

고등학교

# 동 과학1

심규철

이기영

손정우

최원호

배미정 박재용

소영무 이봉우

신재성

양현우

전화영

황남주

## 고등학교 과학과 교육과정은 어떻게 구성되어 있을까요?

### 핵심 아이디어

#### 지식·이해

운동과 에너지, 물질, 생명,  
지구와 우주, 과학과 사회

#### 과정·기능

문제 인식 및 가설 설정, 탐구 설계 및 수행,  
자료 수집·분석 및 해석, 결론 도출 및 일반화,  
의사소통과 협업

#### 가치·태도

과학 가치, 과학 태도,  
참여와 실천

### 공통

통합과학1, 통합과학2,  
과학탐구실험1, 과학탐구실험2

### 선택

물리학, 화학, 생명과학, 지구과학

### 선택

역학과 에너지, 전자기와 양자, 물질과 에너지,  
화학 반응의 세계, 세포와 물질대사, 생물의 유전,  
지구시스템과학, 행성우주과학

### 선택

과학의 역사와 문화, 기후변화와 환경생태,  
융합과학 탐구

## 말

미래 사회는 첨단 과학 기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제 해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회입니다. 통합과학1과 통합과학2는 미래사회에 대응하는 과학적 소양, 디지털 소양, 민주 시민 의식을 바탕으로 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하는 데 필요한 과학 역량을 함양하고자 하였습니다.

본 통합과학1 교과서는 과학의 5 개 영역인 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 및 과학과 사회를 통합하여 ‘과학의 기초’, ‘물질과 규칙성’, ‘시스템과 상호작용’ 3 개 대단원으로 구분하고, 다양한 탐구 중심 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있도록 하였습니다.

본 통합과학1 교과서의 주요 특징은 다음과 같습니다.

첫째, 대단원에서 해결해야 할 문제를 대단원 도입에 제시하여 대단원 내 학습에 주도적으로 참여하고, 대단원 마지막에 학습 내용을 연계하여 문제를 해결함으로써 통합과학의 특성을 이해하도록 하였습니다.

둘째, 소단원 도입마다 학습 내용을 예상해 볼 수 있는 모둠 활동을 구성하여 흥미를 유발하고 핵심 개념의 이해를 돋도록 하였습니다.

셋째, 학생 중심의 자기 주도 학습이 가능하도록 소단원, 중단원, 대단원마다 학습 목표 달성을 확인하는 마무리 활동을 구성하였습니다.

넷째, 탐구와 해 보기 활동을 통해 과학 지식과 더불어 과학 탐구 능력 및 과학적 태도를 함양할 수 있도록 구현하였습니다.

다섯째, 디지털 소양을 갖추고 첨단 과학 기술을 경험할 수 있도록 다양한 유형의 탐구 활동을 구성하였습니다.

여섯째, 실생활 및 최신 과학과 연계된 학생 친화적이고 참신한 소재를 선정하여 제공하였습니다.

지능정보사회를 살아갈 여러분이 본 통합과학1 교과서를 통해 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하며, 자연과 일상생활에서 접하는 현상을 과학적으로 이해하고 다양한 탐구 활동을 통해 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 미래 인재로 성장하기를 기대합니다.

# 활용

## 단원 열기

## 단원 전개

<활동으로 단원 열기>로 학습의 흥미를 유발하고, 소주제로 구분하여 학습 내용을 파악하기 쉽게 제시하였다.

대단원에서 학습할 내용을 관련 이미지와 함께 제시하였다. 특히 대단원 학습 내용으로 해결해야 할 **프로젝트**를 안내함으로써 주도적으로 학습에 참여하도록 하였다.

**프로젝트**와 연관된 학습 질문을 제시하여 학습하는 동안 질문을 해결할 수 있게 안내하였다.

- 용어      용어를 간략히 설명하였다.

**인터넷 활용** 검색, 멀티미디어, 시뮬레이션 등 학습에 도움이 되는 자료를 찾을 수 있도록 제시하였다

○○과 연계 일반 서태 과목과 연계되는 개념을 다룬다.

**여겨 학습** 광역도 다른 단위로 나누어야 한다

개념과 관련된 과학자를 설명하였다.

실험, 토의, 조사 등 다양한 활동을 탐구와 해 보기로 구현하였고, 디지털 태그를 그변화에 제시하였다.



# 차례

탐구 활동 안내

8

## 과학의 기초

### 1. 과학의 기본량

01. 자연 세계의 시간과 공간	16
02. 기본량과 단위	20
과학사_온도 측정의 역사	24
중단원 마무리	25

### 2. 과학의 측정과 우리 사회

01. 과학적 측정 표준의 유용성	26
02. 자연의 변화 측정과 현대 문명	30
진로와 직업_측정 표준 시험 평가 기술 연구원	34
중단원 마무리	35
대단원 마무리	36
창의적 문제 해결 프로젝트	
_ 우리 생활에 측정 표준 활용하기	38

## 물질과 규칙성

### 1. 자연의 구성 원소

01. 우주의 시작과 원소의 생성	42
02. 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성	48
첨단 과학_ 다양한 방식으로 생산되는 수소	54
중단원 마무리	55

### 2. 물질의 규칙성과 성질

01. 원소의 주기성과 화학 결합	58
02. 화학 결합과 물질의 성질	68
03. 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성	72
04. 물질의 전기적 성질	80
진로와 직업_나노 소재 연구원	86
중단원 마무리	87
대단원 마무리	90
창의적 문제 해결 프로젝트	
_ 우주에 보내는 메시지 만들기	92

# 시스템과 상호작용

## 부록

<b>1. 지구시스템</b>			
01. 지구시스템의 구성과 상호작용	96	학습 자료	151
02. 지권의 변화와 영향	102	정답과 해설	165
과학_ 메타버스로 만나는 자연사박물관	108	찾아보기	169
중단원 마무리	109	자료 출처	171
<b>2. 역학 시스템</b>			
01. 중력을 받는 물체의 운동	112		
02. 운동과 충돌	118		
생활 속 과학_ 스마트 기기에 구성된			
운동 측정 센서	124		
중단원 마무리	125		
<b>3. 생명 시스템</b>			
01. 생명 시스템과 화학 반응	128	<b>『통합과학2』 예시는</b>	
02. 생명 시스템에서 정보의 흐름	136	과학의 5 개 영역을 통합하여	
진로와 직업_ 헬스케어 컨설턴트	142	다음의 단원을 학습해요!	
중단원 마무리	143		
대단원 마무리	146	<b>변화와 다양성</b>	
창의적 문제 해결 프로젝트			
_ 절벽 거주지 설계하기	148	1. 지구 환경 변화와 생물다양성	
		2. 화학 변화	

### 환경과 에너지

1. 생태계와 환경 변화
2. 에너지 전환과 활용

### 과학과 미래 사회

1. 과학 기술의 활용
2. 과학 기술의 발전과 쟁점



# 실험실 안전 수칙

## 전

- 안전 설비와 비상구의 위치를 알아 둔다.
- 긴 머리는 단정하게 묶는다.
- 실험복, 보안경 등 안전 장비를 착용한다.
- 실험실 안에서는 선생님의 안내에 따르고 행동에 대해 허락을 받는다.

## 중

불을 조심한다.

사고가 일어나면 큰 소리로 알린다.

실험 기구는 정확한 사용 방법을 익힌 뒤 사용한다.

실험실에서 음식을 먹지 않는다.

가열 기구를 사용할 때에는 주의 깊게 살핀다.

장난을 치지 않는다.

실험 중 자리를 비우지 않는다.

실험실에서 뛰지 않는다.

시약병을 함부로 들고 다니지 않는다.

화학 약품을 맛보지 않는다.

- 실험 전후에 정리 정돈을 한다.
- 실험할 때 나온 폐기물은 종류별로 지정된 곳에 모아 처리한다.

## 후

실험실에서 배출되는 시약을 한 통에 넣으면 화학 반응이 일어나 유독 가스가 발생하거나 폭발할 수 있으므로 종류별로 분리하여 배출해야 한다.

- 폐수 통은 유기계 폐수, 산성 폐수, 알칼리계 폐수, 무기계 폐수 등으로 구별하여 준비한다.
- 중금속 염의 수용액은 중금속 통에 따로 배출한다.
- 독극물이나 수은 같은 따로 배출하고, 신속하게 처리를 의뢰한다.

시약	특징 및 관리	폐기 방법
염산 (HCl)	<ul style="list-style-type: none"> <li>염화 수소 기체가 물에 녹은 수용액으로 강산이다.</li> <li>반응성이 크며, 물에 녹여도 휘발성이 높기 때문에 염산을 사용할 때에는 환기가 잘되는 곳에서 사용한다.</li> <li>진한 염산을 끓힐 때에는 열이 발생하므로 물에 진한 염산을 천천히 부으면서 희석한다.</li> </ul>	다량의 물로 희석하거나 묽은 수산화 나트륨 수용액으로 중화한 뒤 무기계 폐수통에 배출하여 처리한다.
수산화 나트륨 (NaOH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>흰색의 고체로, 수산화 나트륨이 물에 녹으면 수용액은 강염기이다.</li> <li>수산화 나트륨을 공기 중에 두면 물을 흡수하여 녹고, 이산화 탄소와 쉽게 반응하므로 공기 중에 노출되지 않도록 한다.</li> <li>물에 잘 녹으며, 녹을 때 많은 열이 발생한다.</li> </ul>	묽은 산으로 중화한 뒤 무기계 폐수통에 배출하여 처리한다.
과산화 수소수 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>색깔과 냄새가 없는 액체이다.</li> <li>물과 산소로 쉽게 분해되는 강한 산화 작용을 한다.</li> <li>진한 농도의 과산화 수소수는 피부에 닿으면 심한 화상을 유발한다.</li> </ul>	기체가 더 이상 발생하지 않는지 확인한 뒤 다량의 물로 희석하여 방류한다.
산화 칼슘 (CaO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>흰색의 고체이다.</li> <li>물과 반응하면 열이 발생하면서 녹아 강염기인 수산화 칼슘을 생성한다.</li> <li>산화 칼슘을 공기 중에 두면 이산화 탄소와 반응하여 탄산 칼슘이 생성되거나 물을 흡수하여 수산화 칼슘이 생성되므로 공기 중에 노출되지 않도록 한다.</li> </ul>	무기계 폐시약 통에 보관한 뒤 처리한다.

### 안전사고 대처 요령

감전되었을 때	화상을 입었을 때	유리 기구가 깨졌을 때	눈에 시약이 튀었을 때
전원을 내린 뒤 감전된 학생을 재빨리 전기 기구와 분리하고 119에 신고한다.	차가운 물로 씻고 열기를 식힌 뒤 즉시 선생님께 상황을 알리고 병원에서 치료를 받는다.	유리로 된 실험 기구가 깨지면 만지지 않고 선생님께 알린 뒤 지시에 따라 처리한다.	눈 세척기나 흐르는 물에 충분히 씻는다.

상처에 피가 났을 때	유독한 화학 약품 냄새를 맡았을 때	화재가 발생했을 때
소독용 에탄올로 소독하고 깨끗한 천으로 눌러 지혈한 뒤 보건실이나 병원으로 가서 치료를 받는다.	실험실 밖으로 나온 뒤 옷을 느슨하게 하고 신선한 공기를 마신다.	<p>“불이야!”라고 외쳐 선생님과 다른 학생들에게 상황을 알리고, 젖은 걸레나 방화포 등으로 덮어서 불을 끈다.</p> <p><b>화재가 클 때</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>소화기로 불을 끄며 화재 경보기를 울리고 119에 신고한다.</li> <li>몸을 낮춘 상태에서 수건 등으로 코와 입을 막고 비상 대피로를 통해 밖으로 나간다.</li> </ol>

## 야외 활동 안전 수칙

### 전

- 활동 장소의 날씨 예보를 확인하고 적합한 옷을 준비한다.
- 활동 장소가 숲인 경우에는 가급적 긴팔, 긴바지, 운동화를 착용한다.
- 곤충 기피제, 벌레에 물렸을 때 바르는 약을 준비한다.
- 햇빛이 강한 날에는 모자를 착용하고 자외선 차단제를 바른다.

출입이 금지된 구역에는  
들어가지 않는다.

독이 있는 곤충이나 벌레는  
함부로 만지지 않는다.

야생 식물을 함부로  
먹지 않는다.

자연을 훼손하거나 동식물을  
해치지 않도록 한다.

### 후

- 해가 지기 전에 활동을 마치고, 활동 시 관찰 결과를 일지로 작성한다.
- 활동 과정에서 발생한 쓰레기는 다시 가져간다.

# 실험 기구 사용 방법

## 시험관 사용 방법

시험관의 윗부분을 손가락으로 가볍게 잡는다.

시험관 집게로 시험관을 잡고, 약간 기울여 개열한다. 시험관 입구는 사람이 없는 쪽을 향하게 한다.

시험관 밑에 손가락을 대고 시험관 솔로 닦는다.

깨끗하게 닦은 시험관은 시험관대에 거꾸로 세워 말린다.

## 스포이트 사용 방법

시약이 들어 있는  
스포이트는  
눕히지 않게  
주의한다.

엄지손가락과 집게손가락으로 고무 꼭지를 잡고, 나머지 손가락으로 유리 부분을 감싸 쥐듯이 잡는다.

고무 꼭지를 누르면서 스포이트를 시약병에 넣은 다음, 고무 꼭지를 천천히 놓으면서 시약을 빨아들인다.

스포이트를 비커나 시험관의 한쪽 벽에 대고 시약을 천천히 흘려 넣는다. 비커나 시험관 속의 물질에 스포이트가 닿지 않게 주의한다.

## 시약 옮기는 방법

비커에 유리 막대를 약간 기울여 세우고, 유리 막대를 따라 시약을 조금씩 흘려 넣는다.

시약을 약순가락으로 덜어 내어 시험관에 조금씩 넣는다. 시약병 뚜껑은 한쪽 면이 위를 향하게 놓는다.

## 눈금 읽는 방법

눈금실린더를 평평한 곳에 놓고, 액체 표면의 오목한 부분과 같은 눈높이에서 수평으로 눈금을 읽는다.

최소 눈금의  $\frac{1}{10}$  까지 읽는다.

## 전자저울 사용 방법

### 수평 조절기

1. 저울을 평평한 곳에 옮겨놓고 수평이 되었는지 확인한 다음 전원을 켠다.
2. 빈 용기를 옮겨놓고 영점 단추를 눌러 영점을 맞춘다.
3. 물질을 용기에 넣고 저울에 나타나는 숫자를 읽는다.

수평이 아니면 수평 조절기로 수평을 맞춘다.

저울의 허용 최대 중량을 확인하고 그 이상 올리지 않게 주의한다.

## 가열 기구 사용 방법

1. 가스 조절 장치를 시계 반대 방향으로 돌린다.

2. 점화 버튼을 눌러 불을 붙인다.

3. 가스 조절 장치를 시계 방향으로 끝까지 돌려 불을 끈다.

가스가 새지 않도록 주의한다.

가열 기구를 사용할 때에는 주변에 다른 물건이나 약품이 없도록 정리한다.

가스 조절  
장치

점화  
버튼

### 가열판

1. 전원을 켜고 온도 조절기를 돌려 온도를 조절한다.

2. 사용이 끝나면 전원을 끄고 전원 꽂개를 뽑는다.

사용 중이나 사용 직후에는 가열 기구가 뜨거우므로 만지지 않도록 한다.

전원 꽂개

손잡이

가열 기구를 사용할 때에는 주변에 다른 물건이나 약품이 없도록 정리한다.

### 온도 조절기



자연 세계의 시간과 공간은 과학의 기본량으로 나타낼 수 있으며,  
양을 측정할 때 사용하는 표준과 단위는 일상생활과 산업 기술에서 중요하다.  
이 단원에서 자연을 나타내는 데 필요한 기본량과 단위, 일상생활에서  
측정 표준의 유용성, 정보 통신 활용의 영향을 알아보자.

**창의적  
문제 해결을  
위한 학습 안내**

- 1 과학에서 주로 사용하는 기본량에는 어떤 것이 있을까?
- 2 측정 표준이 활용된 사례에는 무엇이 있을까?  
“우리 생활에 측정 표준 활용하기”

각 질문의 답은 찾고, 38쪽에서 프로젝트를 해볼해봅시다.

# 자연 세계의 시간과 공간

## 과학의 기본량

이전 학습 내용

- 과학적 탐구 방법
- 과학 기술의 영향

자연을 시간과 공간으로 나타낼 수 있다.

길이와 시간 측정의 현대적 방법과 다양한 규모의 측정 사례를 조사할 수 있다.

### 시간과 공간 카드 나열하기

우리가 살고 있는 자연 세계는 시간과 공간으로 나타낼 수 있다. 자연 세계와 관련된 카드놀이를 해 보자.

1. 6 명이 모둠을 구성하고, 151 쪽의 카드를 글자만 있는 면이 보이게 놓고 섞는다.
2. 모둠원이 카드를 하나씩 선택하고, 순서를 정한다.
3. 순서대로 카드 뒷면의 자연 현상을 보여 주면서 다른 모둠원에게 설명한다.  
시간 카드를 든 학생은 자연 현상을 시간 길이로 설명하고, 공간 카드를 든 학생은 자연 현상을 공간 크기로 설명한다.
4. 모둠별로 시간 카드는 시간 길이순으로 나열하고, 공간 카드는 공간 크기순으로 나열해 보자.

1

학습하면서  
답을 찾아보아요.

과학에서 주로 사용하는  
기본량에는 어떤 것이  
있을까?

## 시간과 공간으로 나타내는 자연 세계

우리가 살고 있는 자연 세계는 사과나무, 태풍, 지진과 같이 큰 물체나 현상을 다루는 거시 세계와 원자, 분자, 이온과 같이 아주 작은 물체나 현상을 다루는 미시 세계로 이루어져 있다. 미시 세계와 거시 세계의 차이점을 다음 탐구로 알아보자.

### 미시 세계와 거시 세계 물체의 크기에 따른 차이점 분석

분석, 의사소통

**문제 인식** 미시 세계와 거시 세계에서 물체의 크기 표현의 차이점은 무엇일까?

#### 과정

다음은 미시 세계에 속하는 수소 원자와 거시 세계에 속하는 태양계 일부를 설명한 것이다.

수소 원자	태양-지구
전자	태양-지구
원자핵	태양
	지구

• 수소 원자의 지름: 약 0.1 nm  
• 전자가 원자핵 주위를 도는 데 걸리는 시간: 약 150 as  
• 지구와 태양 사이의 거리: 1 AU  
• 지구가 공전하는 데 걸리는 시간: 365 일

1. 수소 원자와 태양계에서 공간을 나타내는 단위를 미터(m)로 바꾸어 보자.

2. 수소 원자와 태양계에서 시간을 나타내는 단위를 초(s)로 바꾸어 보자.

#### 결과 및 정리

미시 세계와 거시 세계를 표현하는 시간과 공간의 단위가 다른 깊음을 토의해 보자.

#### 목표

미시 세계 물체와 거시 세계 물체의 차이점을 분석할 수 있다.

#### 나노미터(nm)

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

#### 아토초(as)

$1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$

#### 천문단위(AU)

$1 \text{ AU} \approx 1\text{억 } 5\text{천만 km}$

#### 스스로 평가

**지식·이해** 미시 세계와 거시 세계의 차이점을 이해하였는가?

**과정·기능** 미시 세계와 거시 세계의 자료를 분석하였는가?

**가치·태도** 미시 세계와 거시 세계에 대한 호기심을 가지게 되었는가?

자연 세계는 아주 작은 수소 원자부터 매우 큰 태양계까지 다양한 범위에 걸쳐 있다. 이처럼 다양한 범위의 자연 세계는 시간과 공간의 범위를 구분 짓는 규모(scale)로 표현될 수 있다. 수소 원자, 물 분자, 나트륨 이온과 같은 미시 세계는 시간 규모로 나노초 이하 단위를 사용하고, 공간 규모로 나노미터 이하 단위를 사용한다. 나무, 암석, 천체와 같은 거시 세계는 시간 규모로 초, 분 등의 단위를 사용하고, 공간 규모로 미터, 천문단위 등의 단위를 사용한다.

다양한 범위의 자연 세계는 시간과 공간의 범위를 구분 짓는 ( )으로 표현될 수 있다.

## 자연 세계에서 시간과 공간의 측정

사람들은 다양한 시간 규모와 공간 규모의 자연 세계를 자신이 경험한 범위에서 설명하기 시작하였다. 고대에 사람들은 천문학적 현상을 이용하여 시간을 측정하였으며, 사막 지역에서는 낙타 걸음으로 길이를 측정하기도 하였다. 이후 과학자들은 다양한 도구나 방법을 개발하여 시간 규모나 공간 규모의 측정 범위를 넓혔다. 다음 활동에서 다양한 규모의 길이와 시간을 측정한 사례에는 어떤 것이 있는지 알아보자.

### 길이와 시간의 측정 사례 조사하기

그림 (가)는 과거의 측정 방법이고, 그림 (나)는 현대의 측정 방법을 나타낸 것이다.

#### 인터넷 활용 멀티미디어



영상에서 고대에 에라토스테네스가 지구의 크기를 측정한 방법을 확인할 수 있다.

(가) 고대에 에라토스테네스(Eratosthenes, ?B.C. 275 ~?B.C. 194)는 원의 성질을 이용하여 지구의 크기를 측정하였다.

(나) 현대에는 인공위성을 이용하여 지구의 크기와 지구가 자전하는 데 걸리는 시간을 측정한다.

- (가)와 (나)에서 측정한 방법을 조사하고, 차이점을 이야기해 보자.
- (가)와 (나) 이외에 다양한 규모에서 길이와 시간을 측정한 사례를 조사해 보자.

현대적인 공간 측정 기술이 없던 시대에는 눈으로 보이는 움직임이나 물체의 크기에 대한 측정만 가능하였지만, 지금은 |그림 I-1|과 같이 위성 위치 확인 시스템(GPS)이나 전자 현미경 등을 이용하여 눈으로 볼 수 없는 움직임이나 물체의 크기까지도 측정할 수 있게 되었다. 위성 위치 확인 시스템(GPS)은 위성 신호를 이용하여 위치를 측정하는 기술로, 넓은 영역에서 사용할 수 있을 뿐만 아니라 미세한 이동 거리도 측정할 수 있다. 전자 현미경은 광학 현미경보다 높은 확대율로 나노 단위로 물체를 관찰하고 분석할 수 있다.

#### |그림 I-1| 공간 규모 측정의 현대적 방법

▼ 위성 위치 확인 시스템(GPS)을 이용한  
이동 거리 측정

◀ 전자 현미경을 이용한  
크기 측정

한편 과거의 시간 측정은 주로 거시 세계에 머물러 있었다. 우리 선조들은 해, 달 등 천체의 주기적인 현상을 이용하여 양부일구와 같은 도구를 개발함으로써 하루, 한 달, 일 년 등 시간을 측정하였다. 하지만 과학 기술의 발전으로 현대에는 미시 세계의 시간 측정까지도 가능하게 되었다. 세슘 원자 시계를 이용하여 몇백만 분의 1 초 단위까지 정밀한 시간의 측정이 가능해졌다. 초고속 투과 전자 현미경을 이용하여 원자나 분자 내부의 움직임을 나노초 이하 단위까지 측정할 수 있게 되어 재료 공학, 나노 공학, 전자 공학, 생명과학 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

- 초고속 투과 전자 현미경

초고속 레이저 분광 기술과 전자 현미경을 결합한 것으로, 펜토초 단위로 전자빔을 쓸 수 있다.

시간 규모	나이	평균 수명	평균 수명	1 회 진동
	100억 년	15 년	120 일	$\frac{1}{9192631770}$ 초
공간 규모	안드로메다 은하	고양이	적혈구	세슘
	지름 62 kpc(킬로피셀)	평균 몸길이 0.6 m	지름 $7 \times 10^{-6}$ m	원자 반지름 260 pm(피코미터)

### | 그림 1-3 | 시간 규모와 공간 규모

과학자들은 자연의 미시 세계와 거시 세계를 대상으로 끊임없이 시간과 공간을 측정하려는 노력을 기울여 왔다. 그 결과로 눈에 보이지 않는 바이러스를 발견하고, 직접 가보지 않은 외부 은하에 대해 이야기하는 등 인간의 경험 범위가 확장되었다. 시간과 공간 측정 기술은 앞으로도 계속해서 발전하여 자연 세계에 대해 더 많은 것을 알아낼 수 있게 되어 인간의 경험 범위는 더욱 확장될 것이다.

과학자들은 다양한 규모의 ( )과/와 ( )을/를 측정하고자 노력하였고, 그 결과 인간의 경험 범위가 확장되었다.

## 학교의 공간 규모

학교에 있는 물체를 활용하여 크기가 작은 것에서 큰 것까지  
공간 규모를 표현하는 동영상을 만들어 보자.

이 단원을 학습한 다음  
16 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

# 기본량과 단위

과학 탐구에서 중요한 기본량의 의미를 설명할 수 있다.

자연 현상을 기술하는 데 단위가 가지는 의미와 적용 사례를 설명할 수 있다.

## 스마트폰의 사양 제안하기

다음은 우리가 스마트폰을 선택할 때 관심을 가지는 주요 사양을 나타낸 것이다.

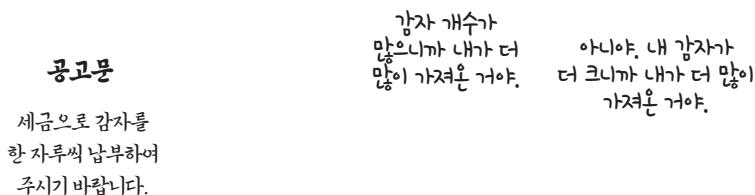
- 인터넷에서 다양한 스마트폰의 크기, 질량, 배터리 사용 시간을 조사해 보자.
- 과정 1에서 조사한 내용을 바탕으로 크기, 질량, 배터리 사용 시간의 단위를 선택하여 표시한 뒤 스마트폰의 사양을 정해 보자.

구분	사양	기호
단위	값	
크기	<input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> cm <input type="checkbox"/> mm	가로: 세로: 두께:
질량	<input type="checkbox"/> kg <input type="checkbox"/> g	
배터리 사용 시간	<input type="checkbox"/> h(시) <input type="checkbox"/> m(분) <input type="checkbox"/> s(초)	

## 기본량의 중요성

우리는 일상생활에서 다양한 기본량을 사용하고 있다. 음식을 맛있게 만들기 위해 고기, 채소 등 재료의 크기와 질량을 재고, 조리 온도와 시간을 맞추기도 한다. 또한 인덕션 레인지의 온도 조절 버튼으로 전류의 세기를 조절하여 적절한 열을 발생시키기도 한다. 이처럼 생활의 편리함을 위해 사용하는 기본량은 어떤 가치를 지니고 있을까?

과거에는 |그림 I-4|와 같이 기본량과 단위가 혼란스럽게 사용되어 의사소통의 문제가 자주 발생하였다. 이는 농수산물을 구매하거나 세금을 납부하는 등 공동체 내에서 서로 믿고 교류할 때 자원과 물질의 양에 대해 약속된 기본량과 단위가 없었기 때문이다.



|그림 I-4| 약속된 기본량과 단위가 없을 때 생길 수 있는 상황

과학자들은 오랫동안 자연을 관찰하고 과학을 탐구함으로써 기본량의 표준을 정하고자 노력하였다. 그 결과 |그림 I-5|와 같은 과정으로 기본량을 결정하고 확립하였다. 이렇게 확립된 시간, 길이, 질량, 전류, 온도 등의 기본량은 자연 현상을 설명하거나 예측하는 탐구 방법을 개발하는 데 기초가 되었다. 그리고 기본량은 과학자들이 과학을 탐구할 때 정확하게 측정하고, 그 과정과 결과를 다른 과학자들과 소통하는 데 활용되어 과학 발전에 큰 도움이 되었다.

1799년 프랑스에서 미터법 제정	1875년 국제미터협약 체결	1960년 국제단위계 확립	미터법
프랑스 왕립과학아카데미가 제안한 길이, 질량에 관한 단위계가 표준으로 제정되었다.	미터협약 이후 시간, 전류, 온도, 광도, 물질량이 추가되어 7 개의 기본량으로 확립되었다.	국제도량형총회에서 7 개의 기본량을 바탕으로 국제단위계가 확립되었다.	길이는 m(미터), 질량은 kg(킬로그램)을 기본 단위로 한 단위법이다.

|그림 I-5| 기본량의 확립 과정

기본량에는 시간, ( ), 질량, 전류, ( ), 광도, 물질량이 있다.

## 자연 현상을 나타내는 단위

같은 기본량을 사용해도 그 측정 단위가 다르면 어떤 문제가 발생할까? 1999년에 미국항공우주국에서 쏘아 올린 화성 기후 관측 위성이 화성 궤도에 진입하는 과정에서 |그림 I-6|과 같이 예상한 위치와 다른 곳에 진입하여 실종된 사고가 있었다. 이 사고는 연구원들이 위성 궤도를 계산할 때 서로 다른 단위를 사용하여 생긴 오류가 누적되어서 위성이 예상한 지점보다 낮은 위치로 진입하였기 때문에 발생하였다. 이처럼 같은 기본량이라도 서로 다른 단위를 사용하면 문제가 생길 수 있다.

|그림 I-6| 측정 단위가 달라 생긴 상황

### 국제도량형총회

미터협약 체결에 따라 국제단위계를 유지하기 위해 만들어진 회의로 4년 또는 6년마다 개최된다.

### 기본 상수

자연에서 항상 일정한 양을 가지는 물리량으로 물리 상수라고도 한다. 빛의 속력, 기본 전하, 플랑크 상수, 아보가드로 상수 등이 해당된다.

### 인터넷 활용 검색

한국표준과학연구원 누리집([www.kriess.re.kr](http://www.kriess.re.kr))에서 국제단위계(SI)에 대한 다양한 자료를 찾을 수 있다.

과학자들은 기본량의 단위에 대한 정의를 정하고자 끊임없이 노력해 왔다. 과거에는 자연에서 주기적으로 반복하는 현상을 시간의 단위로 정하였고, 물체의 크기나 특정 공간 사이의 거리를 길이의 단위로 정하였다. 현재 과학에서 사용하는 기본량의 단위는 |그림 I-7|과 같이 국제도량형총회에서 정한 국제단위계(System of International Unit, SI)를 따르며 시간이 지나도 변하지 않는 기본 상수를 구하는 실험 방법을 사용하여 정의하고 있다. 이는 기본 상수를 구하는 새로운 방법이 발명되면 기본량의 단위에 대한 정의가 변경될 수도 있음을 의미한다. 과학 탐구에서 주로 사용하는 넓이, 부피, 속력 등은 기본량으로부터 유도된 유도량이며, 단위는 기본량의 단위를 조합하여 사용한다.

- |                 |   |  |  |  |
|-----------------|---|--|--|--|
| <b>유도<br/>량</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 넓이: <math>m^2</math></li><li>• 힘: <math>kg \cdot m/s^2</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 부피: <math>m^3</math></li><li>• 밀도: <math>kg/m^3</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 속력: <math>m/s</math></li><li>• 압력: <math>kg/m \cdot s^2</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 가속도: <math>m/s^2</math></li><li>• 농도: <math>mol/m^3</math></li></ul> |
|-----------------|---|--|--|--|

과학 탐구에서 자연 현상을 나타낼 때에는 탐구 대상을 적절하게 표현할 수 있는 단위를 정해야 한다. 다음 활동에서 자연 현상을 나타내기 위해 필요한 단위의 의미를 알아보자.

### 과학 탐구에서 자연 현상을 나타내는 단위의 의미 알아보기

다음은 자연 현상을 이해하기 위해 여러 요인을 측정한 보고서의 일부를 나타낸 것이다.

#### 미세 먼지 농도에 영향을 주는 요인은 무엇일까?

측정 날짜: 20○○년 ○월 ○○일

측정 장소: 과학실

측정 시각	미세 먼지 농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	초미세 먼지 농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	기온 ( $^\circ\text{C}$ )	습도 (%)	풍속 (m/s)	특이 사항
9 시	13	12	19	56	2.2	
10 시	15	12	19	51	3.5	
11 시	12	10	20	50	6.5	환기 1 회
3 시	11	9	19	48	7.0	
4 시	11	8	19	47	5.0	

#### 미세 먼지와 초미세 먼지

- 미세 먼지는 지름이  $10 \mu\text{m}$  이하인 먼지이다.
- 초미세 먼지는 지름이  $2.5 \mu\text{m}$  이하인 먼지이다.

#### $\mu\text{g}$ (마이크로그램)

$$1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g} = 10^{-9} \text{ kg}$$

- 보고서에 있는 기본량의 단위와 유도량의 단위를 정리해 보자.
- 자연 현상을 나타낼 때 사용되는 단위의 의미를 이야기해 보자.

기본량의 단위와 유도량의 단위는 자연 현상을 설명하거나 비교하는 데 유용하다. 또한 과학 탐구에서 일관된 단위로 측정하고 결과를 정리하면 별도의 단위 환산 없이 계산할 수 있다. 이러한 표준화된 단위계는 과학 기술의 발전에 큰 영향을 미쳤으며, 더 나아가 산업 기술의 표준을 마련하는 데 유용하게 이용되고 있다.

과학의 유도량을 기본량의 단위로 표현하면 부피의 단위는 ( ), 속력의 단위는 ( ), 압력의 단위는 ( )이다.

#### 관습적으로 허용되는 단위

대부분 물리량은 국제단위계로 표현하지만 관습적으로 허용되는 단위도 있다. 이러한 단위에는 무엇이 있으며, 기본량의 단위와 어떤 관계가 있는지 보고서를 작성해 보자.

파운드: 질량을 나타내는 단위  
| 파운드  $\approx 0.453 \text{ kg}$

인치: 길이를 나타내는 단위  
| 인치  $\approx 0.0254 \text{ m}$

이 단원을 학습한 다음  
20 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 과학가

## 온도 측정의 역사

온도를 제대로 측정할 수 없던 시절에는 이마에 손을 대어 열이 있는지 가늠하거나, 농기구나 칼을 제조할 때 색깔로 섯물의 온도를 가늠하기도 하였다. 온도를 과학적으로 측정하려는 노력은 언제부터 시작된 것일까? 1593년에 갈릴레이가 최초의 온도계를 발명한 이후 과학자들은 온도를 정확히 측정하는 온도계를 만들고자 하였다. 그러나 이러한 온도계는 각기 다른 눈금과 기준을 사용하여 사회적으로 통용하기에 어려움이 많았고, 이에 과학자들은 온도 단위와 표준을 만들기 위해 노력하였다.

1500~1600년대 최초의 온도 측정	1700년대 화씨 온도와 섭씨 온도	1800년대 절대 온도	
갈릴레이(Galilei, G., 1564~1642)는 기체의 열팽창을 이용한 기체 온도계를 발명하여 온도를 측정하였다. 이후 산토리오(Santorio, S., 1561~1636)가 눈금을 표시한 최초의 온도계를 만들어 온도를 측정하였다.	파렌하이트(Fahrenheit, D.G., 1686~1736)는 물, 얼음, 염화 암모늄의 혼합물이 안정화되는 온도를 0, 물의 표면이 얼기 시작할 때의 온도를 32, 입안 또는 팔 밑의 온도를 96으로 정해 화씨 단위의 온도계를 만들어 온도를 측정하였다.	셀시우스(Celsius, A., 1701~1744)는 1기압에서 물의 어는점을 100, 끓는점을 0으로 정한 뒤, 이를 100개의 눈금으로 나누고 섭씨 단위의 온도계를 만들어 온도를 측정하였다.	켈빈(Kelvin, W. T., 1824~1907)은 기체의 부피가 0이 되는 가장 낮은 온도인 0 K( $-273.15^{\circ}\text{C}$ )을 절대 영도라고 하는 켈빈 온도 체계를 만들었다. 과학자들은 주로 온도의 표준으로 켈빈 온도를 사용한다.

가장 오랫동안 사용한 온도계로는 알코올 온도계와 수은 온도계가 있다. 이 중 수은 온도계는 정확한 데이터를 얻을 수 있지만 파손되어 수은이 노출되는 경우 매우 위험하다. 현대에는 측정 대상과 직접 접촉하지 않고 온도를 측정하기도 한다. 그 예로 적외선 복사 에너지를 감지하는 적외선 온도계와 열을 감지하는 센서를 이용하는 전자 온도계 등이 있다.

발열 체크 로봇에 설치된 열화상 카메라로 체온을 측정한다.

적외선 온도계로  
음식의 온도를 측정한다.

열화상 카메라로  
온도를 측정한다.

### 토의 하기

1. 일상생활에서 온도 측정이 필요한 분야를 조사해 보자.
2. 일상생활이나 산업에서 온도 측정이 중요한 까닭을 토의해 보자.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 과학에서 주로 사용하는 기본량에는 어떤 것이 있을까?

과학자들은 오랫동안 자연을 관찰하고 과학을 탐구함으로써 기본량의 표준을 정하고자 끊임없이 노력하였고, 그 결과 기본량이 발견되고 확립되었다. 과학에서 주로 사용하는 기본량으로는 ( ), ( ), 질량, 전류, 온도 등이 있고, 현재 과학에서 사용하는 기본량의 단위는 국제도량형총회에서 정한 국제단위계(SI)를 따른다.

### 1 자연 세계의 시간과 공간

16쪽~19쪽

- (1) 다양한 범위의 자연 세계는 시간과 공간의 범위를 구분 짓는 규모로 표현된다.

세계

수소 원자, 물 분자, 나트륨 이온 등	공변세포, 나무, 동물, 천체 등
-----------------------	--------------------

세계

### 01

| 자연 세계의 시간과 공간 |

그림 (가)~(라)는 다양한 범위의 자연 세계를 나타낸 것이다.

- (2) 현대에는 위성 위치 확인 시스템(GPS)을 이용하여 넓은 영역이나 미세한 이동 거리를 측정할 수 있다.  
 (3) 현대에는 세슘 원자 시계로 보다 정밀하게 시간을 측정할 수 있다.  
 (4) 다양한 규모의 시간과 공간 측정을 위한 과학자들의 노력으로 인간의 범위가 확장되었다.

(가) 세슘      (나) 적혈구      (다) 고양이      (라) 은하

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

ㄱ. (가)는 미시 세계에 해당한다.

ㄴ. (다)는 거시 세계에 해당한다.

ㄷ. 공간 규모에서 (라)는 (나)보다 크다.

### 2 기본량과 단위

20쪽~23쪽

- (1) 시간, 길이, 질량, 전류, 온도 등과 같은 자연 현상을 설명하거나 예측하는 탐구 방법을 개발하는데 기초가 된다.  
 (2) 기본량에서 유도된 넓이, 부피, 속력, 힘, 밀도 등과 같은 의 단위는 기본량의 단위를 조합하여 사용한다.

### 02

| 기본량과 단위 |

국제단위계(SI)의 기본량과 유도량에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

ㄱ. 기본량에는 길이, 시간, 전류, 압력 등이 있다.

ㄴ. 유도량에는 넓이, 부피, 가속도, 힘 등이 있다.

ㄷ. 속력은 기본량으로만 유도할 수 없다.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.

2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

# 과학적 측정 표준의 유용성

## 과학의 측정과 우리 사회

### 이전 학습 내용

- 과학 기술의 영향
- 과학과 지속가능한 사회

과학 탐구에서 측정과 어림의 의미를 설명할 수 있다.

일상생활에서 측정 표준의 유용성과 필요성을 논증할 수 있다.

### 시간과 길이 어림하기

두 사람씩 짹을 지어 다음 활동을 하고 누가 더 어림을 잘하는지 확인해 보자.

#### 시간 어림하기

##### 놀이 방법

- 1 “시작”이라는 신호와 함께 한 사람은 시간을 재고, 다른 한 사람은 눈을 감은 상태에서 30 초가 되었다고 판단될 때 박수를 친다.
- 2 서로 역할을 바꾸어 놀이를 한 뒤 더 정확하게 어림한 사람을 확인한다.

#### 길이 어림하기

##### 놀이 방법

- 1 한 사람이 눈을 감은 뒤, 다른 한 사람이 자를 사용하여 10 cm 이하의 선을 긋는다.
- 2 눈을 감은 사람은 눈을 뜨고 선의 길이를 어림한다.
- 3 서로 역할을 바꾸어 놀이를 한 뒤 더 정확하게 어림한 사람을 확인한다.

2

학습하면서  
답을 찾아보아요.

측정 표준이  
활용된 사례에는  
무엇이 있을까?

## 과학 탐구에서의 측정과 어림

일상생활에서 요리를 할 때 재료의 질량을 측정하거나 어림하는 것처럼 과학 탐구에서도 측정과 어림을 수행한다. 과학자들은 우리 주변을 탐구할 때 여러 가지 양 사이의 관계를 찾으려고 노력한다. 이때 측정과 어림은 중요한 역할을 하는데, 그 까닭은 측정과 어림으로 얻은 정보가 탐구에서 기초적인 정보로 활용되기 때문이다.

과학 탐구에서 **측정**은 물체의 질량, 길이, 부피 등 어떠한 양을 재는 활동이며, 양을 측정할 때에는 적절한 측정 단위와 측정 도구를 사용해야 한다. 예를 들어 시약의 질량을 측정할 때에는 g 단위로 정밀하게 측정이 가능한 저울을 사용해야 한다. 한 편 길이, 부피 등을 측정할 때에는 눈금이 있는 측정 도구를 사용하는데, 이때 그 양이 측정 도구의 눈금과 정확하게 일치하지 않기도 한다. 이럴 경우에는 측정 도구의 눈금 사이를 10 등분하여 읽는다. 예를 들어 |그림 I-8|에서 물의 부피는 75와 76 사이를 10 등분한 뒤 75.5 mL로 읽는다.



|그림 I-8| 눈금 읽기

과학 탐구에서 **어림**은 어떠한 양을 추정하는 활동이다. 그러면 어림은 측정과 어떤 관계가 있는지 다음 활동으로 알아보자.

### 물의 질량 어림하기

**준비물** 물, 전자저울, 컵

- 모둠원 중 한 사람만 전자저울을 사용하여 컵에 물 100 g을 담고, 이를 두 번 반복한다.
- 모둠원 모두 전자저울 없이 컵에 물 50 g을 어림하여 담는다.
  - 물 50 g을 더 정확하게 담은 사람을 확인해 보자.
  - 더 정확하게 어림하기 위한 방법을 이야기해 보자.

어림은 근거 없이 막연하게 수행하는 활동이 아니라 측정 경험을 바탕으로 수행하는 것이다. 따라서 적절한 단위와 도구를 사용한 측정 경험이 많을수록 더 정확하게 어림할 수 있다. 또한 어림은 측정할 때 필요한 측정 도구를 결정하는 역할을 한다. 예를 들어 액체의 부피를 측정할 때에는 측정 대상의 부피를 어림한 뒤 적절한 용량의 측정 도구를 선택한다.

어떠한 양을 재는 활동을 ( )  
( )라고 하며, 어떠한 양을 추정하는 활동을  
( )라고 한다.

## 일상생활에서의 측정 표준

사람마다 시, 분, 초와 같은 시간에 대한 단위가 다르면 약속 시간을 정해도 만나기 어려울 것이다. 이처럼 일상생활에서는 단위에 대한 동일한 기준이 있어야 혼란이 발생하지 않는다. 어떠한 양을 측정할 때 공통으로 사용할 수 있는 단위에 대한 기준을 측정 표준이라고 한다. 다음 탐구에서 이러한 측정 표준이 활용되는 사례를 탐색해 보자.

### 일상생활에서 측정 표준이 활용되는 사례 탐색

조사, 의사소통

#### 목표

일상생활에서 측정 표준이 활용되는 사례를 탐색하여 측정 표준의 유용성과 필요성을 설명할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 일상생활에서 측정 표준은 어떻게 활용될까?

#### 과정

그림 (가)는 폭염주의보 정보를 나타낸 것이고, 그림 (나)는 도로에서 달리는 자동차의 속도를 측정하는 카메라를 나타낸 것이다.

등해

(가)

(나)

1. (가)와 (나)에서 사용하고 있는 단위는 무엇이며, 측정 표준이 어떻게 활용되고 있는지 조사해 보자.
2. 일상생활에서 측정 표준이 활용되는 다른 사례를 조사해 보자.
3. 모둠별로 조사한 사례를 온라인 협업 플랫폼에 올려 정리해 보자.
4. 다른 모둠에서 조사한 결과를 확인해 보자.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 일상생활에서 측정 표준이 어떻게 활용되고 있는지 이해하였는가?

**과정·기능** 측정 표준이 활용되는 사례를 조사하였는가?

**가치·태도** 측정 표준의 유용성과 필요성을 인식하였는가?

#### 결과 및 정리

일상생활에서 측정 표준의 유용성과 필요성을 토의해 보자.

다음 평가 기준을 활용하여 다른 모둠의 조사 결과를 평가해 보자.

조사한 사례가 측정 표준을 활용하고 있는가?      측정 표준의 유용성이 잘 드러나게 정리하였는가?

우리나라는 온도를 °C 단위로 측정하며, 최고 체감 온도가 33 °C 이상인 상태로 2 일 이상 지속되면 폭염주의보를 발령한다. 또한 자동차의 속도를 km/h 단위로 측정하며, 제한된 속도 이상으로 주행하는 자동차를 단속한다. 이 외에도 측정 표준은 다양하게 활용되고 있다.

예를 들어 우리나라는 미세 먼지의 농도를  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  단위로 측정하며, 시간당 평균 농도가 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이상인 상태로 2 시간 이상 지속되면 미세 먼지 주의보를 발령하고 있다. 미세 먼지의 농도가 높을 경우 천식과 같은 호흡기 질환이 악화될 수 있으므로, 미세 먼지 주의보는 야외 활동이나 마스크 착용 여부를 결정하는 데 유용한 정보로 활용된다.

또한 소리의 세기는 dB 단위로 측정하며, 우리나라는 주택가에서 공사를 할 경우 생활 소음을 주간 65 dB 이하, 야간 50 dB 이하로 규제하고 있다. 이에 따라 주택가 주변의 공사 책임자는 방음 시설 설치, 작업 시간 조정 등으로 생활 소음 기준을 초과하는 소음이 발생하지 않도록 노력하고 있다.

|그림 I-9| 미세먼지 농도 안내 표지판

#### 인터넷 활용 검색

한국표준과학연구원([www.kriis.re.kr](http://www.kriis.re.kr))에서 측정 표준과 관련된 다양한 정보를 찾을 수 있다.

#### 데시벨(dB)

사람의 귀에 들리는 가장 작은 소리를 0 dB로 정하고, 소리의 세기가 기준보다 10 배 커지면 10 dB, 100 배 커지면 20 dB로 표시한다.

|그림 I-10| 공사장 소음 측정

일상생활에서는 정확하고 보편적인 단위의 기준인 측정 표준을 정하는 것이 중요하다. 측정 표준을 이용하여 제공되는 정보는 신뢰할 수 있으며, 이러한 정보는 일상생활을 안정적이며 편리하게 누리도록 한다.

( )은/는 어떠한 양을 측정할 때 공통으로 사용할 수 있는 단위에 대한 기준이다.

일상생활에서 측정 표준을 이용하는 것이 중요함을 알리는 홍보 포스터를 만들어 보자.

#### 측정 표준의 가치를 알아주세요.

측정 표준을 이용하여  
제공되는 정보는 일상생활을  
편리하게 누리도록 하는  
우리 삶의 원천입니다.

이 단원을 학습한 다음  
26 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 자연의 변화 측정과 현대 문명

자연에서 일어나는 다양한 변화를 측정하고 분석하여 정보를 산출할 수 있다.

정보를 디지털로 변환하는 기술이 정보 통신에 활용되어 현대 문명에 미친 영향을 인식한다.

## 기상 리포터 되어 보기

그림은 여의도에 개화한 벚꽃 및 월출산과 한라산의 모습을 나타낸 것이다.

여의도 윤종로

영암군 월출산

동해

서귀포시 한라산

1. 기상청 날씨누리에 방문하여 우리 지역의 벚꽃 개화 현황 또는 산악 날씨에 대한 정보를 찾아보자.
2. 자신이 기상 리포터라고 가정하고, 과정 1에서 조사한 정보를 바탕으로 이와 관련된 생활 정보를 전달하는 동영상을 만들어 보자.

## 자연의 변화 측정과 분석

우리는 시계를 보고 점심 식사 시간이 되었는지 파악하며, 현재의 날씨 정보를 토대로 내일의 날씨를 예측하기도 한다. 이처럼 자연의 변화가 신호로 전달되며, 이를 측정하고 분석하여 정보를 산출할 수 있다. 다음 탐구에서 과학의 기본량 중 시간과 온도를 측정하고 분석해 보자.

### 디지털

#### 스마트 기기를 활용한 기본량 측정과 분석

측정, 분석

**문제 인식** 센서를 활용하여 교실 내 위치별 온도를 측정하고 이를 분석하여 어떤 정보를 알 수 있을까?

#### 과정

- 모둠별로 온도를 측정할 위치를 두세 군데 정한다.  
창가, 교실 안쪽, 냉난방기 주변 등을 고려하여 정한다.
- 과정 1에서 정한 위치에 온도 센서를 설치한다.
- 온도 센서를 활용하여 일정한 시간 동안 냉난방기 가동 전후의 온도를 측정한다.
- 온도 센서와 연결된 스마트 기기에 전송된 온도 그 래프를 저장한다.

#### 결과 및 정리

- 냉난방기 가동에 따른 교실 내 위치별 온도 변화를 비교해 보자.
- 위 결과를 분석하여 알게 된 내용을 문장으로 진술해 보자.

#### 목표

센서를 활용하여 온도를 측정하고 이를 분석하여 정보를 산출할 수 있다.

#### 준비물

온도 센서, 스마트 기기

#### 활동 길잡이

**지능형 과학실**에서 다양한 디지털 탐구 도구를 활용하여 탐구를 수행 할 수 있다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 기본량을 측정하고 분석하여 정보가 산출되는 과정을 이해하였는가?

**과정·기능** 센서를 활용하여 얻은 그래프를 분석하였는가?

**기지·태도** 측정값을 근거로 정직하게 정보를 산출하였는가?

센서를 활용하여 아날로그 형태의 다양한 신호를 전기 신호로 바꿔 디지털 데이터를 얻을 수 있다. 이와 같이 자연에서 일어나는 다양한 변화를 측정하고 분석하여 디지털 정보를 산출할 수 있으며, 이러한 디지털 정보를 일상생활에 이용할 수 있다.

센서를 활용하여 자연에서 일어나는 변화를 측정하고 분석하여 일상생활에서 이용할 수 있는 디지털 ( )을/를 산출할 수 있다.

## 디지털 기술과 현대 문명

과학 지식의 축적과 과학 기술의 발달에 따라 현대 문명은 빠르게 발전해 왔다. 과학 기술이 만들어 낸 기계, 전기, 컴퓨터 시스템을 활용하여 정보를 디지털로 변환하는 기술이 발달함에 따라 현대 문명은 디지털 문명으로 전환되고 있다. 디지털 기술이 정보 통신에 활용되어 일상 생활에 어떻게 이용되는지 다음 활동에서 알아보자.

### ● 정보 통신

컴퓨터와 다양한 통신 수단을 이용하여 정보를 주고받는 것

### 디지털 기술이 일상생활에 이용된 사례 조사하기

### ● 재난 문자

갑작스럽게 발생한 재난 상황에 대비 및 대응할 수 있도록 공공 기관에서 보내는 문자 메시지

그림은 대기 환경과 관련된 주의보가 발령되었을 때 행동 요령을 안내하는 재난 문자를 나타낸 것이다.

- 대기 환경과 관련된 재난 문자를 수신한 경험에 대해 이야기해 보고, 재난 문자를 수신한 날짜에 해당하는 우리 학교 주변의 대기 정보를 찾아보자.  
에어코리아 누리집에 방문하여 미세 먼지, 초미세 먼지, 오존 농도 등을 조사한다.
- 이 외에 디지털 기술이 정보 통신에 활용되어 일상생활에 도움을 준 사례에는 무엇이 있는지 조사해 보자.

|그림 I-11|과 같이 전국의 대기 환경 정보 측정망에서 측정하고 분석한 대기 환경 정보는 국가 관리 시스템을 활용하여 디지털 정보로 수집 및 관리된다. 이러한 대기 환경 정보는 에어코리아 누리집에서 실시간으로 제공되고 있다. 이뿐만 아니라 공공 기관에서는 정보 통신을 활용하여 기상 재해, 감염병, 대형 화재, 실종자 발생 등과 같은 다양한 정보를 제공함으로써 재해·재난에 대비하고 안전에 유의하도록 도움을 준다.

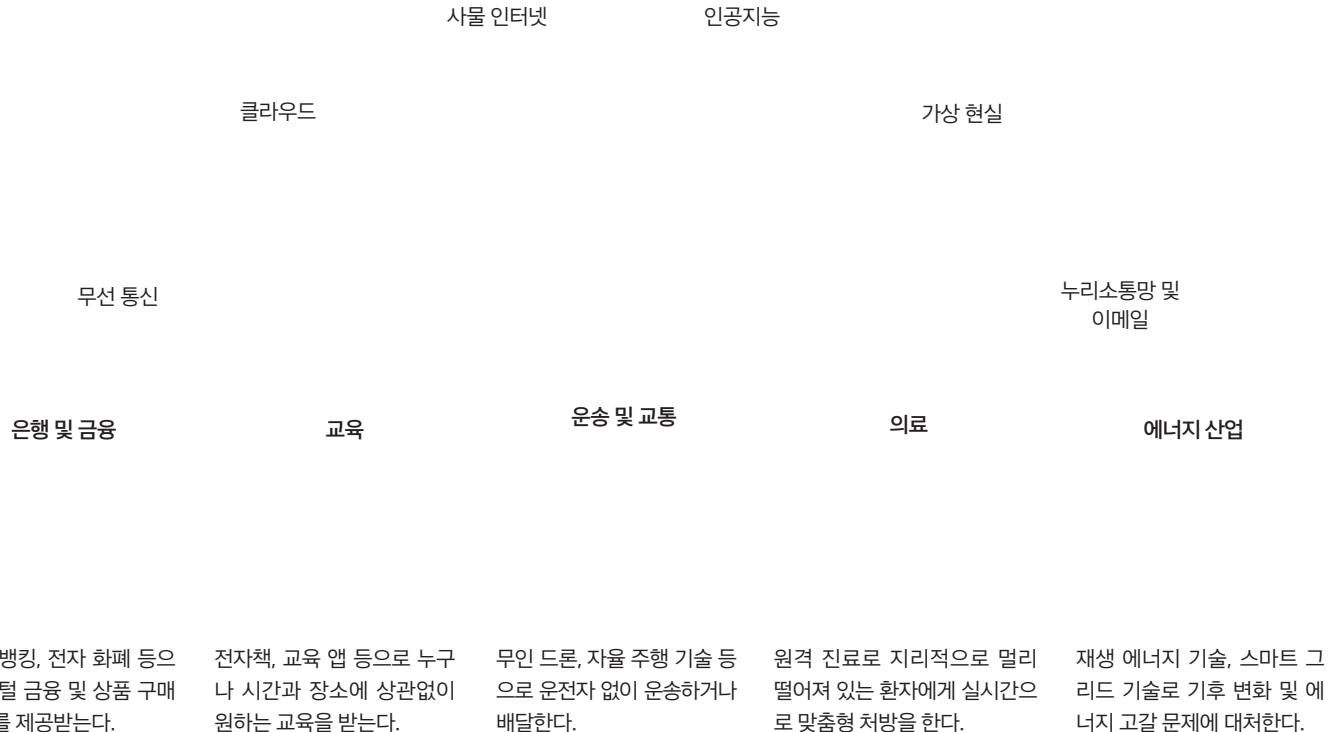
측정 및 분석

수집 및 관리

실시간 정보 공개

|그림 I-11| 대기 환경 정보가 제공되는 과정

자연에서 일어나는 변화에 대한 정보 이외에 각종 생활 정보도 디지털 정보로 변환되어 일상생활에서 유용하게 이용되고 있다. |그림 I-12|와 같이 디지털 기술은 은행 및 금융, 교육, 운송 및 교통, 의료, 에너지 산업 등 사회의 여러 분야에 영향을 미쳐 다양한 방식으로 현대 문명을 변화시키고 있다. 최근에는 빅데이터, 사물 인터넷(IoT), 인공지능(AI) 등의 기술이 발달하면서 디지털 기술은 현대 문명의 많은 영역에 걸쳐 변화와 혁신을 주도하고 있으며, 새로운 형태의 의사소통, 협업, 문제 해결을 가능하게 하고 있다.



|그림 I-12| 디지털 기술이 현대 문명에 미친 영향

( )은/는 은행 및 금융, 교육, 운송 및 교통, 의료, 에너지 산업 등 사회의 여러 분야에 영향을 미쳐 현대 문명을 변화시키고 있다.

어제 하루 동안 디지털 기술을 이용하여 생활한 내용을 시간대별로 정리하고, 이를 표나 그림으로 만들어 보자.

온라인 학습  
버스 승하차  
택시 앱  
디지털 학습

이 단원을 학습한 다음  
30 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

## 측정 표준 시험 평가 기술 연구원

올림픽 경기 중 육상이나 수영 종목에서 기록을 측정할 때 사용하는 초(s) 단위는 국제적으로 통일한 국제단위계(SI) 중 하나이다. 의식하지 못하지만 측정 표준은 우리 생활에서 다양하게 활용되고 있다. 이와 관련하여 측정 표준을 확립하고 유지하는 기술을 연구하는 사람들이 있다.

### 어떤 일을 할까요?

물리 측정 표준, 전자기 측정 표준, 광응용 측정 표준, 융합 기술 측정 표준 등과 관련된 기술에 대한 연구를 하고 있다. 또한 각종 데이터나 통계 등을 과학 기술, 산업, 사회 모든 분야에서 지속적으로 사용할 수 있도록 정확도와 신뢰도를 평가하여 공인하는 기술에 대한 연구를 수행하고 있다.

### 어떻게 준비할까요?

과학 분야를 기초로 하여 다양한 측정 표준 기술에 대한 연구를 주로 수행하므로 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학, 전기전자 공학, 기계 공학, 수학 등을 전공해야 한다.

### 어떤 능력이 필요할까요?

측정 표준 기술에 대한 연구 개발을 수행하므로 분석적인 사고와 탐구적인 능력을 갖추어야 한다. 또한 다양한 분야의 사람들과 논의할 수 있는 의사소통 능력과 정확도를 높이는 꼼꼼함이 필요하다.

**온실 기체  
측정기  
개발자**

대기 중 온실 기체 농도를 측정하는 기구를 개발한다. 또한 온실 기체의 물리 화학적 특성을 잘 파악하고, 관련된 기술을 연구하고 개발한다.

**인공위성  
분석원**

우주 환경을 분석하여 인공위성의 움직임을 제어하는 일을 한다. 또한 인공위성의 데이터를 분석하고, 이상 징후가 나타나면 적절하게 대응한다.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 측정 표준이 활용된 사례에는 무엇이 있을까?

어떠한 양을 측정할 때 공통으로 사용할 수 있는 단위에 대한 기준을 ( )이라고 한다. 이러한 측정 표준이 활용되는 사례에는 °C 단위로 온도를 측정하여 최고 체감 온도가 33 °C 이상인 상태로 2 일 이상 지속되면 발령하는 폭염주의보가 있다. 자동차의 속도를 km/h 단위로 측정하며 제한된 속도 이상으로 주행하는 자동차를 단속하는 과속 단속도 측정 표준을 활용한 사례이다.

### 1 과학적 측정 표준의 유용성

26쪽~29쪽

- (1) : 어떠한 양을 재는 활동
- (2) : 어떠한 양을 추정하는 활동
- (3) : 어떠한 양을 측정할 때 공통으로 사용할 수 있는 단위에 대한 기준
- (4) 측정 표준을 이용하여 제공되는 정보는 신뢰할 수 있으며, 이러한 정보는 일상생활을 안정적이며 편리하게 누리도록 한다.

### 2 자연의 변화 측정과 현대 문명

30쪽~33쪽

- (1) 자연에서 일어나는 다양한 변화를 측정하고 분석하여 정보를 산출할 수 있다.
- (2) 을/를 활용하여 아날로그 형태의 다양한 신호를 전기 신호로 바꿔 디지털 데이터를 얻을 수 있다. 이러한 과정을 통해 산출된 디지털 정보는 일상생활에 유용하게 쓰인다.
- (3) 디지털 기술은 은행 및 금융, 교육, 운송 및 교통, 의료, 에너지 산업 등 사회의 여러 분야에 영향을 미쳐 다양한 방식으로 현대 문명을 변화시키고 있다.

### 01

| 측정 표준 |

측정 표준에 대한 설명으로 짚은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 어떠한 양을 측정할 때 공통으로 사용할 수 있는 단위에 대한 기준이다.
- ㄴ. 측정 표준을 이용하여 제공되는 정보는 신뢰할 수 있다.
- ㄷ. 일상생활에서 소리의 세기를 측정할 때 dB 단위를 사용한다.

### 02

| 디지털 기술과 현대 문명 |

다음은 대기 환경 정보가 일상생활에 이용되는 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 외출 전 대기 환경 정보를 확인한다.
- (나) 대기 환경 정보 측정망에서 대기 오염 농도를 측정한다.
- (다) 정보 통신을 활용하여 대기 환경 정보를 실시간으로 제공한다.
- (라) 국가 관리 시스템을 활용하여 대기 환경 정보를 수집하고 관리한다.

(가)~(라)를 순서대로 나열하시오.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.
2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

대단원 학습 내용을 스스로 정리하고 자신의 실력을 평가해 보자.

### 자연 세계

- 자연 세계는 크게 세계와 거시 세계로 나눈다.
- 다양한 범위의 자연 세계는 시간과 공간의 범위를 구분 짓는 (으)로 표현된다.

### 길이와 시간의 현대적 측정

- 위성 위치 확인 시스템(GPS)으로 넓은 영역이나 미세한 거리를 측정한다.
- 세슘 원자 시계로 정밀하게 시간을 측정한다.

### 기본량의 단위

- 시간, 길이, 질량, 전류 등의 기본량은 자연 현상을 설명하거나 예측하는 탐구 방법을 개발하는 데 기초가 된다.
- 기본량의 단위는 시간이 지나도 변하지 않는 기본 상수를 구하는 실험 방법을 사용하여 정의하고 있다. 예 m, s, kg 등

### 유도량의 단위

- 유도량: 넓이, 부피, 밀도, 속력 등과 같이 유도된 양
- 유도량의 단위는 기본량의 단위를 조합하여 표현하고 있다. 예  $m/s$ ,  $kg \cdot m/s^2$  등

## 자연 세계의 시간과 공간

## 기본량과 단위

## 과학의 기초

### 과학적 측정 표준의 유용성

### 자연의 변화 측정과 현대 문명

#### 측정과 어림

- 측정: 어떠한 양을 재는 활동
- 어림: 어떠한 양을 추정하는 활동

#### 측정 표준

- : 어떠한 양을 측정할 때 공통으로 사용할 수 있는 단위에 대한 기준
- 측정 표준을 이용하여 제공되는 정보는 신뢰할 수 있으며 일상생활을 안정적이며 편리하게 누리도록 한다.

#### 자연의 변화 측정과 분석

- 자연에서 일어나는 다양한 변화가 신호로 전달되며, 이를 측정하고 분석하여 일상생활에서 활용할 수 있는 정보를 산출한다.

#### 디지털 기술과 현대 문명

- 자연 변화에 대한 정보 및 각종 생활 정보는 디지털 정보로 변환되어 일상생활에서 유용하게 이용된다.
- 사물 인터넷, 인공지능 기술, 무선 통신 기술, 가상 현실 기술 등의 은/는 교육, 의료, 에너지 산업 등 현대 문명의 많은 영역을 변화시키고 있다.

