 조사하여 모형을 제작할 수 있다.
- [12세포01-03] 세포를 연구하는 다양한 방법에 대해 알고, 동물세포와 식물세포를 구성하는 세포 소기관의 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.
- [12세포01-04] 세포 소기관들의 구조와 기능을 바탕으로, 이들 간의 유기적 관계를 추론하여 설명 자료를 제작할 수 있다.
- [12세포01-05] 원핵세포와 진핵세포의 공통점과 차이점을 이해하고 다양한 생물의 구조적 특징에 흥미를 느낀다.
- [12세포01-06] 세포막의 구조와 특성을 이해하고, 세포막을 통한 물질 수송 과정을 추론할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 바나나 과육에서 현미경으로 녹말과 지방을 관찰하기
- 세포질 형성과정 조사하기
- 현미경을 이용하여 세포의 크기 측정하기
- 리포솜의 활용에 대해 조사·토론하기
- 식물세포에서의 삼투현상 관찰하기

(가) 성취기준 해설

- [12세포01-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’, 고등학교 통합과학 ‘자연의 구성 물질과 이용’과 ‘생명 시스템’, 고등학교 생명과학 ‘생명 시스템의 구성’, ‘생명의 연속성

과 다양성'과 연계된다.

- [12세포01-01~02] 탄수화물, 지질, 핵산, 단백질은 물질들의 중요 특성과 기능을 이해하는 수준에서 다룬다.
- [12세포01-03] 세포 연구방법은 전자현미경을 포함한 다양한 현미경의 이용, 세포 분획법, 자기 방사법 등을 이해하도록 한다.
- [12세포01-04] 다양한 세포 소기관의 구조와 기능을 물질의 합성과 분비와 같은 세포 내 생명 활동과 관련지어 다루도록 한다.
- [12세포01-05] 원핵세포와 진핵세포의 차이를 DNA, 세포 내 막 구조, 리보솜, 세포벽을 중심으로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 현미경으로 관찰할 때 탄수화물과 지질임을 확인할 수 있는 방법에 대해서도 다루도록 한다.
- 세포의 크기 측정은 마이크로미터 이외에도 현미경용 이미지 분석 소프트웨어를 이용하여 측정할 수도 있다.

(2) 물질대사와 에너지

- [12세포02-01] 물질대사는 생명체에서 생명을 유지하기 위해 일어나는 화학반응임을 이해하고 에너지의 출입이 동반됨을 추론할 수 있다.
- [12세포02-02] 생명 활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정에서 광합성과 세포 호흡 그리고 ATP의 역할을 설명할 수 있다.
- [12세포02-03] 효소의 종류와 특성을 이해하고 효소의 활성에 영향을 미치는 요인에 대한 실험을 설계하여 수행할 수 있다.
- [12세포02-04] 효소의 작용 기작을 이해하고, 생명체 내에서 일어나는 효소 작용의 중요성에 흥미와 호기심을 느낀다.
- [12세포02-05] 효소가 우리 생활이나 산업에 다양하게 이용되는 사례를 조사하고 적용할 수 있는 방안을 고안할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 1일 칼로리 섭취량과 소비량 조사하여 에너지 섭취량과 소비량 비교하기
- 효소의 작용 실험하기
- 효소의 종류에 따른 작용기작 비교하기

(가) 성취기준 해설

- [12세포02-01~05] 중학교 1~3학년군 '식물과 에너지'와 '동물과 에너지', 고등학교 통합과학 1 '생명 시스템', 고등학교 생명과학 '생명 시스템의 구성'과 연계된다.
- [12세포02-01] 물질대사 과정에서 효소를 이용한 화학반응이 일어나며, 이에 필요한 에너지

공급이 생체막을 통한 에너지 전환과 확산, 삼투, 능동 수송 등 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해하도록 한다.

- [12세포02-03~04] 효소의 특성, 효소의 구조와 종류, 효소의 활성화에 영향을 미치는 요인 등을 이해하고 생물체 내에서 일어나는 여러 가지 화학반응이 효소에 의해 조절됨을 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 에너지 균형을 조사하는 활동에서 다양한 디지털 기기나 온라인 플랫폼을 활용하여 디지털 리터러시를 함양할 수 있도록 지도한다.
- 효소의 작용에 영향을 미치는 요인들에 대해 스스로 변인을 설정하여 실험을 설계하고 수행할 수 있도록 한다.

(3) 세포호흡과 광합성

- [12세포03-01] 미토콘드리아의 구조를 이해하고 기능과 관련지어 추론할 수 있다.
- [12세포03-02] 세포호흡 과정을 단계별로 구분하여 특징을 비교할 수 있다.
- [12세포03-03] 세포호흡 과정에서의 인산화 과정을 기질 수준의 인산화와 산화적 인산화 과정으로 구분할 수 있다.
- [12세포03-04] 산소 호흡과 발효의 공통점과 차이점을 이해하고, 실생활에서 발효를 이용한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
- [12세포03-05] 엽록체의 구조를 이해하고 기능과 관련지어 설명할 수 있다.
- [12세포03-06] 광합성의 명반응과 탄소 고정반응을 단계별로 구분하여 특징을 이해하고 광두 반응의 상호 관계를 추론할 수 있다.
- [12세포03-07] 광합성과 세포호흡의 전자 전달계를 비교하여 공통점과 차이점을 토의하고 발표할 수 있다.
- [12세포03-08] 광합성 관련 과학사적 연구 결과를 조사하여 발표 자료를 창의적으로 제작할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 화학 삼투설 탐구하기
- 발효 실험하기
- 엽록소를 추출하여 형광 방출 실험하기
- 크로마토그래피로 식물의 잎에서 광합성 색소 분리하기

(가) 성취기준 해설

- [12세포03-01~08] 중학교 1~3학년군 ‘생물의 구성과 다양성’, ‘식물과 에너지’, ‘동물과 에너지’, 고등학교 통합과학1 ‘생명 시스템’, 고등학교 생명과학 ‘생명 시스템의 구성’과 연계된다.

- [12세포03-01] 세포호흡이 일어나는 미토콘드리아의 내막을 이해하기 위한 기초를 제공한다.
- [12세포03-02~07] 세포호흡과 광합성 과정이 효소에 의해 조절되는 일련의 화학 반응임을 이해하도록 하며, 세포호흡과 광합성의 탄소 고정반응 과정에서 유기물의 분자 구조식은 다루지 않도록 한다.
- [12세포03-03] 인산화 과정에서 화학 삼투에 의해 ATP가 합성된다는 수준 정도를 다루도록 한다.
- [12세포03-07] 광합성과 세포호흡의 전자 전달 과정에서 이루어지는 인산화 반응을 에너지, 효소, 산화·환원 반응 중심으로 다루도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 실생활에서의 발효 사례와 광합성 관련 과학사 연대표 발표에서는 시각화할 수 있는 도구를 활용하도록 안내하며, 영상 제작이나 다양한 디지털 기기나 온라인 플랫폼을 활용하여 디지털 리터러시를 함양할 수 있도록 지도한다.

마. 생물의 유전

생물의 유전

1. 성격과 목표

가. 성격

‘생물의 유전’은 ‘생명과학의 학문적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘생물의 유전’에서는 생물의 유전 관련 다양한 생명 현상에 대한 학문적 흥미와 호기심을 갖도록 하며, 생명과학 탐구 능력과 태도를 함양하여, 자연과 일상생활에서 접하게 되는 다양한 생명 현상에 대한 의문점들을 과학적이고 창의적으로 해결하는 생명과학의 학문적 소양을 기르는 데 중점을 둔다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘생물의 유전’의 내용은 유전자와 유전물질, 유전자의 발현, 생명공학기술 영역을 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원으로 어우러져 구성되어 있다.

‘생물의 유전’의 유전자와 유전 물질은 생물의 유전, 유전 물질과 유전체의 구성을 다루고, 유전자의 발현은 유전자의 발현 과정, 유전자의 발현 조절을 다루며, 생명공학기술은 생명공학기술의 발달과 관련 분야, 생명공학기술의 활용과 생명윤리를 다룬다. ‘생물의 유전’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘생물의 유전’의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

생명 현상 탐구를 바탕으로 생물의 유전 관련 핵심개념을 통합적으로 이해하여 학문적 흥미와 호기심을 가지고 올바른 자연관과 생명관을 기른다. 또한, 생명과학 탐구 능력을 함양하고 실제 일상생활에서 생명과학 관련 문제를 해결하는 과정에서 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 생명과학 기초 역량을 기른다..

▣ 세부 목표

- 가. 생물의 유전에 대한 과학적 흥미와 호기심을 바탕으로 생명과학 관련 일상생활 문제를 인식하고 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 활용하여 생물의 유전 관련 문제의 해결 방안을 탐색하고 과학적으로 해결하는 능력을 기른다.
- 다. 생명 현상을 과학적으로 탐구하여 생물의 유전 관련 핵심개념을 이해한다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|-------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어(가치) | | <ul style="list-style-type: none"> • 생물에서는 유전자를 통해 후손에게 전달된 유전 형질에 의해 다양한 유전 현상이 나타나며, 염색체와 유전자의 이상으로 유전병이 발생한다. • DNA가 유전 물질이라는 것을 나타내는 여러 실험적 증거가 있으며, 반보존적 복제를 통해 DNA가 복제된다. • 유전자는 전사와 번역 과정을 통해 발현되며, 유전자의 발현 조절은 생명체의 발생 및 생명 활동에 중요하다. • 생명공학기술의 발달로 생명과학 분야가 확장되었으며, 생명공학기술은 인류 복지와 질병 치료에 기여해 왔다. • 생명공학기술이 발달하면서 발생할 수 있는 다양한 문제들을 사회적 책임과 생명윤리에 대한 인식을 통해 대처할 수 있다. |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 유전자와 유전물질 | <ul style="list-style-type: none"> • 유전자와 유전 형질 • 상염색체 유전과 성염색체 유전 • 다인자 유전 • 사람의 유전병 • DNA 구조와 DNA가 유전물질이라는 증거 • 원핵세포와 진핵세포의 유전체의 구성 • DNA 복제 원리 |
| | 유전자의 발현 | <ul style="list-style-type: none"> • 중심원리 • 전사와 번역 • 원핵생물의 유전자 발현 조절 • 진핵생물의 유전자 발현 조절 • 발생과 세포 분화에서의 유전자 발현 조절 |
| | 생명공학기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 생명공학기술의 발달 • 생명공학기술 관련 분야 • 유전자 변형 생물체의 개발과 이용 • 생명공학기술의 활용과 생명윤리 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 유전자와 유전물질

- [12유전01-01] 유전 형질이 유전자를 통해 자손에게 유전됨을 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전 양상의 차이를 비교할 수 있다.
- [12유전01-02] 사람의 유전을 연구하는 방법의 어려움을 이해하고, 사람의 유전 현상 분석을 근거로 유전 형질의 유전적 특성을 추론할 수 있다.
- [12유전01-03] 사람의 다인자 유전에 대해 이해하고, 유전 현상의 다양성 사례를 조사하여 과학적 근거를 활용하여 발표할 수 있다.
- [12유전01-04] 염색체와 유전자 이상에 대해 이해하고, 사람의 유전병을 발병 원인별로 조사하여 토의할 수 있다.
- [12유전01-05] DNA의 구조와 유전 물질이라는 것을 규명한 과학사적 연구 결과를 조사하여 창의적으로 발표 자료를 제작할 수 있다.
- [12유전01-06] 원핵세포와 진핵세포의 유전자 구조와 유전체 구성을 이해하고, 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.
- [12유전01-07] 반보존적 DNA 복제 과정을 이해하고 그 의미를 추론할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 가계도 분석하기
- DNA를 추출하여 관찰하기
- DNA 복제 모의실험하기

(가) 성취기준 해설

- [12유전01-01~07] 중학교 1~3학년군 ‘생식과 유전’, 고등학교 통합과학1 ‘자연의 구성 물질과 이용’, ‘생명 시스템’, 고등학교 생명과학 ‘생명의 연속성과 다양성’과 연계된다.
- [12유전01-01] 유전 형질을 다룰 때, 과학적으로 명확하게 증명된 사례를 도입하여 유전자와 유전 형질의 관계를 다루도록 한다.
- [12유전01-03] 사람의 다인자 유전 사례에 초점을 두기보다는 사람의 유전 대부분이 다인자 유전에 의해 이루어지고 있다는 의미에 초점을 두도록 한다.
- [12유전01-07] DNA의 반보존적 복제를 다룰 때, RNA 프라이머나 관여하는 효소의 기능 등 상세히 다루기보다는 용어 수준에서 다루도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 반보존적 복제의 구체적인 분자생물학적 기작 보다는 반보존적 복제가 갖는 의미를 중심으로 지도한다.

(2) 유전자의 발현

- [12유전02-01] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현되는 중심원리를 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다.
- [12유전02-02] 유전 부호를 이해하고, 유전 부호 표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다.
- [12유전02-03] 원핵생물과 진핵생물의 유전자 발현 조절 과정을 비교할 수 있다.
- [12유전02-04] 생물의 발생 과정에서 세포 분화가 유전자 발현 조절 과정을 통해 일어남을 이해하고 생물의 발생에 흥미와 호기심을 느낀다.
- [12유전02-05] 생물의 유전자 발현 조절 및 발생에 대한 연구가 인류 복지에 기여한 사례를 조사하여 토론할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 유전자의 발현 산물에 대한 가설 조사하기
- 단백질 합성 과정 모의실험하기
- 낫모양 적혈구의 막 변형 현상 모의 활동하기

(가) 성취기준 해설

- 12유전02-01~05] 중학교 1~3학년군 ‘생식과 유전’, 고등학교 통합과학1 ‘자연의 구성 물질과 이용’, ‘생명 시스템’, 고등학교 생명과학 ‘생명의 연속성과 다양성’과 연계된다.
- [12유전02-03] 원핵생물의 전사 조절 과정을 주로 다루고, 진핵생물의 경우는 원핵생물의 전사 조절과의 다른 점만을 간략하게 다루도록 한다.

- [12유전02-04] 흑스 유전자 발현 조절 사례를 들어 발생 초기 단계의 조절 과정을 다루도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 유전자 발현 조절과 발현 관련 최신 연구를 조사하는 과정에서 생명과학 분야에서 AI가 어떻게 이용될 수 있는지에 조사할 수 있도록 지도한다.

(3) 생명공학기술

- [12유전03-01] 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 조사하여 시각화하여 표현할 수 있다.
- [12유전03-02] 단일클론항체, 줄기세포, 유전자 편집 기술이 난치병 치료에 활용된 사례를 조사하고, 이러한 치료법의 전망에 대해 토의할 수 있다.
- [12유전03-03] 생명공학기술 관련 학문 분야를 이해하고 우리 생활과 산업에 활용 사례를 조사하여 창의적으로 발표할 수 있다.
- [12유전03-04] 유전자 변형 생물체의 특징을 이해하고 인간과 생태계에 미치는 영향을 추론할 수 있다.
- [12유전03-05] 생명공학기술의 활용 과정에서 나타나는 문제점과 이에 대한 사회적 책임을 인식하고 생명 윤리 쟁점에 대해 의사 결정할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 생명공학기술 활용 사례 영상제작하기
- 생명공학기술 관련 직업 조사하기
- 우리 생활 속의 LMO가 미치는 영향을 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [12유전03-01~05] 중학교 1~3학년군 ‘생식과 유전’, 고등학교 통합과학2 ‘과학과 미래사회’, 고등학교 생명과학 ‘생명 시스템의 구성’, ‘생명의 연속성과 다양성’과 연계된다.
- [12유전03-01] 생명공학기술의 발전 과정에서의 성과가 우리 생활과 관련된 흥미로운 사례들을 조사할 수 있도록 한다.
- [12유전03-02~03] 생명공학기술의 원리 중심보다는 우리 생활과 밀접한 사례를 중심으로 생명공학기술 활용 사례를 조사하도록 하여 학생들의 흥미를 유도하도록 한다.
- [12유전03-04~05] 생명공학의 발달 과정에서 나타나는 생태적, 윤리적, 제도적, 사회적 문제점을 이해하고, 미래 사회에 미칠 영향을 예측하여 발표할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 생명공학기술 발달 과정의 주요 사건을 시각화하는 것은 인포그래픽은 비주얼 씽킹 기법 등

다양한 방법을 사용하여 시각화 과정을 통해 발표할 수 있다.

- 영상제작하기 활동에서는 디지털 기기들을 활용하도록 하여 디지털 함양을 높일 수 있도록 지도한다.
- 생명공학기술 활용 사례를 조사하여 영상을 제작하는 활동에서는 사전에 미디어 리터러시를 함양할 수 있도록 지도한다.

사. 지구시스템과학

지구시스템과학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘지구시스템과학’은 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘지구시스템과학’에서는 일반 선택과목 ‘지구과학’ 과목을 이수한 학생이 지구 시스템 구성 및 시스템의 상호작용과 관련된 기본 개념을 이해하고, 지구과학 탐구 능력과 태도를 길러 시·공간적으로 밀접하게 관련된 생물권을 포함한 지구시스템 관련 현상을 과학적으로 이해하고, 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

미래사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 갖춘 전문가 집단과 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 지구시스템과학적 소양을 바탕으로 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘지구시스템과학’의 내용은 지구 탄생과 생동하는 지구, 해수의 운동, 강수 과정과 대기의 운동 등의 영역에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 아울러 구성한다.

지구 탄생과 생동하는 지구 영역에서는 지구시스템 구성 권역 중 하나인 지권의 시공간적인 변화와 함께 지구시스템의 구성 물질과 변천을 다룬다. 해수의 운동, 강수과정과 대기의 운동 영역에서는 지구시스템 구성 권역 중 수권과 기권의 운동과 순환, 그리고 수권과 기권의 상호작용으로 발생하는 기후 변동 등을 다룬다. 이러한 구성은 첨단 과학기술을 기반으로 융복합적 지식을 특징으로 하는 미래 사회를 살아가기 위해 필요한 지구시스템과학 관련 소양을 함양하고, 행위 주체성을 갖춘 민주시민으로 성장하는 데 이바지할 것이다.

‘지구시스템과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘지구시스템과학’과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 배양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

지구시스템 탐구를 바탕으로 지구시스템 구성 및 시스템 상호작용 관련 핵심개념을 통합적으로 이해하여 학문적 흥미와 호기심을 가지고 올바른 지구생태계적 관점을 기른다. 또한, 지구시스템에서 나타나는 현상에 대한 탐구 능력을 함양하고 이를 활용하여 실제 상황에서 지구과학 관련 문제를 해결하고 소통함으로써 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 지구과학 기초 역량을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 지구시스템에 대한 과학적 흥미와 호기심을 바탕으로 지구시스템 관련 일상생활 문제를 인식하고 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 지구시스템에서 나타나는 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 지구시스템에서 나타나는 현상을 과학적으로 탐구하여 지구시스템과학의 핵심개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | | | | |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 지구의 주요한 계(system)는 지권, 수권, 기권, 생물권 등으로 구성되며, 이러한 계들이 상호작용을 통해 에너지와 물질을 교환하는 과정에서 다양한 자연 현상들이 발생한다. • 지구의 기후 시스템은 태양복사와 지구복사, 지역의 지질학적 특징, 인간 활동 등의 영향을 받으며, 이러한 요인들이 복합적으로 상호작용하여 다양한 기상 현상과 기후 변동이 나타난다. • 암석과 화석, 지구 내부를 탐구함으로써 지질 시대를 통한 지구 환경과 생물의 변천 과정을 밝혀내고 지구생명시스템의 공존의 필요성을 느낀다. • 판구조론을 통해 과거와 현재의 지구 표면의 암석 이동을 설명할 수 있으며, 판의 경계에서 발생하는 다양한 지각 변동을 추론할 수 있다. • 해수는 바람, 밀도 차 등 다양한 요인들에 의해 운동하고 순환한다. • 기온의 연직 분포에 따라 대기 안정도가 변화하며, 대기에 작용하는 여러 가지 힘에 의해 지균풍, 경도풍, 지상풍 등이 발생한다. | | | | |
| 범주 | 구분 내용 요소 | | | | |
| [지식·이해] | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">지구 탄생과 생동하는 지구</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;">• 지구의 탄생 <li style="margin-right: 10px;">• 지권의 형성 <li style="margin-right: 10px;">• 국가지질공원 <li style="margin-right: 10px;">• 규산염 광물의 성질 <li style="margin-right: 10px;">• 지진파 <li style="margin-right: 10px;">• 지구 내부 구조 <li style="margin-right: 10px;">• 지질 구조 <li style="margin-right: 10px;">• 판구조 <li style="margin-right: 10px;">• 맨틀대류와 플룸 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">해수의 운동</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;">• 에크만 수송 <li style="margin-right: 10px;">• 지형류 <li style="margin-right: 10px;">• 천해파 <li style="margin-right: 10px;">• 심해파 <li style="margin-right: 10px;">• 풍랑 <li style="margin-right: 10px;">• 너울 <li style="margin-right: 10px;">• 쓰나미 </td> </tr> </table> | 지구 탄생과 생동하는 지구 | <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;">• 지구의 탄생 <li style="margin-right: 10px;">• 지권의 형성 <li style="margin-right: 10px;">• 국가지질공원 <li style="margin-right: 10px;">• 규산염 광물의 성질 <li style="margin-right: 10px;">• 지진파 <li style="margin-right: 10px;">• 지구 내부 구조 <li style="margin-right: 10px;">• 지질 구조 <li style="margin-right: 10px;">• 판구조 <li style="margin-right: 10px;">• 맨틀대류와 플룸 | 해수의 운동 | <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;">• 에크만 수송 <li style="margin-right: 10px;">• 지형류 <li style="margin-right: 10px;">• 천해파 <li style="margin-right: 10px;">• 심해파 <li style="margin-right: 10px;">• 풍랑 <li style="margin-right: 10px;">• 너울 <li style="margin-right: 10px;">• 쓰나미 |
| 지구 탄생과 생동하는 지구 | <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;">• 지구의 탄생 <li style="margin-right: 10px;">• 지권의 형성 <li style="margin-right: 10px;">• 국가지질공원 <li style="margin-right: 10px;">• 규산염 광물의 성질 <li style="margin-right: 10px;">• 지진파 <li style="margin-right: 10px;">• 지구 내부 구조 <li style="margin-right: 10px;">• 지질 구조 <li style="margin-right: 10px;">• 판구조 <li style="margin-right: 10px;">• 맨틀대류와 플룸 | | | | |
| 해수의 운동 | <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;">• 에크만 수송 <li style="margin-right: 10px;">• 지형류 <li style="margin-right: 10px;">• 천해파 <li style="margin-right: 10px;">• 심해파 <li style="margin-right: 10px;">• 풍랑 <li style="margin-right: 10px;">• 너울 <li style="margin-right: 10px;">• 쓰나미 | | | | |

| | | |
|---------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 폭풍 해일 • 조석 • 기조력 |
| | 대기 복사와 강수 과정 | <ul style="list-style-type: none"> • 태양복사 • 지구복사 • 열수지 • 온실효과 • 단열변화 • 대기 안정도 • 강수과정 • 정역학평형 • 지균풍 • 경도풍 • 지상풍 • 편서풍 • 파동 • 제트류 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

(1) 지구 탄생과 생동하는 지구

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>[12지시01-01] 지구의 탄생 이후 냉각을 거치며 지구시스템의 각 권이 형성되고 이들의 상호작용으로 변화해왔음을 추론하고, 생명과 지구가 공존하며 진화해왔음을 설명할 수 있다.</p> <p>[12지시01-02] 지구시스템에서 물, 탄소, 산소가 순환하는 과정을 통해 지권, 수권, 기권의 변화 과정을 설명할 수 있다.</p> <p>[12지시01-03] 판구조론의 발달사와 관련지어 판을 움직이는 맨틀의 상부 운동과 플룸에 의한 구조 운동을 구분하여 설명할 수 있다.</p> <p>[12지시01-04] 화산활동의 특성과 분출물, 화산의 형태를 설명하고, 화산활동이 지구시스템에 미치는 영향을 설명할 수 있다.</p> <p>[12지시01-06] 지진파의 종류와 특성을 이해하고, 지진파를 이용하여 지구의 내부 구조를 알아내는 과정을 추론할 수 있다.</p> |
| <p><탐구 활동 예시></p> <ul style="list-style-type: none"> • 지구가 역동적 행성 시스템이 될 수 있었던 이유를 다른 고체 행성의 진화와 비교하여 발표하기 • 대륙이동설에서 판구조론까지의 역사와 기기의 발달과정 조사·발표하기 • 한반도 지진의 분포 특성과 지진 발생 가능성 조사하기 • 지진파 자료를 활용하여 진앙과 진원 위치 구하기 |

(가) 성취기준 해설

- [12지시01-01~03] 고체 지구 영역의 지구계와 지구 구성 물질에 해당하며, 중학교 ‘지권의 변화’와 연계된다.
- [12지시01-01] 원시 태양계 성운에서 행성계인 태양계가 형성되는 물리적 과정(응축, 집적, 분화)을 알아보고, 행성으로서 지구가 탄생하고 진화하는 모습을 설명한다. 마그마 바다에서 화성암이 형성됨을 다루고 이후 냉각 과정에서의 상호작용을 다루도록 한다.
- [12지시01-02] 산소의 순환은 남세균과 호상철광층의 형성, 탄소의 순환은 얼음덩어리 지구와 석회암의 퇴적, 물의 순환은 풍화, 침식, 퇴적 작용과 지형의 형성을 다루도록 한다. 그리고 이 과정에서 생명과 행성의 공진화 개념을 다루어 환경과 생명의 소중함을 인식하도록 한다.
- [12지시01-03] 상부 맨틀의 대류에 의한 판 운동과 맨틀-핵의 경계에서 올라오는 플룸 운동을 구분하여 이해하며, 플룸 상승류의 사례로 열점을 설명한다. 판을 움직이는 힘에 대해 기존의 맨틀 대류에 의한 수동적인 설명이 아닌 3가지 능동적인 힘(slab suction, slab pull, ridge push)에 관해 다룬다.
- [12지시01-04~05] 고체 지구 영역의 판구조론에 해당하며, 중학교 ‘지권의 변화’와 연계된다. 지진파(종파 및 횡파)의 특성으로부터 지구 내부 구조를 알아낼 수 있음을 이해한다.
- [12지시01-04] 화산활동이 마그마의 특성에 의해 순상화산과 성층화산으로 화산체의 형태가 분류되며, 각각의 화산활동에 의해 분출되는 물질의 종류가 달라짐을 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 한반도의 지체 구조(경기육괴, 옥천대, 영남육괴, 경상분지)를 살펴보고, 이를 동북아시아 지역 지체 구조와 연결하여 한반도의 형성 과정을 조사할 수 있도록 지도한다.
- 지진파 단층 촬영 결과를 이용하여 알아낸 지구 내부 구조를 포함하여 이해하게 한다.