## 고고 연계

01

수소의 원자핵을 책상 위의 탁구공이라고 가정할 때 수소의 전자는 탁구공으로부터 몇 걸음 떨어져 있을지 계산하려고 한다. 자신의 평균 보폭을 측정한 뒤 다음 자료를 활용하여 그 값을 계산해 보고, 동일한 단위를 사용하는 것이 중요한 까닭을 설명하시오.

- 수소 원자핵의 지름:  $1.7 \times 10^{-15}$  m
- 수소 원자핵에서 전자까지의 거리:  $5.0 \times 10^{-11}$  m
- 탁구공의 지름:  $4.0 \times 10^{-2}$  m
- 자신의 평균 보폭: ( ) m

## 실생활 적용

02

글씨기

그림 (가)와 (나)는 각각 길을 찾는 과거의 방법과 최근의 방법을 나타낸 것이다.

(가) 지도

(나) 내비게이션

(가)와 (나) 두 방법의 차이점을 비교하여 쓰시오.

매우 짧함 짧함 보통

## 지식·이해

과학 탐구에서 기본량과 단위의 의미를 설명하였는가?

측정 표준의 유용성과 필요성을 설명하였는가?

## 과정·기능

미시 세계와 거시 세계의 자료를 과학적으로 분석하였는가?

스마트 기기를 활용하여 기본량을 측정하고 분석하여 정보를 산출하였는가?

## 가치·태도

측정 표준이 활용되는 사례를 탐색하면서 과학의 유용성을 인식하였는가?

과학 기술이 현대 문명에 미친 영향을 인식하였는가?

## 프로젝트

프로젝트 활동으로 헬스케어 할 문제는 무엇인가요?

왜 이렇게 작나?

뭐야, 넌 L 사이즈를  
입어야지!

그런데 옷 사이즈는  
어떻게 정하는  
거지?

가슴둘레를 측정해서  
표준을 정한 다음 작고 큰  
사이즈를 구분한 거야.

과속 단속 표시도 측정 표준을  
활용한 거지!

측정 표준이 우리 생활에  
유용하구나.

측정 표준을 활용하여 우리 생활에  
도움이 되는 기준을 정해 보자!

학습한 내용을 참고하여 문제를 헬스케어하기 위한 자료를 정리해 보아요.

1 자신의 하루 생활에서 시간, 길이, 온도가 사용되는 상황을 찾아 정리해 보자. 25쪽

2 자신의 하루 생활 중 측정 표준이 활용되는 사례를 찾아보자. 35쪽

문제 상황을 해명하는 창의적인 아이디어를 제시해 보아요.

- 1 측정 표준의 활용 사례 중 새롭게 정하거나 측정 표준의 활용이 필요한 분야에 대해 토의하고 주제를 정해 보자.

주제 정하기

그식식 음식의 맛기 표시 어때?

다른 건 없으까?

교실 속도 표시를 나타내 보자!

- 2 모둠별로 정한 주제로 측정 표준의 활용을 설명하는 자료를 만들어 보자.

- 3 모둠별로 정리한 자료를 발표해 보자.

매우 잘함      잘함      보통

모둠원      나

1. 조사, 토의 등 활동에 적극적으로 참여하였는가?
2. 발표 자료를 만들 때 자신의 역할을 잘 수행하였는가?
3. 다른 모둠의 발표를 듣고 우수한 점과 개선 및 보완할 점을 찾았는가?

활동하면서 내가 잘한 점과 보완할 점을 써 보자.



**창의적  
문제 해결을  
위한 학습 안내**

- 1** 우주에서 규소는 어떻게 만들어졌고, 지구에 얼마나 분포할까?
- 2** 규소는 첨단 기술에 어떻게 활용될까?  
"우주에 보내는 메시지 만들기"

각 질문의 답을 찾고, 92쪽에서 프로젝트를 해설해 봅시다.

# 우주의 시작과 원소의 생성

## 자연의 구성 원소

이전 학습 내용

- 우주 팽창
- 원소

### 우주 그림 퍼즐 맞추기

우주 그림 퍼즐을 맞추고 우주의 시작에 대해 이야기해 보자.

1. 153 쪽의 퍼즐 조각으로 우주 그림을 맞춰 보자.
2. 완성한 그림을 뒤집어 뒷면에 적혀 있는 문장을 읽어 보자.
3. 읽은 문장에 대해 알고 있는 것을 모둠원과 이야기해 보자.

1

학습하면서  
답을 찾아보아요.

우주에서 규소는 어떻게  
만들어졌고, 지구에  
얼마나 분포할까?

## 우주 초기에 생성된 원소

우리가 살고 있는 지구는 공기, 물, 암석 등 다양한 물질로 이루어져 있다. 이 물질을 이루는 원소는 어떻게 만들어졌을까?

빅뱅 우주론에 따르면 우주는 지금으로부터 약 138억 년 전 밀도가 매우 높고 뜨거운 한 점에서 빅뱅(대폭발)이 일어나 탄생하였다. |그림 II-1|과 같이 빅뱅 직후 우주는 급격히 팽창하였고, 이 과정에서 최초의 입자가 만들어졌다. 우주가 팽창하면서 온도는 계속 낮아졌으며 입자가 결합하여 양성자와 중성자를 만들었다. 양성자는 그 자체로 수소 원자핵이 되었고, 양성자 2 개와 중성자 2 개가 결합하여 헬륨 원자핵이 만들어졌다. 빅뱅이 일어나고 약 38만 년이 지난 뒤에는 우주의 온도가 더 낮아졌고 수소 원자핵은 전자 1 개와 결합하여 수소 원자가 되었고, 헬륨 원자핵은 전자 2 개와 결합하여 헬륨 원자가 되었다.

우주는 빅뱅 이후 팽창하며 온도가 낮아졌고, 최초의 입자에서 원자까지 차례대로 만들어졌다. 그 결과 우주가 생성된 초기에 우주 전역에는 수소와 헬륨이 존재하게 되었다.

빅뱅

## 스펙트럼과 우주의 원소 분포

햇빛을 프리즘에 통과시키면 무지개와 같이 여러 가지 색의 띠가 나타나는데, 이를 **스펙트럼**이라고 한다. 스펙트럼은 |그림 II-2|와 같이 빛의 파장에 따라 굴절되는 정도가 다르기 때문에 나타난다.



|그림 II-2| 스펙트럼의 원리

우주에는 별, 은하 등 다양한 천체가 존재한다. 우주의 천체에서 방출되는 빛을 관측하면 스펙트럼을 볼 수 있다. 스펙트럼은 |그림 II-3|과 같이 연속 스펙트럼, 흡수 스펙트럼, 방출 스펙트럼으로 구분된다. 별의 표면에서 방출되는 빛은 연속적인 색의 띠 모습인 연속 스펙트럼으로 나타난다. 이 빛이 상대적으로 온도가 낮은 별의 대기를 통과하면 연속 스펙트럼에 흡수선이 나타나는 흡수 스펙트럼으로 관측된다. 또한 고온의 별 주변에서 가열된 기체를 관측하면 검은 바탕에 여러 색의 밝은 선이 보이는 방출 스펙트럼이 나타난다.

|그림 II-3| 스펙트럼의 종류

원소는 저마다 고유의 스펙트럼을 나타낸다. 이는 원소마다 특정한 파장의 에너지만을 흡수하거나 방출하기 때문이다. 원소의 종류에 따라 흡수선과 방출선은 다른 위치에서 나

흡수  
스펙트럼  
방출  
스펙트럼

|그림 II-4| 수소의 스펙트럼

타나지만, 한 종류의 원소에서 관측되는 흡수선과 방출선의 위치는 |그림 II-4|와 같이 동일하다. 따라서 별, 은하 같은 천체에서 방출되는 빛의 스펙트럼을 분석하면 우주에 존재하는 원소의 정보를 얻을 수 있다.

19 세기 초 프라운호퍼는 |그림 II-5|와 같이 최초로 태양의 스펙트럼에서 수백 개의 흡수선을 발견하였다. 이후 과학자들은 태양의 흡수선을 분석하여 태양이 수소, 헬륨, 나트륨 등 다양한 원소로 구성되어 있음을 알아냈다.

|그림 II-5| 태양의 스펙트럼에서 나타나는 흡수선

### 태양의 스펙트럼을 관측한 프라운호퍼

프라운호퍼(Fraunhofer, J. von, 1787~1826)는 19 세기 독일의 물리학자로, 광학과 수학을 둑학하여 태양과 별의 스펙트럼을 연구하였다. 프라운호퍼는 1814년 광학 연구소에서 일하면서 태양의 스펙트럼에서 324 개의 검은 선을 발견하였다. 또한 태양과 시리우스의 스펙트럼을 분석하여 두 별의 흡수선이 서로 다르다는 것을 밝혀냈다. 이 때문에 별의 스펙트럼에서 나타나는 흡수선을 프라운호퍼 선이라고도 한다.

▲ 프라운호퍼가 태양의 스펙트럼에서 발견한 흡수선

▲ 프라운호퍼

다음 탐구에서 분광기를 활용하여 스펙트럼을 관찰하고, 우주 전역에서 관측되는 스펙트럼과 비교해 보자.

#### 분광기를 활용한 물질의 스펙트럼 관찰·비교

관찰, 추론

목표

별빛의 스펙트럼을 분석하여 우주 초기에 만들어진 수소와 헬륨이 우주의 주요 구성 원소임을 추론할 수 있다.

## 준비물

간이 분광기, 수소 방전관, 헬륨 방  
전관, 고전압 발생 장치, 스마트폰,  
내열장갑

**문제 인식** 스펙트럼으로 우주에 존재하는 원소를 어떻게 알아낼 수 있을까?

## 과정 및 결과

1. 스마트폰의 카메라 렌즈 쪽에 간이 분광기를 붙인다.
  2. 어두운 곳에서 태양을 관찰하고 나타나는 스펙트럼을 촬영하여 표에 기록한다.  
주변을 최대한 어둡게 하고, 좁은 틈으로만 햇빛이 들어오게 하여 관찰한다.
  3. 수소 방전관과 헬륨 방전관에서 방출되는 빛  
을 관찰하고 나타나는 스펙트럼  
을 촬영하여 표에 기록하다. 간이 분광기

간이 분광기

안전 길잡이

- 방전관은 최대 30 초까지만 사용하고, 전원을 끄고 식힌 뒤 다시 사용한다.
  - 방전관과 고전압 발생 장치를 사용할 때에는 반드시 내열 장갑을 착용하다.

수소 방전관

고전압 발생 장치

광원

스펙트럼 모습

## 특징

태양

수소 방전관

헬륨 방전관

4. 그림은 미지의 별 A와 B의 스펙트럼과 여러 원소의 스펙트럼이다. 각 스펙트럼을 비교하여 별 A와 별 B를 구성하는 원소의 유무를 표에 표시해 보자.

(○: 있음, ×: 없음)

수소

수소

헬름

헬름

나트륨

나트륨

칼슘

칼슘

## 정리

- 과정 2와 과정 3에서 관찰한 태양의 스펙트럼, 수소의 스펙트럼, 헬륨의 스펙트럼은 어떤 차이가 있는가?
- 별 A와 별 B의 공통적인 구성 원소는 무엇인가?

## 스스로 평가

- 공통된 구성 원소의 근원을 우주의 탄생과 관련지어 설명해 보자.

**지식·이해** 별빛의 스펙트럼을 분석하여 원소를 알아내는 방법을 이해하였는가?

**과정·기능** 분광기를 활용하여 스펙트럼을 관찰하고, 별빛의 스펙트럼을 분석하였는가?

**가치·태도** 스펙트럼 분석 활동으로 과학의 유용성을 인식하였는가?

## 결론

스펙트럼을 이용하여 우주에 존재하는 원소를 알아내는 원리를 설명해 보자.

과학자들은 우주 전역의 천체에서 방출되는 빛의 스펙트럼을 분석하여 우주에 존재하는 원소는 수소와 헬륨이 대부분을 차지한다는 것을 밝혀냈다. 우주에 존재하는 원소의 비율은 |그림 II-6|과 같이 수소가 약 74 %, 헬륨이 약 24 %이다.

우주를 구성하는 수소와 헬륨은 빅뱅 이후 우주가 팽창  
하던 초기에 생성되었으며, 별과 은하를 이루는 재료가  
되었다.

수소 74 %

헬륨 24 %

|그림 II-6| 우주의 구성 원소 비율

(출처: *The Alchemy of the Heavens*, 1996)

기타 2 %

- 별빛의 스펙트럼은 (                ) 스펙트럼으로 관측된다.
- 별빛의 스펙트럼을 분석하여 우주에 존재하는 (                )을/를 알 수 있다.

## LED등

주변에서 빛을 내는 다양한 물체를 찾고, 간이 분광기를 부착한 스마트 기기로 촬영하여 보고서를 작성해 보자.

LED등의 스펙트럼 모습

이 단원을 학습한 다음  
42 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

# 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성

우주 초기의 원소로부터 태양계의 재료이면서 생명체를 구성하는 원소가 생성되는 과정을 설명할 수 있다.  
지구와 생명의 역사가 우주 역사의 일부분임을 해석할 수 있다.

## 구성 원소 비교하기

우주에서 지구에 이르기까지 모든 것은 원소로 이루어져 있다. 우주나 지구 등을 구성하는 주요 원소에 대해 이야기해 보자.

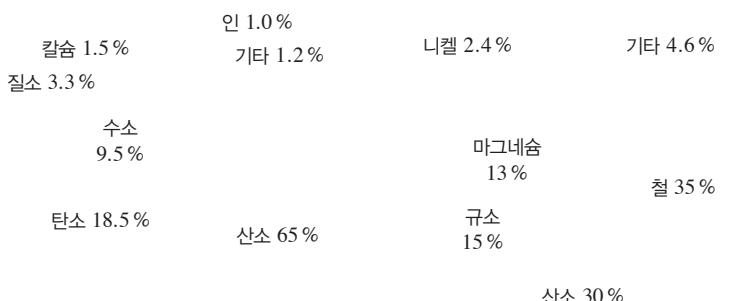
1. 155 쪽의 카드를 확인하고, 만들어진 시간 순서대로 나열해 보자.
2. 태양계, 지구, 우주, 바닷물 각각의 구성 원소를 확인하고, 구성 원소가 서로 다른 까닭을 이야기해 보자.

## 지구와 생명체를 구성하는 원소

다양한 동식물과 더불어 우리가 살고 있는 지구는 광활한 우주의 일부분이다. 광활한 우주를 구성하는 주요 원소는 수소와 헬륨이고, 우주를 구성하는 전체 원소의 약 98 %를 차지한다. 그러면 지구와 생명체를 구성하고 있는 원소도 수소와 헬륨이 가장 많을까? 다음 활동에서 생명체와 지구를 구성하는 원소를 알아보자.

### 생명체와 지구의 구성 원소 비교하기

다음은 사람의 몸과 지구를 구성하는 원소의 질량비를 나타낸 그래프이다.



(출처: 『캠벨 생명과학』, 2022)

(출처: 『Essentials of Geology』, 2009)

- 사람의 몸을 구성하는 원소 중 가장 높은 비율을 차지하는 것은 무엇인가?
- 지구를 구성하는 원소 중 가장 높은 비율을 차지하는 것은 무엇인가?
- 우주를 구성하는 주요 원소와 사람의 몸이나 지구를 구성하는 주요 원소를 비교해 보자.

우주 전역에 분포하는 원소의 대부분은 수소와 헬륨이다. 그러나 지구에는 수소와 헬륨이 극히 적은 반면 철, 산소, 규소 등이 풍부하다. 생명체에서도 수소는 전체 구성 원소 질량의 약 10 %이고 헬륨은 거의 없는 반면, 산소와 탄소가 전체 구성 원소 질량의 대부분을 차지한다. 이처럼 지구와 생명체를 구성하는 주요 원소는 우주를 구성하는 주요 원소와 많은 차이가 있다.

지구를 구성하는 주요 원소는 우주를 구성하는 주요 원소와 (같다, 다르다).

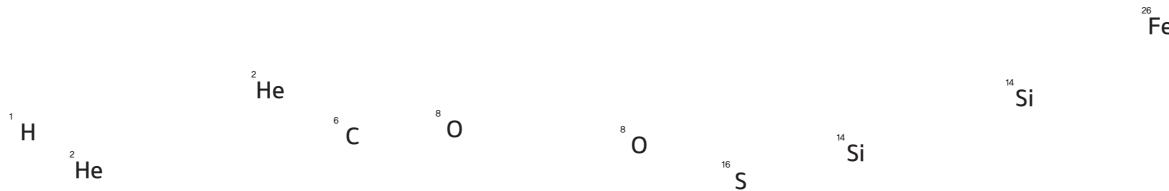
## 별에서 만들어진 원소

### 연결 학습

『통합과학2』의 'Ⅱ. 환경과 에너지'에서 수소 핵융합 반응의 과정을 학습할 수 있다.

지구에 살고 있는 생명체는 산소와 탄소가 주된 구성 원소이고, 산소와 탄소를 비롯하여 현재 지구에는 약 100 종이 넘는 원소가 존재한다. 이렇게 많은 원소는 별이 진화되는 과정에서 만들어진 것이다.

**철보다 가벼운 원소의 생성** 별의 중심부에서는 |그림 II-7|과 같이 가장 먼저 수소 핵융합 반응이 일어나 헬륨이 만들어진다. 별의 중심부에 있던 수소가 모두 헬륨으로 바뀌면 주변에 반응하지 않는 수소를 남긴 채 중심부는 중력의 작용으로 수축한다. 그 결과 중심부의 온도가 급격히 높아져 1억 K 이상이 되면 헬륨 핵융합 반응이 시작되어 생명체를 이루는 탄소, 질소, 산소 등이 만들어진다. 헬륨 핵융합 반응이 끝나면 탄소 핵융합 반응이 일어나 산소, 네온, 마그네슘이 만들어진다. 이후 산소 핵융합 반응으로 황과 규소가 만들어지고, 규소 핵융합 반응으로 철이 만들어진다.



|그림 II-7| 별의 중심부에서 원소가 만들어지는 과정

태양과 같이 상대적으로 질량이 작은 별은 |그림 II-8|과 같이 헬륨 핵융합 반응까지만 일어나고, 질량이 태양의 10 배 이상인 별에서는 수소 핵융합 반응과 헬륨 핵융합 반응 이후 규소 핵융합 반응까지 일어난다. 이처럼 별이 진화 과정을 거치면서 핵융합 반응으로 탄소에서 철에 이르기까지 우주 초기에는 존재하지 않았던 다양한 원소가 만들어진다.

수소	수소
헬륨	헬륨
탄소, 산소	탄소, 산소
	산소, 네온, 마그네슘
	황, 규소
	철

▲ 태양 정도 질량일 때

▲ 태양 질량의 10 배 이상일 때

|그림 II-8| 핵융합 반응이 끝난 별의 중심부 모형

철보다 무거운 원소의 생성 지구에는 금이나 우라늄 등과 같이 철보다 무거운 원소도 존재한다. 철보다 무거운 원소는 어떻게 만들어진 것일까? 별의 중심부에 철이 만들어지면 철의 원자핵은 매우 안정하기 때문에 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않는다. 핵융합 반응이 끝난 별은 중심부는 급격히 수축하고, 외곽 물질은 매우 밝은 빛을 내며 폭발하는 초신성이 된다. |그림 II-9|와 같이 초신성 폭발 과정에서 엄청난 에너지가 방출되고 핵융합 반응이 한꺼번에 일어나 철보다 무거운 금, 납, 우라늄 등의 원소가 만들어진다.

인터넷 활용 멀티미디어

‘별의 일생’을 검색하면 별의 탄생과 진화에 대한 다양한 멀티미디어 자료를 찾아볼 수 있다.

초신성 폭발로 별의 진화 과정에서 만들어진 탄소, 질소, 산소, 철뿐만 아니라 철보다 무거운 금, 납, 우라늄 등이 함께 우주 공간으로 방출된다. 초신성 폭발로 우주에 방출된 원소들은 |그림 II-10|의 계 성운과 같은 초신성 잔해를 형성하고, 이후 새로운 별을 만드는 데 다시 사용된다.

|그림 II-10| 게 성운

탄소, 질소 등 철보다 가벼운 원소는 별( )의 핵융합 반응으로 만들어지고, 금, 납 등 철보다 무거운 원소는 ( )으로 한꺼번에 핵융합 반응이 일어나 만들어진다.

## 지구와 생명의 역사

별의 진화와 초신성 폭발로 만들어진 다양한 원소는 지구가 속한 태양계를 만드는 재료가 되고, 생명체를 구성하는 원소가 되었다. 태양계와 지구는 어떤 과정으로 만들어졌을까?

태양계는 약 50억 년 전 초신성 폭발로 만들어진 거대한 성운에서 탄생하였다. |그림 II-11|과 같이 거대한 성운은 수축하면서 회전하기 시작하였고, 이후 원시 태양과 원시 원반이 만들어졌다. 원시 원반에서는 성간 물질이 뭉쳐 미행성체가 되었고, 미행성체가 충돌하면서 원시 행성이 만들어져 태양계가 형성되었다.

### ● 성간 물질

우주에 존재하는 가스나 먼지

|그림 II-11| 태양계의 형성 과정

### 인터넷 활용 멀티미디어

'태양계의 탄생'과 '지구의 탄생'을 검색하면 태양계의 형성과 진화 과정, 지구의 형성과 진화 과정에 대한 다양한 멀티미디어 자료를 찾아 볼 수 있다.

현재의 지구는 약 46억 년 전 원시 행성에서 시작되었다. |그림 II-12|와 같이 원시 지구는 수많은 미행성체의 충돌로 마그마 바다 상태였다가 미행성체의 충돌이 줄어들면서 원시 지각이 만들어졌다. 이후 원시 바다가 만들어졌고, 바다에서 생명체가 탄생하였으며 현재와 같이 다양한 생명체가 살고 있는 행성인 지구가 되었다.

- ▲ 미행성체의 충돌이 빈번히 일어났다.
- ▲ 미행성체 충돌로 생긴 열 때 문에 마그마바다가 되었다.
- ▲ 핵과 맨틀로 나누어지고, 원시 지각이 만들어졌다.
- ▲ 원시 바다가 만들어지고, 생명체가 탄생하였다.

|그림 II-12| 지구와 생명체의 탄생 과정

한편 행성에서 생명체가 존재할 수 있는 가장 중요한 조건은 액체 상태의 물이다. 금성이나 화성에 비해 지구는 태양으로부터 적당한 거리에 위치하고 있기 때문에 바다와 같은 액체 상태의 물이 존재할 수 있어 생명체의 탄생이 가능하였다.

다음 탐구로 지구와 생명체를 이루는 원소가 어디에서 왔는지 확인해 보자.

## 우주와 지구 역사를 통한 지구와 생명체 구성 성분의 유래 탐구

추론

**문제 인식** 지구와 생명체를 구성하는 원소는 어디에서 왔을까?

### 과정

1. 의 카드를 활용하여 우주의 역사를 시간 순서대로 나열해 보자.
2. 49 쪽의 해 보기 활동을 참고하여 지구와 생명체를 구성하는 주요 원소를 세 가지씩 써 보자.
3. 과정 2의 각 원소가 생성된 시기를 과정 1의 카드에서 찾아보자.

### 목표

지구와 생명체 구성 성분의 유래를 우주와 지구 역사를 통해 설명할 수 있다.

### 준비물

157 쪽 활동 카드

### 스스로 평가

**지식·이해** 지구와 생명체 구성 성분의 유래를 우주 및 지구 역사와 관련지어 설명하였는가?

**과정·기능** 우주 및 지구 역사를 과학적 사실에 근거하여 나열하였는가?

**가치·태도** 지구와 생명체 구성 성분의 유래에 호기심을 가지게 되었는가?

### 결과 및 정리

지구와 생명체를 이루는 구성 성분의 유래를 우주 및 지구 역사와 관련지어 설명해 보자.

빅뱅 이후 우주 초기에 생성된 원소는 별의 재료가 되고, 별이 만들어 낸 수많은 원소가 우주 공간으로 방출되어 태양계의 재료가 되었으며, 지구에 존재하는 생명체를 구성하는 유기물을 만들었다. 이처럼 지구와 생명의 역사는 약 138억 년 전에 시작되어 끊임없이 변화해온 우주 역사의 한 부분이다.

지구는 원시 원반에서 만들어진 ( )의 충돌로 형성되었으며, 지구에서 생명체의 탄생이 가능하였던 것은 ( )이/가 존재할 수 있었기 때문이다.

우주의 탄생에서 현재의 나에 이르기까지의 연대표를 다양한 형태로 만들어 보자.

이 단원을 학습한 다음 48 쪽의 학습 목표를 점검해 보자.

## 다양한 방식으로 생산되는 수소

수소는 우주에서 가장 먼저 만들어진 원소이며, 지구상에서 대부분 화합물의 형태로 존재한다. 수소는 비슷한 양의 경유나 휘발유보다 훨씬 많은 에너지를 낼 수 있어 미래의 에너지원으로 주목받고 있다.



▲ 수소 분자

### 화합물에서 분리하여 추출되는 수소

수소는 화합물에서 분리 및 추출되는 기술과 탄소 배출량에 따라 그레이 수소, 블루 수소, 그린 수소 등으로 구분할 수 있다.



### 이산화 탄소

**그레이 수소**는 화석 연료에서 수소를 추출하는 기술을 적용하여 생산되며 현재 생산되는 수소의 대부분을 차지한다. 하지만 수소 1 kg을 생산할 때 이산화 탄소 약 10 kg을 배출하므로 생산 과정이 환경 친화적이지 않다.

**블루 수소**는 그레이 수소와 동일한 추출 기술을 적용하여 생산된다. 하지만 생산 과정에서 발생하는 이산화 탄소를 포집하여 저장하는 기술을 적용한다. 따라서 대기 중으로 배출되는 이산화 탄소의 양을 최소화하여 생산할 수 있다.

**그린 수소**는 태양광, 풍력 등의 재생 에너지에서 얻은 전기로 물을 분해하여 수소를 추출하는 기술을 적용해 생산된다. 그린 수소는 생산 과정에서 이산화 탄소가 전혀 발생하지 않으므로 생산 과정이 가장 환경 친화적이다.

### 지구 내부에 숨어 있는 천연 수소

지구 내부에서 자연적으로 산출되는 천연 수소를 화이트 수소라고 한다. 과거에는 수소 자체만으로는 땅속에 존재하지 않는 것으로 알려져 있었으나 최근 땅속에 천연 수소가 존재함이 밝혀졌고, 대륙 지각에 광범위하게 존재할 것이라 추정하고 있다. 화이트 수소는 생산 과정을 거쳐야 하는 그레이 수소, 블루 수소, 그린 수소와는 다르게 자연에서 직접 채취하여 사용할 수 있다. 또한 화이트 수소는 채취 과정에서 이산화 탄소가 배출되지 않아 환경 친화적이다. 따라서 우리나라를 비롯한 세계 각국에서는 천연 수소 탐사와 채취 기술 연구를 활발하게 진행하고 있다.

▲ 천연 수소

### 토의 하기

1. 다른 수소와 비교하였을 때 천연 수소만의 특징을 정리해 보자.
2. 천연 수소의 특징을 바탕으로 천연 수소 채취 과정에서 고려해야 할 점을 토의해 보자.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

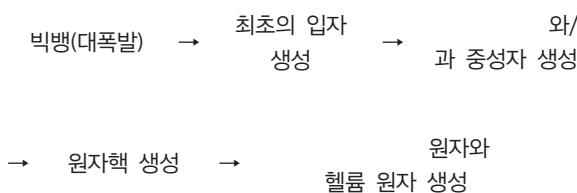
## 우주에서 규소는 어떻게 만들어졌고, 지구에 얼마나 분포할까?

우주에서 규소는 질량이 태양의 10 배 이상인 별이 ( )하는 과정에서 만들어졌다. 질량이 태양의 10 배 이상인 별의 중심부에서 ( ) 핵융합 반응으로 헬륨이 만들어졌다. 이후 헬륨 핵융합 반응, 탄소 핵융합 반응을 거쳐 ( ) 핵융합 반응으로 규소가 만들어졌다. 별에서 만들어진 규소는 지구를 구성하는 원소 중 약 15 %를 차지한다.

### 1 우주의 시작과 원소의 생성

42쪽~47쪽

#### (1) 우주 초기에 생성된 원소



#### (2) 스펙트럼

- 스펙트럼: 햇빛을 프리즘에 통과시킬 때 나타나는 여러 가지 색의 띠
- 스펙트럼의 종류

종류	스펙트럼 모습
연속 스펙트럼	

#### 스펙트럼

#### 방출 스펙트럼

- 원소는 저마다 고유한 스펙트럼을 나타낸다.
  - ⇒ 원소의 종류에 따라 흡수선이나 방출선의 위치가 다르게 나타난다.
- 한 종류의 원소에서 관측되는 흡수선과 방출선의 위치는 동일하다.

#### (3) 우주의 원소 분포

- 별빛의 스펙트럼을 분석하면 우주에 존재하는 원소의 정보를 얻을 수 있다.
- 현재 우주에 존재하는 원소는 대부분 수소와 이다.
  - ⇒ 이 원소들은 빅뱅 이후 우주 초기에 생성된 것이다.

### 2 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성

48쪽~53쪽

#### (1) 지구와 생명체 구성 원소

구분	구성 원소
	철>산소>규소>기타
	산소>탄소>수소>기타

#### (2) 별의 진화 과정

- 철보다 가벼운 원소는 별의 중심부에서 (으)로 만들어진다.

질량이 태양  
정도인 별

- 수소 핵융합 반응, 헬륨 핵융합 반응이 일어난다.
- 헬륨, 탄소, 질소, 산소가 만들어진다.

질량이 태양의  
10 배 이상인  
별

- 수소 핵융합 반응에서 규소 핵융합 반응까지 일어난다.

• 헬륨부터 철까지 다양한 원소가 만들어진다.

- 철보다 무거운 금, 납, 우라늄 등의 원소는 (으)로 만들어진다.

⇒ 이후 우주에 방출된 다양한 원소는 새로운 별을 만드는 데 다시 사용된다.

#### (3) 지구와 생명의 역사

- 태양계의 형성: 거대 성운 형성 → 성운의 수축과 회전 → 원시 태양과 원시 원반 형성 → 원시 행성 형성

• 지구와 생명체의 형성: 미행성체 충돌 → 마그마 바다 형성 → 핵과 맨틀로 나누어짐. → 원시 지각 형성 → 원시 바다 형성과 생명체 탄생

⇒ 태양으로부터 적당한 거리에 위치한 지구에는 액체 상태의 이/가 존재할 수 있어 생명체가 탄생 할 수 있었다.

- 지구와 생명의 역사는 우주 역사의 한 부분이다.

## 01

| 우주의 시작과 원소의 생성 |

다음은 우주 생성 초기에 일어난 사건들을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 전자의 생성
- (나) 원자의 생성
- (다) 빅뱅(대폭발)
- (라) 헬륨 원자핵의 생성
- (마) 양성자와 중성자의 생성

(가)~(마)를 시간 순서대로 나열하시오.

## 02

| 스펙트럼 |

그림 (가)와 (나)는 두 종류의 스펙트럼을 나타낸 것이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. (가)는 흡수 스펙트럼이다.
- ㄴ. (가)는 고온의 별 주변에서 가열된 기체를 관측하여 얻을 수 있다.
- ㄷ. (나)는 별 표면에서 나온 빛이 상대적으로 온도가 낮은 별의 대기를 통과할 때 관측하여 얻을 수 있다.
- ㄹ. (가)와 (나)는 같은 원소의 스펙트럼이다.

## 03

| 별빛의 스펙트럼 분석 |

그림은 태양의 스펙트럼을 나타낸 것이다.

(1) 이 스펙트럼의 종류를 쓰시오.

(2) 스펙트럼을 이용하여 태양의 구성 원소를 알아낼 수 있는 원리를 설명하시오.

## 04

| 별빛의 스펙트럼 분석 |

그림은 별 (가)와 여러 가지 원소의 스펙트럼을 나타낸 것이다.

별 (가)

수소

헬륨

나트륨

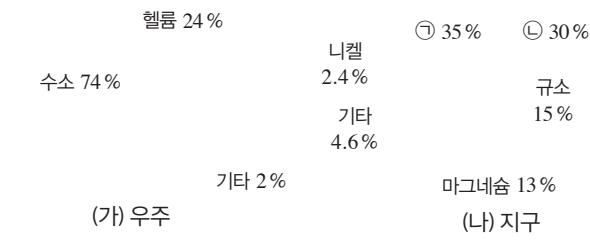
칼슘

스펙트럼을 비교하여 별 (가)의 구성 원소를 찾아 쓰시오.

## 05

| 우주와 지구를 구성하는 원소 |

그림 (가)와 (나)는 각각 우주와 지구를 구성하는 주요 원소의 질량비를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

ㄱ. (가)의 원소들은 대부분 우주 초기에 만들어진 것이다.

ㄴ. (나)의 ⑦은 수소이다.

ㄷ. (나)의 ⑧은 초신성 폭발 과정에서 만들어진 것이다.

## 06

| 별에서 만들어진 원소 |

다음은 별의 진화 과정에서 만들어지는 다양한 원소이다.

- |        |        |         |
|--------|--------|---------|
| (가) 철  | (나) 납  | (다) 규소  |
| (라) 산소 | (마) 헬륨 | (바) 우라늄 |

(1) 질량이 태양의 10 배 이상인 별의 중심부에서 만들어질 수 있는 원소를 있는 대로 고르시오.

(2) 초신성 폭발로만 만들어지는 원소를 있는 대로 고르시오.

## 07

| 별에서 만들어진 원소 |

그림은 게 성운의 모습을 나타낸 것이다.  
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에  
서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 초신성 폭발의 잔해이다.
- ㄴ. 별이 진화하는 초기 단계이다.
- ㄷ. 우주 생성 초기에 만들어진 것이다.
- ㄹ. 철보다 무거운 원소로만 구성되어 있다.

## 08

| 우주의 역사 |

다음은 우주의 역사를 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 원자 생성
- (나) 초신성 폭발
- (다) 원시 태양 형성
- (라) 최초의 별 탄생

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. (가)는 빅뱅과 동시에 일어났다.
- ㄴ. (나)로 철보다 무거운 원소가 만들어졌다.
- ㄷ. (다) 이전에 지구가 형성되었다.
- ㄹ. (라)는 (나)보다 먼저 일어났다.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.
2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

## 창의적 문제 해결력 기르기

### 09

| 지구와 생명체를 구성하는 원소 |

표는 지구와 생명체를 구성하는 원소를 나타낸 것이다.

구분	구성 원소
지구	철>산소>규소>기타
생명체	산소>탄소>수소>기타

우주를 구성하는 성분 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 수소와 헬륨이지만 지구와 생명체를 구성하는 주된 원소에는 수소와 헬륨이 없다. 우주의 주성분인 수소와 헬륨이 지구에 거의 존재하지 않는 까닭을 설명하시오.

### 10

| 별에서 만들어진 원소 |

다음은 우리가 생활 속에서 볼 수 있는 물건들에 대한 설명 글이다.

대표적인 필기도구인 연필은 흑연과 점토의 혼합물로 만든 심을 나무로 둘러싸서 만들어진다. 흑연은 탄소로 이루어져 있어 우리가 연필로 글씨를 쓸 때 흑연의 탄소 입자가 종이에 붙으면서 우리 눈에 글씨가 쓰이는 것처럼 보이는 것이다.

우리는 다양한 물건을 쉽게 볼이 고 떼기 위해 자석을 사용한다. 자석은 주로 철로 이루어져 있어 쇠를 끌어당기는 자기를 띠고, 자성의 세기를 조절할 수 있기 때문에 유용하게 사용되고 있다.

위 글에 제시된 연필과 자석의 주요 원소를 찾고, 각 원소의 생성 과정을 설명하시오.

# 원소의 주기성과 화학 결합

## 물질의 규칙성과 성질

### 이전 학습 내용

- 원소와 원자
- 화합물과 화학식
- 주기율표
- 광물과 암석
- 전기력
- 전류

### 불꽃놀이에 이용되는 화합물의 구성 원소 분류하기

우리에게 특별한 추억을 선사하는 불꽃놀이의 다양한 불꽃 색깔은 여러 가지 화합물 때문에 나타난다. 불꽃놀이에 이용되는 화합물과 구성 원소를 알아보자.

1. 불꽃놀이에서 다양한 불꽃 색깔을 나타내는데 쓰이는 화합물을 조사해 보자.

2. 과정 1의 화합물을 구성하는 원소를 확인해 보자.

3. 과정 2의 원소를 일정한 기준을 정하여 두 가지로 분류해 보자.

2

학습하면서  
답을 찾아보아요.

규소는 첨단 기술에  
어떻게 활용될까?

H  
수소

N  
질소

## 세상을 구성하는 원소

Fe

철

O  
산소

우리 주변의 수많은 물질은 |그림 II-13|과 같이 다양한 원소로 이루어져 있다. 지구의 대기에는 질소와 산소가 많이 포함되어 있으며, 지각에는 산소와 규소가 많이 포함되어 있다. 또한 사람을 비롯한 동물, 식물 등 생명체는 산소, 탄소, 수소, 질소 등으로 이루어져 있다. 그리고 스마트 기기, 가로등, 건물 등은 탄소, 알루미늄, 철, 구리 등 다양한 원소로 이루어져 있다.

C  
탄소

Si  
규소

Cu  
구리

Al  
알루미늄

|그림 II-13| 세상을 구성하는 다양한 원소

세상을 구성하는 여러 가지 원소는 성질에 따라 크게 금속과 비금속으로 분류할 수 있다. 금속 원소는 전기가 잘 통하고, 열을 잘 전달한다. 또한 힘을 가하면 부서지지 않고 모양만 변하며, 특유의 광택이 있다. 금속 원소는 실온에서 대부분 고체 상태이다. |그림 II-14|는 몇 가지 금속 원소의 종류와 이용되는 사례를 나타낸 것이다.

Fe  
철

Zn  
아연

Au  
금

▲ 철은 공구를 만들 때 이용된다. ▲ 아연은 배의 선체 보호에 이용된다. ▲ 금은 회로 기판을 만들 때 이용된다.

|그림 II-14| 금속 원소의 종류와 이용

한편 비금속 원소는 금속 원소와는 달리 전기가 잘 통하지 않으며, 열을 잘 전달하지 않는다. 비금속 원소는 실온에서 대부분 기체 또는 고체 상태이다. |그림 II-15|는 몇 가지 비금속 원소의 종류와 이용되는 사례를 나타낸 것이다.

H  
수소

N  
질소

C  
탄소

▲ 수소는 자동차의 연료로 이용된다.

▲ 탄소는 연필심으로 이용된다.

▲ 질소는 과자 봉지 충전재로 이용된다.

|그림 II-15| 비금속 원소의 종류와 이용

오래전부터 과학자들은 세상을 구성하는 원소들의 분류 방법을 연구해 왔다. 그 결과 원소의 성질이 주기적으로 나타나도록 원소들을 배열한 표를 만들었는데, 이를 **주기율표**라고 한다. |그림 II-16|은 현재 사용하는 주기율표로, 원자의 양성자수인 원자 번호와 화학적 성질을 기준으로 원소를 배열한 것이다.

|그림 II-16| 현대의 주기율표

족 주기	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1 <b>H</b> 수소								금속
2	3 <b>Li</b> 리튬	4 <b>Be</b> 베릴륨	11 <b>Na</b> 나트륨		원자 번호			준금속	
3	11 <b>Na</b> 나트륨	12 <b>Mg</b> 마그네슘			원소 기호			비금속	
4	19 <b>K</b> 칼륨	20 <b>Ca</b> 칼슘	21 <b>Sc</b> 스칸듐	22 <b>Ti</b> 타이타늄	23 <b>V</b> 바나듐	24 <b>Cr</b> 크로뮴	25 <b>Mn</b> 망가니즈	26 <b>Fe</b> 철	27 <b>Co</b> 코발트
5	37 <b>Rb</b> 루비듐	38 <b>Sr</b> 스트론튬	39 <b>Y</b> 이트륨	40 <b>Zr</b> 지르코늄	41 <b>Nb</b> 나이오븀	42 <b>Mo</b> 몰리브데늄	43 <b>Tc</b> 테크네튬	44 <b>Ru</b> 루테늄	45 <b>Rh</b> 로듐
6	55 <b>Cs</b> 세슘	56 <b>Ba</b> 바륨	57~71 *란타넘족	72 <b>Hf</b> 하프늄	73 <b>Ta</b> 탄탈럼	74 <b>W</b> 텅스텐	75 <b>Re</b> 레늄	76 <b>Os</b> 오스뮴	77 <b>Ir</b> 이리듐
7	87 <b>Fr</b> 프랑슘	88 <b>Ra</b> 라듐	89~103 **악티늄족	104 <b>Rf</b> 러더포듐	105 <b>Db</b> 더브늄	106 <b>Sg</b> 시보굽	107 <b>Bh</b> 보륨	108 <b>Hs</b> 하슘	109 <b>Mt</b> 마이트너뮴
			*란타넘족	57 <b>La</b> 란타넘	58 <b>Ce</b> 세륨	59 <b>Pr</b> 프라세오디뮴	60 <b>Nd</b> 네오디뮴	61 <b>Pm</b> 프로메튬	62 <b>Sm</b> 사마륨
			**악티늄족	89 <b>Ac</b> 악티늄	90 <b>Th</b> 토륨	91 <b>Pa</b> 프로트악티늄	92 <b>U</b> 우리늄	93 <b>Np</b> 넵투늄	94 <b>Pu</b> 플루토늄

수소는 우주 왕복선과 연료 전지의 연료로 이용된다.

칼슘은 조개껍데기와 산호를 구성한다.

주기율표에서 가로줄을 **주기**라고 하며, 1주기에서 7주기까지 있다. 주기율표에서 세로줄을 **족**이라고 하며, 1족에서 18족까지 있다. 한편 금속 원소는 대체로 주기율표의 왼쪽과 가운데에 위치하고, 비금속 원소는 대체로 주기율표의 오른쪽에 위치한다.

다음 원소를 금속과 비금속으로 구분하시오.

	H	Mg	C	Al				
10	11	12	13	14	15	16	17	18
실온에서 원소 상태 고체   액체   기체								
	5   B   봉소	6   C   탄소	7   N   질소	8   O   산소	9   F   플루오린	10   Ne   네온		
	13   Al   알루미늄	14   Si   규소	15   P   인	16   S   황	17   Cl   염소	18   Ar   아르곤		
28   Ni   니켈	29   Cu   구리	30   Zn   아연	31   Ga   갈륨	32   Ge   저마늄	33   As   비소	34   Se   셀레늄	35   Br   브로민	36   Kr   크립톤
46   Pd   팔라듐	47   Ag   은	48   Cd   카드뮴	49   In   인듐	50   Sn   주석	51   Sb   안티모니	52   Te   텔루륨	53   I   아이오딘	54   Xe   제논
78   Pt   백금	79   Au   금	80   Hg   수은	81   Tl   탈륨	82   Pb   납	83   Bi   비스무트	84   Po   폴로늄	85   At   아스타틴	86   Rn   라돈
110   Ds   디름슈타튬	111   Rg   레이트게늄	112   Cn   코페르니슘	113   Nh   니호늄	114   Fl   플勒로븀	115   Mc   모스코븀	116   Lv   리버모븀	117   Ts   테네신	118   Og   오가네슘
63   Eu   유로퓸	64   Gd   가돌리늄	65   Tb   터븀	66   Dy   디스프로슘	67   Ho   홀뮴	68   Er   어븀	69   Tm   틀뮴	70   Yb   이터븀	71   Lu   루테튬
95   Am   아메리슘	96   Cm   퀴륨	97   Bk   버클륨	98   Cf   칼리포늄	99   Es   아인슈타이늄	100   Fm   페르뮴	101   Md   멘델레븀	102   No   노벨륨	103   Lr   로렌슘

알루미늄은 음식을 담는 얇은 용기를 만들 때 이용된다.

염소는 살균 소독에 이용된다.

## 원소의 주기성

달력에서 일정한 간격을 두고 같은 요일이 규칙적으로 나타나는 것처럼 주기율표에서도 원소의 성질이 주기적으로 나타난다. 다음 탐구에서 같은 족 원소들의 유사성을 탐구하는 실험을 직접 설계해 보자.

### 같은 족 원소들의 유사성을 탐구하는 실험 설계

조사, 실험 설계

#### 목표

같은 족 원소들의 유사성을 탐구하는 실험을 설계할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

#### 활동 길잡이

실험을 설계할 때 한 가지 요인(조작변인)에 의한 효과(종속변인)를 확인하려면 결과에 영향을 줄 수 있는 다른 요인(통제변인)은 일정하게 유지해야 한다.

**문제 인식** 같은 족 원소들의 유사성을 탐구하려면 어떻게 실험을 설계해야 할까?

#### 과정

- 모둠별로 수소를 제외한 1족 원소의 서로 비슷한 성질을 조사해 보자.
- 과정 1에서 조사한 성질 중 하나를 선택한 뒤 이를 탐구하기 위한 실험을 설계해 보자.

#### 비슷한 성질

#### 변인 설정

#### 준비물

#### 같은 족 원소들의 유사성을 탐구하는 실험 설계

##### 1 모둠

##### [비슷한 성질]

수소를 제외한 1족 원소는 물과 반응하여 가체가 발생한다.

##### [영양 성질]

조작변인: 금속의 종류 / 통제변인: 금속의 크기, 물의 양 등  
종속변인: 기체 발생 여부

##### [준비물]

리튬, 나트륨, 칼륨, 텔루리움, 비커, 핀셋, 보온병, 실온용 장갑, 신발장

##### [실험 과정]

- 쌀알을 크기 정도로 자른 리튬과 물이 담긴 비커에 넣고 변화를 관찰한다.
- 리튬 대신 나트륨과 칼륨을 사용하여 과정 1을 반복한다.

##### [주의점]

- 실험할 때에는 보온병을 반드시 사용한다.
- 사용하고 남은 금속은 반드시 선생님에게 반납한다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 수소를 제외한 1족 원소의 유사성을 이해하였는가?

**과정·기능** 변인을 고려하여 실험을 설계하였는가?

**가치·태도** 자신이 맡은 역할에 책임감을 가지고 실험을 설계할 때 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

#### 주의점

- 모둠별로 설계한 실험을 온라인 협업 플랫폼에 올려 보자.

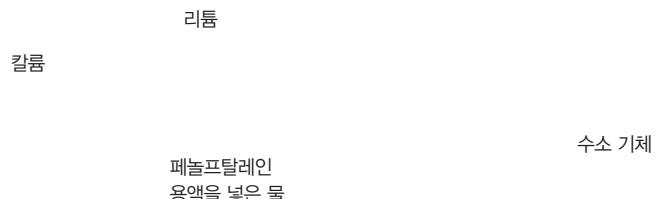
## 결과 및 정리

- 다른 모둠에서 설계한 실험을 확인하여 적절성을 논의한 뒤 댓글을 달아 보자.
- 다른 모둠의 댓글을 확인한 뒤 설계한 실험을 보완해 보자.

주기율표의 1족 원소 중 수소를 제외한 리튬, 나트륨, 칼륨 등을 **알칼리 금속**이라고 하며, |그림 II-17|과 같이 몇 가지 비슷한 성질을 나타낸다. 알칼리 금속은 실온에서 고체 상태이며, 칼로 쉽게 잘릴 정도로 무르다. 알칼리 금속은 반응성이 커서 공기 중의 산소와 빠르게 반응하여 광택이 사라지고, 물에 넣으면 실온에서도 물과 활발하게 반응하여 수소 기체가 발생한다.

### 알칼리 금속과 물의 반응

알칼리 금속과 물이 반응하면 수용액은 염기성을 띈다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 넣은 물에 알칼리 금속을 넣으면 수용액이 붉은색으로 변한다.



- ▲ 칼로 쉽게 잘린다. ▲ 물과 반응하여 수소 기체가 발생한다.

|그림 II-17| 알칼리 금속의 성질

한편 주기율표의 17족 원소인 플루오린, 염소, 브로민 등을 **할로젠**이라고 한다. 할로젠도 |그림 II-18|과 같이 몇 가지 비슷한 성질을 나타낸다. 할로젠은 원소마다 특유의 색을 띠며, 수소와 반응하여 산을 생성한다. 또한 할로젠은 대체로 반응성이 커서 다른 원소와 쉽게 반응한다. 예를 들어 염소는 나트륨과 격렬하게 반응하여 염화 나트륨을 생성한다.



- ▲ 특유의 색을 띤다. ▲ 다른 원소와 쉽게 반응한다.

|그림 II-18| 할로젠의 성질

알칼리 금속은 ( )이/가 커서 산소, 물 등과 쉽게 반응한다.

## 원소의 주기성이 나타나는 까닭

알칼리 금속, 할로젠과 같이 주기율표에서 같은 쪽에 속하는 원소들은 성질이 비슷하다. 그 까닭은 무엇일까?

보어

(Bohr, N. H. D.,  
1885~1962)

수소의 선 스펙트럼을 바탕으로 원자의 원자핵 주위를 전자가 원형 궤도를 따라 돌고 있다는 가설을 발표하였다.

원소의 성질은 원자 안의 전자와 관련이 있다. 따라서 원소의 성질이 주기성을 나타내는 까닭을 알기 위해서는 먼저 원자 안에 전자가 어떻게 배치되어 있는지 알아야 한다. 원자의 구조를 연구한 보어는 원자에서 전자는 특정한 에너지를 갖는 궤도를 따라 운동한다고 제안하였다. 이 궤도를 전자 껍질이라고 한다. |그림 II-19|는 보어의 원자 모형을 나타낸 것이다.

전자 껍질

원자핵

전자

|그림 II-19| 보어의 원자 모형

보어의 원자 모형에서 전자는 원자핵에 가까운 전자 껍질부터 차례로 배치되고, 각 전자 껍질에 최대로 배치될 수 있는 전자의 수는 정해져 있다. 첫 번째 전자 껍질에는 전자가 최대로 2 개까지 배치될 수 있고, 두 번째 전자 껍질에는 전자가 최대로 8 개까지 배치될 수 있다. |표 II-1|은 지구와 생명체를 구성하는 여러 가지 원소 중 수소, 탄소, 마그네슘의 원자 모형을 나타낸 것이다.

### 원자의 구조

원자는 원자핵과 전자로 이루어져 있으며, 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다. 한 원자를 이루는 양성자와 전자의 수는 같으므로 원자는 전기적으로 중성이다.

원소	수소	탄소	마그네슘
원자 번호	1	6	12
양성자의 수	1	6	12
전자의 수	1	6	12

### 원자 모형

|표 II-1| 수소, 탄소, 마그네슘의 원자 모형

원자의 전자 배치는 원소의 종류에 따라 다르다. 다음 활동에서 원자 번호 순서대로 원자의 전자 배치를 살펴보고, 원소의 성질이 주기성을 나타내는 까닭을 알아보자.

### 원소의 성질이 주기성을 나타내는 까닭 알아보기

그림은 2주기와 3주기 원자의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



- 같은 주기나 족에 속하는 원소들은 각각 어떤 공통점이 있는지 전자 배치와 관련지어 설명해 보자.

주기  
족

- 같은 족에 속하는 원소들이 비슷한 화학적 성질을 나타내는 까닭을 전자 배치와 관련지어 토의해 보자.

주기율표에서 같은 주기에 속하는 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질의 수가 같다. 예를 들어 2주기 원소인 리튬, 질소, 플루오린 등은 전자가 들어 있는 전자 껍질이 2 개이고, 3주기 원소인 나트륨, 인, 염소 등은 전자가 들어 있는 전자 껍질이 3 개이다.

주기율표에서 같은 족에 속하는 원소들은 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있으면서 화학 반응에 관여하는 원자가 전자의 수가 같다. 예를 들어 1족 원소인 리튬, 나트륨, 칼륨 등은 원자가 전자가 1 개이고, 17족 원소인 플루오린, 염소, 브로민 등은 원자가 전자가 7 개이다. 이와 같이 같은 족에 속하는 원소들은 원자가 전자의 수가 같기 때문에 화학적 성질이 비슷하다. 또한 전자 배치의 규칙성에 따라 원자가 전자의 수가 주기적으로 변하기 때문에 원소의 성질이 주기성을 나타낸다.

#### 18족 원소의 원자가 전자의 수

18족 원소는 대부분 다른 원소와 반응을 하지 않기 때문에 원자가 전자의 수를 0으로 한다.

플루오린과 염소의 화학적 성질이 비슷한 까닭은 ( )의 수가 같기 때문이다.

## 화학 결합이 형성되는 까닭

대부분의 원소는 원자 상태로 존재하지 않고 화학 결합을 형성하지만 주기율표의 18족 원소인 헬륨, 네온, 아르곤 등은 원자 상태로 존재한다. 18족 원소는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 2 개 또는 8 개 채워진 안정한 전자 배치를 이룬다. 따라서 18족 원소는 화학적으로 매우 안정하여 다른 원소와 거의 반응하지 않고 원자 상태로 존재한다. |그림 II-20|은 18족 원소의 전자 배치와 이용되는 사례를 나타낸 것이다.

- ▶ 헬륨은 수소보다 안정적이고 공기보다 밀도가 낮아 비행선을 띄우는 데 이용된다.
  - ▶ 아르곤은 용접할 때 용접 부위가 산소와 반응하지 않도록 보호하는 데 이용된다.

|그림 II-20| 18족 원소의 전자 배치와 이용 18족 원소는 잘 반응하지 않아 비활성 기체라고도 불린다.

18족 이외의 원소들은 18족 원소처럼 안정해지려고 한다. 지구와 생명체를 구성하는 원소들이 18족 원소처럼 안정해지려면 어떻게 해야 하는지 다음 활동으로 알아보자.

#### 18족 원소처럼 안정해지는 방법 알아보기

그림은 수소, 산소, 나트륨, 염소 원자의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.

수소 산소 나트륨 염소

- 위 원소들과 18족 원소의 전자 배치는 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.
  - 위 원소들이 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루기 위한 방법을 전자의 출입과 관련지어 이야기해 보자.

지구와 생명체를 구성하는 수소, 산소, 철 등 수많은 원소는 대부분 화학 결합을 형성하며, 이때 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루어 안정해진다. 그렇다면 화학 결합의 종류에는 어떤 것이 있을까?

**이온 결합** 나트륨과 염소는 어떻게 결합할까? |그림 II-21|과 같이 염화 나트륨이 생성될 때 나트륨 원자(Na)는 전자 1 개를 잃어 나트륨 이온( $\text{Na}^+$ )이 되고, 염소 원자(Cl)은 나트륨 원자가 내놓은 전자 1 개를 얻어 염화 이온( $\text{Cl}^-$ )이 된다. 반대의 전하를 띤 두 이온은 서로 끌어당겨 결합이 형성된다. 이와 같이 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 화학 결합을 **이온 결합**이라고 한다. 이온 결합은 주로 전자를 잃기 쉬운 금속 원소와 전자를 얻기 쉬운 비금속 원소 사이에 형성된다.

전자가 이동한다.

나트륨 원자

염소 원자

영화 나트륨

|그림 II-21| 염화 나트륨의 이온 결합 모형 나트륨 이온과 염화 이온은 각각 18족 원소인 네온, 아르곤과 같은 전자 배치를 이루는다

**공유 결합** 수소와 산소는 어떻게 결합할까? |그림 II-22|와 같이 물 분자가 생성될 때 수소 원자는 산소 원자와 서로 전자 1 개씩을 내놓아 전자쌍을 이룬다. 다른 수소 원자도 동일하게 산소 원자와 전자쌍을 이룬다. 산소 원자와 2 개의 수소 원자는 각각 전자쌍을 공유하면서 결합이 형성된다. 이와 같이 2 개 이상의 원자가 전자쌍을 공유하여 형성되는 화학 결합을 **공유 결합**이라고 한다. 공유 결합은 주로 비금속 원소들 사이에 형성된다.

### 전자쌍을 공유하다

산수 원자

수소 원자

수소 원자

## 물 분자

[그림 II-22] 물 분자의 공유 결합 모형 수소 원자와 산소 원자는 각각 18족 원소인 헬륨, 네온과 같은 전자 배치를 이룬다.

양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 화학 결합은 무엇인지 쓰시오.

화학 결합을 소재로 하여 다양한 작품을 만들 수 있다. 이온 결합이나 공-온 결합을 소재로 하여 시화를 만들어 보자

화학 결합

나와 너는 금속과 비금속.  
전자를 주고받으면  
안정해지지.  
나와 너는 모두 비금속.  
전자상용을 공유하면  
안정해지지.  
우리는 모두 경합을 했지.  
그리고 아서에게나.

이 단원을 학습한 다음  
58 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자

# 화학 결합과 물질의 성질

인류의 생존에 필수적인 산소, 물, 소금 등이 만들어지는 결합의 차이를 설명할 수 있다.

이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질을 비교할 수 있다.

## 화성 탐사 생존 키트 구성하기

화성은 인류가 살 수 있는 가능성의 높은 행성으로 꼽힌다. 아래의 화성 탐사 임무를 수행해야 한다면 조난 사고에 대비한 생존 키트에는 무엇을 담아야 할까?

1. 다음 안내를 확인한 뒤 생존 키트를 구성해 보자.

가. 화성 ○○산 탐사 계획

1. 탐사 장소: 베이스캠프의 북쪽에 있는 ○○산
2. 탐사 시간: 48 시간
3. 임무: 정상 부근의 토양 및 암석 시료 채취
4. 휴대 물품: 호흡용 공기통(60 시간 동안 호흡 가능한 양)  
개인별 생존 키트 1 개
5. 안전 사항: 48 시간 안에 돌아오지 않으면 구조대가 수색을 시작함.

나. 생존 키트 구성하기(세 가지 선택)

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 산소 | <input type="checkbox"/> 질소     |
| <input type="checkbox"/> 설탕 | <input type="checkbox"/> 소금     |
| <input type="checkbox"/> 물  | <input type="checkbox"/> 기타 ( ) |

- 2 과정 1에서 선택한 세 가지 물질로 생존 키트를 구성한 까닭을 설명해 보자.
3. 자신이 선택한 물질을 화학 결합의 종류에 따라 구분해 보자.

## 생존에 필수적인 물질

인류의 생존에 필수적인 물질에는 산소, 물, 소금 등이 있다. 산소는 사람이 생명을 유지하도록 돋는다. 만약 산소가 부족하면 호흡이 빨라지고, 심할 경우 의식을 잃을 수도 있다. 또한 물은 몸의 체온을 조절하고 영양분을 운반하는 데 관여하며, 소금의 주성분인 염화 나트륨은 체액의 삼투압을 유지하는 데 관여한다. 이렇게 인류가 살아가는 데 없어서는 안 될 산소, 물, 소금은 무엇이 다를까?

산소는 산소 원자 2 개가 공유 결합을 하여 생성되며, 물은 산소 원자 1 개와 수소 원자 2 개가 공유 결합을 하여 생성된다. 산소, 물과 같이 공유 결합으로 생성된 물질을 공유 결합 물질이라고 하며, 공유 결합 물질은 일정한 수의 원자가 공유 결합을 하여 독립적인 분자를 이룬다. |그림 II-23|은 산소와 물의 분자 모형과 화학식을 나타낸 것이다.

원자의 종류

### ● 화학식

물질을 구성하는 원자의 종류와 개수를 원소 기호로 나타낸 것



|그림 II-23| 산소와 물의 분자 모형과 화학식

한편 소금의 주성분인 염화 나트륨은 나트륨 이온과 염화 이온이 1:1의 개수비로 이온 결합을 하여 생성된다. 염화 나트륨과 같이 이온 결합으로 생성된 물질을 이온 결합 물질이라고 하며, 이온 결합 물질은 연속적으로 결합한 양이온과 음이온이 교대로 반복하여 규칙적인 모양의 입체 구조를 이룬다. |그림 II-24|는 염화 나트륨의 모형과 화학식을 나타낸 것이다.



|그림 II-24| 염화 나트륨의 모형과 화학식

이 외에도 주변에는 다양한 공유 결합 물질과 이온 결합 물질이 있다. 예를 들어 소독에 이용되는 에탄올은 공유 결합 물질이며, 제설제로 이용되는 염화 칼슘은 이온 결합 물질이다.

연속적으로 결합한 양이온과 음이온이 교대로 반복하여 규칙적인 모양의 입체 구조를 이루는 것은 (공유, 이온) 결합 물질이다.

### 이온 결합 물질의 화학식

양이온과 음이온이 결합하여 이온 결합 물질을 생성할 때에는 전기적으로 중성이 되어야 한다. 그리고 이온 결합 물질의 화학식을 쓸 때에는 양이온과 음이온의 개수비를 가장 간단한 정수비로 나타낸다.

## 화학 결합의 종류에 따른 물질의 성질

소금과 설탕은 모두 흰색 고체이며, 물에 녹여도 수용액은 투명하여 구분할 수가 없다. 그러나 소금의 주성분인 염화 나트륨은 이온 결합 물질이고 설탕은 공유 결합 물질로, 두 물질은 화학 결합의 종류가 다르다. 그러면 화학 결합에 따라 물질의 성질은 어떻게 다를지 다음 탐구에서 알아보자.

### 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질 비교

관찰, 의사소통

#### 목표

이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질을 비교할 수 있다.

#### 준비물

증류수, 염화 나트륨, 염화 칼슘, 설탕, 포도당, 유리 막대, 스포이트, 전기 전도성 측정기, 6 훈판, 약숟가락, 보안경, 실험용 장갑, 실험복

#### 활동 길잡이

전기 전도성 측정기는 측정하는 물질을 바꿀 때마다 전극을 증류수로 깨끗이 씻어서 사용한다.

#### 안전 길잡이

- 시약이 피부나 옷에 묻지 않도록 주의한다.
- 실험이 끝난 뒤 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질 차이를 전기 전도성과 관련지어 설명하였는가?

**과정·기능** 실험 결과를 바탕으로 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질을 비교하였는가?

**가치·태도** 실험 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

**문제 인식** 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질은 어떻게 다를까?

#### 과정

- 6 훈판의 첫 번째 가로줄에 염화 나트륨과 염화 칼슘을 약숟가락으로 한 숟가락씩 넣고, 두 번째 가로줄에 설탕과 포도당을 약숟가락으로 한 숟가락씩 넣는다.  
전기 전도성 측정기
- 각 물질에 전기 전도성 측정기를 꽂아 전류가 흐르는지 관찰한다.  
염화 나트륨+증류수      염화 칼슘+증류수
- 증류수에 전기 전도성 측정기를 담가 전류가 흐르는지 관찰한다.  
전기 전도성 측정기
- 과정 1의 물질에 각각 증류수를 조금씩 넣어 녹인 뒤 전기 전도성 측정기를 담가 전류가 흐르는지 관찰한다.  
설탕+증류수      포도당+증류수

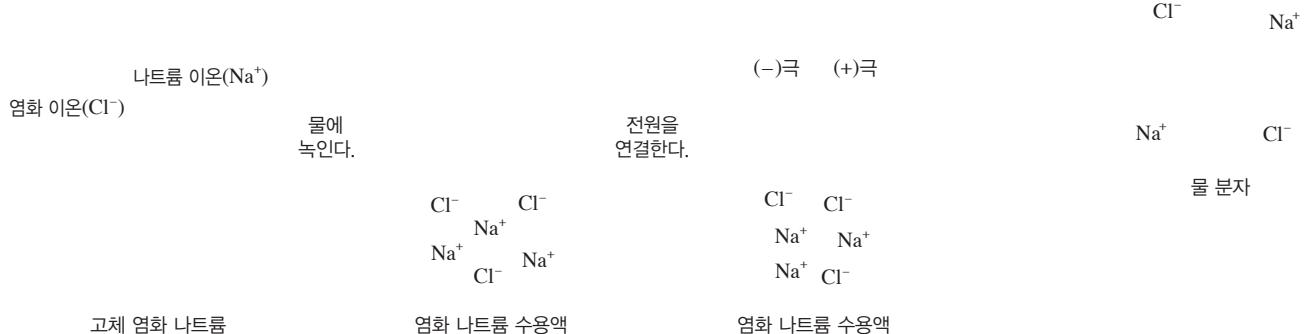
#### 결과 및 정리

- 과정 2와 과정 4에서 관찰한 결과를 전류가 흐르면 ○, 전류가 흐르지 않으면 □로 표시하여 표에 정리해 보자.