(2) 해수의 운동

- [12지시03-01] 에크만 수송과 연계하여 지형류의 발생 원리를 설명할 수 있다.
- [12지시03-02] 해파의 발생 과정을 이해하고, 천해파와 심해파의 차이점을 비교하여 설명할 수 있다.
- [12지시03-03] 해일이 발생하는 여러 가지 원인을 이해하고, 피해 사례와 대처 방안을 조사하여 발표할 수 있다.
- [12지시03-04] 조석의 발생 과정을 이해하고 자료 해석을 통해 각 지역에서의 조석 양상을 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 해파 발생 및 전파 실험
- 쓰나미의 피해 사례와 대처 방안 조사 및 발표하기
- 실시간 자료를 이용한 조석 현상 이해
- 실시간 자료를 이용한 조석 현상 이해

(가) 성취기준 해설

- [12지시03-01~04] 중학교 1~3학년군 ‘수권과 해수의 순환’, 지구과학 ‘대기와 해양의 상호 작용’과 연계된다. 다양한 유형의 해수 운동을 작용하는 힘과 관련지어 정성적으로 이해시키고, 이를 실생활 현상 해석에 적용하려는 태도를 기른다. 지구 규모의 해수 순환에 대한 정성적 이해를 바탕으로, 수압 경도력과 전향력에 의한 정역학 평형을 학습하여 해수를 움직이는 힘을 정량적으로 이해하도록 한다.
- [12지시03-02] 해파는 해수면이 주기적으로 상하 운동하면서 에너지를 전파하는 현상으로 바닷물이 직접 이동하는 것은 아니라는 사실을 이해시킨다. 이때 심해파와 천해파의 중간 영역(전이파)에 대한 개념을 간단히 다룬다.
- [12지시03-03] 해일 발생 당시의 기압, 만조 시기, 해안 및 해저 지형에 따라서도 해일의 피해가 달라질 수 있음을 이해한다.
- [12지시03-04] 기조력을 정성적으로 도입하고, 달에 의한 기조력이 태양보다 2배 정도 크다는 것을 다룬다. 평형 조석론 정도만 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 조석 현상을 태양-지구-달의 상대적 위치로 단순화시켜 설명하는데 실제로는 마찰력, 지구 타원체 등의 요인으로 지연되어 나타난다는 점을 이해하도록 한다.
- 실시간 자료를 이용한 조석 현상 분석, 쓰나미 피해 사례와 대처 방안 조사 및 발표 등을 프로젝트 학습의 형태로 진행함으로써 과학 탐구의 전체 과정을 체험하게 하고, 전 지구 규모의 빅 데이터와 시뮬레이션을 통해 지구시스템 차원의 연계성을 확인하고 디지털 소양을 함양한다.

(3) 강수 과정과 대기의 운동

[12지시03-01] 대기를 구성하는 기체 각각은 복사 과정에 따른 선택적 흡수체임을 이해하여 온실 효과 및 태양 자외선 차단 효과를 설명할 수 있다.

[12지시03-02] 지표와 대기의 열 출입과 연관된 물리과정을 이해하고, 전지구 평균 열수지를 설명할 수 있다.

[12지시03-03] 대기의 상태와 수직 안정도의 관계를 이해하고, 단열변화를 통해 구름이 생성되는 과정을 설명할 수 있다.

[12지시03-04] 기압의 연직 분포로 정역학적 균형을 이해하고, 대기 중 수직 운동의 발생 원인을 설명할 수 있다.

[12지시03-05] 지균풍의 개념을 이해하고, 마찰력이 작용하는 지상풍과 자유대기에서의 경도풍을 지균풍과 비교하여 설명할 수 있다.

[12지시03-06] 행성과 및 편서풍 파동의 발달 과정을 이해하고, 편서풍 파동과 지상 고·저기압의 관계를 설명할 수 있다.

[12지시03-07] 대기의 운동을 시·공간적 규모에 따라 구분하고, 편서풍, 편동풍, 행성과, 제트류 등을 이해하여 전지구 순환의 관점에서 대기 대순환을 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 단열선도를 이용하여 대기 안정도 해석하기
- 구름 생성 장치를 이용한 구름 생성 실험으로 온도 변화와 응결핵의 역할 고찰하기
- 회전원판을 이용한 전향 효과 실험하기
- 편서풍 파동 및 제트류와 관련지어 상층 일기도 해석하기
- 행성과 시뮬레이션 실험하기

(가) 성취기준 해설

- [12지시03-01~03] 중학교 1~3학년군 ‘날씨와 기후변화’, 통합과학 2 ‘생태계와 환경’과 연계된다. 연직 운동으로서 대기의 운동과 구름 생성에 있어 연직 운동의 중요성을 다룬다. 이를 위해 단열변화의 과정과 건조 단열변화와 습윤 단열변화의 차이점을 이해하고, 이를 토대로 단열변화에서 기온과 습도의 변화를 이해하고, 단열변화와 단열 감률을 고려한 대기의 안정도를 구름의 생성과 관련지어 이해시킨다.
- [12지시03-04~06] 수평 운동으로서 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 대순환 등을 시스템적으로 설명한다. 편서풍 파동과 제트류가 발생하는 과정을 대기 대순환과 관련지어 설명하고, 편서풍 파동을 지상 고·저기압의 발생 및 지구의 열수지 유지와 관련지어 이해하게 한다.
- [12지시03-07] 단일 세포 순환 모델과 3세포 순환을 비교하여 대기 대순환의 구조와 패턴을 파악할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 지구 열 수지와 지구 온난화의 관련성 시뮬레이션 등의 활동을 통해 디지털·AI 소양을 함양한다.
- 상층 일기도를 확보하기 어려운 경우에는 보다 짧은 기간 동안의 일기를 예측하도록 한다.
- 편서풍 파동 실험으로 사용되던 회전 원통 실험은 로스비파인 편서풍 파동에 대한 오개념을 유발할 수 있으므로, 이 실험을 다룰 경우에는 실험이 갖는 한계점에 유의하여 활동을 구성한다.

아. 행성우주과학

행성우주과학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘행성우주과학’은 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위한 과목이다. ‘행성우주과학’에서는 일반 선택과목 ‘지구과학’ 과목을 이수한 학생이 행성 지구를 비롯한 천체 및 우주과학 관련 기본 개념을 이해하고, 우주에 대한 탐구 능력과 태도를 길러 시·공간적으로 밀접하게 관련된 지구 행성계를 포함한 천체와 우주 관련 현상 현상을 과학적으로 이해하고, 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 ‘역량’ 함양에 중점을 둔다.

미래사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 갖춘 전문가 집단과 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 민주시민으로서의 과학적 소양을 바탕으로 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘행성우주과학’의 내용은 우주 탐사와 외계 행성계, 태양계 구조와 천체의 변화, 별과 은하 그리고 우주 등의 영역에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 아울러 구성한다.

우주 탐사와 외계 행성계 영역에서는 관측을 통해 새롭게 밝혀진 사실과 함께 우주 위험 감시의 중요성을 다룬다. 태양계 구조와 천체의 변화 영역에서는 태양계 천체의 지질학적 특징과 함께 대기와 바다의 중요성을 다룬다. 별과 은하 그리고 우주 영역에서는 별과 은하를 중심으로 관측 대상의 규모가 확대되는 과정을 순차적으로 다룬다. 이러한 구성은 첨단 과학기술을 기반으로 융·복합적 지식을 특징으로 하는 미래 사회를 살아가는 데 필요한 행성우주과학 관련 소양을 함양하고, 행위 주체성을 갖춘 민주시민으로 성장하는 데 이바지할 것이다.

‘행성우주과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘행성우주과학’과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 배양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

태양계가 속한 은하와 우주에 대한 탐구를 바탕으로 태양계, 별, 우주 관련 핵심개념을 통합적으로 이해하여 학문적 흥미와 호기심을 가지고 생명체가 거주할 수 있는 행성 지구의 소중함을 인식하여 올바른 우주관을 기른다. 또한, 우주를 탐구하는 능력을 함양하고 이를 활용하여 인류가 직면한 행성우주과학 관련 문제를 해결하고 소통함으로써 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 지구과학 기초 역량을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 행성과 우주에 대한 과학적 흥미와 호기심을 바탕으로 인류가 직면한 행성우주과학 관련 문제를 인식하고 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
 - 나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 행성과 우주 관련 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
 - 다. 태양계, 별, 우주를 과학적으로 탐구하여 행성우주과학의 핵심개념을 이해한다.
 - 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.
-

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | | |
|---------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> • 첨단 관측 장비의 발달로 우주 탐사의 범위가 확장되어 우주의 신비에 다가가고 있다. • 우주 위험 감시 기술을 통해 지구에 다가올 우주 재난을 예측할 수 있다. • 태양계를 지배하는 힘은 태양의 중력이며, 태양계 천체의 운동은 케플러의 법칙으로 설명한다. • 태양계는 행성 및 소천체 등으로 구성되며, 운석충돌, 화산활동, 판구조 운동 등의 형성 메커니즘에 따라 태양계 천체의 표면 특징을 추론한다. • 별의 관측 자료와 증거기반 해석 등을 활용하여 천체의 거리를 결정한다. • 우주를 구성하는 기본 천체인 은하는 여러 규모의 집단을 이루고 있으며, 암흑 물질의 존재는 은하의 회전 속도를 관측하여 밝혀낸다. | |
| 범주 | | 구분 | |
| | | 내용 요소 | |
| [지식·이해] | 우주 탐사와 외계 행성계 | <ul style="list-style-type: none"> • 우주 위험 감시 • 외계 행성계 | <ul style="list-style-type: none"> • 신기술 망원경 • 우주 탐사 • 생명가능 지대 |
| | 태양계 구조와 천체의 변화 | <ul style="list-style-type: none"> • 태양계의 구성 천체 • 행성의 표면 구조 | <ul style="list-style-type: none"> • 케플러의 법칙 • 행성의 대기와 바다 |
| | 별과 은하 그리고 우주 | <ul style="list-style-type: none"> • 천체의 거리 • 세페이드 변광성 | <ul style="list-style-type: none"> • 질량-광도 관계 • 성간 물질 • 우주 거대 구조 • 은하의 회전과 질량 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 | |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 | |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 | |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 | |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 | |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 | |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 | |

나. 성취기준

(1) 우주 탐사와 외계 행성계

[12행우01-01] 지구 궤도 위성의 종류와 특징을 알고 우리나라의 지구 관측 위성 운용 현황을 조사하여 발표할 수 있다.

[12행우01-02] 지구 접근 천체의 원격 탐사를 비롯한 우주 위험 감시 기술의 중요성을 우주 재난 측면에서 인식할 수 있다.

[12행우01-03] 태양 플레어 폭발, 코로나 질량 방출 등 태양 활동 변화의 관측 방법을 설명하고 근 지구 우주 환경변화의 위험성을 인식할 수 있다.

[12행우01-04] 태양계 탐사의 역사와 행성 탐사선, 소천체 탐사선 등 태양계 탐사선의 활동을 통해 알아낸 성과를 조사할 수 있다.

[12행우01-05] 우주 망원경을 비롯한 신기술 망원경의 개발 동향을 파악하고 우주탐사의 과학적 가치를 판단할 수 있다.

[12행우01-06] 외계 행성계 탐사의 원리를 이해하고 태양계 행성과 외계 행성에 생명체가 존재할 수 있는 조건을 비교하여 외계 생명체 탐사의 의의를 토론할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 우주 위험 감시 기술과 지구 근접 천체 탐사방법 조사하기
- 태양 관측 위성으로 촬영한 태양의 파장별 영상 비교하기
- 여러 나라의 우주 탐사 결과를 조사하여 발표하기
- 별의 표면 온도에 따른 생명가능 지대 추천하기

(가) 성취기준 해설

- [12행우01-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘태양계’, 고등학교 지구과학 ‘천체의 관측과 우주의 진화’ 단원과 연계된다.
- [12행우01-04] 최근의 태양계 탐사선 탐사 결과로부터 새롭게 밝혀진 사실을 중심으로 다룬다.
- [12행우01-06] 중심별의 표면 온도에 따른 생명가능 지대 개념을 도입하여 설명하며, 지구형 행성 이외에도 생명체의 존재 가능성이 있음을 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 태양의 광구와 대기에서 관측할 수 있는 현상보다는 우주 환경 변화에 따른 우주 재난의 예측 가능성에 초점을 두며, 우주 환경까지 포함하는 생태주의 관점을 함양할 수 있다.
- 우주 탐사 프로젝트를 조사하고 여러 모듈의 데이터를 공유하는 탐구활동을 수행함으로써 디지털·AI 소양을 함양할 수 있다.
- 첨단 관측 기술의 원리는 다루지 않으며, 우리나라의 천리안 위성, KMTNet, GMT 등을 소개한다.

(2) 태양계 구조와 천체의 변화

[12행우02-01] 태양계의 범위와 구성 천체에 대한 새로운 정의가 이루어진 과정을 이해하고 태양계의 형성과정과 규모를 설명할 수 있다.

[12행우02-02] 태양계를 지배하는 힘이 태양의 중력임을 이해하고 이를 통해 태양계의 모든 구성 천체가 질서 정연한 운동을 하고 있음을 설명할 수 있다.

[12행우02-03] 행성과 소천체의 내부 구조 차이를 분화 과정의 유무를 통해 이해하고 태양계 형성에 기여한 원시 물질의 특징을 예측할 수 있다.

[12행우02-04] 행성의 표면을 형성한 기본적인 메커니즘을 이해하고 이를 통해 행성들의 생성과정과 표면 특징을 비교하여 추론할 수 있다.

[12행우02-05] 태양계를 구성하는 여러 천체들의 표면에서 관측되는 풍화와 침식의 흔적을 비교할 수 있다.

[12행우02-06] 대기를 가진 천체들의 연직 온도 분포와 대기 성분을 이해하고 바다를 가진 천체의 중요성을 인식할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 소천체들의 특징과 궤도 운동 분석하기
- 행성의 지질학적 특징과 표면 구조 비교하기
- 바다와 대기를 가진 천체 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [12행우02-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘태양계’, 고등학교 지구과학 ‘천체의 관측과 우주의 진화’ 단원과 연계된다.
- [12행우02-02] 케플러의 세 가지 법칙에서 각 법칙의 물리적 의미를 다루고, 태양계의 모든 천체에 케플러의 법칙이 적용된다는 사실을 설명할 수 있도록 한다. 행성의 회합 주기 계산은 다루지 않는다.
- [12행우02-04] 운석 충돌, 화산 활동, 판구조 운동 등의 형성 메커니즘에 따라 태양계 천체의 표면 특징이 결정된다는 사실을 설명하고, 태양계 천체의 표면 구조를 비교하여 이해할 수 있도록 한다.
- [12행우02-06] 대기와 바다를 가진 태양계 천체의 구성 성분을 비교하여 그 차이를 설명할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 케플러의 법칙을 이용하여 태양계 천체의 데이터를 해석하는 탐구활동과 수행평가를 실시할 수 있다.
- 태양계 행성과 소천체의 지질학적 특징을 조사하고 여러 모듈의 데이터를 공유하고 소통하는 탐구활동을 수행할 수 있다.

(3) 별과 은하 그리고 우주

- [12행우03-01] 별의 시차와 등급을 이용하여 거리를 측정하는 다양한 방법을 비교·분석할 수 있다.
- [12행우03-02] 쌍성의 관측을 통해 별의 질량을 구하는 과정을 이해하고 주계열성의 질량-광도 관계를 도출할 수 있다.
- [12행우03-03] 성간 물질을 이해하고 성간 소광을 통해 성간 티끌의 존재를 증명할 수 있다.
- [12행우03-04] 성단의 H-R도를 이용하여 성단의 나이와 거리를 비교하고, 세페이드 변광성의 주기-광도 관계를 이용하여 우리은하의 구조와 규모를 추론할 수 있다.
- [12행우03-05] 은하의 회전 속도 곡선을 이용하여 질량 분포를 이해하고 암흑 물질의 존재를 추론할 수 있다.
- [12행우03-06] 은하의 집단을 이해하고 은하 장성, 보이드 등의 구조를 통해 거시적인 규모에서 우주의 전반적인 모습을 설명할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 주계열의 질량-광도 관계 구하기
- 주계열 맞추기를 이용하여 성단의 거리 구하기
- 세페이드 변광성을 이용하여 우리은하의 중심과 크기 계산하기
- 전천 탐사의 성과 조사하기

(가) 성취기준 해설

- [12행우03-01~06] 중학교 1~3학년군 ‘별과 우주’, 고등학교 지구과학 ‘천체의 관측과 우주의 진화’ 단원과 연계된다.
- [12행우03-02] 케플러의 법칙을 쌍성계에 적용하여 별의 질량을 구하는 과정을 설명할 수 있도록 한다.
- [12행우03-03] 성간 소광에 의해 천체의 거리가 실제와 다르게 측정될 수 있음을 알고 관측 결과를 보정해야 하는 이유를 다룬다.
- [12행우03-04] 세페이드 변광성의 주기-광도 관계가 밝혀진 과정을 소개하며 주기-광도 관계를 설명하고, 성단의 주계열 맞추기를 이용하여 거리를 구하는 방법을 다룬다.
- [12행우03-05] 우리은하의 회전 속도 곡선으로부터 계산된 질량과 별의 광도로부터 추정된 은하의 질량이 일치하지 않는다는 사실로부터 암흑 물질의 존재 가능성을 이해할 수 있도록 한다. 우리은하의 구조와 관련된 별의 시선 속도와 접선 속도를 포함하는 공간 운동은 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 성단의 H-R도와 세페이드 변광성의 관측 자료를 이용하여 천체의 거리를 계산하는 탐구활동과 수행평가를 실시할 수 있다.
- 우리은하와 외부 은하의 회전 속도 곡선을 제시하고 공통적인 특징을 파악하는 모듈별 탐구활동과 보고서 평가를 실시할 수 있다.

5. 고등학교 융합 선택과목

가. 과학의 역사와 문화

과학의 역사와 문화

1. 성격과 목표

가. 성격

‘과학의 역사와 문화’는 인류 사회와 역사 속에서의 과학의 특징과 가치를 이해하고, 이를 기반으로 과학의 사회적 역할과 과학을 둘러싼 다양한 환경의 상호작용을 파악해 미래 사회에 필요한 과학적 소양을 함양하기 위한 과목이다. ‘과학의 역사와 문화’에서는 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 기르기 위해 역사적·과학적으로 가치가 있는 사건이나 중요한 쟁점을 중심으로 과학을 둘러싼 사회, 경제, 예술, 문화 등 다양한 환경과 지식과의 상호작용을 탐색한다. 이를 통해 오늘날 다양한 맥락 속에서 일어나는 복잡한 문제를 지혜롭게 해결할 수 있는 역량을 기르는 데 중점을 둔다.

‘과학의 역사와 문화’는 초·중학교와 ‘통합과학 1, 2’ 및 ‘과학탐구실험’ 교과목을 통해 습득한 기초 과학지식을 바탕으로 인류 사회와 과학의 발전을 함께 조망함으로써 자기주도적으로 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. ‘과학의 역사와 문화’는 급격히 변화하는 미래 사회에서의 창의적이고 혁신적인 능력을 갖춘 인재를 육성하기 위해 과학을 중심으로 예술, 역사, 경제 등 다양한 분야와의 관계를 긴밀하게 다루고 있다.

과학기술의 발전은 인류문명의 태동과 산업혁명 등 인간의 생활과 가치관에 큰 변화를 가져왔으며, 사회적 가치와 세계관의 변화는 과학을 포함한 다양한 학문에도 영향을 미쳤다. 오늘날에도 과학기술의 발전은 주거, 여가, 교통, 미디어 등 우리의 일상과 관련된 다양한 영역에 영향을 미치고 있으며, 과학기술의 혁신을 통해 새로운 학문과 산업이 생겨나고 있다. 이에 따라 변화하는 미래사회에 대응하기 위해서는 창의적이고 융합적 사고를 기르는 것이 매우 중요하다. ‘과학의 역사와 문화’는 창의적이고 융합적인 사고를 함양하기 위해 과거와 현재의 중요한 역사적 사건이나 과학적 사례를 중심으로 학생 스스로 문제를 파악하고 다양한 분야의 지식과 기술을 통해 새로운 아이디어를 창안하는 기회를 갖는 것이 중요하다.

‘과학의 역사와 문화’는 인류사회와 과학의 과거, 현재, 미래를 모두 조망할 수 있도록 과학과 문명의 탄생과 통합, 변화하는 과학과 세계, 과학과 인류의 미래 등 3개의 영역으로 구성된다. 과학과 문명의 탄생과 통합은 인류 문명의 초창기부터 근대에 이르기까지 과학과 사회의 상호작용과 과학과 예술 사이의 융합적 사고의 과정을 다루며, 변화하는 과학과 세계는 산업혁명 이후 오늘날에 이르기까지 나타난 과학기술의 사회적 파급효과와 과학과 사회문화의 공통점과 유사성을 다룬다. 과학과 인류의 미래는 오늘날 주목받고 있는 사회문화 현상 속에서 나타나는 과학의 역할과 과학기술로 인해 나타나게 될 미래사회의 변화와 문제에 대해 예측하고 논의한다.

‘과학의 역사와 문화’는 과거 과학과 문명의 등장부터 오늘날 우리 주변에서 나타나는 변화에 이르기까지 다양한 사건과 쟁점, 사례를 탐구함으로써 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 균형 있게 함양하여 미래사회에 필요한 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

과학과 인류문명의 발전에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 사고와 방법을 기반으로 상호보완적 관계를 이해하며, 과학기술이 개인의 삶과 사회에 미치는 영향을 고려하여 미래사회에 나타날 다양한 문제를 자기주도적으로 참여하여 창의적으로 해결하는 능력을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 과학과 사회문화의 관계에 대해 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
 - 나. 사회, 경제, 예술, 문화, 산업 등 다양한 분야와 과학 간의 연결을 통해 과학의 가치와 역할을 이해하며, 과학의 역할과 가치를 인식하고 향유하도록 한다.
 - 다. 인류사회에 중요한 영향을 미친 과학적 발견과 역사적 사건을 토대로 다가오는 미래에 나타날 수 있는 변화를 예측하고 대응할 수 있는 능력을 기른다.
 - 라. 과학적 사고와 이론, 개념 등을 다양한 학문과 사회 현상에 적용해 봄으로써 창의적이고 융합적인 사고를 기른다.
-

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> 과학은 인류 문명의 시작부터 오늘날까지 우리의 삶과 가치에 큰 영향을 미치고 있다. 과학적 발견은 과학자의 신념이나 가치, 당대의 사회문화적 배경 등의 영향을 받는다. 과학은 기술, 경제, 예술, 문화 등 다양한 분야와 상호작용하며 발전하였으며, 인류의 지식 형성과 사회 변화에 영향을 미친다. 과학기술은 미래사회를 변화시키는 원동력이며, 미래사회를 예측하고 대응하는 데에 중요한 역할을 한다. 새로운 과학기술과 관련된 사회 문제 해결을 위해서는 과학자의 윤리 의식과 시민의 참여가 필요하다. | | |
|---------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 | |
| [지식·이해] | 과학과 문명의 탄생과 통합 | <ul style="list-style-type: none"> 과학의 문명과 태동 그리스 문명과 과학 지혜의 집과 수도원 | <ul style="list-style-type: none"> 르네상스와 과학혁명 과학자의 빛과 예술가의 눈 과학자의 눈에 비친 세계 | |
| | 변화하는 과학과 세계 | <ul style="list-style-type: none"> 과학과 문화의 상대주의 변화하는 지식과 세계 피카소와 아인슈타인의 대화 | <ul style="list-style-type: none"> 진염병과 백신 화약과 전쟁 바퀴에서 드론까지 | |
| | 과학과 인류의 미래 | <ul style="list-style-type: none"> 과학이 낳은 새로운 문화 과학과 사회의 언어 록 밴드와 인공지능 | <ul style="list-style-type: none"> 인간과 사물의 대화 새로운 현실 세계를 여는 과학 과학기술의 파수꾼 | |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> 문제 정의하기 가설 설정하기 탐구 설계하기 | | |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 모형 개발과 활용하기 | | |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> 결론 일반화하기 문제 해결방안 적용하기 | | |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> 증거에 기반한 토론하기 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 합리적 의사결정하기 | | |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> 과학의 심미적 가치 파악하기 과학 유용성 인식하기 | | |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 과학 창의성 기르기 과학 활동의 윤리성 인식하기 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 | | |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 기여하기 과학 문화 향유하기 | | |

나. 성취기준

(1) 과학과 문명의 탄생과 통합

- [12과사01-01] 문명의 탄생 과정에서 고대 인류의 지혜가 담긴 과학적 사례를 발견하고, 이를 통해 과학이 인류 문명의 형성에 기여하였음을 이해할 수 있다.
- [12과사01-02] 고대 그리스 철학자들의 과학적 사고와 주장 등을 조사하고, 그리스 문명이 고대에서 현대에 이르기까지 인간의 삶에 미친 영향을 설명할 수 있다.
- [12과사01-03] 중세 시대 유럽과 중동 지역을 중심으로 종교나 문화가 과학에 기여한 바가 무엇인지 이해하고, 그리스의 과학과 중세 과학의 특징을 비교할 수 있다.
- [12과사01-04] 르네상스와 과학혁명이 일어난 사회문화적 배경을 조사하고, 과학과 사회문화와의 상호작용을 추론할 수 있다.
- [12과사01-05] 르네상스와 과학혁명 시기 과학자의 발견 과정과 예술가의 작품을 조사하고, 과학과 예술의 통합적 사고가 나타난 사례를 설명할 수 있다.
- [12과사01-06] 과학적 발견 과정에서 과학자들의 가치나 세계관 등이 영향을 준 사례를 조사하고, 과학 지식의 형성 과정에 개인과 사회의 가치, 신념 등이 영향을 미침을 이해할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 고대 그리스 철학자들이 고안한 도구의 원리 탐색하기
- 르네상스 시기 예술 작품을 통한 과학적 원리 분석하기

(가) 성취기준 해설

- [12과사01-02] 고대 그리스 시대의 우주관과 자연관을 이해하고, 고대 그리스 철학자들의 생각이 오늘날 과학이나 예술, 철학 등 다양한 분야에서 어떻게 활용되고 있는지 생각해 봄으로써 과학의 유용성과 가치를 느끼도록 한다.
- [12과사01-03] 중세 유럽 및 중동 세계에 널리 퍼졌던 기독교와 이슬람이 그리스 시대의 과학의 발전과 계승에 어떤 역할을 했는지 알아봄으로써 과학과 사회문화 간의 상호작용을 이해하고, 당시 과학자들의 발견 과정을 통해 과학적 추론 방법을 경험하도록 한다.
- [12과사01-05] 르네상스 시기의 예술 작품에 등장하는 과학적 소재 또는 작품의 창작 활동과 관련되는 과학적 원리가 무엇이 있는지 찾아보고, 당시 과학적 법칙이나 현상 속에서 나타나는 예술적 특징을 발견함으로써 통합적 사고를 기르도록 한다.
- [12과사01-06] 과학혁명 시기의 패러다임 전환에서 과학에 대한 미적 가치의 선호나 세계관의 변화 등 개인 또는 사회적 가치가 영향을 미친 사례를 찾아보고, 대칭과 비례, 조화 등 과학의 미적 가치가 자연 현상이나 과학 이론 속에서 드러나는 사례를 통해 과학에 대한 심미적 가치를 파악하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 고대 그리스 시대의 과학과 과학혁명 시기의 과학을 서로 비교함으로써 고대 그리스 철학이

미친 영향을 이해할 수 있도록 지도한다. 플라톤과 아리스토텔레스의 철학적 관점을 과학에서의 논리 및 수학을 통한 이론적 접근과 실험과 관찰을 통한 경험적 접근과 비교해 공통점을 발견하도록 하며, 오늘날의 융합적 사고와는 어떤 차이점이 있는지 생각할 기회를 제공한다.