구분	이온 결합 물질		공유 결합 물질	
	염화 나트륨	염화 칼슘	설탕	포도당
고체				
수용액				

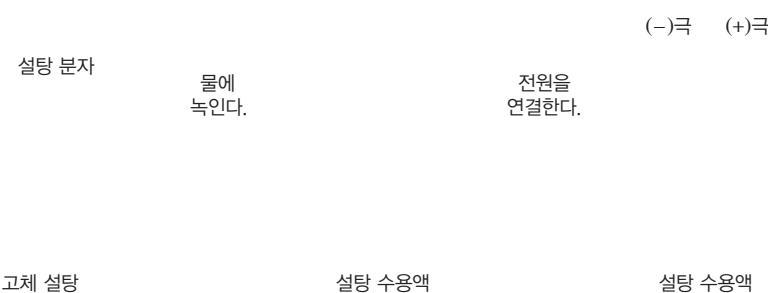
- 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질은 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.

염화 나트륨과 같은 이온 결합 물질은 고체 상태에서 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합하고 있어 이온들이 이동할 수 없으므로 전류가 흐르지 않는다. 그러나 이온 결합 물질이 물에 녹으면 양이온과 음이온으로 나누어져 이온들이 자유롭게 이동할 수 있다. 따라서 |그림 II-25|와 같이 이온 결합 물질의 수용액에 전원을 연결하면 양이온은 (-)극 쪽으로, 음이온은 (+)극 쪽으로 이동하여 전류가 흐른다.



|그림 II-25| 염화 나트륨 수용액의 전기 전도성

설탕과 같은 공유 결합 물질은 고체 상태에서 전기적으로 중성인 분자로 이루어져 있으므로 전류가 흐르지 않는다. 또한 공유 결합 물질은 대부분 물에 녹여도 이온으로 나누어지지 않고 분자로 존재한다. 따라서 |그림 II-26|과 같이 공유 결합 물질의 수용액에 전원을 연결해도 분자들이 어느 극으로도 이동하지 않아 전류가 흐르지 않는다.



|그림 II-26| 설탕 수용액의 전기 전도성

이온 결합 물질이 물에 녹으면 ( )과/와 ( )으로 나누어 지므로 수용액에 전원을 연결하면 전류가 흐른다.

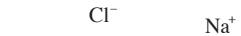
우리는 하루를 보내는 동안 여려 가지 물질을 사용한다. 하루 중 자신이 사용한 이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 소재로 일기를 써 보자.

아침에 설탕을 뿌린 빵을 먹고  
공유 결합 물질  
드셨다.

학교에서 머리가 조금 아파  
아스피리ном 먹었다.  
공유 결합 물질  
집에 와서 닭고나를 만들 때  
제빵 소다를 사용했다.  
이온 결합 물질

### 이온 결합 물질의 용해

이온 결합 물질이 물에 녹으면 양이온과 음이온이 각각 물 분자에 둘러싸이기 때문에 쉽게 나누어진다.



물 분자

### 공유 결합 물질의 전기 전도성

공유 결합 물질 중에는 예외적으로 물에 녹아 이온으로 나누어지는 것도 있다. 예를 들어 염화 수소는 공유 결합 물질이지만 물에 녹아 수소 이온과 염화 이온으로 나누어지므로 수용액에서 전류가 흐른다.

이 단원을 학습한 다음  
68 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성

지각을 구성하는 규산염 광물은 규산염 사면체의 결합으로 형성됨을 설명할 수 있다.

생명체를 구성하는 단백질과 핵산은 기본 단위체의 결합으로 형성됨을 설명할 수 있다.

## 삼각형 조각으로 모양 만들기

삼각형 조각을 기본 단위로 하여 여러 가지 모양을 만들어 보자.

- 159 쪽의 삼각형 조각을 규칙에 따라 연결하여 모양을 만든다.

### 규칙

- 10 개 이상의 삼각형 조각을 이용한다.
- 삼각형 조각의 변이 맞닿게 연결하고, 맞닿는 부분의 색은 같아야 한다.

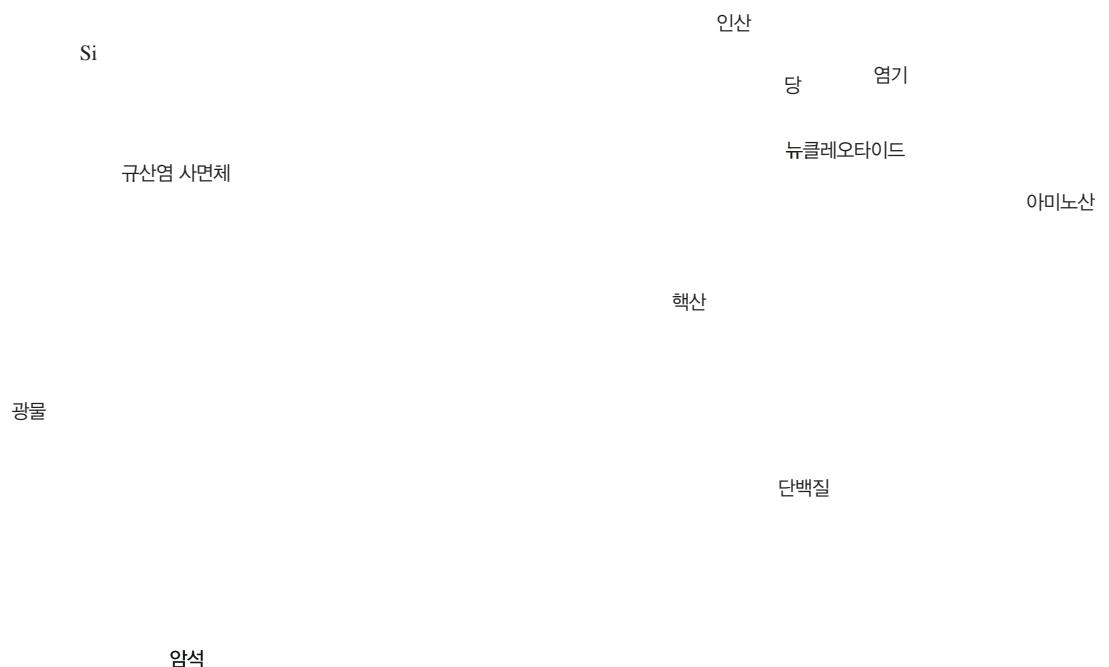
2. 완성한 모양을 모둠원에게 보여 주고, 얼마나 다양한 모양이 만들어졌는지 확인해 보자.

## 지각과 생명체 구성 물질

도심에서 벗어나 산에 오르면 다양한 암석을 볼 수 있고, 다람쥐와 같은 생명체도 볼 수 있다. 지각을 이루는 암석은 광물로 구성되어 있고, 광물의 대부분은 규산염 광물이 차지하고 있다. 생명체인 다람쥐는 단백질, 핵산, 지질, 탄수화물 등으로 이루어져 있다. 암석과 다람쥐를 구성하는 물질은 구성 원소의 종류나 비율이 다르지만, 일정한 구조의 기본 단위체가 결합하여 형성된 것이다. 이러한 대표적인 예로 지각을 구성하는 규산염 광물과 생명체를 구성하는 단백질, 핵산이 있다.

|그림 II-27|과 같이 지각을 구성하는 대부분의 규산염 광물은 규소와 산소가 결합한 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 만들어진다. 또한 생명체를 이루는 물질 중 단백질은 아미노산을 기본 단위체로 하고, 핵산은 뉴클레오타이드를 기본 단위체로 하여 만들어진다. 지각과 생명체를 구성하는 주요 물질은 기본 단위체의 배열 방식에 따라 다양한 종류가 만들어진다는 공통점이 있다.

|그림 II-27| 지각과 생명체를 구성하는 물질의 기본 단위체



규산염 광물, 단백질, 핵산은 일정한 구조의 ( )이/가 결합하여 형성된 것이다.

## 지각을 구성하는 물질의 규칙성

바닷가에서는 햇빛을 받아 반짝이는 모래를 볼 수 있다. 이는 모래에 빛을 잘 반사하는 광물인 석영, 흑운모 등이 많이 포함되어 있기 때문이다. 대표적인 규산염 광물인 석영과 흑운모는 서로 다른 특성을 나타내지만 두 광물을 이루는 기본 단위체는 규산염 사면체로 동일하다. 규산염 사면체는 |그림 II-28|과 같이 규소와 산소가 공유 결합을 하여 만들어진다. 규산염 사면체로 여러 종류의 규산염 광물이 어떻게 만들어지는지 다음 활동으로 알아보자.

Si

|그림 II-28| 규산염 사면체 모형

### 규산염 광물의 결합 구조 모형 만들기

**준비물** 쇠구슬, 자석으로 된 막대

1. 쇠구슬과 자석으로 된 막대를 이용하여 규산염 사면체 모형을 여러 개 만든다.  
쇠구슬은 산소를 뜻하고, 사면체 내부에는 규소가 있다고 가정한다.
2. 여러 개의 규산염 사면체 모형을 쇠구슬이 공유되도록 한 줄로 연결한다.
3. 과정 2에서 다른 모둠이 만든 구조와 서로 연결하여 두 줄로 된 새로운 결합 구조를 만든다.

- 과정 2와 과정 3의 결합 구조에서 나타나는 규칙성은 무엇인가?
- 다른 모둠에서 만든 구조와 더 많이 연결하면 어떤 모양을 만들 수 있을지 이야기해 보자.

규산염 사면체는 이웃하는 규산염 사면체와 산소를 공유하여 결합하고, 공유하는 산소의 개수에 따라 다양한 결합 구조가 나타난다. 이러한 규산염 사면체의 결합 방식으로 |그림 II-29|와 같이 다양한 구조를 이루는 여러 종류의 규산염 광물이 만들어진다.

### 인터넷 활용 검색

'규산염 광물의 결합 구조'를 검색하면 다양한 규산염 광물의 결합 구조를 볼 수 있다.

독립형 구조

단사슬 구조

복사슬 구조

감람석

휘석

각섬석

판상 구조

망상 구조

흑운모

석영

장석

|그림 II-29| 주요 규산염 광물의 결합 구조 주요 규산염 광물에는 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 석영, 장석이 있고, 공유하는 산소의 개수에 따라 다양한 결합 구조가 나타난다.

규산염 광물은 감람석처럼 규산염 사면체가 독립적으로 모여 만들어지기도 하지만, 대부분 규산염 사면체가 산소를 공유하는 결합 구조로 만들어진다. 이처럼 지각을 구성하는 모든 규산염 광물은 규산염 사면체를 기본 단위체로 하여 만들어지며, 규산염 사면체가 결합하는 방식에 따라 다양한 종류의 광물이 만들어진다.

규산염 광물의 기본 단위체는 규소 1 개를 중심으로 산소 4 개가 결합한 ( )  
이다.

## 생명체를 구성하는 물질의 규칙성

단백질은 머리카락, 적혈구, 근육 등 생명체의 많은 부분을 구성하는 주요 물질이다. 또한 효소와 호르몬의 주성분으로, 몸속에서 일어나는 화학 반응을 조절하고 생명활동이 원활하게 일어나도록 한다. |그림 II-30|은 생명체를 구성하는 여러 가지 단백질을 나타낸 것이다.

머리카락의 주요 성분은  
케라틴 단백질이다.

근육은 마이오신과 액틴이라는 단백질로 이루어져 있다.

적혈구에는 산소를 운반하는 헤모글로빈 단백질이 있다.

간에는 글라이코젠합성효소와  
요소합성효소 등이 있다.

이자에서는 혈당량 조절에 관여하는 호르몬인 인슐린과 글루카곤이 분비된다

|그림 II-30| 생명체를 구성하는 여러 가지 단백질

이처럼 생명체에는 몸의 각 부분을 구성하고 다양한 기능을 담당하는 수많은 종류의 단백질이 있다. 단백질은 어떤 규칙성에 따라 기본 단위체가 결합하여 서로 다른 종류가 되는 것일까?

인터넷 활용 검색

'단백질 구조'를 검색하면 단백질의 입체 구조에 대한 다양한 정보를 찾을 수 있다.

단백질의 기본 단위체는 아미노산이며, 생명체를 구성하는 아미노산에는 약 20 종류가 있다. |그림 II-31|과 같이 2 개의 아미노산은 물 분자 1 개가 빠져나가면서 결합하는데, 아미노산 사이의 결합을 **펩타이드결합**이라고 한다. 많은 수의 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 긴 사슬 모양의 폴리펩타이드가 만들어지고, 폴리펩타이드는 아미노산서열에 따라 구부러지고 접혀 독특한 입체 구조를 형성한다. 이러한 입체 구조에 따라 단백질의 기능이 결정된다. 즉 단백질의 종류는 펩타이드결합으로 연결되는 아미노산의 종류와 수, 배열 순서로 결정된다.



|그림 II-31| 단백질의 형성 많은 수의 아미노산이 펩타이드결합으로 연결되어 폴리펩타이드가 만들어지고, 폴리펩타이드가 고온의 앤체 구조를 이루어 특성을 갖는 단백질이 된다.

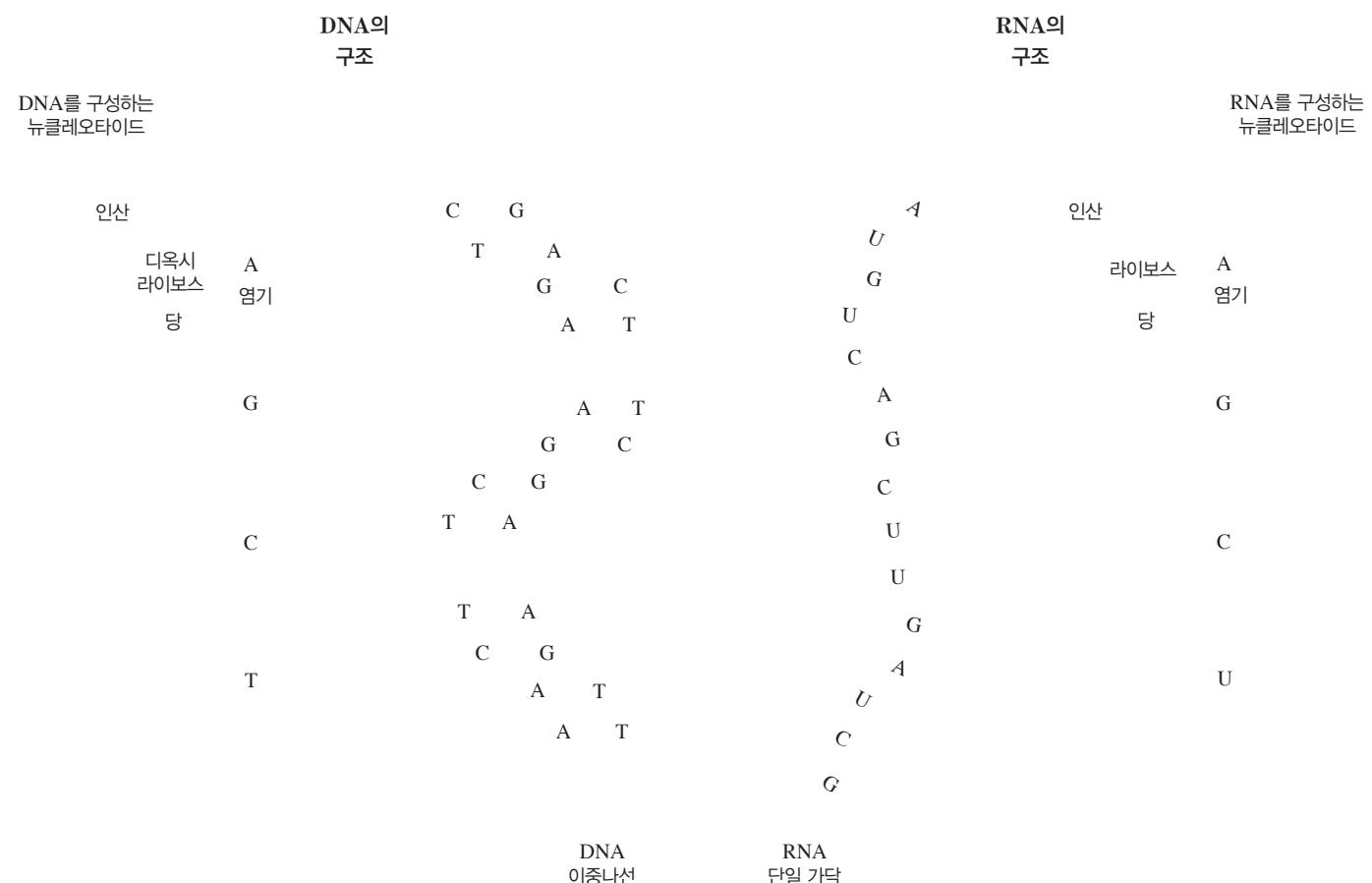
핵산은 생명체의 특징을 결정하고 유전에 관여하는 물질이다. 핵산의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 이루어져 있다. 하나의 뉴클레오타이드에 포함된 인산이 다른 뉴클레오타이드의 당과 결합하고, 같은 방식으로 많은 수의 뉴클레오타이드가 연결되어 긴 사슬 모양의 폴리뉴클레오타이드가 만들어진다.

폴리뉴클레오타이드로 이루어진 핵산에는 DNA와 RNA가 있다. DNA는 생명체의 유전 정보를 저장하며, RNA는 유전정보를 전달하고 단백질을 합성하는 데 관여한다. |그림 II-32| 와 같이 DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 결합한 이중나선구조이고, RNA는 단일 가닥 구조이다.

DNA를 구성하는 당은 디옥시라이보스이며, 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이다. DNA를 이루는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 염기 사이의 결합으로 연결된다. 이때 아데닌은 타이민과 상보적으로 결합하고, 구아닌은 사이토신과 상보적으로 결합한다. 한편 RNA를 구성하는 당은 라이보스이며, 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이다.

#### 상보결합

서로 다른 물질이 결합할 때 정해진 물질하고만 결합하는 것으로, DNA 이중나선에서 A은 T과 상보적으로 결합하고, G은 C과 상보적으로 결합한다.



DNA는 염기가 다른 4 종류의 뉴클레오타이드가 다양하게 조합하여 만들어진다. 다음 탐구에서 DNA 모형을 만들어 보고 기본 단위체가 연결되어 만들어진 DNA의 구조적 특징과 규칙성을 알아보자.

## DNA의 구조적 특징과 규칙성 탐구

모형 활용

### 목표

DNA 모형을 만들어 관찰하고, DNA의 구조적 특징과 규칙성을 설명할 수 있다.

**문제 인식** 뉴클레오타이드가 연결되어 만들어진 DNA는 어떤 구조로 되어 있으며, DNA의 구조에서 나타나는 규칙성은 무엇일까?

### 과정

#### 준비물

161 쪽 뉴클레오타이드 모형, 가위, 풀

#### 안전 길잡이

가위를 사용할 때에는 손을 베이지 않도록 주의한다.

#### 활동 길잡이

- 뉴클레오타이드 모형에서 자르는 선과 접는 선을 정확히 구분한다.
- 당–인산 부위의 흄을 끼울 때에는 자연스러운 곡선이 되도록 연결한다.

1. 5 명이 모둠을 구성하고, \_\_\_\_\_의 뉴클레오타이드 모형을 떼어낸 뒤 자르는 선을 따라 가위로 오린다.

2. 각 뉴클레오타이드 모형을 접는 선을 따라 사각 기둥 모양으로 접고 풀로 묶는다.

3. 과정 2에서 만든 뉴클레오타이드 모형을 A과 T, C과 G끼리 짹을 맞추어 연결한다.

4. 뉴클레오타이드 20 쌍을 당–인산 부위의 흄을 서로 끼우면서 연결하여 DNA 모형을 완성한다.

5. 완성된 DNA 모형의 한쪽 끝을 잡고 자연스럽게 늘어뜨린 다음 구조를 관찰한다.

### 결과 및 정리

1. DNA 모형의 구조적 특징과 규칙성을 설명해 보자.

2. 우리 모둠에서 만든 DNA 모형의 염기 배열 순서를 써 보고, 다른 모둠에서 만든 DNA 모형의 염기 배열 순서와 비교해 보자.

3. DNA 염기 배열 순서와 유전정보는 어떤 관련이 있는지 설명해 보자.

### 스스로 평가

**지식·이해** DNA의 구조적 특징과 규칙성을 설명하였는가?

**과정·기능** DNA 모형을 정확하게 만들고, 그 특징을 주의 깊게 관찰하였는가?

**가치·태도** 자신이 맡은 역할을 책임지고, 모둠원의 의견을 존중하였는가?

모둠별 DNA 모형을 전시한 다음, 평가표를 활용하여 다른 모둠에서 만든 DNA 모형을 평가해 보자.

자연스러운 이중나선구조가 관찰되는가?

염기와 염기는 옳게 짹 지어 연결되었는가?

DNA는 모두 이중나선구조이지만 뉴클레오타이드 4 종류가 다른 순서로 연결되어 염기 서열이 다양한 DNA가 만들어진다. DNA에서 염기서열은 유전정보가 되므로 DNA마다 서로 다른 유전정보가 저장된다. 즉 생명체는 개체마다 DNA 염기서열이 다르기 때문에 서로 다른 특징을 나타내는 것이다.

생명체를 구성하는 단백질과 핵산은 각각의 기본 단위체가 각기 다른 순서로 결합하여 만들어진다. DNA에 다양한 유전정보가 저장되어 그에 따라 구조와 기능이 다양한 단백질이 만들어지고 생명체는 복잡한 생명 현상을 유지할 수 있다.

1. 단백질과 핵산을 구성하는 기본 단위체를 각각 쓰시오.
2. DNA를 구성하는 염기의 종류를 모두 쓰시오.

기본 단위체가 결합하여 물질을 구성하는 것처럼 기본 단위가 되는 무늬를 이용하여 패턴을 만들기도 한다. 기본 단위가 되는 무늬를 도안한 다음, 이를 이용하여 패턴을 만들어 보자.

이 단원을 학습한 다음  
72 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

# 물질의 전기적 성질

지구를 구성하는 물질을 전기적 성질에 따라 구분할 수 있다.

물질의 전기적 성질을 응용하여 일상생활과 첨단 기술에서 다양한 소재로 활용됨을 설명할 수 있다.

## 도체와 부도체 말판 놀이하기

도체와 부도체 말판으로 놀이를 해 보자.

1. 모둠별로        163 쪽의 말판을 준비한 뒤 순서를 정한다.
2. 순서대로 주사위 2 개를 던져 나온 수만큼 말을 이동한다.  
같은 수가 나온 경우 주사위를 한 번 더 던질 기회를 준다.
3. 말이 도체와 사다리가 그려진 칸에 도착하면 위로 올라가고, 부도체와 미끄럼틀이 그려진 칸에 도착하면 아래로 내려간다.
4. 한 모둠원의 말이 도착 칸에 도착하면 놀이가 끝난다.

## 전기적 성질에 따른 물질의 구분

지구를 구성하는 물질은 생활에서 다양한 소재로 이용된다. 철과 구리는 단단하면서도 여러 가지 모양으로 만들 수 있어 농기구와 교통수단의 소재로 이용되고, 금과 은은 광채를 띠어 장신구의 소재로 이용된다. 또한 다이아몬드와 유리는 투명하여 각종 장식의 소재로 이용된다. 이 물질들은 전기적 성질이 각각 다른데, 그 까닭은 무엇일까?

물질을 이루는 원자에는 |그림 II-33|과 같이 원자핵의 전기력에 의해 속박된 전자가 있다. 원자들이 결합하는 경우 원자 간의 상호작용으로 원자에서 떨어져 나와 물질 내를 자유롭게 이동하는 전자가 생길 수 있는데, 이러한 전자를 자유 전자라고 한다. 자유 전자는 음(−)전하를 띠고 있어 물질의 전기적 성질에 영향을 준다.

이제 자유롭게  
움직일 수 있어.

극도 밖으로  
나갈 수 있을까?

전자야, 우리 사이에는  
전기력이 작용하고  
있어서 나갈 수 없어.

|그림 II-33| 원자에 속박된 전자와 물질 내 자유 전자

물질은 자유 전자의 이동에 따라 전기적 성질이 다른 도체, 부도체, 반도체로 구분할 수 있다. |그림 II-34|와 같이 **도체**는 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐르는 물질로 철, 구리, 금 등이 있다. **부도체**는 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는 물질로 고무, 유리 등이 있다. **반도체**는 약간의 불순물을 첨가하거나 에너지를 가하는 등 특정 조건에 따라 자유 전자가 생겨 전류가 흐르는 물질로 규소와 저마늄이 있다.

### ● 속박

전자가 원자나 분자 속에 갇혀 있어  
자유롭게 움직이지 못하는 상태

(+)극  
쪽으로  
가자!

이젠 너희를  
붙잡을 수 없네.

우리 항상 원자에  
속박되어 있어.

▲ 도체는 물질 내에 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐른다.

▲ 부도체는 물질 내에 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는다.

|그림 II-34| 도체와 부도체의 전기적 성질

물질의 전기적 성질은 물질 내 ( )의 이동에 따라 다르다.

## 전기적 성질을 활용한 반도체

### ● 반도체 소자

반도체 물질의 전기적 성질을 이용하기 위해 만든 전자 부품

### ● 반도체 제조 공정

규소를 녹여 만든 기둥을 얇게 잘라 원판 모양의 웨이퍼를 만든 뒤 그 위에 자외선으로 전자 회로를 구현하여 반도체 소자를 만드는 과정

가전제품, 스마트 기기, 자동차, 로봇 등 현대 사회에서 유용하게 이용하는 전자 기기에는 반도체 소자로 구성된 각종 장치가 내장되어 있다. 초기에는 반도체 소자를 저마늄을 이용하여 만들었으나 현재는 지각에서 두 번째로 많은 규소를 이용하여 만들고 있다.

순수 반도체인 규소는 원자가 전자가 4 개로, 이웃한 4 개의 규소 원자와 공유 결합을 하고 있어 전류가 잘 흐르지 않는다. 여기에 약간의 불순물을 첨가하면 전류가 잘 흐르는 불순물 반도체가 되어 반도체 소자로 활용된다. 불순물 반도체는 첨가하는 불순물의 종류에 따라 n형 반도체와 p형 반도체로 나눌 수 있다. n형 반도체는 규소에 원자가 전자가 5 개인 원소를 첨가한 반도체이고, p형 반도체는 규소에 원자가 전자가 3 개인 원소를 첨가한 반도체이다. |그림 II-35|은 규산염 광물이 반도체 소자의 재료가 되어 반도체 제조 공정으로 연산 처리 장치의 주요 부품에 활용되는 과정을 나타낸 것이다.

|그림 II-35| 규산염 광물이 연산 처리 장치에 활용되는 과정

▲ 규산염 광물

▲ 웨이퍼

▲ 반도체 소자

▲ 연산 처리 장치

## n형 반도체와 p형 반도체

반도체 기술은 전류가 흐를 수 있도록 규소의 전기적 성질을 조정하는 기본적인 기술에서 시작되었다. 다음은 n형 반도체와 p형 반도체가 만들어지는 과정이다. n형 반도체는 규소에 원자가 전자가 5 개인 인, 비소 등을 첨가하여 만든다. 규소에 인을 첨가하면 인의 원자가 전자 4 개가 규소와 공유 결합을 하고, 전자 1 개가 남게 된다. 이때 전압을 걸면 여분의 전자가 자유 전자가 되어 전류가 흐르게 된다.

p형 반도체는 규소에 원자가 전자가 3 개인 붕소, 알루미늄, 갈륨 등을 첨가하여 만든다. 규소에 붕소를 첨가하면 공유 결합에 전자 1 개가 부족하여 빈 자리인 양공이 생긴다. 이때 전압을 걸면 양공 주위의 전자가 이동하여 양공을 채우고, 전자가 이동한 자리에는 또 다른 양공이 생긴다. 즉 양공을 채우는 과정에서 전류가 흐르게 된다.

Si Si Si Si 원자가 전자  
Si P Si 규소  
Si Si Si P  
인

Si Si Si Si 원자가 전자  
Si B Si 규소  
Si Si Si B  
붕소

▲ n형 반도체  
▲ p형 반도체

### ● 양공

전자의 빈자리로 양(+)전하를 띤 입자처럼 행동하는 가상의 입자

반도체 소자는 크게 개별 부품 형태의 다이오드와 트랜지스터, 집적 회로 형태의 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러(MCU) 등으로 구분된다. 반도체 소자는 전기 및 전자 부품과 연결되어 다양한 기능을 구현한다.

다이오드는 n형 반도체와 p형 반도체를 결합한 반도체 소자이다. 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 제어 특성이 있어 교류를 직류로 바꾸는 전자 부품에 이용된다. 발광 다이오드(LED)는 갈륨, 비소, 인, 질소 등을 이용하여 만들며 첨가하는 원소에 따라 방출하는 빛의 색이 달라 빛의 3원색을 구현할 수 있다. 현재는 물질 자체에서 빛을 내는 유기 발광 다이오드(OLED)가 주로 사용되며 얇고 가벼운 특성이 있어 휘어지는 디스플레이에 이용된다.

트랜지스터는 n형 반도체와 p형 반도체를 복합적으로 결합한 반도체 소자이다. 트랜지스터는 약한 전류와 전압을 크게 하는 증폭 작용과 전류의 흐름을 조절하는 스위치 작용이 있다. 또한 크기와 소비 전력이 매우 작아 대부분의 전자 기기에 이용된다.

집적 회로는 다양한 반도체 소자의 회로를 하나의 기판 위에 정밀하게 만든 반도체 소자이다. 집적 회로는 회로 사이의 거리가 짧아 신호를 빠르게 전달할 수 있어 데이터를 처리하거나 저장하는 디지털 기기에 이용된다.

이처럼 반도체 소자는 전류 제어, 신호 증폭 및 스위치, 데이터 저장 등 전기적 신호를 처리할 수 있다. 반도체 소자는 전자 기기의 주요 장치로 활용되어 |그림 II-36|과 같이 마이크로컨트롤러가 내장된 장치에서도 쉽게 볼 수 있다.

### ● 마이크로프로세서

컴퓨터의 중앙 처리 장치로 제어  
장치, 연산 장치, 저항을 하나로 집  
적한 회로

#### ● 마이크로컨트롤러(MCU)

마이크로프로세서, 메모리, 입출력  
장치 등을 하나의 칩으로 만들어  
정해진 기능을 수행하는 컴퓨터

### ▲ 트랜지스터

#### ▲ 발광 다이오드(LED)

## ▲ 다이오드

▲ 마이크로컨트롤러

|그림 II-36| 마이크로컨트롤러가 내장된 장치의 반도체 소자

(                ) 소자는 전류 제어, 신호 증폭 및 스위치, 데이터 저장 등 전기적 신호를 처리 할 수 있다.

## 물질의 전기적 성질 활용

겨울철에는 스마트폰을 조작할 수 있는 장갑을 주로 사용한다. 이 장갑의 손가락 끝부분은 도체와 부도체를 섞은 전도성 실로 만들어져 스마트폰을 조작할 수 있다. 이 외에도 우리 주변에서는 물질의 전기적 성질을 다양하게 활용하고 있다. 일상생활과 첨단 기술에서 물질의 전기적 성질을 활용한 소재에는 어떤 것이 있는지 다음 탐구에서 알아보자.

### 물질의 전기적 성질을 활용한 소재 조사

조사, 의사소통

#### 목표

물질의 전기적 성질을 활용한 제품의 소재를 조사하고 일상생활과 첨단 기술에서 물질의 전기적 성질을 활용할 때의 유용성을 토의할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 일상생활과 첨단 기술에서 물질의 전기적 성질을 활용한 소재에는 어떤 것이 있을까?

#### 과정

- 모둠별로 물질의 전기적 성질을 활용한 제품을 찾고 그 구성 소재를 조사해 보자.

전선 터치스크린 태양 전지판 LED등 스마트 의류 스마트 윈도

- 제품을 구성하는 소재의 특징을 전기적 성질을 바탕으로 정리하여 보고서를 작성해 보자.

제품	구성 소재	특징
전선	금속선	도체인 구리는 전선의 금속선으로 이용되어 전선에 전류가 흐르게 한다.
전선	고무, 합성 수지	부도체인 고무와 합성 수지는 전선의 외피로 이용되어 외부에서 가해지는 전기적 충격과 오염을 방지한다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 물질의 전기적 성질을 이해하였는가?

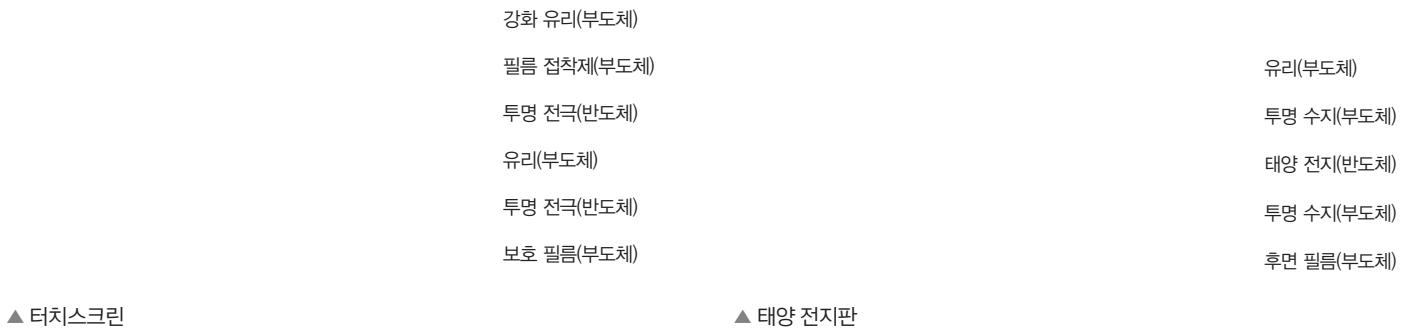
**과정·기능** 물질의 전기적 성질을 활용한 제품의 구성 소재를 조사하였는가?

**기획·태도** 물질의 전기적 성질을 활용할 때의 유용성을 인식하였는가?

#### 결과 및 정리

- 작성한 보고서를 바탕으로 일상생활과 첨단 기술에서 물질의 전기적 성질을 어떻게 활용하는지 이야기해 보자.
- 한 제품에 서로 다른 전기적 성질을 가진 소재를 활용할 때의 유용성을 토의해 보자.

일상생활에서 대부분의 제품은 물질의 전기적 성질을 활용한 소재로 구성되어 있다. 특히 첨단 기술 제품은 |그림 II-37|과 같이 도체, 부도체, 반도체 소재가 같이 구성되어 있다.



▲ 터치스크린

▲ 태양 전지판

|그림 II-37| 물질의 전기적 성질을 활용한 제품

도체는 전기 전도도가 커 주로 전기 부품이나 전기 장치를 연결하는 소재로 활용된다. 전자 기기에 주로 이용되는 도체의 전기 전도도는 은, 구리, 금의 순으로 크지만 구리는 은보다 가격이 저렴하여 전선에 널리 이용된다. 금은 부식이 적고 얇게 가공하기 쉬워 컴퓨터의 핵심 부품인 고성능 마이크로프로세서에 이용된다.

부도체는 전기 전도도가 매우 작아 전기 절연 소재로 활용된다. 고무는 습기와 화학 물질에 대한 저항성이 우수하고 유연성이 있어 전선의 외피에 이용된다. 세라믹은 고온을 견딜 수 있어 고전압 전기 분야의 절연체로 이용되며, 유리는 투명도가 높아 반도체 소자가 이용되는 디스플레이, 센서 등의 보호막으로 이용된다.

반도체는 조건에 따라 전기 전도도가 달라지는 다양한 반도체 소자로 제작되어 온도, 습도, 압력, 가스, 자외선 등을 감지하는 각종 센서로 이용된다. 또한 자율주행 장치, 태양광 발전 장치, 인공지능 장치 등 첨단 기술의 핵심 소재로 널리 이용되고 있다.

이처럼 물질의 전기적 성질은 일상생활과 첨단 기술에서 유용하게 이용되고 있다. 또한 필요에 따라 유연성, 내열성, 투명성 등 물질의 다른 성질도 함께 활용되어 우리의 삶을 더욱 편리하게 해 주고 있다.

전기 전도도가 큰 ( 도체 , 부도체 )는 전기 장치를 연결하는 소재로 활용되고, 전기 전도도가 매우 작은 ( 도체 , 부도체 )는 전기 절연 소재로 활용된다.

#### 레이저 포인터

일상생활에서 사용하는 제품 중 물질의 전기적 성질을 활용한 제품 한 가지를 조사한 뒤 제품 내 도체, 부도체, 반도체 부분을 시각화해 보자.

이 단원을 학습한 다음  
80 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 진로와 직업

## 나노 소재 연구원

1 나노미터(nm)는 10억분의 1 m로 아주 작은 크기이다. 물질을 나노미터 크기에서 다루면 지금까지 발견하지 못했던 새로운 성질이 나타난다. 이것을 이용하면 기존의 물질로부터 새로운 소재를 만들어 낼 수 있는데, 이를 연구하는 사람이 나노 소재 연구원이다.

### 어떤 일을 할까요?

생명과학, 정보·전자, 자동차, 항공 우주 등 다양한 분야에서 활용할 수 있는 나노 소재를 연구하고 개발한다. 즉 나노 소재와 관련된 실험, 측정, 분석 등의 업무를 한다.

### 어떻게 준비할까요?

물질을 이루는 원소의 특성을 이해하고, 화학 결합을 형성하는 까닭을 밝히며 특정 조건에서 어떤 반응이 일어나는지 해석하는 능력을 키워야 한다. 그리고 수학, 물리학, 화학, 금속공학, 재료공학 등의 과학 지식을 쌓고 전문성을 지녀야 한다.

### 어떤 능력이 필요할까요?

소재의 본질에 관심을 가지고, 특성을 규명하려는 자세를 지녀야 한다. 또한 정밀하게 분석하는 능력과 창의력이 뛰어나야 하며, 혁신적이어야 한다. 새로운 기술을 설계할 수 있는 능력 또한 중요하다.

### 핵융합로 연구 개발자

중수소와 삼중수소의 원자핵이 융합하는 과정에서 변환되는 핵융합 에너지를 얻기 위한 연구를 한다. 그리고 핵융합이 가능한 환경을 조성하기 위해 원자핵과 전자가 분리되어 있는 초고온의 플라즈마를 안전하게 제어하는 기술을 연구한다.

### 양자 기술 연구원

원자, 전자 등의 양자화된 물리량을 측정하고 제어하는 기술을 개발한다. 그리고 이를 활용하여 기존 보다 매우 빠른 양자 컴퓨터, 도청이 불가능한 양자 암호 등을 연구하고 개발한다.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

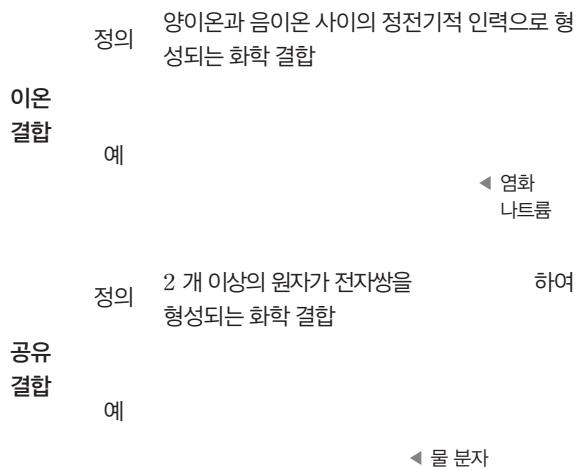
## 규소는 첨단 기술에 어떻게 활용될까?

순수 반도체인 규소는 이웃한 4 개의 규소 원자와 공유 결합을 하고 있어 전류가 잘 흐르지 않는다. 여기에 약간의 불순물을 첨가하면 전류가 잘 흐르는 ( )이/가 되어 반도체 소자로 활용된다. 반도체 소자는 전류 제어, 신호 증폭 및 스위치, 데이터 저장 등 ( ) 신호를 처리할 수 있어 전자 기기의 주요 장치로 활용된다.

## 1 원소의 주기성과 화학 결합

58쪽~71쪽

- (1) : 원자 번호와 화학적 성질을 기준으로 원소를 배열한 표
- (2) 같은 쪽에 속하는 원소들은 의 수가 같기 때 문에 화학적 성질이 비슷하다.
- (3) 화학 결합의 종류



- (4) 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않으며, 수용액 상태에서는 전류가 흐른다. 공유 결합 물질은 고체 상태와 수용액 상태에서 대부분 전류가 흐르지 않는다.

- 규산염 사면체가 이웃하는 규산염 사면체와 공유하는 산소의 개수에 따라 다양한 결합 구조를 이루는 규산염 광물이 만들어진다.

### 규산염 광물의 결합 구조

감람석 휘석 각섬석 흑운모 석영, 장석

독립형 구조 단사슬 구조 복사슬 구조 판상 구조 망상 구조

### (2) 단백질과 핵산

단위체	
결합으로 연결되는 단위체의	
단백질	규칙성 종류와 수, 배열 순서에 따라 입체 구조가 다양한 단백질이 형성된다.
특징	몸을 구성하고, 화학 반응을 조절한다.
단위체 뉴클레오파이드	
핵산	규칙성 단위체의 결합 순서에 따라 염기서열이 달라져 다양한 유전정보가 저장된다.
특징	구조인 DNA와 단일 가닥 구조인 RNA가 있다.

## 2 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성

72쪽~79쪽

- (1) 규산염 광물: 지각을 구성하는 주요 광물
- 규산염 사면체: 규산염 광물을 이루는 (으)로, 규소 1 개와 4 개의 공유 결합으로 만들어진다.

Si

▲ 규산염 사면체

## 3 물질의 전기적 성질

80쪽~85쪽

- (1) 지구를 구성하는 물질은 음(−)전하를 띤 의 이동에 따라 도체, 부도체, 반도체로 구분할 수 있다.
- (2) 다이오드, 트랜지스터, 집적 회로 등 은/는 전류 제어, 신호 증폭 및 스위치, 데이터 저장 등 전기적 신호를 처리하여 전자 기기의 주요 장치로 활용된다.

## 01

| 알칼리 금속의 성질 |

다음은 알칼리 금속의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

- (가) 물이 담긴 비커에 페놀프탈레인 용액을 1 방울~2 방울씩 떨어뜨린 뒤 쌀알 크기의 리튬 조각을 넣으면 물과 활발하게 반응하고, 수용액이 붉은색으로 변한다.
- (나) 리튬 대신 나트륨과 칼륨으로 실험해도 같은 결과가 나타난다.

위 실험과 같이 리튬, 나트륨, 칼륨이 비슷한 성질을 나타내는 까닭을 원자의 전자 배치와 관련지어 설명하시오.

## 02

| 원자의 전자 배치 |

그림은 원자 A~C의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.  
(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

A                    B                    C

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. A는 할로젠이다.
- ㄴ. A와 B는 화학적 성질이 비슷하다.
- ㄷ. 원자가 전자의 수는 B가 C보다 많다.

## 03

| 화학 결합 |

그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다. (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18
1		A							
2				B					
3		C			D				

- (1) 화합물 A<sub>2</sub>B에서 A와 B 사이 화학 결합의 종류를 쓰시오.  
(2) 화합물 CD가 형성되는 과정을 설명하시오.

## 04

| 이온 결합 물질과 공유 결합 물질 |

표는 물질 A~C의 고체 상태와 수용액 상태에서 전류가 흐르는지 실험한 결과이다. (단, A~C는 설탕, 염화 칼슘, 염화 나트륨 중 하나이다.)

물질	A	B	C
전기	고체	없음.	없음.
전도성	수용액	있음.	있음.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. A는 설탕이다.
- ㄴ. B는 이온 결합 물질이다.
- ㄷ. 포도당으로 실험하면 결과는 C와 같다.

## 05

| 규산염 광물 |

그림은 규소와 산소로 이루어진 어떤 광물의 결합 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 복사슬 구조이다.
- ㄴ. 흑운모에서 볼 수 있는 결합 구조이다.
- ㄷ. 규산염 사면체 사이에 산소를 공유한다.

## 06

| 단백질의 형성 과정 |

그림은 생명체를 구성하는 물질 X의 형성 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. ⑦은 아미노산이다.
- ㄴ. ⑦은 인산, 당, 염기가 1:1:1로 구성되어 있다.
- ㄷ. ⑦의 배열 순서에 따라 X의 입체 구조가 달라진다.

07

|DNA의 특징|

DNA에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 생명체의 유전정보를 저장한다.
- ㄴ. 구성하는 염기는 약 20 종류이다.
- ㄷ. 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 이중나선 구조이다.

08

|물질의 전기적 성질|

도체, 부도체, 반도체에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 도체는 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐르는 물질이다.
- ㄴ. 부도체는 특정 조건에 따라 전류가 흐르는 물질이다.
- ㄷ. 반도체는 전체 면적의 절반만 전류가 흐르는 물질이다.

09

|반도체|

다음은 반도체 소자의 기능을 나타낸 것이다.

- |           |           |
|-----------|-----------|
| ㄱ. 전류 제어  | ㄴ. 증폭 작용  |
| ㄷ. 스위치 작용 | ㄹ. 데이터 저장 |

다음 반도체 소자의 가장 대표적인 기능으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- (1) 다이오드
- (2) 트랜지스터

## 창의적 문제 해결력 기르기

10

|이온 결합 물질과 공유 결합 물질|

화학조미료로 자주 이용되는 엠에스지(MSG)는 글루탐산 나트륨이라는 물질이다. 다음은 글루탐산 나트륨에 대한 정보이다.

화학식	$C_5H_8NO_4Na$
녹는점	232 °C
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상온에서 흰색 고체이다.</li> <li>• 물에 잘 녹는다.</li> <li>• 감칠맛이 난다.</li> </ul>

글루탐산 나트륨이 이온 결합 물질인지 공유 결합 물질인지 위 정보를 바탕으로 판단해 보고, 이를 확인할 수 있는 실험을 설계 하시오.

11

|물질의 전기적 성질 활용|

다음은 스마트 윈도에 대한 설명이다.

스마트 윈도는 실내로 들어오는 햇빛의 양을 조절하는 유리창이다. 스마트 윈도는 도체, 부도체, 반도체 소재로 구성되어 있으며 이 소재를 바탕으로 기능이 구현된다.

- 도체: 스마트 윈도의 유리 위에는 아주 얇은 도체 층이 구성되어 있다. 이 도체 층은 전기가 흐를 때 유리의 색을 변화시켜 실내로 들어오는 햇빛의 양을 조절한다.
- 부도체: 스마트 윈도에 이용되는 유리는 부도체로 전기가 잘 흐르지 않는다.
- 반도체: 스마트 윈도에 이용되는 반도체 물질은 햇빛이나 전기의 양에 따라 성질이 변하여 스마트 윈도의 투명도를 조절한다.

스마트 윈도와 같이 도체, 부도체, 반도체를 모두 활용한 제품을 한 가지 제시하고, 각 소재의 역할을 설명하시오.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.
2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

대단원 학습 내용을 스스로 정리하고 자신의 실력을 평가해 보자.

### 우주의 시작과 원소의 생성

- 빅뱅 이후 우주가 팽창하면서 최초의 입자부터 원자까지 차례대로 만들어졌다.
- 천체에서 방출되는 빛의 을/를 분석하면 우주에 존재하는 원소의 대부분이 수소와 헬륨임을 알 수 있다.

### 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성

- 별의 중심부에서 일어나는 핵융합 반응과 초신성 폭발로 다양한 원소가 우주 공간으로 방출되었다.
- 지구와 생명의 역사는 우주 역사의 한 부분이다.

### 원소의 주기성과 화학 결합

- 원소는 크게 금속과 비금속으로 분류할 수 있다.
  - : 원자 번호와 화학적 성질을 기준으로 원소를 배열한 표
- 원소들은 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루어 안정해진다.
- : 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 화학 결합
- 공유 결합: 2 개 이상의 원자가 전자쌍을 공유하여 형성되는 화학 결합

### 화학 결합에 따른 물질의 성질

- 이온 결합 물질은 수용액 상태에서 전류가 흐르지만, 은/는 수용액 상태에서 대부분 전류가 흐르지 않는다.

### 자연의 구성 원소

### 물질의 규칙성과 결합

### 물질과 규칙성

#### 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성

#### 물질의 전기적 성질

##### 지각을 구성하는 물질의 규칙성

- 규산염 사면체는 1 개와 4 개의 공유 결합으로 만들어진다.
- 규산염 사면체의 결합 방식에 따라 다양한 규산염 광물이 만들어진다.

##### 생명체를 구성하는 물질의 규칙성

- 단백질: 아미노산의 조합에 따라 구조와 기능이 다양한 단백질이 만들어진다.
- 핵산: 의 조합으로 DNA에 서로 다른 유전정보가 저장된다.
  - ➡ 이를 통해 생명체는 복잡한 생명 현상을 나타낼 수 있다.

##### 전기적 성질에 따른 물질의 구분

- 도체: 이/가 많아 전류가 잘 흐르는 물질로 철, 구리 등이 있으며 전기 부품을 연결하는 소재로 활용된다.
- : 자유 전자가 거의 없어 전류가 흐르지 않는 물질로 고무, 유리 등이 있으며 전기 절연 소재로 활용된다.
- 반도체: 특정 조건에 따라 자유 전자가 생겨 전류가 흐르는 물질로 규소와 저마늄이 있으며 전류의 흐름을 제어하는 데 활용된다.

##### 전기적 성질을 활용한 반도체

- : 반도체 물질의 전기적 성질을 이용하기 위한 전자 부품으로 다이오드, 트랜지스터, 집적 회로 등이 있다. 전기적 신호를 처리하는 기능이 있어 전자 기기의 주요 장치로 활용된다.

## 고고 연계

01

그림 (가)는 음에 따른 진동수의 상대적인 값을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 뉴랜즈(Newlands, J. A. R., 1837~1898)가 당시에 발견된 원소를 원자량순으로 배열한 것이다.

	도	레	미	파	솔	라	시	도	레	미	파	솔	라	시
(가)	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{81}{64}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{243}{128}$	2	$\frac{9}{4}$	$\frac{81}{32}$	$\frac{8}{3}$	⑦	$\frac{27}{8}$	$\frac{243}{64}$
(나)	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl

(1) (가)에서 주기성을 찾아 ⑦에 들어갈 값을 쓰시오.

(2) (가)와 (나)의 공통점을 설명하시오.

## 실생활 적용

02

글쓰기

다음은 체성분 분석기의 원리에 대한 설명이다.

체중, 신장, 근육량, 지방 등의 데이터를 측정하는 체성분 분석기는 신체에 미약한 전류를 흐르게 하여 체내 전기 전도도를 측정하는 방식으로 작동한다. 이는 몸을 구성하는 근육, 지방 등에 포함된 수분의 양에 따라 전류가 흐르는 정도가 다르기 때문이다.

체성분 분석기의 원리를 도체 및 부도체와 관련지어 쓰시오.

## 지식·이해

지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성 과정을 설명하였는가?

매우 잘함      잘함      보통

원소의 주기성을 통해 자연의 규칙성을 도출하였는가?

매우 잘함      잘함      보통

## 과정·기능

천체에서 방출되는 빛의 스펙트럼을 분석하여 우주 초기에 생성된 원소와 천체의 구성 물질을 추론하였는가?

지각과 생명체를 구성하는 물질의 구조적 특징과 규칙성을 분석하였는가?

## 가치·태도

인류 생존에 필수적인 물질의 결합에 따른 성질 차이를 인식하면서 과학에 흥미를 느꼈는가?

일상생활과 첨단 기술에서 유용하게 이용되는 물질의 전기적 성질에 관심을 두게 되었는가?

프로젝트 활동으로 해설해야 할 문제는 무엇인가요?

우리나라의 달  
탐사선인 다누리호가  
달 궤도 진입에  
성공했다.

우아!  
우리나라는 앞으로 우주 탐사를  
최대한 계획이라고 해.

예전에는 탐사선에 지구의 각종 정보를  
담은 원판을 실어 보냈대.

우리도 우주에 보내는 메시지를  
만들어 보는 것은 어때?  
규소를 이용하여 지구를  
구성하는 물질과 인류의  
첨단 기술을 소개하면  
어떨까?

우주 탐사선에 담아서 보내는 메시지를  
규소를 주제로 만들어 보자.

학습한 내용을 참고하여 문제를 해설하기 위한 자료를 정리해 보아요.

1 지구와 생명체에 규소가 주로 어떻게 분포하는지 조사해 보자. 55쪽

2 규소가 활용되는 첨단 기술 제품의 사례를 구체적으로 조사해 보자. 87쪽

문제 상황을 해명하는 창의적인 아이디어를 제시해 보아요.

1 규소를 주제로 우주의 외계 생명체에게 지구와 인류 문명을 소개할 내용을 정리해 보자.

2 우주 탐사선에 담아서 보낼 한 장의 그림 메시지를 만들고, 이에 대한 설명 글을 작성해 보자.

그림

설명

3 모둠별로 만든 메시지를 발표해 보자.

매우 잘함      잘함      보통

모둠원      나

1. 조사, 토의, 정리 등 활동에 적극적으로 참여하였는가?
2. 메시지를 만들 때 자신의 역할을 잘 수행하였는가?
3. 다른 모둠의 발표를 듣고 우수한 점과 개선 및 보완할 점을 찾았는가?

활동하면서 내가 잘한 점과 보완할 점을 써 보자.



**창의적  
문제 해결을  
위한 학습 안내**

- 1 지구시스템에서 물의 순환은 어떻게 이루어질까?
- 2 충돌과 관련된 안전사고를 예방할 수 있는 방법은 무엇일까?
- 3 생명 시스템에서 생명활동을 유지하는 방법은 무엇일까?

**“절벽 거주지 설계하기”**

각 질문의 답을 찾고, 148쪽에서 프로젝트를 해 quyết해 봅시다.

# 지구시스템의 구성과 상호작용

## 지구시스템

지구시스템은 태양계라는 시스템의 구성 요소임을 설명할 수 있다.

지구시스템을 구성하는 권역 간의 물질 순환과 에너지 흐름의 결과로 나타나는 현상을 논증할 수 있다.

### 이전 학습 내용

- 지구계
- 판과 대륙 이동설
- 지진대와 화산대

### 태양계 천체 분류하기

태양계는 지구를 포함한 다양한 천체로 이루어져 있다. 태양계를 이루는 다양한 천체를 분류해 보자.

1

학습하면서  
답을 찾아보아요.

1. 빈칸에 천체의 이름을 써 보자.
2. 천체의 분류 기준을 정하고, 정한 기준에 따라 천체를 분류해 보자.

지구시스템에서  
물의 순환은 어떻게  
이루어질까?

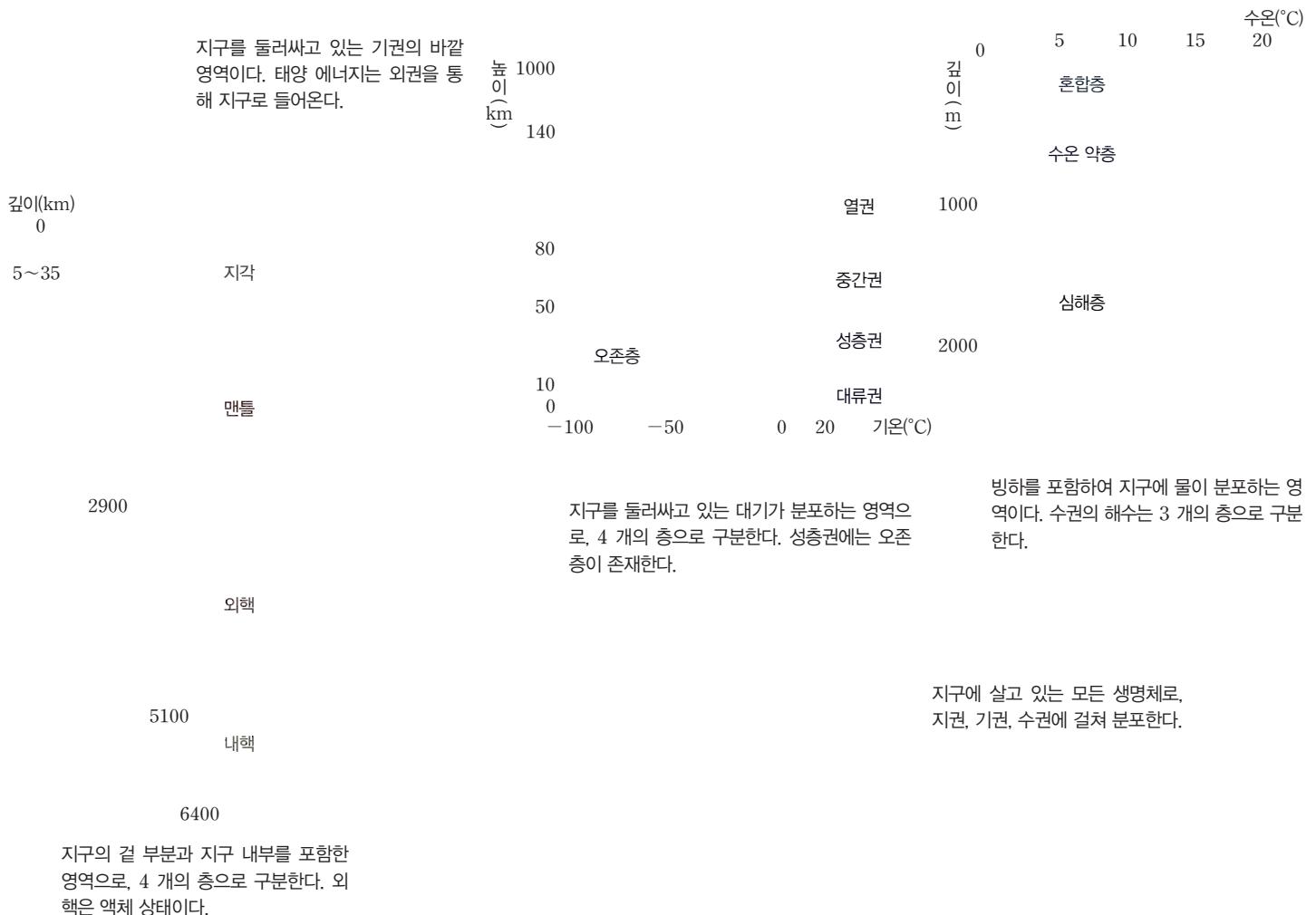
## 지구시스템의 구성 요소와 특징

시스템은 여러 구성 요소가 모여 상호작용 하면서 균형을 유지하는 체계이다. 태양계는 태양을 중심으로 행성, 위성, 소행성, 혜성 등으로 구성되어 상호작용 하고 있다. 지구는 태양계의 구성 요소이면서 지구 자체로도 하나의 시스템이다. 지구시스템의 구성 요소는 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권이며 서로 상호작용 하고 있다. 구성 요소 중 지권, 기권, 수권은 |그림 III-1|과 같이 성층 구조를 이룬다.

인터넷 활용 시뮬레이션

미국항공우주국 누리집([www.nasa.gov](http://www.nasa.gov))에서 태양계를 구성하는 천체의 실시간 위치를 확인할 수 있다.

|그림 III-1| 지구시스템의 구성 요소와 성층 구조



지구시스템의 구성 요소는 지권, 기권, ( ), 생물권, 외권이다.

## 지구시스템의 상호작용

지구시스템의 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권은 서로 영향을 주고받으며 이 과정에서 다양한 자연 현상이 일어난다. 다음 활동에서 다양한 자연 현상이 지구시스템의 어떤 권역 간 상호작용으로 일어나는지 알아보자.

### 지구시스템의 상호작용 알아보기

다음은 지구시스템에서 일어나는 다양한 자연 현상을 설명한 것이다.

(가) 화산이 폭발하여 화산재가 대기로 분출된다.

(나) 수온이 높은 바다에서 태풍이 발생한다.

(다) 지표에서 흐르는 물이 지형을 변화시킨다.

(라) 식물은 이산화탄소를 흡수하여 광합성을 한다.

- 자연 현상 (가)~(라)는 어떤 권역 간의 상호작용으로 일어난 것인지 설명해 보자.
- 설명한 (가)~(라)의 상호작용을 그림에 화살표로 표시해 보자.
- (가)~(라) 이외에 권역 간의 상호작용으로 일어나는 또 다른 자연 현상을 찾아보자.

기권  
(가)

생물권

지권

수권

지권에서 일어나는 화산 활동으로 분출된 화산재는 지구의 기온을 변하게 하고, 오랜 기간에 걸쳐 수질을 변화시키기도 한다. 수권에서 증발한 수증기는 구름을 만들고, 때때로 태풍을 발생시킨다. 수권의 물은 지표를 흐르면서 지형을 변화시키며, 기권의 이산화 탄소는 식물에 흡수되어 광합성에 이용된다. 또한 기권에서 바람은 해류나 파도를 발생시킨다.

지구시스템을 구성하는 권역 간의 끊임없는 상호작용으로 자연 현상이 일어나고, 이 과정에는 에너지가 필요하다. 지구시스템에 영향을 미치는 에너지원에는 |그림 III-2|와

같이 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지가 있다. 태양 에너지는 에너지원 중

태양 에너지

조력 에너지

가장 많은 양을 차지하며, 지구시스템의 모든 권역에 영향을 미치는 에너지이다. 또한 태양 에너지는 날씨 변화를 일으키고, 다양한 생명 활동에 관여한다. 지구 내부 에너지는 맨틀 대류를 일으키고, 지진과 화산 활동을 발생시킨다. 또한 외핵의 운동을 일으켜 지구 자기장이 형성될 수 있게 한다. 조력 에너지는 밀물과 썰물을 일으켜 해수면 높이를 변하게 하고, 해안 지형을 변화시킨다. 또한 해안 주변의 생태계에 영향을 미친다.

지구시스템에서는 다양한 자연 현상이 일어나고, 이 과정에서 에너지 흐름과 물질 순환이 나타난다. 우리 주변의 물질인 물과 탄소가 지구시스템을 구성하는 권역 사이를 순환하는 과정에서 어떤 일이 일어날까?

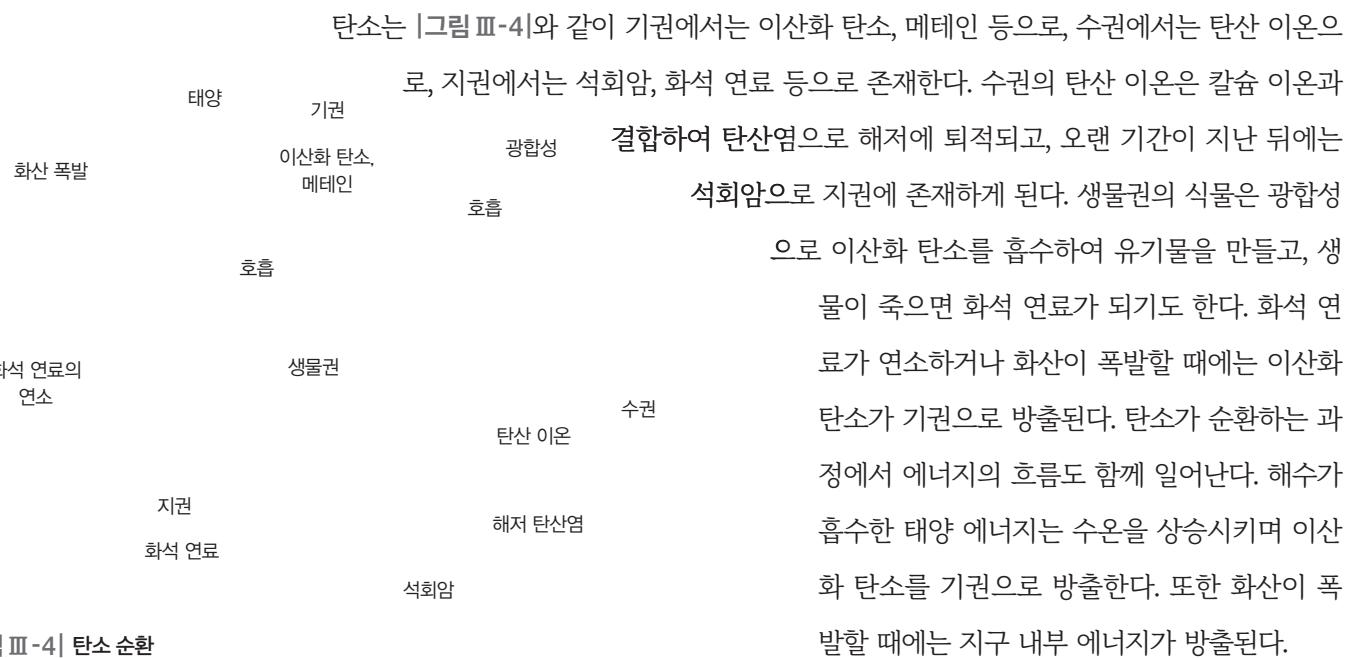
물의 순환은 태양 에너지의 흐름과 함께 일어난다. |그림 III-3|과 같이 수권의 물은 태양 에너지를 흡수하여 증발해 기권의 수증기가 된다. 이 수증기는 응결하여 구름을 만드는 과정에서 에너지를 방출하고, 비나 눈의 형태로 지권과 수권으로 이동한다. 지표로 이동한 물은 생물의 생명 유지에 이용되고, 풍화와 침식을 일으켜 지형을 변화시킨다. 또한 물의 일부는 증발하여 다시 기권으로 이동하며, 식물에 흡수된 물은 증산 작용으로 다시 기권으로 이동한다. 이처럼 물이 순환하고 에너지가 흐르는 과정에서 지표의 변화나 날씨의 변화 등이 일어난다.

#### ● 조력 에너지

달과 태양이 지구에 작용하는 힘으로 생기는 에너지



|그림 III-3| 물의 순환



|그림 III-4| 탄소 순환

물의 순환과 탄소 순환이 일어나는 과정에서 물질은 다양한 형태로 존재하며 이때 에너지 흐름이 함께 일어난다. 다음 탐구에서 여러 가지 자연 현상을 지구시스템의 물질 순환과 에너지 흐름으로 논증해 보자.

## 지구시스템 권역 간의 물질 순환과 에너지 흐름 논증

논증, 의사소통

### 목표

지구시스템에서 일어나는 자연 현상을 물질 순환과 에너지 흐름으로 논증할 수 있다.

### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 지표의 변화나 날씨의 변화가 일어날 때 물질 순환과 에너지 흐름은 어떠할까?

### 과정

그림 (가)와 (나)는 지구시스템에서 일어나는 자연 현상을 나타낸 것이다.

(가) 화산 폭발

(나) 바다 위 소나기

1. (가)와 (나)에서 물질의 이동과 에너지의 이동을 정리해 보자.

자연 현상

물질 이동

에너지 이동

(가)

(나)

2. (가)와 (나)는 지구시스템에서 물질 순환과 에너지 흐름이 일어나는 과정 중 일부이다. (가) 또는 (나) 현상을 포함하는 전체적인 물질 순환과 에너지 흐름을 이야기해 보자.

### 결과 및 정리

(가)와 (나) 현상 중 하나를 선택하고, 이 현상이 지구시스템의 물질 순환과 에너지 흐름의 결과임을 근거를 제시하여 논증해 보자.

자연 현상	주장(결론)	스스로 평가
근거		
		<b>지식·이해</b> 자연 현상을 물질 순환과 에너지 흐름으로 설명하였는가?
		<b>과정·기능</b> 과학적 근거를 바탕으로 자연 현상을 논증하였는가?
		<b>가치·태도</b> 논증 과정에서 모둠원의 의견을 존중하였는가?
화산이 폭발할 때에는 지구 내부 에너지가 방출되고, 지권의 탄소가 대기 중으로 이동한다. 해수는 태양 에너지를 흡수하여 증발하고, 수증기가 응결하여 형성된 구름은 소나기를 내린다. 지표의 변화, 날씨의 변화 등 자연 현상은 지구시스템 각 권역의 물질 순환과 에너지 흐름의 결과이다.	기권	태양 (외권)
지구시스템은  그림 III-5 와 같이 상호작용 하며 인류를 비롯한 지구 생명체의 존속에 기여하고 있다. 지구 생명체는 수권의 물을 이용하여 생명을 유지하고, 지권은 다양한 생물이 살아가는 서식처 가 된다. 따라서 우리는 미래 세대를 위해 생태적 책임감을 가지고 지구시스템을 최적의 상태로 보전하기 위해 노력해야 한다.	생물권	수권

|그림 III-5| 지구시스템의 상호작용

- 지구시스템의 에너지원에는 태양 에너지, ( ), 조력 에너지가 있다.
- ( )은/는 기권에서 이산화 탄소, 메테인 등으로 존재한다.

인류는 농업과 도시화를 위해 지표면을 변화시키고, 물의 순환에 영향을 미치며 지구시스템에 많은 변화를 일으켜 왔다. 인류가 물의 순환에 영향을 미치는 모습을 다양한 방식으로 표현해 보자.

인류는 물의 순환에  
많은 영향을 미치고  
있어요. 인류가 물의  
순환에 미치는 영향은  
표현된다면…….

이 단원을 학습한 다음  
96 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 지권의 변화와 영향

지권의 변화를 판 구조론 관점에서 해석할 수 있다.

에너지 흐름의 결과로 발생하는 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향을 추론할 수 있다.

## 화산 활동을 소재로 시나리오 만들기

그림 (가)~(마)는 화산 활동과 관련된 다양한 모습을 나타낸 것이다.

(가) 화산체가 높아지고 지진이 발생하는  
횟수가 늘어난다.

(나) 화산이 격렬하게 폭발한다.

(다) 화산재가 쌓인 도양에서 작물을 기른다.

(라) 용암과 화산 분출물로 피해가 발생한다.

(마) 호수의 수온이 높아지고 산성화되며,  
나무가 말라 죽는다.

산성도 측정기

1. 모둠별로 만들고자 하는 시나리오에 맞춰 (가)~(마)를 시간순으로 나열해 보자.

2. 나열한 그림을 이용하여 화산 활동을 소재로 시나리오를 만들어 보자.

## 지진과 화산 활동

우리는 종종 뉴스에서 지진으로 건물이 무너지는 모습이나 화산 활동으로 용암이 흐르면서 산에 화재가 발생하는 모습을 볼 수 있다. 지권의 변화 중 지진과 화산 활동은 인간의 삶에 많은 영향을 주는 대표적인 자연 현상이다. 다음 활동에서 지진과 화산 활동이 자주 일어나는 지역을 알아보자.

### 지진과 화산 활동이 일어나는 지역 알아보기

인터넷 활용 **검색**

1. 지진과 화산 활동을 알아볼 수 있는 누리집([seiscode.iris.washington.edu/projects/seismic-eruption](http://seiscode.iris.washington.edu/projects/seismic-eruption))에 접속하여 빅데이터 기반 컴퓨터 프로그램을 내려받는다.

**지능형 과학실**에서 빅데이터 기반 컴퓨터 프로그램을 내려받아 지진과 화산 활동이 일어난 지역을 확인할 수 있다.

2. 프로그램을 실행하고, **지도**를 눌러 지진과 화산 활동이 일어난 지역을 확인한다.

- 지진은 주로 어느 지역에서 일어나는가?
- 화산 활동은 주로 어느 지역에서 일어나는가?
- 지진이 자주 일어나는 지역과 화산 활동이 자주 일어나는 지역은 어떤 관계가 있는지 설명해 보자.

지진과 화산 활동을 알아볼 수 있는 누리집에서 전 세계 지진과 화산 활동 발생 지역을 찾을 수 있다.

지진과 화산 활동은 한 지점에 축적되어 있던 지구 내부 에너지가 급격히 방출될 때 일어나는 현상으로 특히 화산이 분출할 때에는 지구 내부의 물질이 함께 방출되기도 한다. 지진과 화산 활동은 지구상의 특정 지역에서 자주 일어난다. 지진이 자주 일어나는 지역을 지진대라고 하며, 화산 활동이 자주 일어나는 지역을 화산대라고 한다. 지진이 일어나는 곳에서 항상 화산 활동이 일어나는 것은 아니지만, 지진대와 화산대는 거의 일치하며 주로 대륙의 주변부에 떠 모양으로 분포한다.

#### 환태평양 화산대

환태평양 화산대는 태평양을 중심으로 대륙의 경계 부근에 존재한다. 이곳에서 지구 전체 화산 활동 중 약 80 %가 일어나 '불의 고리'라고도 한다.

(**지도**)은/는 지진이 자주 일어나는 지역이고, (**지도**)은/는 화산 활동이 자주 일어나는 지역이다.

## 판 구조론과 지권의 변화

**해양판과 대륙판**  
판은 해양 지각을 포함하는 해양 판과 대륙 지각을 포함하는 대륙 판으로 구분한다.

지진과 화산 활동이 자주 일어나는 지역을 이어보면 지구의 표면은 크고 작은 여러 조각으로 구분되는데, 각각의 조각을 **판**이라고 한다. 판은 |그림 III-6|과 같이 지각과 맨틀의 윗부분을 포함하는 단단한 층으로 암석권이라고도 한다. 암석권 아래 약 100 km~400 km 구간은 연약권이라고 한다. 연약권은 맨틀 물질이 부분적으로 용융되어 유동성이 있으므로 대류가 일어나고, 이는 판이 움직이는 원동력이 된다.

지진, 화산 활동과 같은 지권의 변화는 판의 움직임으로 설명할 수 있다. 이러한 이론을 **판 구조론**이라고 한다. 판 구조론에 따르면 지구의 표면은 |그림 III-7|과 같이 여러 개의 판으로 이루어져 있고, 각각의 판은 맨틀 대류를 따라 이동하면서 판 경계에서는 지진이나 화산 활동과 같은 지각 변동이 일어난다.

판 (암석권)	대류 지각	해양 지각 0 km
		100 km
	연약권	맨틀

|그림 III-6| 판의 구조

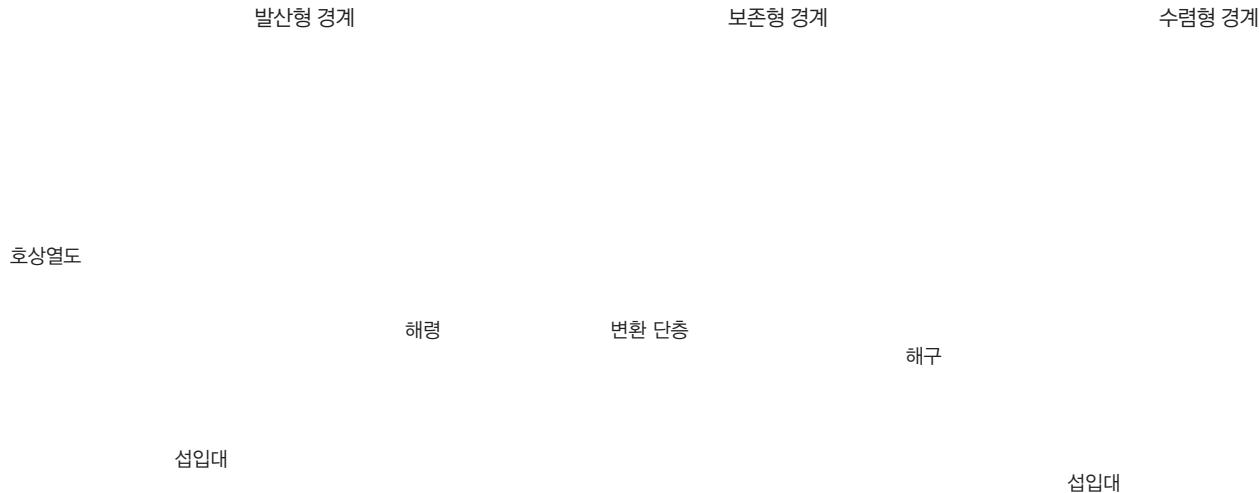
아라비아판

판 경계  
판의 이동 방향

|그림 III-7| 전 세계 판의 분포와 이동 방향

(출처:『Earth Portrait of a Planet』, 2012)

맨틀 대류를 따라 판이 이동하면서 나타나는 판 경계에는 |그림 III-8|과 같이 발산형 경계, 보존형 경계, 수렴형 경계가 있다. 세 종류의 판 경계에서는 다양한 지형이 만들어진다.



|그림 III-8| 여러 가지 판 경계와 지형

**발산형 경계**는 맨틀 대류의 상승으로 두 판이 서로 멀어지는 판 경계이다. 발산형 경계에서는 지진과 화산 활동이 자주 일어나고, 해저 산맥인 해령이나 열곡대가 발달한다. 발산형 경계의 대표적인 예로는 대서양 중앙 해령, 동아프리카 열곡대 등이 있다.

**수렴형 경계**는 맨틀 대류의 하강으로 두 판이 서로 가까워지는 판 경계이다. 해양판과 대륙판이 충돌하면 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 들어가면서 섭입대가 만들어진다. 섭입대 부근에서는 지진과 화산 활동이 활발하게 일어나고, 페루 – 칠레 해구와 같은 해구가 발달하며, 알류산 열도와 같은 호상열도나 안데스산맥과 같은 습곡 산맥이 만들어지기도 한다. 또한 대륙판과 대륙판이 충돌하면 그 경계에서는 주로 지진이 일어나고, 히말라야산맥과 같은 습곡 산맥이 만들어진다.

**보존형 경계**는 두 판이 반대 방향으로 어긋나는 판 경계이다. 보존형 경계에서는 지진이 자주 일어나지만 화산 활동은 일어나지 않고, 변환 단층이 발달한다. 보존형 경계의 대표적인 예로는 산안드레아스 단층이 있다.

#### 인터넷 활용 시뮬레이션

판 경계를 확인할 수 있는 누리집 ([seismic-explorer.concord.org](http://seismic-explorer.concord.org))에서 전 세계 판의 분포와 판 경계에서 나타나는 지형을 입체적으로 관찰할 수 있다.

#### ● 호상열도

바다 가운데에 활동처럼 굽은 모양으로 널려 있는 섬의 집합체

|그림 III-11| 산안드레아스 단층

판 경계의 종류 세 가지를 쓰시오.

## 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향

판 경계에서는 지구 내부 에너지의 방출로 지진, 화산 활동과 같은 지권의 변화가 일어난다. 이러한 지권의 변화는 지구와 생명 시스템에 크고 작은 영향을 미친다. 다음 탐구에서 지권의 변화가 우리에게 미치는 영향을 알아보자.

### 지진과 화산 분출로 나타나는 피해 조사와 대책 수립

조사, 의사소통

#### 목표

지진과 화산 분출로 나타나는 환경적 피해와 사회 경제적 피해를 조사하고, 지구와 생명 시스템 측면에서 피해를 줄이기 위한 대책을 수립할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 지진과 화산 분출로 어떤 피해가 나타나며, 피해를 줄이기 위한 대책에는 어떤 것이 있을까?

#### 과정

그림 (가)는 지진이 일어난 뒤의 모습이고, 그림 (나)는 화산이 폭발하는 영상의 일부이다.

#### 활동 길잡이

자료를 조사할 때에는 신뢰할 만한 과학 이론, 보도, 영상물, 시뮬레이션 등을 참고한다.

(가) 튀르키예·시리아 대지진(2023)

(나) 통가 해저 화산 폭발(2022)

1. (가)와 (나) 현상을 일으키는 지구시스템의 에너지원을 조사해 보자.
2. (가), (나)와 같은 지진과 화산 분출로 나타나는 환경적 피해와 사회 경제적 피해를 조사해 보자.

#### 구분

#### 지진

#### 화산 분출

- 산이 파괴되고, 물이 오염된다.

#### 환경적 피해

- 도로가 붕괴되어 물류 운송에 문제가 생긴다.

#### 사회 경제적 피해

3. 과정 2에서 조사한 피해를 줄이기 위한 대책을 지구와 생명 시스템 측면에서 토의하여 수립해 보자.

## 결과 및 정리

1. 지진과 화산 분출로 나타나는 피해와 그 피해를 줄이기 위한 대책을 정리해 보자.

### 스스로 평가

2. 정리한 내용을 온라인 협업 플랫폼에 올려 다른 모둠과 공유해 보자.

**지식·이해** 지권의 변화가 지구 시스템에 미친 영향을 설명하였는가?

**과정·기능** 지권의 변화에 따른 피해를 과학적 자료에 기반하여 조사하였는가?

**가치·태도** 토의 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

다음 평가 기준에 따라 다른 모둠의 활동 결과를 평가해 보자.

지진과 화산 활동에 따른 피해를 조사할 때 신뢰할 만한 자료를 활용하였는가?

지진과 화산 활동에 따른 피해를 줄이기 위해 제시한 대책이 지구와 생명 시스템 측면에서 적절한가?

지진과 화산 활동이 일어나면 생태계 파괴, 도로와 건물  
붕괴, 교통마비 등 다양한 환경적 피해와 사회 경제적 피해  
가 나타난다. 이러한 피해를 줄이려면 |그림 III-12|와 같이  
지진계를 설치하여 지진 기록을 지속적으로 분석해야 한다.  
또한 인공위성을 이용한 지형 변화 관측, 내진 설계 적용, 화

|그림 III-12| 지진계 설치

산 주변 제방 쌓기, 안전 교육 시행 등의 다양한 대책을 마련해야 한다.

화산 활동이 지구시스템에 피해만 주는 것은 아니다. 화산 지대에 생긴 온천을 이용하거나  
지열이 높은 지역에 |그림 III-13|과 같이 지열 발전소를 세  
워 에너지를 얻을 수 있다. 또한 화산 분출물에 포함된 다양  
한 성분은 토양을 비옥하게 만든다. 이처럼 지구 내부 에너  
지 흐름의 결과로 발생하는 지권의 변화는 우리 생활을 비  
롯한 지구시스템에 다양한 영향을 미친다.

|그림 III-13| 지열 발전소

지구 내부 에너지 흐름의 결과로 발생하는 지진, 화산 활동과 같은 ( )은/는 지  
구시스템에 다양한 영향을 미친다.

## 백두산 폭발의 영향

백두산은 언제든 화산 분출이 일어날 수 있다. 백두산 화산 분출  
과 관련된 시뮬레이션이나 시나리오를 찾아보고, 지구시스템에  
미칠 영향을 정리하여 카드 뉴스를 만들어 보자.

기권, 지구권, 수권, 생물권에 미치는 영향은?  
일시적 기온 하락, …….

이 단원을 학습한 다음  
102쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

## 견학

### 메타버스로 만나는 자연사박물관

자연사박물관은 지구와 관련된 기록을 보존하고 연구하여 대중에게 전시하는 곳이다. 자연사박물관에 방문하면 우주와 지구의 역사, 인류의 기원 등에 관련된 다양한 체험을 할 수 있다. 최근에는 박물관에서 가상 현실 전시관도 함께 운영하고 있으므로 온라인에서 쉽게 견학이 가능하다. 특히 메타버스를 이용한 전시관을 운영하고 있는 서대문 자연사박물관에서는 자연사를 더욱 생생하게 체험할 수 있다.

#### 지구 환경관

지구의 탄생에서 현재에 이르기까지의 과정을 소개한다. 또한 지진과 화산 활동 등 지권의 변화, 다양한 광물과 암석, 한반도의 역사 등의 자료를 전시하고 있다. 지구시스템은 다양한 구성 요소로 이루어져 있으며, 구성 요소 간에 상호작용이 일어난다는 것을 알 수 있다.

#### 지구환경관

#### 생명 진화관

최초의 생명체에서 인류에 이르기까지의 생명 진화 과정을 소개한다. 또한 현재 지구상에 살고 있는 다양한 생명체의 모습을 전시하고 있다. 인류가 많은 생명체와 함께 살아가기 위해서는 지구시스템을 최적의 상태로 보전해야 함을 알 수 있다.

#### 생명진화관

#### 인간과 자연관

생산자, 소비자, 분해자로 이루어진 생태계를 소개한다. 또한 기후 변화에 따라 지구에 위기가 다가오고 있음을 안내한다. 인간은 자연의 일부임을 깨달을 수 있고, 자연과 함께 어떻게 살아가야 할지 생각해 볼 수 있다.

#### 인간과자연관

글  
쓰기

1. 견학으로 알게 된 내용을 바탕으로 지구시스템의 상호작용이 생명체의 존속에 얼마나 기여하고 있는지 정리해 보자.
2. 미래 세대를 위해 인류가 생태적 책임감을 가져야 함을 주장하는 글을 써 보자.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 지구시스템에서 물의 순환은 어떻게 이루어질까?

물의 순환은 태양 에너지의 흐름과 함께 일어난다. 수권의 물은 태양 에너지를 흡수하여 증발해 기권의 수증기가 된다. 이 수증기는 응결하여 ( )을/를 만드는 과정에서 에너지를 방출하고, 비나 눈의 형태로 지권과 수권으로 이동한다. 지표로 이동한 물은 생물의 ( ) 유지에 이용되고, 풍화와 침식을 일으켜 지형을 변화시킨다.

## 1 지구시스템의 구성과 상호작용

96쪽~101쪽

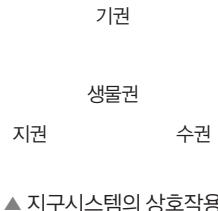
### (1) 지구시스템의 구성 요소와 특징

- : 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권이 상호작용하고 있는 시스템
- 지구시스템의 구성 요소: 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권
- 지구시스템 구성 요소의 특징

구성 요소	성층 구조
지각, 맨틀, 외핵, 내핵	
기권	대류권, 성층권, 중간권, 열권
수권(해수)	혼합층, 수온 약층, 심해층

### (2) 지구시스템의 상호작용

- 지구시스템의 에너지원: , 지구 내부 에너지, 조력 에너지
- 물은 태양 에너지의 흐름과 함께 지권, 기권, 수권, 생물권을 순환한다.
- 탄소는 에너지 흐름과 함께 지권, 기권, 수권, 생물권을 순환하며 다양한 형태로 존재한다.
  - ▶ 지권(석회암, 화석 연료), 기권(이산화 탄소, 메테인), (탄산 이온), 생물권(유기물)
- 지표의 변화, 날씨의 변화 등의 자연 현상은 지구시스템 권역 간의 순환과 흐름의 결과이다.
- 지구시스템은 상호작용 하며 지구 생명체의 존속에 기여하고 있다.
  - ▶ 생태적 책임감을 가지고 지구시스템을 최적의 상태로 보전하기 위해 노력해야 한다.



## 2 지권의 변화와 영향

102쪽~107쪽

### (1) 지진대와 화산대

- 지진대: 지진이 자주 일어나는 지역
- 화산대: 화산 활동이 자주 일어나는 지역
  - ▶ 지진대와 화산대는 거의 하며 주로 대륙의 주변부에 띠 모양으로 분포한다.

### (2) 판 구조론

- 은/는 지각과 맨틀의 윗부분을 포함하는 단단한 층으로, 암석권이라고도 한다.
- 지구의 표면은 여러 개의 판으로 이루어져 있다.
- 을/를 따라 판이 이동하고, 판 경계에서는 지구 내부 에너지의 방출로 지진, 화산 활동 등 지권의 변화가 일어난다.
- 판 경계의 종류와 지형

종류      발산형 경계      보존형 경계

### 형태

지형	해령, 열곡대	해구, 호상열도, 습곡 산맥	변환 단층
----	---------	-----------------	-------

### (3) 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향

- 지진과 화산 활동에 따른 피해: 생태계 파괴, 도로와 건물 붕괴, 교통마비 등
- 피해를 줄이기 위한 대책: 지진계 설치, 인공위성을 이용한 지형 변화 관측, 내진 설계 적용, 화산 주변 제방 쌓기, 안전 교육 시행 등
- 화산 활동의 이점: 온천 활용, 지열 발전소 건설, 화산재가 쌓여 비옥한 토양 형성 등

## 01

| 지구시스템의 구성 요소 |

지구시스템의 구성 요소에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에  
서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 빙하는 수권에 해당한다.
- ㄴ. 외권은 기권의 바깥 영역이다.
- ㄷ. 지권은 지구의 겉 부분인 지각만을 뜻한다.
- ㄹ. 생물권은 대기의 성분에 영향을 미치지 않는다.
- ㅁ. 기권은 지구를 둘러싼 대기가 분포하는 영역이다.

## 02

| 지구시스템 구성 요소의 성층 구조 |

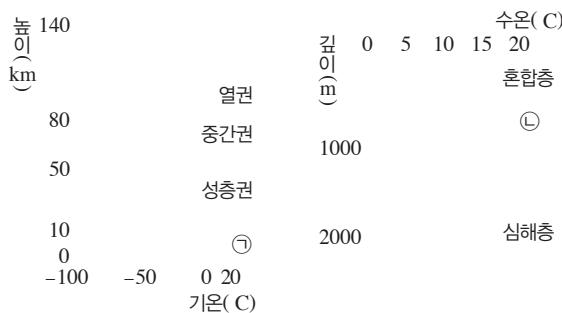
지권의 성층 구조에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는  
대로 고르시오.

- ㄱ. 지권은 지각, 맨틀, 외핵, 내핵으로 구분한다.
- ㄴ. 외핵은 지권에서 가장 큰 부피를 차지한다.
- ㄷ. 지각은 고체 상태이다.

## 03

| 지구시스템 구성 요소의 성층 구조 |

그림 (가)는 기권의 구조를, (나)는 수권의 구조를 나타낸 것이다.



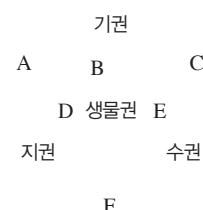
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. (가)에서 ◎은 대류권이다.
- ㄴ. (나)에서 ◎은 수온 약층이다.
- ㄷ. (가)의 중간권에는 자외선을 흡수하는 오존층이 존재  
한다.

## 04

| 지구시스템의 상호작용 |

그림은 지구시스템의 권역 간 상호작용을 나타낸 것이다.



(가)~(다)에서 설명하는 자연 현상은 A~F 중 어디에 해당하는지 쓰시오.

(가) 강물이 흐르며 지형이 달라진다.

(나) 화산이 폭발하여 화산재가 대기로 분출된다.

(다) 대기의 이산화 탄소가 바다로 녹아 들어간다.

## 05

| 지구시스템의 에너지원 |

(가)~(다)는 지구시스템에서 일어나는 자연 현상이다. (가)~(다)를 일으키는 주된 에너지원을 각각 쓰시오.

(가) 태풍

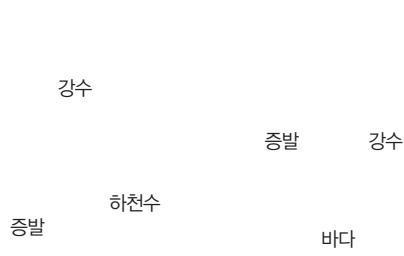
(나) 지각 변동

(다) 밀물과 썰물

## 06

| 물의 순환 |

그림은 물의 순환 과정을 나타낸 것이다.



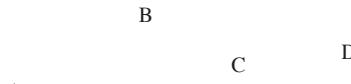
(1) 물의 순환을 일으키는 에너지원을 쓰시오.

(2) 하천수와 지하수가 흘러 지표가 변화하는 현상은 지구  
시스템의 어떤 권역 간 상호작용인지 쓰시오.

## 07

| 판 경계와 지형 |

그림은 판 경계에서 만들어지는 여러 지형을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

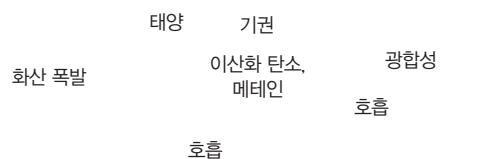
- ㄱ. B는 변환 단층이다.
- ㄴ. C에서는 지진이 일어나지 않는다.
- ㄷ. A와 D는 두 판이 서로 가까워지는 경계에서 형성된다.

## 장의적 문제 해결력 기르기

### 09

| 지구시스템의 상호작용 |

그림은 탄소 순환의 과정을 나타낸 것이다.



인위적으로 탄소의 권역 간 이동이 증가하는 과정을 찾고, 이 과정이 지속되었을 때 지구시스템의 변화를 설명하시오.

## 10

| 판 경계와 지형 |

그림은 우리나라 주변의 판의 경계를 나타낸 것이다.

## 08

| 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향 |

지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향과 피해 대책에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 대규모 지진은 도로와 건물을 붕괴시킨다.
- ㄴ. 화산 분출물에 포함된 성분은 비옥한 토양을 만들 수 없다.
- ㄷ. 지진 피해를 줄이기 위한 대책으로 건물에 내진 설계를 적용해야 한다.
- ㄹ. 화산 활동의 피해를 줄이기 위한 대책으로 인공위성을 이용한 지형 변화 관측이 있다.

유라시아판

동해

북아메리카판

필리핀판 태평양판

일부 과학자는 판의 이동으로 미래에 우리나라가 현재보다 판 경계와 더 가까워질 수 있다고 한다. 이 주장에 따라 우리나라에서 발생할 수 있는 지권의 변화와 이에 대한 대비 방법에 대해 설명하시오.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.
2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

# 중력을 받는 물체의 운동

중력의 특징을 설명할 수 있다.

중력의 작용으로 인한 지구 표면과 지구 주위의 다양한 운동을 설명할 수 있다.

## 역학 시스템

이전 학습 내용

- 중력
- 등속 운동
- 자유 낙하 운동

### 가상 현실 기기로 달 체험하기

가상 현실 기기를 이용하면 직접 가기 어려운 달을 언제든지 거닐 수 있다. 가상 현실 기기로 달을 체험하여 중력이 지구와 달에 어떤 영향을 미치는지 알아보자.

1. 가상 현실 기기에 달을 체험할 수 있는 실감형 콘텐츠를 내려받는다.
2. 가상 현실 기기를 착용하여 달에서의 물체의 움직임이 지구와 어떻게 다른지 체험한다.
3. 체험한 내용을 중력과 관련지어 모둠원과 이야기해 보자.

2

학습하면서  
답을 찾아보아요.

충돌과 관련된 안전  
사고를 예방할 수 있는  
방법은 무엇일까?

중력과 역학 시스템

일상생활에서 계단을 오르거나 무거운 물체를 들어 올릴 때 중력이 작용하고 있음을 경험할 수 있다. 중력은 일반적으로 질량이 있는 모든 물체가 상호작용 하여 서로 끌어당기는 힘을 의미한다. 예를 들어 사과가 지면으로 떨어질 때 지구가 사과를 끌어당기는 힘만큼 동시에 사과도 지구를 크기가 같고 방향이 반대인 힘으로 끌어당긴다.

물체가 지구 중심 방향으로 가속하는 원인은 중력이다.	낙하 시간	낙하 속도
공기 저항을 무시할 때 지표면 근처에서 물체를 가만히	0 초	0
놓으면 중력의 작용으로  그림 III-14 와 같이 자유 낙하	1 초	9.8 m/s
하여 속도가 1 초마다 약 9.8 m/s씩 증가하는 가속도	2 초	19.6 m/s
운동을 한다. 가속도 운동은 물체의 속력이나 운동 방향	3 초	29.4 m/s
이 변하는 운동이다. 이때 단위 시간당 속도 변화량을		
가속도라고 하며, 단위는 $m/s^2$ 을 사용하다.	그림 III-14  자유 낙하 운동	

|그림 III-14| 자유낙하운동

중력은 |그림 III-15|와 같이 지구 표면의 물체뿐만 아니라 지구 주위의 모든 물체에 끊임없이 작용하며 물체의 다양한 운동에 영향을 준다. 따라서 중력은 여러 가지 힘이 작용하여 일정한 운동 체계를 유지하는 역학 시스템에서 중요한 역할을 한다. 또한 중력은 다양한 자연 현상을 일으키고 생명체의 생명활동에도 영향을 준다.

물리학과 연계

가속도와 가속도 운동에 관한 구체적인 내용은 『물리학』의 ‘I. 힘과 에너지’에서 자세히 학습할 수 있다.

번지 점프를  
한다.

물이 높은 곳에서  
낮은 곳으로  
떨어진다

달이 지구를  
공전한다.

야구공이 앞으로 나아  
가면서 떨어진다.

비, 눈 등이  
내린다

나무에 매달린 사과가  
지면으로 떨어진다

|그림 III-15| 지구 표면과 지구 주위에서 중력이 작용하여 나타나는 현상

중력은 질량이 있는 모든 물체가 ( ) 하여 서로 끌어당기는 힘이다.

## 중력에 의한 지구 표면에서의 운동

수도꼭지에서 물이 아래로 떨어지거나 세워져 있는 샤워기에서 물이 곡선을 그리며 떨어지는 것은 모두 중력이 작용하여 일어나는 현상이다. 두 현상 모두 중력이 작용하지만 운동하는 모습이 다른 까닭은 무엇일까? 다음 탐구에서 자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체의 운동을 비교하고 중력이 어떤 영향을 주는지 알아보자.

### 디지털

#### 자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체의 운동 비교

측정, 분석

### 목표

자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체의 운동을 시각화하여 비교하고 설명할 수 있다.

### 준비물

30 cm 자, 원형 나무 도막, 모눈종이, 우드록, 스마트 기기, 삼각대

### 활동 길잡이

- **지능형 과학실**에서 디지털 탐구 도구를 활용하여 탐구를 수행할 수 있다.
- 원형 나무 도막과 배경이 명확하게 구분되도록 색깔이 있는 원형 나무 도막을 사용하고 밝은 조명에서 촬영한다.
- 자를 치는 세기를 조절하여 원형 나무 도막이 수평 방향으로 너무 멀리 날아가지 않도록 한다.

**문제 인식** 자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체의 운동은 어떻게 다를까?

### 과정

1. 모눈종이를 우드록에 붙인 뒤 책상 다리 옆면에 배치한다.
2. 책상 한쪽 끝에 30 cm 자를 걸치고, 두 원형 나무 도막 A와 B를 책상과 자 위에 그림과 같이 놓는다.
3. 자의 중심을 손가락으로 누른 뒤 자 끝을 화살표 방향으로 쳐서 원형 나무 도막 A는 아래로 떨어지는 동시에 B는 옆으로 날아가게 한다.
4. 다중섬광사진 앱 사용법에 따라 두 원형 나무 도막의 운동을 스마트 기기로 촬영한다.
5. 하나의 사진에 두 원형 나무 도막의 운동 모습이 모두 나타난 경우를 고른 뒤 원형 나무 도막의 운동을 분석한다.



### 다중섬광사진 앱

#### 사용법

- ① 스마트 기기에 다중섬광사진 앱을 내려받은 뒤 실행한다.
- ② 동영상 촬영 전 물체에 초점을 맞춘다.
- ③ 물체가 운동하는 모습을 촬영한다.
- ④ 노출 시간 간격을 조절하여 물체의 운동 모습이 명확하게 나타난 경우를 선택한다.
- ⑤ 물체의 운동 모습을 사진으로 저장한다.

## 결과 및 논의

1. 두 원형 나무 도막이 바닥에 닿는 시간을 비교해 보자.

2. 두 원형 나무 도막이 일정한 시간 간격마다 이동한 거리를 표에 정리해 보자.

(1) 자유 낙하 하는 원형 나무 도막 A

시간(s)

연직 아래 방향 구간 거리(m)

(2) 수평 방향으로 던진 원형 나무 도막 B

시간(s)

연직 아래 방향 구간 거리(m)

수평 방향 구간 거리(m)

### 스스로 평가

3. 원형 나무 도막 A와 B의 운동에서 나타나는 공통점과 차이점을 설명해 보자.

## 결론

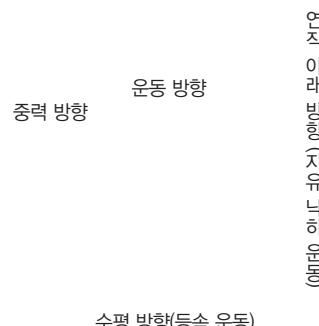
원형 나무 도막 A와 B의 운동 방향에 따른 속도 변화를 물체에 작용하는 힘과 관련지어 설명해 보자.

**지식·이해** 원형 나무 도막의 운동 방향에 따른 속도 변화를 중력과 관련지어 설명하였는가?

**과정·기능** 스마트 기기를 활용하여 원형 나무 도막의 운동을 시각화하고 과학적으로 분석하였는가?

**가치·태도** 실험 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

수평 방향으로 던진 물체는 |그림 III-16|과 같이 수평 방향으로는 힘이 작용하지 않아 등속 운동을 하고, 연직 아래 방향으로는 일정한 크기의 중력이 작용하여 속도가 일정하게 증가하는 자유 낙하 운동을 한다. 그 결과 공기 저항을 무시할 때 수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향의 등속 운동과 연직 아래 방향의 자유 낙하 운동이 합쳐져 포물선을 그리며 운동한다.



### 인터넷 활용 시뮬레이션

지능형 과학실 ON 누리집([science-on.kofac.re.kr](http://science-on.kofac.re.kr))에서 수평 방향으로 던진 물체의 운동에 대한 시뮬레이션을 체험할 수 있다.

|그림 III-16| 수평 방향으로 던진 물체의 운동

자유 낙하 하는 물체와 수평 방향으로 던진 물체는 운동하는 동안 일정한 크기의 중력이 작용하여 연직 아래 방향의 가속도가 같다. 따라서 같은 높이에서 두 물체 중 하나는 가만히 떨어뜨리고, 동시에 다른 하나는 수평 방향으로 던지면 두 물체는 동시에 바닥에 도달한다.

수평 방향으로 던진 물체는 수평 방향으로는 (등속, 자유 낙하) 운동을 하고, 연직 아래 방향으로는 (등속, 자유 낙하) 운동을 한다.

## 중력에 의한 지구 주위에서의 운동

공기 저항을 무시할 때 같은 높이에서 물체를 수평 방향으로 속력을 달리하여 던지면 속력이 빠를수록 물체는 |그림 III-17|과 같이 수평 방향으로 더 멀리 나아간다. 지구의 높은 곳에서 물체를 수평 방향으로 점점 빠르게 던지면 물체는 어떻게 운동할까?

|그림 III-17| 수평 방향으로 속력을 달리하여 던진 물체의 운동

뉴턴  
(Newton, I.,  
1642~1727)

세 가지 운동 법칙과 중력 법칙을 확립하여 근대 과학의 성립에 크게 기여하였다.

뉴턴은 지구의 높은 산꼭대기에서 대포알을 점점 세게 발사하는 사고 실험으로 지구 주위의 물체의 운동과 지구 표면의 물체의 운동을 같은 원리로 설명할 수 있음을 알아냈다. 지구의 높은 곳에서 물체를 수평 방향으로 던지는 속력에 따라 물체의 운동에는 어떤 변화가 있을지 다음 활동에서 뉴턴처럼 생각해 보자.

### 뉴턴의 사고 실험 따라 하기

그림은 높은 산꼭대기에서 대포알을 발사한 모습을 나타낸 것이다.

\* 공기 저항은 무시합니다.

- 대포알을 수평 방향으로 점점 세게 발사할 때 대포알의 운동 경로를 그림에 그려 보자.
- 모둠원이 그린 대포알의 운동 경로와 비교해 보고, 그렇게 그린 까닭을 이야기해 보자.

동해

공기 저항을 무시할 때 지구의 높은 산꼭대기에서 물체를 수평 방향으로 던지면 중력이 작용하여 물체는 지구 중심 방향으로 떨어진다. 물체를 더 빠른 속력으로 던지면 물체는 더 멀리 나아가지만 결국 지면에 떨어진다. 그러다가 물체를 던지는 속력이 어떤 특정한 속력에 도달하면 물체는 지구 중심 방향으로 계속 떨어지지만 지구가 둥글기 때문에 지면에 닿지 않고 지구 주위를 원운동하게 된다. 뉴턴은 이와 같은 사고 실험으로 지구 주위를 공전하는 달이 지구로 떨어지지 않는 까닭을 밝혀냈으며 달과 같이 지구 주위를 공전하는 물체의 운동도 중력에 의한 운동으로 설명할 수 있음을 알아냈다.

물체가 원운동을 하기 위해서는 어떤 힘이 필요할까? 해머 던지기를 할 때에는 |그림 III-18|과 같이 해머와 연결된 줄을 중심 방향으로 끌어당기며 해머를 회전시킨다. 해머를 당기고 있는 줄을 놓으면 그 순간 해머는 운동 방향으로 날아간다. 이처럼 물체가 원운동을 하기 위해서는 원의 중심 방향으로 끌어당기는 힘이 필요하다. 원운동을 하는 물체는 이 힘 때문에 운동 방향이 계속 변하여 가속도 운동을 한다.

운동  
방향

|그림 III-18| 해머던지기

달과 인공위성이 지구 주위를 원운동하는 까닭도 중력이 두 물체를 지구 중심 방향으로 끌어당기기 때문이다. 인공위성은 |그림 III-19|와 같이 지구로부터 멀리 떨어진 곳에서 아주 빠른 속력으로 움직이고 있지만 지구 중심 방향으로 끌어당기는 중력의 작용으로 운동 방향이 매 순간 바뀌어 지구 주위를 원운동한다.

자유 낙하 운동, 수평 방향으로 던진 물체의 운동, 지구 주위를 공전하는 원운동은 모두 중력에 의한 지구 중심 방향의 가속도 운동으로 설명할 수 있다. 더 나아가 태양계에 속하는 다양한 천체의 운동도 중력에 의한 상호작용으로 설명할 수 있다.

동해

중력 방향

지구 주위를 공전하는 원운동은 중력에 의한 지구 중심 방향의( ) 운동이다.

### 상대 높이 뛰기

도구

기이가 짧고 단상이 약한 막대

규칙

도움 달는 거리는

10 m~20 m로

제한한다.

운동 경기 중 한 가지를 골라 사용되는 도구와 경기 규칙을 조사한 뒤 달에서 해당 운동 경기를 할 때 도구와 규칙이 어떻게 바뀔지 글로 써 보자.

이 단원을 학습한 다음 112 쪽의 **학습 목표**를 점검 해 보자.

# 운동과 충돌

상호작용이 없을 때 물체가 가속되지 않음을 설명할 수 있다.

운동량과 충격량을 알고, 그 관계를 충돌 관련 안전장치와 스포츠에 적용할 수 있다.

## 과자를 보호하는 종이 구조물 만들기

과자를 바닥에 떨어뜨리면 과자가 바닥과 충돌하여 부서지는 경우가 종종 있다. 종이를 이용하여 과자가 부서지지 않게 보호하는 구조물을 만들어 보자.

1. 모둠별로 A4 용지를 다양한 방법으로 접어 충격을 줄일 수 있는 구조물을 만든다.
2. 종이로 만든 구조물을 바닥에 설치한 뒤 같은 종류의 과자를 같은 높이에서 떨어뜨려 어느 모둠의 구조물이 과자를 가장 안전하게 보호하는지 비교해 보자.

## 관성

자전거를 탈 때 페달을 어느 정도 밟다가 멈추면 자전거는 바로 멈추지 않고 얼마 동안 계속 달린다. 또한 달리던 자전거가 갑자기 멈추면 몸이 앞으로 쓸리기도 한다. 이러한 현상이 나타나는 까닭은 무엇일까? 다음 활동으로 물체의 운동 상태에 관해 알아보자.

### 물체의 운동 상태 예상해 보기

그림은 마찰이 없는 경사면의 P 지점에서 쇠구슬을 놓았을 때 쇠구슬이 반대편 경사면에서 P 지점과 같은 높이 까지 올라간 모습을 나타낸 것이다.

P

(가)

(나)

- 반대편 경사면이 (가)와 같다면, 쇠구슬은 어떻게 운동할까?
- 반대편 경사면이 (나)와 같이 수평이 된다면, 쇠구슬이 어떻게 운동할지 예상해 보자.

운동하는 물체에 외부 힘이 작용하지 않으면 물체는 속도를 유지하며 계속 운동한다. 이처럼 물체가 현재의 운동 상태를 유지하려는 성질을 **관성**이라고 하며, 관성은 물체의 질량이 클수록 크다. 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 정지해 있는 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 등속 직선 운동을 한다. 이를 **관성 법칙**이라고 한다.

관성은 일상생활에서 충돌과 관련된 안전사고를 예방하는 데 중요하다. 관성을 이용한 대표적인 안전장치로는 자동차의 안전띠가 있다. 빠르게 달리던 자동차의 속력이 갑자기 느려지면 탑승자는 관성 때문에 앞으로 튕어 나가 차량 내부 장치나 유리창에 부딪혀 다칠 수 있다. 이때 안전띠가 탑승자의 몸이 앞으로 쓸리는 것을 막아 주어 큰 피해를 입지 않게 한다.

안전띠 내부에 있는 장치도 관성의 원리를 이용한 것이다. 자동차의 속력이 갑자기 느려지면 |그림 III-20|과 같이 장치 안에 있는 흔들이가 관성 때문에 앞쪽으로 움직이게 된다. 이때 잠금쇠가 안전띠와 연결된 텁니바퀴의 움직임을 방해하여 안전띠가 쉽게 풀리지 않는다.

고정축 잠금식

#### ● 알짜힘

한 물체에 여러 힘이 동시에 작용할 때 모든 힘을 합성하여 하나로 나타낸 힘

물체가 현재의 운동 상태를 유지하려는 성질을 ( )  
(이)라고 한다.

|그림 III-20| 안전띠의 내부 구조

흔들이 텁니바퀴

감속 상태 정지 상태

## 운동량과 충격량

승용차와 트럭이 같은 속도로 운동할 때 질량이 큰 트럭은 승용차보다 바로 멈추기 어렵다. 또한 같은 승용차라도 속도가 빠를수록 멈추는 데 시간이 더 오래 걸린다. 이처럼 물체의 운동 상태를 변화시키기 위해서는 물체의 질량과 속도를 모두 고려해야 한다.

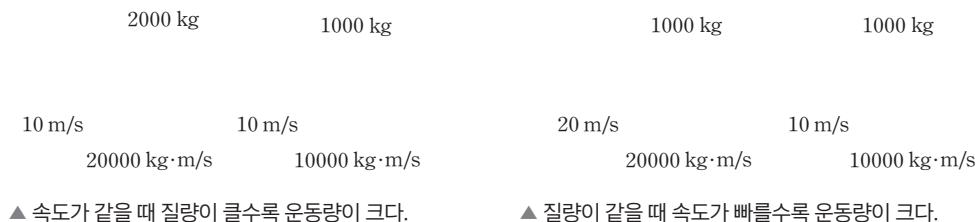
### 운동량

물체의 질량을  $m$ , 속도를  $v$ 라고 할 때 운동량  $p$ 는 다음과 같이 나타낸다.

$$p=mv$$

운동하는 물체의 질량과 속도를 곱한 물리량을 **운동량**이라고 한다. 운동량의 방향은 속도의 방향과 같으며, 단위는  $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$ 를 사용한다. 운동량의 크기는 |그림 III-21|과 같이 물체의 질량이 클수록, 속도가 빠를수록 크다.

$$\text{운동량} = \text{질량} \times \text{속도}$$



|그림 III-21| 운동량의 크기

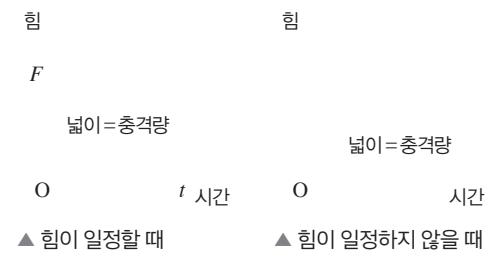
### 충격량

물체에 작용한 힘을  $F$ , 힘이 작용한 시간을  $\Delta t$ 라고 할 때 충격량  $I$ 는 다음과 같이 나타낸다.

$$I=F\Delta t$$

$$\text{충격량} = \text{힘} \times \text{시간}$$

물체에 힘이 작용할 때 힘과 시간의 관계를 그래프로 나타내면 그래프 아래부분의 넓이는 충격량을 나타낸다. 이는 |그림 III-22|와 같이 물체에 힘이 일정하게 작용할 때뿐만 아니라 시간에 따라 힘이 일정하게 작용하지 않을 때에도 적용된다.



|그림 III-22| 힘-시간 그래프와 충격량

그러면 물체가 충돌할 때 운동량이 변하는 까닭은 무엇일까? 물체가 일정한 시간 동안 힘을 받으면 힘을 받는 동안 물체의 속도가 변하여 운동량이 변한다. 따라서 물체가 받는 충격량 만큼 운동량이 변한다. 충격량과 운동량은 다음의 관계가 성립한다.

$$\text{충격량} = \text{운동량의 변화량} = \text{나중 운동량} - \text{처음 운동량}$$

물체가 받는 충격량이 같을 때 물체에 작용하는 힘의 크기는 힘이 작용하는 시간에 따라 어떻게 달라질까? 다음 활동에서 그 관계를 알아보자.

### 힘이 작용한 시간에 따른 충격의 차이 알아보기

그림은 같은 높이에서 단단한 바닥과 푹신한 방석 위로 동일한 달걀 A와 B를 각각 떨어뜨린 모습을 나타낸 것이다.

- 두 달걀 A와 B의 물리량의 크기를 비교해 보자.

- 바닥과 방석에 닿기 직전 달걀의 운동량: A (        ) B
- 바닥과 방석에 닿은 뒤 멈출 때까지 달걀이 받는 충격량: A (        ) B

- 달걀이 깨지거나 깨지지 않는 까닭을 달걀에 작용한 힘과 시간의 관계로 이야기해 보자.

같은 높이에서 단단한 바닥과 푹신한 방석 위로 달걀을 각각 떨어뜨리면 달걀이 바닥과 방석에 닿기 직전의 속도는 같으므로 두 달걀이 멈출 때까지 운동량의 변화량은 같다. 따라서 두 달걀이 받는 충격량은 같다. 이때 달걀이 단단한 바닥보다 푹신한 방석에 충돌할 때 힘이 작용하는 시간이 길어지므로 달걀이 받는 힘의 크기가 작아져 잘 깨지지 않는다.

이러한 원리는 |그림 III-23|과 같이 충격을 줄이는 안전장치에 많이 활용된다. 공기가 충전된 포장재, 자동차의 에어백, 높이뛰기 매트는 사람이나 물체가 충돌했을 때 힘이 작용하는 시간을 길게 하여 충돌로 받는 힘의 크기를 작게 한다.

▲ 공기가 충전된 포장재

▲ 자동차의 에어백

▲ 높이뛰기 매트

|그림 III-23| 충격을 줄이는 안전장치

물체가 받는 충격량은 물체에 작용한 힘과 힘이 작용한 (        )의 곱으로 나타내며, (        )의 변화량과 같다.

## 충돌과 안전장치

우리 주변에는 충돌과 관련된 안전사고가 자주 일어난다. 주로 교통수단과 스포츠 등에서 많이 일어나는데 이러한 안전사고는 예방이 가장 중요하다. 다음 탐구에서 충돌과 관련된 안전사고를 예방하고 피해를 줄이는 방법을 탐색해 보자.

### 교통수단과 스포츠에서 충격을 줄이는 방법 탐색

조사, 발표

#### 목표

교통수단과 스포츠에서 충격을 줄이는 방법을 탐색하고 충돌과 관련된 안전사고를 예방할 수 있는 장치를 고안할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

#### 활동 길잡이

- 조사한 안전장치를 바탕으로 기존의 안전장치를 개선할 수 있다.
- 안전장치를 고안할 때에는 관성 법칙, 운동량, 충격량 등 과학 법칙에 근거하여 충격을 줄이는 방법을 탐색한다.

**문제 인식** 교통수단과 스포츠에서 일어나는 충돌과 관련된 안전사고에서 충격을 줄이기 위한 방법은 무엇일까?

#### 과정

- 모둠별로 교통수단과 스포츠에서 충돌과 관련된 안전사고를 예방하기 위해 충격을 줄이는 장치와 그 방법을 조사해 보자.

- |  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| • 안전장치: 자전거 안전모  | • 안전장치:       | • 안전장치:       |
| • 충격을 줄이는 방법: 안전모<br>안의 다공성 흡수층이 충돌 시 힘을<br>작용하는 시간을 길게 하여 머리<br>가 받는 충격을 줄인다. | • 충격을 줄이는 방법: | • 충격을 줄이는 방법: |

- 조사한 안전장치 중 한 가지를 선택하여 보완이 필요한 부분을 토의하고 이를 개선하는 안전장치를 고안해 보자.

#### 안전장치

분야  교통수단  스포츠

보완이  
필요한  
부분

고안한  
안전장치의  
기능 및  
과학적 원리

3. 과정 2에서 고안한 내용을 바탕으로 안전장치의 설계도를 그려 보자.

4. 모둠별로 고안한 안전장치를 발표해 보자.

#### 결과 및 정리

충돌과 관련된 안전사고를 예방하기 위해 안전장치는 어떤 조건을 갖추어야 하는지 설명해 보자.

모둠별 안전장치 설계도를 전시한 뒤 다른 모둠에서 고안한 안전장치의 실용성을 평가해 보자.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 안전장치가 충격을 줄이는 방법을 이해하였는가?

**과정·기능** 안전장치를 고안할 때 과학 법칙을 활용하여 설계하였는가?

**기치·태도** 안전장치를 고안하면서 과학의 유용성을 인식하였는가?

스포츠 활동 중 큰 피해가 발생하지 않도록 운동선수는 충격을 줄이는 안전장치를 착용하고, 경기장에는 푹신한 재질의 안전장치를 설치하여 힘이 작용하는 시간을 길게 해야 한다. 한편 차량, 자전거 등 교통수단은 위험을 감지하더라도 관성 때문에 바로 멈추기 어렵기도 하다. 따라서 교통수단의 경우 안전장치를 착용하는 것뿐만 아니라 제한 속도를 준수하고 안전거리 를 충분히 확보하는 것도 중요하다.

충돌과 관련된 안전사고를 예방하기 위해 안전장치는 물체에 힘이 작용하는 시간을 (길게, 짧게) 하여 물체가 받는 힘의 크기가 (커지도록, 작아지도록) 설계되어 있다.

드론으로 물품을 배송할 때 물품의 파손 문제를 예방할 수 있는 안전장치  
를 생각해 보고 그림으로 그려 보자.

이 단원을 학습한 다음  
118 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

드래프트 | 응 활용한 안전장치

## 스마트 기기에 구성된 운동 측정 센서

스마트 기기로 사진이나 영상을 볼 때 스마트 기기를 회전하면 보고 있던 화면이 자동으로 회전한다. 또한 스마트 기기를 움직이는 방향에 따라 게임 속 물체를 자유롭게 조종할 수도 있다. 스마트 기기는 움직이는 방향을 어떻게 알아내는 것일까?

### 움직이는 방향을 감지하는 운동 측정 센서

스마트 기기에는 지문 인식 센서, 조도 센서, 운동 측정 센서 등 다양한 센서가 내장되어 있다. 그중 운동 측정 센서가 스마트 기기에 작용하는 중력, 가속도, 회전 방향을 감지한다. 스마트 기기를 회전하면 운동 측정 센서가 스마트 기기에 작용하는 중력의 방향을 감지하여 사용자가 편리하게 기기를 사용할 수 있도록 화면을 회전시킨다. 스마트 기기를 움직여 과녁을 맞히거나 자동차 게임을 즐길 수 있는 것도 운동 측정 센서가 움직이는 방향을 감지하기 때문이다.

### 운동 측정 센서의 또 다른 기능

운동 측정 센서는 삼차원 공간에서 이동 속도 변화를 측정한다. 이를 통해 스마트 기기로 사용자가 움직인 방향, 거리, 속력을 알아내어 움직인 경로와 걸 음 수를 분석할 수 있고, 위성으로부터 위치 정보를 받을 수 없는 실내에서 위치 정보를 정확하게 알 수 있다. 이 외에도 운동 측정 센서는 물체에 가해지는 힘을 감지하여 안전장치에 활용되기도 한다. 대표적인 예로 운동 측정 센서는 자동차의 에어백에 내장되어 충돌 시 가해지는 힘의 크기에 따라 에어백의 작동을 제어하는 데 활용된다.

토의  
하기

- 운동 측정 센서를 활용한 제품을 조사하고, 그 특징을 센서의 기능과 관련지어 정리해 보자.
- 일상생활에서 안전사고를 예방하기 위해 운동 측정 센서를 활용하는 방안을 토의해 보자.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 충돌과 관련된 안전사고를 예방할 수 있는 방법은 무엇일까?

중력과 여러 가지 힘이 작용하는 역학 시스템에서 충돌과 관련된 안전사고가 자주 일어난다. 이를 예방하기 위해서는 물체가 현재의 운동 상태를 유지하려는 성질인 ( ) 및 ( )과/와 운동량의 관계를 활용해야 한다. 예를 들어 물체가 받는 충격량이 같을 때 물체에 힘이 작용하는 시간을 ( ) 하면 힘의 크기가 작아져 충돌로 인한 피해를 줄일 수 있다.

### 1 중력을 받는 물체의 운동

112쪽~117쪽

#### (1) 중력

정의	질량이 있는 모든 물체가 당기는 힘	하여 서로 끌어
예	사과가 지면으로 떨어질 때 지구가 사과를 끌어당기는 힘만큼 동시에 사과도 지구를 크기가 같고 방향이 반대인 힘으로 끌어당긴다.	

#### (2) 중력에 의한 지구 표면에서의 운동

자유 낙하 운동	공기 저항을 무시할 때 지표면 근처에서 물체가 낙하하면 지구 중심 방향으로 1 초마다 속도가 약 $m/s^2$ 증가하는 운동을 한다.
수평 방향으로 던진 물체의 운동	공기 저항을 무시할 때 지표면 근처에서 물체를 수평 방향으로 던지면 수평 방향으로는 속도가 일정한 등속 운동을 하고 연직 아래 방향으로는 운동을 한다.
낙하 시간	낙하 속도
0초	0
1초	9.8 m/s
	운동 방향
2초	19.6 m/s
	중력 방향
3초	29.4 m/s
	수평 방향(등속 운동)

▲ 자유 낙하 운동

▲ 수평 방향으로 던진 물체의 운동

#### (3) 중력에 의한 지구 주위에서의 운동

- 달과 인공위성은 지구 중심 방향으로 끌어당기는 중력의 작용으로 지구 주위를 원운동한다.
- 지구 주위를 원운동하는 물체는 중력의 작용으로 운동 방향이 계속 바뀌어 운동을 한다.

### 2 운동과 충돌

118쪽~123쪽

#### (1) 물체가 현재의 운동 상태를 유지하려는 성질

크기	물체의 질량이 클수록 크다.
관성 법칙	물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 정지해 있는 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 운동을 한다.

#### (2) 운동량

정의	운동하는 물체의 질량과 속도의 곱
식	$\text{운동량} = \text{질량} \times \text{속도}$
단위	$\text{kg} \cdot \text{m/s}$
크기	물체의 질량이 클수록, 속도가 빠를수록 크다.

#### (3) 충격량

정의	물체가 받는 충격의 정도
식	$\text{충격량} = \text{힘} \times \text{시간}$
단위	$\text{N} \cdot \text{s}$
크기	물체에 작용한 힘의 크기가 클수록, 힘이 작용한 시간이 길수록 크다.
힘-시간	물체에 힘이 작용할 때 힘과 시간의 관계를 그래프로 나
그래프	그리면 그래프 아래부분의 넓이는 충격량을 나타낸다.

#### (4) 충격량과 운동량의 관계

- 물체가 받는 충격량은 운동량의 변화량과 같다.
- $\text{충격량} = \text{운동량의 변화량} = \text{나중 운동량} - \text{처음 운동량}$

- 물체가 받는 충격량이 같을 때 힘이 작용한 시간이 길수록 물체에 작용한 힘의 크기가 작아진다. 이러한 원리는 충돌과 관련된 안전장치에 활용된다.

## 01

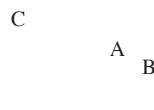
| 중력 |

그림은 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 공기 저항이 있을 때 중력은 작용하지 않는다.
- ㄴ. 질량이 있는 모든 물체가 상호작용 하는 힘이다.
- ㄷ. 중력은 지구 표면으로부터 떨어져 있는 물체에도 작용 한다.

| 중력에 의한 지구 주위에서의 운동 |

그림은 높은 산꼭대기에서 수평 방향으로 질량이 같은 대포알 A~C를 발사했을 때 세 대포알의 운동 경로를 나타낸 것이다. (단, 공기 저항은 무시한다.)



동해

## 02

| 자유 낙하 운동 |

그림은 지표면 근처에서 물체를 가만히 놓았을 때

1 초 간격으로 물체가 낙하하는 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오. (단, 공기 저항은 무시한다.)

운동  
방향

- ㄱ. 물체는 지표면에 닿을 때까지 가속도 운동을 한다.
- ㄴ. 물체의 질량이 클수록 단위 시간당 속도 변화량이 크다.
- ㄷ. 물체의 운동 방향은 물체에 작용하는 중력의 방향과 같다.

## 03

| 수평 방향으로 던진 물체의 운동 |

그림은 수평 방향으로 던진 공의 운동을 일정한 시간 간격으로 나타낸 것이다. 공이 포물선을 그리며 운동하는 까닭을 공에 작용하는 힘과 관련지어 설명하시오.

## 04

| 중력에 의한 지구 주위에서의 운동 |

그림은 높은 산꼭대기에서 수평 방향으로 질량이 같은 대포알 A~C를 발사했을 때 세 대포알의 운동 경로를 나타낸 것이다. (단, 공기 저항은 무시한다.)

- ㄱ. 대포알을 발사한 속력은 B가 A보다 크다.
- ㄴ. 운동하는 동안 A에 작용한 중력은 B보다 작다.
- ㄷ. 운동하는 동안 C는 운동 방향이 계속 변하여 가속도 운동을 한다.

## 05

| 관성 |

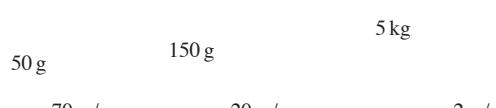
관성에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 관성은 물체의 질량이 클수록 크다.
- ㄴ. 정지한 물체에는 관성이 나타나지 않는다.
- ㄷ. 운동하는 물체에 외부 힘이 작용하지 않으면 물체는 계속 등속 직선 운동을 한다.

## 06

| 운동량 |

그림은 골프공, 야구공, 볼링공의 질량과 속도를 나타낸 것이다.

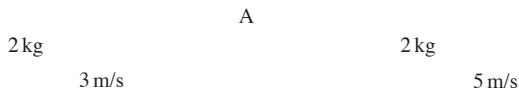


운동량이 큰 순서대로 나열하시오.

07

| 운동량과 충격량 |

그림은 질량 2 kg인 물체가 3 m/s의 속도로 등속 운동을 하다가 A 구간을 통과한 뒤 5 m/s의 속도로 등속 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. (단, 물체의 운동 방향은 일정하며 A 구간에서 0.1 초 동안 힘을 받았다.)