- 이미 과거에 있었던 사례나 사건을 조사하는 것에서 그치지 않고, 과거 과학자나 예술가의 사고방식이나 아이디어가 오늘날에 적용된다면 어떤 일이 일어날 것인지 예측하고 토론하도록 한다.

(2) 변화하는 과학과 세계

[12과사02-01] 현대 과학이 등장하게 된 배경을 중심으로 과학자들의 논쟁이나 토론 사례를 조사하고, 과학 지식의 형성 과정을 이해하고 과학적 의사소통에서 지켜야 할 규범과 태도를 깨닫고 체험할 수 있다.

[12과사02-02] 바이러스, 생명체, 로봇 등 새로운 과학기술의 등장이 가져온 사회 변화와 문제점을 조사하고, 과학기술의 변화가 인류의 지식 형성에 영향을 미침을 설명할 수 있다.

[12과사02-03] 과학 이론이나 원리, 개념 등이 현대 예술 작품이나 건축 등에서 적용된 사례를 제시하고, 과학과 예술, 문화 사이의 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.

[12과사02-04] 유럽 및 세계 전역에서 유행한 전염병이 사회문화에 미친 영향을 조사하고, 의학과 생물학 등 과학이 사회 문제의 극복에 어떻게 기여했는지 설명할 수 있다.

[12과사02-05] 화학 무기나 원자력 등 새로운 과학기술의 등장이 인류사회에 미친 긍정적 효과와 부작용을 조사하여 과학기술의 안전한 사용 방안을 제시할 수 있다.

[12과사02-06] 과학기술이 인류 교통수단의 발달에 미친 영향과 이를 통해 나타난 인류사회의 변화를 살펴보고, 미래 교통수단의 변화가 가져올 미래사회의 변화를 예측할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 미래주의 예술 작품 속에 나타난 상대성이론의 아이디어 탐색하기
- 과학기술을 통한 인류의 문제 해결 사례를 조사하고 평가하기

(가) 성취기준 해설

- [12과사02-01] 20세기 상대성이론과 양자역학 등 현대과학이 등장하게 된 사회적, 문화적, 철학적 배경을 이해하고 현대 과학기술의 발전 과정에서 나타난 과학자들 사이의 토론과 논쟁, 동료의 평가, 비판과 검토, 재현 실험 등과 같은 다양한 검증 과정을 경험하도록 한다.
- [12과사02-05] 산업혁명을 중심으로 과학기술의 발전으로 인해 나타난 문명사회의 변화와 함께 어떤 쟁점이나 갈등이 있었는지 알아봄으로써 과학기술이 갖는 양면성을 이해하고, 새롭게 등장하는 과학기술에 대해 균형적으로 판단할 수 있는 시야를 갖도록 한다.
- [12과사02-06] 기차나 비행기, 자동차 등 다양한 교통수단의 발달 역사를 살펴보고, 미래에 나타나게 될 교통수단의 변화를 예측하며 이를 통해 미래 인류 사회에 어떠한 영향을 미치

게 될지 예측해 보도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 산업혁명을 중심으로 나타난 사회, 경제, 정치적 변화를 살펴봄으로써 과학기술이 우리의 생활과 사고방식 등 다양하게 영향을 미침을 이해할 수 있도록 한다.
- 과거로부터 현재에 이르기까지 나타난 생활 속 도구나 교통수단의 역사를 살펴보고, 이를 통해 미래의 변화를 예측할 수 있도록 함으로써 과거와 현재, 미래를 포괄하는 과학기술에 대한 넓은 시각과 안목을 가질 수 있는 기회를 제공하도록 한다.
- 오늘날 과학기술의 등장으로 인해 나타나는 장단점에 대해 근거를 가지고 추론하며, 다양한 관점을 가진 경우 서로 이해하고 배려할 수 있는 마음을 가질 수 있도록 한다.

(3) 과학과 인류의 미래

- [12과사03-01] 양자정보나 유전공학, 뇌과학 등 과학기술의 발전을 통해 새롭게 나타난 문화적 변화를 찾아보고, 과학을 주제로 하는 예술 작품이나 콘텐츠를 제작하여 발표할 수 있다.
- [12과사03-02] 일상생활이나 미디어에서 사용되는 과학 용어를 조사하여 과학적 의미와 어떤 차이가 있는지 비교하고, 과학 용어가 우리 사회에 미치는 과급효과를 설명할 수 있다.
- [12과사03-03] 현대 과학기술의 발전이 음악에 영향을 끼친 사례를 탐색하고 인공지능이나 로봇을 활용해 음악을 창작하거나 연주함으로써 과학의 즐거움을 느낄 수 있다.
- [12과사03-04] 인간과 기계, 사물 등을 연결하는 과학기술의 발전 동향을 검색하여 미래 과학기술의 발달이 가져올 사회의 변화를 예측할 수 있다.
- [12과사03-05] 증강현실이나 가상현실을 통해 나타나는 과학과 사회의 변화가 무엇인지 이해하고, 이로 인해 예상되는 문제점이 무엇인지 토론하고 해결방안을 제시할 수 있다.
- [12과사03-06] 과학기술로 인해 파생된 문제에 대한 해결 과정에서 시민이 기여한 사례를 조사하고, 시민의 과학기술에 대한 이해와 참여가 중요함을 깨달을 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 과학을 주제로 하는 미디어 아트 제작하기
- 마이크로프로세서나 센서 등을 활용한 악기 만들기

(가) 성취기준 해설

- [12과사03-01] 새로운 과학기술의 등장이 예술 작품의 창작 활동에 쓰인 사례를 찾아봄으로써 과학기술이 새로운 예술이나 문화의 장르 탄생에도 기여함을 알고 과학적 개념과 아이디어를 활용한 창의성이나 융합적 사고를 기르도록 한다.
- [12과사03-02] 에너지나 DNA와 같은 과학용어들이 뉴스나 미디어 속에서 어떻게 활용되는지 찾아보고 과학적 맥락과 그 밖의 맥락에서 쓰이는 용어의 의미를 서로 비교하여 차이점

을 이해하도록 한다. 또한 새로운 과학용어가 다양한 사회 또는 자연 현상을 설명하는 데 쓰인다는 점을 통해 과학적 아이디어를 다양한 상황이나 맥락에 적용하도록 한다.

- [12과사03-04] 새로운 과학기술의 등장을 통해 나타나는 인간과 기계, 사물의 의사소통과 트랜스 휴먼, 포스트 휴먼 등 인간과 관련된 새로운 논쟁이나 관점에 대해 호기심을 갖고 참여하여 인간의 참된 가치와 정체성에 대해 고민하고 관련 문제에 참여할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 과학기술이 우리의 생활뿐만 아니라 예술과 문화 등 다양한 영역의 변화를 가져오는 중요한 동력임을 이해하고, 과학기술의 원리나 아이디어를 이용해 새로운 아이디어를 창안하는 기회를 제공할 수 있도록 한다.
- 뉴스 관련 빅 데이터를 활용해 기사를 검색하여 뉴스 기사 속 과학용어를 찾고, 과학적 의미와 기사 속에서 활용된 의미가 어떤 차이점이 있는지 설명하도록 한다. 또한 미디어에서 소개되는 과학 용어를 얼마나 알고 있는지 스스로 진단하고 평가하도록 한다.
- 과학기술이 가져올 변화에 대해 균형적인 시각과 비판적 자세를 통해 인류의 발전에 유익한 방향으로 쓰일 수 있도록 능동적으로 참여하고, 올바른 가치를 위해 실행할 수 있는 능력을 기르도록 한다.

나. 기후변화와 환경생태

기후 변화와 환경생태

1. 성격과 목표

가. 성격

‘기후 변화와 환경생태’는 기후 변화와 환경생태의 상호작용에 대한 이해를 바탕으로, 기후 위기의 정의와 발생 요인, 극한 기상 현상, 기후 변화가 초래하는 환경생태의 변화와 더불어 이를 극복하기 위한 인류의 노력을 종합적으로 이해하도록 하기 위한 과목이다.

‘기후 변화와 환경생태’는 초·중학교 과학 및 고등학교의 기후와 환경생태 관련된 과학 지식(앞)과 실천을 연계하여 기후 변화와 환경생태와 관련된 기초 소양을 함양하고, 기후 위기에 대응하며 살아가야 하는 학생들에게, 미래 사회에 요구되는 필수 역량들을 함양하도록 고안된 과목이다. ‘통합과학 1, 2’ 및 ‘과학탐구실험’의 이수를 통해 습득한 과학 지식과 기능, 가치와 태도를 바탕으로 기후 변화와 환경생태와 관련된 다양한 현상들과 그 심각성을 깊이 이해하고 통찰할 수 있는 시야를 가질 수 있도록 구성한다.

기후위기의 시대에 과거와 현재의 기후 변화 양상을 토대로 미래의 기후 변화를 예측하고, 예측된 기후 변화에 따라 생물 종의 분포를 포함한 환경생태의 변화를 유추할 수 있는 능력을 함양하는 것은 중요한 일이다. 기후 위기의 심각성을 인식시키기 위해 우리 주변에서 일어나는 기후 변화에 따른 대표적인 환경생태 변화의 다양한 사례들을 중심으로 기후 위기와 환경생태 변화 간의 상호 연계성을 구체적으로 파악할 수 있도록 할 필요가 있다. 탄소 중립 사회 구현을 위한 탄소저감 기술의 개발이나 적용, 기후 위기에 대응하기 위한 시민들의 실천적 참여, 관련 국제기구나 국제 협약 등을 알아봄으로써, 기후 위기와 환경생태 변화에 대응하기 위한 전 지구적 노력을 통합적으로 이해하는 기회를 부여하는 것이 중요하다.

‘기후 변화와 환경생태’는 ‘기후와 환경생태의 특성’, ‘기후 위기와 환경생태 변화’, ‘기후 위기에 대응하는 우리의 노력’의 3개 영역으로 구성된다. 이 3개 영역과 관련된 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 종합적으로 함양함으로써 다가오는 미래의 기후 위기에 따른 환경생태의 변화에 능동적으로 대처할 수 있도록 할 수 있다.

나. 목표

■ 총괄 목표

흥미로운 사례들을 중심으로 기후 변화와 환경생태 변화의 상호 관계성과 심각성을 인식하도록 하고, 기후 위기에 대응하는 인류의 노력을 더불어 이해할 수 있도록 함으로써, 미래 사회의 기후 변화와 급격한 환경생태 변화에 능동적으로 대처하기 위해 요구되는 과학적 소양과 문제해결 능력을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 기후 변화와 환경생태에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 기후 변화가 환경생태에 미치는 영향을 다양한 사례들을 중심으로 이해하고, 기후 위기와 급격한 환경생태 변화가 심각성을 인식한다.
- 다. 다가오는 미래의 기후 변화와 생태계의 변화를 예측한 다양한 시나리오들을 탐구함으로써 미래의 변화를 예측하고 이에 대응할 수 있는 능력을 기른다.
- 라. 탄소 저감 기술의 개발과 기후 위기에 대응하는 국제사회의 노력을 알아봄으로써 과학기술과 사회의 상호 관계성을 이해하고, 민주 시민으로서 참여와 실천을 통한 문제해결 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> 기후 변화는 환경생태의 변화를 초래하여 인간의 삶에 직접적인 영향을 미친다. 미래에 기후 변화로 인해 초래될 환경생태 변화를 예측할 수 있는 다양한 시나리오들을 통해 미래의 변화 양상을 예측한다. 지구온난화는 해양 생태계, 육상 생태계, 담수 생태계에 막대한 변화를 일으켜 인간의 생활 환경에 영향을 준다. 탄소중립 사회 구현을 위해 새로운 탄소 저감 기술의 개발 및 국제 사회의 공동 대응 노력과 더불어 민주 시민의 적극적인 참여가 필요하다. |
|---------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 기후와 환경생태의 특성 | <ul style="list-style-type: none"> 기후요소 기후인자 지구계의 상호작용 |
| | 기후 위기와 환경생태 변화 | <ul style="list-style-type: none"> 기후 위기 극한 기상 현상 기후 변화 시나리오 |
| | 기후 위기에 대응하는 우리의 노력 | <ul style="list-style-type: none"> 지구온난화와 해양 환경생태의 변화 지구온난화와 육상 환경생태의 변화 사막화와 물 부족 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> 문제 정의하기 가설 설정하기 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 기후와 환경생태의 특성

[12기환01-01] 날씨와 기후의 정의를 이해하고 기후의 구성 요소를 설명할 수 있다.

[12기환01-02] 환경생태의 주요 특성을 이해하고 생태계와 환경 간의 상호 연계성을 설명할 수 있다.

[12기환01-03] 기후 시스템이 유지되는 되먹임 과정을 이해하고 생물권과 다른 권역 간의 상호작용을 설명할 수 있다.

[12기환01-04] 기후와 환경생태의 상호작용을 보여주는 구체적인 사례를 제시할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 우리나라 생물권 보전지역을 찾아보고 홍보자료 만들어 발표하기

(가) 성취기준 해설

- [12기환01-01] 기후를 결정하는 기후요소와 기후인자를 구분하여 이해하도록 한다.
- [12기환01-03] 기후 시스템의 유지에 해양이 중요한 역할을 함을 인식하고, 지구 시스템의 기권, 수권, 지권과 생물권 간의 상호작용을 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 기후와 환경생태에 대한 개념 설명은 간략히 중심 내용만을 다루도록 한다.
- 다양한 사례들을 중심으로 흥미를 유발할 수 있도록 한다.

(2) 기후 위기와 환경생태 변화

- [12기환02-01] 기후 위기의 심각성을 인식하고 기후 위기를 일으킨 주요 원인을 제시할 수 있다.
- [12기환02-02] 기후 위기가 환경생태에 끼친 영향을 다양한 사례를 근거로 토론할 수 있다.
- [12기환02-03] 극한 기상 현상의 종류와 원인을 이해하고 극한 기상 현상이 환경생태에 끼친 영향을 사례를 들어 설명할 수 있다.
- [12기환02-04] 미래 기후 변화의 다양한 시나리오와 미래 환경생태 변화의 예측 보고서를 찾아보고, 기후 변화 시나리오에 따른 미래의 환경생태 변화를 예측할 수 있다.
- [12기환02-05] 기후 변화 시나리오에 따른 미래 한반도 생물의 분포 변화 양상을 추론할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 서로 다른 이산화탄소 배출량을 전제로 미래 생물분포 변화 예측하기

(가) 성취기준 해설

- [12기환02-03] 극한 기상 현상은 슈퍼 태풍이나 메가 가뭄과 같은 대표적인 사례를 중심으로 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 기후와 환경생태에 대한 개념 설명은 간략히 중심 내용만을 다루도록 하고, 다양한 사례들을 중심으로 흥미를 유발할 수 있도록 한다.
- 미래 기후 변화 시나리오에 따른 생물의 분포 변화와 관련된 다양한 보고서나 자료들을 안내하고, 학생들이 자기주도적으로 자료를 분석하고 해석한 후 토론·발표를 하도록 한다.

(3) 기후 위기에 대응하는 우리의 노력

- [12기환03-01] 해빙과 빙하의 용해와 해수면 상승을 지구온난화와 연계하여 이해하고, 이에 따른 지구의 변화 및 지구온난화의 심각성을 설명할 수 있다.
- [12기환03-02] 산호의 멸종과 백화현상의 예를 통해 기후변화가 해양 생물과 해양 생태계에 미치는 영향을 살펴보고, 바다 사막화를 예방하거나 복원할 수 있는 과학 기술의 사례를 들어 설명할 수 있다.
- [12기환03-03] 꽃의 개화 시기의 변화를 지구온난화와 연계하여 이해하고, 우리에게 미치는 영향을 설명할 수 있다.
- [12기환03-04] 꿀벌의 급격한 개체수 감소의 원인을 지구온난화와 연계하여 설명하고, 우리에게 미치는 영향을 설명할 수 있다.
- [12기환03-05] 기후변화에 따라 가속화되는 사막화와 물 부족 현상을 이해하고, 우리에게 미치는 영향과 이를 극복하기 위한 우리의 노력을 설명할 수 있다.
- [12기환03-06] 모기나 파리와 같은 곤충 매개 전염병이 새롭게 출현하거나 급격히 확산되는 현상을 기후변화와 연계하여 이해하고, 우리에게 미치는 영향을 설명할 수 있다.
- [12기환03-07] 탄소중립 사회를 이루기 위한 핵심 탄소 저감 관련 과학기술을 알아보고 이의 활용 사례를 설명할 수 있다.
- [12기환03-08] 기후 위기와 환경생태 위기에 대응하기 위한 국제사회의 노력을 알아보고, 민주 시민으로서 참여 방안을 토론할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 코로나 바이러스와 같은 팬데믹 감염병의 발생 원인 알아보기

(가) 성취기준 해설

- [12기환03-03] 꽃의 개화 시기와 관련된 분자생물학적 기작들에 대한 설명은 지양하고, 다양한 꽃들의 개화시기에 변화를 사례 중심으로 이해하도록 한다.
- [12기환03-08] 국제사회의 노력으로 생물다양성 협약, 기후변화에 관한 정부 간 협의체 등 다양한 국제기구를 소개하고, 이들의 노력이나 체결된 국제 협약 등을 포함하여 다루도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 기후 변화에 따른 다양한 환경생태의 변화가 우리 인간의 삶에 가져오는 변화는 무엇인지가 함께 제시될 수 있도록 함으로써 기후 변화가 우리의 삶에 직접적으로 영향을 미칠 수 있음을 인식하도록 한다.

다. 융합과학 탐구

융합과학 탐구

1. 성격과 목표

가. 성격

‘융합과학 탐구’는 데이터 활용, 인공지능, 가상실험, 가상체험 등을 통해 과학의 원리를 이해하고, 다양한 상황에서의 과학적 탐구 능력을 함양하기 위한 과목이다. ‘융합과학 탐구’에서는 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 일상생활이나 전 지구적 상황에서 과학 개념의 통합적인 이해와 인공지능 및 데이터를 활용한 과학 탐구 경험을 통해 과학과 기술을 연결하고 윤리적 쟁점을 이해하여 일상생활의 다양한 문제를 융합적이고 창의적으로 해결할 수 있는 역량을 기르는 데 중점을 둔다.

‘융합과학 탐구’는 ‘통합과학 1, 2’까지 학습한 과학 지식을 바탕으로 하는 간학문적 성격의 과목으로, ‘과학탐구실험’에서 익힌 과학 탐구에 대한 기본역량을 바탕으로 데이터에 근거한 융복합 탐구를 경험할 수 있는 과목이다. ‘융합과학 탐구’는 센서를 기반으로 한 데이터 수집 또는 2차 데이터를 활용한 데이터 분석 및 시각화, 인공지능을 활용한 모델링과 예측, 데이터 시뮬레이션 및 해석 등을 통하여 일상생활과 사회 속의 과학 문제 해결을 위한 과학 탐구 활동을 경험할 수 있도록 구성한다. 이공계열로 진출 예정인 학생들뿐만 아니라 인문사회 및 예체능 계열로의 진로를 선택할 예정인 학생들이 자신의 진로와 흥미에 맞는 주제를 선택하여 탐구를 수행하도록 한다.

‘융합과학 탐구’는 융합과학 탐구의 소양, 융합과학 탐구의 과정, 융합과학 탐구의 실제의 3개 영역으로 구성된다. 융합과학 탐구의 소양에서 융합과학 탐구를 위한 기초 소양을 함양하고, 융합과학 탐구의 과정에서 탐구 단계별로 필요한 절차적 지식을 수행하며, 융합과학 탐구의 실재를 통해 자기 주도적으로 융합과학 탐구 주제를 설정하고 융합과학 탐구를 수행하게 된다. ‘융합과학 탐구’는 그동안 학습한 여러 과학 지식의 이해를 바탕으로, 과정·기능의 각 요소들을 경험하는 활동을 수행하는 것을 중점으로 한다.

‘융합과학 탐구’에서는 자기 주도적으로 융합과학 탐구를 수행하는 과정을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 종합적으로 함양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달하고 미래 사회에 필요한 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

자연 현상이나 일상생활의 과학 경험에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 데이터에 기반한 탐구 능력의 함양을 통하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 자연 현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 데이터에 초점을 맞추는 과학의 탐구 방법을 이해하고 일상생활과 사회 속의 과학에 관련된 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 과학기술과 다양한 학문의 융합으로 인한 발달과 데이터에 기반한 탐구의 가치를 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계에 대한 이해를 바탕으로 개인과 사회의 문제를 해결하고, 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> 과학기술을 포함한 다양한 분야의 지식의 연계와 활용은 과학의 발전과 사회 문제 해결에 도움이 된다. 과학적 탐구 과정과 인공지능을 활용한 데이터 분석 과정은 많은 공통점과 유용한 점들을 가지고 있다. 디지털 도구와 기술, 데이터를 중심으로 한 과학적 탐구 수행과 소양 함양은 미래사회에 요구되는 중요한 능력이다. 학습자가 스스로 자신의 적성과 능력을 고려한 탐구 문제를 선정하고 해결하는 과정을 통해 학습하는 것이 중요하다. | |
|---------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 융합과학 탐구의 소양 | <ul style="list-style-type: none"> 과학의 발전과 융합 데이터의 이해와 활용 | <ul style="list-style-type: none"> 과학적 탐구와 인공지능 |
| | 융합과학 탐구의 과정 | <ul style="list-style-type: none"> 과학 탐구의 문제 과학 탐구의 방법 과학 탐구의 자료 | <ul style="list-style-type: none"> 표와 그래프 가설과 모형 |
| | 융합과학 탐구의 실제 | <ul style="list-style-type: none"> 융합과학 탐구 과학적 산출물 과학적 주장 | <ul style="list-style-type: none"> 과학 탐구 윤리 과학기술과 책무성 과학기술과 시민의 참여 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> 문제 정의하기 가설 설정하기 | |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 융합과학 탐구의 소양

[12용탐01-01] 인류의 역사 속에서 과학기술과 예술 등 다양한 분야의 융합이 사회 문제 해결과 과학의 발전에 기여함을 알고, 융합과학 탐구의 가치와 필요성을 느낄 수 있다.

[12용탐01-02] 데이터의 의미와 종류를 이해하고, 데이터의 수집, 가공, 분석 방법이 과학기술 분야에서 다양한 가치와 지식의 창출에 기여함을 인식할 수 있다.

[12용탐01-03] 인공지능을 활용한 데이터 처리 과정을 이해하고, 인공지능 도구를 활용하여 일상생활 문제를 과학적으로 해결하는 태도를 기를 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 과학과 다양한 분야의 지식을 융합해 문제를 해결한 사례나 정책 조사하기
- 인공지능 도구를 활용하여 실험·조사 결과 데이터 분석하기

(가) 성취기준 해설

- [12용탐01-03] 다양한 머신러닝 기초 알고리즘 탐색을 통해 데이터 구조를 파악하도록 하되, 알고리즘의 수학적 원리나 내용 등을 다루는 것이 아니라, 과학적 탐구에서 활용 가능한 데이터를 인공지능을 활용해 분석함으로써 인공지능의 유용성을 이해할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 미세먼지나 기온 변화 등 다양한 데이터를 인공지능을 활용해 예측하거나 분석함으로써 인

공지능을 활용한 방법이 유용하게 쓰일 수 있음을 경험하도록 한다.