A 국가에서 물체에 작용한 힘의 크기는 몇 N인지를 구하시오.

08

그림은 같은 높이에서 단단한 바닥과 푹신한 방석 위로 동일한 달걀 A와 B를 각각 떨어뜨린 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오

- ㄱ. 달걀이 받는 충격량은 A가 B보다 크다.
  - ㄴ. 충돌할 때 달걀이 받는 힘의 크기는 A와 B가 같다.
  - ㄷ. 충돌할 때 달걀에 힘이 작용한 시간은 B가 A보다 길다.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.

2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

## 창의적 문제 해결력 기르기

09

| 자유 날하 운동 |

그림은 수십 개의 구멍에서 시간 차를 두고 낙하하는 물방울로 글자를 만든 모습을 나타낸 것이다. 시간이 지남에 따라 낙하하는 물방울로 만든 글자의 모양은 어떻게 변할지 설명하시오.

10

| 출돌과 안전 |

다음은 자동차에 구성된 안전장치에 대한 설명이다.

최근 자동차는 탑승자의 안전뿐만 아니라 보행자의 안전을 강화하는 방향으로도 연구되고 있다. 대표적인 예로 보행자와 자동차가 충돌할 때 자동차 앞부분의 덮개를 자동으로 올려 덮개와 아래 부품 사이의 공간을 확보해 주는 안전장치가 있다.

덮개와 부품  
사이의 공간

이 안전장치로 충돌 시 보행자가 받는 충격을 어떻게 줄일 수 있는지 그 원리를 설명하시오

# 생명 시스템과 화학 반응

## 생명 시스템

생명 시스템을 유지하기 위해서 다양한 화학 반응과 물질 출입이 필요하다는 것을 설명할 수 있다.

일상생활에서 활용되는 화학 반응 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

### 이전 학습 내용

- 세포의 구조
- 세포와 생물 구성 단계
- 유전형질과 유전 원리

### 세포를 도시에 비유하기

세포를 구성하는 세포소기관 각각의 기능을 도시를 구성하는 요소의 기능에 비유해 보자.

1. 4 명이 모둠을 구성하고, 사다리의 위쪽 빙칸에 모둠원의 이름을 순서 없이 쓴다.
2. 사다리가 되도록 가로로 선을 자유롭게 긋는다.  
선을 그을 때에는 선이 겹치거나 선끼리 가로로 같은 높이가 되지 않도록 한다.
3. 차례대로 사다리를 타서 자신의 이름과 연결되는 세포소기관의 기능을 도시 구성 요소의 기능에 비유하여 설명해 보자.

3

학습하면서  
답을 찾아보아요.

생명 시스템에서  
생명활동을 유지하는  
방법은 무엇일까?

핵

세포막

영록체

마이도코드리아

4. 모둠별로 세포소기관을 도시 구성 요소에 창의적으로 비유하고 설명했는지 평가해 보자.

## 생명 시스템의 기본 단위

지구시스템에는 사람을 비롯하여 개, 거미, 소나무, 민들레 등 수많은 생명체가 함께 살아가고 있다. 각각의 생명체는 빛, 공기, 물 등의 주변 환경요인 및 다른 생명체와 상호작용 하며 다양한 생명활동을 수행하는 하나의 생명 시스템이다. 이러한 생명체는 모두 세포로 이루어져 있다. 동물이나 식물과 같은 다세포생물은 모양과 기능이 비슷한 세포가 모여 조직을 이루고, 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 기관을 이룬다. 그리고 여러 기관이 모여 정교한 체제를 갖추고 독립적인 생활을 하는 개체를 구성한다.

동물 세포와 식물 세포는 |그림 III-24|와 같이 세포막으로 둘러싸여 있으며 핵, 라이보솜, 소포체, 골지체, 마이토콘드리아, 엽록체 등 여러 세포소기관으로 이루어져 있다. 이를 세포소기관은 유기적으로 상호작용 하여 생명체가 생존하는 데 필요한 생명활동을 수행한다. 예를 들어 핵 속에 있는 DNA의 유전정보에 따라 라이보솜에서는 단백질을 합성하고, 합성된 단백질은 소포체와 골지체를 거쳐 세포 밖으로 분비된다. 이와 같이 생명 시스템의 기본 단위인 세포도 여러 세포소기관이 상호작용 하여 생명활동이 일어나는 하나의 시스템이다.

### 세포막

세포 안팎으로의 물질  
출입 조절

### 핵

세포의 생명활동 조절

### 라이보솜

단백질 합성 장소

### 소포체

물질 이동 통로

### 골지체

물질 분비

### 마이토콘드리아

세포의 생명활동에 필  
요한 에너지 생산

### 액포

물, 노폐물  
등을 저장

### 엽록체

광합성 장소

### 세포벽

세포의 형태 유지

|그림 III-24| 동물 세포와 식물 세포의 구조와 기능

생명 시스템의 기본 단위는 ( )이다.

## 세포막을 통한 물질 출입

세포가 하나의 시스템으로 다양한 생명활동을 할 수 있는 것은 세포막을 통해 물질이 출입하며 외부와 끊임없이 상호작용 하기 때문이다. 다음 탐구에서 세포막의 역할을 알아보자.

### 막을 통한 물질의 이동과 세포막의 역할 탐구

관찰, 의사소통

#### 목표

세포막을 통한 물질의 이동을 실험하고, 세포의 생명활동을 유지하기 위한 세포막의 역할을 설명할 수 있다.

#### 준비물

적양파, 0.9 % 소금물, 10 % 소금물, 증류수, 받침 유리, 덮개 유리, 스포이트, 핀셋, 칼, 거름종이, 현미경, 스마트폰, 현미경 스마트폰 캠, 거치대, 실험용 장갑, 실험복

#### 안전 길잡이

- 칼이나 덮개 유리에 손을 다치지 않도록 주의한다.
- 실험이 끝난 뒤 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

#### 활동 길잡이

양파 표피 조각은 가능한 얇게 벗겨 관찰한다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 세포막을 통한 물질의 이동을 설명하였는가?

거름종이

**과정·기능** 실험 결과를 근거로 세포의 생명활동을 유지하기 위한 세포막의 역할을 추론하였는가?

**기자·태도** 실험 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

**문제 인식** 세포막은 세포의 생명활동을 유지하는 데 어떤 역할을 할까?

#### 과정

- 적양파의 표피에 가로, 세로 5 mm 크기의 칼집을 내고, 핀셋으로 양파 표피 조각을 벗겨 낸다.
- 받침 유리에 0.9 % 소금물을 한 방울 떨어뜨리고 양파 표피 조각을 놓은 다음, 덮개 유리를 덮어 현미경표본을 만든다. 이 현미경표본을 재물대에 올려놓고 100 배 확대하여 관찰한다.

핀셋

덮개 유리

받침 유리

- 현미경 접안렌즈에 현미경 스마트폰 캠을 거치대를 설치한 다음 스마트폰 렌즈를 대고 고정한다.
- 덮개 유리 한쪽에 10 % 소금물을 한두 방울 떨어뜨리고 반대쪽에서 거름종이로 흡수하여 안쪽으로 스며들게 한다.
- 세포가 변화하는 과정을 촬영하고 세포의 변화를 확인한다.
- 과정 1~과정 2와 같이 현미경표본을 만든 다음 10 % 소금물 대신 증류수로 과정 4~과정 5를 반복한다.

스포이트

#### 결과 및 정리

- 세포의 모양이 변한 까닭을 세포막을 통한 물질 이동과 관련지어 설명해 보자.
- 세포막이 세포의 생명활동을 유지하는 데 어떤 역할을 하는지 토의해 보자.

세포막은 세포를 둘러싸고 있는 얇은 막으로, 세포막을 통해 물질이 세포 안팎으로 이동한다. 세포막은 물질의 종류에 따라 어떤 물질은 잘 투과시키고 어떤 물질은 잘 투과시키지 않는 데, 이러한 세포막의 특성을 **선택적 투과성**이라고 한다. 세포막이 선택적 투과성을 나타내는 것은 세포막의 구성 성분 및 구조와 관련이 있다.

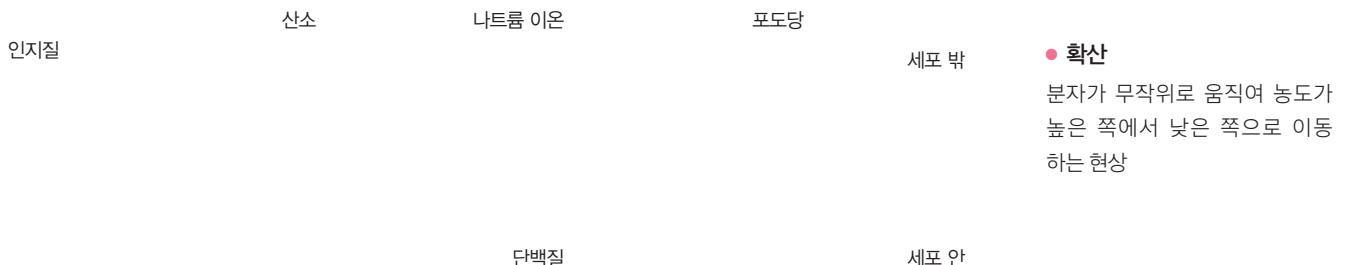
세포막의 주성분은 인지질과 단백질이다. 인지질은 친수성 부분과 소수성 부분으로 되어 있으며, 소수성 부분이 마주 보며 배열되어 인지질 2중층을 이룬다. 단백질은 인지질 2중층에 파묻혀 있거나 관통하고 있다. 이때 산소나 이산화 탄소와 같은 기체 분자는 인지질 2중층을 통해 **확산**하고, 나트륨 이온이나 포도당과 같은 물질은 세포막을 관통하고 있는 단백질을 통해 이동한다. |그림 III-25|는 세포막을 통한 물질의 이동을 나타낸 것이다.

#### 인지질의 구조

친수성 부분

소수성 부분

친수성은 물과 잘 섞이는 성질이고, 소수성은 물과 잘 섞이지 않는 성질이다.



|그림 III-25| 세포막을 통한 물질의 이동

물은 세포막을 경계로 용액의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동하는데, 이와 같은 현상을 **삼투**라고 한다. 예를 들어 |그림 III-26|과 같이 적혈구를 증류수에 넣으면 적혈구 안으로 물이 많이 들어와 적혈구의 부피가 증가한다. 반면에 적혈구를 진한 소금물에 넣으면 적혈구 밖으로 물이 많이 빠져나가 적혈구의 부피가 감소한다.

#### 삼투에 의한 식물 세포의 모양 변화

##### ▲ 정상 적혈구

##### ▲ 적혈구를 증류수에 넣었을 때

##### ▲ 적혈구를 진한 소금물에 넣었을 때

|그림 III-26| 삼투에 의한 적혈구의 모양 변화

이와 같이 세포막이 선택적 투과를 통해 세포 안팎으로 물질이 출입하는 것을 조절하여 세포는 생명활동을 원활하게 수행할 수 있다.

양파세포를 진한 소금물에 넣으면 세포 밖으로 물이 많이 빠져나가면서 세포질의 부피가 작아지다가 세포막과 세포벽이 분리된다.

세포막의 주성분은 ( )과/와 단백질이며, 세포막은 물질의 종류에 따라 투과시키는 정도가 다른 특성인 ( )을/를 나타낸다.

## 생명 시스템에서 일어나는 화학 반응

생명체에서는 물질을 합성하고 분해하는 화학 반응이 끊임없이 일어나 생명 시스템이 유지된다. 생명체에서 일어나는 이러한 화학 반응을 통틀어 **물질대사**라고 하며, 물질대사에는 효소가 관여한다. 다음 텁구에서 효소가 작용하는 원리를 알아보자.

## 효소의 작용 원리에 관한 실험

관찰, 추론

四

카탈레이스가 과산화 수소를 분해하는 실험을 하고, 이를 바탕으로 효소가 작용하는 원리를 설명할 수 있다.

주비목

생간 조각, 갑자 조각, 3% 과산화수소수, 시험관, 시험관대, 페트리접시, 스포이트, 향, 핀셋, 점화기, 보안경, 실험용작간, 실험복

## 카탈레이스

과산화 수소가 물과 산소로 분해되는 데 관여하는 효소로, 간세포와 감자세포를 포함하여 대부분의 세포에 들어 있다.

**문제 인식** 카탈레이스와 같은 효소는 어떤 원리로 작용하는 것일까?

과정

1. 시험관 A~C에 과산화 수소수를 3 mL씩 넣는다.
  2. 시험관 A는 그대로 두고, 시험관 B에는 생간 조각을 넣고, 시험관 C에는 감자 조각을 넣은 다음, 시험관에서 기포가 발생하는지 관찰한다.
  3. 향에 불을 붙였다 끈 뒤 남은 불씨를 시험관 A~C에 각각 넣고 불씨의 변화를 관찰한다.  
불씨를 액체 속에 넣으면 꺼지므로 기포 속에 천천히 넣는다.
  4. 기포 발생이 끝난 뒤, 시험관 A~C에 과산화 수소수를 2 mL씩 더 넣고 기포가 발생하는지 관찰하다

아저 길잡이

- 과산화 수소수가 피부나 옷에 묻지 않게 주의하고, 피부에 닿았을 때에는 즉시 흐르는 물로 씻어 낸다.
  - 향에 불을 불일 때에는 화상을 입지 않도록 주의한다.
  - 불씨에 변화가 나타날 때 놀라지 않도록 주의한다.
  - 유리로 된 실험 기구가 깨지면 만지지 않고 선생님께 알린 뒤 지시에 따라 처리한다.
  - 실험이 끝난 뒤 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

경기 미적기

- ## 1 실험 결과를 표예 정리해 보자



과정 2의 결과

과정 3의 결과

과정 / 이 결과

2. 과정 2와 과정 3의 결과가 위와 같이 나타난 까닭을 카탈레이스의 작용과 관련지어 설명해 보자.

3. 과정 4의 결과에서 알 수 있는 효소의 특성을 설명해 보자.

4. 과산화 수소는 생명체에서 세포막과 유전물질을 손상할 수 있다. 만약 생명체에 카탈레이스가 없다면 생명 시스템이 어떤 영향을 받을지 추론해 보자.

### 스스로 평가

**지식·이해** 효소가 작용하는 원리를 설명하였는가?

**과정·기능** 카탈레이스가 작용하는 실험의 결과를 주의 깊게 관찰하였는가?

**기초·태도** 자신이 맡은 역할을 책임지고, 실험 결과를 정직하게 기록하였는가?

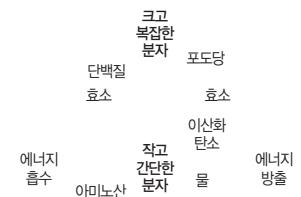
과산화 수소는 실온에서 물과 산소로 느리게 분해되지만, 과산화 수소수에 생간 조각이나 감자 조각을 넣으면 과산화 수소가 빠르게 분해되어 산소가 발생하는 것을 관찰할 수 있다. 이는 세포에 들어 있는 카탈레이스가 과산화 수소의 분해 반응을 촉진하기 때문이다.

일반적으로 화학 반응이 일어나려면 에너지가 충분히 있어야 하는데, 반응을 일으키는 데 필요한 최소한의 에너지를 활성화에너지라고 한다. **효소는** |그림 III-27|과 같이 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나게 한다.

효소의 주성분은 단백질이며, 효소마다 고유의 입체 구조를 갖는다. |그림 III-28|과 같이 효소는 그 구조에 맞는 특정 반응물과 일시적으로 결합하여 반응의 활성화에너지를 낮춘다. 화학 반응이 끝나면 효소는 생성물과 분리되어 반응 전과 동일한 상태가 되므로 다시 새로운 반응물과 결합 할 수 있다. 이와 같이 효소는 반복적으로 적은 양으로도 효율적으로 작용한다.

### 생명과학과 연계

물질대사는 동화작용과 이화작용으로 구분한다. 동화작용은 작은 분자를 결합하여 큰 분자로 합성하는 반응이며, 이화작용은 큰 분자를 작은 분자로 분해하는 반응이다. 생명체에서 과산화 수소가 분해되는 반응은 이화작용에 속한다. 이와 관련하여 『생명과학』의 「I. 생명 시스템의 구성」에서 자세히 학습할 수 있다.



효소는 구조가 맞는 특정 반응물과 결합한다.

반응물과 결합한 효소는 활성화에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나게 한다.

반응이 끝나면 효소는 생성물과 분리된다.

반응물

반응물

생성물

효소

효소

효소

생성물과 분리된 효소는 다시 사용된다.

|그림 III-28| 효소의 작용

효소는 생명체에서 일어나는 다양한 화학 반응에 관여한다. |그림Ⅲ-29|와 같이 동물이 섭취한 먹이를 소화기관에서 소화할 때, 식물잎에서 빛에너지를 이용하여 광합성을 할 때, 단백질을 합성하여 성장할 때 등 생명활동에 필요한 모든 화학 반응에 효소가 관여한다. 이와 같이 생명체는 효소에 의한 물질대사가 원활하게 일어나 생명 시스템을 유지한다.

### ▲ 영양소의 소화

### ▲ 광합성으로 포도당 합성

#### ▲ 성장에 필요한 단백질 합성

|그림 III-29| 효소가 관여하는 다양한 생명 현상

효소는 생명체 밖에서도 작용할 수 있어 일상생활에서 다양하게 활용되고 있다. 다음 템구에서 효소가 활용되는 사례를 탐색해 보자.

#### 일상생활에서 효소가 활용되는 사례 탐색

## 조사, 발표

四开

일상생활의 화학 반응에서 효소가 활용되는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

주제문

스마트 기기

## 스스로 평가

**지식·이해** 일상생활에서 효소가  
활용되는 사례를 파악하였는가?

**과정·기능** 일상생활에서 효소의 활용 사례를 충실히 조사하였는가?

**가치·태도** 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

**문제 이식** 익사생화의 한 학습 내용에서 헝겊이 활용되는 사례에는 어떤 것이 있을까?

20

1. 모둠별로 다음에 제시된 분야 중 하나를 선택하여 해당 분야에서 효소가 활용되는 사례를 조사해 보자

생활용품      의약품      식품      화장품      의류

2. 조사한 내용을 바탕으로 효소의 활용을 효과적으로 알릴 수 있는 카드 뉴스를 만들어 발표해 보자.

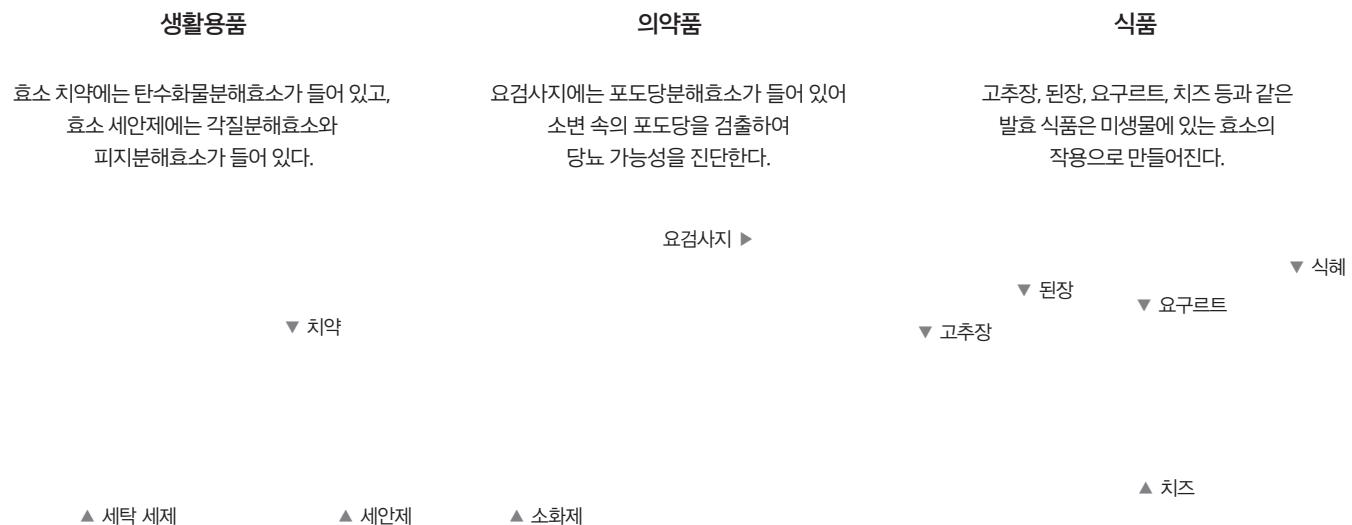
결과 및 전망

1. 다른 모둠이 발표한 카드 뉴스를 평가해 보자.
  2. 다른 모둠에서 발표한 내용을 종합하여 효소의 활용 사례를 정리해 보자.

과수 음료

펙틴분해효소를 과즙 음료에 첨가하여 과즙을  
불투명하고 흐탕하게 만드는 펙티드 분해해요

사람들은 효소의 기능을 알기 전부터 빵, 치즈, 요구르트 등의 발효 식품을 만드는 데 효소를 이용하였다. 이후 효소의 기능을 이해하고 효소를 대량으로 생산할 수 있게 되면서 |그림 III-30|과 같이 생활용품, 의약품, 식품 등 다양한 분야에서 효소를 활용하고 있다. 예를 들어 때의 주성분인 단백질과 지방을 분해하는 효소를 세탁 세제에 첨가하여 빨래의 찌든 때를 효과적으로 제거할 수 있다. 또한 단백질, 지방, 녹말의 분해를 촉진하는 효소를 소화제에 첨가하여 영양소의 소화를 돋고, 청바지를 가공할 때 섬유소분해효소를 첨가하여 청바지의 질감을 부드럽게 하고 부분적으로 물이 빠진 느낌을 내기도 한다. 이 외에도 생활 하수나 공장 폐수에 있는 환경 오염 물질을 제거하는 데 미생물의 효소를 이용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 효소는 생명공학, 의학, 화학 공업, 환경 산업 분야에 널리 이용되고 있으며, 앞으로 다양한 분야에서 더욱 유용하게 이용될 것으로 기대되고 있다.



|그림 III-30| 효소의 다양한 활용

1. 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응을 ( ) (이)라고 한다.
2. 효소는 ( ) 을 / 를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나게 한다.

다음 단어를 모두 사용하여 생명 시스템을 유지하기 위해 일어나는 다양한 화학 반응과 물질 출입에 대한 랩 가사를 만들고, 친구들과 공유해 보자.

세포      효소      세포막      물질대사      생명 시스템

이봐 친구들!  
내가 생명 시스템에 대해 설명해 주지.  
생명체는 생명 시스템,  
세포도 생명 시스템.  
생명 시스템을 유지하기  
위해 필요한 것,  
좋! 좋! 대! 사!

이 단원을 학습한 다음  
128쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 생명 시스템에서 정보의 흐름

유전자와 단백질의 관계를 설명할 수 있다.

생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름을 유전자로부터 단백질이 만들어지는 과정을 중심으로 설명할 수 있다.

## 암호로 메시지 전달하기

어떤 방에 들어갔더니 벽에는 숫자로 된 암호가 쓰여 있고, 책상에는 숫자와 한글로 이루어진 암호표가 놓여 있었다.

111	112	113	114	121	122	123
ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ
124	131	132	133	134	141	142
ㅇ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㅌ	ㅍ	ㅎ
211	212	213	214	311	312	313
ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ
214	311	312	313	314	411	412
ㅡ	ㅡ	ㅡ	ㅡ	ㅡ	ㅡ	ㅡ

### 암호 해독 규칙

- 첫 번째 숫자부터 순서대로 읽는다.
- 중복하여 읽지 않는다.

- 암호표를 사용하여 벽에 쓰인 암호를 해독해 보자.
- 암호표를 사용하여 방에 들어오는 다음 사람에게 남길 메시지를 써 보자.

## 유전자와 단백질

사람의 키, 귀불 모양, 머리카락 색과 같이 생물이 나타내는 특성을 **형질**이라고 한다. 형질을 결정하는 유전정보는 부모로부터 물려받은 염색체의 DNA에 저장되어 있으며, 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부분을 **유전자**라고 한다. 다음 활동에서 유전자에 저장된 정보에 대해 알아보자.

### 유전자에 저장된 정보 추론하기

다음은 유전자에 이상이 생겨 증상이 나타난 두 가지 사례이다.

(가) 백색증 토끼는 멜라닌합성 효소를 만들지 못해 털색이 회색으로 눈색이 빨갛다.

(나) 낫모양적혈구빈혈증 환자는 적혈구에 있는 헤모글로빈 단백질에 이상이 생겨 적혈구가 낫 모양으로 변형되어 있다.

- (가)와 (나)에서 공통적으로 이상이 생긴 물질은 무엇인가?
- 유전자에는 무엇에 대한 정보가 저장되어 있는지 설명해 보자.

유전자에 이상이 생기면 단백질에 이상이 생긴다. 이를 통해 유전자는 단백질에 관한 정보를 저장한다는 것을 알 수 있다. |그림 III-31|과 같이 유전자에 저장된 유전정보에 따라 단백질이 합성되며, 이러한 단백질의 작용으로 생물의 형질이 나타나는 것이다.



DNA

유전자 A

유전자 B

염색체

단백질 A

단백질 B

|그림 III-31| 유전자와 단백질 염색체를 구성하는 DNA에는 수많은 유전자가 있다.

유전정보가 저장된 DNA의 특정 부분을 ( )라고 한다.

## 세포에서 유전정보의 흐름

생명체는 적절한 시기에 세포에서 유전자의 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 것을 조절하여 생명 시스템을 유지한다. 세포에서 유전자는 핵 속의 DNA에 있지만, 단백질은 세포질의 라이보솜에서 합성된다. 그런데 DNA는 분자가 커서 핵막을 통과할 수 없으므로 단백질 합성에 직접 관여할 수 없다.

### 전사와 번역

DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 것은 DNA의 염기가 배열된 순서에 따라 짹이 되는 염기를 갖는 RNA가 합성되는 것이므로 전사라고 한다. 반면에 RNA의 유전정보로부터 단백질이 합성되는 것은 염기서열이 아미노산서열이라는 다른 언어로 바뀌는 것이므로 번역이라고 한다.

크릭은 DNA의 유전정보가 RNA를 거쳐 단백질로 전달된다고 주장하였다. 이러한 유전정보의 흐름을 설명하는 원리를 **생명중심원리**라고 한다. 이때 DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 과정을 **전사**라 하고, RNA의 유전정보로부터 단백질이 합성되는 과정을 **번역**이라고 한다. 생명중심원리에 따르면 DNA에 저장된 유전정보는 RNA를 통해 핵 밖으로 전달되므로 DNA는 핵 속에 안전하게 보존될 수 있다.

세포질

핵

아미노산

### 인터넷 활용 멀티미디어

'생명중심원리(Central Dogma)'를 검색하면 DNA의 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 과정에 대한 멀티미디어 자료를 찾을 수 있다.



|그림 III-32| 생명중심원리

### 크릭과 생명중심원리

크릭(Crick, F. H. C., 1916~2004)은 영국의 과학자로, 1953년에 왓슨(Watson, J. D., 1928~)과 함께 DNA 이중나선구조를 발견하였다. DNA의 분자 구조가 밝혀진 이후 세포에서 DNA의 유전정보가 어떻게 전달되는지를 분자 수준에서 밝히는 것이 과제였다. 1958년에 크릭은 생명중심원리를 처음으로 제안하였다. 세포 내 유전정보의 흐름에 대한 내용이 알려지며, 이후 DNA의 유전정보가 아미노산을 암호화하는 방식 및 단백질이 합성되는 과정 등 여러 과학자들의 연구 결과가 도출될 수 있었다. 크릭은 DNA 이중나선 구조를 밝힌 공로로 1962년에 왓슨과 함께 노벨상을 수상하였다.

크릭 ►

DNA의 유전정보로부터 단백질이 어떻게 합성되는 것일까? DNA는 염기인 아데닌(A), 사이토신(C), 구아닌(G), 타이민(T)을 각각 갖는 4 종류의 뉴클레오타이드가 다양한 순서로 배열되어 유전정보를 저장한다. 그리고 단백질은 20여 종류의 아미노산이 다양하게 배열되어 만들어진다. 따라서 DNA의 염기서열과 단백질의 아미노산서열을 연결하는 유전부호가 필요하다. 이때 단백질을 구성하는 아미노산을 모두 지정하기 위해서는 각각의 아미노산에 대응하는 20 종류 이상의 유전부호가 필요하다. 다음 활동에서 몇 개의 염기가 아미노산 하나를 지정하는 유전부호가 되는지 알아보자.

### 유전부호를 이루는 염기의 수 추론하기

그림 (가)~(다)는 DNA의 염기 1 개와 2 개씩 또는 3 개씩 조합하여 유전부호가 구성되는 경우를 나타낸 것이다.

A	A A	A A A
C	A C      T A	A A C      T T A
G	A G      T C	A A G      T T C
T	A T      T G	A A T      T T G
	T T	T T T

(가) 염기 1 개      (나) 염기 2 개씩 조합

(다) 염기 3 개씩 조합

- (가)~(다)에서 만들 수 있는 유전부호는 각각 몇 개인가?
- 아미노산 하나를 지정하는 유전부호는 몇 개의 염기로 이루어진다고 생각하는지 근거와 함께 설명해 보자.

만일 유전부호가 DNA의 염기 1 개로 구성된다면 A, C, G, T으로 4 종류의 부호가 만들어 진다. 또한 염기를 2 개씩 조합하여 AA, AC, AG, AT……과 같은 유전부호를 만들면  $16 (=4 \times 4)$  종류의 부호가 만들어진다. 두 경우 모두 유전부호의 수가 아미노산 종류보다 적어 모든 종류의 아미노산을 지정할 수 없다.

하지만 DNA의 염기를 3 개씩 조합하여 AAA, AAC, AAG, AAT……과 같은 유전부호를 만들면  $64 (=4 \times 4 \times 4)$  종류의 부호가 만들어지므로 20 종류의 아미노산을 모두 지정할 수 있다. 실제로 DNA에서는 연속된 3 개의 염기가 아미노산 하나를 지정하는 부호가 되는데, 이를 3염기조합이라고 한다.

## 전사와 RNA 염기

전사가 일어날 때 DNA의 염기서열과 RNA의 염기서열은 상보적이다. 이때 RNA에는 T 대신 U이 있으므로 DNA의 염기 A는 RNA의 염기 U로 전사된다.

DNA 염기    A    C    G    T  
전사  
RNA 염기    U    G    C    A

DNA의 유전자에 저장된 유전정보에 따라 단백질이 합성되려면 먼저 DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 전사가 일어나야 한다. 전사가 일어날 때에는 이중나선을 이루던 DNA가 두 개의 단일 가닥으로 풀어지고, 분리된 두 가닥 중 한쪽 가닥을 틀로 하여 DNA와 상보적인 염기서열을 갖는 RNA가 합성된다. 즉 DNA의 염기 A, C, G, T은 각각 RNA의 염기 U, G, C, A으로 전사된다. 이를 통해 DNA의 유전정보가 RNA로 전달된다.

DNA로부터 전사되어 만들어진 RNA에서도 연속된 3 개의 염기가 아미노산 하나를 지정하는 유전부호가 되는데, 이를 **코돈**이라고 한다. 코돈은 A, C, G, U의 염기 4 종류가 3 개씩 조합하여 이루어지며, 총 64 종류가 있다. 전사된 RNA는 핵에서 나와 세포질에 있는 라이보솜과 결합한다. 라이보솜에서는 RNA의 코돈에 따라 아미노산이 순서대로 결합하여 단백질이 합성된다.

|그림 III-33|은 DNA의 유전정보로부터 단백질이 합성되기까지의 과정을 나타낸 것이다. 유전자마다 염기서열이 다르므로 서로 다른 유전자로부터 각기 다른 종류의 단백질이 합성된다. 이렇게 합성된 단백질은 머리카락이나 근육을 구성하거나 효소의 주성분으로 생명체에서 일어나는 물질대사를 촉진하는 등 특정한 기능을 수행한다.

|그림 III-33| 유전정보의 전달과 단백질 합성



세포에서 DNA의 유전정보가 전달되고, 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 과정을 다음 활동에서 알아보자.

### 유전정보가 전달되어 단백질이 합성되는 과정 알아보기

다음은 DNA 이중나선 중 한 가닥의 염기서열과 일부 RNA 코돈이 지정하는 아미노산을 모형으로 나타낸 것이다.

DNA 가닥      A A A T T A G C C C C A A C A

UUU	CGG	AAA
UGU	GGU	AAU

- 제시된 DNA 가닥으로부터 전사된 RNA의 염기서열을 왼쪽부터 차례대로 써 보자.
- 위 전사된 RNA 가닥으로부터 합성된 단백질의 아미노산서열을 그려 보자.  
RNA의 왼쪽 첫 번째 염기부터 이용하며, 아미노산 사이는 선으로 연결한다.

생명체는 DNA를 다음 세대로 전달하여 생명의 연속성을 유지한다. 그런데 세균에서 사람에 이르기까지 지구상의 모든 생명체는 같은 유전부호 체계를 사용한다. 즉 생물의 종류에 관계없이 같은 코돈은 같은 아미노산을 지정한다. 예를 들어 코돈 UUU는 사람이나 대장균에서 모두 페닐알라닌이라는 아미노산을 지정한다. 이와 같이 생명체가 같은 유전부호 체계를 사용하는 것은 모든 생명체가 공통 조상으로부터 진화하였으며, 세대를 거듭하는 동안에도 이러한 체계가 보존되었기 때문이라고 추측된다.

1. DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 과정을 ( )라고 한다.
2. RNA에서 연속된 3 개의 염기로 이루어진 유전부호를 ( )라고 한다.

영어 | 개가 바뀌었어요.

낫모양적혈구빈혈증

낫모양적혈구빈혈증은 유전자 이상으로 나타나는 질병이다. 낫모양적혈구가 만들어지는 과정을 조사하고, 이를 설명하는 카드 뉴스를 만들어 보자.

이 단원을 학습한 다음  
136 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

# 진로와 직업

## 헬스케어 컨설턴트

인간의 수명이 늘어나고 의료 기술이 발달하면서 건강 및 의료에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 헬스케어 컨설턴트가 미래 유망 직업으로 예측되고 있다.

### 어떤 일을 할까요?

질병을 예방하거나 치료를 위한 상담을 진행하고, 개인의 체계적인 건강 관리를 도와주는 역할을 한다. 즉 치료 방법 및 시기, 식단, 운동 방법, 스트레스 관리 등 효과적인 신체적·정신적 건강 관리에 대한 전문적인 조언을 한다. 또한 개인의 건강을 위해 필요한 최신 의료 정보를 수집하여 제공하고, 의학적 지식을 바탕으로 운동 프로그램을 개발하고 지도한다.

### 어떻게 준비할까요?

생리학적 지식과 영양학적 지식뿐만 아니라 사람의 심리에 대한 지식을 갖고 있으면 좋다. 덧붙여 운동 의학과 관련된 지식을 가지고 있다면 관련 분야로 진출하는 데 유리할 수 있다. 현재 여러 기관에서 헬스케어 컨설턴트와 관련한 다양한 교육 프로그램을 운영하고 있다.

### 어떤 능력이 필요할까요?

개인의 건강 상태를 파악하여 관리하는 방법을 알려 주고 지도하기 때문에 리더십과 책임감이 있어야 한다. 더불어 다양한 유형의 사람을 만나야 하므로 원만한 대인 관계를 유지하는 능력과 원활한 의사소통 능력이 필요하다.

#### 보건의료 정보 관리사

질병 예방을 위해 환자의 질병과 관련된 모든 기록과 의료 정보 등 보건 의료 데이터를 수집하고 관리한다. 의료 정보 관리 및 분류 체계에 대한 지식과 기술이 있어야 하며, 개인 건강 정보와 의무 기록을 관리하여야 하므로 고도의 윤리의식이 필요하다.

#### 의료 기기 개발 전문가

최신 과학 기술을 활용하여 의료 기기 개발 계획을 수립하고, 의료 기기 개발 방법에 대한 전략 수립 및 진행 방법을 기획한다. 그리고 개발한 의료 기기를 검사하고 점검한다. 전자기기의 논리적 구조를 이해할 수 있어야 하며, 수식을 계산하고 기기를 설계하는 데 적용할 수 있는 능력이 필요하다.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 생명 시스템에서 생명활동을 유지하는 방법은 무엇일까?

생명체는 기본 단위인 ( )이/가 모여 정교한 체계를 갖추고 다양한 생명활동을 수행하는 하  
나의 시스템이다. 생명 시스템을 유지하기 위해서는 세포막을 통한 물질 출입 및 광합성, 영양소의 소화  
와 같은 ( )이/가 일어나야 한다. 생명체에서 이러한 화학 반응이 원활하게 일어날 수 있는  
것은 ( )이/가 활성화에너지를 낮추어 반응을 촉진하기 때문이다.

### 1 생명 시스템과 화학 반응

128쪽~135쪽

(1) 세포: 생명 시스템의 기본 단위

(2) 세포막을 통한 물질 출입

- 세포막의 구조: 2중층에 단백질이 파묻혀 있거나 관통하고 있다.
- 세포막의 특성: 물질의 종류에 따라 세포막을 통한 물질의 이동이 달라지는 특성
- 세포막을 통한 물질의 이동: 산소와 같은 기체 분자는 인지 2중층을 통해 확산하고, 나트륨 이온이나 포도당과 같은 물질은 을/를 통해 이동한다.

산소	나트륨 이온
----	-----------

#### ▲ 세포막을 통한 물질의 이동

(3) 생명 시스템에서 일어나는 화학 반응

• 물질대사: 생명활동을 유지하기 위해서 생명체에서 일어

나는 모든 화학 반응

- 효소: 을/를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어나게 한다.  
→ 효소의 작용으로 물질대사가 원활하게 일어난다.
- 에너지: 에너지 반응물
- 효소가 없을 때의 활성화에너지
- 효소가 있을 때의 활성화에너지
- 생성물

O 반응의 진행

(4) 효소의 특성과 활용

• 주성분은 이다. 구조에 맞는 특정 반응물과 결합하여 반응을 촉진하며, 반복적으로 사용된다.

• 생활용품 생산, 의약품 및 식품 제조 등 다양한 분야에서 활용된다.

#### ▲ 효소와 활성화에너지

이다. 구조에 맞는 특정 반응물과 결합하여 반응을 촉진하며, 반복적으로 사용된다.

### 2 생명 시스템에서 정보의 흐름

136쪽~141쪽

(1) 유전자와 단백질

- : 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부분
- : 유전정보에 따라 아미노산이 결합하여 합성되며, 생물의 다양한 형질이 나타나도록 한다.

(2) 세포에서 유전정보의 흐름

- : DNA에서 RNA를 거쳐 단백질로 전달되는 유전정보의 흐름을 설명하는 원리

DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 과정으로, 핵 속에서 일어난다.

RNA의 유전정보로부터 단백질이 합성되는 과정으로, 세포질의 라이보솜에서 일어난다.

- 유전정보의 전달: RNA의 에 따라 아미노산이 순서대로 결합하여 단백질이 합성된다.

DNA	유전자 1	유전자 2
-----	-------	-------

염기서열	C G T G G T T A T T G G
------	-------------------------

코돈

염기서열	G C A C C A A T A A C C
------	-------------------------

RNA	C G U G G U U A U U G G
-----	-------------------------

단백질 아미노산서열	아미노산 1 아미노산 2 아미노산 3 아미노산 4
---------------	-----------------------------

#### ▲ 유전정보의 전달과 단백질 합성

- 지구상의 모든 생명체는 같은 유전부호 체계를 사용한다. 이는 공통 조상으로부터 진화하였음을 의미한다.

## 01

그림은 동물 세포의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 핵, 골지체, 라이보솜을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (1) A~C 중 단백질을 합성하는 세포소기관의 기호와 이름을 쓰시오.
- (2) A~C 중 유전물질이 있어 세포의 생명활동을 조절하는 세포소기관의 기호와 이름을 쓰시오.

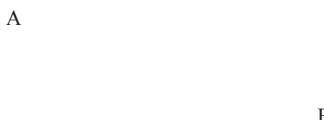
| 세포의 구조와 기능 |

A  
B

C

## 02

그림은 세포막의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. A에는 친수성 부분과 소수성 부분이 있다.
- ㄴ. B를 구성하는 기본 단위체는 아미노산이다.
- ㄷ. 세포막은 선택적 투과성을 나타낸다.

| 세포막의 구조 |

A

B

| 세포막을 통한 물의 이동 |

그림 (가)와 (나)는 양파세포를 농도가 다른 소금물에 각각 넣고 일정 시간이 지났을 때의 모습을 나타낸 것이다.

(100 배)

(가)

(100 배)

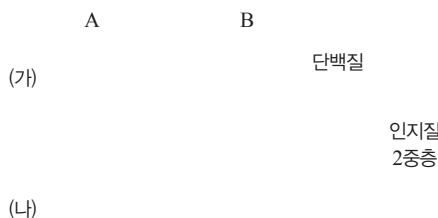
(나)

(가)와 (나) 중 농도가 더 높은 소금물에 넣었을 때의 모습을 쓰고, 그 까닭을 설명하시오.

## 03

| 세포막을 통한 물질 출입 |

그림은 물질 A와 B가 세포막을 통해 확산하는 모습을 나타낸 것이다.



- (1) (가)와 (나) 중 A의 농도가 더 높은 곳을 쓰시오.
- (2) A, B와 같은 방식으로 이동하는 물질의 예를 각각 한 가지씩 쓰시오.

## 04

| 세포막을 통한 물의 이동 |

그림 (가)와 (나)는 양파세포를 농도가 다른 소금물에 각각 넣고 일정 시간이 지났을 때의 모습을 나타낸 것이다.

(100 배)

(가)

(100 배)

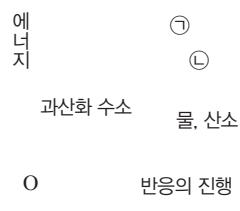
(나)

(가)와 (나) 중 농도가 더 높은 소금물에 넣었을 때의 모습을 쓰고, 그 까닭을 설명하시오.

## 05

| 효소의 기능 |

그림은 과산화 수소가 분해되는 반응에서 카탈레이스가 있을 때 와 없을 때의 에너지 변화를 나타낸 것이다. ①과 ② 중 카탈레이스가 있을 때의 에너지 변화에 해당하는 것을 쓰고, 그 까닭을 설명하시오.



## 06

| 효소의 작용 원리 |

그림은 효소의 작용을 나타낸 것이다.

A C

B

A~C 중 효소의 기호를 쓰시오.

| 유전부호 |

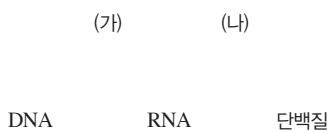
유전부호에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. RNA에서 연속된 3 개의 염기가 단백질 1 개를 지정한다.
- ㄴ. 코돈은 총 64 종류가 있다.
- ㄷ. 사람과 대장균은 유전부호 체계가 같다.

## 08

| 유전정보의 흐름 |

그림은 동물 세포에서 일어나는 유전정보의 흐름을 나타낸 것이다.



- (1) (가), (나) 과정의 이름을 각각 쓰시오.
- (2) (가), (나) 과정이 일어나는 세포소기관을 각각 쓰시오.

## 09

| DNA와 RNA의 유전정보 전달 |

그림은 DNA의 유전정보로부터 어떤 단백질이 합성되는 과정을 나타낸 것이다. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

DNA 가닥 I A C C T T T C C G A G T

DNA 가닥 II A A A G G C T C A  
⑦

RNA U G G A A A U C A

단백질

아미노산 1 아미노산 2 아미노산 3 아미노산 4

- (1) DNA 가닥 II에서 ⑦ 부분의 염기를 왼쪽부터 쓰시오.
- (2) RNA는 DNA 가닥 I과 II 중 어떤 가닥으로부터 전사되어 만들어졌는지 쓰시오.
- (3) RNA에서 ⑧ 부분의 염기를 왼쪽부터 쓰시오.
- (4) 아미노산 4를 지정하는 코돈을 왼쪽부터 쓰시오.

## 창의적 문제 해결력 기르기

### 10

| 효소의 작용 |

다음은 식혜에 대한 설명이다.

식혜를 만들 때 사용하는 옛 기름은 쌀을 튀운 보리를 건조 시킨 것으로, 효소인 ㉠ 아밀레이스가 많이 들어 있다. 옛기름 가루를 물에 불려 얻은 옛기름 물을 밥에 부은 뒤 따뜻한 곳에 몇 시간 정도 놓아두면 밥알이 떠오르는데, 이를 끓인 후 식히면 ㉡ 단맛이 나는 식혜가 된다.

식혜가 만들어지는 과정에 관여하는 ㉠의 작용과 ㉡이 만들어지는 과정을 서술하시오.

## 11

| 유전자와 단백질 |

선천성 대사 이상 질환은 유전자의 이상으로 물질대사에 필요

한 효소가 결핍되어 나타난다.

효소 유전자를 구성하는 염기 중

1 개만 바뀌어도 심각한 대사

물질 A

물질 B

이상 질환이 나타날 수 있지만, 어떤 때에는 염기 1 개가 바뀌어도 질환이 나타나지 않고 정상인 경우가 있다. 이러한 차이가 나타나는 까닭을 코돈과 관련지어 설명하시오.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.

2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

대단원 학습 내용을 스스로 정리하고 자신의 실력을 평가해 보자.

### 지구시스템의 구성과 상호작용

- 지구의 구성 요소인 지권, 기권, 수권, 생물권, 외권이 상호작용 하고 있는 시스템
- 지구시스템의 에너지원: 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지
- 지구시스템은 상호작용 하며 지구 생명체의 존속에 기여하고 있다.
- 물질 순환과 에너지 흐름의 결과로 지표의 변화, 날씨의 변화 등 자연 현상이 일어난다.

### 지권의 변화와 영향

- 판: 지각과 맨틀의 윗부분을 포함하는 단단한 층
- 맨틀 대류를 따라 판이 이동하면서 판 경계에서 다양한 지형이 만들어지고, 지구 내부 에너지의 방출로 지권의 변화가 일어남을 설명하는 이론
- 지권의 변화는 지구시스템에 다양한 영향을 미친다.

### 중력을 받는 물체의 운동

- 중력은 질량이 있는 모든 물체가 상호작용 하여 끌어당기는 힘이다.
- 자유 낙하 운동, 수평 방향으로 던진 물체의 운동, 지구 주위를 공전하는 원운동은 중력에 의한 지구 중심 방향의 운동이다.

### 운동과 충돌

- 운동량은 물체의 질량과 속도를 곱한 물리량이다.
- 운동량의 크기는 물체의 질량이 클수록, 속도가 빠를수록 크다.
- 충격량은 물체가 받는 충격의 정도를 나타낸다.
- 충격량의 크기는 물체에 작용한 힘의 크기가 클수록, 힘이 작용한 시간이 길수록 크다.
- 충격량은 운동량의 변화량과 같다.
- 물체가 받는 충격량이 같을 때 힘이 작용하는 시간을 하면 물체에 작용하는 힘의 크기가 작아진다.

## 지구시스템

### 시스템과 상호작용

## 역학 시스템

### 생명 시스템

#### 생명 시스템과 화학 반응

- 세포를 둘러싸고 있는 은/는 세포 안팎으로의 물질 출입을 조절한다.
- 생명체에서 물질대사가 원활하게 일어나기 위해서는 이/가 필요하다.
- 생명 시스템은 세포막의 선택적 투과를 통해 세포 안쪽의 환경을 일정하게 하고, 호소의 작용으로 물질대사가 원활하게 일어남으로써 유지된다.

#### 생명 시스템에서 정보의 흐름

- DNA의 염기서열이 RNA의 염기서열로 전사되고, RNA의 코돈에 따라 아미노산이 순서대로 결합하여 단백질이 합성된다.
- 생명체는 유전 정보를 저장하고 있는 을/를 다음 세대로 전달하여 생명의 연속성을 유지한다.
- 지구상의 모든 생명체는 같은 유전부호 체계를 사용한다.

고고 연계

01

다음은 탐보라 화산 폭발에 관한 자료와 그 시기에 활동한 화가의 작품에 대한 설명이다.

(가) 1815년 4월 적도 부근에 위치한 인도네시아의 탐보라 화산이 폭발하였다. 이때 많은 양의 화산 분출물이 성층권까지 퍼져 지구로 들어오는 햇빛의 양이 줄어들었고, 1816년은 ‘여름이 없는 해’로 기록될 정도로 지구의 평균 온도가 낮아졌다. 심각한 식량 부족이 발생하였고, 산업과 예술에도 영향이 미쳤다.

(나) 독일의 화가 프리드리히(Friedrich, C. D., 1774~1840)는 주로 풍경화를 그렸다. 다음은 프리드리히가 탐보라 화산 분출 전과 후의 시기에 그린 작품이다.

바닷가의 수도사(캔버스에 유채 / 1808~1810)

바다의 두 남자(캔버스에 유채 / 1817)

(나)의 두 작품에 표현된 풍경을 화산 활동과 관련지어 설명하시오.

실생활 적용

02

그림과 같이 야구 방망이로 공을 칠 때 야구 방망이를 끝까지 휘두르면 공이 더 멀리 날아간다. 이러한 현상이 일어나는 까닭을 충격량과 운동량의 관계와 관련지어 쓰시오.

글쓰기

지식·이해

지권의 변화를 판 구조론으로 설명하였는가?

매우 짧함 짧함 보통

과정·기능

지구 표면과 지구 주위의 다양한 운동을 중력의 작용으로 설명하였는가?

가치·태도

지구시스템의 권역 간 상호작용 과정에서 나타나는 현상을 논증하였는가?

세포막을 통한 물질의 이동을 실험하고, 세포막의 역할을 추론하였는가?

충돌과 관련된 안전사고 예방 장치를 창의적으로 고안하였는가?

생명체에 대한 호기심과 생명을 소중하게 생각하는 마음이 생겼는가?

프로젝트 활동으로 힘들어야 할 문제는 무엇인가요?

2050년 수면이 많이 상승한 상태

더 높은 곳으로  
가야 해.

절벽에서  
산다고?

방법을 찾아  
봐야지.

마실 물은 어떨까?  
할 거야?

어제 어떡하지?

안전하게 오르내리고 옆집에  
갈 수도 있어야 하잖아.

식량 문제도 힘들어야겠지?

절벽 거주지를  
설계해야 할까?

학습한 내용을 참고하여 문제를 힘들게하기 위한 자료를 정리해 보아요.

1 물의 순환을 고려하여 마실 물을 효율적으로 확보하는 방안을 조사해 보자. 109쪽

2 다른 절벽의 거주지나 공동 시설을 안전하게 오가기 위한 방법을 고안해 보자. 125쪽

3 작물을 효율적으로 재배하는 방안을 생물의 물질대사와 관련지어 토의해 보자. 143쪽

문제 상황을 해결할 창의적인 아이디어를 제시해 보아요.

1 모둠별로 물 확보, 안전 이동, 작물 재배 방안을 종합하여 절벽 거주지를 설계해 보자.

설계도

2 모둠별로 설계한 절벽 거주지의 특징을 발표하고,  
다른 모둠이 발표한 내용을 평가해 보자.

매우 강함      강함      보통

모둠원      나

1. 자신이 맡은 역할을 책임지고, 모둠원과 협동하여 활동하였는가?
2. 실행 가능한 방안을 탐색하고 실현 가능성이 높은 설계도를 제작하였는가?
3. 다른 모둠의 발표를 듣고 우수한 점과 개선 및 보완할 점을 찾았는가?

활동하면서 내가 잘한 점과 보완할 점을 써 보자.

151

학습 자료

1. 시간과 공간 카드
2. 우주 그림 퍼즐
3. 구성 원소 카드
4. 활동 카드
5. 삼각형 조각
6. 뉴클레오타이드 모형
7. 도체와 부도체 말판

정답과 해설

165

169

찾아보기

자료 출처

171

## 시간과 공간 카드

16 쪽 I-1-01. 자연 세계의 시간과 공간

시간

공간

시간

시간

공간

공간

한라산의 높이

사과나무 한살이

태풍의 발생과 소멸

지진의 발생

공변세포의 크기

우리은하의 지름

## 우주 그림 퍼즐

42 쪽 II-1-01. 우주의 시작과 원소의 생성

0도 1도

10도 20도

무

그|그

오

온

느

수

나

카

온도

자

파

수

# 구성 원소 카드

48쪽 II-1-02. 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성

## 태양계

수소

헬륨

기타

## 비단물

수소

헬륨

기타

질

산소

규소

## 우주

## 지구

동위원소

산소

수소  
기타



## 활동 카드

53 쪽 II-1-02. 지구와 생명체를 구성하는 원소의 생성





## 삼각형 조각

72 쪽 II-2-03. 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성



# 뉴클레오타이드 모형

78 쪽 II-2-03. 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성

자르는 선

접는 선

↑↑↑↑

↑↑↑↑

○□

○□

A A

A A

풀침

풀침

G G

G G

풀침

풀침

△○

△○

→↖↖↖

→↖↖↖

↑↑↑↑

↑↑↑↑

○□

○□

T T

T T

풀침

풀침

C C

C C

풀침

풀침

△○

△○

→↖↖↖

→↖↖↖



## 도체와 부도체 말판

80 쪽 II-2-04. 물질의 전기적 성질



# 정답과 해설

36 쪽~37 쪽

## 과학의 기초

### 과학의 기본량

17 쪒	규모	19 쪒	시간(공간)	공간(시간)	21 쪒
길이(온도)	온도(길이)	23 쪒	$m^3$	$m/s$	$kg/m \cdot s^2$

25 쪒

1 시간(길이) 길이(시간)

미시 거시 경험 기본량 유도량

미시 규모 기본량 측정 표준 디지털 기술

01. 약 4000 걸음, 단위를 통일하지 않으면 의사소통 문제가 발생하며, 어떠한 지식을 도출할 때 그 지식을 신뢰할 수 없게 된다.

'수소 원자핵의 지름 : 탁구공의 지름 = 수소 원자핵에서 전자까지의 거리 : X'로 비례식을 세우면 원자핵을 탁구공이라고 가정할 때 탁구공으로부터 떨어진 전자의 거리를 구할 수 있다. 위의 예시 답안은 평균 보폭을 0.3 m라고 가정했을 때의 값이다.

02. (가) 지도로 길을 찾을 때에는 사람이 직접 지도와 자신의 위치나 방향을 맞춰야만 원하는 곳을 찾을 수 있다. (나) 내비게이션은 GPS를 활용하여 자동으로 자신의 위치나 방향을 맞춰 주므로 원하는 곳을 바로 찾을 수 있다.

01. ㄱ, ㄴ, ㄷ 02. ㄴ

02. ㄷ. 속력( $m/s$ )은 기본량인 길이( $m$ )와 시간( $s$ )으로부터 유도된 유도량이다.

### 과학의 측정과 우리 사회

27 쪒 측정 어림 29 쪒 측정 표준 31 쪒 정보

33 쪒 디지털 기술

43 쪒 수소, 헬륨 47 쪒 1. 흡수 2. 구성 원소 49 쪒 다르다

51 쪒 중심부, 초신성 폭발 53 쪒 미행성체 액체 상태의 물

55 쪒~57 쪒

35 쪒

2 측정 표준

1 진화 수소 산소

측정 어림 측정 표준 센서

양성자 수소 흡수 헬륨 지구 생명체  
핵융합 반응 초신성 폭발 물

01. ㄱ, ㄴ, ㄷ 02. (ㄴ), (라), (다), (가)

01. 측정 표준은 어떠한 양을 측정할 때 공통으로 사용할 수 있는 단위에 대한 기준이다. 측정 표준은 모두에게 동일한 기준이기 때문에 이를 이용하여 제공되는 정보는 서로 신뢰할 수 있다.

02. 대기 환경 정보 측정망에서 대기 환경 정보를 측정하고 분석한다. 국가 관리 시스템으로 수집 및 관리된 대기 환경 정보는 에어코리아 누리집에서 실시간으로 제공되어 일상생활에 이용된다.

01. (다) – (가) – (마) – (라) – (나) 02. ㄱ, ㄹ 03. (1) 흡수 스펙트럼 (2) 원소의 종류에 따라 흡수선의 위치가 다르게 나타나므로 스펙트럼 분석으로 태양의 구성 원소를 알아낼 수 있다. 04. 수소, 헬륨, 칼슘 05. ㄱ 06. (1) (가), (다), (라), (마) (2) (나), (바)  
07. ㄱ 08. ㄴ, ㄹ 09. 해설 참조 10. 해설 참조

02. ㄴ, (가)는 흡수 스펙트럼으로, 별 표면의 빛이 상대적으로 온도가 낮은 별의 대기를 통과하면 연속 스펙트럼에 흡수선이 나타난다.

- ㄷ. (나)는 방출 스펙트럼으로, 고온의 별 주변에서 기열된 기체를 관측하면 검은 바탕에 여려 색의 밝은 선이 나타난다.
04. 원소마다 스펙트럼에서 고유한 흡수선이나 방출선을 나타내고, 동일한 원소는 흡수선과 방출선의 위치가 동일하게 나타난다. 따라서 별 (가)의 흡수 스펙트럼과 원소들의 방출 스펙트럼을 비교하면 별 (가)의 구성 원소를 찾을 수 있다.
05. ㄴ. (나) 지구에서 가장 많은 ⑦은 철이다.  
ㄷ. (나) 지구에서 두 번째로 많은 ⑤은 산소이고, 별의 핵융합 반응으로 만들어진 것이다.
06. 철보다 무거운 원소인 납, 우라늄은 초신성 폭발로 만들어진다.
07. ㄴ. 게 성운은 별이 소멸하면서 생긴 초신성 폭발의 잔해이다.  
ㄹ. 초신성 폭발로 별의 진화 과정에서 만들어진 헬륨, 탄소, 산소, 철뿐만 아니라 납, 우라늄 등이 우주로 방출되어 게 성운은 다양한 원소로 구성되어 있다.
08. ㄱ. (가) 원자는 빅뱅이 일어나고 약 38만 년이 지난 뒤 원자핵과 전자가 결합하여 만들어졌다.  
ㄷ. 지구는 (다) 원시 태양이 만들어지고 나서 원시 원반에서 미행 성체의 충돌로 만들어졌다.
09. 지구와 생명체를 구성하는 원소들은 과거 우주에서 만들 어진 것이기 때문에 지구 탄생 초기에는 수소와 헬륨이 대기 중에 존재하였을 것이다. 그러나 지구는 반지름과 질량이 작아 수소와 헬륨을 대기에 붙잡아 둘 수 있을 만큼 중력이 충분하지 않다. 따라서 수소와 헬륨 같은 가벼운 원소들은 모두 탈출하였을 것이다.
10. 연필의 주요 구성 원소는 탄소(C)이다. 탄소는 수소 핵융합 반응이 끝난 후 중심부가 수축하여 운도가 1억 K 이상이 되면 헬륨 핵융합 반응이 일어나 만들어진다. 자석의 주요 구성 원소는 철(Fe)이다. 철은 질량이 태양의 10 배 이상인 별에서 규소 핵융합 반응으로 만들어진다.

### 물질의 규칙성과 성질

61쪽 금속: Mg, Al, 비금속: H, C      63쪽 반응성      65쪽  
원자가 전자      67쪽 이온 결합      69쪽 이온      71쪽  
양이온(음이온)      음이온(양이온)      73쪽 기본 단위체  
75쪽 규산염 사면체      79쪽 1. 아미노산, 뉴클레오타이드 2. 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)      81쪽 자유 전자  
83쪽 반도체      85쪽 도체, 부도체

87쪽~89쪽

2      불순물 반도체      전기적

주기율표	원자가 전자	공유	기본 단위체
산소	아미노산	펩타이드	이중나선
반도체 소자			자유 전자

01. 리튬, 나트륨, 칼륨은 모두 1족 원소로서 원자가 전자의 수가 1로 같기 때문이다. 02. ㄷ 03. (1) 공유 결합 (2) C는 전자 1 개를 잃어 양이온이 되고, D는 전자 1 개를 얻어 음이온이 된다. 그리고 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 CD가 형성된다. 04. ㄴ, ㄷ  
05. ㄴ, ㄷ 06. ㄱ, ㄷ 07. ㄱ, ㄷ 08. ㄱ 09. (1) ㄱ (2) ㄴ, ㄷ  
10. 해설 참조 11. 해설 참조

01. 1족 원소 중 수소를 제외한 리튬, 나트륨, 칼륨 등 알칼리 금속은 원자가 전자의 수가 1로 같아 칼로 쉽게 잘릴 정도로 무르고 물과 활발하게 반응하는 등 비슷한 성질을 나타낸다.
02. A는 베릴륨(Be), B는 플루오린(F), C는 규소(Si)이다. 원자가 전자의 수는 A가 2 개, B가 7 개, C가 4 개이므로 A~C는 화학적 성질이 다르다.
03. (1) A는 수소(H), B는 산소(O)로, 수소와 산소는 2 : 1의 개수비로 공유 결합하여 물( $H_2O$ )을 생성한다.  
(2) C는 나트륨(Na), D는 염소(Cl)로, 나트륨과 염소는 이온 결합하여 염화 나트륨( $NaCl$ )을 생성한다.
04. A와 B는 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않지만 수용액 상태에서 전류가 흐르므로 염화 칼슘 또는 염화 나트륨이다. C는 고체 상태와 수용액 상태에서 모두 전류가 흐르지 않으므로 설탕이다.
05. ㄱ. 그림의 결합 구조는 판상 구조이다.
06. 인산, 당, 염기는 1 : 1 : 1로 구성된 물질은 뉴클레오타이드이다.
07. DNA를 구성하는 염기는 A, G, C, T으로 4 종류이다.
08. ㄴ. 부도체는 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는다.  
ㄷ. 반도체는 약간의 불순물을 첨가하거나 에너지를 가하는 등 조건에 따라 자유 전자가 생겨 전류가 흐른다.
09. (1) 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 제어한다.  
(2) 트랜지스터는 약한 전류와 전압을 크게 하는 증폭 작용과 전류의 흐름을 조절하는 스위치 작용이 있다.
10. 글루탐산 나트륨의 화학식을 확인했을 때 금속 원소와 비금속 원소로 이루어져 있으므로 이온 결합 물질일 것이다. 글루탐산 나트륨이 이온 결합 물질임을 확인하기 위해서 다음 과정으로 실험을 수행한다. ① 전기 전도성 측정기를 사용하여 증류수에 전류가 흐르는지 확인한다. ② 글루탐산 나트륨을 증류수에 녹인 뒤 전류가 흐르는지 확인한다.
11. 유에스비(USB)  
  - 도체: 유에스비(USB)의 핀과 내부 배선은 도체인 구리로 제작되어 있으며 전기 및 데이터 신호를 효과적으로 전달한다.
  - 부도체: 유에스비(USB)의 외부 케이스는 부도체인 플라스틱과 고무로 제작되어 있으며 전기가 통하지 않아 안전하게 전기 부품을 보호한다.
  - 반도체: 실리콘 기반의 플래시 메모리 칩은 데이터를 전기적 신호로 저장하고, 유에스비(USB)가 컴퓨터와 연결될 때 데이터를 빠르고 안정적으로 전송할 수 있게 한다.

스펙트럼 체	주기율표 규소 산소	이온 결합 뉴클레오타이드	공유 결합 물질 자유 전자 부도 반도체 소자
-----------	------------------	------------------	-----------------------------------

## 01. (1) 3

(2) (가)에서는 8 번째마다 진동수가 2 배가 된다. (나)에서는 8 번째마다 원자가 전자의 수가 같아 화학적 성질이 비슷한 원소가 나타난다. 따라서 8 번째마다 일정한 특성이 반복되어 나타나는 공통점이 있다.