- 학생들이 유의미한 자료 탐색을 할 수 있도록 정부출연연구기관이나 학술기관 소장 데이터셋 등을 소개하고, 스마트 기기나 지능형 과학실 등을 활용할 수 있도록 한다.

(2) 융합과학 탐구의 과정

[12용탐02-01] 실생활에서의 관찰과 경험, 데이터의 수집 및 분석을 통해 탐구 문제를 발견할 수 있다.

[12용탐02-02] 탐구 문제에 적합한 가설, 모형 등을 고안하고, 탐구 방법을 설계할 수 있다.

[12용탐02-03] 다양한 데이터의 수집 방법과 원리를 이해하고, 문제 해결을 위한 자료를 수집할 수 있다.

[12용탐02-04] 탐구 문제의 해결을 위한 데이터를 추출·가공하고, 일상생활에서 데이터를 가공하여 편리함을 주는 데 기여할 수 있다.

[12용탐02-05] 자료를 표, 그래프 등으로 변환하고, 자료에서 나타나는 경향성, 규칙성을 발견할 수 있다.

[12용탐02-06] 가설이나 모형으로부터 예측한 결과와 실제 결과를 비교하여 그 가설이나 모형이 적절한지 평가할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 공개 데이터셋을 활용해 데이터를 수집하고 시각화하기
- 디지털 도구를 활용해 가정의 전력 소모량 계산하기

(가) 성취기준 해설

- [12용탐02-03] 탐구 문제에 맞는 적절한 데이터 수집 방법을 찾고, 센서를 활용해 데이터를 직접 수집하거나 크롤링, 웹 검색 등을 통해 데이터를 수집하는 방법을 익히도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 여러 종류의 데이터를 막대그래프나 파이 차트, 꺾은선 그래프 등 다양한 시각화 방법을 적용해 봄으로써 탐구 목적이나 데이터의 종류에 따라 적절한 표현 방법이 있음을 이해하고 활용할 수 있도록 지도한다.
- 탐구를 통해 수집된 데이터를 추세선 등을 이용해 규칙을 파악하고, 이론적으로 예상되는 결과와 비교할 수 있도록 지도한다. 직접 수학적으로 계산하는 방법은 지양하며 데이터 분석 프로그램을 활용해 쉽게 이를 구현하도록 지도한다.

(3) 융합과학 탐구의 실제

- [12용탐03-01] 자기 주도적으로 융합과학 탐구에 적절한 문제를 선정하고 융합과학 탐구의 과정을 수행하여 과학적 문제 해결 방식에 즐거움을 느낄 수 있다.
- [12용탐03-02] 탐구 문제의 결론을 도출하여 일반화하거나 문제 해결을 위한 창의적인 산출물을 제작할 수 있다.
- [12용탐03-03] 말, 글, 동영상 등 다양한 표현 방법을 활용하여 탐구 문제, 탐구 과정, 탐구 결과 등을 효과적으로 발표할 수 있다.
- [12용탐03-04] 동료의 주장이나 발표에서 장단점을 파악하고 개선 방안을 토론할 수 있다.
- [12용탐03-05] 과학 탐구 과정에서 필요한 윤리에 대해 토론하고, 자신의 탐구 과정에서의 윤리성을 평가·반성할 수 있다.
- [12용탐03-06] 융합 과학기술을 통한 사회문제 해결과 융합 과학기술의 오남용에 의한 피해 사례를 조사하고, 과학기술의 책무성을 인식할 수 있다.
- [12용탐03-07] 시민의 참여가 융합 과학기술 분야 문제 해결에 기여한 사례를 조사하고, 우리 주변의 문제를 찾아 해결할 수 있는 방안을 제안할 수 있다.

<탐구 활동 예시>

- 인포그래픽을 활용해 융합과학 탐구 결과 공유하기
- 생체 정보를 이용하여 과학 탐구를 진행할 때 생길 수 있는 윤리적 문제 토의하기

(가) 성취기준 해설

- [12용탐03-01] 학생이 자신의 관심과 진로, 여건 등을 고려하여 스스로 탐구 주제를 선정하여 수행할 수 있도록 한다. 탐구 목적에 따라 스마트 기기, 인공지능 등과 같은 다양한 도구를 활용하여 탐구를 수행하도록 한다.
- [12용탐03-03] 보고서 작성, 포스터 발표, 사용자 제작 콘텐츠 등 다양한 형태로 발표할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 실생활에서 관찰되는 문제를 중심으로 탐구 주제를 선정하도록 하고, 알고리즘을 활용한 의사결정이나 도구를 활용한 데이터 시각화 등 디지털·인공지능 소양을 함양할 수 있도록 지도한다.

6. 과학계열 고등학교 진로 선택과목

가. 고급 물리학

고급 물리학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘고급 물리학’은 물리학에 흥미와 관심이 있는 과학계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점 교육과정을 이수하는 학생들이 심화된 수준으로 물리학의 학문적 체계와 내용을 학습하기 위한 과목이다. ‘고급 물리학’에서는 과학적 소양과 문제 해결력을 갖춘 창의적인 사람을 육성하기 위해 물리학의 심화 내용에 대한 통합적인 이해를 바탕으로 최신 물리학 내용을 학습하도록 하는 데 중점을 둔다.

‘고급 물리학’은 물리학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 탐구 방법을 익히고 다양한 물리 현상을 통합적인 관점에서 파악할 수 있도록 역학, 전자기학, 광학, 현대 물리 영역으로 나누고 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 포괄할 수 있도록 구성하였다.

역학 영역에서는 입자계의 운동을 뉴턴의 운동 법칙으로 설명하고, 열역학 법칙으로 이상 기체의 운동과 열역학 과정을 설명한다. 전자기 영역에서는 전기력을 바탕으로 전자기작용을 이해하고, 이를 바탕으로 전기 회로를 응용한 다양한 현대적 활용을 다룬다. 광학 영역에서는 파동과 빛의 성질에 대한 이해를 바탕으로 광학 기기와 영상 예술에 대한 광범위한 응용을 다룬다. 현대 물리 영역에서는 20세기 이후 물리학의 새로운 발전을 이룬 상대성 이론과 양자 역학의 기본 개념 및 양자 역학을 토대로 새롭게 이해하게 된 핵과 소립자를 다룬다. 아울러 각 영역에서는 심화된 물리 내용뿐만 아니라 현재 활발하게 연구되고 있는 분야를 다루어 미래 사회의 책임 있는 민주시민이 갖춰야 할 과학적 소양과 역량을 기르도록 한다.

‘고급 물리학’에서는 심화된 물리학 개념과 원리 및 탐구 중심의 학습을 통해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 상호보완적으로 연계하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. 이를 통해 첨단 과학기술이 요구하는 창의적 지식 생산과 더불어 변동성과 불확실성이 특징인 미래 사회에 대응할 수 있는 역량을 갖출 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

물리 현상에 대해 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 자연 현상 속에 있는 규칙성과 아름다움을 발견하고, 물리학의 핵심 개념에 대한 이해를 바탕으로 다양한 탐구와 문제 해결 과제를 수행하여 물리학과 관련된 다양한 문제를 창의적이고 자기 주도적으로 해결하는 과학적 소양과 역량을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 물리학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 자연 현상 및 첨단 과학기술과 관련된 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 물리학의 탐구 방법을 이해하고 자연 현상 및 일상생활과 관련된 문제를 과학적이고 창의적으로 탐구하려는 능력을 기른다.
- 다. 물리 개념의 심화 내용을 체계적으로 이해하고, 자연 현상 및 첨단 과학기술과 관련된 문제해결에 이를 적용한다.
- 라. 물리학에서 현재 연구되고 있는 분야를 이해하고, 책임 있는 민주시민이 갖추어야 할 과학적 소양과 역량을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|---------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> • 뉴턴의 운동 법칙으로 계에서 일어날 일을 예측할 수 있고, 일과 에너지로 계의 운동을 설명할 수 있다. • 열역학 법칙으로 이상 기체의 운동과 열역학 과정을 설명할 수 있다. • 가우스 법칙을 활용하여 전기장과 전위를 구하고, 직류 및 교류 회로의 다양한 회로 소자들의 값을 구할 수 있다. • 전기와 자기의 상호유도 관계를 설명하는 다양한 법칙들이 있으며, 맥스웰 방정식은 전자기학의 주요 원리들을 통합하였다. • 거울과 렌즈에 의한 상을 정량적으로 이해하고, 파동의 기본 요소로 간섭과 회절 현상을 설명할 수 있다. • 상대성 이론으로 미시 및 거시 세계의 현상을 설명하고 예측할 수 있으며, 양자 역학은 물질의 미시적 작용을 설명한다. • 핵반응은 원자핵의 물리적 변화 과정을 설명하고, 물리학은 다양한 소재 개발에 활용된다. |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 역학 | <ul style="list-style-type: none"> • 일-에너지 정리 • 보존력과 비보존력 • 역학적 에너지 보존 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 이상 기체 상태방정식 • 열역학 제1법칙 |

| | | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 각운동량 보존 | <ul style="list-style-type: none"> • 열역학 제2법칙 |
| | 전자기학 | <ul style="list-style-type: none"> • 가우스 법칙 • 평행판 축전기와 전기용량 • 전류에 의한 자기장과 암페어 법칙 | <ul style="list-style-type: none"> • 패러데이 법칙과 자체유도 • 교류 회로(RLC 회로) • 전자기파 |
| | 광학 | <ul style="list-style-type: none"> • 거울과 렌즈에 의한 상 • 파동의 중첩과 간섭 • 빛의 간섭과 간섭계 | <ul style="list-style-type: none"> • 회절과 분해능 • 편광 |
| | 현대 물리 | <ul style="list-style-type: none"> • 좌표계와 관성력 • 특수 상대성 이론 • 일반 상대성 이론 • 빛과 물질의 이중성 • 상보성 원리와 불확정성 원리 | <ul style="list-style-type: none"> • 에너지 준위와 스펙트럼 • 핵분열과 핵융합의 기본 과정 • 상호작용 • 띠틈이론과 반도체 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 | |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 | |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 | |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 | |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 | |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 | |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 | |

나. 성취기준

(1) 역학

- [12고물01-01] 미분을 이용하여 물체의 운동을 기술하고, 중력장 내의 운동을 설명할 수 있다.
- [12고물01-02] 일과 운동 에너지와의 관계, 보존력과 퍼텐셜 에너지와의 관계를 유도하고, 퍼텐셜 에너지 곡선을 해석할 수 있다.
- [12고물01-03] 보존력을 정의하고, 역학적 에너지 보존 법칙을 사용하여 물체의 보존력이 작용하는 경우의 운동을 해석할 수 있다.
- [12고물01-04] 질량 중심의 운동을 벡터로 표현하고, 입자계에서 뉴턴 법칙을 적용하여 운동량 보존 법칙을 유도하고 그 의미를 설명하며, 운동량 보존 법칙이 적용되는 충돌 현상을 토의

할 수 있다.

- [12고물01-05] 회전 운동에서 각변위, 각속도, 각가속도 사이의 관계를 수식으로 표현하고, 회전 관성, 각운동량, 돌림힘 등의 정의를 이용하여 회전 동역학에 관한 법칙을 유도할 수 있다.
- [12고물01-06] 각운동량 보존 법칙이 적용되는 예를 설명하고, 케플러의 세 가지 운동 법칙을 이용하여 행성의 운동과 인공위성의 운동을 분석할 수 있다.
- [12고물01-07] 이상 기체 방정식으로 이상 기체의 특성을 설명하고, 기체의 내부 에너지와 온도, 압력 등을 분자 운동 모형으로 설명할 수 있다.
- [12고물01-08] 열역학 제1법칙으로 일상생활의 다양한 열역학 과정을 설명하고, 엔트로피의 개념을 알고 열역학 제2법칙을 적용하여 자연 현상을 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고물01-01] 여러 가지 힘이 작용하는 경우의 물리량을 구하는 예에서 미분이 포함된 운동 방정식을 해결할 수 있도록 한다.
- [12고물01-03] 물체에 작용하는 힘이 보존력일 때 정의되는 퍼텐셜 에너지 개념을 도입하여 고립계 내 물체의 운동을 역학적 에너지 보존 법칙으로 기술하도록 한다.
- [12고물01-05] 회전 운동을 설명하기 위해서는 돌림힘과 각운동량 등과 같은 새로운 물리량이 필요하며, 그 양들 사이의 관계로부터 회전 운동에 적합한 운동 법칙을 찾을 수 있음을 이해할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 뉴턴의 운동 방정식이 일-에너지 정리, 역학적 에너지 보존 법칙과 어떻게 연관되어 있는지 설명한다.
- 회전 운동을 기술하는 데 필요한 여러 물리량과 그들 사이의 관계를 설명하고, 행성의 회전 운동에 적용하도록 한다.
- 열역학 제1법칙은 이상기체 계를 이용하여 열과 에너지를 관계를 다루고, 열역학 제2법칙은 온도와 열 출입에 의해 결정되는 엔트로피와 관련된 법칙이라는 것을 이해하도록 지도한다.

(2) 전자기학

- [12고물02-01] 가우스 법칙으로 전기장을 구하고, 전기장과 전위의 관계, 정전기 차폐와 등전위면 등을 설명할 수 있다.
- [12고물02-02] 도체와 유전체의 내부와 외부의 전기장을 예측하고, 전기 쌍극자의 전기장과 전위를 구할 수 있다.
- [12고물02-03] 평행판 축전기의 직렬연결과 병렬연결에 따른 전기 용량 변화를 계산하고, 평행판 축

전기에서 유전체의 역할을 설명할 수 있다.

[12고물02-04] 키르히호프 법칙을 이용하여, 다양한 회로 내 전류, 전압을 예측할 수 있다.

[12고물02-05] 직선 및 원형 전류에 의한 자기장, 솔레노이드 내부의 자기장을 암페어 법칙을 이용하여 구할 수 있다.

[12고물02-06] 유도 기전력, 자기 선속의 개념을 알고, 패러데이 법칙과 렌츠 법칙, 자체 유도 계수 (인덕턴스)를 설명할 수 있다.

[12고물02-07] 교류 전기의 발생 원리와 교류 기전력의 주기적 변화를 이해하고, LC회로와 RLC회로에서 전기 진동과 공진 현상을 설명할 수 있다.

[12고물02-08] 전자기파의 발생 원리를 이해하고, 전자기파의 성질과 종류를 구별할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고물02-01] 전기 선속 개념을 이용하여 가우스 법칙을 유도하고 가우스 법칙의 의미를 설명할 수 있도록 한다.
- [12고물02-05] 비오-사바르 법칙을 이용하여 전류에 의한 자기장을 예측할 수 있으며, 대칭성이 있는 경우 암페어 법칙을 이용하여 쉽게 자기장을 구할 수 있다.
- [12고물02-08] 전자기파의 파동 방정식을 유도하고, 맥스웰 방정식의 과학사적 의미에 대해 토의할 수 있다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 전하의 분포가 만드는 전기장을 쿨롱 법칙으로 구하기에는 계산이 복잡해지는 경우가 많은데, 특히 대칭성을 띤 전하 분포에 의한 전기장은 가우스 법칙으로 구할 수 있음을 이해하도록 한다.
- 교류의 특성으로 나타나는 용량 리액턴스와 유도 리액턴스를 정의하고, 교류 회로에서 임피던스를 계산할 수 있도록 한다.
- 현대의 전기 문명의 시대이며, 모든 과학, 공학 실험에서 전기 회로가 활용되고 있음을 이해하도록 한다.

(3) 광학

[12고물03-01] 거울에 의한 상을 광선 추적과 거울 방정식으로 예측하고, 얇은 렌즈에 의한 상을 광선 추적과 렌즈 방정식으로 예측할 수 있다.

[12고물03-02] 현미경, 망원경, 카메라 등 여러 가지 광학 기계의 원리를 조사하여 설명할 수 있다.

[12고물03-03] 다양한 파동의 종류를 구별하고, 파동 함수로부터 파수, 진동수, 파동의 속력 등을 구할 수 있다.

[12고물03-04] 파동의 간섭 현상을 수학적으로 해석하고, 영의 이중 슬릿 실험에서 나타나는 무늬의

특징과 마이켈슨 간섭계 등 산업계에서 이용되는 간섭계를 설명할 수 있다.

[12고물03-05] 회절의 원리와 회절 현상의 예를 설명하고, 분해능과 수차를 광학 기기에 적용하여 설명할 수 있다.

[12고물03-06] 편광의 원리를 이해하고, 3D 영상 기술 등 편광이 실생활에 적용되는 사례를 찾아 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고물03-01] 평면과 곡면 거울에서 상의 위치와 볼록 렌즈와 오목 렌즈에 맺힌 상의 위치를 반사와 굴절 법칙을 이용하여 구할 수 있다.
- [12고물03-04] 파동의 간섭이나 회절이 우리 주변에서 활용되는 예를 찾아보고, 이를 파동의 간섭과 회절 개념을 이용하여 설명한다.
- [12고물03-05] 단일 슬릿, 원형 슬릿, 이중 슬릿, 다중 슬릿(회절격자)에 의한 회절 현상을 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 빛의 중첩 현상을 이용하여 초정밀 정량적 측정이 가능하다는 것을 뉴턴 링, 마이켈슨 간섭계 등을 도입하여 설명한다.
- 편광의 종류와 만드는 방법을 설명하고, 여러 가지 형태의 디스플레이 장치에서 어떻게 활용되는지 설명한다.

(4) 현대 물리

[12고물04-01] 가속 좌표계 안에서 관성력을 도입하여, 가속 좌표계에서 물체의 운동을 설명할 수 있다.

[12고물04-02] 특수 상대성 이론의 가정을 알고 시간 팽창, 길이 수축, 동시성의 상대성에 대해 사고 실험을 통해 설명하고, 빠른 속도로 움직이는 물체의 질량과 에너지 관계를 설명할 수 있다.

[12고물04-03] 일반 상대성 이론의 원리를 바탕으로 중력 렌즈와 블랙홀, 중력에 의한 시간 변화 등을 정성적으로 설명할 수 있다.

[12고물04-04] 빛의 이중성을 흑체복사, 광전 효과, 콤프턴 효과로 설명하고, 물질파를 드 브로이 파장, 전자 회절로 설명할 수 있다.

[12고물04-05] 양자론의 특징으로 상보성 원리와 불확정성 원리를 설명할 수 있다.

[12고물04-06] 보어의 양자 가설을 이용하여 수소 원자 모형의 에너지 준위와 스펙트럼 관계를 설명할 수 있다.

[12고물04-07] 핵분열과 핵융합의 기본 과정을 이해하고, 그 활용 기술의 위험과 안전을 주제로 토론

할 수 있다.

[12고물04-08] 별에서의 핵융합 반응과 플라즈마에 관해 설명하고, 현재 진행되고 있는 핵융합 기술 연구에 대한 전망을 토의할 수 있다.

[12고물04-09] 네 가지 기본 상호 작용의 크기와 작용 범위를 비교할 수 있으며, 안개상자, 가이거 검출기, CERN의 입자 가속기 등 여러 가지 입자 검출기를 조사하여 발표할 수 있다.

[12고물04-10] 반도체를 띠이론으로 이해하고, 나노 튜브와 그래핀 등 신소재를 조사하여 분석하여 나노 물리학의 전망을 토의할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고물04-06] 원자의 구조에 대한 모형이 어떻게 발전되어 왔는지 설명하고, 보어의 양자 가설에 의한 원자 모형을 설명한다.
- [12고물04-09] 자연을 이루는 기본적인 상호 작용과 물질을 이루는 기본 입자를 설명하고, 표준 모형에 따라 우주를 이루는 기본 입자를 설명한다.
- [12고물04-10] pn 접합과 다이오드의 원리를 설명하고, 트랜지스터의 원리를 간략하게 설명한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 특수 상대성 이론의 탄생 배경부터 결과까지 가능한 범위 내에서 상세히 서술하고, 일반 상대성 이론에 대해서는 정성적인 의미를 설명한다.
- 양자 역학이 수립되는 과정과 그 과정에서 발견된 빛과 물질의 이중성, 불확정성의 원리, 보어의 양자 가설을 시작으로 한 수소 원자 모형과 스펙트럼, 슈뢰딩거 방정식을 소개한다.
- 컴퓨터와 통신이 결합된 정보화 혁명을 가져오는 큰 변화를 가능하게 한 것은 반도체라는 사실을 인식할 수 있도록 한다.

나. 고급 화학

고급 화학

1. 성격과 목표

‘고급 화학’은 다양한 화학 현상에 포함된 화학 개념을 이해하고, 탐구 능력과 태도를 함양하여, 자연과 일상생활뿐만 아니라 화학 현상에서 접하게 되는 다양한 물질 현상에 대한 의문점들을 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 화학적 소양을 함양하기 위한 과목으로, 진로 선택 과목을 이수한 학생을 대상으로 한다. ‘고급 화학’은 인류 문명의 발전과 우리 삶의 질 향상에 기여해 온 물질 탐구 과정과 지식에 대한 통합적 이해를 바탕으로 학생들이 화학에 대한 호기심과 흥미를 갖고, 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 물질의 구조, 물질의 성질, 물질의 변화 영역의 화학 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 능력을 길러 화학 관련 진로 설정에 필요한 역량을 기르는 것을 목적으로 한다.

‘고급 화학’은 고등학교 일반 선택과목인 ‘화학’에 포함된 개념을 심화 확장하고, 고등학교 진로 선택 과목인 ‘물질과 에너지’, ‘화학 반응의 세계’, 특수 목적 고등학교 융합 선택과목인 ‘화학 실험’과목과 연계되도록 구성하였다. ‘고급 화학’은 일반계 고등학교나 특수목적 고등학교에서 화학의 심화된 교육 과정을 이수하는 학생을 위한 과목으로, 화학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 학습하여 물질 현상을 통합적인 관점에서 이해할 수 있도록 구성하였다.

‘고급 화학’은 이 과목에서 제시하는 화학 지식을 학습함으로써 학생들은 자연 세계의 다양한 현상을 이해하고 이러한 현상이 자신이 살고 있는 실생활에서 어떻게 적용되어 인간의 삶에 영향을 주는지 알게 된다. 이러한 이해는 실생활의 다양한 문제 상황을 합리적으로 설명하고 예측하는 사고의 기반을 형성한다. 또한 향후 자신이 수행하는 전문 분야에서 이러한 화학 지식을 활용하여 합리적이고 적절하게 판단하고 조절하거나, 필요한 설계 등에 활용함으로써 현대 사회에서 가장 필요로 하는 사고와 지식체계를 형성할 수 있다.

‘고급 화학’은 물질의 구조, 물질의 성질, 물질의 변화와 에너지, 물질의 변화와 화학 평형 4가지 영역으로 구성된다. ‘물질의 구조’ 영역에서는 원자의 구조, 화학결합과 에너지, 혼성 오비탈과 분자구조, 탄화수소 등을 다룬다. ‘물질의 성질’ 영역에서는 기체 분자 운동론,

액체의 특성, 고체의 구조와 특성, 용액의 성질 등을 다룬다. ‘물질의 변화’ 영역은 엔탈피, 깃스 자유 에너지, 화학 전지와 전기분해, 화학 평형, 반응 속도 등을 다룬다. ‘물질의 변화와 화학 평형’ 영역에서는 평형 상수, 화학 평형의 이동, 산 염기 평형, 화학 반응 속도 등을 다룬다.

‘고급 화학’은 심화된 화학 개념의 학습과 함께 화학 관련 진로를 탐색하고, 탐색한 진로에 필요한 능력을 배양할 수 있도록 문제 인식, 탐구 설계 및 수행, 자료수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통과 협업 등의 과정·기능을 경험하며, 과정·기능과 함께 가

치·태도를 학생들이 학습하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있도록 하고 있다.