02. 근육은 수분 함량이 많아 전류가 잘 흐르는 도체로 볼 수 있고, 체지방은 상대적으로 수분 함량이 적어 전류가 잘 흐르지 않는 부도체로 볼 수 있다. 따라서 체성분 분석기는 도체인 근육과 부도체인 지방 사이의 전기 전도도를 측정하여 근육량, 체지방량 등 데이터를 얻는다.

07. A는 호상열도, B는 변환 단층, C는 해령, D는 해구이다.

ㄴ. 해령(C)에서는 지진과 화산 활동이 일어난다.

08. ㄴ. 화산 분출물에 포함된 다양한 성분은 토양을 비옥하게 만든다.

09. 인위적으로 탄소의 권역 간 이동이 증가하는 과정은 화석 연료의 연소와 호흡이다. 인간 활동으로 화석 연료 사용이 증가하고 목축업이 확대되면 탄소의 권역 간 이동이 증가한다. 이 현상이 지속적으로 증가한다면 기권의 이산화 탄소와 메테인의 농도가 높아질 것이다. 기권의 변화는 다른 권역에도 영향을 미쳐 현재와 같은 지구시스템의 상호작용을 유지하기 어려워질 것이다.

10. 우리나라가 속한 유라시아판이 태평양판과 서로 가까워지고 있으므로, 미래에는 우리나라가 판 경계에 가까이 위치할 것이다. 지구상에서 일어나는 지각 변동은 주로 판 경계에서 일어나므로 미래에는 우리나라에서 지진이나 화산 활동의 발생이 증가할 것이다. 따라서 지진이나 화산 활동으로 인한 피해를 줄이기 위한 내진 설계 강화나 화산 주변 제방 쌓기, 안전 교육 실시 등과 같은 대비가 필요하다.

## 시스템과 상호작용

### 지구시스템

97 쪽 수권 101 쪽 1. 지구 내부 에너지 2. 탄소 103 쪽 지진대 105 쪽 화산대 107 쪽 105 쪽 발산형 경계, 수렴형 경계, 보존형 경계 107 쪽 지권의 변화

## 109 쪽~111 쪽

## 1 구름 생명

지구시스템 에너지	지권 일치	태양 에너지 판	수권 맨틀 대류	물질 수렴형 경계
--------------	----------	-------------	-------------	--------------

01. ㄱ, ㄴ, ㅁ 02. ㄱ, ㄷ 03. ㄱ, ㄴ 04. (가) F (나) A (다) C  
05. (가) 태양에너지 (나) 지구 내부 에너지 (다) 조력 에너지 06. (1) 태양에너지 (2) 수권, 지권 07. ㄱ, ㄷ 08. ㄱ, ㄷ, ㄹ 09. 해설 참조  
10. 해설 참조

01. ㄷ. 지권은 지구의 겉 부분과 지구 내부를 포함한 영역이다.  
ㄹ. 지구시스템의 구성 요소 중 하나인 생물권은 기권과 상호작용 하므로 대기의 성분에 영향을 미친다.
02. ㄴ. 지권에서 가장 큰 부피를 차지하는 층은 맨틀이다.
03. ㄷ. 오존층이 존재하는 층은 (가) 기권의 성층권이다.

### 역학 시스템

113 쪽 상호작용 115 쪽 등속, 자유 낙하 117 쪽 가속도 119 쪽 관성 121 쪽 시간 123 쪽 운동량 125 쪽 길게, 작아지도록

## 2 관성 충격량 길게

상호작용 등속 직선	9.8 속도	자유 낙하 시간	가속도	관성
---------------	-----------	-------------	-----	----

01. ㄴ, ㄷ 02. ㄱ, ㄷ 03. 해설 참조 04. ㄱ, ㄷ 05. ㄱ, ㄷ  
06. 볼링공 > 골프공 > 야구공 07. 40 N 08. ㄷ 09. 해설 참조  
10. 해설 참조

01. 중력은 질량이 있는 모든 물체가 상호작용 하여 서로 끌어당기는 힘으로 공기 저항과 관계없이 지구 표면의 물체뿐만 아니라 지구 주위의 모든 물체에 작용한다.
02. 자유 낙하 하는 물체는 질량과 관계없이 중력이 작용하는 방향으로 속도가 일정하게 증가하는 가속도 운동을 한다.
03. 물체를 수평 방향으로 던지면 수평 방향으로는 힘이 작용하지 않아 등속 운동을 하고, 연직 아래 방향으로는 일정한 크기의 중력이 작용하여 자유 낙하 운동을 한다. 그 결과 수평 방향으로 던진 공은 두 운동이 합쳐져 포물선을 그리며 운동한다.
04. ㄴ. 세 대포알의 질량은 같으므로 같은 크기의 중력이 작용한다.

06. 골프공의 운동량은  $0.05 \text{ kg} \times 70 \text{ m/s} = 3.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 야구공의 운동량은  $0.15 \text{ kg} \times 20 \text{ m/s} = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 볼링공의 운동량은  $5 \text{ kg} \times 2 \text{ m/s} = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 운동량은 볼링공 > 골프공 > 야구공 순으로 크다.
07. 충격량은 물체가 충돌할 때 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱으로 나타나며 물체가 받는 충격량은 물체의 운동량의 변화량과 같다. A 구간에서 물체의 운동량의 변화량은  $2 \text{ kg} \times 2 \text{ m/s} = 4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이므로 A 구간에서 물체에 작용한 힘의 크기  $F$ 는  $4 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = F \times 0.1 \text{ s}$ 에서  $F = 40 \text{ N}$ 이다.
08. 같은 높이에서 떨어진 동일한 달걀 A와 B가 바닥과 방석에 각각 충돌하기 직전의 속도가 같으므로 두 달걀이 충돌하기 직전 운동량과 바닥과 충돌하여 정지할 때까지 받는 충격량은 같다. 단단한 바닥에 떨어진 달걀 A는 푹신한 방석에 떨어진 달걀 B에 비해 충돌 시간이 짧으므로 평균적으로 받는 힘의 크기가 크다.
09. 수십 개의 구멍에서 낙하하는 물방울은 중력에 의해 연직 아래 방향으로 가속도 운동을 한다. 물방울의 속력은 시간이 지남에 따라 점점 커져 물방울 사이의 간격도 갈수록 벌어지게 된다. 즉 시간이 지남에 따라 글자의 아랫부분이 윗부분보다 상대적으로 더 길게 늘어나 글자의 모양은 연직 아래 방향으로 늘어나게 된다.
10. 자동차 앞부분의 덮개를 올리면 덮개와 아래 부품 사이에 공간이 생긴다. 이때 이 공간은 보행자가 자동차와 충돌했을 때 일종의 쿠션 역할을 하게 된다. 즉 보행자가 받는 충격량이 같을 때 충격을 흡수할 수 있는 공간이 생기면서 충돌 시간이 늘어나 보행자가 받는 힘의 크기가 줄어든다.

## 생명 시스템

129쪽 세포 131쪽 인지질 선택적 투과성 135쪽 1. 물질대사 2. 활성화에너지 137쪽 유전자 141쪽 1. 전사 2. 코돈

143쪽~145쪽

3 세포 물질대사 효소

인지질	선택적 투과성	단백질	활성화에너지
단백질	유전자	단백질	생명중심원리
번역	코돈		전사

01. (1) B, 라이보솜 (2) C, 핵      02. ㄱ, ㄴ, ㄷ      03. (1) (가)  
 (2)      A: 산소 등, B: 나트륨 이온 등      04. (나), 해설 참조  
 05. ④, 활성화에너지가 더 작기 때문이다.      06. B      07. ㄴ, ㄷ  
 08. (1) 전사, 번역 (2) 핵, 라이보솜      09. (1) TGG (2) 가닥 I (3) GGC  
 (4) UCA      10. 해설 참조      11. 해설 참조

01. A는 골지체, B는 라이보솜, C는 핵이다.  
 03. (1) A는 (가)에서 (나)로 확산하므로, A의 농도는 (가)에서가 (나)에서보다 높다.  
 (2) A와 같이 세포막의 인지질 2중층을 통해 이동하는 물질에는 산소, 이산화 탄소와 같은 기체 분자가 있고, B와 같이 세포막의 단백질을 통해 이동하는 물질에는 나트륨 이온이나 포도당이 있다.  
 04. (가)는 양파세포 안으로 물이 많이 들어와 세포의 부피가 증가하였으며, (나)는 양파세포 밖으로 물이 많이 빠져나가 세포의 부피가 감소하였다. 물은 삼투에 의해 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동하므로 농도가 더 높은 소금물에 넣었을 때의 모습은 (나)이다.  
 07. RNA에서 연속된 3 개의 염기가 코돈을 이루며, 이는 아미노산 하나를 지정한다.  
 09. (1) ⑦ 부분의 염기는 ACC와 상보적인 TGG이다.  
 (2) RNA의 염기서열은 DNA 가닥 I의 염기서열과 상보적이므로, RNA는 DNA 가닥 I로부터 전사되어 만들어진 것이다.  
 (3) 전사가 일어날 때 DNA의 염기는 상보적인 RNA의 염기로 바뀌므로, ④ 부분의 염기는 GGC이다.  
 (4) RNA의 연속된 3 개의 염기가 아미노산 하나를 지정하는 코돈이 되므로, 아미노산 4를 지정하는 코돈은 UCA이다.  
 10. 아밀레이스는 밥 속에 들어 있는 녹말이 엿당으로 분해되는 반응을 촉진한다. 이 아밀레이스의 작용으로 생성된 엿당은 물에 녹고 단맛이 나므로 단맛이 나는 식혜가 만들어지는 것이다.  
 11. RNA의 코돈은 64 종류이고 아미노산은 20 종류이므로, 한 종류의 아미노산을 지정하는 코돈이 여러 개 있을 수 있다. 만일 효소 유전자를 구성하는 염기 1 개가 달라지면 RNA 코돈이 달라지지만, RNA의 바뀐 코돈이 같은 아미노산을 지정한다면 단백질의 아미노산서열은 바뀌지 않는다. 그 결과 정상 기능을 하는 효소가 만들어지게 되어 대사 이상 질환이 나타나지 않게 된다.

146쪽~147쪽

지구시스템      판 구조론      가속도      길게      세포막  
 효소      유전자(DNA)

01. ‘바닷가의 수도사(1808~1810)’에서 하늘은 푸른색으로 표현되었지만 ‘바다의 두 남자(1817)’에서 하늘은 붉은색으로 표현되었다. 텁보라 화산 폭발 2년 뒤에 그려진 ‘바다의 두 남자’에는 화산재의 영향으로 붉은색으로 변한 하늘의 모습이 표현되어 있다.  
 02. 야구 방망이로 공을 칠 때 공이 받는 충격량은 야구 방망이가 공에 전달하는 힘과 공이 야구 방망이에 접촉하는 시간에 비례한다. 야구 방망이를 끝까지 휘두르면 공과 야구 방망이의 접촉 시간이 길어져 공의 충돌 후 속력이 크게 변한다. 즉 공이 받는 충격량만큼 운동량의 변화량이 커지면서 더 멀리 날아간다.

## 찾아보기

		도체	81	번역	138
		동화작용	133	별의 진화	50
가속도	113	DNA	77, 129, 137	보존형 경계	105
가속도 운동	113	디지털 정보	31	부도체	81
개체	129	디지털 기술	32	비금속	59
거시 세계	17			빅뱅(대폭발)	43
골지체	129			빅뱅 우주론	43
공유 결합	67, 74				
공유 결합 물질	69				
관성	119				
국제단위계(SI)	22	라이보솜	129		
규모	17				
규산염 광물	73			3염기조합	139
규산염 사면체	74			삼투	131
금속	59			생명 시스템	129
기권	97			생명중심원리	138
기본 단위체	73	마이토콘드리아	129	생물권	97
기본량	21	물의 순환	99	선택적 투과성	131
		물질대사	132	세포	129, 138
		미시 세계	17	세포막	129
				세포벽	129
				세포소기관	129
뉴클레오타이드	73			소수성	131
				소포체	129
				수권	97
		반도체	81	수렴형 경계	105
		반도체 소자	82	수소 핵융합 반응	50
다세포생물	129	발광 다이오드(LED)	83	수평 방향으로 던진 물체	115
다이오드	83	발산형 경계	105	스펙트럼	44
단백질	73, 129, 137	방출 스펙트럼	44	시스템	97

		전사	138		
		전자 껍질	64		
아미노산	73, 139	전자 현미경	18	탄소 순환	100
RNA	77, 138	정보 통신	32	태양 에너지	99
알칼리 금속	63	조력 에너지	99	태양계	97
액포	129	족	61	트랜ジ스터	83
어림	27	주기	61		
n형 반도체	82	주기율표	60		
역학 시스템	113	중력	113		
연속 스펙트럼	44	지구 내부 에너지	99		
엽록체	129	지구시스템	97		
외권	97	지권	97	판	104
운동량	120	지진대	103	판 구조론	104
원운동	116			펩타이드결합	76
원소의 주기성	62			p형 반도체	82
원자가 전자	65				
위성 위치 확인 시스템(GPS)	18				
유도량	22	초고속 투과 전자 현미경	19		
유전자	137	초신성 폭발	51		
이온 결합	67	충격량	120	할로젠	63
이온 결합 물질	69	측정	27	핵	129
이화작용	133	측정 표준	28	핵산	73
인지질 2종증	131	친수성	131	핵융합 반응	50
				형질	137
				화산대	103
				화산	131
자유 낙하 운동	113			활성화에너지	133
재난 문자	32	카탈레이스	132	효소	76, 132
적혈구	19, 76, 131	코돈	140	흡수 스펙트럼	44

- 6 쪽(인공위성): [Shutterstock.com](#)
- 6 쪽(산호초): [Shutterstock.com](#)

## 과학의 기초

- 14 쪽~15 쪽(측정), 18 쪽(GPS, 전자 현미경), 19 쪽(고양이, 세슘), 24 쪽(온도계), 25 쪽(고양이, 세슘, 스마트 기기), 28 쪽(폭염주의보 배경, 과속 단속 카메라), 29 쪽(미세 먼지 농도 안내 표지판, 공사장 배경, 소음 측정기), 30 쪽(여의도 윤종로, 스마트 기기, 하늘), 35 쪽(스마트 기기), 37 쪽(지도, 내비게이션): [Shutterstock.com](#)
- 24 쪽(발열 체크 로봇): [연합뉴스](#), 2022. 12. 25.
- 24 쪽(로봇 화면): [연합뉴스](#), 2020. 07. 30.
- 19 쪽(적혈구), 24 쪽(열화상 카메라, 스테이크), 25 쪽(적혈구), 30 쪽(월출산, 한라산): [게티이미지코리아](#)
- 24 쪽(적외선 온도계): [이미지코리아](#)
- 19 쪽(세슘 원자 시계), 34 쪽(이터븀 원자 광격자 시계): [한국표준과학연구원](#)
- 19 쪽(안드로메다 은하), 25 쪽(은하): [미국항공우주국\(NASA\)](#)

## 물질과 규칙성

- 40 쪽~41 쪽(우주와 지구, DNA), 45 쪽(태양, 옛 종이), 48 쪽(태양계, 지구, 우주, 바닷물), 49 쪽(지구), 57 쪽(스마트 기기), 59 쪽(공구, 배 선체, 회로 기판, 수소 자동차, 연필), 60 쪽(지구, 우주 왕복선, 산호초), 61 쪽(알루미늄 그릇, 수영장), 62 쪽(스마트 기기, 스마트 기기 배경), 66 쪽(비행선, 용접), 73 쪽(다람쥐와 바위), 82 쪽(규산염 광물, 웨이퍼, 다이오드, 트랜지스터, CPU, 메모리 카드, 연산 처리 장치), 83 쪽(다이오드, 발광 다이오드(LED), 트랜지스터, 마이크로컨트롤러, 마이크로컨트롤러가 내장된 장치), 84 쪽(전선), 89 쪽(스마트 기기), 91 쪽(체성분 분석기), 93 쪽(연필): [Shutterstock.com](#)
- 63 쪽(할로젠의 색, 소금), 86 쪽(나노 소재 연구원): [게티이미지코리아](#)
- 45 쪽(프라운호퍼, 프라운호퍼 기록물), 54 쪽(천연 수소), 63 쪽(염소와 나트륨의 반응), 92 쪽(골든 레코드): [이미지코리아](#)
- 45 쪽(과학자 사진 테두리): [클립아트코리아](#)
- 42 쪽(빅뱅 우주론), 51 쪽(계 성운), 57 쪽(계 성운): [미국항공우주국\(NASA\)](#)

## 시스템과 상호작용

- 94 쪽~95 쪽(열기구가 있는 하늘), 95 쪽(열기구 속 사람), 96 쪽(연필), 98 쪽(화산 폭발, 태풍, 광합성), 102 쪽(연필), 103 쪽(컴퓨터), 105 쪽(동아프리카 열곡대, 히말라야산맥), 106 쪽(스마트 기기), 107 쪽(지열 발전소), 108 쪽(모니터), 111 쪽(스마트 기기), 112 쪽(달 표면), 119 쪽(자동차), 121 쪽(공기가 충전된 포장재, 높이뛰기 매트), 123 쪽(설계도 밀판, 연필, 지우개, 자), 124 쪽(풍경, 달리기, 스마트 폰), 127 쪽(물방울로 만든 글자, 스마트 기기), 128 쪽(시청, 숲), 134 쪽(광합성, 과즙 음료), 137 쪽(백색증 토끼), 141 쪽(색연필), 142 쪽(헬스케어 컨설팅), 145 쪽(스마트 기기), 147 쪽(액자), 149 쪽(연필): [Shutterstock.com](#)
- 106 쪽(튀르키예·시리아 대지진): [연합뉴스](#), 2023. 02. 09.
- 147 쪽(야구 선수): [연합뉴스](#), 2021. 11. 07.
- 98 쪽(영월 선암 마을), 131 쪽(정상 적혈구, 적혈구를 증류수에 넣었을 때, 적혈구를 진한 소금물에 넣었을 때, 정상 양파세포, 양파세포를 증류수에 넣었을 때, 양파세포를 진한 소금물에 넣었을 때), 134 쪽(영양소의 소화), 137 쪽(낫모양 적혈구), 138 쪽(크릴), 145 쪽(식혜): [게티이미지코리아](#)
- 100 쪽(화산 폭발, 바다 위 소나기), 105 쪽(산안드레아스 단층), 107 쪽(지진계 설치), 121 쪽(자동차의 에어백), 144 쪽(양파세포를 놓도가 낮은 소금물에 넣었을 때, 양파세포를 놓도가 높은 소금물에 넣었을 때), 147 쪽(바닷가의 수도사, 바다의 두 남자): [이미지코리아](#)
- 138 쪽(과학자 사진 테두리): [클립아트코리아](#)
- 97 쪽(지구): [이미지투데이](#)
- 108 쪽(서대문 자연사박물관 로비, 지구 환경관, 생명 진화관, 인간과 자연관): [서대문 자연사박물관](#)
- 106 쪽(통가 해저 화산 폭발): [Tonga geological services, government of tonga](#)
- 103 쪽(전 세계의 지진과 화산 활동 지역): [seiscode.iris.washington.edu/projects/seismic-eruption](#)

## 부록

- 152 쪽(사과나무, 태풍, 지진), 155 쪽(태양계, 지구, 우주, 바닷물): Shutterstock.com
- 152 쪽(한라산): 연합뉴스, 2020. 06. 16.
- 152 쪽(공변세포): 이미지코리아
- 152 쪽(우리은하), 153 쪽(빅뱅 우주론), 157 쪽(게 성운): 미국항공우주국(NASA)

## 참고 자료

- 47 쪽(우주의 구성 원소 비율): Ken Croswell 『The Alchemy of the Heavens』, Anchor(1996), 219 쪽
- 49 쪽(사람 구성 원소 질량비): Neil A. Campbell 외 6인, 『캠벨 생명과학 12판』, 바이오사이언스(2022), 29 쪽
- 49 쪽(지구 구성 원소 질량비): Stephen Marshak 『Essentials of Geology』, W. W. Norton & Company(2009), 25 쪽
- 97 쪽(높이에 따른 기권의 기온 분포): Edward J. Tarbuck 외 2인, 『Earth Science』, Pearson(2002)
- 97 쪽(깊이에 따른 수권의 기온 분포): Tom Garrison, 『해양학 7판』, Cengage Learning(2013)
- 104 쪽(전 세계 판의 분포): Marshak, S. 『Earth Portrait of a Planet』, Norton(2012)

## 영상 자료

- 45 쪽(태양의 스펙트럼), 60 쪽(주기율표의 역사): EBS

## QR 코드 자료 모음

본 책에 제시한 QR 코드는 인터넷에서 다음 주소로 접속하면 볼 수 있음.

- 16 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/bff>
- 16 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/l1l>
- 18 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/nll>
- 20 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/pll>
- 22 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/rll>
- 26 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/dff>
- 26 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/tll>

- 30 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/vll>
- 42 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/fff>
- 42 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/xll>
- 43 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/zll>
- 45 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/1ll>
- 48 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/3ll>
- 50 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/5ll>
- 51 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/7ll>
- 58 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/hff>
- 58 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/9ll>
- 60 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/bml>
- 63 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/dml>
- 67 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/fml>
- 67 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/hml>
- 68 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/jml>
- 70 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/jff>
- 72 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/lml>
- 78 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/lff>
- 80 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/nml>
- 96 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/nff>
- 96 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/pml>
- 97 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/rml>
- 102 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/tml>
- 103 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/vml>
- 105 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/xml>
- 105 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/zml>
- 112 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/pff>
- 112 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/1ml>
- 114 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/rff>
- 115 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/3ml>
- 118 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/5ml>
- 128 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/tff>
- 128 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/7ml>
- 129 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/9ml>
- 130 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/vff>
- 131 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/bnl>
- 132 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/xff>
- 136 쪽(활동자): <http://qr-lnk.com/dnl>

※ 집필진의 직접 집필인 경우 출처를 밝히지 않았음.

※ 출처 표시를 안 한 사진 및 삽화 등은 저작자 및 발행사에서 저작권을 가지고 있는 경우임.

집필자 이력

심규철 (현) 공주대학교 생물교육과 교수  
서울대학교 생물교육과 졸업  
서울대학교 대학원 과학교육과(생물전공) 석사, 박사

이기영 (현) 강원대학교 과학교육학부 교수  
서울대학교 지구과학교육과 졸업  
서울대학교 대학원 과학교육과(지구과학전공) 석사, 박사

손정우 (현) 경상국립대학교 물리교육과 교수  
서울대학교 물리교육과 졸업  
서울대학교 대학원 과학교육과(물리전공) 석사, 박사

**최원호** (현) 국립순천대학교 화학교육과 교수  
서울대학교 화학교육과 졸업  
서울대학교 대학원 과학교육과(화학전공) 석사, 박사

**박재용** (현) 서울교육대학교 과학교육과 교수  
강원대학교 과학교육과 졸업  
한국교원대학교 대학원 과학교육학과(지구과학전공) 석사  
강원대학교 대학원 과학교육학과 박사

이봉우 (현) 단국대학교 과학교육과 교수  
서울대학교 물리교육과 졸업  
한국과학기술원 자연과학대학 물리학과 석사  
서울대학교 대학원 과학교육과(물리전공) 박사

배미정 (현) 서울고등학교 교사  
서울대학교 생물교육과 졸업  
서울대학교 대학원 과학교육과(생물전공) 석사

**소영무** (현) 고려대학교 사범대학 부속고등학교 교사  
서울대학교 지구과학교육과 졸업  
서울대학교 대학원 과학교육과(지구과학전공) 석사

**신재성** (현) 서울대학교 사범대학 부설고등학교 교사  
서울대학교 물리교육과 졸업  
전남대학교 대학원 과학교육과(과학교육전공) 석사

양현우 (현) 송도고등학교 교사  
서울대학교 화학교육과 졸업

전화영 (현) 서울여자고등학교 교사  
서울대학교 화학교육과 졸업  
서울대학교 대학원 과학교육과(화학전공) 석사, 박사

황남주 (현) 동작고등학교 교사  
서울대학교 생물교육과 졸업

단원별 집필자

## I. 과학의 기초

이기영, 손정우, 최원호, 심규철

## II. 물질과 구조성

이기영, 양현우, 박재용, 배미정, 손정우, 전화영

### III. 시스템과 상호작용

소영무, 신재성, 배미정, 이봉우, 황남주

출판부문총괄 최대찬	개발총괄 채진희
개발책임 송경화	개발 김혜정, 이보람, 경나연, 채슬비, 박혜민
디자인책임 김재훈	디자인진행 안상현      본문디자인 박광수      표지디자인 정세연
품질책임 석진안	
삽화 전수교, 그림숲, 글앤그림, 전규만, 김민지, 이예지, 이동현, 장주희, 이진희	
조판 준이기획	
사진 김희을 이원호 오광석	미디어콘텐츠 정하나 이수희 양경화 김미영

## 검정심의회

### [심의위원장]

장영록(인천대학교)

### [간사]

민유리(한국과학창의재단)

### [연구위원]

오기영(한경대학교)	민동훈(오송고등학교)	최중철(동국대학교)	고경미(광주고등학교)
정만영(제주대학교)	김진환(분당중앙고등학교)	문용재(경희대학교)	전병기(만경여자고등학교)
김인균(신라대학교)	김혜령(고려대학교)	노석은(전 고려대 민족문화연구원)	김지윤(성균관대학교)
윤보영(신라대학교)	김민정(국어문화운동본부)	김남희(국어문화운동본부)	정호성(성균관대학교)
민자원(성균관대학교 한국문화연구소)	한은주(이화여자대학교 국어문화원)	육민수(명지대학교)	박우진(성균관대학교)
조하은(국어문화운동본부)			

### [검정위원]

최호명(경북대학교)	김민자(군산고등학교)	김명화(이화여자대학교)	이두나(고천고등학교)
서한숙(경상남도밀양교육지원청)	박종화(인천국제고등학교)	김해동(계명대학교)	김미정(전북외국어고등학교)

## 한국과학창의재단

조향숙, 윤종현, 정준기, 김대수, 박교은, 박상준, 고진석, 박나영

교육부의 위탁을 받아 한국과학창의재단이 검정 심사를 하였음.

### 고등학교

### 통합과학1

2025. 3. 1. 초판 발행

정가 9,700원

저은이 | 심규철 외 11인  
발행인 | (주)비상교육      경기도 과천시 과천대로2길 54(갈현동, 그라운드브이)  
인쇄인 | (주)테라북스      경기도 파주시 조리읍 당재봉로 29-21

교과서의 본문 용지는 우수 재활용 제품 인증을 받은 재활용 종이를 사용하였습니다.

교과서에 대한 문의 사항이나 의견이 있으신 분은 '교과서민원바로처리센터(전화: 1566-8572, [www.textbook114.com](http://www.textbook114.com) 또는 [www.교과서114.com](http://www.교과서114.com))'에 문의하여 주시기 바랍니다.

이 도서에 게재된 저작물에 대한 보상금은 문화체육관광부 장관이 정하는 기준에 따라  
한국문화예술저작권협회(전화: 02-2608-2800, [www.kolaa.kr](http://www.kolaa.kr))에서 저작재산권자에게 지급합니다.

내용 관련 문의: (주)비상교육 교과서개발부문 1544-0554 [textbook.visang.com](http://textbook.visang.com)

공급 업무 대행: (사)한국교과서협회 경기도 파주시 문발로 439-1

개별 구입 문의: (사)한국교과서협회 031-956-8581~4 [www.ktbook.com](http://www.ktbook.com)

(주)비상교육 1544-0554 [textbook.visang.com](http://textbook.visang.com)

ISBN 979-11-7316-017-2

고등학교

# 통 과학2

심규철

이기영

손정우

최원호

배미정 박재용

소영무 이봉우

신재성

양현우

전화영

황남주

## 고등학교 과학과 교육과정은 어떻게 구성되어 있을까요?

### 핵심 아이디어

#### 지식·이해

운동과 에너지, 물질, 생명,  
지구와 우주, 과학과 사회

#### 과정·기능

문제 인식 및 가설 설정, 탐구 설계 및 수행,  
자료 수집·분석 및 해석, 결론 도출 및 일반화,  
의사소통과 협업

#### 가치·태도

과학 가치, 과학 태도,  
참여와 실천

### 공통

통합과학1, 통합과학2,  
과학탐구실험1, 과학탐구실험2

### 선택

물리학, 화학, 생명과학, 지구과학

### 선택

역학과 에너지, 전자기와 양자, 물질과 에너지,  
화학 반응의 세계, 세포와 물질대사, 생물의 유전,  
지구시스템과학, 행성우주과학

### 선택

과학의 역사와 문화, 기후변화와 환경생태,  
융합과학 탐구

## 말

미래 사회는 첨단 과학 기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회로, 과학적 문제 해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단과 과학적 소양을 갖춘 시민이 함께 이끄는 사회입니다. 통합과학1과 통합과학2는 미래사회에 대응하는 과학적 소양, 디지털 소양, 민주 시민 의식을 바탕으로 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하는 데 필요한 과학 역량을 함양하고자 하였습니다.

본 통합과학2 교과서는 과학의 5 개 영역인 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 및 과학과 사회를 통합하여 ‘변화와 다양성’, ‘환경과 에너지’, ‘과학과 미래 사회’ 3 개 대단원으로 구분하고, 다양한 탐구 중심 학습을 통해 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원을 상호보완적으로 배양함으로써 영역별 핵심 아이디어에 도달할 수 있도록 하였습니다.

본 통합과학2 교과서의 주요 특징은 다음과 같습니다.

첫째, 대단원에서 해결해야 할 문제를 대단원 도입에 제시하여 대단원 내 학습에 주도적으로 참여하고, 대단원 마지막에 학습 내용을 연계하여 문제를 해결함으로써 통합과학의 특성을 이해하도록 하였습니다.

둘째, 소단원 도입마다 학습 내용을 예상해 볼 수 있는 모둠 활동을 구성하여 흥미를 유발하고 핵심 개념의 이해를 돋도록 하였습니다.

셋째, 학생 중심의 자기 주도 학습이 가능하도록 소단원, 중단원, 대단원마다 학습 목표 달성을 확인하는 마무리 활동을 구성하였습니다.

넷째, 탐구와 해 보기 활동을 통해 과학 지식과 더불어 과학 탐구 능력 및 과학적 태도를 함양할 수 있도록 구현하였습니다.

다섯째, 디지털 소양을 갖추고 첨단 과학 기술을 경험할 수 있도록 다양한 유형의 탐구 활동을 구성하였습니다.

여섯째, 실생활 및 최신 과학과 연계된 학생 친화적이고 참신한 소재를 선정하여 제공하였습니다.

지능정보사회를 살아갈 여러분이 본 통합과학2 교과서를 통해 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하며, 자연과 일상생활에서 접하는 현상을 과학적으로 이해하고 다양한 탐구 활동을 통해 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 미래 인재로 성장하기를 기대합니다.

# 활용

## 단원 열기

## 단원 전개

<활동으로 단원 열기>로 학습의 흥미를 유발하고, 소주제로 구분하여 학습 내용을 파악하기 쉽게 제시하였다.

대단원에서 학습할 내용을 관련 이미지와 함께 제시하였다. 특히 대단원 학습 내용으로 해결해야 할 **프로젝트**를 안내함으로써 주도적으로 학습에 참여하도록 하였다.

**프로젝트**와 연관된 학습 질문을 제시하여 학습하는 동안 질문을 해결할 수 있게 안내하였다.

### ● 용어 용어를 간략히 설명하였다.

**인터넷 활용** **검색, 멀티미디어, 시뮬레이션** 등 학습에 도움이 되는 자료를 찾을 수 있도록 제시하였다.

**OO과 연계** 일반 선택 과목과 연계되는 개념을 안내하였다.

**연결 학습** 관련된 다른 단원을 안내하였다.

개념과 관련된 과학자를 설명하였다.

학습에 도움이 되는 활동지와 영상을 QR로 제공하였다.

실험, 토의, 조사 등 다양한 활동을 탐구와 해 보기로 구현하였고, 디지털 탐구를 구별하여 제시하였다.

단원 마무리

## 작용 및 확장

소단원마다 <과학 역량 기르기>에서 학습한 내용을 적용해 보도록 하였다. 중단원에서는 **프로젝트** 질문에 대한 답을 제시하여 학습을 돌아보게 하였다.

첨단 과학, 견학, 생활 속 과학 등 과학과 관련된 자료를 통해 지식을 확장하고, 진로와 직업을 통해 자신의 진로를 생각해 보게 하였다.

The screenshot shows the Duolingo mobile application interface. At the top, there's a navigation bar with icons for 'Home', 'Lessons', 'Profile', and 'Help'. Below this, there are several sections: 'Learn Korean' with a progress bar at 98%, 'Recent Progress' showing 100% for Korean, and 'Recent Lessons' with a list of completed lessons like 'Learn Korean', 'Learn English', and 'Learn French'. The main area features a large 'Korean' button with a circular progress bar indicating 100% completion. To the right, there's a circular icon with a question mark and a small text box that says 'Learn Korean now!'. At the bottom, there are tabs for 'Korean', 'English', and 'French', along with a 'Logout' button.

대단원마다 학습 개념을 정리하고, 통합적 사고를 기를 수 있는 문제를 제시하여으며 저체 하스은 서창하 스 이드로 하여다

창의적  
문제 해결

프로젝트  
설계서

An adult female lesser kestrel (Falco naumanni).

1. 창업위하게 신입화는 퇴양이나 토수를 만들하고 적절하게 충전할 수 있는 과정 기술을 찾아라.

2 모듈별로 설계되었던 흐름이나 요구를 준수할 수 있는 방법을 과학 기술을 활용하여 고도화하거나 혁신화하는 행위를 말한다.

3 찾을별로 제작한 천연사를 소개하고 다른 모듈의 천연사를 소개해 보자.

여기서는 정을 시  
모을정 나

5. 무분별한 유통망에 친환경망에 학습역할을 할지어반하는가?
6. 실현이 가능한 방법을 고민하여 제언서를 제작하였는가?

▶ 다음 문장의 말투를 알고 개인적인 우주관 짐작 개인 및 민족을  
설을 찾았는가?

정부지침

창의적 문제 해결 프로젝트에서 주어진 문제를 해결하면서 대단원 학습 내용을 통합적으로 적용하여 과학 영역을 기를 수 있게 된다.

# 차례

## 변화와 다양성

### 1. 지구 환경 변화와 생물다양성

01. 지구 환경 변화	16
02. 진화와 생물다양성	22
생활 속 과학_ 생물다양성 보전을 위한 노력	28
중단원 마무리	29

### 2. 화학 변화

01. 산화와 환원	32
02. 산과 염기	38
03. 물질 변화에서 에너지의 출입	46
진로와 직업_ 문화유산 보존원	52
중단원 마무리	53
대단원 마무리	56
창의적 문제 해결 프로젝트	
_ 산성화된 토양이나 호수 되살리기	58

## 환경과 에너지

### 1. 생태계와 환경 변화

01. 생물과 환경	62
02. 생태계평형	66
03. 지구 환경 변화와 인간 생활	72
_ 과학_ 국내 최대 생태 연구 기관, 국립생태원	80
_ 중단원 마무리	81

### 2. 에너지 전환과 활용

01. 태양 에너지의 생성과 전환	84
02. 발전과 에너지원	88
03. 에너지 효율과 신재생 에너지	96
_ 진로와 직업_ 에너지 절약 컨설턴트	104
_ 중단원 마무리	105
_ 대단원 마무리	108
_ 창의적 문제 해결 프로젝트	
_ 에너지 효율이 좋은 풍력 자동차 고안하기	110

# 과학과 미래 사회

## 부록

<b>1. 과학 기술의 활용</b>			
01. 과학의 유용성과 필요성	114	탐구 보충 자료	143
02. 과학 기술 사회에서 빅데이터 활용	120	학습 자료	145
첨단 과학_환경과 빅데이터	124	정답과 해설	155
중단원 마무리	125	찾아보기	159
		자료 출처	161
<b>2. 과학 기술의 발전과 쟁점</b>			
01. 과학 기술과 미래 사회	126		
02. 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리	132		
진로와 직업_과학 기술 전문 에듀테이너	136		
중단원 마무리	137		
대단원 마무리	138		
창의적 문제 해결 프로젝트		『통합과학1』에서는	
센서를 이용하여 자동으로 식물에 물을		과학의 5 개 영역을 통합하여	
공급하는 장치 만들기	140	다음의 단원을 학습해요!	

### 과학의 기초

- 1. 과학의 기본량
- 2. 과학의 측정과 우리 사회

### 물질과 규칙성

- 1. 자연의 구성 원소
- 2. 물질의 규칙성과 성질

### 시스템과 상호작용

- 1. 지구시스템
- 2. 역학 시스템
- 3. 생명 시스템



# 실험실 안전 수칙

## 전

- 안전 설비와 비상구의 위치를 알아 둔다.
- 긴 머리는 단정하게 묶는다.
- 실험복, 보안경 등 안전 장비를 착용한다.
- 실험실 안에서는 선생님의 안내에 따르고 행동에 대해 허락을 받는다.

## 중

불을 조심한다.

사고가 일어나면 큰 소리로 알린다.

실험 기구는 정확한 사용 방법을 익힌 뒤 사용한다.

실험실에서 음식을 먹지 않는다.

가열 기구를 사용할 때에는 주의 깊게 살핀다.

장난을 치지 않는다.

실험 중 자리를 비우지 않는다.

실험실에서 뛰지 않는다.

시약병을 함부로 들고 다니지 않는다.

화학 약품을 맛보지 않는다.

- 실험 전후에 정리 정돈을 한다.
- 실험할 때 나온 폐기물은 종류별로 지정된 곳에 모아 처리한다.

## 후

실험실에서 배출되는 시약을 한 통에 넣으면 화학 반응이 일어나 유독 가스가 발생하거나 폭발할 수 있으므로 종류별로 분리하여 배출해야 한다.

- 폐수 통은 유기계 폐수, 산성 폐수, 알칼리계 폐수, 무기계 폐수 등으로 구별하여 준비한다.
- 중금속 염의 수용액은 중금속 통에 따로 배출한다.
- 독극물이나 수은 같은 따로 배출하고, 신속하게 처리를 의뢰한다.

시약	특징 및 관리	폐기 방법
염산 (HCl)	<ul style="list-style-type: none"> <li>염화 수소 기체가 물에 녹은 수용액으로 강산이다.</li> <li>반응성이 크며, 물에 녹여도 휘발성이 높기 때문에 염산을 사용할 때에는 환기가 잘되는 곳에서 사용한다.</li> <li>진한 염산을 끓힐 때에는 열이 발생하므로 물에 진한 염산을 천천히 부으면서 희석한다.</li> </ul>	다량의 물로 희석하거나 묽은 수산화 나트륨 수용액으로 중화한 뒤 무기계 폐수 통에 배출하여 처리한다.
수산화 나트륨 (NaOH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>흰색의 고체로, 수산화 나트륨이 물에 녹으면 수용액은 강염기이다.</li> <li>수산화 나트륨을 공기 중에 두면 물을 흡수하여 녹고, 이산화 탄소와 쉽게 반응하므로 공기 중에 노출되지 않도록 한다.</li> <li>물에 잘 녹으며, 녹을 때 많은 열이 발생한다.</li> </ul>	묽은 산으로 중화한 뒤 무기계 폐수 통에 배출하여 처리한다.
과산화 수소수 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>색깔과 냄새가 없는 액체이다.</li> <li>물과 산소로 쉽게 분해되는 강한 산화 작용을 한다.</li> <li>진한 농도의 과산화 수소수는 피부에 닿으면 심한 화상을 유발한다.</li> </ul>	기체가 더 이상 발생하지 않는지 확인한 뒤 다량의 물로 희석하여 방류한다.
산화 칼슘 (CaO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>흰색의 고체이다.</li> <li>물과 반응하면 열이 발생하면서 녹아 강염기인 수산화 칼슘을 생성한다.</li> <li>산화 칼슘을 공기 중에 두면 이산화 탄소와 반응하여 탄산 칼슘이 생성되거나 물을 흡수하여 수산화 칼슘이 생성되므로 공기 중에 노출되지 않도록 한다.</li> </ul>	무기계 폐시약 통에 보관한 뒤 처리한다.

### 안전사고 대처 요령

감전되었을 때	화상을 입었을 때	유리 기구가 깨졌을 때	눈에 시약이 튀었을 때
전원을 내린 뒤 감전된 학생을 재빨리 전기 기구와 분리하고 119에 신고한다.	차가운 물로 씻고 열기를 식힌 뒤 즉시 선생님께 상황을 알리고 병원에서 치료를 받는다.	유리로 된 실험 기구가 깨지면 만지지 않고 선생님께 알린 뒤 지시에 따라 처리한다.	눈 세척기나 흐르는 물에 충분히 씻는다.

상처에 피가 났을 때	유독한 화학 약품 냄새를 맡았을 때	화재가 발생했을 때
소독용 에탄올로 소독하고 깨끗한 천으로 눌러 지혈한 뒤 보건실이나 병원으로 가서 치료를 받는다.	실험실 밖으로 나온 뒤 옷을 느슨하게 하고 신선한 공기를 마신다.	<p>“불이야!”라고 외쳐 선생님과 다른 학생들에게 상황을 알리고, 젖은 걸레나 방화포 등으로 덮어서 불을 끈다.</p> <p><b>화재가 클 때</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>소화기로 불을 끄며 화재 경보기를 울리고 119에 신고한다.</li> <li>몸을 낮춘 상태에서 수건 등으로 코와 입을 막고 비상 대피로를 통해 밖으로 나간다.</li> </ol>

## 야외 활동 안전 수칙

### 전

- 활동 장소의 날씨 예보를 확인하고 적합한 옷을 준비한다.
- 활동 장소가 숲인 경우에는 가급적 긴팔, 긴바지, 운동화를 착용한다.
- 곤충 기피제, 벌레에 물렸을 때 바르는 약을 준비한다.
- 햇빛이 강한 날에는 모자를 착용하고 자외선 차단제를 바른다.

출입이 금지된 구역에는  
들어가지 않는다.

독이 있는 곤충이나 벌레는  
함부로 만지지 않는다.

야생 식물을 함부로  
먹지 않는다.

자연을 훼손하거나 동식물을  
해치지 않도록 한다.

### 후

- 해가 지기 전에 활동을 마치고, 활동 시 관찰 결과를 일지로 작성한다.
- 활동 과정에서 발생한 쓰레기는 다시 가져간다.

# 실험 기구 사용 방법

## 시험관 사용 방법

시험관의 윗부분을 손가락으로 가볍게 잡는다.

시험관 집게로 시험관을 잡고, 약간 기울여 개열한다. 시험관 입구는 사람이 없는 쪽을 향하게 한다.

시험관 밑에 손가락을 대고 시험관 솔로 닦는다.

깨끗하게 닦은 시험관은 시험관대에 거꾸로 세워 말린다.

## 스포이트 사용 방법

시약이 들어 있는  
스포이트는  
눕히지 않게  
주의한다.

엄지손가락과 집게손가락으로 고무 꼭지를 잡고, 나머지 손가락으로 유리 부분을 감싸 쥐듯이 잡는다.

고무 꼭지를 누르면서 스포이트를 시약병에 넣은 다음, 고무 꼭지를 천천히 놓으면서 시약을 빨아들인다.

스포이트를 비커나 시험관의 한쪽 벽에 대고 시약을 천천히 흘려 넣는다. 비커나 시험관 속의 물질에 스포이트가 닿지 않게 주의한다.

## 시약 옮기는 방법

비커에 유리 막대를 약간 기울여 세우고, 유리 막대를 따라 시약을 조금씩 흘려 넣는다.

시약을 약순가락으로 덜어 내어 시험관에 조금씩 넣는다. 시약병 뚜껑은 한쪽 면이 위를 향하게 놓는다.

## 눈금 읽는 방법

눈금실린더를 평평한 곳에 놓고, 액체 표면의 오목한 부분과 같은 눈높이에서 수평으로 눈금을 읽는다.

최소 눈금의  $\frac{1}{10}$  까지 읽는다.

## 전자저울 사용 방법

### 수평 조절기

1. 저울을 평평한 곳에 옮겨놓고 수평이 되었는지 확인한 다음 전원을 켠다.
2. 빈 용기를 옮겨놓고 영점 단추를 눌러 영점을 맞춘다.
3. 물질을 용기에 넣고 저울에 나타나는 숫자를 읽는다.

수평이 아니면 수평 조절기로 수평을 맞춘다.

저울의 허용 최대 중량을 확인하고 그 이상 올리지 않게 주의한다.

## 가열 기구 사용 방법

1. 가스 조절 장치를 시계 반대 방향으로 돌린다.

2. 점화 버튼을 눌러 불을 붙인다.

3. 가스 조절 장치를 시계 방향으로 끝까지 돌려 불을 끈다.

가스가 새지 않도록 주의한다.

가열 기구를 사용할 때에는 주변에 다른 물건이나 약품이 없도록 정리한다.

가스 조절  
장치

점화  
버튼

### 가열판

1. 전원을 켜고 온도 조절기를 돌려 온도를 조절한다.

2. 사용이 끝나면 전원을 끄고 전원 꽂개를 뽑는다.

사용 중이나 사용 직후에는 가열 기구가 뜨거우므로 만지지 않도록 한다.

전원 꽂개

손잡이

가열 기구를 사용할 때에는 주변에 다른 물건이나 약품이 없도록 정리한다.

### 온도 조절기



**창의적  
문제 해결을  
위한 학습 안내**

- 1 생물다양성이 중요한 까닭은 무엇일까?
- 2 중화 반응으로 환경 오염 피해를 줄일 수 있을까?  
“산성화된 토양이나 호수 되살리기”

각 질문의 답은 찾고, 58 쪽에서 프로젝트를 해보세요!

# 지구 환경 변화

지질 시대를 통해 지구 환경이 끊임없이 변화해 왔음을 설명할 수 있다.

지구 환경 변화가 생물다양성에 미치는 영향을 추론할 수 있다.

## 지구 환경 변화와 생물다양성

이전 학습 내용

- 지층
- 화석의 생성
- 과거 생물과 환경
- 변이와 생물다양성
- 생물다양성보전의 중요성

### 환경 변화에 따른 고래의 진화 모습 그리기

다음은 고래의 진화와 관련된 글이다.

QR

1

최초의 고래는 늑대 정도의 크기에 네 다리, 발굽, 긴 꼬리를 가진 육상동물이었다. 최초의 고래가 생활하던 육지 환경은 점차 사냥하기에 적당하지 않아졌고, 고래는 바다에서 먹이를 찾기 시작하였다. 초기에는 바닷가에서 먹이를 구하다가 차츰 얇은 바다를 드나들었다. 그려는 동안 주둥이가 점차 길어지며 몸의 형태가 물고기를 사냥하는 데 유리하게 진화하였다.

최초의 고래에서 진화한 단계의 고래는 여전히 네 다리와 긴 꼬리가 있어 육지에서 걸을 수 있었다. 또한 발에 물갈퀴가 있어 발을 노젓듯이 움직이며 바다에서 헤엄칠 수도 있었다.

이후 고래는 진화를 거듭하며 바다에 적응하게 되어 주로 바다에서 생활하게 되었다.

1. 과거 고래가 살았던 환경은 어떻게 변해 왔는지 이야기해 보자.

2. 바다에 적응하게 된 시기의 고래 모습은 어떠하였을지 그려 보자.

1

학습하면서  
답을 찾아보아요.

생물다양성이 중요한  
까닭은 무엇일까?

## 화석과 지질 시대

박물관이나 역사관에 전시된 과거 사진이나 유물을 보면 과거 사람들이 입었던 옷이나 먹었던 음식 등 그 당시의 생활 양식을 알 수 있다. 그러면 아주 오래전 지구 환경과 지구에 살았던 생물의 모습은 어떻게 알 수 있을까?

과거에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층에 남아 있는 것을 **화석**이라고 한다. 일반적으로 화석은 생물의 뼈나 껍질 같은 단단한 부분이 남아 만들어지지만 공룡이나 새의 발자국, 생물이 뚫은 구멍, 알, 배설물 등도 화석이 될 수 있다. 지층에서 발견되는 화석을 조사하면 과거에 살았던 생물의 구조와 특징, 생물의 진화 과정 등을 알 수 있다. 또한 |그림 I-1|과 같이 화석을 통해 생물이 살았던 당시의 지구 환경에 대한 정보를 얻을 수 있다.

인터넷 활용 멀티미디어

화석을 관찰할 수 있는 누리집([www.digitalatlasofancientlife.org](http://www.digitalatlasofancientlife.org))에서 다양한 화석을 입체적으로 볼 수 있다.

### 삼엽충 화석

퇴적 환경이나 생김새 등으로 볼 때 삼엽충은 바다에 살았음을 알 수 있다.

### 산호 화석

현재 산호의 서식 환경으로 볼 때 산호 화석이 나온 지역은 과거에 수온이 높고 수심이 얕은 바다였음을 알 수 있다.

|그림 I-1| 화석으로 알 수 있는 과거의 환경

지구가 탄생한 후부터 현재까지 지질학적 활동이 일어나고 있는 시대를 **지질 시대**라고 한다. |그림 I-2|는 지질 시대를 구분하여 나타낸 것으로, 선캄브리아시대가 지질 시대의 대부분을 차지한다. 선캄브리아시대 이후에는 생물이 번성하여 화석이 많이 발견되며, 화석에 나타나는 생물계의 큰 변화를 기준으로 고생대, 중생대, 신생대로 구분한다.

### 선캄브리아시대

지질 기록에서 처음으로 풍부하고 다양한 생물의 화석이 산출되는 시기는 고생대의 시작인 캄브리아기이다. 선캄브리아시대는 화석이 거의 발견되지 않는 시대, 즉 캄브리아기 이전의 시대라는 뜻이다.

신생대(1.4 %)

선캄브리아시대  
(88.2 %)

고생대  
(6.3 %)

중생대  
(4.1 %)

45.67

5.39

2.52      0.66  
(억 년 전)

|그림 I-2| 지질 시대의 구분

(출처: 국제총서위원회, 2023)

지질 시대에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층에 남아 있는 것을 무엇이라고 하는지 쓰시오.

## 지질 시대의 지구 환경과 생물의 변화

지질 시대 동안 지구 환경이 변함에 따라 다양한 생물이 번성하다가 사라졌으며, 일부는 새로운 환경에 적응하며 변화해 왔다. 다음 활동에서 지질 시대의 지구 환경과 생물 변천 과정을 살펴보자.

### 지질 시대의 지구 환경과 생물 관찰하기

그림은 지질 시대의 지구 환경과 생물을 관찰하는 모습이다.

#### 인터넷 활용 검색

- 고생물학연구소 누리집([www.priweb.org](http://www.priweb.org))에서 선캄브리아시대의 바다 환경과 고생대의 바다 환경을 살펴보자.
- 선캄브리아시대와 고생대의 해양 생물 모습을 비교해 보자.

고생물학연구소 누리집에서 지질 시대의 지구 환경과 생물을 관찰할 수 있다.

#### 지구과학과 연계

지질 시대에 관한 내용은 『지구과학』의 'Ⅱ. 지구의 역사와 한반도의 암석'에서 자세히 학습할 수 있다.

선캄브리아시대와 고생대의 지구 환경에는 차이가 있었으므로 각 시대에 번성하였던 생물의 종류도 달랐다. 지질 시대 동안 지구 환경은 어떻게 변화해 왔고, 이에 따라 생물의 모습은 어떻게 달라졌을까?

|그림 I-3| 지질 시대의 지구 환경과 생물

선캄브리아시대

고생대

|그림 I-3|과 같이 지질 시대 동안 지구 환경은 끊임없이 변화해 왔다. 지구 환경이 변함에 따라 생물도 다양하게 번성하고 진화하였다.

**선캄브리아시대**에는 강하게 내리쬐는 자외선 때문에 생물이 주로 바다에서 생활하였을 것으로 추정된다. 약 35억 년 전 남세균이 출현하여 바다에 산소를 방출하기 시작하였고, 이후 대기에도 산소가 축적되었다. 선캄브리아시대 말기에는 최초의 다세포생물이 출현하였다.

**고생대**에는 오존층이 형성되어 생물에 유해한 자외선이 차단되면서 생물이 육상으로 진출할 수 있게 되었다. 바다에는 삼엽충, 어류 등 다양한 생물이 번성하였고, 육지에는 양서류, 대형 곤충, 양치식물이 번성하였다. 이처럼 고생대에는 생물의 종류가 다양해지고, 생물의 수가 크게 증가하였다. 고생대 말기에는 여러 대륙이 모여 초대륙인 판게아를 이루면서 서식지가 축소되었고 기후가 급격히 변화하여 생물의 종과 개체수가 크게 감소하였다.

**중생대**에는 전반적으로 기후가 온난하였고, 판게아가 분리되면서 수륙 분포가 변하였다. 고생대 말기의 급격한 환경 변화에서 살아남은 생물은 새로운 환경에서 번성하기 시작하였다. 바다에는 암모나이트가 번성하였고, 육지에는 다양한 종류의 공룡, 은행나무와 같은 곁씨식물이 번성하였다.

**신생대**에는 초기부터 중기까지 대체로 온난하였지만 말기에는 빙하기와 간빙기가 반복되었다. 또한 대륙의 이동과 분리가 진행되어 오늘날과 비슷한 수륙 분포를 이루게 되었다. 바다에는 화폐석이 번성하였고, 육지에는 매머드와 같은 포유류, 참나무와 같은 속씨식물이 번성하였다. 신생대 말기에는 인류의 조상이 출현하였고, 진화를 거듭하여 현재의 모습에 이르렀다.

오존층이 형성되어 생물이 육상으로 진출할 수 있게 된 시기는 ( )이다.

중생대

#### 남세균과 스트로마톨라이트

남세균은 최초의 광합성 생물이다. 스트로마톨라이트는 남세균의 점액질에 모래나 진흙 같은 부유물이 달라붙어 만들어진 퇴적 구조이다.

스트로마톨라이트 단면

#### ● 빙하기

기후가 한랭하여 고위도 지역이나 산악 지대에 빙하가 발달한 시기

#### ● 간빙기

방하기와 빙하기 사이의 기후가 온난한 시기

신생대

## 대멸종과 생물다양성

공룡은 중생대에 가장 번성하였던 동물이지만 지금은 멸종하여 찾아볼 수 없다. 이처럼 생물이 환경의 변화에 적응하지 못하거나 다른 집단과의 경쟁에서 도태되면 멸종에 이를 수 있다. 특히 지구 환경이 갑작스럽게 변화하여 많은 생물이 짧은 기간 동안 광범위한 지역에서 멸종하는 것을 **대멸종**이라고 한다. 지질 시대 동안 생물의 변천 과정에서 대멸종이 여러 번 일어났었다. 다음 탐구에서 대멸종의 원인을 설명하는 여러 가설을 알아보자.

### 생물 대멸종의 원인을 설명하는 가설의 타당성 평가

조사, 추론

#### 목표

생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화를 조사하고, 생물 대멸종의 원인을 설명하는 가설이 과학적으로 타당한지 평가할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

#### ● 과

생물의 분류 체계인 '종-속-과-목-강-문-계' 중 한 단계

#### 활동 길잡이

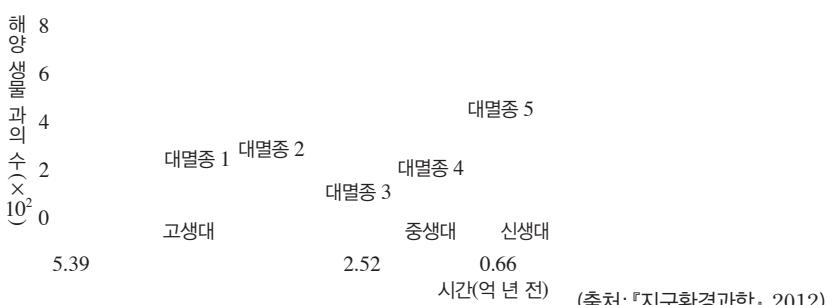
대멸종의 원인을 설명하는 가설을 조사할 때에는 과학적 근거가 있는지에 초점을 둔다.

**문제 인식** 생물 대멸종의 원인을 설명하는 가설에는 어떤 것이 있으며, 가설의 타당성을 어떻게 평가할 수 있을까?

#### 과정

- 그림은 지질 시대 동안 해양 생물 과의 수 변화에 따른 대멸종 시기를 나타낸 것이다. 모둠별로 대멸종 시기 중 하나를 선택해 보자.

모둠별로 대멸종 시기를 다르게 선택한다.



- 선택한 시기의 대멸종 원인을 설명하는 하나의 가설을 정해 보자.

기후 변화설      해양 무산소설      화산 폭발설      소행성 충돌설

- 과정 2에서 정한 가설의 내용과 대멸종 이후 생물계의 변화를 조사해 보자.

#### 대멸종 시기

가설 및  
내용

대멸종 이후  
생물계의 변화

- 과정 3에서 조사한 내용을 정리하여 온라인 협업 플랫폼에 올려 보자.

## 5. 모둠별로 조사한 가설의 타당성을 아래의 평가 기준에 따라 평가해 보자.

- ✓ 가설을 뒷받침하는 과학적인 증거가 있는가?      ✓ 전 지구적인 환경 변화를 초래하였는가?
- ✓ 다른 과학적 사실에 어긋나지 않는가?      ✓ 생물을 멸종할 만큼 위력적이었는가?

### 결과 및 정리

1. 가설의 타당성을 평가할 때 가장 중요하다고 생각되는 기준을 토의해 보자.
2. 대멸종 이후 생물계의 변화를 바탕으로 지질 시대의 급격한 환경 변화가 생물다양성에 미치는 영향을 추론해 보자.

### 스스로 평가

**지식·이해** 대멸종의 원인을 설명하는 가설의 내용을 이해하였는가?

**과정·기능** 과학적 근거를 바탕으로 대멸종 이후 생물계의 변화를 조사하였는가?

**가치·태도** 가설의 타당성 평가 과정에서 모둠원의 의견을 존중하였는가?

지질 시대 동안 대멸종은 다섯 번 일어난 것으로 알려져 있다. 각각의 대멸종이 발생한 이후 오랜 시간이 흘러 대멸종의 주요 원인을 알아내기가 쉽지 않지만 지구 환경의 급격한 변화가 대멸종을 초래하였다는 점은 확실하다. 지구 환경이 급격하게 변화하여 대멸종이 일어난 뒤에는 |그림 I-4|와 같이 생물의 수가 줄어들고, 생물의 종이 크게 달라졌다. 대멸종에서 살아남아 새로운 환경에 적응한 생물은 오랜 시간에 걸쳐 다양한 종으로 진화하였다. 이러한 과정이 지질 시대 동안 끊임없이 반복되면서 오늘날의 생물다양성을 형성하였다.

대멸종 전

대멸종 후

|그림 I-4| 고생대 말기 대멸종 전과 후의 모습

( )에서 살아남아 새로운 환경에 적응한 생물은 다양한 종으로 진화하였다.

### 중생대로의 시간 여행

박물관에서는 지질 시대의 지구 환경과 생물의 모습을 재현하여 전시하고 있다. 학교의 일부를 전시 공간으로 가정하고 지질 시대 중 하나의 시대를 선택하여 전시 기획서를 만들어 보자.

**기획 의도:** 온난한 기후가 지속되었던 중생대에 번성하였던 육상 생물의 모습을 재현해 보자.  
**준비물:** 지정토, 시물 모형, 이동과 공동 모형 등  
전시 내용:

이 단원을 학습한 다음 16 쪽의 **학습 목표**를 점검해 보자.

# 진화와 생물다양성

변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어남을 설명할 수 있다.

진화의 과정을 통해 생물다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다.

## 허리케인이 도마뱀의 생존에 미친 영향

나무에 서식하는 도마뱀은 발바닥의 뺨판을 이용하여 나무를 자유롭게 오르내릴 수 있다. 그림은 나무에 붙어 있는 도마뱀의 모습을 나타낸 것이다.

뺨판

1. 이 도마뱀이 나무에 서식하는 데 영향을 주는 도마뱀의 형질을 몸의 구조와 관련지어 이야기해 보자.
2. 도마뱀이 서식하는 곳에 허리케인이 자주 지나간다고 가정하자. 어떤 형질을 가진 도마뱀이 강한 바람에도 나무에서 떨어지지 않고 살아남을 수 있을지 생각해 보고, 이를 그림으로 그려 보자.

## 변이와 자연선택

도마뱀은 같은 종이라도 개체마다 앞다리의 길이, 발바닥의 넓이, 발바닥 뺨판의 크기 등에 차이가 있다. 이처럼 같은 종의 개체 사이에 나타나는 형질의 차이를 **변이**라고 한다. |그림 I-5|는 생물의 다양한 변이를 나타낸 것이다.

### ● 종

자연적으로 교배하여 생식 가능한 자손을 낳을 수 있는 생물의 집단

▲ 무당벌레의 딱지날개 무늬와 색      ▲ 기린의 털 무늬와 색      ▲ 호랑나비의 날개 무늬와 색

|그림 I-5| 생물의 다양한 변이

변이는 주로 개체가 가진 유전자의 차이로 나타난다. 유전자의 차이는 오랫동안 축적된 돌연변이와 유성생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합으로 발생한다. 즉 개체마다 유전정보가 조금씩 달라 같은 종의 개체들에서 다양한 형질이 나타나는 것이다.

자연 상태에서는 변이에 따라 개체마다 환경에 다르게 적응한다. 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 더 잘 살아남아 자손을 더 많이 남기는데, 이러한 과정을 **자연선택**이라고 한다. |그림 I-6|은 다양한 변이로부터 자연선택이 일어나는 과정을 나타낸 것이다. 자연선택된 개체의 형질은 자손에게 전달되어 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체수가 증가한다.

### ● 돌연변이

DNA의 유전정보가 달라져 부모에게 없던 형질이 나타나는 현상

### 유성생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합

암수 생식세포가 결합하여 새로운 개체를 만드는 과정에서 암수로부터 각각 절반의 염색체를 다양한 조합으로 물려받는다. 그 결과 같은 부모로부터 태어난 개체들 사이에도 유전자의 차이가 나타난다.

같은 종의 생물 무리에 다양한 형질을 가진 개체들이 존재한다.

자연 상태에서 포식자의 눈에 더 잘 띠는 피식자 개체가 높은 비율로 잡아먹힌다.

시간이 지남에 따라 포식자의 눈에 덜 띠는 피식자 개체가 더 잘 살아남는다.

살아남은 개체의 형질이 자손에게 전달되어 그 형질을 가진 개체수가 증가한다.

|그림 I-6| 자연선택이 일어나는 과정

환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체에 비해 더 잘 살아남아 자손을 더 많이 남기는 과정을 ( )이라고 한다.

### 포식과 피식

서로 다른 종 사이의 먹고 먹히는 관계를 말한다. 이때 잡아먹는 생물을 포식자라고 하고, 먹이가 되는 생물을 피식자라고 한다.

## 생물의 진화

수십억 년의 지질 시대를 거치면서 지구 환경은 끊임없이 변화하였으며 생물도 이에 적응하여 지속적으로 변화하였다. 오랜 시간 동안 여러 세대를 거치면서 생물이 변화하는 현상을 **진화**라고 한다. 다음 탐구에서 자연선택에 의해 생물이 진화하는 과정을 알아보자.

### 자연선택 과정에 대한 모의실험

모의실험, 추론

#### 목표

다양한 변이가 있는 생물 무리에서 환경 변화에 따라 자연선택이 일어나는 과정을 설명할 수 있다.

#### 준비물

네 가지 색 뺨튀기 과자(빨간색, 주황색, 노란색, 초록색), 두 가지 색 도화지(빨간색, 초록색), 젓가락

#### 활동 길잡이

- 과자의 색깔이 각기 다른 것은 변이에, 과자를 도화지 밖으로 꺼내는 것은 포식에, 남은 과자의 비율에 맞춰 과자를 추가하는 것은 증식에 비유한다.
- 추가하는 과자의 개수를 계산할 때에는 각각 반올림하여 그 합이 15가 되도록 한다.
- 도화지의 색깔을 바꾸는 것은 환경 변화에 비유한다.

**문제 인식** 다양한 변이가 있는 생물 무리에서 환경 변화에 따라 어떻게 자연선택이 일어날까?

#### 과정 및 결과

1. 모둠별로 빨간색 도화지 위에 네 가지 색 뺨튀기 과자를 각각 10 개씩 올려놓고 잘 섞는다.
2. 모둠원 3 명은 각자 눈을 감았다가 떴을 때 가장 먼저 눈에 띠는 과자를 젓가락으로 1 개 집어서 도화지 밖으로 꺼낸다. 이를 반복하여 한 사람당 과자를 총 5 개씩 꺼낸다.
3. 도화지 위에 남은 과자의 개수를 색깔별로 센 다음 아래 표에 기록한다. 이후 색깔별로 남은 과자의 비율에 맞춰 총 15 개의 과자를 추가하여 잘 섞는다.
4. 과정 2~과정 3을 2 회 더 반복한 뒤 결과를 표에 기록한다.

과자 색깔	빨간색	주황색	노란색	초록색
남은 과자의 개수	1 회	2 회	3 회	

5. 빨간색 도화지를 초록색 도화지로 바꾸고, 과정 1~과정 4를 반복한 뒤 결과를 표에 기록한다.

과자 색깔	빨간색	주황색	노란색	초록색
남은 과자의 개수	1 회	2 회	3 회	

#### 정리

1. 빨간색 도화지와 초록색 도화지 위에 각각 남아 있는 색깔별 과자의 개수가 어떻게 변화하는지 설명해 보자.
2. 도화지 색깔에 따라 남아 있는 색깔별 과자의 개수가 다른 까닭을 설명해 보자.

## 결론

다양한 변이가 있는 생물 무리에서 환경 변화에 따라 자연선택이 일어나는 과정을 추론해 보자.

인터넷에서 ‘자연선택 시뮬레이션’을 검색하여 실행하고, 자연선택이 일어나는 과정을 설명해 보자.

자연선택 시뮬레이션(natural selection simulation)

## 스스로 평가

**지식·이해** 환경 변화에 따라 자연선택이 일어나는 과정을 설명하였는가?

**과정·기능** 실험 결과를 토대로 자연선택이 일어나는 과정을 추론하였는가?

**가치·태도** 모의실험 과정에서 모둠원의 의견을 존중하였는가?

탐구 과정을 반복하면 빨간색 도화지 위에 남아 있는 빨간색 과자의 비율이 높아진다. 이후 도화지를 초록색으로 바꾸면 도화지 위에 남아 있는 빨간색 과자의 비율이 낮아진다. 이와 같이 어떤 환경에서는 생존에 유리한 형질이 다른 환경에서는 생존에 불리하게 작용하여 자연선택의 결과가 달라지기도 한다.

다윈은 **자연선택설**을 기초로 하여 생물의 진화를 설명하였다. 이에 따르면 생물은 먹이나 서식지 등 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 자손을 낳는다. 이때 과잉 생산된 개체들 사이에 다양한 변이가 나타나며, 이들은 먹이, 서식지, 배우자 등을 차지하기 위해 생존경쟁을 한다. 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 살아남아 자손을 남길 확률이 크다. 결국 생존경쟁에서 살아남은 개체가 생존에 유리한 형질을 자손에게 전달하여 그 형질을 가진 개체의 비율이 증가하며, 이 과정이 반복되어 생물이 진화한다. |그림 I-7|은 다윈의 자연선택설로 설명한 기린의 진화 과정이다.

많은 수의 기린이 살고 있었고, 기린의 목 길이는 짧은 것에서 긴 것까지 다양하였다.

목이 짧은 기린은 높은 곳의 잎을 먹기 불리하여 죽었고, 목이 긴 기린만 살아남았다.

살아남은 목이 긴 기린이 자손을 남겼고, 이 과정이 반복되어 목이 긴 기린이 번성하였다.

|그림 I-7| 자연선택설로 설명한 기린의 진화 과정

오랜 시간 동안 여러 세대를 거치면서 생물이 변화하는 현상을 ( )라고 한다.

## 생물다양성

오늘날과 같이 지구의 생물종이 다양해진 것은 새로운 생물종의 출현이 가능했기 때문이다. 다음 활동에서 갈라파고스 제도에 사는 편치가 여러 종으로 다양해지는 과정을 알아보자.

### 생물종이 다양해지는 과정 추론하기

#### 갈라파고스 제도

남아메리카 대륙에서 약 1000 km 떨어진 곳에 있으며, 19 개의 섬으로 이루어져 있다. 섬마다 환경이 다르고, 섬들이 서로 멀리 떨어져 있어 생물이 왕래하기 어렵다.

남아메리카 대륙에서 한 종의 편치 무리가 갈라파고스 제도로 건너왔다. 그로부터 오랜 시간이 지나 갈라파고스 제도에는 각 섬의 환경에 적응하여 부리의 모양과 크기가 다른 여러 종의 편치가 살고 있다. 다음은 다양한 편치와 먹이의 종류를 나타낸 것이다.

곤충이 많은 섬에는 뾰족하고  
가느다란 부리를 가진 편치가  
살아남아 번성하였다.

크고 껍질이 단단한 씨를 만드는 식물이 많은 섬에는 크고 튼튼한 부리를 가진 편치가 살아남아 번성하였다.

부드러운 열매가 많이 나는 섬에는  
큰 부리를 가진 편치가 살아남아 번성하였다.

선인장이 많은 섬에는 선인장  
가시보다 긴 부리를 가진 편치가  
살아남아 번성하였다.

- 편치의 부리 모양과 크기가 다양하게 변화하는 데 가장 크게 영향을 준 요인은 무엇인가?
- 편치가 여러 종으로 다양해지는 과정을 자연선택에 의한 진화와 관련지어 추론해 보자.

갈라파고스 제도에 사는 편치는 주어진 환경에서 먹이를 먹기에 가장 잘 적응한 형태의 부리를 갖고 있다. 이를 통해 오랜 시간 동안 서로 다른 환경에 적응한 결과 여러 종의 편치로 다양해진 것임을 알 수 있다. 이처럼 지구 생태계의 다양한 환경에서 생물은 서로 다른 방향으로 자연선택되었으며, 이 과정이 오랫동안 반복되어 현재와 같이 생물종이 다양해졌다.

**생물다양성**은 생물이 지닌 유전자의 다양성, 일정한 지역에서 관찰되는 생물종의 다양성, 생물이 서식하는 생태계의 다양성을 모두 포함하는 개념이다. 한 집단에 속한 개체들의 유전적 다양성이 높으면 종다양성이 높아지며, 종다양성은 생태계의 다양성을 안정적으로 유지하는 원천이 된다. 또한 생태계가 다양할수록 종다양성과 유전적 다양성도 높아진다.

|그림 I-8|은 생물다양성의 3 가지 요소를 나타낸 것이다.

같은 종에서 개체마다 유전자  
가 달라 다양한 형질이 나타  
나는 것을 의미한다.

일정한 지역에 사는 생물종의  
다양한 정도를 의미한다.

사막, 초원, 삼림, 강, 바다 등  
다양한 생태계가 존재하는 것  
을 의미한다.

### |그림 I-8| 생물다양성

생명이 있는 모든 생물은 소중하다는 본질적 가치 외에도 생물은 서로 밀접한 관계를 맺고 살아가므로 다양한 생물은 생태계를 안정적으로 유지하는 데 중요하다. 또한 우리는 생물로부터 식량, 의복, 의약품 등을 얻어 생활에 이용하므로 생물다양성이 높을수록 활용할 수 있는 생물자원이 풍부해진다.

최근 생물다양성은 다양한 원인으로 빠르게 감소하고 있다. 이러한 원인은 대부분 인간의 활동과 관련이 깊다. 생물다양성이 빠르게 감소하는 주요 원인으로는 서식지파괴 및 단편화, 불법 포획과 남획, 환경 오염과 기후 변화, 외래생물의 유입 등이 있다.

생물다양성을 보전하기 위해서는 생물다양성 감소 요인을 줄이는 노력이 필요하다. 즉 생물의 서식지를 복원하거나 보존하고, 단편화된 서식지를 연결하는 생태통로를 설치하여 동물이 안전하게 이동할 수 있도록 한다. 야생 생물의 불법 포획이나 남획을 금지하고, 환경 오염 방지 대책 및 기후 변화 해결 방안을 지속적으로 마련하여 시행한다. 또한 외래생물을 도입하기에 앞서 외래생물이 생태계에 미칠 영향을 철저히 검증한다.

생물다양성에 포함되는 3 가지 요소를 쓰시오.

#### ● 서식지단편화

도로 건설, 주택 개발 등으로 대규모의 서식지가 소규모로 나누어지는 것

#### ● 남획

사냥이나 고기잡이 등으로 생물을 과도하게 많이 잡는 행위

생물다양성을 보전하기 위한 개인적·사회적·국제적 차원의 구체적인 사례와 실천 방안을 조사하고, 이를 정리하여 발표해 보자.

#### 생물다양성보전을 위한 노력

##### [개인적 노력]

쓰레기 뿐만 아니라

##### [사회적 노력]

생태통로를 설치합니다.

##### [국제적 노력]

생물다양성 협약을 체결합니다.

이 단원을 학습한 다음  
22 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

## 생물다양성보전을 위한 노력

고창군에는 다양한 생물이 살고 있는 습지가 있다. 과거 이 지역은 습지를 개간한 계단식 논이 있던 곳이었는데, 1980년대 초 더 이상 논으로 사용하지 않으면서 30년 넘게 사람의 손길이 닿지 않게 되었다. 인위적인 간섭이 사라지자 이 지역은 본래의 모습으로 복원되기 시작하였다.

고창습지는 한때 등산로와 콘크리트 배수로 등으로 위기를 겪기도 하였다. 이를 해결하기 위해 고창군과 지역단체는 기존 도로를 차단하고 탐방로를 조성하였다. 그 결과 기존 도로였던 곳에 나무가 우거지면서 토양에 빗물이 저장되고 빗물 이동 속도가 느려져 습지가 안정적으로 형성되었다. 또한 습지 탐방로는 공중에 띄워진 나무 구조물로 조성하였는데, 폭이 좁은 바닥판을 촘촘하지 않게 설치하여 구조물 아래에 서식하는 식물도 빛을 충분히 받을 수 있도록 하였다. 현재 고창습지에는 수달, 황새, 팔색조 등의 멸종 위기종을 비롯하여 다양한 생물종이 살고 있다. 그 밖에도 지역단체와 마을주민들은 고창습지를 생태계보전을 위한 생태 교육장으로 활용하고 있으며 습지의 현명한 이용을 위한 인식 증진 교육도 꾸준히 진행하는 등 고창습지의 가치를 알리고 보존하기 위해 함께 노력하고 있다.

수달

팔색조

토의  
하기

1. 습지가 생태계에 미치는 영향을 생각해 보고, 습지가 사라졌을 때 생길 수 있는 문제점을 토의해 보자.
2. 습지를 보전하기 위해 우리가 할 수 있는 실천 방안을 토의하고 발표해 보자.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 생물다양성이 중요한 까닭은 무엇일까?

생물다양성은 생물이 지닌 ( )의 다양성, 일정한 지역에서 관찰되는 생물종의 다양성, 생물이 서식하는 생태계의 다양성을 모두 포함하는 개념이다. 생물은 서로 밀접한 관계를 맺고 살아가므로 다양한 생물은 ( )을/를 안정적으로 유지하는 데 중요하며, 생물다양성이 높을수록 활용할 수 있는 ( )이/가 풍부해진다.

## 1 지구 환경 변화

16쪽~21쪽

- (1) **화석**: 지질 시대에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층에 남아 있는 것  
→ 화석으로 과거 생물의 구조와 특징, 생물의 진화 과정, 생물이 살았던 당시의 지구 환경 등을 알 수 있다.

- (2) : 지구가 탄생한 후부터 현재까지 지질학적 활동이 일어나고 있는 시대  
→ 선캄브리아시대, 고생대, 중생대, 신생대로 구분한다.

  - 지진, 화산, 지각, 지형 등



- 이가 형성되어 생물에 유해한 사

고생대

- 바다에는 삼엽충, 어류가 번성하였다.
  - 육지에는 양서류, 양치식물이 번성하였다.
  - 전반적으로 기후가 온난하였다.

LAUREL

- 바다에는 화폐석이 번성하였다.
  - 육지에는 포유류, 속씨식물이 번성하였다.

### (3) 대멸종과 생물다양성

- : 지구 환경이 갑작스럽게 변화하여 많은 생물이 짧은 기간 동안 광범위한 지역에서 멸종하는 것
  - 대멸종에서 살아남아 새로운 환경에 적응한 생물은 오랜 시간에 걸쳐 다양화 족으로 진화하였다.

## 2 진화와 생물다양성

22쪽~27쪽

- (1) : 같은 종의 개체 간에 나타나는 형질의 차이  
무당벌레의 다양한 딱지날개 무늬와 색

(2) : 생물 무리에서 환경에 적응하기 유리한 형  
질을 가진 개체가 그렇지 않은 개체에 비해 더 잘 살아남  
아 자손을 더 많이 남기는 과정

(3) **다윈의 자연선택설:** 과잉 생산된 자손 사이에 다양한 변이  
가 나타나며, 개체 사이에 생존경쟁이 일어난다. 이때 환  
경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택되며,  
이 과정이 반복되어 생물이 진화한다.

목 길이가 다양한 기린이 살고 있었다.	목이 긴 기린이 생존 경쟁에서 살아남았다.	목이 긴 기린이 자손 을 남겨 결국 목이 긴 기린이 번성하였다.
--------------------------	----------------------------	---

#### (4) 새문간야서

- : 같은 종에서 형질을 결정하는 유전자의 다양 한 정도
  - : 일정한 지역에 사는 생물종의 다양한 정도
  - : 어느 지역에 존재하는 생태계의 다양화 정도

◀ 새문간 약선이 이기

## 01

|화석|

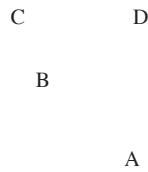
화석으로 알 수 있는 정보를 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 생물의 구조
- ㄴ. 지층의 생성 원인
- ㄷ. 생물의 진화 과정
- ㄹ. 생물이 살았던 환경

## 02

|지질 시대|

그림은 지질 시대의 상대적 길이를 나타낸 것이다.

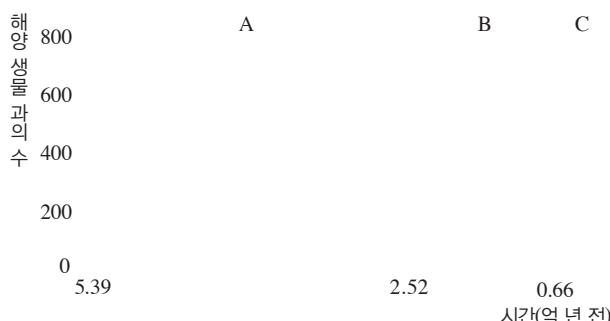


- (1) A~D에 해당하는 각 지질 시대의 이름을 쓰시오.
- (2) A~D 중 최초의 육상 생물이 등장한 시대를 쓰고, 그 시대에 육상 생물이 등장할 수 있었던 까닭을 설명하시오.

## 03

|대멸종과 생물다양성|

그림은 A~C 시대 동안 해양 생물 과의 수 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. A 시대 말기에 해양 생물이 가장 많이 멸종하였다.
- ㄴ. B 시대 말기에 해양 생물 과의 수가 감소한 까닭은 판게아의 형성과 관련이 있다.
- ㄷ. C 시대에 바다에서는 화폐석이 번성하였다.
- ㄹ. C 시대보다 A 시대에 해양 생물이 다양하였다.

## 04

|지질 시대의 환경과 생물|

그림 (가)~(다)는 지질 시대의 모습을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가)
- (나)
- (다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 오래된 시대부터 나열하면 (나) → (가) → (다)이다.
- ㄴ. (가) 시대의 바다에는 암모나이트가 번성하였다.
- ㄷ. (나) 시대에는 인류의 조상이 출현하였다.
- ㄹ. (다) 시대에는 전반적으로 기후가 온난하였다.

## 05

|변이와 자연선택|

변이와 자연선택에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 변이는 주로 개체가 가진 유전자의 차이로 나타난다.
- ㄴ. 자연선택된 개체의 형질은 자손에게 전달될 수 있다.
- ㄷ. 같은 형질이라도 환경이 다르면 자연선택의 결과가 다를 수 있다.

## 06

|다윈의 자연선택설|

다음은 다윈의 자연선택설에 의한 진화의 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체가 살아남는다.
- (나) 개체들 사이에서 먹이나 서식지 등을 차지하기 위해 생존경쟁이 일어난다.
- (다) 환경에 더 잘 적응한 개체가 생존에 유리한 형질을 자손에게 전달하며, 이 과정이 반복되어 진화한다.
- (라) 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 자손을 낳는다. 이때 개체들 사이에 다양한 변이가 나타난다.

(가)~(라)를 순서대로 나열하시오.

## 07

| 생물의 진화 |

다음은 갈라파고스 제도의 여러 섬에 서식하는 핀치를 보고 학생들이 나누는 대화 내용이다.

- 학생 A: 섬마다 먹이의 종류가 달라서 핀치의 부리 모양과 크기가 다양해.
- 학생 B: 오랫동안 서로 다른 환경에 적응하면서 부리의 모양과 크기가 다양해졌지만, 핀치는 모두 같은 종이므로 생물종이 다양해진 것은 아니야.

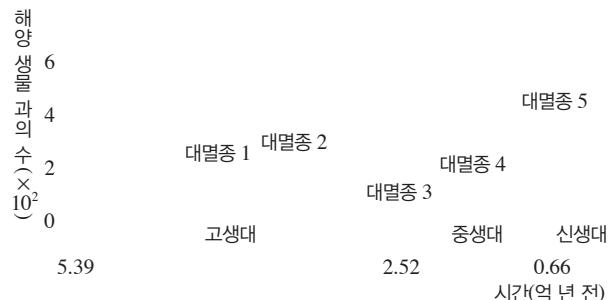
대화에서 옳지 않은 부분을 찾아 밑줄을 치고 옳게 고치시오.

## 창의적 문제 해결력 기르기

### 09

| 대멸종과 생물다양성 |

그림은 지질 시대 동안 해양 생물 과의 수 변화에 따른 대멸종 시기를 나타낸 것이다.



지구 환경의 급격한 변화 때문에 대멸종이 다섯 번 일어났지만 현재는 수많은 생물이 살고 있다. 대멸종 이후 생물다양성이 형성된 과정을 쓰고, 오늘날 다양한 인간 활동이 생물다양성에 미치는 영향을 설명하시오.

## 08

| 생물다양성의 의미 |

그림은 생물다양성의 세 가지 요소에 해당하는 사례를 각각 나타낸 것이다.

(가)

삼림, 초원, 사막, 갯벌 등 다양한 생태계가 존재한다.

생물다양성

(나)

습지에는 동식물을 포함하여 다양한 생물이 서식한다.

(다)

같은 종의 기린에서 털 무늬와 색이 서로 다르다.

(가)~(다)의 사례에 해당하는 생물다양성을 각각 쓰시오.

## 10

| 생물다양성보전 |

다음은 외래생물인 뉴트리아에 대한 설명이다.

1980년대에 농가의 소득을 올리기 위해 들여온 뉴트리는 수요 부족으로 생산 농가들이 사육을 포기하고 무단으로 방류하였다. 그 결과 뉴트리아의 개체수가 급속도로 증가하고 고유종을 잡아먹는 등 여러 가지 문제를 일으켰다. 이러한 문제를 해결하기 위해 뉴트리아의 인위적인 포획 활동이 계속되었는데, 이에 대해 외래생물이라고 해서 마구잡이로 포획하는 것은 사회적으로 생명을 경시하는 풍조가 만연해질 수 있다는 우려의 목소리가 높다.

인위적인 포획 외에 생태계 교란 외래생물 문제를 해결할 수 있는 방안을 설명하시오.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.

2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

# 산화와 환원

## 화학 변화

자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 철의 제련, 화석 연료의 사용 등에서 공통점을 찾아 산화와 환원을 이해할 수 있다.

생활 주변의 다양한 변화를 산화와 환원의 특징과 규칙성으로 분석할 수 있다.

### 이전 학습 내용

- 산성 용액과 염기성 용액
- 화학 변화
- 상태 변화와 열에너지
- 화학 반응에서 열에너지의 출입

### 산소 이야기 만들기

그림 (가)~(마)는 산소와 관련된 다양한 사례를 순서 없이 나열한 것이다.

(가) 철의 제련법 발견

(다) 별 내부에서 산소 생성

(나) 남세균의 출현과  
광합성 시작

2

학습하면서  
답을 찾아보아요.

중화반응으로 환경 오염  
피해를 줄일 수 있을까?

(라) 휘발유의 연소로  
움직이는 자동차

(마) 불의 발견

1. (가)~(마)를 시간순으로 나열해 보자.
2. 산소의 탄생부터 지금까지의 연대기를 써 보자.

## 자연과 인류의 역사에 변화를 가져온 화학 반응

자연과 인류의 역사를 살펴보면 여러 가지 화학 반응으로 많은 변화가 일어났다. 자연과 인류의 역사에 변화를 가져온 화학 반응에는 무엇이 있을까?

원시 지구의 대기는 질소, 이산화 탄소, 수증기 등이 주성분이었다. 그러나 원시 바다에서 남세균이 최초로 광합성을 하면서 산소가 발생하였고, 산소가 바다에 녹아 있던 철과 결합하여 산화 철이 생성되었다. 산소는 바닷속의 철과 충분히 반응한 뒤 대기 중으로 방출되었다. 그 결과 대기 중에 산소의 농도가 증가하였고 산소 호흡으로 에너지를 얻는 생물이 출현하였다.

스트로마톨라이트

|그림 I-9| 남세균의 퇴적물

인류는 산소와 결합한 산화물 형태의 광석으로부터 순수한 금속을 얻기 위해 노력해 왔다. 자연에서 철은 주로 산화 철로 존재한다. 순수한 철을 얻기 위해서는 산화 철에서 산소를 떼어 내야 하는데, 이 과정을 철의 제련이라고 한다. 인류는 철을 제련하여 |그림 I-10|과 같은 무기, 농기구 등을 만들어 사용하면서 철을 본격적으로 이용하는 철기 시대를

|그림 I-10| 철기 시대의 단검 맞이할 수 있었고, 인류 문명은 더욱 발달하였다.

지질 시대 생물의 유해가 쌓여 생성된 화석 연료는 산소와 결합하는 연소 과정에서 에너지를 방출한다. 18 세기 후반 인류는 화석 연료인 석탄을 에너지원으로 하는 증기 기관을 발명하였고, 이후 |그림 I-11|과 같이 증기 기관으로 움직이는 증기 기관차를 발명하였다. 이는 생산력의 향상과 교통의 발달로 이어져 농경 중심 사회에서 근대 산업 사회로 넘어가는 산업 혁명이 일어나는 데 큰 영향을 주었다.

|그림 I-11| 증기 기관차

광합성, 철의 제련, 화석 연료의 연소는 모두 자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져왔다. 그리고 이 반응은 모두 산소가 이동한다는 공통점이 있다. 이처럼 산소가 이동하는 반응을 산화·환원 반응이라고 한다.

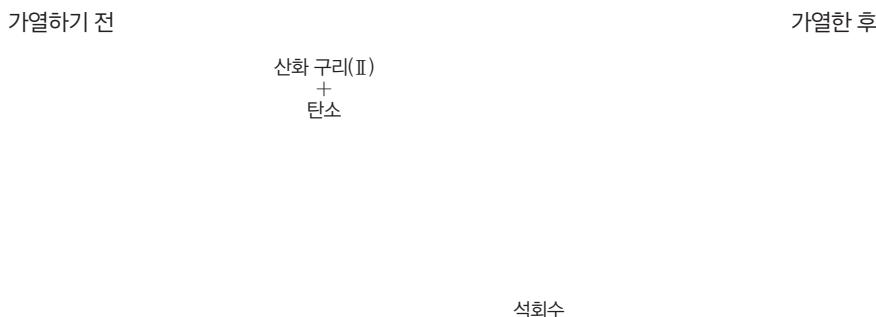
광합성, 철의 제련, 화석 연료의 연소에 공통적으로 관여하는 원소는 ( )이다.

## 산화·환원 반응

산소는 지구 대기의 약 21 %를 차지하고 있다. 그리고 산소는 다른 물질과 반응을 잘 하기 때문에 금속은 대부분 산소와 결합한 상태로 존재한다. 다음 활동으로 산소와 결합한 구리에서 순수한 구리를 얻는 반응을 알아보자.

## 산화 구리(II)와 탄소의 반응 알아보기

그림은 산화 구리(II)와 탄소를 섞은 혼합물이 들어 있는 시험관과 비커에 들어 있는 석회수를 고무관으로 연결한 뒤, 시험관을 가열하기 전과 가열한 후의 모습을 나타낸 것이다.



- 산화 구리(II)와 탄소가 반응하여 어떤 물질이 생겼는지 이야기해 보자.
  - 산화 구리(II)와 탄소의 반응을 산소의 이동으로 설명해 보자.

검은색의 산화 구리(II)와 탄소를 섞어 가열하면 붉은색의 구리와 이산화 탄소가 생성된다. 이 반응에서 탄소는 산화 구리(II)의 산소를 얻어 이산화 탄소가 되고, 산화 구리(II)는 산소를 잃어 구리가 된다.

### 산소를 얻음

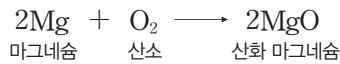


## 산소를 일으

이처럼 화학 반응이 일어날 때 물질이 산소를 얻는 반응을 **산화**라 하고, 물질이 산소를 잃는 반응을 **환원**이라고 한다. 화학 반응이 일어날 때 어떤 물질이 산소를 얻으려면 산소를 잃는 다른 물질이 있어야 한다. 따라서 산화와 환원은 항상 동시에 일어나다.

산소의 이동 이외의 방법으로 산화·환원 반응을 설명할 수 있  
을까? 마그네슘에 불을 붙이면 |그림 I-12|와 같이 마그네슘이  
밝은 빛을 내면서 연소하여 흰색의 산화 마그네슘이 생성된다.  
이 반응에서 마그네슘(Mg)은 전자를 잃어 마그네슘 이온  
( $Mg^{2+}$ )이 되고 산소(O)는 전자를 얻어 산화 이온( $O^{2-}$ )이 되며,  
두 이온이 결합하여 산화 마그네슘(MgO)이 생성된다. 이때 마 |그림 I-12| 마그네슘의 연소  
그네슘이 마그네슘 이온이 되는 것과 같이 전자를 잃는 반응을 **산화**라고 한다. 그리고 산소가  
산화 이온이 되는 것과 같이 전자를 얻는 반응을 **환원**이라고 한다.

전자를 잃음.



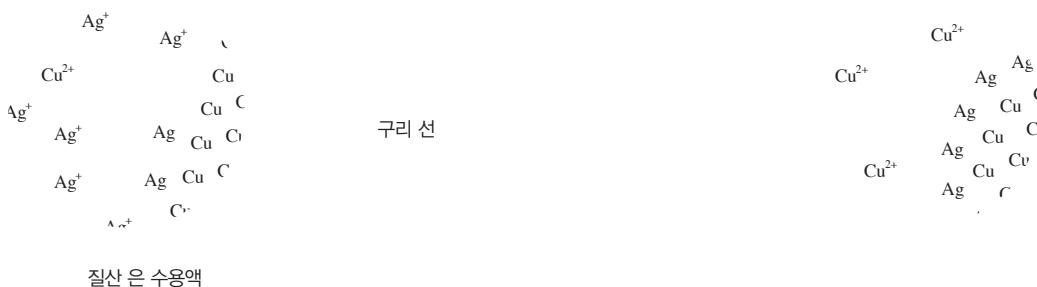
전자를 얻음.

산화·환원 반응을 전자의 이동으로 정의하면 산소의 이동이 없는 여러 가지 반응도 산화와  
환원으로 설명할 수 있다. 예를 들어 |그림 I-13|과 같이 무색의 질산 은 수용액에 구리 선을  
넣으면 수용액은 푸른색으로 변하고, 구리 선의 표면이 은색 물질로 덮인다. 이것은 구리(Cu)  
가 전자를 잃고 산화되어 구리 이온( $Cu^{2+}$ )으로 수용액에 녹아 들어가 푸른색을 나타내고, 은  
이온( $Ag^+$ )이 전자를 얻고 환원되어 은(Ag)으로 석출되기 때문이다.

전자를 잃음.



전자를 얻음.



|그림 I-13| 구리와 질산 은 수용액의 반응과 반응 모형

물질이 산소를 얻거나 전자를 잃는 반응을 ( )라고 하며, 물질이 산소를  
잃거나 전자를 얻는 반응을 ( )라고 한다.

## 산화·환원 반응의 이용

우리 주변에서는 불꽃놀이의 폭죽이 빛을 내는 현상과 같은 산화·환원 반응이 끊임없이 일어나고 있다. 다음 활동으로 주변에서 일어나고 있는 산화·환원 반응을 분석해 보자.

#### 생활 주변의 반응을 특징과 규칙성에 따라 분석하기

그림 (가)와 (나)는 우리 주변에서 산화·환원 반응이 일어나는 사례이다.

### (가) 철의 제련

#### (나) 수소 연료 전지

- (가), (나)와 관련된 산화·환원 반응을 조사해 보자.
  - (가), (나)에서 일어나는 산화·환원 반응의 특징과 규칙성을 분석해 보자.

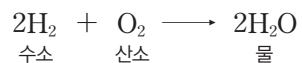
산화·환원 반응은 일상생활에서 유용하게 이용된다. 예를 들어 철을 제련하기 위해 용광로에 철광석과 코크스를 넣고 가열하면 먼저 코크스가 산화되어 일산화 탄소가 생성된다. 이후 철광석의 주성분인 산화 철(Ⅲ)에서 철 이온은 산소를 잃어 철로 환원되며, 일산화 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소로 산화된다. 생성된 철은 각종 기구를 만들거나 건축물을 지을 때 이용된다.

코크스

석탄을 원료로 하여 만든 것으로,  
탄소의 함량이 높다.

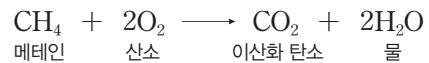


또한 수소 연료 전지에서는 수소와 산소가 반응하여 물이 생성되는 과정에서 산화·환원 반응이 일어난다. 이때 물질의 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되며, 이 전기 에너지는 수소 자동차의 동력원이나 우주선의 에너지원으로 이용된다.



물질이 연소하는 반응도 산화·환원 반응이다. 예를 들어 |그림 I-14|와 같이 도시가스의 주성분인 메테인이 연소하여 이산화 탄소와 물이 생성되는 과정에서 산화·환원 반응이 일어난다. 이때 많은 열이 발생하며, 이 열은 음식을 조리하거나 집 안을 난방할 때 이용된다.

|그림 I-14| 메테인의 연소



산화·환원 반응은 생명체에서도 일어난다. 광합성은 |그림 I-15|와 같이 식물이 빛에너지를 이용하여 양분을 합성하는 작용으로, 이산화 탄소와 물이 반응하여 포도당과 산소를 생성하는 과정에서 산화·환원 반응이 일어난다. 광합성으로 생성된 포도당은 생명체가 생명 현상을 유지하는 데 이용되며, 산소는 공기 중으로 방출된다.



|그림 I-15| 식물의 광합성

산화·환원 반응은 오래전부터 예술 분야에도 이용되어 왔다. 예를 들어 판화를 만드는 여러 가지 기법 중 에칭은 산성 부식액이 금속판을 부식시키는 산화·환원 반응을 이용하는 것이다. 또한 고려청자 특유의 푸른색은 도자기를 굽는 가마 안에서 철 이온이 환원되어 나타나는 것이다.

철의 재련 과정에서 산화되는 물질은 일산화 탄소이며, 환원되는 물질은 ( )이다.

오는 유달리 산화·환원 반응이 눈에 띄었다.  
아침에 사과를 먹는데 사과가  
가벼워서 거울을 보았다.

하루를 보내면서 관찰할 수 있는 산화·환원 반응을 찾아 산화·환원 반응 일기를 써 보자

체육 창고의 자물쇠가 녹이 슨  
거두 보았다

텔레비전에서 반딧불이가 반  
짝이는 장면도 보았다.

이 단원을 학습한 다음  
32 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

# 산과 염기

대표적인 산과 염기의 성질을 설명할 수 있다.

산과 염기를 혼합할 때 나타나는 중화 반응을 이해하고 생활에서 중화 반응을 이용하는 사례를 설명할 수 있다.

## 골든 로드 종이의 색 바꾸기

골든 로드 종이는 산성과 중성에서는 노란색을 띠고 염기성에서는 붉은색을 띤다. 골든 로드 종이의 색을 바꿔 보자.

1. 골든 로드 종이를 원하는 모양으로 접은 뒤 분무기를 사용하여 제빵 소다 수용액을 뿌리고 색 변화를 관찰한다.
2. 제빵 소다 수용액은 어떤 성질을 가지고 있을지 이야기해 보자.
3. 종이의 색을 원래대로 되돌릴 수 있는 방법을 찾아 색을 되돌려 보자.

## 산과 염기의 성질

레몬에는 신맛이 나는 산이 들어 있고, 제빵 소다에는 쓴맛이 나는 염기가 들어 있다. 그러면 산과 염기는 맛 이외에 어떤 성질이 있을까? 다음 탐구에서 산과 염기의 여러 가지 성질을 알아보자.

### 산과 염기의 성질 관찰

관찰, 의사소통

**문제 인식** 산과 염기는 각각 어떤 성질이 있을까?

#### 과정

- 그림과 같이 24 흠판에 묽은 염산, 레몬즙, 식초, 수산화 나트륨 수용액, 제빵 소다 수용액, 하수구 세정제를 각각 10 방울씩 떨어뜨린다.
- 각 수용액에 푸른색 리트머스 종이와 붉은색 리트머스 종이를 대어 보고 색 변화를 관찰한다.
- 각 수용액에 BTB 용액을 1 방울~2 방울씩 떨어뜨리고 색 변화를 관찰한다.
- 각 수용액에 전기 전도성 측정기를 넣어 전류가 흐르는지 관찰한다.  
수용액을 바꿀 때마다 전기 전도성 측정기의 전극을 종류 수로 깨끗이 씻어서 사용한다.
- 각 수용액에 마그네슘 리본을 넣고 변화를 관찰 한다.



#### 결과 및 정리

- 실험 결과를 표에 정리해 보자.

성질	물질	묽은 염산	레몬즙	식초	수산화 나트륨 수용액	제빵 소다 수용액	하수구 세정제
색	리트머스 종이						
변화	BTB 용액						
	전기 전도성						
	마그네슘과의 반응						

- 실험 결과를 바탕으로 산과 염기를 구분한 뒤 산과 염기는 각각 어떤 공통적인 성질이 있는지 이야기해 보자.

#### 목표

산의 공통적인 성질과 염기의 공통적인 성질을 관찰할 수 있다.

#### 준비물

묽은 염산, 레몬즙, 식초, 수산화 나트륨 수용액, 제빵 소다 수용액, 하수구 세정제, BTB 용액, 종류수, 스포이트, 전기 전도성 측정기, 푸른색 리트머스 종이, 붉은색 리트머스 종이, 마그네슘 리본, 24 흠판, 핀셋, 보안경, 실험용 장갑, 실험복

#### 안전 길잡이

- 시약이 피부나 옷에 묻지 않도록 주의한다.
- 실험이 끝난 뒤 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 산의 공통적인 성질과 염기의 공통적인 성질을 이해하였는가?

**과정·기능** 실험 결과를 바탕으로 산과 염기 각각의 공통적인 성질을 파악하였는가?

**가치·태도** 실험 과정에서 산과 염기의 성질에 대한 호기심을 가지게 되었는가?

붉은 염산, 레몬즙, 식초와 같은 산 수용액은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키고, 금속과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다. 이와 같이 산이 공통적으로 나타내는 성질을 **산성**이라고 한다. 또한 수산화 나트륨 수용액, 제빵 소다 수용액, 하수구 세정제와 같은 염기 수용액은 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키고, 대부분 금속과 반응하지 않는다. 이와 같이 염기가 공통적으로 나타내는 성질을 **염기성**이라고 한다.

	페놀프탈레이인 용액	
	BTB 용액	
	메틸 오렌지 용액	
산성	중성	염기성
그림 I-16  지시약의 색 변화		

이러한 산성과 염기성은 지시약으로 쉽게 구분할 수 있다. 지시약은 용액의 액성인 산성, 중성, 염기성에 따라 색이 변하는 물질로, 지시약의 종류에는 리트머스 종이뿐만 아니라 페놀프탈레이인 용액, BTB 용액, 메틸 오렌지 용액 등이 있다. |그림 I-16|은 용액의 액성에 따른 몇 가지 지시약의 색 변화를 나타낸 것이다.

전기 전도성 측정기			
레몬즙	마그네슘	달걀 껌데기 (탄산 칼슘)	
산은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.	산은 마그네슘, 철 등의 금속과 반 응하여 수소 기체를 발생시킨다.	산은 탄산 칼슘과 반응하여 이 산화 탄소 기체를 발생시킨다.	산 수용액은 전류가 흐른다.
제빵 소다 수용액	마그네슘	(단백질) 달걀 훈자	
염기는 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.	대부분의 염기는 마그네슘, 철 등의 금속과 반응하지 않는다.	염기는 단백질을 녹인다.	염기 수용액은 전류가 흐른다.

산과 염기의 수용액은 모두 전류가 흐른다. 이는 산과 염기가 물에 녹아 이온화하기 때문이며, 각각 이온화하면서 공통으로 내놓는 이온 때문에 공통적인 성질이 나타나는 것이다.

산성이 나타나는 까닭 |그림 I-17|과 같이 질산 칼륨 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이 위에 묽은 염산에 적신 실을 올린 뒤 전류를 흘려주면 리트머스 종이의 색이 (-)극 쪽으로 붉게 변한다. 아세트산 수용액, 묽은 질산, 묽은 황산으로 실험해도 같은 결과가 나타나며, 이로부터 산성은 양이온 때문에 나타나는 것을 알 수 있

염화 수소, 아세트산, 질산, 황산은 모두 물에 녹으면 이온화하여 수소 이온( $H^+$ )을 공통으로 내놓는다. 따라서 산성이 나타나는 까닭은 산 수용액에 공통으로 들어 있는 수소 이온 때문이며, 산은 수용액에서 수소 이온을 내놓는 물질이다.

## 묽은 염산에 적신 실

(+)극

(-)

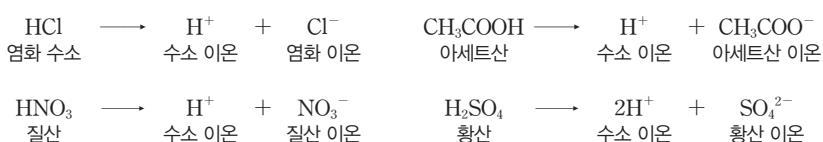
(+)

질산 칼륨 수용액에 적신  
푸른색 리트머스 종이

|그림 I-17| 산성을 나타내는 이온 화학식

열화 수소와 열산

염화 수소를 물에 녹인 수용액을  
염산이라고 한다.



염기성이 나타나는 까닭 |그림 I-18|과 같이 질산 칼륨 수용액에 적신 붉은색 리트머스 종이 위에 수산화 나트륨 수용액에 적신 실을 올린 뒤 전류를 흘려주면 리트머스 종이의 색이 (+)극 쪽으로 푸르게 변한다. 수산화 칼슘 수용액, 수산화 칼륨 수용액, 수산화 바륨 수용액으로 실험해도 같은 결과가 나타나며, 이로부터 염기성은 음

수산화 나트륨  
수용액에 저시 식

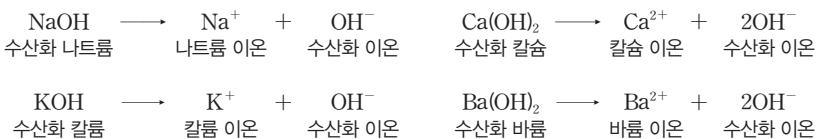
(-)극 질산 칼륨 수용액에 적신  
불은새 리트먼스 종이

(-)

(+)

## 질산 칼륨 수용액에 적신

구연화 나트륨, 구연화 칼륨, 구연화 철(II), 구연화 마그네슘은 모두 물에 녹으면 이온화하여 구연화 이온( $\text{OH}^-$ )을 공통으로 내놓는다. 따라서 염기성이 나타나는 까닭은 염기 수용액에 공통으로 들어 있는 수산화 이온 때문이며, **염기는 수용액에서 수산화 이온을 내놓는 물질이다.**



1. 산은 푸른색 리트머스 종이를 ( ) 변화시킨다.
  2. 염기는 수용액에서 ( ) 을/를 내놓는 물질이다.

## 중화 반응

산과 염기가 반응하면 산과 염기의 성질이 그대로 유지될까? 다음 탐구에서 산과 염기를 혼합할 때 나타나는 변화를 알아보자.

### 디지털

#### 산과 염기를 혼합할 때 나타나는 온도와 액성 변화 관찰

측정, 자료 변환

### 목표

산과 염기를 혼합할 때 용액의 온도를 측정하여 그래프로 나타내고 용액의 액성 변화를 설명할 수 있다.

### 준비물

묽은 염산, 수산화 나트륨 수용액, 종류수, BTB 용액, 유리 막대, 스포이트, 눈금실린더, 블루투스 온도계, 6 흠판, 스마트 기기, 보안경, 실험용 장갑, 실험복

### 활동 길잡이

- **지능형 과학실**에서 디지털 탐구 도구를 활용하여 탐구를 수행할 수 있다.
- 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 농도와 온도가 같은 것을 사용한다.

### 안전 길잡이

- 시약이 피부나 옷에 묻지 않도록 주의한다.
- 실험이 끝난 뒤 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

### 스스로 평가

**지식·이해** 산과 염기를 혼합할 때 나타나는 변화를 온도 및 액성과 관련지어 이해하였는가?

**과정·기능** 실험 결과를 바탕으로 혼합 용액의 온도 변화 그래프를 나타내었는가?

**가치·태도** 실험 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

**문제 인식** 산과 염기를 혼합하면 어떤 변화가 나타날까?

### 과정

1. 블루투스 온도계를 스마트 기기와 연결하고, 6 흠판에 A~E를 표시한다.
2. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 온도를 측정한다.
3. A 흠판에 묽은 염산 2 mL와 수산화 나트륨 수용액 10 mL를 넣고 섞은 뒤 최고 온도를 측정하여 기록한다.
4. 아래 표와 같이 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피를 다르게 하여 과정 3을 반복한다.  
과정을 반복할 때마다 블루투스 온도계의 전극을 종류수로 깨끗이 씻어서 사용한다.
5. A~E 흠판에 BTB 용액을 1 방울~2 방울씩 떨어뜨린 뒤 색 변화를 관찰하여 기록한다.

측정 값	
11:24:32 오전	25.3
11:24:33 오전	25.4
11:24:34 오전	25.4
11:24:35 오전	25.4
11:24:36 오전	25.4
11:24:37 오전	25.4
11:24:38 오전	25.3
11:24:39 오전	25.3
11:24:40 오전	25.3
11:24:41 오전	25.3
11:24:42 오전	25.3
11:24:43 오전	25.2
11:24:44 오전	25.2
11:24:45 오전	25.2
11:24:46 오전	25.2
11:24:47 오전	25.2

흡판	A	B	C	D	E
묽은 염산의 부피(mL)	2	4	6	8	10
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	10	8	6	4	2
혼합 용액의 최고 온도(°C)					
혼합 용액의 색					

### 결과 및 논의

1. 스프레드시트 앱을 활용하여 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피에 따른 온도 변화를 그래프로 나타내 보자.
2. 흠판 A~E 중 혼합 용액의 온도가 가장 높은 것을 확인한 뒤 그 까닭을 토의해 보자.
3. 흠판 A~E에서 혼합 용액의 액성을 이야기해 보자.

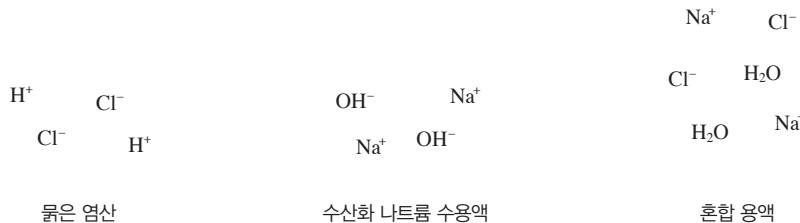
### 결론

산과 염기가 반응하면 어떤 변화가 나타나는지 설명해 보자.

산과 염기를 혼합하면 수소 이온과 수산화 이온이 반응하여 물이 생성된다. 이처럼 산과 염기가 반응하여 물이 생성되는 반응을 **중화 반응**이라고 한다. |그림 I-19|는 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응을 모형으로 나타낸 것이다.

#### 인터넷 활용 시뮬레이션

'중화 반응 모형'을 검색하면 여러 가지 용액의 중화 반응을 보여 주는 시뮬레이션을 찾을 수 있다.



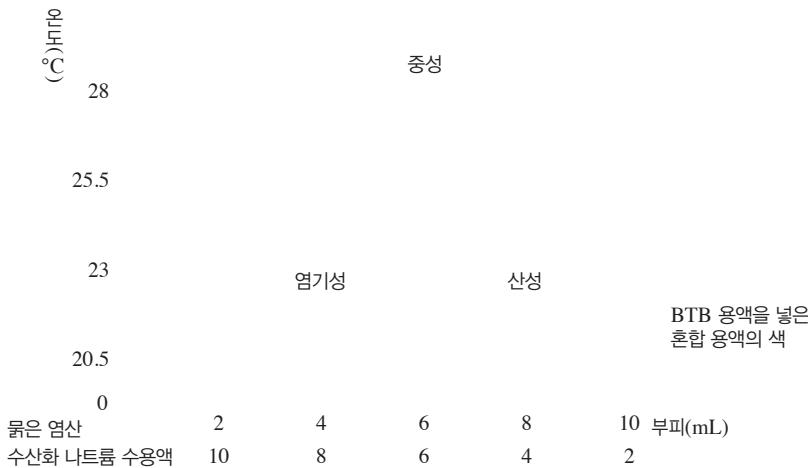
|그림 I-19| 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 반응 모형

중화 반응이 일어날 때 수소 이온과 수산화 이온은 1:1의 개수비로 반응하여 물을 생성한다. 따라서 혼합하는 수소 이온과 수산화 이온의 수가 같으면 중화 반응이 완전히 일어나 혼합용액의 액성은 중성이 된다. 그리고 수소 이온의 수가 더 많으면 반응한 뒤 수소 이온이 남아 산성이 되고, 수산화 이온의 수가 더 많으면 반응한 뒤 수산화 이온이 남아 염기성이 된다.

한편 산과 염기를 혼합하면 혼합 용액의 온도가 높아진다. 이는 중화 반응이 일어날 때 열이 발생하기 때문이다. 중화 반응이 일어날 때 발생하는 열을 **중화열**이라고 하며, 반응한 수소 이온과 수산화 이온의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하여 혼합 용액의 온도가 더 높다.

#### 연결 학습

'I. 변화와 다양성' 47 쪽에서 중화 반응과 같이 에너지의 출입이 나타나는 다양한 물질 변화를 학습할 수 있다.



|그림 I-20| 농도와 온도가 같은 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응에서 온도와 액성 변화

산과 염기가 반응하여 물이 생성되는 반응을 ( )라고 한다.

## 중화 반응의 이용

음식을 먹고 나면 입속의 세균이 남은 음식을 분해하면서 산성 물질을 만들어 치아의 표면을 상하게 하기도 한다. 이때 양치질을 하면 치약에 들어 있는 염기성 물질이 산성 물질을 중화하여 충치를 예방할 수 있다. 이처럼 우리 주변에는 중화 반응을 이용하는 사례가 많다. 다음 활동으로 중화 반응을 이용하는 사례를 더 알아보자.

### 근대에 만들어진 종이 보존하기

다음은 근대에 만들어진 종이에 대한 설명이다.

근대에 만들어진 종이가 시간이 지남에 따라 누  
렇게 변하면서 서서히 바스러지고 있다. 이러한 문  
제는 당시에 만들어진 종이가 대부분 산성지이기  
때문에 발생하는 것으로, 산성지란 종이의 원료인  
펄프에 산성 첨가제를 섞어서 만든 종이이다. 종이  
의 훼손은 종이로 만들어진 문화유산의 손실로도 이  
어지기 때문에 우리나라뿐만 아니라 여러 나라에서  
는 산성지로 만들어진 자료를 보존하기 위해 많은 노  
력을 기울이고 있다.

▲ 근대에 제작된 오페라 악보

- 산성지로 만들어진 자료를 보존할 수 있는 방법을 중화 반응과 관련지어 조사해 보자.
- 이 외에도 일상생활에서 중화 반응을 이용하는 사례를 찾아보자.

근대에 생산된 대부분의 종이는 생산  
과정에서 산성 물질이 포함되어 시간이 흐  
르면서 변색되거나 부서지고 있다. 하지만 신  
라 시대의 목판 인쇄물인 무구정광대다라니경  
은 오랜 세월이 지났음에도 보존 상태가 좋은 편  
인데, 이는 한지가 중성을 띠기 때문이다. 오늘날에  
는 |그림 I-21|과 같이 산성을 띠는 펄프를 염기로 중  
화하여 만든 중성지를 이용하여 책, 연습장 등을 만들  
기도 한다.

|그림 I-21| 중성지로 만든 연습장

이 외에도 중화 반응은 |그림 I-22|와 같이 일상생활에서 이용된다. 생선 요리를 할 때 레몬 즙을 뿌리는 것은 레몬에 들어 있는 산성 물질로 생선 비린내의 주성분인 염기성 물질을 중화하여 비린내를 줄이기 위해서이다. 또한 산성 물질인 위산이 너무 많이 분비되어 속이 쓰릴 때 염기성 물질이 주성분인 제산제를 먹으면 위산을 중화하여 속 쓰림을 줄일 수 있다.

▲ 생선 요리에 뿌리는 레몬즙

▲ 속이 쓰릴 때 먹는 제산제

|그림 I-22| 여러 가지 중화 반응의 이용

중화 반응은 환경 오염의 피해를 줄이는 데에도 이용된다. 예를 들어 |그림 I-23|과 같이 산성화된 토양이나 호수에 주기적으로 염기성 물질인 석회 가루를 살포하여 토양이나 호수를 중화하기도 한다. 또한 공장에서 발생하는 산성 기체를 염기성 물질인 석회석으로 중화하여 배출하면 토양이나 호수의 산성화를 완화할 수 있다.

|그림 I-23| 산성화된 토양에 석회 가루를 뿌리는 모습

위산이 많이 분비되어 속이 쓰릴 때 먹는 제산제의 주성분은 (산성, 염기성) 물질이다.

### 김치의 신맛을 줄이는 방법

묵은 김치의 신맛을 줄이기 위해 제빵 소다를 사용하는 경우도 있다. 그 원리를 조사하여 카드 뉴스를 만들어 보자.

김치에서 신맛이 너무 나면 어떻게 해야 할까요?  
제빵 소다를 넣으면 됩니다…….

이 단원을 학습한 다음  
38 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 물질 변화에서 에너지의 출입

물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입함을 설명할 수 있다.

생활 주변에서 에너지가 출입하는 현상을 찾아 일상생활에서 어떻게 이용되는지 토의할 수 있다.

## 단어 찾기 놀이하기

그림은 여러 가지 물질의 변화와 관련된 단어로 만든 퍼즐을 나타낸 것이다.

육	흡	메	연	다	코	광
탄	전	카	소	갸	합	버
베	채	기	나	성	깨	세
재	라	뮤	분	라	고	포
응	에	키	타	해	마	호
마	고	타	모	니	잘	흡
상	바	에	기	화	규	치

1. 물질의 변화와 관련된 단어를 찾아 적어 보자.

가로, 세로, 대각선 방향으로 글자를 연속적으로 연결하여 단어를 찾는다.

2. 과정 1에서 찾은 단어를 에너지를 방출하는 변화와 흡수하는 변화로 분류해 보자.

## 물질 변화와 에너지의 출입

더운 여름날 소나기가 내리기 전에는 날씨가 후덥지근한데, 이는 많은 양의 수증기가 물로 액화하면서 열에너지를 방출하기 때문이다. 반면 더운 여름날 도로에 물을 뿌리면 시원해지는 데, 이는 물이 수증기로 기화하면서 열에너지를 흡수하기 때문이다. 이처럼 상태 변화와 같은 물리 변화가 일어날 때 에너지가 출입한다.

▲ 수증기의 액화로 후덥지근한 날씨  
|그림 I-24| 물리 변화에서 에너지의 출입 예

▲ 물의 기화로 시원해진 도로

화학 변화가 일어날 때에도 에너지가 출입한다. 나무가 연소할 때 주변으로 열에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아지며, 산과 염기가 중화 반응할 때 주변으로 중화열을 방출하여 용액의 온도가 높아진다. 반면 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 주변으로부터 열에너지를 흡수하여 주변의 온도가 낮아진다. 또한 물을 전기 분해할 때 물이 전기 에너지를 흡수하여 수소 기체와 산소 기체로 분해된다.

▲ 나무의 연소  
|그림 I-25| 화학 변화에서 에너지의 출입 예

질산 암모늄과 수산화 바륨의 반응  
질산 암모늄 + 수산화 바륨

질산 암모늄과 수산화 바륨의 반응  
물을 뿌린 나무판 위에서 질산 암모늄과 수산화 바륨을 반응시키면 나무판이 유리 기구에 달라붙는다. 이는 두 물질이 반응하면서 주변으로부터 열에너지를 흡수하여 유리 기구와 나무판 사이의 물이 얼었기 때문이다.

물리 변화, 화학 변화와 같은 물질 변화가 일어날 때 주변으로 에너지를 방출하거나 주변으로부터 에너지를 흡수한다. 이때 열에너지를 방출하면 주변의 온도가 높아지고, 열에너지를 흡수하면 주변의 온도가 낮아진다.

물질 변화가 일어날 때 주변으로 에너지를 ( )하거나 주변으로부터 에너지 를 ( ) 한다.

## 물질 변화에서 에너지의 출입 이용

우리 주변에서는 물질 변화가 일어날 때 출입하는 에너지를 유용하게 이용한다. 다음 탐구에서 에너지가 출입하는 현상을 찾아 일상생활에서 어떻게 이용되는지 알아보자.

### 에너지가 출입하는 현상을 이용한 사례 탐색

조사, 의사소통

#### 목표

생활 주변에서 에너지가 출입하는 현상을 찾아 일상생활에서 어떻게 이용되는지 토의할 수 있다.

**문제 인식** 일상생활에서 에너지가 출입하는 현상을 이용하는 사례에는 무엇이 있을까?

#### 과정

그림 (가)와 (나)는 생활 주변에서 관찰할 수 있는 현상을 나타낸 것이다.

#### 준비물

스마트 기기

(가) 메테인이 연소된다.

(나) 얼음이 녹아 물이 된다.

1. (가)와 (나) 현상을 에너지를 방출하는 현상과 흡수하는 현상으로 구분해 보자.
2. 각 현상에서 나타나는 에너지의 출입이 일상생활에서 어떻게 이용되는지 토의해 보자.
3. (가)와 (나) 이외에 에너지가 출입하는 현상을 다양하게 찾은 뒤 일상생활에서 어떻게 이용되는지 토의해 보자.
4. 모둠별로 조사한 내용을 발표해 보자.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 에너지의 출입 현상과 이용 사례를 옳게 관련지어 설명하였는가?

**과정·기능** 에너지의 출입 현상을 이용한 일상생활의 사례를 적절하게 찾았는가?

**가치·태도** 조사 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

#### 결과 및 정리

모둠별로 발표한 내용을 정리해 보자.

에너지의 방출 현상 이용

에너지의 흡수 현상 이용

일상생활에서는 |그림 I-26|과 같이 물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입하는 현상을 다양하게 이용한다. 과수원에서는 개화 시기에 물을 뿌려 냉해를 예방하기도 하는데, 이는 물이 얼음으로 응고하면서 열에너지를 방출하는 현상을 이용하는 것이다. 또한 추울 때 사용하는 일회용 손난로는 철 가루가 산화되어 산화 철이 되는 과정에서 열에너지를 방출하는 현상을 이용하는 것이다.

한편 신선식품을 배달할 때 얼음주머니를 넣어 신선도를 유지하기도 하는데, 이는 얼음이 물로 응해하면서 열에너지를 흡수하는 현상을 이용하는 것이다. 또한 제빵 소다를 넣어 빵을 구우면 탄산수소 나트륨이 열에너지를 흡수하여 분해되면서 이산화 탄소 기체가 발생하고, 밀가루 반죽은 점차 부풀어 오른다.

▼ 냉해 예방을 위해 뿌리는 물

▼ 일회용 손난로

▲ 신선식품 배달용 얼음주머니

▲ 부풀어 오른 빵

|그림 I-26| 물질 변화가 일어날 때 에너지의 출입 이용

물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입하는 현상은 일상생활뿐만 아니라 생명 현상과 지구 현상에서도 중요한 역할을 한다. 우리 몸속에서 세포호흡이 일어날 때 열에너지를 방출되며, 방출된 에너지의 일부는 생명활동에 이용된다. 식물은 빛에너지를 흡수하여 광합성을 하며, 광합성으로 생명을 유지하는 데 필요한 양분을 만든다. 한편 다양한 기상 현상 중 태풍은 바다에서 태양 에너지를 흡수하여 증발한 수증기가 물로 응결되는 과정에서 열에너지를 방출하며 발달한다.

일상생활에서 물질 변화가 일어날 때 방출하는 열에너지로 가열 장치 없이 음식을 조리하는 제품도 있다. 다음 탐구에서 물질 변화가 일어날 때 열에너지를 방출하는 현상을 이용한 음식 조리 방법을 직접 설계하고 실험해 보자.

## 물과 산화 칼슘을 이용한 음식 조리 방법 설계 및 실험

조사, 설계 및 수행

### 목표

가열 장치 없이 물과 산화 칼슘을 이용하여 음식을 조리하는 방법을 설계하고 실험할 수 있다.

### 준비물

물, 산화 칼슘, 온도계, 모둠별 준비 물, 보안경, 실험용 장갑, 면장갑, 실험복

문제 인식 가열 장치 없이 물과 산화 칼슘을 이용하여 어떻게 음식을 조리할 수 있을까?

### 과정

- 모둠별로 어떤 음식을 조리할지 정해 보자.
- 음식을 조리하기 위해 필요한 물과 산화 칼슘의 양을 조사해 보자.

달걀은 물의 온도를  $70^{\circ}\text{C}$  이상으로 15분 정도 유지하면 살을 수 있다. 이 조건을 유지하려면 산화 칼슘 50g과 물 200mL 정도를 반응시켜야 된다.

### 안전 길잡이

- 물과 산화 칼슘이 반응할 때 많은 양의 수증기와 열이 발생하므로 화상을 입지 않도록 주의한다.
- 화상을 입었을 때에는 즉시 차가운 물로 씻고 열기를 식힌 뒤 선생님께 상황을 알린다.
- 실험이 끝난 뒤 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

- 과정 1과 과정 2를 바탕으로 물과 산화 칼슘을 이용하여 음식을 조리하는 방법을 설계해 보자.

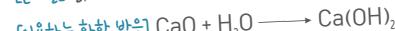
### 주제

### 준비물

### 이용하는 화학 반응

#### [주제] 달걀 살기

[준비물] 물, 산화 칼슘, 달걀, 비커, 알루미늄 포일



#### [조리 장치 설계]

### 조리 장치 설계도

달걀

알루미늄 포일 그릇

물

산화 칼슘

#### [조리 방법]

1. 알루미늄 포일을 이용하여 비커 안에 드러갈 수 있는 그릇을 만든다.

2. 비커에 산화 칼슘이 들어 있는 팩을 넣은 뒤 물을 넣는다.

3. 팩 위에 달걀과 물이 들어 있는 그릇을 올린다.

### 조리 방법

4. 과정 3에서 설계한 대로 조리 장치를 만든다.

5. 조리 장치를 사용하여 음식을 조리한다.

## 결과 및 정리

1. 모둠별로 음식을 조리한 방법을 발표해 보자.

2. 다른 모둠의 발표를 듣고 아래 항목에 따라 평가해 보자.

(매우 잘함: ★, 잘함: ○, 별로: △)

모둠	1	2	3	4	5	6
평가 항목						

조리 방법이 효과적  
인가?

조리 장치가 사용하  
기에 안전한가?

조리 장치의 구조나  
모양이 창의적인가?

3. 조리 방법대로 음식을 조리했을 때 예상한 대로 결과가 나오지 않았다면 그 원인을 분석해 보자.

4. 모둠별로 조리 방법의 효율성을 높일 수 있는 방법을 토의해 보자.

## 스스로 평가

**지식·이해** 물과 산화 칼슘의 반응으로 열에너지가 방출됨을 이해하였는가?

**과정·기능** 적절한 재료를 이용하여 조리 장치를 만들었는가?

**가치·태도** 음식을 조리할 때 안전 사항을 잘 지키며 적극적으로 참여하였는가?

1. 물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입하는 현상을 이용하는 사례를 한 가지 쓰시오.

2. 물과 산화 칼슘이 반응할 때 열에너지를 (방출, 흡수) 하므로 음식을 조리할 수 있다.

## 에너지의 흡수 현상을 이용한 반팔 EI

기능성 의류 중에는 물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입하는 현상을 이용하는 것도 있다. 기능성 의류의 종류와 원리를 조사한 뒤 이를 홍보해 보자.

이 반팔 EI에는 냉장·물걸이 들어 있는 캡슐이 있어요. 냉장 물걸이 땅과 만나면 열에너지 흡수하여 체온을 낮춰 줘요.

이 단원을 학습한 다음 46 쪽의 **학습 목표**를 점검해 보자.

# 진로와 직업

## 문화유산 보존원

한 나라의 문화유산에는 그 나라의 역사와 문화가 담겨 있다. 하지만 오랜 세월이 흐르면서 문화유산이 손상되거나 훼손되는 경우가 많다. 이러한 문화유산을 복원하여 문화유산에 새로운 생명을 불어넣고 후손들에게 전해 주기 위해 노력하는 사람을 문화유산 보존원이라고 한다.

### 어떤 일을 할까요?

문화유산 보존원은 문화유산의 파손 부위를 복원하고 관리한다. 즉 문화유산이 손상되거나 훼손된 원인과 그 과정을 과학적으로 규명하고, 적합한 과학적 방법을 활용하여 문화유산을 복원한다. 또한 복원과 관련된 기술을 연구하거나 유적지의 수리 및 보존 공사를 담당한다.

### 어떻게 준비할까요?

문화유산의 가치를 이해할 수 있는 역사적 지식을 쌓아야 한다. 또한 문화유산의 파손 부위를 조사하고 재료의 성분을 분석할 때 여러 가지 과학 지식이 필요하므로 화학, 생명과학 등의 과학 지식을 쌓고 전문성을 갖춰야 한다.

### 어떤 능력이 필요할까요?

문화유산을 정밀하게 복원하고 보존해야 하므로 집중력은 물론 손재주가 있어야 한다. 또한 문제를 논리적으로 분석하는 능력과 끈기 있게 문제를 해결해 나가는 능력이 필요하다. 무엇보다 우리 것을 소중히 여기는 마음이 뒷받침되어야 한다.