나. 목표

■ 총괄 목표

물질 세계에 대하여 학문적 흥미와 호기심을 가지고, 물질의 구조, 물질의 성질, 물질의 변화를 통합적으로 이해하여 물질 변화의 규칙성을 인식한다. 화학의 핵심 개념에 대한 이해를 바탕으로 다양한 탐구와 문제해결 과제를 수행하여 화학과 관련된 다양한 문제를 창의적이고 자기 주도적으로 해결하는 과학적 소양과 역량을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 화학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 자연 현상 및 첨단 과학기술과 관련된 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 물질의 구조, 물질의 성질, 물질의 변화에 대한 심화 내용을 체계적으로 이해하고, 자연 현상 및 첨단 과학기술과 관련된 문제 해결에 이를 적용한다.
- 다. 화학에서 현재 연구되고 있는 분야를 이해하고, 책임 있는 민주시민이 갖추어야 할 과학적 소양과 역량을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> 전자의 위치는 확률함수로 표현하며, 전자를 이용하여 다양한 화학결합과 그 특징을 설명한다. 입자 간 상호작용에 의한 인력과 거리에 따라 물질의 상태와 특성이 나타나며, 이는 수학적 접근을 통해 예측 가능하다. 물질의 상태 변화와 화학 반응에 에너지가 출입하며, 에너지 출입으로 인한 화학변화를 예측하기 위해 열역학 함수를 활용한다. 다양한 가역 반응은 깁스 자유에너지 최저점에서 화학 평형에 도달한다. 반응 속도는 온도, 농도, 촉매에 영향을 받고, 반응경로에 따라 반응 차수가 달라진다 | |
|---------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 물질의 구조 | | <ul style="list-style-type: none"> 원자 오비탈 • 원소의 주기적 성질 • 화학결합과 에너지 루이스 구조 • 형식 전하와 공명 • 시그마 결합 파이 결합 • 혼성 오비탈과 분자 구조 • 탄화수소의 구조와 성질 |
| | 물질의 성질 | | <ul style="list-style-type: none"> 기체 분자 운동론 • 이상 기체 방정식 • 부분 압력의 법칙 이상 기체와 실제 기체 • 분자 간 상호 작용 • 고체 결정의 종류 용액의 농도 • 용해도에 영향 주는 요인 • 묽은 용액의 총괄성 |
| | 물질의 변화와 에너지 | | <ul style="list-style-type: none"> 엔탈피 • 헤스 법칙 • 엔트로피 • 깁스 자유 에너지 산화수와 산화환원 반응식 • 표준환원전위와 화학전지의 전위차 전위차와 깁스 자유 에너지 • 전기분해의 양적 관계 |
| | 물질의 변화와 화학 평형 | | <ul style="list-style-type: none"> 질량 작용 법칙과 평형 상수 • 깁스 자유 에너지와 화학 평형 • 상평형 용해도곱 상수 • 루이스 산 염기의 정의 • 산과 염기의 세기 중화 적정 • 완충 용액 • 반응 속도식 • 적분 속도식 반응 속도와 유효 충돌 • 반응 메커니즘 • 활성화 에너지와 촉매 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | | <ul style="list-style-type: none"> 문제 정의하기 가설 설정하기 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | | <ul style="list-style-type: none"> 결론 일반화하기 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | | <ul style="list-style-type: none"> 증거에 기반한 토론하기 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | | <ul style="list-style-type: none"> 과학의 심미적 가치 파악하기 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | | <ul style="list-style-type: none"> 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 과학 창의성 기르기 과학 활동의 윤리성 인식하기 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | | <ul style="list-style-type: none"> 안전·지속가능 사회에 기여하기 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 물질의 구조

- [12고화01-01] 오비탈은 전자의 에너지와 위치의 정보를 가진 함수임을 이해하고, 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.
- [12고화01-02] 전형 원소와 전이 원소에 속하는 원자의 바닥 상태의 전자 배치를 나타내고, 공통 점과 차이점을 비교할 수 있다.
- [12고화01-03] 다양한 화학 결합의 원리를 이해하고, 입자 간 거리와 에너지 관계를 설명할 수 있다.
- [12고화01-04] 루이스 구조식을 이용하여 형식 전하와 공명 구조를 나타내고, 분자의 안정성과 연관 지을 수 있다.
- [12고화01-05] 다중 결합에서 시그마 결합과 파이 결합의 정의를 이해하고, 결합 세기와 구조적 특징을 설명할 수 있다.
- [12고화01-06] 혼성 오비탈의 정의를 이해하고, 탄소화합물의 분자 구조를 혼성 오비탈로 설명할 수 있다.
- [12고화01-07] 포화 및 불포화 탄화수소의 이성질체를 이해하고, 구조식을 그려 비교할 수 있다.
- [12고화01-08] 탄화수소 유도체에서 다양한 작용기의 명칭을 알고, 일상생활 속에서 유용하게 쓰이는 탄소화합물에 호기심을 갖는다.

(가) 성취기준 해설

- [12고화01-01~08] 고등학교 통합과학 1 ‘물질과 규칙성’, 고등학교 화학 ‘원자와 분자의 세계’와 연계된다.
- [12고화01-01] 퍼동 함수의 유도 과정보다는 퍼동 함수 그래프가 갖는 의미를 해석하는 활동을 중심으로 다룬다.
- [12고화01-06] 탄화수소를 기본 예시로 제시하고, 다양한 탄소화합물로 확장할 수 있다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 탄화수소 유도체의 작용기의 특징을 산·염기 반응, 산화·환원 반응과 연결할 수 있도록 지도한다.

(2) 물질의 성질

[12고화02-01] 기체의 온도, 압력, 부피 사이의 관계를 기체 분자 운동론으로 이해하고, 온도에 따른 기체 분자의 속력 분포 변화를 설명할 수 있다.

[12고화02-02] 이상 기체 방정식을 이해하고, 혼합 기체의 부분 압력과 몰 분율의 관계를 설명할 수 있다.

[12고화02-03] 이상 기체와 실제 기체의 차이를 이해하고, 실제 기체의 비이상성을 설명할 수 있다.

[12고화02-04] 물질의 증기압, 끓는점, 표면 장력, 모세관 현상, 수소 결합의 정의를 이해하고, 다양한 분자 간 상호 작용으로 설명할 수 있다.

[12고화02-05] 고체의 단위세포 개념을 이해하고, 결정성 고체의 특징을 단위세포로 설명할 수 있다.

[12고화02-06] 다양한 농도 단위를 이해하고, 용해도에 영향을 미치는 요인을 설명할 수 있다.

[12고화02-07] 묽은 용액에서 나타나는 총괄성의 정의를 이해하고, 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투 현상을 이용한 예를 탐색한다.

(가) 성취기준 해설

- [12고화02-01~07] 고등학교 화학 ‘용액의 성질’, 물질과 에너지 ‘물질의 세 가지 상태’와 연계된다.
- [12고화02-03] 실제 기체를 해석하기 위한 다양한 상태 방정식을 제시하고, 이상 기체와는 다른 실제 기체의 특징을 탐구한다.
- [12고화02-06] 다양한 상(phase)에서의 용해도 곡선을 해석하여 용해도에 영향을 미치는 요인을 탐구한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 3D 모델링을 통해 다양한 결정성 고체의 구조를 디자인하고, 각 결정 구조의 단위세포 특징을 파악할 수 있도록 지도한다.

(3) 물질의 변화와 에너지

- [12고화03-01] 계의 내부 에너지를 열과 일로 나타내고, 에너지 보존 법칙을 설명할 수 있다.
- [12고화03-02] 엔탈피의 정의를 이해하고 헤스 법칙을 활용하여 다양한 화학 반응의 반응 엔탈피를 예측할 수 있다.
- [12고화03-03] 엔트로피의 정의를 이해하고 화학 변화에서 엔트로피 변화를 설명할 수 있다.
- [12고화03-04] 깁스 자유 에너지의 정의를 이해하고, 이를 활용하여 반응의 자발성을 예측할 수 있다.
- [12고화03-05] 산화 환원 반응에서 산화수 정의를 이해하고, 산화수 변화를 통해 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.
- [12고화03-06] 표준 환원 전위의 정의를 이해하고, 이를 활용하여 여러 가지 화학 전지의 전위차를 구할 수 있다.
- [12고화03-07] 표준 전지 전위차와 깁스 자유 에너지 관계를 이해하고, 다양한 화학 전지에 호기심을 갖는다.
- [12고화03-08] 전기분해의 원리를 산화 환원 반응으로 설명하고, 전기량과 생성물의 양적 관계를 예측할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고화03-01~08] 고등학교 통합과학 2 ‘변화와 다양성’, 고등학교 물질과 에너지 ‘열화학 반응’, 고등학교 화학 반응의 세계 ‘산화·환원의 응용’과 연계된다.
- [12고화03-03] 통계역학적 엔트로피의 접근보다는 열역학적 엔트로피 접근을 통해 화학 반응에서의 에너지 변화가 엔트로피에 영향을 받음을 다룬다.
- [12고화03-07] 부피가 변하지 않을 때의 일과 연관된 깁스 자유 에너지 개념으로 접근하여 전기화학 반응의 자발성을 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 내부 에너지와 엔탈피 정의를 다룰 때, 화학 반응에서 내부 에너지의 변화량보다는 엔탈피 변화량을 유용하게 사용하는 이유를 중심으로 논의할 수 있도록 지도한다.

(4) 물질의 변화와 화학 평형

- [12고화04-01] 질량 작용 법칙으로 평형 상수를 구하고, 반응 지수를 활용하여 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.
- [12고화04-02] 온도와 평형 상수와의 관계를 표준 깃스 자유 에너지 변화로 표현하고 화학 평형의 이동에 영향을 미치는 요인을 설명할 수 있다.
- [12고화04-03] 상평형과 용해 평형에 영향을 미치는 요인을 이해하고, 평형 상수로 표현할 수 있다.
- [12고화04-04] 루이스 산 염기 정의를 이해하고, 산 염기 평형을 이온화 상수로 표현할 수 있다.
- [12고화04-05] 약산과 약염기의 중화반응 시 특징을 이해하고, pH를 pKa 값으로부터 결정할 수 있다.
- [12고화04-06] 다양한 산·염기 중화 적정 곡선을 이해하고, pH 데이터를 통해 완충 용액의 원리에 호기심을 갖는다.
- [12고화04-07] 화학 반응의 속도에 영향을 미치는 요인을 이해하고, 아레니우스 식을 이용하여 반응 속도를 설명할 수 있다.
- [12고화04-08] 0, 1, 2차 반응의 적분 속도식을 이해하고, 반응 속도 예측에 활용할 수 있다.
- [12고화04-09] 유효 충돌의 의미를 이해하고, 온도와 농도 변화 시 반응 속도 변화를 충돌 이론으로 설명할 수 있다.
- [12고화04-10] 반응 메커니즘을 이해하고, 반응 속도 결정 단계를 설명할 수 있다.
- [12고화04-11] 다양한 촉매 정의를 이해하고, 촉매 사용에 따른 활성화 에너지 변화를 반응 메커니즘 변화로 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고화04-01~11] 고등학교 통합과학 2 ‘변화와 다양성’, 고등학교 화학 ‘역동적인 화학반응’, 고등학교 물질과 에너지 ‘화학 평형’, ‘반응 속도’, 고등학교 화학 반응의 세계 ‘산·염기 반응’과 연계된다.
- [12고화04-05] 산의 이온화 상수(K_a)로부터 유도되는 헨더슨-하셀바흐 식을 이용한 단순 계산은 지양하고, 중화적정 곡선 등의 실험 데이터를 해석하는 과정을 다룬다.
- [12고화04-10] 사전 평형, 정류 상태 근사는 다루지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 다양한 온도에서 물의 증기압력을 측정하여 물의 표준 증발 엔탈피 변화를 예측할 수 있도록 지도한다.

다. 고급 생명과학

고급 생명과학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘고급생명과학’은 생명과학에 흥미와 관심이 있는 과학계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점으로 교육과정을 이수하는 학생들이 심화된 수준의 생명과학의 학문적 체계와 내용을 학습하기 위한 과목이다. ‘고급생명과학’은 보다 전문적인 생명과학 개념을 이해하며, 생명과학의 주제에 대해 과학적으로 탐구능력과 태도를 함양하여 생명과학의 다양한 분야에 대한 이해를 바탕으로 진로를 선택하고 대학에서 관련 학문을 연구하는데 필요한 기본적인 능력을 기르는 데 중점을 둔다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘고급생명과학’의 내용은 생명과학을 관통하는 심화 개념을 바탕으로 생물의 구조와 에너지, 생물의 조절과 방어, 생명의 연속성, 생명공학기술과 미래에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원이 어우러져 구성되어 있다.

‘고급생명과학’의 생물의 구조와 에너지는 세포를 이루는 구성 분자, 광합성, 세포호흡을 다루고, 생물의 조절과 방어는 신경과 호르몬에 의한 항상성 조절, 면역을 다루며, 생명의 연속성은 DNA의 복제 과정, 유전자의 전사와 번역, 유전자의 발현조절 원리, 유전자의 발현과 발생을 다루고, 생명공학기술과 미래는 생명공학기술의 원리, 생명공학기술의 발달과 전망을 다룬다. ‘고급생명과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. ‘고급생명과학’의 4개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 학문적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

생명과학 분야의 학문 체계와 핵심개념을 이해하고, 생명과학 탐구를 바탕으로 학문적 흥미와 호기심을 가지고 올바른 자연관과 생명관을 기른다. 또한, 생명과학 탐구 능력을 함양하고 실제 자연과 일상생활에서 생명과학 관련 문제를 해결하는 과정에서 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 생명과학의 학문적 역량을 기른다..

■ 세부 목표

- 가. 생명현상에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 생명과학 관련 일상생활 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 생명과학의 탐구 방법을 이해하고 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 생명현상을 과학적으로 탐구하여 생명과학의 학문 체계와 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어(가칭) | | <ul style="list-style-type: none"> • 세포는 여러 거대물질로 구성되어 있으며, 광합성을 통해 빛에너지를 화학에너지로 전환하며, 세포호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다. • 우리 몸은 신경계와 내분비계의 작용으로 항상성을 유지하며, 선천적·후천적 면역 반응을 통해 병원체로부터 방어한다. • 유전 정보는 생명의 연속성을 제공하며, DNA를 통해 부모에서 자식에게로 전달된다. • 다세포 생명체는 선택적 유전자 발현을 통해 수정란으로부터 다양한 종류의 세포로 분화한다. • 생명공학기술은 보건, 연료, 식량 등 다양한 분야에서 인류 삶의 질 향상에 기여한다. |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 생물의 구조와 에너지 | <ul style="list-style-type: none"> • 세포의 구성 분자 • 광합성 • 세포 호흡 |
| | 생물의 조절과 방어 | <ul style="list-style-type: none"> • 신경과 호르몬에 의한 조절 • 면역 |
| | 생명의 연속성 | <ul style="list-style-type: none"> • DNA 복제 • 유전자의 전사와 번역 • 유전자의 발현 조절 • 유전자의 발현과 발생 |
| | 생명공학기술과 미래 | <ul style="list-style-type: none"> • 생명공학기술의 원리 • 생명공학기술의 발달과 전망 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 생물의 구조와 에너지

- [12고생01-01] 물 분자의 구조와 특성을 바탕으로 생명의 탄생과 구성에 필수적인 물의 성질과 연관 지어 설명 자료를 개발할 수 있다.
- [12고생01-02] 세포를 구성하는 탄소 화합물인 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산의 기능을 나타내는 분자 구조 모형을 제작할 수 있다.
- [12고생01-03] 비순환적 광인산화와 순환적 광인산화의 차이를 이해하고, 순환적 광인산화 과정의 의미를 조사하여 발표할 수 있다.
- [12고생01-04] 광합성을 통한 포도당 합성에서 중간 산물의 생성과 변화 과정을 밝힌 탐구 자료를 분석하여 켈빈 회로를 해석할 수 있다.
- [12고생01-05] 광호흡에 대한 의미를 이해하고 환경에 대한 적응의 측면에서 C3, C4, CAM 식물의 차이를 설명할 수 있다.
- [12고생01-06] 해당과정과 TCA회로에서 중간 산물의 생성과 변화 과정을 이해하고 해당과정의 속도 조절에 관여하는 주요 효소의 특징을 다양한 형태로 표현할 수 있다.
- [12고생01-07] 산화적 인산화에서 ATP 합성효소의 ATP 합성 과정에 관한 탐구 자료를 해석할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고생01-01~02] 세포를 구성하는 고분자 유기화합물의 종류와 기능을 분자구조를 바탕으로 다루고, 물의 생물학적 중요성 및 주요 특성을 설명할 수 있도록 한다.

- [12고생01-05] 광호흡의 의미와 광호흡이 일어나는 이유를 Rubisco의 특성과 관련지어 설명하고, C3 식물과 비교하여 C4 식물과 CAM 식물이 가지고 있는 광호흡 억제 기작을 이해하고 환경 적응 측면에서 해석하는 과정에서 지식정보처리 능력을 함양하도록 한다.
- [12고생01-06] 해당과정과 시트르산 회로가 다양한 물질대사경로들과 연결되어 있음을 이해하고 해당과정의 속도 조절에 관여하는 주요 효소가 다른 자리 입체성 조절을 통해 세포 호흡의 속도를 조절함을 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생01-07] 세포 호흡과 광합성의 전자 전달계와 화학 삼투를 비교하여 공통점과 차이점을 실험 자료를 통한 해석을 통해 설명하는 과정에서 지식정보처리와 협력적 소통 능력을 함양하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 물이 생명의 탄생과 구성에 필수적인 것을 이해하고 생태전환교육과 연계하여 지속가능한 발전을 위한 물 관리의 필요성을 이해할 수 있도록 한다.
- C3, C4, CAM 식물의 구체적인 사례와 생육 환경에 대한 정보를 함께 제공하여 각 식물들이 진화적으로 환경에 어떻게 적응하였는지 이해할 수 있도록 한다.

(2) 생물의 조절과 방어

- [12고생02-01] 항상성이 조절되는 원리를 이해하고 다세포 생물의 세포 간 신호 전달 방식을 모형으로 설명할 수 있다.
- [12고생02-02] 신경세포의 막전위 변화를 이온의 이동을 중심으로 이해하고 활동 전위의 전도에서 발생할 수 있는 문제점을 조사하여 발표할 수 있다.
- [12고생02-03] 시냅스에서의 흥분 전달 과정을 이해하고 시냅스후 전위의 생성과 시냅스후 전위의 합을 추론할 수 있다.
- [12고생02-04] 중추 신경계에서 시냅스 조절 및 신경가소성에 의해 학습과 기억이 일어나는 원리를 설명할 수 있다.
- [12고생02-05] 사람 호르몬의 종류와 기능을 알고 수용성 호르몬과 지용성 호르몬의 작용 경로를 나타내는 모형을 제작할 수 있다.
- [12고생02-06] 선천적 면역에 관여하는 요소와 세포의 기능을 바탕으로 선천적 면역과 후천적 면역을 차이를 설명하기 위한 자료를 제작할 수 있다.
- [12고생02-07] 림프구의 종류와 기능, 발달 과정을 이해하고 체액성 면역과 세포성 면역의 유기적 관계를 추론할 수 있다.
- [12고생02-08] 면역 관련 질병과 발병 기작에 관한 사례를 조사하고 면역 반응의 원리를 실생활에 활용할 수 있는 방안을 제안할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고생02-01] 신경계를 통한 신호 전달과 호르몬을 통한 신호 전달 방식의 공통점과 차이점을 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생02-02~03] 흥분 전도 과정에서 절대적 불응기와 상대적 불응기의 개념과 필요성을 이해하고 흥분 전달 과정에서 흥분성 시냅스후 전위, 억제성 시냅스후 전위, 시간 합, 공간 합의 개념을 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생02-05] 수용성 호르몬과 지용성 호르몬이 세포에서 작용하는 방식의 차이를 이해하고, 대표적인 호르몬의 종류와 기능을 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생02-08] 자가면역질환, 후천성 면역 결핍 등 면역계 관련 질병과 발병 메커니즘을 조사하고 면역 반응을 이용하여 질병을 진단하거나 치료할 수 있는 방법을 조사하여 발표할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 면역 반응의 특성에 따라 선천적 면역과 후천적 면역을 구분하지만 병원체로부터 인체를 효과적으로 보호하기 위해 두 면역 반응이 함께 연계되어 작용해야 함을 이해할 수 있도록 한다.

(3) 생명의 연속성

- [12고생03-01] 원핵세포와 진핵세포의 DNA 복제 과정의 차이를 이해하고 DNA 복제에 흥미와 호기심을 갖는다.
- [12고생03-02] DNA 복제 과정의 교정과 손상된 DNA의 수선 과정을 이해하고 설명 자료를 제작할 수 있다.
- [12고생03-03] 생명체의 전사 과정에 다양한 요소들이 작용함을 이해하고, 진핵생물 전사 과정의 특징을 원핵생물과의 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.
- [12고생03-04] 유전 암호를 실험적으로 증명한 과정을 조사하여 단백질 합성 과정을 나타내는 모형으로 나타낼 수 있다.
- [12고생03-05] 원핵 세포에서의 유전자 발현 조절 과정과 진핵 생물에서의 유전자 발현 조절 과정의 차이에 대해 토의하고 발표할 수 있다
- [12고생03-06] 다세포 생물에서 발생의 단계를 이해하고 유전자의 선택적 발현과 연관지어 추론할 수 있다.
- [12고생03-07] 세포질 결정인자와 형태형성인자에 의한 축형성 및 체절형성 과정을 이해하고 초파리 배아 발생 과정을 사례로 설명할 수 있다.
- [12고생03-08] 발생에 관여하는 유전자들이 진화적으로 연관되어 있음을 이해하고 호메오 유전자를 이용하여 진화적 연관성을 추론할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고생03-01~04] DNA의 복제 과정과 유전자의 발현 과정을 이해하고 원핵생물과 진핵생물의 유전자 발현 과정의 차이점을 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생03-02] DNA 복제 시 교정과 손상된 DNA의 뉴클레오타이드 절제 수선 과정에서 어떠한 요소(주형, 중합효소, 연결효소 등)들이 필요한지에 대해서 학습할 수 있도록 하되, 다양한 DNA 수선 과정의 종류와 구체적인 방법에 대해서는 다루지 않는다.
- [12고생03-03] 전사 인자, 인핸서, 절연인자(insulator) 등이 전사를 촉진 혹은 억제한다는 사실을 각 인자의 기능을 중심으로 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생03-05] 진핵생물에서 유전자 발현 조절에 대해 염색질 리모델링, 히스톤 코드, RNA 간섭 현상 등을 예시로 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생03-06~08] 유전자 발현 조절을 통한 발생 과정에서 세포의 분화와 기관 형성 과정을 이해하고 동물의 기본 구조가 형성되는 과정을 설명할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 초파리 축형성, 체절형성, 호메오 유전자의 순차적인 발현을 통해서 초파리 배아에서의 형태 형성 과정을 통합적으로 이해하고, 이러한 발생의 과정이 고등 생물에서도 나타남을 통해 진화적으로 서로 관련이 있음을 학습할 수 있도록 한다.

(4) 생명공학기술과 미래

- [12고생04-01] 세포와 조직을 배양하는 과정에서 염색체나 유전자를 인위적으로 조작할 수 있는 세포 공학 기술의 특징을 설명할 수 있다.
- [12고생04-02] 유전공학 기술에 활용되는 유전자 재조합 기술을 조사하여 원리를 설명하기 위한 발표자료를 제작할 수 있다.
- [12고생04-03] 다양한 분야에서 활용되는 생명공학기술을 비교하여 봄으로써 생명공학에 흥미와 호기심을 느낀다.
- [12고생04-04] 생명공학기술의 발달로 초래될 수 있는 윤리적, 사회적 문제점을 제시하고 이에 대한 자신의 견해를 근거를 들어 주장할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고생04-01] 핵이식, 줄기세포, 조직배양, 세포 융합 등과 같은 세포 공학 기술의 원리를 이해하고 이를 활용한 사례를 설명할 수 있도록 한다.
- [12고생04-03~04] 유전체 분석 자료를 통한 단백질체학, 생물정보학, 시스템생물학 등 최신 학

문의 연구방법을 이해하고 생명공학 발달에 따른 사회적, 윤리적 문제를 합리적으로 해결하는 방법을 토의하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 재조합 유전자를 만드는 전체적인 과정과 각 단계에 이용되는 물질, 기술 등을 통합적으로 이해할 수 있도록 한다. 또한 염색체 혹은 유전자를 인위적으로 조작하는 방법으로 형질전환 (Knock-in/out) 기술, CRISPR/Cas9와 같은 유전자 편집 기술 등의 사례를 소개하고, 이러한 기술이 유전학 및 생명공학 연구에서 어떻게 활용될 수 있는지를 학습할 수 있도록 한다.
- 다양한 생명공학기술들을 소개할 수 있도록 하되, 각 기술들이 현재 생명과학 및 의료 분야에서 어떻게 활용되고 있는지를 함께 학습할 수 있도록 한다.

라. 고급 지구과학

고급 지구과학

1. 성격과 목표

가. 성격

‘고급 지구과학’은 지구를 포함한 우주 공간에서 나타나는 현상에 대한 기본 개념을 바탕으로 지구과학적 탐구를 직간접적으로 체험하고 지구과학의 심화 개념과 탐구 능력을 충분히 활용하여 실생활에서의 문제해결 능력과 과학적 소양을 함양하기 위한 과목이다.

‘고급 지구과학’은 일반계 고등학교나 과학계열 고등학교에서 지구과학의 심화된 교육과정을 이수하는 학생을 위한 과목이므로 지구과학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 바탕으로 지구와 우주에 대한 현상을 통합적인 관점에서 파악할 수 있도록 고체 지구, 대기와 해양, 우주 영역에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 포괄할 수 있도록 구성하였다.

고체 지구 영역에서는 지구 내부의 구조, 지구의 구성 물질과 암석, 지구의 역사를 통해 지구시스템의 구성과 변화에 대한 내용을 다룬다. 대기와 해양 영역에서는 대기와 해양에 작용하는 힘, 대기의 성질과 운동, 해수의 성질과 운동, 대기와 해양의 상호 작용을 통해 유체 지구의 특징에 대한 내용을 다룬다. 우주 영역에서는 천구와 천체의 운동, 별의 특성과 항성 물리, 은하와 우주를 통해 천체 및 우주에 대한 전반적인 내용을 다룬다. 이러한 구성은 지구과학 소양을 기반으로 학습한 내용을 삶의 맥락에서 적용하여 복잡한 문제를 해결하는 역량을 갖추고 당면한 전 지구적 위기에 능동적으로 대응할 수 있도록 미래 핵심역량을 함양하는데 기여할 것이다.

‘고급 지구과학’에서는 심화된 지구과학 개념과 원리 및 탐구 중심의 학습을 통해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 상호보완적으로 연계하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. 이를 통해 첨단 과학기술이 요구하는 창의적 지식 생산과 더불어 변동성과 불확실성이 특징인 미래 사회에 대응할 수 있는 역량을 갖추으로써 과학적 소양을 함양할 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

지구시스템과 우주에 대한 탐구를 바탕으로 고체 지구, 대기와 해양, 우주 관련 핵심개념을 통합적으로 이해하여 학문적 흥미와 호기심을 가지고 지구시스템의 상호작용과 우주의 아름다움을 인식한다. 또한, 지구과학 분야의 다양한 연구 성과를 탐구하고 최신 연구 자료와 시사적인 내용을 통해 올바른 과학적 가치 판단 능력을 함양하며, 이를 토대로 실생활에서의 문제를 창의적으로 해결하는 역량과 민주 시민으로서 참여하는 자세 및 실천하는 과학적 소양을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 지구의 소중함과 우주의 아름다움을 인식하고 지구와 우주에서 나타나는 자연 현상을 통합적으로 이해하는 능력을 기른다.
- 나. 지구과학의 고체 지구, 대기와 해양, 우주 영역에 대하여 심화 및 발전된 핵심개념을 체계적으로 이해한다.
- 다. 지구와 우주를 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고 전 지구적으로 나타나는 문제를 파악하여 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 기른다.
- 라. 지구와 우주에 대한 문제를 해결하기 위한 공동체의 역할을 이해하고 민주 시민으로서의 참여와 실천을 통해 지속가능한 사회 유지에 기여한다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 지구 내부 구조와 상태는 지진과 역장 연구를 통해 알아낼 수 있고 지구 내부 에너지가 판을 움직이는 원동력이다. • 지각은 다양한 광물과 암석으로 구성되어 있고, 암석의 종류에 따라 조직이 다르게 나타난다. • 지구의 역사는 지층의 기록을 통해 연구하고 지구의 환경과 생물은 지질시대에 따라 변해왔다. • 대기와 해양에 작용하는 여러 가지 힘에 의해 바람과 해류가 발생한다. • 해수는 바람, 밀도 차 등 다양한 요인들에 의해 운동하고 순환한다. • 대기와 해양의 상호 작용 변화에 의해 전 지구적 기후변화가 초래된다. • 천체들의 운동에 의해 천구 상에서 다양한 현상이 나타난다. • 별은 다양한 물리량에 의해 분류되며 질량에 따라 내부구조 및 진화 경로가 달라진다. • 은하의 구조와 질량 분포는 별과 성간 물질을 연구하여 알아내고 우주는 다양한 은하로 구성되며 팽창하고 있다. | |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| | 범주 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 고체 지구 | • 지구 내부와 역장 • 고지자기와 판구조론 • 광물과 암석 • 지사 해석의 원리 • 지질시대와 한반도의 지체구조 |
| | 대기와 해양 | • 단열 변화 • 대기 안정도 • 대기와 해양에 작용하는 힘 • 대기의 순환 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 해수의 성질 • 해파와 해일 • 해양의 순환 • 기조력 • ENSO |
| | 우주 | <ul style="list-style-type: none"> • 구면좌표계 • 행성의 운동 • 별의 물리량 • 별의 진화 • 성간물질 • 우리은하의 구조와 질량 • 대폭발 우주 • 현대 우주론 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 고체 지구

- [12고지01-01] 지진파의 종류와 특성을 이해하고, 지진파 분석을 통해 지각의 두께, 지구 내부의 성층구조, 구성 물질 등을 설명할 수 있다.
- [12고지01-02] 중력보정과 중력 이상 등 지구의 중력장을 이해하고, 지구 자기장의 생성원리와 변화를 설명할 수 있다.
- [12고지01-03] 대륙 이동과 해저 확장을 지지하는 다양한 지질학적, 고지자기학적 증거와 연구 결과를 이용하여 판구조론을 이해하고, 판 경계에서의 특징과 지질 현상을 설명할 수 있다.
- [12고지01-04] 지진파 토모그래피를 이용하여 플룸의 운동과 판운동의 원동력을 이해하고, 지각열류량 분포를 통해 지구 내부에 축적된 에너지가 지구 변동의 원인임을 설명할 수 있다.
- [12고지01-05] 광물의 정의와 종류를 이해하고, 조암광물의 물리적 성질과 화학적 성질을 설명할 수 있다.
- [12고지01-06] 편광현미경의 원리를 이해하고 다색성, 간섭색, 소광 등 광물의 광학적 성질을 설명할 수 있다.
- [12고지01-07] 암석을 화성암, 변성암, 퇴적암으로 분류하는 기준을 이해하고 화성작용, 변성작용, 퇴적작용을 설명할 수 있다.

- [12고지01-08] 지사 해석의 원리를 통해 지층의 대비와 생성 순서 결정 방법을 설명하고, 방사성 동위 원소의 반감기를 이용하여 절대 연령을 구할 수 있다.
- [12고지01-09] 지질 연대표를 이용하여 지질시대의 구분 기준을 설명하고 지질 시대별 화석과 고생물의 특징을 발표할 수 있다.
- [12고지01-10] 지질시대의 변천에 따른 한반도 지체구조의 변화 과정을 이해하고, 한반도의 산출 화석을 통해 시대별 지층 분포를 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고지01-02~10] 고등학교 지구과학 ‘한반도의 암석과 지구의 역사’, 지구시스템과학 ‘지구 탄생과 지권의 형성’, ‘생동하는 지구’, 행성우주과학 ‘태양계 천체의 변화’ 단원과 연계된다.
- [12고지01-02] 우리나라의 중력 이상 자료를 제시하여 중력보정 과정을 이해할 수 있도록 한다.
- [12고지01-04] 다양한 지역의 지진과 토모그래피 자료를 제시하고 플룸의 거시적인 유동성을 해석할 수 있도록 한다.
- [12고지01-10] 한반도 주변의 판구조 환경을 이해하고, 시대별 암석 분포 자료를 이용하여 지체구조와 산출 화석을 연계하여 설명할 수 있다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 고지자기의 변화는 편각과 복각 변화 자료를 이용하여 과거 판의 위치와 이동 및 회전 양상을 탐구하는 수행평가를 실시할 수 있다.
- 암석의 종류와 화성작용, 변성작용, 퇴적작용에서는 지하자원의 종류와 분포에 대한 내용을 포함하여 다룬다.

(2) 대기와 해양

- [12고지02-01] 대기 중에 존재하는 수증기의 성질을 이해하고, 단열 변화를 통해 구름이 생성되는 과정을 설명할 수 있다.
- [12고지02-02] 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.
- [12고지02-03] 압력 경도력, 전향력, 원심력, 마찰력 등 대기와 해양에 작용하는 힘들을 설명할 수 있다.
- [12고지02-04] 대기에 작용하는 힘들의 균형 관계를 이해하고, 지균풍, 경도풍, 지상풍이 형성되는 과정을 설명할 수 있다.
- [12고지02-05] 대기 대순환의 형성과정과 특징을 이해하고 평균 자오면 순환, 행성파, 편서풍 파동,

제트류 등이 날씨의 변화에 끼치는 영향을 설명할 수 있다.

- [12고지02-06] 해수의 물리적, 화학적 성질을 이용하여 수괴의 특성을 이해하고, 해수 중에서 음과가 전달될 때의 특성을 설명할 수 있다.
- [12고지02-07] 해파의 발생 과정과 천해파, 심해파의 성질을 이해하고 해일이 발생하는 여러 가지 원인을 설명할 수 있다.
- [12고지02-08] 해수에 작용하는 힘들의 평형 관계를 이해하고, 지형류, 경도류, 에크만 수송이 형성되는 과정을 설명할 수 있다.
- [12고지02-09] 해수의 표층 순환과 심층 순환을 이해하고, 위도간 전향력의 변화에 따라 나타나는 서안강화현상을 설명할 수 있다.
- [12고지02-10] 기조력을 수식으로 표현하고 평형 조석론과 동역학적 조석론의 관점에서 조석 현상을 이해하며, 조석 마찰 개념으로 지구 자전의 변화를 설명할 수 있다.
- [12고지02-11] 대기와 해양의 상호 작용에 의해 나타나는 ENSO의 메커니즘을 이해하고, 엘니뇨와 라니냐 시기에 나타나는 전지구적 기후변화의 결과와 우리나라 기후변화에 대한 영향을 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고지02-01~11] 고등학교 지구과학 ‘대기와 해양의 상호작용’, 지구시스템과학 ‘해수의 운동’, ‘대기복사와 강수과정’, ‘대기의 운동과 날씨’ 단원과 연계된다.
- [12고지02-03] 대기와 해양에 작용하는 힘의 크기를 수식으로 유도하도록 한다.
- [12고지02-07] 중간수심파의 개념을 간단히 다루고 심해파와 천해파의 속도를 계산할 수 있다.
- [12고지02-10] 달과 태양에 의한 기조력의 크기를 유도하고 조석 진화의 결과 나타나는 현상을 추론할 수 있다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 정역학 평형으로부터 지균풍속을 계산하고 경도풍속과 지상풍속의 수식 계산은 다루지 않는다.
- 무조점의 개념은 다루지 않는다.

(3) 우주

- [12고지03-01] 시간계와 구면좌표계를 이해하여 천체의 위치 변화를 천구에 표현하고, 망원경과 검출기의 특성과 원리를 설명할 수 있다.
- [12고지03-02] 천구상에서 행성의 겉보기 운동을 이해하고 행성의 회합 주기와 공전 주기를 구하는 원리를 적용하여 행성의 공전 궤도 반경을 구할 수 있다.

- [12고지03-03] 연주시차, 분광시차, 주계열 맞추기, 세페이드 변광성의 주기-광도 관계 등을 이용하여 별까지의 거리를 구할 수 있다.
- [12고지03-04] 흑체 복사 법칙을 통해 별의 스펙트럼과 표면 온도, 광도와 등급, 색지수 등의 물리량을 이해하고, 별의 분광 분류에 따른 H-R도 상에서의 특징을 설명할 수 있다.
- [12고지03-05] 별의 질량에 따른 진화 과정을 H-R도와 관련지어 이해하고, 별의 내부 구조 변화를 설명할 수 있다.
- [12고지03-06] 별의 진화 과정에 따라 중심부에서 일어나는 핵융합 반응의 종류와 생성되는 에너지 양의 변화를 이해하고, 변광성, 밀집성, 특이성의 특징을 설명할 수 있다.
- [12고지03-07] 성간 소광과 적색화를 통해 알 수 있는 성간 티끌의 분포를 이해하고, 성간 기체의 계층적 구조에 의한 발광성운과 전리수소 영역을 설명할 수 있으며, 성간 분자운이 재사용되어 별이 생성되는 과정을 발표할 수 있다.
- [12고지03-08] 성단의 공간 분포와 21cm 수소선 관측 결과로부터 우리 은하의 구조를 이해하고, 태양 부근에 존재하는 항성의 운동과 은하의 속도 곡선으로부터 은하를 구성하는 물질 분포와 은하의 질량을 설명할 수 있다.
- [12고지03-09] 은하의 분류 기준 체계와 외부 은하의 크기, 질량-광도비 등의 일반적 특징을 이해하고, 활동 은하핵의 특성과 은하 병합의 결과를 설명할 수 있다.
- [12고지03-10] 허블-르메트르 법칙을 통해 허블 상수와 우주의 나이를 계산할 수 있으며, 대폭발 우주론에 의한 우주의 진화 과정과 대폭발 우주론을 지지하는 관측적 사실을 설명할 수 있다.
- [12고지03-11] 우주론적 원리를 통해 고전적 우주 모형으로부터 급팽창 우주와 가속팽창 우주 모형을 포함하는 현대 우주론이 정립되는 과정을 이해하고 표준 모형을 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12고지03-01~11] 고등학교 지구과학 ‘천체의 관측과 우주의 진화’, 행성우주과학과 연계된다.
- [12고지03-04] 흑체복사 법칙을 수식으로 유도하고 다양한 별의 물리량을 계산하도록 한다.
- [12고지03-08] 별의 시선 속도와 접선 속도 분포로부터 공간 운동을 이해하고 21cm 수소선 관측 자료를 이용하여 우리은하의 나선관 구조를 설명할 수 있다.
- [12고지03-10] 대폭발 핵융합과 우주배경복사가 대폭발 우주론을 지지하는 증거가 될 수 있음을 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 지평좌표계와 적도 좌표계만을 도입하고 좌표계간의 전환 과정은 다루지 않는다.
- 별의 거리를 측정할 수 있는 다양한 자료를 제시하고 모둠별 활동을 통해 서로 다른 별의 거리를 분석하는 과정을 토론할 수 있도록 한다.

마. 과학과제 연구

과학과제 연구

1. 성격과 목표

가. 성격

‘과학과제 연구’는 과학에 흥미와 관심이 있는 과학계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점으로 교육과정을 이수하는 학생들이 과학 기본 개념의 통합적인 이해 및 과학의 탐구 경험을 통하여 다양한 탐구 중심의 학습을 위한 과목이다. ‘과학과제 연구’에서는 토론과 조사를 거쳐 특정 과학과제를 선정하여 실험·실습을 수행하고 결론을 도출하여 보고서를 작성하는 일련의 연구 과정을 체험하도록 하여 과학기술 분야로 진로를 선택하고 대학에서 관련 학문을 연구하는 데 필요한 연구수행 능력을 기르는 데 중점을 둔다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘과학과제 연구’의 내용은 과학을 관통하는 심화 개념을 바탕으로 탐구하기 위해 과학 연구의 문제 탐색 및 선정, 과학 연구의 설계 및 결과 해석, 과학 연구의 결론 도출 및 공유에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원이 어우러져 구성되어 있다.

‘과학과제 연구’의 과학 연구의 문제 탐색 및 선정은 과학연구 방법론 및 연구 윤리, 문헌 조사 및 연구 주제 선정을 다루고, 과학 연구의 설계 및 결과 해석은 연구 설계, 자료 수집 및 결과 해석을 다루며, 과학 연구의 결론 도출 및 공유는 연구의 결론 도출, 연구 보고서 작성 및 발표를 다룬다. ‘과학과제 연구’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호 보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심아이디어에 도달할 수 있다. ‘과학과제 연구’의 3개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 학문적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

자연과 일상생활에서 경험하는 다양한 과학 현상들에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 연구 주제를 선정하여 실험 실습을 수행함으로써 과학연구능력을 함양한다. 과학연구 활동을 통해 개인과 사회의 다양한 실생활에서의 문제를 동료들과 협력하면서 과학연구능력을 함양하고 실제 자연과 일상생활에서 과학 관련 문제를 해결하는 과정에서 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 과학연구 역량을 기른다..

■ 세부 목표

- 가. 과학 현상에 흥미와 호기심을 가지고 자연과 일상생활에서 나타나는 다양한 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 과학연구 방법을 이해하고 자연과 일상생활의 문제를 과학적으로 연구하는 능력을 기른다.
- 다. 과학 현상을 과학적으로 연구하여 과학의 연구 방법을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학연구 방법론을 이해하고 연구 윤리의 중요성을 인식한다. • 과학연구 문제 선정, 연구 설계, 연구수행, 연구 결과에 대한 보고서 작성 및 발표 등을 통해 과학적 의사소통 능력을 함양한다. • 첨단 과학기술이 요구하는 미래사회에 대한 이해에 대응할 수 있는 창의적 지식 생산과 학문적 연구수행 역량을 함양한다. | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 과학 연구의 문제 탐색 및 선정 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학연구 방법론 및 연구 윤리 • 문헌 조사 및 연구 주제 선정 |
| | 과학 연구의 설계 및 수행 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구 설계 • 연구 수행 및 자료 수집, 자료 변환 |
| | 과학 연구의 결론 도출 및 공유 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구의 결과 해석 및 결론 도출 • 연구 보고서 작성 및 발표 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |

| | | |
|---------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 과학 연구의 문제 탐색 및 선정

- [12과연01-01] 토론과 조사를 통해 귀납적 연구 방법과 가설 연역적 연구 방법의 특징과 차이점을 설명할 수 있다.
- [12과연01-02] 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등의 과학 탐구 요소의 의미를 설명할 수 있다.
- [12과연01-03] 과학 연구의 윤리 규정의 중요성을 인식한다.
- [12과연01-04] 관심있는 연구 주제를 탐색하고 관련 자료를 찾아 구체적이고 독창적인 연구 주제를 선정할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12과연01-03] 과학연구의 윤리 규정을 설명하는 과정에서 규정을 포함하여 다양한 실제 예시들을 제시하고 토론하여 과학연구 윤리의 중요성과 의미를 체감할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 연구 주제 선정 시 학생이 주도적으로 주제를 선정할 수 있도록 하고, 탐구 여건이나 흥미도 등을 종합적으로 고려하여 선정할 수 있도록 한다.

(2) 과학 연구의 설계 및 수행

- [12과연02-01] 자료 및 문헌 조사를 통해 연구 주제와 관련 자료를 모을 수 있다.
- [12과연02-02] 연구 목적을 달성할 수 있는 탐구 방법과 내용을 설계하고 필요한 재료와 기기를 확보할 수 있다.
- [12과연02-03] 과학연구를 수행하여 자료를 수집하고 표, 그래프 등으로 변환할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12과연02-03] 과학연구 수행에서는 연구 일지를 작성할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 실험 결과를 표나 그래프로 전환할 때, 변인의 관계를 파악하고 가독성을 높이기 위한 형태로 작성하도록 한다.

(3) 과학 연구의 결론 도출 및 공유

- [12과연03-01] 자료를 해석하여 연구 문제 또는 연구 가설에 대한 해답을 검증할 수 있다.
- [12과연03-02] 연구 결과 해석을 바탕으로 동료들과 토론하며 연구 결론을 도출할 수 있다.
- [12과연03-03] 연구 결과를 과학연구 보고서 형식에 맞추어 보고서로 작성할 수 있다.
- [12과연03-04] 연구 결과를 구두 또는 포스터 형식으로 공개 발표할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12과연03-01] 연구 문제의 해답이나 연구 가설의 검증 시 문헌 조사를 병행하며, 추가적인 실험을 수행할 수 있도록 한다.
- [12과연03-03] 연구 보고서 작성 시 연구 윤리 규정을 참고하도록 하며, 참고 문헌 표기 방법을 숙지하여 명확히 표기하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 결론 도출할 시 참고 문헌을 토대로 논의할 수 있도록 하며, 결과와 결론의 차이를 인식할 수 있도록 한다.
- 연구 결과를 발표하는 자료를 제작할 때 SNS, 동영상 등을 포함한 다양한 형태로 발표 자료를 제작할 수 있도록 유도한다.

7. 과학계열 고등학교 융합 선택과목

가. 물리학 실험

물리학 실험

1. 성격과 목표

가. 성격

‘물리학 실험’은 역학, 전자기, 광학, 현대 물리와 관련된 다양한 주제의 실험을 설계하고 수행하여 물리 현상에 대한 이해를 심화하고 실생활에 응용할 수 있는 과학적 소양과 창의성을 함양하기 위한 과목이다.

‘물리학 실험’은 일반계 고등학교나 특수목적 고등학교에서 물리학의 심화된 교육과정을 이수하는 학생을 위한 과목이다. 따라서 물리학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 탐구 방법을 익히고 다양한 물리 현상을 통합적인 관점에서 파악할 수 있도록 물리 실험의 기초, 역학, 전자기학, 광학, 현대 물리 영역으로 나누고 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 포괄할 수 있도록 구성하였다.

물리 실험의 기초 영역에서는 표준화된 측정 도구를 사용하여 물리량을 측정하고 이 과정에서 발생하는 오차를 처리하는 방법을 다룬다. 역학 영역에서는 다양한 형태의 운동과 에너지를 분석하고, 열역학과 관련된 실험을 설계하고 수행한다. 전자기 영역에서는 전기장과 전위를 확인하고, 실험을 통해 여러 가지 전기 회로의 특성을 분석한다. 광학 영역에서는 파동의 다양한 성질을 확인하고, 거울, 렌즈, 슬릿 등을 이용하여 빛의 성질을 확인하는 실험을 수행한다. 현대 물리 영역에서는 광전 효과 실험을 통해 빛의 입자성을 확인하고, 원자의 구조를 밝혀내는 다양한 실험을 다룬다. 이 과정에서 첨단 고급 물리 실험 기기, 컴퓨터 활용 실험(MBL), 물리 시뮬레이션을 이용한 실험을 적극적으로 활용하여 복잡한 문제를 능동적이고 창의적으로 해결하는 미래 핵심역량을 함양할 수 있도록 한다.

‘물리학 실험’에서는 심화된 물리학 개념과 원리 및 탐구 중심의 학습을 통해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 상호보완적으로 연계하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. 이를 통해 첨단 과학기술이 요구하는 창의적 지식 생산과 더불어 변동성과 불

확실성이 특징인 미래 사회에 대응할 수 있는 역량을 갖출 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

물리 현상에 대해 흥미와 호기심을 가지고 다양한 개방적 탐구 및 문제 해결 과제들을 수행하여 독창적이고 자기 주도적인 물리 탐구 능력을 개발한다.

■ 세부 목표

- 가. 물리학 학습에 호기심과 흥미를 가지고 창의융합적으로 문제를 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 자연 현상 및 첨단 기술과 관련된 문제 해결에 활용된 물리학의 탐구 방법을 이해한다.
- 다. 물리 개념의 심화된 내용을 자연 현상의 탐구와 문제 해결에 적용한다.
- 라. 물리학 실험과 관련된 안전 및 윤리적 문제를 이해하고 적용한다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | | |
|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | | <ul style="list-style-type: none"> 물리량은 표준화된 측정 도구를 사용하여 측정하며, 실험에서는 오차가 발생한다. 물체의 운동과 에너지는 실험을 통해 분석할 수 있다. 열역학과 관련된 실험을 설계하여 수행한다. 전기장과 전위를 실험을 통해 확인한다. 실험을 통해 전자기 유도 현상을 확인한다. 여러 가지 전기 회로와 관련된 실험을 통해 회로의 특성을 분석한다. 파동의 다양한 성질을 실험을 통해 재현하고 확인한다. 거울, 렌즈, 슬릿 등을 이용한 실험을 통해 빛의 성질을 확인한다. 광전 효과 실험을 통해 빛의 입자성을 확인한다. 다양한 실험으로 원자의 구조를 알아낼 수 있다. | |
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 물리 실험의 기초 | | <ul style="list-style-type: none"> 측정과 오차 유효 숫자 실험 보고서 작성 실험 장비 사용법 컴퓨터와 센서의 활용 |
| | 역학 | | <ul style="list-style-type: none"> 빛면을 내려가는 물체의 운동 뉴턴의 운동 법칙 마찰력 측정 중력 가속도 측정 원운동 분석 단진자의 주기 운동 운동량의 보존 용수철 진자와 역학적 에너지 얼음의 융해열 측정 열의 일당량 측정 |
| | 전자기학 | | <ul style="list-style-type: none"> 등전위선 그리기 축전기와 전기 용량 옴의 법칙 내부 저항 회트스톤 브리지 자기장 속에서 전류가 받는 힘 유도 기전력 RL, RC 회로의 시간 상수 RLC 회로의 교류 특성 다이오드와 정류 회로 설계 |
| | 광학 | | <ul style="list-style-type: none"> 정상파와 공명 구면 거울에 의한 상의 형성 빛의 굴절과 전반사 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 볼록 렌즈에 의한 상의 형성 • 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭 • 빛의 회절 • 빛의 편광 현상 관찰 |
| | 현대 물리 | <ul style="list-style-type: none"> • 광전 효과 • 음극선의 성질 • 전하의 비전하 • 전자의 에너지 준위 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 물리 실험의 기초

- [12물실01-01] 측정 계기의 정확도와 정밀도를 이해하고, 오차의 원인과 종류, 오차의 전파를 설명할 수 있으며, 유효 숫자의 의미를 이해하고 적절하게 사용할 수 있다.
- [12물실01-02] 측정 자료와 실험 결과를 표와 그래프 등으로 적절하게 변환할 수 있으며, 실험 보고서의 구성과 형식을 이해하고 작성할 수 있다.
- [12물실01-03] 회로 시험기 등을 이용해 전압, 전류, 저항을 측정할 수 있다.
- [12물실01-04] 오실로스코프 장치의 사용법을 알고, 함수 발생기를 연결하여 파형을 분석할 수 있다.
- [12물실01-05] 컴퓨터와 각종 센서를 이용하는 실험을 수행하고 측정된 자료를 처리할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12물실01-01] 모든 실험은 측정에서 시작하며, 실험을 수행하면서 측정을 하면 측정 범위, 정밀도, 감도 등의 한계로 항상 오차가 발생하고 이를 고려하여 실험 결과를 해석하고 결론을 내리는 것은 필수적인 과정이라는 것을 이해하도록 한다.
- [12물실01-05] 운동 센서, 포토게이트, 힘 센서, 전압 센서, 전류 센서 등 다양한 종류의 센서를 활용하는 간단한 실험을 설계하여 수행하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 물리학 실험에서 측정은 가장 기본적인 역량이며 측정에서 오차를 분석하는 일은 매우 중요하다는 점을 이해하도록 한다.
- 오차 분석을 바탕으로 한 데이터 정리, 그래프, 표 등 자료 처리 등은 실험 보고서 작성에서 빠질 수 없다는 점을 설명한다.
- PBU 기반의 실험 장치, MBL 장치 등을 이용하여 물리 실험을 수행하는 기본적인 방법을 익힐 수 있도록 지도한다.

(2) 역학

- [12물실02-01] 시간에 따른 물체의 속도와 가속도를 측정하여 등가속도 직선 운동을 해석할 수 있다.
- [12물실02-02] 일정한 크기의 힘이 물체에 작용할 때 질량과 가속도 사이의 관계를 실험으로 확인할 수 있다.
- [12물실02-03] 두 물체 사이의 접촉면의 성질에 따른 마찰력의 크기를 실험을 통해 비교할 수 있다.
- [12물실02-04] 실험을 통해 중력 가속도를 측정할 수 있다.
- [12물실02-05] 원운동 하는 물체의 구심력과 관련된 물리량을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실02-06] 진자의 주기에 영향을 주는 요인을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실02-07] 두 물체가 접촉하고 있다가 서로 밀어서 떨어질 때 총 운동량이 보존됨을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실02-08] 용수철 진자 실험을 통해 역학적 에너지가 보존됨을 확인할 수 있다.
- [12물실02-09] 열량계를 이용해 얼음의 용해열을 측정하고, 물의 상태 변화에 따른 온도 변화를 설명할 수 있다.
- [12물실02-10] 줄의 실험 장치를 이용하여 열의 일당량을 측정할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12물실02-04] 자유 낙하하는 물체와 포물선 운동하는 물체의 운동을 분석하여 중력 가속도를 측정한다.
- [12물실02-05] 원운동의 주기를 측정할 수 있고 원운동의 주기와 구심력, 반지름과의 관계를 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 학생들이 역학과 관련된 다양한 실험을 직접 설계하고 측정하고 결과를 정리하는 과정을 통해 역학에 대한 개념을 확립하도록 한다.
- 역학 실험에서는 PBU와 MBL 기반의 실험 장치 등을 적극적으로 활용하여 학생들이 흥미

를 갖고 탐구할 수 있도록 한다.

- 얼음의 용해열을 측정할 때 온도계 대신 정확한 실험을 위해 MBL 온도 센서를 사용하여 시간에 따른 온도 그래프를 얻을 수 있도록 한다.

(3) 전자기학

- [12물실03-01] 회로 시험기를 이용하여 다양한 전하 분포에 의한 등전위선을 그릴 수 있다.
- [12물실03-02] 간이 축전기를 만들어 두 극판 사이의 거리 및 면적에 따른 전기 용량의 변화를 측정할 수 있다.
- [12물실03-03] 전압, 전류, 저항 사이의 관계를 알아보는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.
- [12물실03-04] 건전지 내부 저항의 크기를 측정하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.
- [12물실03-05] 휘트스톤브리지를 이용하여 미지 저항체의 전기 저항 값을 측정할 수 있다.
- [12물실03-06] 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘의 크기와 방향에 영향을 주는 요인을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실03-07] 코일에 발생하는 유도 기전력의 크기와 방향에 영향을 주는 요인을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실03-08] RC, RL 직렬 회로에서 시간 상수를 측정하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.
- [12물실03-09] RLC 회로의 특성을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실03-10] p-n 접합 다이오드의 정류 특성을 실험을 통해 확인하고 정류 회로를 만들 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12물실03-01] 긴 직선 도선 사이의 등전위선과 전기력선의 실험 결과로부터 평면 전하 사이의 등전위면과 전기력선으로 사고를 확장한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 학생들이 실험을 통해 전자기 현상을 종합적으로 이해하고 스스로 응용하는 능력을 키울 수 있도록 다양한 실험으로 구성한다.
- 전자기 실험에서는 PBU와 MBL 기반의 실험 장치 등을 적극적으로 활용하여 정확하고 정밀한 측정을 할 수 있도록 한다.

(4) 광학

- [12물실04-01] 정상파와 공명 현상이 일어나는 조건을 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실04-02] 구면 거울에 의해 상이 형성되는 원리를 실험을 통해 확인할 수 있다.
- [12물실04-03] 빛이 매질의 경계면에서 굴절하는 현상을 관찰하여 매질의 굴절률을 구하고 전반사의 조건을 찾을 수 있다.
- [12물실04-04] 볼록 렌즈와 오목 렌즈에 의한 상을 관찰하여 렌즈 방정식을 도출할 수 있다.
- [12물실04-05] 레이저를 이용해 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭 현상을 관찰하고, 간섭 무늬에 대한 공식을 이용하여 빛의 파장을 구할 수 있다.
- [12물실04-06] 단일 슬릿, 다중 슬릿 등에 의한 무늬가 슬릿의 폭, 슬릿의 간격, 빛의 파장에 따라 어떻게 나타나는지 실험을 통해 측정하고 변인 관계를 수식으로 표현할 수 있다.
- [12물실04-07] 편광에 의해 나타나는 현상을 실험을 통해 확인할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12물실04-01] MPU 기반의 음파발생장치와 공기 기동 공명 실험 장치를 이용한 실험을 수행하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 빛의 파동적 성질을 보여주는 다양한 실험을 수행하여, 빛 현상을 포함한 주변의 여러 자연 현상을 파동 이론으로 스스로 해석하고 비판할 수 있는 능력을 배양하도록 한다.

(5) 현대 물리

- [12물실05-01] 광전 효과 실험을 통해 빛의 세기와 광전류 세기 사이의 관계를 확인하고 빛의 입자성을 설명할 수 있다.
- [12물실05-02] 음극선 실험을 통해 음극선의 성질을 설명할 수 있다.
- [12물실05-03] 균일한 자기장 속에 있는 전자의 운동을 통해 전자의 비전하를 측정할 수 있다.
- [12물실05-04] 원자 내부의 전자가 특정한 에너지 준위를 가지고 있음을 실험을 통해 확인할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12물실05-04] 실험 결과를 활용하여 프랑크-헤르츠 실험의 과학사적인 의의를 토의하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 실험을 통해 현대 물리의 중요 실험 중 일부를 수행함으로써, 수업에서 배우는 20세기의 양자 물리학 이론에 친숙해질 수 있도록 한다.

나. 화학 실험

화학 실험

1. 성격과 목표

‘화학 실험’은 21세기를 살아가는 데 필요한 핵심역량과 민주 시민으로서 갖추어야 할 화학 소양을 함양하기 위한 과목으로, 진로 선택 과목을 이수한 학생을 대상으로 한다. ‘화학 실험’은 인류 문명의 발전과 우리 삶의 질 향상에 기여해 온 물질 탐구 과정과 지식에 대한 통합적 이해를 바탕으로 학생들이 화학에 대한 호기심과 흥미를 갖고, 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 화학 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 능력을 길러 화학 관련 진로 설정에 필요한 역량 함양에 중점을 둔다.

‘화학 실험’은 일반계 고등학교 일반 선택과목인 ‘화학’, 진로 선택과목인 ‘물질과 에너지’, ‘화학 반응의 세계’의 내용과 연계된다. 특수 목적 고등학교 진로 선택과목인 ‘고급 화학’의 내용과는 밀접히 연계되어 화학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 학습하여 물질 현상을 통합적인 관점에서 이해할 수 있도록 구성한다.

‘화학 실험’은 일반계 고등학교나 특수목적 고등학교에서 화학의 심화된 교육과정을 이수하는 학생을 위한 과목이다. 화학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 바탕으로 물질의 변화 현상을 통합적인 관점에서 이해할 수 있도록 각 실험의 영역을 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원으로 아울러 구성한다.

‘화학 실험’은 화학 실험의 기초, 물질의 성질, 화학반응, 탄소화합물의 합성과 특성의 4개 영역으로 구성된다. ‘화학 실험의 기초’ 영역에서는 데이터를 수집하고 처리하는 방법, 다양한 기구 및 기자재의 활용법을 습득하고 설계한 실험에 알맞은 도구를 활용하는 방법을 다룬다. ‘물질의 성질’ 영역에서는 물질의 세 가지 상태에 대한 이해를 바탕으로 두 가지 이상의 혼합물을 분리하는 다양한 실험 방법, 용액의 총괄성을 이용하여 용액을 구성하는 용질과 용매의 특성 파악하는 실험을 다룬다. ‘화학 반응’ 영역에서는 화학평형에 대한 이해를 바탕으로 산·염기 반응과 산화·환원 반응의 전반을 다룬다. ‘탄소화합물의 합성과 특성’ 영역에서는 다양한 탄화수소의 구조와 성질에 대한 이해를 바탕으로 탄화수소를 분석하고 합성하여 분석하는 방법을 다룬다.

‘화학 실험’에서는 심화된 화학 개념과 원리 및 탐구 중심의 학습을 통해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 상호보완적으로 연계하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. 이를 통해

첨단 과학기술이 요구하는 창의적 지식 생산과 더불어 변동성과 불확실성이 특징인 미래 사회에 대응할 수 있는 역량과 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

▣ 총괄 목표

화학 현상에 대한 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 자연 현상 속의 규칙성을 발견한다. 화학의 핵심 개념에 대한 이해를 바탕으로 다양한 탐구와 문제해결 과제를 수행하여 화학과 관련된 문제를 창의적이고 자기 주도적으로 해결하는 과학적 소양과 역량을 기른다.

▣ 세부 목표

- 가. 화학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 자연 현상 및 첨단 과학기술과 관련된 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 화학의 탐구 방법을 이해하고 자연 현상 및 일상생활과 관련된 문제를 과학적이고 창의적으로 탐구하려는 능력을 기른다.
- 다. 화학에서 현재 연구되고 있는 분야를 이해하고, 책임 있는 민주시민이 갖추어야 할 과학적 소양과 역량을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 화학자들은 여러 가지 실험 도구를 사용하여 물질의 성질과 변화를 측정함으로써 원자, 분자 수준의 미시 세계의 규칙성을 탐구한다. • 기체, 액체, 고체의 성질을 설명하는 기본 법칙은 혼합물을 분리하여 얻은 순수한 물질을 탐구함으로써 얻어진다. • 열역학과, 반응 속도론적 탐구는 화학적 변화의 방향성과 속도를 설명하고 예측하게 한다. • 화학자들은 분자 구조와 물질의 성질 사이의 관계를 탐구하고, 특정 성질을 갖는 물질을 합성하여 이를 일상생활 및 산업에서 유용하게 활용한다. | |
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 화학실험의 기초 | • 데이터 처리 · 여러 가지 도구의 특징과 사용법 · 첨단기자재 사용법 |
| | 물질의 성질 | • 물질의 세 가지 상태와 특징 · 혼합물의 분리 · 묽은 용액의 성질 |
| | 화학 반응 | • 화학변화와 반응열 측정 · 화학평형 · 산·염기 평형 · 산화·환원 반응 · 반응속도 |
| | 탄소화합물의 합성과 특성 | • 탄화수소의 성질과 합성 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 화학 실험의 기초

- [12화실01-01] 유효숫자 처리 원칙을 이해하고 이를 바탕으로 측정값과 계산값을 적절하게 표현할 수 있다.
- [12화실01-02] 여러 가지 부피 측정 도구의 특징과 사용 시 유의점을 익히고, 상황에 맞는 부피 측정 도구를 선택하여 실험에 활용할 수 있다.
- [12화실01-03] 여러 가지 질량 측정 도구의 특징을 비교하고 각각의 사용법을 익혀 상황에 맞는 질량 측정 도구를 선택하여 실험에 활용할 수 있다.
- [12화실01-04] 온도, pH미터 등 다양한 센서의 원리를 이해하고 사용법을 익혀 실험에 활용할 수 있다.
- [12화실01-05] 여러 가지 가열 기구의 특징을 비교하고 각각의 사용법을 익혀 상황에 맞는 가열 기구를 선택하여 실험에 활용할 수 있다.
- [12화실01-06] 다양한 침단기자재의 원리를 이해하고, 침단기자재를 통해 얻은 데이터를 분석해보고 침단기자재를 활용한 자신만의 창의적인 실험 과정을 고안해 본다.
- [12화실01-07] 여러 가지 농도의 개념을 알고, 필요한 농도의 용액을 제조할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12화실01-01~07] 고등학교 통합과학1 '과학의 기초', 고등학교 화학 '용액의 성질', 고등학교 고급 화학 '물질의 성질'과 연계된다.
- [12화실01-01] 단순 계산 활동을 지양하고, 실제 측정 기구의 측정 한계와 유효 숫자 규칙을 연관

시킨다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 각 학교에서 접근 가능한 첨단기자재를 중심으로 수업을 구성한다.

(2) 물질의 성질

- [12화실02-01] 원소의 스펙트럼을 관찰하여 얻은 정보를 바탕으로 원자 오비탈의 에너지 준위가 양자화되어 있음을 설명할 수 있다.
- [12화실02-02] 분자량을 아는 기체의 질량과 부피를 측정하여 기체 상수를 도출하고, 알려진 값과 차이가 발생한 원인에 대해 토론하여 실험 방법을 개선할 수 있다.
- [12화실02-03] 이상 기체 방정식을 활용하여 미지 기체의 분자량을 측정할 수 있는 실험을 설계·수행함으로써 이론을 바탕으로 미지 세계를 밝히는 과학의 즐거움을 느낀다.
- [12화실02-04] 3D 모델링을 통해 단순 입방, 체심 입방, 면심 입방, 육방 밀집 결정 구조를 만들고, 각 결정 격자 단위 세포의 특징을 설명할 수 있다.
- [12화실02-05] 다양한 여과법을 이해하고 필요한 장치를 꾸며 혼합물을 분리할 수 있다.
- [12화실02-06] 추출의 원리를 이해하여 혼합물을 분리하고, 분배 계수를 이용하여 효과적 추출 방법을 설명할 수 있다.
- [12화실02-07] 회전 증발 농축기를 사용하여 추출한 혼합 용액에서 용매를 제거하여 특정 성분을 얻을 수 있다.
- [12화실02-08] 재결정과 분별 결정의 원리를 이해하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- [12화실02-09] 다양한 종류의 크로마토그래피 원리를 이해하고, 이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- [12화실02-10] 분별 증류의 원리를 이해하고, 이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- [12화실02-11] 여러 가지 액체의 증기압을 측정하고, 그 차이를 분자 간 상호 작용의 크기로 설명할 수 있다.
- [12화실02-12] 증기압 내림을 관찰하고, 그 이유를 열역학 관점에서 설명할 수 있다.
- [12화실02-13] 어는점 내림 원리를 이용하여 비휘발성 수용성 고체의 화학식량을 구하는 실험을 설계하고 수행할 수 있다.
- [12화실02-14] 용액의 삼투압을 측정하여 고분자 물질의 화학식량을 구할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12화실02-01~14] 고등학교 화학 ‘원자와 분자의 세계’, ‘용액의 성질’, 고등학교 물질과 에너지 ‘물질의 세 가지 상태’, 고등학교 고급 화학 ‘물질의 구조’, ‘물질의 성질’과 연계된다.
- [12화실02-07] 회전 증발 농축기 사용 시 흡 후드와 같은 환기 시설이 갖추어지지 않는 경우 휘발성이 강하고 유독한 용매는 사용하지 않는다.
- [12화실02-09] 다양한 크로마토그래피 중 각 학교에서 접근 가능한 크로마토그래피를 선택하여 수업을 구성할 수 있다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 용액의 총괄성은 이상 용액에 가까운 묽은 용액에서 선형 관계가 나타나는 까닭에, 실제 실험 데이터는 양의 편차나 음의 편차를 보이므로, 실제 용액에 편차가 나타나는 이유에 대한 해석을 수업 활동으로 구성하여 진행할 수 있도록 한다.

(3) 화학반응

- [12화실03-01] 여러 가지 화학 반응의 반응열을 측정하여 헤스 법칙이 성립함을 확인하고, 반응 엔탈피를 포함한 열화학 반응식을 나타낼 수 있다.
- [12화실03-02] 농도, 온도, 압력 변화에 따른 평형 이동 현상을 관찰하고 평형상수를 구함으로써 화학평형과 수학적 규칙성의 연관성에 호기심을 갖는다.
- [12화실03-03] 중화 적정 실험을 수행하여 미지 산의 농도를 구함으로써 과학적 문제 해결 방식의 즐거움을 느낀다.
- [12화실03-04] 산화 환원 적정의 원리를 이용하여 미지의 수용액 농도를 구함으로써 과학적 문제 해결 방식의 즐거움을 느낀다.
- [12화실03-05] 산화·환원 반응을 이용하여 화학 전지를 꾸미고 기전력을 좌우하는 요인을 설명할 수 있다.
- [12화실03-06] 전기 분해를 통해 두 전극에서 생성되는 물질의 양을 측정하고 이론 값과 비교할 수 있다.
- [12화실03-07] 초기 반응 속도를 측정하는 실험을 통하여 반응 속도식과 반응 차수를 구할 수 있다.
- [12화실03-08] 농도, 온도, 촉매가 반응 속도에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험을 설계할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12화실03-01~08] 고등학교 물질과 에너지 ‘열화학 반응’, ‘화학 평형’, ‘반응 속도’, 고등학교 화학 반응의 세계 ‘산·염기 반응’, ‘산화·환원 반응의 응용’, 고등학교 고급 화학 ‘물질의 변화와 에너지’, ‘물질의 변화와 화학 평형’과 연계된다.
- [12화실03-06] 두 전극에서 생성되는 물질의 양을 단순 계산하는 활동을 지양하고, 실험을 통해 얻을 수 있는 물질의 양에 대한 가설을 설정하고 탐구하는 활동을 중심으로 다룬다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 평형 상수 측정 시 분광 광도계를 대체할 수 있는 센서, 피지컬 컴퓨팅 등을 활용할 수 있다.

(4) 탄소화합물의 합성과 특성

[12화실04-01] 여러 가지 탄화수소의 서로 다른 성질을 관찰하고, 그 이유를 분자 구조 관점에서 설명할 수 있다.

[12화실04-02] 여러 가지 알코올의 산화 실험을 수행하고, 생성물을 확인하기 위한 실험을 설계할 수 있다.

[12화실04-03] 다양한 탄화수소 유도체의 반응을 관찰하고 작용기의 특성과 관련지어 설명할 수 있다.

[12화실04-04] 비누를 제조하고, 그 원리를 설명할 수 있다.

[12화실04-05] 벤젠, 나프탈렌 등 방향족 탄화수소의 구조와 성질을 설명할 수 있다.

[12화실04-06] 아스피린을 합성하고, 합성 화학이 인류 문명에 미친 영향에 대해 토론한다.

(가) 성취기준 해설

- [12화실04-01~06] 고등학교 화학 '원자와 분자의 세계', 고등학교 화학 반응의 세계 '산화·환원 반응', '고등학교 고급 화학 '물질의 구조, '물질의 변화와 에너지'와 연계된다.
- [12화실04-02] 벤젠, 나프탈렌은 휘발성과 유독성이 있으므로 시약을 직접 다루는 활동을 지양하고, 분자 모델링 활동을 통해 구조와 성질을 설명한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 비누화 반응은 시간이 다소 소요되므로 pH 확인은 다음 시간에 확인할 수 있다.

다. 생명과학 실험

생명과학 실험

1. 성격과 목표

가. 성격

‘생명과학 실험’은 생명과학에 흥미와 관심이 있는 과학계열 고등학교 학생이나 일반계 고등학교에서 과학 과목 중점으로 교육과정을 이수하는 학생들이 심화된 수준의 생명과학의 학문적 체계와 내용을 탐구하기 위한 과목이다. ‘생명과학 실험’은 보다 전문적인 생명과학 개념을 이해하며, 생명과학의 주제에 대해 과학 탐구능력과 태도를 함양하여 생명과학의 다양한 분야에 대한 이해를 바탕으로 진로를 선택하고 대학에서 관련 학문을 연구하는 데 필요한 기본적인 능력을 기르는 데 중점을 둔다.

미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회이다. 이러한 더불어 살아가는 창의적인 사람을 육성하기 위해 ‘생명과학 실험’의 내용은 생명과학을 관통하는 심화 개념을 바탕으로 탐구하기 위해 생물의 구조와 에너지, 자극과 반응, 생명의 연속성과 다양성, 환경과 생태계, 생명공학에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원이 어우러져 구성되어 있다.

‘생명과학 실험’의 생물의 구조와 에너지는 현미경의 구조와 원리, 삼투와 수분퍼텐셜, 조직과 기관, 효소의 특성, 광합성, 세포호흡, 발효를 다루고, 자극과 반응은 동물과 식물의 반응을 다루며, 생명의 연속성과 다양성은 세포 분열, 수정과 발생, 염색체, 유전 원리, 진화, 생물의 채집과 분류를 다루고, 환경과 생태계는 개체군과 군집을 다루며, 생명공학은 생명공학 연구방법, 유전체 탐구를 다룬다. ‘생명과학 실험’에서는 다양한 탐구 중심의 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심아이디어에 도달할 수 있다. ‘생명과학 실험’의 5개 영역과 관련된 지식·이해와 가치·태도를 함양하기 위한 과학과 과정·기능을 체험함으로써 행위 주체로서 갖추어야 할 학문적 소양을 기를 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

생명과학 분야의 학문 체계와 핵심개념을 이해하고, 생명과학 탐구를 바탕으로 학문적 흥미와 호기심을 가지고 올바른 자연관과 생명관을 기른다. 또한, 생명과학 탐구 능력을 함양하고 실제 자연과 일상생활에서 생명과학 관련 문제를 해결하는 과정에서 이공계열 분야의 진로를 선택할 때 필요한 생명과학 실험 역량을 기른다..

■ 세부 목표

- 가. 생명현상에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 생명과학 관련 일상생활 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 생명과학의 탐구 방법을 이해하고 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 생명현상을 과학적으로 탐구하여 생명과학의 학문 체계와 핵심 개념을 이해한다.
- 라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> • 생명 시스템은 기본 단위인 세포로부터 생태계에 이르기까지 체계적으로 구성되어 있으며, 체계를 유지하고, 성장·번식하기 위해 에너지와 물질이 필요하다. • 생명체는 자극에 반응하여 항상성과 생명시스템을 유지한다. • 유전 정보는 생명의 연속성을 제공하며, 변이는 생물이 환경에 적응하며, 진화하는 데 영향을 준다. • 생물은 서로 상호작용하며 살아가고 생태계를 구성하는 환경과도 끊임없이 서로 영향을 주고받는다. • 생명공학 연구 성과는 다양한 분야에서 인류 복지와 삶의 질 향상에 기여하고 있다. | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 생물의 구조와 에너지 | • 현미경의 구조와 원리 • 삼투와 수분퍼텐셜 • 조직과 기관 • 효소의 특성 • 광합성 • 세포 호흡 • 발효 |
| | 자극과 반응 | • 동물의 반응 • 식물의 반응 |
| | 생명의 연속성과 다양성 | • 세포 분열 • 식물의 수분 • 수정과 발생 • 염색체 • 유전 원리 • 진화 • 생물의 채집 및 분류 |
| | 환경과 생태계 | • 개체군 • 군집 |
| | 생명공학 | • 생명공학 연구방법 • 유전체 탐구 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |

| | | |
|---------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 자료 수집·분석 및 해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 생물의 구조와 에너지

| | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| [12생실01-01] | 광학현미경으로 플라크톤을 관찰하여 동물성 플라크톤과 식물성 플라크톤으로 구분할 수 있다. |
| [12생실01-02] | 주사전자현미경의 구조와 원리를 이해하고 현미경을 사용하여 선명한 상을 찾을 수 있다. |
| [12생실01-03] | 삼투 현상에 의한 원형질 분리를 관찰하고 원형질 분리도를 구할 수 있다. |
| [12생실01-04] | 삼투압과 수분퍼텐셜의 의미를 이해하고 실험을 통해 삼투압을 측정할 수 있다. |
| [12생실01-05] | 삼투 현상에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 탐구 활동을 설계하고 수행할 수 있다. |
| [12생실01-06] | 식물의 다양한 조직과 기관을 관찰하고 구조와 기능을 관련지어 설명할 수 있다. |
| [12생실01-07] | 무척추동물과 척추동물을 구성하는 각 기관의 위치, 구조, 기능을 관련지어 추론할 수 있다. |
| [12생실01-08] | 효소의 반응속도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 실험을 설계하여 수행할 수 있다. |
| [12생실01-09] | 광합성 속도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 실험을 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다. |
| [12생실01-10] | 환경 요인에 따른 세포 호흡의 속도를 측정하는 실험을 설계하여 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다. |
| [12생실01-11] | 효모의 발효에 영향을 미치는 요인을 변인으로 실험을 설계하고 결과를 바르게 해석할 수 있다. |
| [12생실01-12] | 혈액 내 적혈구가 차지하는 비율을 측정하는 실험을 통해 산소호흡에 필요한 산소의 운반에 적혈구가 갖는 이점을 추론하고 관련 내용을 조사하여 의사소통할 수 있다. |

(가) 성취기준 해설

- [12생실01-01~02] 주사현미경과 광학현미경 사용법을 바탕으로 세포 및 다양한 생물을 관

찰하도록 한다.

- [12생실01-03~05] 삼투 현상의 관찰을 바탕으로 삼투 개념을 이해하도록 하고, 이를 바탕으로 실험을 설계하고 수행하도록 한다.
- [12생실01-08~09] 온도와 pH에 따른 효소 작용의 변화를 실험을 통하여 확인하고, 광합성 속도, 호흡 속도에 영향을 미치는 여러 가지 요인에 관하여 실험하고 결론을 도출할 수 있도록 한다.
- [12생실01-12] 혈액을 원심 분리하여 혈액에서 적혈구가 차지하는 비율을 측정하고 의미를 설명할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 수분퍼텐셜의 개념을 이해하고 무게나 부피 변화 측정과 추세선을 활용하여 삼투압을 측정 (Constant volume method) 할 수 있으며, 용액의 농도 변화 관찰(차르다코프법)을 통해서도 삼투압 측정 실험을 수행할 수 있다.
- 현장에서 척추동물을 직접적으로 해부하기 어려우므로 VR, AR 등의 기술을 활용한 애플리케이션을 통해 간접적으로 체험할 수 있도록 한다.
- 혈액내 적혈구 비율 측정 실험에서 혈액 원심분리기 대신 종이원심분리기를 통해서도 동일한 실험을 진행할 수 있다. 또한, 병원에서 건강을 진단하는 데 이용되는 다양한 혈액 내 수치들을 제시하여 각 수치가 의미하는 바가 무엇인지 함께 학습할 수 있도록 지도한다.

(2) 자극과 반응

[12생실02-01] 물리·화학적 자극에 대해 동물이 보이는 반응을 관찰하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.

[12생실02-02] 식물의 굴중성과 굴광성을 확인하는 실험을 설계하여 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12생실02-01] 사람과 다른 동물이 여러 가지 자극에 반응하는 것을 실험을 통해 확인하고 신호 전달 경로와 자극과 반응의 관계를 일반화할 수 있도록 한다.
- [12생실02-02] 식물이 자극에 반응하는 것을 확인할 수 있는 실험을 설계, 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 자극과 반응을 확인할 수 있는 다양한 실험 방법을 설계하여 수행해 볼 수 있도록 한다.

(3) 생명의 연속성과 다양성

- [12생실03-01] 체세포 분열과 감수 분열을 관찰하여 세포 분열 단계를 바르게 해석하고 각 단계의 특징에 관해 의사소통할 수 있다.
- [12생실03-02] 속씨식물의 꽃가루관 발아 과정을 관찰하고, 수분 과정을 창의적으로 표현할 수 있다.
- [12생실03-03] 초파리의 초기 발생 과정을 관찰하고 각 시기별 특징을 구분하여 설명할 수 있다.
- [12생실03-04] 닭의 발생 과정에 관한 영구 프레파라트를 관찰하고 시기별 특징을 다양한 형태로 표현할 수 있다.
- [12생실03-05] 초파리의 침샘염색체를 현미경을 통해 관찰하고 침샘염색체와 일반염색체의 차이를 설명할 수 있다.
- [12생실03-06] 야생형 초파리와 구별되는 다양한 돌연변이 형질을 찾아내고 차이점을 설명할 수 있다.
- [12생실03-07] 초파리 교배 실험을 통해 멘델 유전법칙을 확인하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- [12생실03-08] X 염색체 연관 유전의 원리를 알아보는 교배 실험을 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- [12생실03-09] 가계 조사와 통계 조사를 통해 사람 유전 형질의 유전 원리를 설명할 수 있다.
- [12생실03-10] 진화적 관점에서 대립유전자의 빈도 변화를 알아볼 수 있는 모의실험을 설계하고 수행할 수 있다.
- [12생실03-11] 생물체의 구조와 기능을 진화의 관점에서 이해할 수 있는 사례를 조사하여 창의적으로 발표할 수 있다.
- [12생실03-12] 생물을 채집하여 표본을 제작하고 생물을 동정하여 분류할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12생실03-01] 세포 분열의 단계를 관찰하기 위한 실험 방법의 절차가 어떠한 의미를 갖는지에 대해 학습할 수 있도록 한다.
- [12생실03-09] 사람의 유전 형질을 연구하기 어려운 이유를 이해하고 가계도 분석과 통계 분석 등의 연구 필요성을 설명할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 초파리의 초기 발생은 리포터 유전자가 삽입된 돌연변이를 이용하면 X-gal 염색법을 이용하여 확인할 수 있다. 돌연변이 초파리를 이용한 실험은 「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률(제15868호) 시행령·시행규칙」에 따라 LMO 연구시설로 신고하고 LMO 관리대장을 작성해야 하며, 실험 후 번식능력을 완전히 제거하기 위해 멸균, 소각, 화학적 방법 등의 불활성화 조치후 폐기해야한다. 더 이상 관련 실험을 하지 않을 때는 연구시설 폐쇄 신고를 하

는 등 관련 법규에 관한 숙지가 필요하다.

- 닭의 발생 과정 관련하여 1~3일차의 초기 발생 과정 이후 시기의 닭 발생 과정을 유정란을 부화시켜 확인하는 실험은 지양하고, 닭 발생 영구프레파라트를 이용하여 관찰한다.
- 초파리 교배는 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 활용하여 진행할 수도 있다. 초파리 교배 실험에서 교배의 예상 결과를 이론적으로 예측해 보고, 실제로 얻은 결과와 이론적으로 예측한 값의 차이가 발생하는 경우 그 원인에 대해서 탐색해 볼 수 있도록 한다.

(4) 환경과 생태계

[12생실04-01] 방형구법을 이용하여 식물 군집의 특성을 파악하고 우점종을 판별할 수 있다.

[12생실04-02] 곤충 군집 조사 방법을 이해하고 함정(pit-fall) 트랩을 이용하여 곤충 군집을 조사할 수 있다.

[12생실04-03] 여러 생태계에서 생물 요소와 비생물 요소를 조사하고, 생물과 환경 사이의 상호 작용을 예를 들어 설명할 수 있다.

[12생실04-04] 단세포 생물 배양 등을 통해 개체군의 성장 곡선을 표현할 수 있다.

[12생실04-05] 동물 개체군에 영향을 주는 생물 요소와 비생물 요소를 추론할 수 있다.

[12생실04-06] 환경오염 물질이 식물의 성장에 미치는 영향을 조사하고 환경보전을 위한 실천 방안을 제안할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12생실04-04] 단세포 생물을 배양하여 개체군의 성장 곡선을 구하고 개체군에 영향을 주는 환경 요인을 찾아 모델화할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 주변의 생물을 채집할 때 과도한 채집으로 인해 주변 생태계에 영향을 주지 않도록 지도한다.
- 식물의 성장에 영향을 미칠 수 있는 다양한 환경 요소에 대해 탐색하도록 하고, 이러한 요인들이 식물의 성장에 어떠한 영향을 미치는지를 확인할 수 있는 실험을 설계해 볼 수 있도록 한다.
- 이 단원에서는 생태전환교육과 연계하여 인류의 생태적, 사회적 상황에 대한 인식을 바탕으로 문제 해결을 위한 전 과정에 참여하는 자질과 태도를 기르도록 한다.

(5) 생명공학

- [12생실05-01] 동물 세포 배양 관련 최신 연구를 조사하고 동물 세포를 계대 배양할 수 있다.
- [12생실05-02] 식물 조직 배양이 활용되는 분야를 조사하고, 식물 조직 배양 실험을 수행할 수 있다.
- [12생실05-03] 세포에서 DNA를 추출하는 실험을 수행하고 실험 과정의 각 단계가 어떤 의미가 있는지 추론할 수 있다.
- [12생실05-04] 전기영동의 원리를 이해하고 DNA 전기영동 실험을 수행하고 결과를 해석할 수 있다
- [12생실05-05] 제한 효소의 종류가 다양함을 이해하고, 제한 효소의 기능을 확인하는 실험을 설계하여 수행할 수 있다.
- [12생실05-06] 대장균 형질전환 실험을 수행하고, 형질전환 여부를 판단에 대해 토론할 수 있다.
- [12생실05-07] 유전자를 증폭하는 실험을 수행하고 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- [12생실05-08] 생물정보학의 연구 방법을 이용하여 유전체 분석이 인간의 질병 치료에 기여할 수 있는 부분을 조사하여 창의적으로 발표할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12생실05-03~07]의 성취기준을 분절적으로 학습하기보다는 DNA 재조합의 일반적인 실험 방법과 절차에 대해 통합적으로 학습할 수 있도록 해야 한다.
- [12생실05-06] 대장균 형질 전환 실험 후 형질 전환이 적절히 이루어졌는지 확인하는 방법을 함께 학습할 수 있도록 한다.
- [12생실05-07] PCR 실험의 수행뿐만 아니라 PCR 기법의 원리 및 이에 활용되는 다양한 시약들의 역할에 대해서 학습할 수 있도록 한다.
- [12생실05-08] 인간 유전체 정보를 확인할 수 있는 다양한 데이터베이스를 이용하고, 유전체 정보의 의미와 활용 방안에 대해 토론할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 세포주 배양 실험이나 대장균 형질 전환 실험은 「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률(제15868호) 시행령·시행규칙」에 따라 LMO 연구시설로 신고하고 LMO 관리대장을 작성해야 하며, 실험 후 번식능력을 완전히 제거하기 위해 멸균, 소각, 화학적 방법 등의 불활성화 조치후 폐기해야한다. 더 이상 관련 실험을 하지 않을 때는 연구시설 폐쇄 신고를 하는 등 관련 법규에 관한 숙지가 필요하다. LMO법에 부합하는 실험실 환경을 구비하지 못한 경우 대장균 형질 전환 실험 대신 플라스미드를 포함하고 있는 야생형 대장균을 배양하고 플라스미드 추출 키트를 이용하여 대장균 내 플라스미드를 추출하는 실험을 진행할 수 있다.
- DNA 추출과 전기영동, 제한 효소의 기능 확인, 형질 전환 실험, 유전자 증폭 실험은 개별적으로 진행할 수도 있지만, 세포 혹은 대장균으로부터 DNA를 추출하여 확인하고, 추출한 DNA의 염기 서열을 토대로 적절한 제한 효소를 선택하여 처리하거나, DNA 형질전환 및 유전자 증폭 등의 실험에 활용하는 등의 방식으로 각 성취기준을 연계하여 학습할 수 있다.

라. 지구과학 실험

지구과학 실험

1. 성격과 목표

가. 성격

‘지구과학 실험’은 지구를 포함한 우주 공간에서 나타나는 현상에 대한 기본 개념을 바탕으로 지구과학적 탐구를 직간접적으로 체험하고 고급 지구과학의 심화 개념과 탐구 능력을 충분히 활용하여 실생활에서의 문제해결 능력과 과학적 소양을 함양하기 위한 과목이다.

‘지구과학 실험’에서는 ‘지구과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하기 위해 시·공간적으로 밀접하게 관련된 지구시스템과 우주에 대한 현상을 통합적으로 인식하고, 올바른 과학적 가치 판단 능력과 객관적 탐구 태도를 갖추어 개인과 사회, 인류가 직면한 문제를 해결하기 위해 민주시민으로서 참여하고 실천하는 역량을 기르는 데 중점을 둔다.

‘지구과학 실험’은 특수목적 고등학교 융합 선택과목인 ‘고급 지구과학’의 지식과 실천을 확장하여 미래 사회를 살아가는데 필요한 역량을 함양하고, 고등학교 일반 선택과목인 ‘지구과학’, 진로 선택과목인 ‘지구시스템과학’ 및 ‘행성우주과학’과 연계된다.

‘지구과학 실험’은 일반계 고등학교나 특수목적 고등학교에서 지구과학의 심화된 교육과정을 이수하는 학생을 위한 과목이므로 지구과학 분야의 전공과목을 이수하는데 필요한 지식 및 탐구 방법을 바탕으로 지구와 우주에 대한 현상을 통합적인 관점에서 파악할 수 있도록 고체 지구의 탐구, 대기와 해양의 탐구, 우주의 탐구 영역에 대해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 포괄할 수 있도록 구성하였다.

고체 지구의 탐구 영역에서는 지구 내부의 구조, 지구의 구성 물질과 암석, 지구의 역사를 통해 지구시스템의 구성과 변화에 대한 내용을 다룬다. 대기와 해양의 탐구 영역에서는 대기와 해양에 작용하는 힘, 대기의 성질과 운동, 해수의 성질과 운동, 대기와 해양의 상호 작용을 통해 유체 지구의 특징에 대한 내용을 다룬다. 우주의 탐구 영역에서는 천구와 천체의 운동, 별의 특성과 항성 물리, 은하와 우주를 통해 천체 및 우주에 대한 전반적인 내용을 다룬다. 이러한 구성은 지구과학 소양을 기반으로 학습한 내용을 삶의 맥락에서 적용하여 복

잡한 문제를 해결하는 역량을 갖추고 당면한 전 지구적 위기에 능동적으로 대응할 수 있도록 미래 핵심역량을 함양하는데 기여할 것이다.

‘지구과학 실험’에서는 심화된 지구과학 개념과 원리 및 탐구 중심의 학습을 통해 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’의 세 차원을 상호보완적으로 연계하여 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있다. 이를 통해 첨단 과학기술이 요구하는 창의적 지식 생산과 더불어 변동성과 불확실성이 특징인 미래 사회에 대응할 수 있는 역량을 갖추으로써 과학적 소양을 함양할 수 있을 것이다.

나. 목표

■ 총괄 목표

지구시스템과 우주에 대한 개념 중심 탐구를 바탕으로 고체 지구, 대기와 해양, 우주 관련 핵심 개념을 통합적으로 이해하여 학문적 흥미와 호기심을 가지고 지구의 소중함과 우주의 아름다움을 인식한다. 또한, 지구과학 분야의 다양한 연구 성과를 탐구하고 최신 연구 자료를 중심으로 실제 실험 및 시뮬레이션을 수행하는 과정을 통해 올바른 과학적 가치 판단 능력을 함양하며, 이를 토대로 실생활에서의 문제를 창의적으로 해결하는 역량과 민주 시민으로서 참여하는 자세 및 실천하는 과학적 소양을 기른다.

■ 세부 목표

- 가. 지구의 소중함과 우주의 아름다움을 인식하고 지구와 우주에서 나타나는 자연 현상을 통합적으로 이해하는 능력을 기른다.
- 나. 지구과학의 고체 지구, 대기와 해양, 우주 영역에 대하여 심화 및 발전된 핵심 개념과 연계된 탐구 및 실험 활동 능력을 배양한다.
- 다. 지구와 우주를 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고 전 지구 나타나는 문제를 파악하여 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 기른다.
- 라. 지구와 우주에 대한 문제를 해결하기 위한 공동체의 역할을 이해하고 민주 시민으로서의 참여와 실천을 통해 지속가능한 사회 유지에 기여한다.

2. 내용 체계와 성취기준

가. 내용 체계

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 아이디어 | <ul style="list-style-type: none">• 지진파와 역장 연구를 통해 지구 내부 구조와 상태를 탐구한다.• 편광 현미경으로 드러나는 조직에 따라 화성암, 변성암, 퇴적암으로 구분한다.• 지층의 기록을 통해 지질시대 동안 지구 환경과 생물의 변천을 밝혀낸다.• 압력경도력, 전향력 등과 같이 바람과 해류를 발생시키는 여러 가지 힘을 영향과 결과를 탐구한다.• 기상 위성 사진, ARGO 자료 등을 분석하여 대기와 해양의 변화와 상호작용의 결과 등을 탐구한다. |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | <ul style="list-style-type: none"> • 천체들을 좌표계에 나타내고, 천구 상에 나타나는 다양한 현상을 천체들의 운동으로 설명한다. • 별은 다양한 물리량에 따라 분류되며, 별의 질량에 따라 내부구조 및 진화 경로가 달라진다. • 별과 성간 물질을 연구하여 은하의 구조와 질량 분포를 알아낸다. | |
|---------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 범주 | | 구분 | 내용 요소 |
| [지식·이해] | 고체 지구의 탐구 | | <ul style="list-style-type: none"> • 지구타원체와 지오이드 • 진앙과 진원의 위치결정 • 지구 중력 측정과 중력 보정 • 편광 현미경과 박편관찰 • 고지자기와 인도 대륙의 이동 경로 구하기 • 암석의 절대 연령 측정 • 주향과 경사의 측정 • 지질도 작성과 해석 |
| | 대기와 해양의 탐구 | | <ul style="list-style-type: none"> • 단열선도 작성과 해석 • 전향력 시뮬레이션 • 일기도 작성 및 분석 • 기상 위성 사진 해석 • 대기 대순환 시뮬레이션과 해석 • 천해파 속도 • 조석 자료 분석 • 수온과 염분의 자료 분석 • 해수면 경사와 해류 |
| | 우주의 탐구 | | <ul style="list-style-type: none"> • 지평 좌표계와 적도 좌표계 • 인공위성과 원격 탐사 • 천체 망원경 조작법 • 천체 사진 촬영법 • 달과 행성 관측 • 별의 스펙트럼 관측 • 변광성 측정법 • H-R도 작성 • 쌍성의 질량 계산 • 은하 회전 곡선을 이용한 질량 구하기 |
| [과정·기능] | 문제 인식 및 탐구 설계 | | <ul style="list-style-type: none"> • 문제 정의하기 • 가설 설정하기 • 탐구 설계하기 |
| | 자료 수집·분석 및 해석 | | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도구를 사용한 자료 수집 및 변환하기 • 다양한 관점의 자료 해석과 평가하기 • 수학과 컴퓨터를 활용한 문제해결하기 • 모형 개발과 활용하기 |
| | 결론 도출 및 일반화 | | <ul style="list-style-type: none"> • 결론 일반화하기 • 문제 해결방안 적용하기 |
| | 의사소통과 협업 | | <ul style="list-style-type: none"> • 증거에 기반한 토론하기 • 증거에 기반하여 논리적으로 설명하기 • 합리적 의사결정하기 |
| [가치·태도] | 과학 가치 | | <ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 파악하기 • 과학 유용성 인식하기 |
| | 과학 태도 | | <ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 갖기 • 과학 창의성 기르기 • 과학 활동의 윤리성 인식하기 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 갖기 |
| | 참여와 실천 | | <ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여하기 • 과학 문화 향유하기 |

나. 성취기준

(1) 고체 지구의 탐구

[12지실01-01] 지구 타원체 개념으로 지구의 모양과 크기를 이해하고, 인공위성 실측 자료를 이용하여 지오이드의 형태를 그릴 수 있다.

[12지실01-02] 지진 연보의 자료를 이용하여 진앙의 위치와 진원 깊이를 결정하고 지각의 두께를 계산할 수 있다.

- [12지실01-03] 다양한 방법으로 지구의 중력을 측정하고 관측 지점의 고도와 질량 분포를 고려하여 중력을 보정하는 방법을 설명할 수 있다.
- [12지실01-04] 고지자기 자료를 이용하여 여러 대륙의 이동 속도와 이동 경로 변화를 설명할 수 있다.
- [12지실01-05] 판 경계에 작용하는 힘의 특성을 파악하여 각 경계에서 일어나는 현상을 설명하고, 해저 확장에 따른 지자기 분포 이상과 연계하여 판구조론을 설명할 수 있다.
- [12지실01-06] 광물의 물리적 성질과 화학적 성질을 이용하여 여러 가지 종류의 광물을 분류할 수 있다.
- [12지실01-07] 화성암, 변성암, 퇴적암을 관찰하고 분류하여, 암석의 성인과 생성 환경을 설명할 수 있다.
- [12지실01-08] 편광 현미경 사용법을 익히고 간섭색, 굴절률, 소광 현상 등을 살펴보며 관찰 결과는 스케치나 사진과 함께 기재하고 이를 해석할 수 있다.
- [12지실01-09] 지사학의 해석 원리를 적용하여 층서를 준비하고 이를 통하여 상대 연대를 결정할 수 있다.
- [12지실01-10] 방사성 동위 원소의 반감기를 이용한 절대 연령 측정 원리를 이해하고, 자료를 해석하여 암석의 절대 연령을 계산할 수 있다.
- [12지실01-11] 지질 시대별 주로 우리나라에서 산출되는 화석을 관찰하고 고생물의 생존 당시 서식 환경을 추론하여 설명할 수 있다.
- [12지실01-12] 클리노미터를 이용하여 지층의 주향과 경사를 측정할 수 있다.
- [12지실01-13] 지질도의 작성 요소를 이해하고, 노선 지질도를 분석하여 평면 지질도를 작성할 수 있으며, 지층의 경사와 두께를 해석할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12지실01-01~13] 고등학교 지구과학 ‘한반도의 암석과 지구의 역사’, 지구시스템과학 ‘지구탄생과 지권의 형성’, ‘생동하는 지구’, 행성우주과학 ‘태양계 천체의 변화’ 단원과 연계된다.
- [12지실01-07] 암석 표본과 함께 학교 주변의 암석을 직접 관찰하고 분류할 수 있도록 한다.
- [12지실01-11] 우리나라에서 산출되는 화석의 표본을 제시하고 생존 환경을 모듈별 토론 활동을 통해 추론할 수 있도록 한다.
- [12지실01-13] 실제 지층에서의 주향과 경사를 측정하고 노선 지질도에서 주향과 경사를 분석하는 과정을 이해하도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 편광 현미경을 이용한 광물의 광학적 성질 관찰은 미지의 암석 박편에서 나타나는 광물의 특징을 관찰하여 암석을 추론하는 수행평가를 실시할 수 있다.
- 다양한 반감기를 가진 동위원소를 이용하여 절대 연령을 구하는 탐구 활동을 수행한다.

(2) 대기와 해양의 탐구

- [12지실02-01] 기압과 수증기량의 관계를 이해하고, 혼합비와 비습 등의 개념을 적용하여 수증기량을 계산할 수 있다.
- [12지실02-02] 단열선도의 구성 요소를 이해하고, 단열선도에서 상승응결고도(LCL), 대류응결고도(CCL), 자유대류고도(LFC)를 구할 수 있다.
- [12지실02-03] 서로 다른 시기의 고도에 따른 기온과 이슬점 온도 분포 자료를 통해 구름의 생성 높이를 구하고 대기 안정도를 설명할 수 있다.
- [12지실02-04] 전향력 효과를 이해할 수 있는 시뮬레이션 자료를 찾아보고, 전향력의 영향을 받는 물체의 운동 경로를 설명할 수 있다.
- [12지실02-05] 지상 일기도와 상층 일기도를 해석하여 지권풍속과 경도풍속을 비교할 수 있다.
- [12지실02-06] 대기 대순환을 이해할 수 있는 시뮬레이션 자료를 찾아보고, 대기 대순환과 평균 자오면 순환으로 설명할 수 있는 현상을 찾아 발표할 수 있다.
- [12지실02-07] 다양한 해역의 ARGO 자료를 분석하여 해수의 성질을 설명할 수 있다.
- [12지실02-08] 조파 실험 장치를 이용하여 해일이 발생하는 원리를 이해하고, 천해파의 성질을 설명할 수 있다.
- [12지실02-09] 해양의 밀도 구조를 통해 해수면과 수온 약층의 경사를 이해하고 해류의 속도를 계산할 수 있다.
- [12지실02-10] 열 염분 순환을 확인할 수 있는 실험을 설계하고 이를 통하여 열 염분 순환의 원리를 설명할 수 있다.
- [12지실02-11] 다양한 지역의 조석 자료를 분석하여 조석의 유형을 이해하고, 평형 조석론과 동역학적 조석론의 개념으로 조석 현상을 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12지실02-01~11] 고등학교 지구과학 ‘대기와 해양의 상호작용’, 지구시스템과학 ‘해수의 운동’, ‘대기복사와 강수과정’, ‘대기의 운동과 날씨’ 단원과 연계된다.
- [12지실02-02] 실제 측정 자료를 이용하여 단열선도에서 수증기량과 관련된 요소를 판단하는 실습을 통해 단열선도를 이해하도록 한다.
- [12지실02-06] 대기 대순환과 평균 자오면 순환을 설명할 수 있는 동영상 자료를 찾아 모듈별 토론 활동을 통해 자료를 공유할 수 있도록 한다.
- [12지실02-10] 수온과 염분 조건을 달리하여 밀도가 서로 다른 수괴가 섞이기 어렵다는 사실을 파악할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 디지털·AI 소양 함양과 관련하여 특정 해양의 ARGO 데이터를 수집하여 해양의 성질을 분석하는 수행평가를 실시할 수 있다.
- 조파 실험 장치는 시뮬레이션 실험으로 진행할 수 있다.

(3) 우주의 탐구

- [12지실03-01] 천구의를 이용하여 구면 좌표의 원리를 이해하고 천체의 위치를 표현할 수 있다.
- [12지실03-02] 천체관측 프로그램을 이용하여 아날렘마, 행성의 겉보기 운동 등을 시뮬레이션할 수 있다.
- [12지실03-03] 시간계를 정의하는 다양한 방법을 이해하고, 태양의 위치 변화 자료를 이용하여 시태양시, 평균 태양시, 균시차의 개념을 설명할 수 있다.
- [12지실03-04] 인공위성의 고도 변화와 공전 주기 등을 이용하여 케플러 법칙을 이해하고, 행성의 질량을 계산할 수 있다.
- [12지실03-05] 천체 망원경을 조작하여 천체를 관측하고 망원경의 성능을 이해하여 관측 시스템의 분해능, FOV, 행성의 크기 등을 계산할 수 있다.
- [12지실03-06] 달표면 관측 자료를 이용하여 크레이터의 크기와 높이를 계산할 수 있다.
- [12지실03-07] 태양의 흑점의 관측 자료를 분석하여 흑점군 분류, 상대 흑점수, 흑점 주기를 구하고, 태양의 위도에 따른 자전주기를 구할 수 있다.
- [12지실03-08] 주계열 맞추기와 세페이드 변광성의 주기-광도 관계 등을 이용하여 우리은하에 속한 천체와 외부은하에 속한 천체까지의 거리를 계산할 수 있다.
- [12지실03-09] 분광기를 이용하여 태양과 별의 스펙트럼을 관측하고, 흑체 복사 법칙을 이용하여 별의 스펙트럼과 물리량을 비교할 수 있다.
- [12지실03-10] 차등측광법의 원리를 이해하고 측광계의 기기등급을 통해 표준등급과 색지수를 구할 수 있다.
- [12지실03-11] 다양한 성단의 측광 자료를 이용하여 성단의 H-R도를 작성하고 성단의 특징을 비교할 수 있다.
- [12지실03-12] 성간 티끌에 의한 성간 소광과 색초과의 관계를 이해하고, 색초과를 고려하여 별의 거리를 계산할 수 있다.
- [12지실03-13] 우리은하에 존재하는 다양한 구상 성단의 공간 분포 자료를 분석하여 우리은하의 중심을 찾을 수 있다.
- [12지실03-14] 다양한 외부은하의 관측 자료를 이용하여 은하 중심으로부터의 거리에 따른 회전 속도 양상을 분석하고 은하의 질량을 구할 수 있다.
- [12지실03-15] 허블-르메트르 법칙을 이용하여 우주의 크기와 나이를 계산하는 과정을 유도하고 최신 연구 결과를 통하여 우주 팽창에 대하여 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12지실03-01~15] 고등학교 지구과학 ‘천체의 관측과 우주의 진화’, 행성우주과학과 연계된다.
- [12지실03-03] 항성시, 태양시, 지방시, 태음시의 정의와 차이점을 설명할 수 있도록 한다.
- [12지실03-06] 학교 장비를 이용하여 광학계의 FOV를 계산한 후, 직접 촬영한 천체관측 자료를 분석하는 탐구 활동을 수행한다.
- [12지실03-09] 디지털·AI 소양 함양과 관련하여 스마트폰 어플리케이션을 이용하여 별의 스

펙트럼을 분석할 수 있도록 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려사항

- 태양 관측시에는 반드시 태양 관측 필터를 사용하고, 태양표면 격자를 활용하여 흑점 자료를 분석한다.