### 인공지능 복원가

인공지능(AI)을 활용하여 부서진 조각을 삼차원으로 스캔한 뒤 각 조각이 실제 문화유산의 어느 부분인지 파악한다. 또한 인공지능을 활용하여 안료의 종류, 그림의 형태 등을 분석하여 예술 작품, 유물과 같은 문화유산을 복원한다.

### 3D 프린터 신소재 개발자

플라스틱을 넘어 금속 등으로 범위를 넓혀 소재의 물성을 강화하거나 소재 자체를 다양화하는 등 3D 프린터를 활용한 모형 제작에 적합한 신소재를 연구하고 개발한다. 신소재를 활용한 3D 프린터는 손상되거나 훼손된 유물과 비슷한 소재로 모형을 제작하여 유물을 복원하거나 복제하는 데 이용된다.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

### 중화 반응으로 환경 오염 피해를 줄일 수 있을까?

중화 반응은 환경 오염의 피해를 줄이는 데에도 이용되고 있다. 산성화된 토양이나 호수에 ( ) 물질인 석회 가루를 살포하여 토양이나 호수를 중화하기도 한다. 또한 공장에서 발생하는 산성 기체를 염기성 물질인 석회석으로 ( )하여 배출하기도 한다.

1 산화와 환원

32 쪽~37 쪽

구분	산화	환원
산소의 이동	산소를 반응      산소를 반응	
	$2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 산화 구리(II) 탄소      구리 이산화 탄소	
전자의 이동	전자를 반응      전자를 반응	
	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{MgO}$ 마그네슘      산소      산화 마그네슘	
동시성	산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.	
이용	철의 제련, 수소 연료 전지, 연소, 광합성	

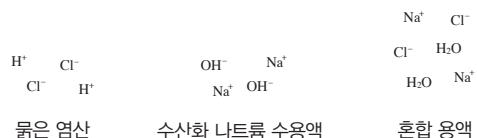
2 산과 염기

38 쪽~45 쪽

### (1) 산과 염기

(2) 중화 반응: 산과 염기가 반응하여 물이 생성되는 반응

→ 수소 이온과 수산화 이온은  
반응하다.



#### ▲ 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 반응 모형

(3) 중화열: 중화 반응이 일어날 때 발생하는 열

→ 반응한 수소 이온과 수산화 이온의 수가 많을수록 중화열이 많이 발생하다.

(4) 중화 반응의 이용: 염기성 치약, 중성지, 생선 요리에 레몬 즙 뿐리기 제사제

### 3 물질 변화에서 에너지의 출입

46 쪽~51 쪽

(1) 물질 변화가 일어날 때 주변으로 에너지를 방출하거나 주변으로부터 에너지를 흡수하다

- 에너지의 방출: 액화, 연소, 중화 반응
  - 에너지의 흡수: 기화, 전기 분해, 질산 암모늄과 수산화 바륨의 반응

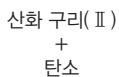
(2) 물질 변화가 일어날 때 열에너지를 방출하면 주변의 온도가 지고, 열에너지를 흡수하면 주변의 온도가 진다

(3) 물질 변화가 일어날 때 에너지의 출입 이용: 일회용 손난  
로 시서실품 배달용 얹으즈먼니

## 01

| 산소의 이동과 산화·환원 반응 |

그림과 같이 검은색 산화 구리(II)와 탄소를 혼합하여 시험관에 넣고 가열하였다.



석회수

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

ㄱ. 석회수는 아무런 변화가 없다.

ㄴ. 시험관 속에서 붉은색 물질이 생성된다.

ㄷ. 탄소가 환원되어 이산화 탄소가 발생한다.

## 02

| 전자의 이동과 산화·환원 반응 |

그림은 질산 은 수용액에 구리 선을 넣었을 때의 변화를 나타낸 것이다.

구리 선

질산 은  
수용액

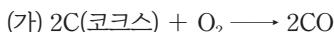
(1) 수용액의 색이 푸르게 변한 까닭을 설명하시오.

(2) 위 반응에서 전자를 얻어 환원된 물질을 쓰시오.

## 03

| 일상생활에서의 산화·환원 반응 |

다음은 철을 제련할 때 일어나는 두 가지 반응을 화학 반응식으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

ㄱ. (가)에서 코크스는 환원된다.

ㄴ. (나)에서 산화되는 물질은 철 이온이다.

ㄷ. 철의 제련 과정에서 물질 사이에 산소가 이동한다.

## 04

| 산성과 염기성 |

다음 설명에 해당하는 물질을 보기에서 있는 대로 고르시오.

ㄱ. 레몬즙

ㄷ. 묽은 염산

ㄴ. 제빵 소다 수용액

ㄹ. 수산화 나트륨 수용액

(1) 수용액에서 전류가 흐른다.

(2) 마그네슘을 넣으면 수소 기체가 발생한다.

## 05

| 산성이 나타나는 까닭 |

그림과 같이 질산 칼륨 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이 위에 묽은 염산에 적신 실을 올려놓고 전류를 흘려주었더니 실에서부터 (-)극 쪽으로 리트머스 종이가 붉게 변하였다.

묽은 염산에  
적신 실

(-)극

(+)극

질산 칼륨 수용액에 적신  
푸른색 리트머스 종이

이러한 현상이 나타나는 까닭을 설명하시오.

## 06

| 중화 반응 |

표는 같은 농도와 온도의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피를 다르게 하여 혼합한 용액 (가)~(라)에 대한 자료이다.

구분	(가)	(나)	(다)	(라)
----	-----	-----	-----	-----

묽은 염산의 부피(mL)	40	30	20	10
------------------	----	----	----	----

수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	20	30	40	50
------------------------	----	----	----	----

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

ㄱ. 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높은 것은 (나)이다.

ㄴ. 수산화 이온은 (가)보다 (다)에서 많이 존재한다.

ㄷ. (라)에 BTB 용액을 떨어뜨리면 혼합 용액이 파란색을 띤다.

## 07

| 물질 변화와 에너지의 출입 |

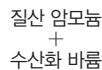
다음은 질산 암모늄과 수산화 바륨의 반응에서 에너지의 출입을 알아보기 위한 실험이다.

### [실험 과정]

- (가) 나무판 위에 물을 뿌린 뒤 질산 암모늄과 수산화 바륨을 넣은 삼각 플라스크를 올려놓는다.  
 (나) 유리 막대로 두 물질을 잘 섞은 뒤 삼각 플라스크를 들어 올린다.

### [실험 결과]

나무판이 삼각 플라스크에 달라붙은 채로 들어 올려 진다.



위 실험 결과가 나타나는 까닭을 에너지의 출입과 관련지어 설명하시오.

## 창의적 문제 해결력 기르기

## 09

| 산화·환원 반응 |

과일이나 채소에 많이 포함되어 있는 바이타민 C는 대표적인 항산화제이다. 항산화제란 다른 물질이 산화되는 것을 막아 주는 물질이다. 다음은 바이타민 C가 항산화제로 작용할 수 있는 원리를 알아보기 위한 실험이다.

바이타민 C를 녹인 용액을 청람색을 띠는 아이오딘–녹말 용액에 조금씩 넣으면서 저었더니 용액의 색이 무색이 되었다.

아이오딘–녹말 용액이 무색으로 변하는 까닭을 조사하고 이를 바탕으로 바이타민 C가 항산화제로 우리 몸속에서 어떤 역할을 할지 설명하시오.

## 10

| 산과 염기 |

다음은 과호흡에 대한 설명이다.

## 08

| 일상생활에서 에너지의 출입 이용 |

가열 장치 없이 음식을 조리할 때 활용하기에 가장 적절한 반응을 보기에서 고르시오.

- ㄱ. 열음의 용해
- ㄴ. 물과 산화 칼슘의 반응
- ㄷ. 탄산수소 나트륨의 열분해

우리는 호흡을 하여 산소를 받아들이고 이산화 탄소를 배출한다. 그런데 스트레스를 받거나 불안, 흥분 상태가 지속되면 과호흡이 일어날 수도 있다. 과호흡이 일어나면 이산화 탄소가 과도하게 배출되어 혈중 이산화 탄소의 농도가 낮아진다. 결국 혈액의 액성이 변하고 호흡 곤란과 같은 증상이 나타난다.

동맥혈의 산성도가 정상보다 높아지면 산혈증, 낮아지면 알칼리혈증이라고 한다. 과호흡이 일어나면 혈액의 산성도는 어떻게 되며 알맞은 대처 방법이 무엇인지 설명하시오.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.

2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

대단원 학습 내용을 스스로 정리하고 자신의 실력을 평가해 보자.

### 지질 시대의 환경과 생물의 변화

- 선캄브리아시대: 남세균이 출현하여 바다에 산소를 방출하였고, 최초의 다세포생물이 출현하였다.
- 고생대: 오존층이 형성되어 생물이 육상으로 진출하였고, 삼엽충, 어류, 양서류, 양치식물이 번성하였다.
- : 전반적으로 기후가 온난하였고, 공룡, 암모나이트, 곁씨식물이 번성하였다.
- : 오늘날과 비슷한 수륙 분포를 이루었고, 화폐석, 포유류, 속씨식물이 번성하였다.
- 대멸종에서 살아남아 새로운 환경에 적응한 생물은 진화하여 생물다양성을 형성하였다.

### 생물의 진화와 생물다양성

- 변이: 개체 사이에 나타나는 차이
- 자연선택: 환경 적응에 유리한 개체가 더 잘 살아남아 더 많은 자손을 남기는 과정  
→ 다양한 환경에서 서로 다른 방향으로 자연선택이 일어나 현재와 같이 생물종이 다양해졌다.
- 생물다양성: 유전적 다양성, , 생태계다양성을 모두 포함한다.
- 생태계를 안정적으로 유지하고 생물자원을 확보하기 위해 생물다양성을 보전해야 한다.

### 지구 환경 변화

## 변화와 다양성

### 산과 염기

#### 산과 염기

- 산: 수용액에서 을/를 내놓는 물질
- 염기: 수용액에서 을/를 내놓는 물질

#### 중화 반응

- 중화 반응: 산과 염기가 반응하여 물이 생성되는 반응  
→ 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생한다.
- 중화 반응의 이용: 염기성 치약, 중성지, 생선 요리에 레몬즙 뿌리기, 제산제

### 진화와 생물다양성

#### 산화와 환원

#### 산화와 환원

- 산화: 물질이 을/를 얻거나 전자를 잃는 반응
- 환원: 물질이 산소를 잃거나 을/를 얻는 반응
- 산화·환원 반응의 이용: 철의 제련, 수소 연료 전지, 연소, 광합성

### 물질 변화에서 에너지의 출입

#### 물질 변화에서 에너지의 출입

- 물질 변화가 일어날 때 주변으로 에너지를 하거나 주변으로부터 에너지를 한다.
- 물질 변화가 일어날 때 에너지의 출입 이용: 일회용 손난로, 신선식품 배달용 얼음주머니
- 물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입하는 현상은 생명 및 지구 현상에서 중요한 역할을 한다.

## 고고 연계

01

그림은 지질 시대의 상대적 길이를 나타낸 것이다.

신생대  
(1.4 %)

선캄브리아시대  
(88.2 %)

고생대  
(6.3 %)

중생대  
(4.1 %)

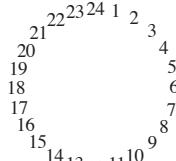
45.67

5.39

2.52

0.66 (억 년 전)

- (1) 지질 시대 전체를 24 시간으로 가정하여 지질 시계를 만든다  
고 할 때 각 시대에 해당하는 시간을 계산하여 그림의 지질 시  
계에 표시하시오.
- (2) 최초의 인류가 출현한 시기를 조사하여 지질 시계의 시각을  
구하시오.



## 실생활 적용

02

다음은 생물자원에 대한 설명이다.

글쓰기

생물자원은 인간이 생활에 이용하는 자원 중 생물  
에서 유래한 것을 의미한다. 예를 들어 쌀과 옥수수  
등은 식량으로 이용되고, 병충해에 저항성이 있는  
생물의 유전자는 생명공학기술을 이용한 새로운 농  
작물 개발에 활용된다. 그 밖에도 숲, 호수, 강 등은  
아름다운 경관을 이루어 인간에게 휴식 공간과 문화  
공간을 제공한다.

▲ 생태 관광 장소를 제공하는 생물자원

이 외에 생물자원이 활용된 사례를 조사해 보고, 생물다양성이 중요한 까닭을 생물자원과 관련  
지어 쓰시오.

매우 잘함 잘함 보통

## 지식·이해

다원의 자연선택설로 생물의 진화를 설명하였는가?

## 과정·기능

자연과 인류의 역사에 큰 영향을 준 화학 반응의 공통점을 설명하였는가?

## 가치·태도

대멸종의 원인과 그 이후의 변화를 설명하는 가설의 타당성을 평가하였는가?

산과 염기를 혼합할 때 용액의 온도를 측정하여 그래프로 나타내었는가?

일상생활에서 생물다양성을 보전하기 위한 방안을 실천하였는가?

에너지가 출입하는 현상을 이용하는 사례를 찾으면서 과학의 유용성을 느꼈는가?

## 산성화된 토양이나 호수 되살리기

### 프로젝트

프로젝트 활동으로 『환경해야 할 문제는 무엇일까요?

우리 텃밭에 식물은  
귀워 보자.

좋아!

비료를 많이 주면 식물이  
더 잘 자라겠지?

이상하다. 왜 이렇게  
안 자랐지?

비료를 더 주면  
될까?

식물이 결국 죽었어.

알아보니까 비료 때문에 토양이  
산성화돼서 그런 거래.

그럼 우리가 산성화된  
토양이나 호수 문제를 중화 반응으로  
『환경해야 보자!

옆에 지렁이도  
죽어 있는데?

호수도 산성비 때문에  
산성화가 되기도 하는구나.

학습한 내용을 참고하여 문제를 『환경하기 위한 자료를 정리해 보아요.

1 산성화된 토양이나 호수가 생물에 미치는 영향을 생물다양성 측면에서 조사해 보자. 29쪽

2 산성화된 토양이나 호수를 중화하기 위해 사용하고 있는 여러 가지 방법을 찾아본 뒤 해당 방법의 문제점을 토의해 보자. 53쪽

문제 상황을 해결할 창의적인 아이디어를 제시해 보아요.

1 광범위하게 산성화된 토양이나 호수를 정밀하고 적절하게 중화할 수 있는 과학 기술을 찾아보자.

2 모둠별로 광범위하게 산성화된 토양이나 호수를 중화할 수 있는 방법을 과학 기술을 활용하여 고안한 뒤 제안서를 작성해 보자.

3 모둠별로 작성한 제안서를 발표하고 다른 모둠의 제안서를 평가해 보자.

매우 잘함      잘함      보통

모둠원      나

1. 모둠원과 협력하여 프로젝트에 적극적으로 참여하였는가?
2. 실현이 가능한 방법을 고안하여 제안서를 작성하였는가?
3. 다른 모둠의 발표를 듣고 제안서의 우수한 점과 개선 및 보완할 점을 찾았는가?

활동하면서 내가 잘한 점과 보완할 점을 써 보자.



창의적  
문제 해결을  
위한 학습 안내

- 1 기후 변화에 대처하기 위해 우리는 어떤 노력을 해야 할까?
- 2 환경 문제를 해결하는데 도움을 주는 신재생 에너지에는 무엇이 있을까?  
"에너지 효율이 좋은 풍력 자동차 고안하기"

각 질문의 답을 찾고, 110 쪽에서 프로젝트를 해보세요.

# 생물과 환경

생태계구성요소를 설명할 수 있다.

생물과 환경 사이의 상호 관계를 설명할 수 있다.

## 생태계와 환경 변화

이전 학습 내용

- 생물요소와 비생물요소
- 먹이사슬과 먹이그물
- 환경 오염이 생물에 미치는 영향
- 온실 효과와 지구 온난화

### 공원 생태계의 구성 요소 찾기

그림은 공원에서 볼 수 있는 생물 중 일부를 나타낸 것이다.

1

학습하면서  
답을 찾아보아요.

기후 변화에 대처하기  
위해 우리는 어떤 노력을  
해야 할까?

1. 생물을 생산자, 소비자, 분해자로 구분하여 각각 초록색, 빨간색, 파란색으로 칠해 보자.
2. 공원 생태계에서 생물이 살아가는 데 필요한 환경요인에는 무엇이 있는지 이야기해 보자.

## 생태계를 구성하는 요소

대부분의 생물 개체는 무리를 이루어 산다. 일정한 지역에 같은 종의 개체들이 무리를 이룬 것을 **개체군**이라고 하며, 여러 개체군은 같은 서식지에 모여 살아가면서 **군집**을 형성한다. 군집을 구성하는 각각의 개체군은 다른 개체군 및 환경과 영향을 주고받으며 살아가는데, 이 체계를 **생태계**라고 한다. 개체, 개체군, 군집, 생태계의 관계는 |그림 II-1|과 같다.

|그림 II-1| 개체, 개체군, 군집, 생태계의 관계

생태계는 |그림 II-2|와 같이 생물요소와 비생물요소로 구성된다. **생물요소**는 생태계에 존재하는 모든 생물을 말하며 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다. 생산자는 광합성으로 생명활동에 필요한 양분을 스스로 만드는 식물이나 식물 플랑크톤과 같은 생물이다. 소비자는 다른 생물을 먹이로 하여 양분을 얻는 생물로, 고라니와 멧돼지 등이 이에 속한다. 분해자는 다른 생물의 배설물이나 죽은 생물을 분해하여 양분을 얻는 생물로, 버섯, 세균, 곰팡이 등이 이에 속한다. **비생물요소**는 생물을 둘러싸고 있는 환경요인이며, 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등이다.

생산자

소비자      분해자

빛, 온도, 물, 토양, 공기

|그림 II-2| 생물요소와 비생물요소

생물은 다른 생물이나 주변 환경과 영향을 주고받으며 살아간다. 숲에 빛이 잘 들고 토양에 양분이 풍부해지면 식물이 잘 자라고, 낙엽이 쌓여 분해되면 토양이 비옥해진다. 또한 초식동물은 식물의 잎이나 열매 등을 먹고 살며, 식물은 초식동물의 배설물을 통해 씨앗을 퍼트리기도 한다. 이처럼 생태계는 생물요소와 비생물요소의 상호 관계로 유지된다.

생물과 환경이 영향을 주고받으며 살아가는 체계를 ( )라고 한다.

## 생물과 환경의 상호 관계

생물은 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등 여러 환경요인에 대해 적응하며 살아간다.

**빛과 생물** 빛은 광합성의 에너지원이다. 일반적으로 빛의 세기가 강한 곳에 서식하는 식물의 잎은 두꺼운 반면에 빛의 세기가 약한 곳에 서식하는 식물의 잎은 얇고 넓다. 하나의 식물에서도 |그림 II-3|과 같이 강한 빛을 받는 잎이 약한 빛을 받는 잎보다 두껍다. 이는 빛의 세기가 강한 곳의 잎에는 광합성이 활발하게 일어나는 올타리조직이 발달되어 있기 때문이다.

강한 빛을 받는 잎

약한 빛을 받는 잎

울타리  
조직

울타리  
조직

|그림 II-3| 잎의 단면 구조

### ● 일조 시간

구름이나 안개 등에 가려지지 않고  
햇빛이 실제로 내리쬐는 시간

또한 빛은 동물의 생식이나 행동에 영향을 미친다. 꾀꼬리와 종달새는 일조 시간이 길어지는 봄에 번식하고, 송어와 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다.

#### ▼ 북극여우

**온도와 생물** 온도는 생물의 물질대사에 영향을 미친다. 체온을 일정하게 유지하는 동물 중 추운 지방에 사는 동물은 깃털이나 털이 발달되어 있고 피하 지방층이 두꺼워 몸에서 열이 방출되는 것을 막는다. 또한 서식지의 기온에 따라 몸집과 몸 말단부의 크기가 다르기도 하다. |그림 II-4|와 같이 여우는 기온이 낮은 지역으로 갈수록 몸집이 크고 몸의 말단부가 작다. 한편 외부 온도에 따라 체온이 변하는 동물은 햇빛이나 그늘을 찾거나 겨울잠을 자는 등의 방법으로 체온을 조절한다.

#### ▼ 온대여우

식물도 온도에 대한 여러 가지 적응 현상을 나타낸다. 기온이 매우 낮은 툰드라에 사는 텔송이풀은 잎이나 꽃에 털이 나 있어 체온이 낮아지는 것을 막는다.

#### ▼ 사막여우

|그림 II-4| 온도에 따른 여우의 적응

**물과 생물** 물은 생물을 구성하는 성분 중 가장 많으며, 생물이 생명 현상을 유지하는 데 반드시 필요하다. 육상에 사는 동물은 몸 속 수분을 보존하기 위해 다양 한 방법으로 적응하였다. 곤충은 몸 표면이 키틴질로 되어 있고, 새의 알은 단단한 껌질로 싸여 있으며, 사막에 사는 도마뱀과 뱀은 몸 표면이 비늘로 덮여 있어 수분의 손실을 막는다.

도마뱀

선인장

|그림 II-5| 건조한 환경에 적응한 생물

건조한 지역에 사는 선인장은 뿌리가 발달해 있고 줄기에 많은 양의 물을 저장하며 잎이 가시로 변해 수분의 증발을 막는다. 반면 물에서 서식하는 연꽃의 줄기와 뿌리에는 공기가 통하는 통기조직이 발달되어 있다.

#### 키틴질

곤충류나 갑각류와 같은 동물의 몸을 감싸는 외골격을 이루는 물질로, 내부의 연한 살을 보호하며 수분이 증발되는 것을 막아 준다.

**토양과 생물** 토양은 수많은 생물의 서식지이다. 식물은 뿌리를 통해 토양으로부터 성장에 필요한 물질을 얻는다. 지렁이와 두더지는 토양에 공기가 잘 통하게 하여 토양에 서식하는 생물이 살기 좋은 환경을 만들며, 토양 속 미생물은 죽은 생물이나 배설물을 분해하여 생태계에서 물질을 순환시키는 역할을 한다.

지렁이

|그림 II-6| 토양에 사는 생물

**공기와 생물** 공기가 있는 환경에 서식하는 대부분의 생물은 공기 중의 산소를 이용하여 호흡하기 때문에 공기의 영향을 크게 받는다. 또한 동식물의 호흡과 식물의 광합성은 공기 조성에 영향을 미친다. 산소가 희박한 고산지대에 사는 사람은 평지에 사는 사람보다 혈액 속 적혈구의 수가 많아 산소를 효율적으로 운반한다.

|그림 II-7| 고산지대에 사는 사람

꾀꼬리가 봄에 번식하는 것과 가장 관련이 깊은 환경요인은 ( )이고, 선인장의 잎이 가시로 변한 것과 가장 관련이 깊은 환경요인은 ( )이다.

### 우리는 친구

토양을 헤집으며 사는 지렁이,  
지렁이 똥을 먹고 자라는 토양,  
우리는 모두 친한 친구들.

우리 주변의 생태계에서 생물요소와 비생물요소 사이의 상호작용을 찾아보고, 이를 주제로 시화를 만들어 보자.

이 단원을 학습한 다음  
62 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 생태계평형

먹이 관계와 생태피라미드를 중심으로 생태계평형이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.

환경의 변화가 생태계에 미칠 수 있는 영향에 대해 협력적으로 소통할 수 있다.

## 생물 사이의 먹고 먹히는 관계 표현하기

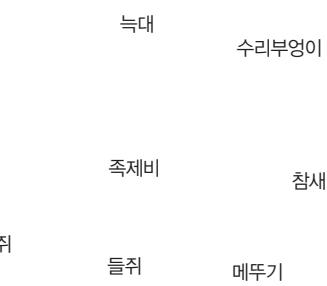
그림은 어떤 생태계의 모습을 나타낸 것이다.

1. 145 쪽의 블임딱지 1 을 사용하여 생물 사이의 먹고 먹히는 관계를 완성해 보자.  
화살표를 중심으로 화살촉이 향하는 쪽에 포식자를 붙이고, 반대쪽에 피식자를 붙인다.
2. 과정 1에서 완성한 그림에 블임딱지 2 와 화살표를 추가하여 먹이 관계가 성립하도록 나타내 보자.

## 먹이 관계와 생태피라미드

매가 뱀을 잡아먹고 뱀이 토끼를 잡아먹는 것처럼 생태계를 구성하는 생물들은 먹이 관계로 연결되어 있다. 생태계에서 생산자부터 최종 소비자까지 먹고 먹히는 관계를 사슬 모양으로 나타낸 것을 **먹이사슬**이라고 한다. 실제로 생태계에서는 |그림 II-8|과 같이 여러 개의 먹이사슬이 서로 얹혀 그물처럼 복잡하게 나타나는데, 이를 **먹이그물**이라고 한다.

생태계에서 에너지는 먹이사슬을 따라 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 이동한다. 이때 하위 영양단계의 생물이 가진 에너지의 일부는 생명활동을 하는 데 쓰이거나 열에너지로 방출되고, 나머지 일부 에너지만 상위 영양단계로 전달된다. 따라서 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 에너지양은 크게 줄어든다. 또한 개체수와 생체량도 상위 영양단계로 갈수록 줄어드는 경향이 있다. 각 영양단계의 에너지양, 개체수, 생체량의 상대적인 양을 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 순서대로 쌓아 올리면 위로 갈수록 줄어드는 피라미드 형태를 이루는데, 이를 **생태피라미드**라고 한다. |그림 II-9|는 안정된 육상 생태계와 해양 생태계에서의 생태피라미드를 나타낸 것이다.



**영양단계**  
생물 개체군이 먹이사슬에서 차지하고 있는 위치로, 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자의 각 단계를 의미한다.

**● 생체량**  
일정한 공간에 서식하는 생물 전체의 무게



### ▲ 육상 생태계

|그림 II-9| 생태피라미드

### ▲ 해양 생태계

에너지양, 개체수, 생체량의 상대적인 양을 하위 영양단계에서 상위 영양단계 순으로 쌓아 올리면 위로 갈수록 줄어드는 피라미드 형태를 이루는데, 이를 ( )라고 한다.

## 생태계평형

생태계에서 어떤 요인으로 한 생물종의 개체수가 증가하거나 감소하면 그 생물종과 먹이 관계에 있는 다른 생물종의 개체수도 영향을 받는다. 즉 군집을 구성하는 개체군 사이의 먹이 관계는 각 개체군의 개체수에 서로 영향을 미친다. 다음 탐구에서 생물종 사이의 먹이 관계가 개체군의 개체수에 어떤 영향을 미치는지 알아보자.

### 개체군 변동 모의실험

모의실험, 의사소통

#### 목표

모의실험을 수행하여 포식과 피식의 먹이 관계에 있는 두 개체군의 개체수 변동 양상을 설명할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

#### 활동 길잡이

- **지능형 과학실**에서 시뮬레이션을 활용하여 탐구를 수행할 수 있다.
- 포식자와 피식자의 변인에는 초기 개체수, 출생률, 사망률 등이 있다.

**문제 인식** 두 생물종 사이의 먹이 관계는 두 개체군의 개체수에 어떤 영향을 미칠까?

#### 과정

1. 인터넷에서 포식자와 피식자의 개체수 변화를 나타내는 시뮬레이션을 검색하여 실행한다.
2. 시뮬레이션의 초기 조건에서 시간이 지날수록 포식자와 피식자의 개체수가 어떻게 변하는지 관찰한다.
3. 포식자와 피식자의 변인을 조절한 다음, 시간이 지날수록 포식자와 피식자의 개체수가 어떻게 변하는지 관찰한다.

#### 결과 및 논의

1. 과정 2의 초기 조건에서 포식자와 피식자의 개체수 변화를 설명해 보자.
2. 과정 3에서 변인을 어떻게 조절했는지 쓰고, 그 조건에서 포식자와 피식자의 개체수 변화를 초기 조건에서의 개체수 변화와 비교하여 설명해 보자.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 두 개체군의 개체수 변동 양상을 포식과 피식의 먹이 관계로 설명하였는가?

**과정·기능** 조건에 따른 포식자와 피식자의 개체수 변화를 과학적으로 해석하였는가?

**가치·태도** 모의실험에 적극적으로 참여하였는가?

#### 결론

두 개체군의 개체수 변동 양상을 포식과 피식의 먹이 관계로 설명해 보자.

포식자인 스라소니와 피식자인 눈신토끼의 개체수 변동은 약 10년을 주기로 반복되고 있다. 두 개체군의 개체수가 주기적으로 변동하는 과정을 설명해 보자.

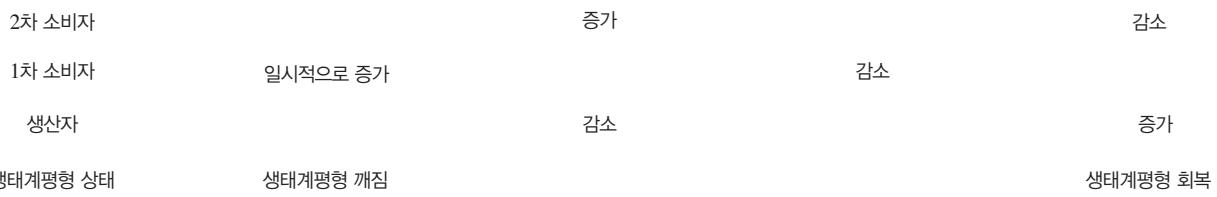


(출처:『Ecology』, 2018)

피식자의 개체수가 늘어나면 피식자를 잡아먹는 포식자의 개체수도 늘어난다. 포식자의 개체수가 늘어나면 피식자의 개체수는 줄어들고, 그에 따라 먹이가 부족해져 포식자의 개체수도 줄어든다. 이처럼 포식과 피식 관계에 있는 두 개체군의 개체수는 주기적으로 변동한다.

생태계에서 생물군집의 구성이나 개체수, 물질의 양, 에너지의 흐름이 균형을 이루면서 안정된 상태를 유지하는 것을 **생태계평형**이라고 한다. 생태계평형은 주로 생물들 사이의 먹고 먹히는 관계로 유지되는데, 이러한 먹이 관계가 복잡할수록 생태계평형이 잘 유지된다.

안정된 생태계는 일시적으로 환경이 변해도 시간이 지나면 다시 평형을 이룬다. 예를 들어 환경이 변하여 |그림 II-10|과 같이 1차 소비자의 개체수가 일시적으로 증가하면, 생산자의 개체수는 감소하고 2차 소비자의 개체수는 증가한다. 그러나 2차 소비자의 개체수가 증가하면 먹이인 1차 소비자의 개체수는 감소한다. 이에 따라 생산자의 개체수가 증가하고 2차 소비자의 개체수는 감소하여 생태계는 다시 평형을 회복한다.



|그림 II-10| 안정된 생태계에서 생태계평형이 회복되는 과정

생태계에서 생물군집의 구성이나 개체수, 물질의 양, 에너지의 흐름이 균형을 이루면서 안정된 상태를 유지하는 것을 ( )라고 한다.

## 환경 변화와 생태계

생태계는 일시적으로 환경이 변해도 다시 평형을 회복할 수 있지만, 과도한 환경 변화가 일어나면 생태계가 파괴될 수 있다. 다음 탐구에서 환경 변화가 생태계에 어떤 영향을 미치는지 알아보자.

### 환경 변화가 생태계에 미치는 영향 탐구

조사, 의사소통

#### 목표

환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 조사하고, 생태계보전을 위한 방안을 협력적으로 소통하여 도출할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 환경 변화는 생태계에 어떤 영향을 미치며, 생태계보전을 위해 우리가 실천할 수 있는 방안은 무엇일까?

#### 과정

다음은 화산 활동과 환경 오염에 따른 환경 변화 사례를 나타낸 것이다.

(가) 화산 활동

(나) 환경 오염

#### 활동 길잡이

자료를 조사할 때에는 공공 기관이나 전문 기관 등 신뢰할 만한 누리집이나 전문가가 작성한 자료를 참고한다.

하와이의 킬라우에아 화산은 지난 200년 동안 활동을 반복하였다. 이 기간 동안 엄청난 양의 용암이 분출되면서 인근 생태계에 큰 영향을 미쳤다. 멀종 위기에 처해 있던 희귀종 및 수많은 동식물이 사라졌으며, 호수인 그린 레이크도 용암이 대거 유입되면서 생태계가 사라졌다.

유엔환경계획의 자료에 따르면 연간 10만 마리 이상의 해양 포유류와 100만 마리 이상의 바닷새가 폐그물, 폐플라스틱 등의 해양쓰레기로 폐사하거나 생존에 위협을 받고 있다. 해양쓰레기는 해양 먹이사슬의 일부가 되었을 뿐만 아니라 식품 안전이나 사람의 건강까지 위협하고 있다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 환경 변화가 생태계에 미친 영향을 이해하였는가?

**과정·기능** 신뢰할 만한 누리집에서 자료를 조사하고, 이를 과학적으로 분석하였는가?

**가치·태도** 모둠원을 배려하는 마음으로 역할을 분담하고, 모둠원의 의견을 존중하였는가?

- 모둠별로 (가)와 (나)에서 화산 활동과 환경 오염이 생태계에 미친 영향을 설명해 보자.
- 이 외에 환경 변화 사례를 조사한 다음, 각 사례의 원인과 생태계에 미친 영향을 토의해 보자.
- 조사한 내용을 바탕으로 생태계를 보전하기 위한 개인적·사회적·국제적 수준에서의 실천 방안을 토의해 보자.
- 토의한 내용 중 우리가 실천할 수 있는 방안을 골라 모둠별 협약을 만들어 발표해 보자.

#### 결과 및 정리

다른 모둠이 발표한 협약을 평가하고 정리해 보자.

생태계는 지진, 화산, 태풍, 홍수 등 자연재해의 영향을 받는다. 또한 인위적인 개발, 무분별한 벌목, 환경 오염 등과 같은 인간의 직접적인 활동으로도 영향을 받는다.

▲ 홍수로 인한 산사태

▲ 무분별한 벌목

▲ 화석 연료 사용으로 인한 환경 오염

|그림 II-11| 생태계에 영향을 미치는 환경 변화

환경 변화는 생물의 서식지를 훼손하고 먹이 관계를 파괴하여 생태계평형을 깨뜨릴 수 있다. 생태계가 파괴되면 인간을 비롯한 모든 생물의 생존이 위협받으며, 생태계를 회복하는 데에 오랜 시간과 많은 노력이 필요하다.

이에 따라 전 세계적으로 생태계보전을 위해 노력하고 있다. 우리나라에서는 보호해야 할 생물이나 서식지를 천연기념물로 지정하여 보호하고 있으며, 생태적으로 보전 가치가 있는 생태계를 국립 공원이나 보호 구역으로 지정하여 관리하고 있다. 또한 자연환경을 보전하기 위한 특별법을 만들어 시행하며, 환경을 파괴할 수 있는 사업을 시작하기 전에는 환경영향평가를 실시하여 생태계에 미칠 수 있는 영향을 분석하고 검토한다. 더불어 국제 사회는 생태계보전을 위해 법을 제정하거나 국제 협약을 맺는 등 다양한 노력을 기울이고 있다. 우리는 인간이 다른 생물과 함께 살아가는 생태계의 일부임을 인식하고 생태계보전을 위해 지속적으로 노력해야 한다.

인터넷 활용 검색

국가생물다양성 정보공유체계 누리집([www.kbr.go.kr](http://www.kbr.go.kr))에서 생태계 보전에 대한 다양한 자료를 찾을 수 있다.

◀ 천연기념물(반달가슴곰)

▼ 국립 공원(지리산)

생태계에 영향을 미치는 환경 변화를 한 가지만 쓰시오.

|그림 II-12| 생태계보전을 위한 노력

유엔 총회에서 '생태계복원 10 개년 계획(2021 년~2030 년)'이 발표되었다. 이 계획의 주요 목적은 자연과 사람의 공존을 위한 전 세계 생태계의 보전과 복원이다. 생태계복원 10 개년 계획을 조사하고, 이에 대한 홍보 영상을 만들어 보자.

이 단원을 학습한 다음  
66 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 지구 환경 변화와 인간 생활

온실 효과 강화에 따른 지구 온난화의 메커니즘을 설명할 수 있다.

엘니뇨, 사막화 등과 같은 현상이 지구 환경과 인간 생활에 미치는 영향과 대처 방안을 분석할 수 있다.

## 기후 변화의 심각성을 알리는 그림 만들기

그림은 사람들에게 기후 변화의 심각성을 알리기 위한 환경 보호 캠페인으로 기획된 미술관의 명화를 바꾼 모습이다.

디에고 벨라스케스(스페인)  
말을 탄 펠리페 4세(캔버스에 유채/1634~1635)

1. 위 그림은 기후 변화로 나타나는 어떤 영향을 반영한 것인지 설명해 보자.
2. 그림 생성형 인공지능을 활용하여 명화를 기후 변화가 반영된 모습으로 바꾸어 보자.

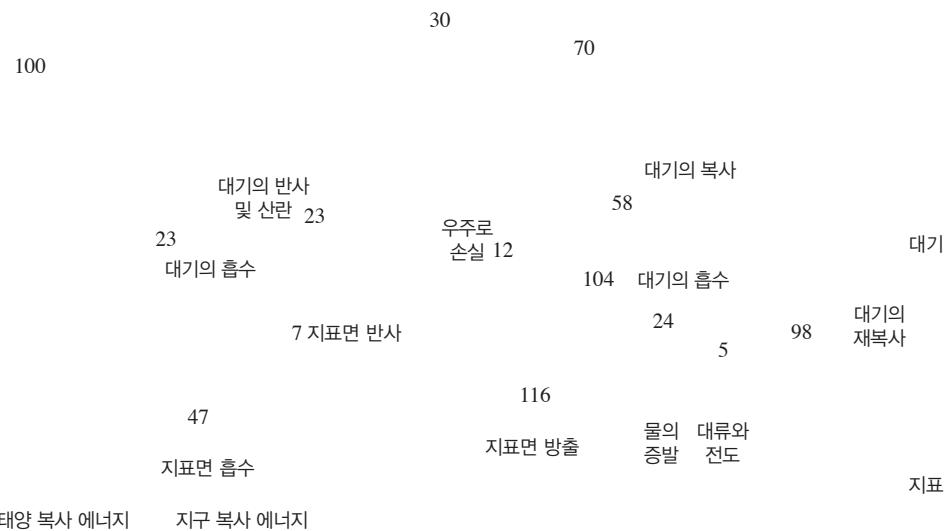
### 그림 생성 방법

- 인터넷에서 그림 생성형 인공지능 누리집을 검색하여 적절한 것을 선택한다.
- 명화 중 바꾸고 싶은 것을 하나 정하고, 명화의 정확한 이름을 확인한다.
- 명화의 이름과 반영할 기후 변화 내용으로 문구를 작성한다.
- 작성한 문구를 입력하여 그림을 생성한다.

## 지구 온난화의 메커니즘

지구 온난화로 세계 곳곳에서 홍수, 가뭄, 폭염, 한파 등  
이 나타나고 있다는 뉴스를 종종 볼 수 있다. 이뿐 아니라 빙하 면적  
의 감소, 해수면 상승, 사막화, 동식물의 서식지 변화와 멸종 등도 지구 온난  
화와 관련된 것으로 알려져 있다. 우리 생활과 지구 환경에 심각한 영향을 미치는  
지구 온난화는 어떻게 일어나는 것일까?

지구는 태양으로부터 흡수한 에너지와 같은 양의 에너지를 우주로 방출하면서 에너지 평형을 이루고 있는데, 이를 **복사 평형**이라고 한다. 그리고 지구의 복사 평형 상태에서 나타나는 지표, 대기, 우주 간의 열출입 관계를 **지구 열수지**라고 한다. |그림 II-13|과 같이 지구에 들어오는 태양 복사 에너지량을 100이라고 하면 그중 30은 반사되거나 산란되어 우주로 되돌아가고, 70은 지표면과 대기에 흡수된다. 지구는 태양으로부터 흡수한 에너지와 같은 양의 에너지 70을 지구 복사 에너지로 우주에 방출하여 에너지 평형을 이룬다.



|그림 II-13| 지구 열수지

(출처: 미국해양대기청(NOAA), 2023)

지구의 대기에는 이산화 탄소, 메테인, 산화 이질소 등 온실 기체가 포함되어 있다. 대기 중 온실 기체는 지표에서 방출되는 지구 복사 에너지를 흡수하였다가 지표로 재복사하면서 온실 효과를 일으키고, 지구는 생명체가 살기에 적절한 평균 온도를 유지해 왔다. 그러나 산업 혁명 이후 많은 양의 온실 기체가 대기로 배출되면서 온실 효과가 강화되고 있다. 이처럼 대기 중 온실 기체의 양이 증가함에 따라 온실 효과가 강화되어 지구의 평균 온도가 높아지는 현상을 **지구 온난화**라고 한다.

대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 대기가 흡수하거나 방출하는 지구 복사 에너지의 양은 어떻게 달라질까? 다음 탐구에서 지구 온난화에 따라 지구 열수지가 어떻게 변동되는지 알아보자.

## 지구 온난화에 따른 지구 열수지 변동 탐구

모의실험, 의사소통

### 목표

온실 효과 강화에 따른 지구 온난화의 메커니즘과 지구 온난화에 따른 지구 열수지 변동을 설명할 수 있다.

### 준비물

발포 바이타민, 물, 투명 페트병, 구멍뚫린 고무마개, 전등(150 W 열전구), 블루투스 온도계, 스마트 기기, 파라 필름, 자

**문제 인식** 지구 온난화에 따라 지구 열수지는 어떻게 달라질까?

### 과정

- 페트병 A와 B에 물을 절반 정도 채운다.
- 페트병 B에만 발포 바이타민 2 알을 넣은 다음 블루투스 온도계를 끼운 고무마개로 페트병 A와 B의 입구를 막는다.  
공기가 새지 않게 파라 필름으로 페트병 입구를 감싼다.
- 전등에서 20 cm 떨어진 곳에 페트병 A와 B를 나란히 놓은 다음 전등을 켠다.
- 블루투스 온도계를 스마트 기기에 연결하고, 1 분 간격으로 페트병 A와 B에서 나타나는 온도 변화를 10 분 동안 측정한다.
- 페트병 A와 B의 온도 변화 결과를 확인하고, 다르게 나타나는 까닭을 토의한다.

### 안전 길잡이

- 열 전구에 화상을 입지 않도록 주의한다.
- 발포 바이타민을 녹인 물을 마시지 않도록 주의한다.

### 활동 길잡이

발포 바이타민에는 탄산수소 나트륨( $\text{NaHCO}_3$ )이 포함되어 있어 물과 반응하면 이산화 탄소가 발생한다.

### 인터넷 활용 검색

- 시뮬레이션 학습 누리집(phet.colorado.edu)에서 온실 효과 시뮬레이션을 검색하여 실행한다.
- 시뮬레이션의 초기 조건에서 온실 기체의 농도를 변화시키면서 지구 복사 에너지의 흐름을 확인한다.

시뮬레이션 학습 누리집에서 온실 효과 시뮬레이션을 실행하여 온실 기체 농도에 따른 지구 복사 에너지의 흐름을 확인할 수 있다.

## 결과 및 정리

1. 페트병 A와 페트병 B의 온도 변화 차이로 알 수 있는 것을 설명해 보자.

2. 과정 7에서 온실 기체의 농도를 변화시키기 전과 변화시킨 후의 지구 열수지가 어떻게 변화하는지 설명해 보자.

## 결론

지구 온난화의 메커니즘을 지구 열수지 변동으로 설명해 보자.

### 스스로 평가

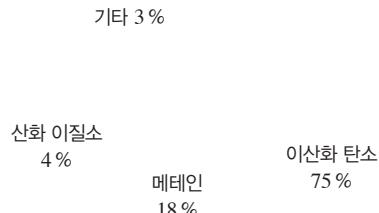
**지식·이해** 지구 온난화로 나타나는 지구 열수지 변동을 이해하였는가?

**과정·기능** 온실 기체의 유무에 따른 온도 변화를 측정하고 데이터를 비교하였는가?

**가치·태도** 실험 과정에서 모둠원을 존중하며 협력하였는가?

대기 중에 이산화 탄소와 같은 온실 기체의 양이 증가하면 지표에서 방출하는 지구 복사에너지가 대기에 더 많이 흡수되고, 이에 따라 더 많은 에너지가 지표로 재복사되어 지구 열수지의 일부가 달라진다. 즉 대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 온실 효과가 강화되어 지구 열수지 변동이 나타난다. 그 결과 더 높은 온도에서 복사 평형이 이루어지며 지구 온난화가 심해진다.

현재까지 화석 연료는 산업 및 생활의 주요에너지원으로 사용되고 있고, 삼림 훼손, 목축업 등으로 이산화 탄소, 메테인 등 온실 기체의 양이 계속 증가하고 있다. 온실 기체의 일부는 오랜 기간 대기에 남아 있는 특성이 있으므로 인류가 배출한 온실 기체로 지구 온난화는 더 심해질 것이다. 지구 온난화가 심해지면 홍수, 가뭄, 폭염, 한파 등 극단적인 날씨가 더 자주 나타날 뿐만 아니라 물 부족, 해수면 상승, 생태계 파괴 등으로 우리 생활과 지구 환경에 큰 위험을 초래할 것이다. 그러므로 우리는 지구 온난화의 심각성을 인식하고 인위적인 온실 기체 배출량을 줄이기 위해 노력해야 한다.



|그림 II-14| 온실 기체의 배출량 온실 기체 중 이산화탄소가 대기로 배출되는 양이 가장 많다.

(출처: IPCC, 2023)

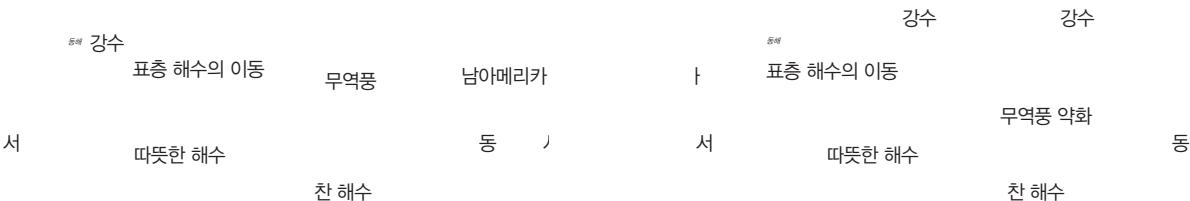
1. 대기 중 온실 기체의 양이 증가하여 지구의 평균 온도가 높아지는 현상을 쓰시오.

2. 온실 효과가 강화되어 ( ) 변동이 나타나고, 지구 온난화가 심해진다.

## 엘니뇨와 사막화

대기와 해수는 순환하면서 전 지구에 에너지를 고르게 전달하여 생물이 살아가기에 적합한 환경을 만든다. 그러나 대기와 해수의 순환이 변하면 엘니뇨, 사막화 등이 나타날 수 있다.

**엘니뇨** 태평양 적도 부근에서는 평상시에 무역풍이 불어 동태평양의 따뜻한 표층 해수를 서쪽으로 이동시킨다. 이에 따라 동태평양 해역에는 영양분이 많은 심해의 찬 해수가 올라와 좋은 어장이 형성된다. 그러나 태평양 적도 부근에서 무역풍이 평상시보다 약해지면 동태평양의 따뜻한 표층 해수의 이동이 약해지면서 동태평양의 표층 수온이 평년보다 높은 상태가 한동안 지속된다. 이러한 현상을 **엘니뇨**라고 한다. 엘니뇨가 발생하면 동태평양 해역에 영양분 공급이 줄어들어 어획량이 감소하고, 해양 생태계가 교란된다.



서태평양 해역에서는 따뜻한 해수의 영향으로 상승 기류가 발달하여 강수량이 많고, 동태평양 해역에서는 찬 해수의 영향으로 하강 기류가 발달하여 강수량이 적다.

서태평양 해역에서는 하강 기류가 발달하여 강수량이 감소하므로 가뭄이 발생하고, 동태평양 해역에서는 상승 기류가 발달하여 강수량이 증가하므로 흥수가 발생한다.

|그림 II-15| 평상시와 엘니뇨가 발생한 시기의 대기와 해양 변화

엘니뇨의 규모가 커지면서 그 영향이 태평양 적도 부근뿐만 아니라 전 세계적으로 확대되고 있다. 다음 활동에서 엘니뇨가 지구 환경과 인간 생활에 미치는 영향을 알아보자.

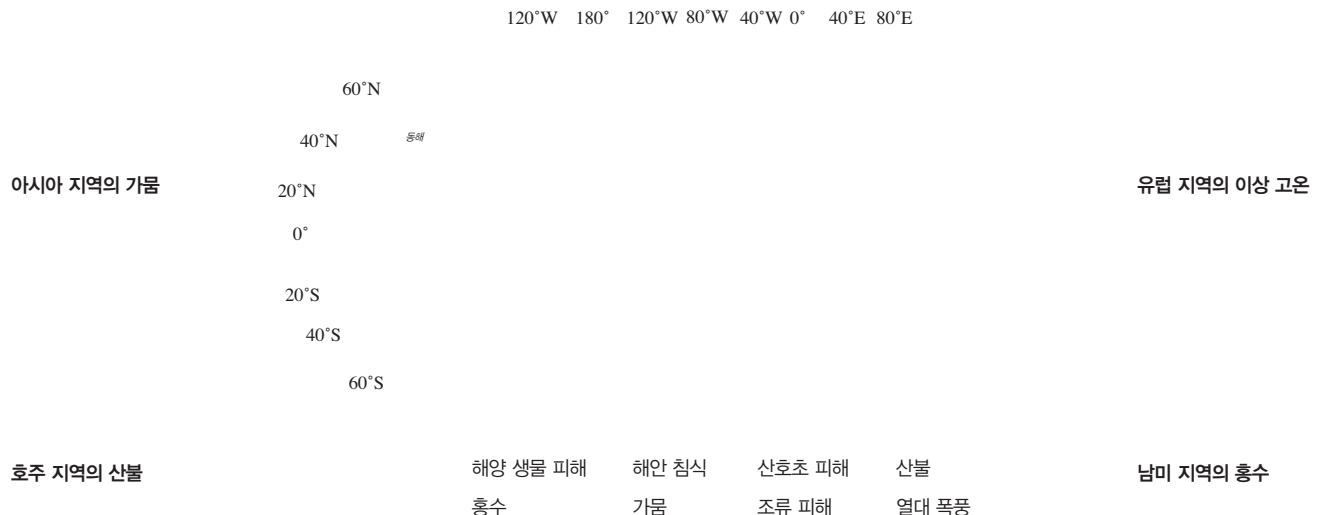
### 엘니뇨의 영향 조사하기

그림은 엘니뇨가 지구 환경과 우리 생활에 미치는 영향을 나타낸 자료의 일부이다.

#### 슈퍼 엘니뇨

- 엘니뇨와 관련된 동영상 자료를 조사해 보자.
- 조사한 자료를 바탕으로 엘니뇨가 지구 환경과 우리 생활에 미친 영향을 정리해 보자.

대기와 해수의 상호작용이 변하여 발생하는 엘니뇨는 |그림 II-16|과 같이 가뭄, 산불, 홍수 등 지구 환경의 변화를 일으켜 농작물의 재배지와 수확량 변화, 생물의 개체수와 서식지 변화를 유발하는 등 우리 생활과 생태계에 큰 영향을 미친다.



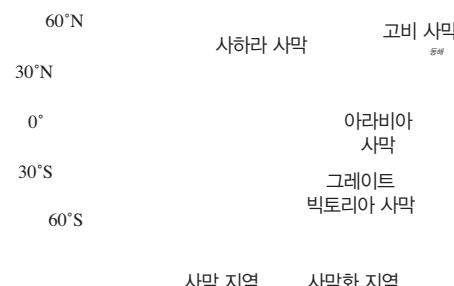
|그림 II-16| 엘니뇨의 영향

**사막화** 사막화는 사막이 아니던 지역의 토지가 황폐해지면서 사막으로 변해가는 현상이다. 사막화 지역은 |그림 II-17|과 같이 주로 강수량이 적고 증발량이 많은 위도 30° 부근의 건조한 곳에 위치한다. 사막화는 자연적 요인과 인위적 요인이 복합적으로 작용하여 발생한다. 대기 대순환이 변하여 증발량이 많아

지고 강수량이 줄어들면 장기간 가뭄이 지속되는 것과 같은 자연적 요인으로 사막이 확장된다. 또한 과잉 경작, 과잉 방목, 무분별한 삼림 파괴와 같은 인위적 요인으로 사막화가 가속된다.

사막화가 진행되면 농경지가 줄어들고 작물 수확량이 감소하여 식량 부족 현상이 발생하며, 하천 수량이 감소하여 물 부족 현상이 심화된다. 또한 황사가 자주 발생하여 사람의 건강뿐만 아니라 식물의 생장에 나쁜 영향을 준다. 따라서 사막화로 인한 피해가 확대되지 않도록 많은 국가가 사막화 방지 협약에 가입하는 등 다양한 노력을 하고 있다.

엘니뇨가 발생하는 시기에 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온은 평상시보다 (높아진다, 낮아진다).



|그림 II-17| 사막화 지역의 위치

#### ● 사막

연평균 강수량이 250 mm 이하인 건조한 지역

#### 사막화 방지 협약

무리한 개발로 발생하는 사막화를 방지하기 위해 체결된 국제 협약이다. 국제적 노력을 통한 사막화 방지와 심각한 가뭄 및 토지 황폐화 현상을 겪고 있는 개발 도상국 지원을 목표로 한다.

## 지구의 미래와 환경 변화 대처 방안

지속되는 지구 온난화로 나타나는 기후 변화는 생태계를 포함한 지구 환경에 영향을 주어 결국 인류의 삶에 큰 위협이 될 것이다. 다음 탐구에서 기후 변화로 나타나는 생태계와 지구계의 변화를 예측해 보고, 이에 대처하기 위한 방안을 알아보자.

### 기후 변화로 나타나는 생태계와 지구계의 미래 시나리오

의사소통, 평가

#### 목표

기후 변화로 나타나는 생태계와 지구계의 변화를 예측하고, 기후 변화에 대처하기 위한 방안을 설명할 수 있다.

#### 활동 길잡이

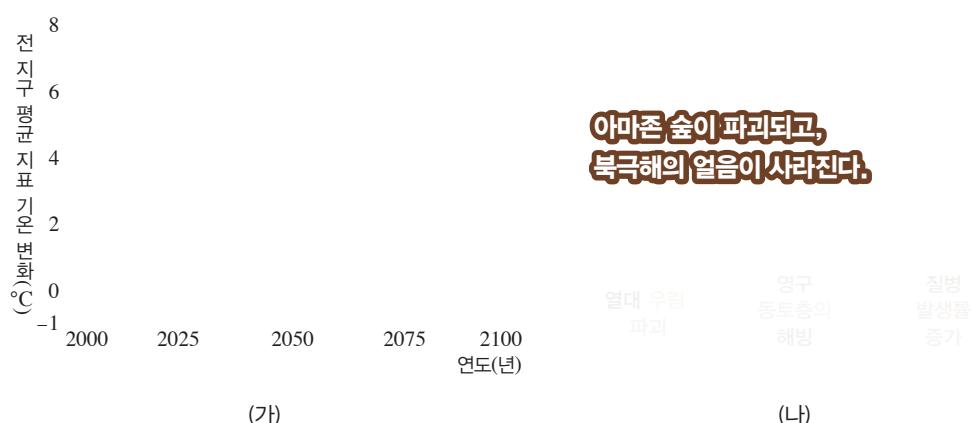
'기후 변화 시나리오'를 검색하면 기상청과 환경부에서 제공하는 자료를 볼 수 있다.

#### 문제 인식

기후 변화로 생태계와 지구 환경은 어떻게 변화할까?

#### 과정

그림 (가)는 정부간 기후 변화 협의체(IPCC)에서 화석 연료의 사용과 도시 위주의 무분별한 개발을 계속 확대할 경우 지구의 평균 기온 변화를 예측한 자료이고, 그림 (나)는 지구의 평균 기온이 지금보다  $3^{\circ}\text{C}$  상승할 때 생태계와 지구 환경의 변화를 예상한 카드 뉴스 중 일부를 나타낸 것이다.



1. (가)와 (나)를 살펴보고, 기후 변화로 2050년에는 생태계와 지구 환경이 어떻게 변할지 토의해 보자.

2. 토의 결과를 바탕으로 2050년 미래 시나리오를 구상하여 작성해 보자.

〈2050년 미래 시나리오〉

### 3. 시나리오에 나타난 생태계와 지구 환경 변화에 대처하는 방안을 토의해 보자.

#### 결과 및 정리

- 모둠별로 시나리오와 대처 방안을 정리하여 발표해 보자.
- 다음 평가표를 활용하여 다른 모둠의 시나리오와 대처 방안을 평가해 보자.

평가 항목	모둠	(매우 찰함: ★, 찰함: ○, 보통: △)					스스로 평가
		1	2	3	4	5	
자료를 과학적으로 분석하여 생태계와 지구 환경의 변화를 예측하였는가?							지식·이해 기후 변화가 생태계와 지구 환경에 미치는 영향을 이해하였는가?
기후 변화가 인간 생활에 미치는 영향을 다양하게 제시하였는가?							과정·기능 자료에 근거하여 생태계와 지구 환경의 변화를 예측하였는가?
지구 환경 변화에 대처하기 위한 방안을 적절하게 제시하였는가?							가치·태도 기후 변화에 관심과 책임감을 가지고 일상생활에서 기후 변화 대처 방안을 실천하기 위한 의지를 다졌는가?
시나리오의 내용이 독창적이고 설득력이 있는가?							

현재 추세로 온실 기체 배출량이 계속 증가한다면 21 세기 후반에는 기후 변화에 적응하지 못한 생물이 멸종하여 생물다양성이 낮아지고, 물 부족을 비롯한 식량난, 기상 재해, 감염병의 확산 등 다양한 피해가 나타날 것으로 예상된다.

기후 변화로 발생하는 지구 환경 변화에 대처하기 위해서는 대중교통 이용하기, 일회용품 사용하지 않기, 친환경 제품 구입하기 등 일상생활에서 온실 기체 배출을 줄이기 위한 노력과 실천이 필요하다. 또한 탄소 저감 기술, 지속가능한 에너지 사용 기술, 에너지 효율을 높이는 기술 등을 꾸준히 개발할 필요가 있다. 모든 국가가 기후 변화 문제의 심각성을 인식하고 서로 협력하여 기후 변화 대처 방안을 마련하는 것도 중요하다. 오늘날 대부분의 국가는 유엔 기후 변화 협약에 가입하여 인위적인 기후 변화를 방지하기 위해 노력하고 있다.

일상생활에서 ( ) 배출을 줄이기 위한 노력과 실천이 필요하다.

#### 유엔 기후 변화 협약

정식 명칭은 '기후 변화에 관한 국제 연합 기본 협약'으로, 온실 기체의 인위적인 배출을 제한하여 지구 온난화를 방지하기 위한 협약이다. 대표적인 기후 변화 협약으로 교토 의정서, 파리 협정, 글래스고 기후 합의 등이 있다.

#### 수상 도시 건설

해수면 상승 등 기후 변화에 대한 대책으로 저지대 사람들을 이주시켜 왔으나 지속적인 해수면 상승에 대처하기 위해 새로운 대책이 마련되어야 한다. 이에 관한 아이디어를 그림으로 표현하여 발표해 보자.

이 단원을 학습한 다음 72 쪽의 **학습 목표**를 점검해 보자.

## 과학

### 국내 최대 생태 연구 기관, 국립생태원

서천군에 위치한 국립생태원은 생태계를 보전하고 올바른 환경 의식을 함양하기 위해 생태계에 관한 전시, 교육, 조사, 연구를 하는 생태 전문 연구 기관이다. 국립 생태원에는 1400여 종의 식물과 260여 종의 동물이 서식하며, 한반도 생태계를 비롯하여 사막, 지중해, 열대, 온대, 극지 등 지구의 대표 기후대별 생태계를 재현하여 생물과 환경 사이의 관계를 이해할 수 있도록 하였다. 또한 멸종 위기 야생 생물의 증식 및 복원 전략을 연구하여 생물다양성을 확보하는 데 기여한다.

국립생태원에서는 다양한 교육프로그램을 운영하고 있다. 예를 들어 주제별 체험 활동으로 생물이 살아가는 모습을 직접 보고 듣고 겪어 보는 일일 생태 체험, 생태와 관련된 다양한 분야의 진로를 탐색하는 생태 진로 체험, 생태학자를 꿈꾸는 학생을 위한 생태 과학 교실 등이 있다. 이 외에도 국립생태원에서는 생태 조사 자료와 연구 자료를 기반으로 한 에코뱅크 누리집을 운영하여 우리나라의 생태 현황 및 다양한 생태 정보를 제공하고 있다.

전시

5대 기후관 중 지중해관

열대관의 육지거북

글  
쓰기

1. 국립생태원을 견학하며 알게 된 내용을 자료와 사진 등을 첨부하여 정리해 보자.
2. 생태계를 보전하고 생물다양성을 유지하기 위한 우리의 역할에 대해 글로 써 보자.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

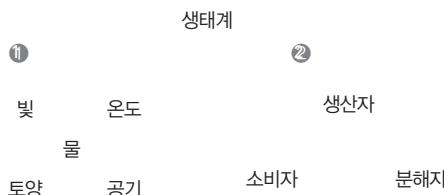
## 기후 변화에 대처하기 위해 우리는 어떤 노력을 해야 할까?

인간의 활동으로 대기 중 이산화 탄소, 메테인과 같은 온실 기체의 양이 증가하여 온실 효과가 강화되는 ( )이/가 나타난다. 이러한 기후 변화로 생물다양성이 낮아지고, 물 부족을 비롯한 식량난, 기상 재해 등 다양한 피해가 생길 수 있다. 따라서 대중교통 이용하기, 일회용품 사용하지 않기, 친환경 제품 구입하기 등 일상생활에서 ( ) 배출량을 줄이기 위한 노력과 실천이 필요하다.

## 1 생물과 환경

62쪽~65쪽

(1) 생태계구성요소: 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성되며, 이들 사이의 상호 관계로 유지된다.



▲ 생태계를 구성하는 요소

(2) 생물과 환경: 생물은 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등 주변 환경의 영향을 받아 환경에 적응하며 살아간다.

## 2 생태계평형

66쪽~71쪽

(1) 먹이 관계

생산자부터 최종 소비자까지 먹고 먹히는 관계를 사슬 모양으로 나타낸 것

여러 개의 먹이사슬이 서로 얹혀 그물처럼 복잡하게 나타나는 것

(2) 피라미드: 에너지양, 개체수, 생체량의 상대적인 양을 하위 영양단계에서 상위 영양단계로 순서대로 쌓아 올리면 위로 갈수록 줄어드는 피라미드 형태를 이룬다.

3차 소비자

2차 소비자

1차 소비자

생산자

▲ 안정된 생태계에서의 생태피라미드

(3) 생태계평형: 생태계에서 생물군집의 구성이나 개체수, 물질의 양, 에너지의 흐름이 균형을 이루면서 안정된 상태를 유지하는 것

2차 소비자	증가	감소
1차 소비자	일시적 증가 생산자	감소 증가
생태계평형 상태	생태계평형 깨짐	생태계평형 회복
▲ 안정된 생태계에서 생태계평형이 회복되는 과정		

(4) 환경 변화와 생태계

환경 변화: 생태계는 지진, 화산 등의 자연재해와 환경 오염 등의 인간 활동에 의해 영향을 받음

생태계보전 방안: • 천연기념물 및 국립 공원으로 지정 및 관리  
• 환경보전을 위한 특별법 제정 및 시행

## 3 지구 환경 변화와 인간 생활

72쪽~79쪽

(1) 지구 환경 변화

• 지구 온난화: 이/가 강화되어 지구의 평균 온도가 높아지는 현상

→ 대기 중 온실 기체의 양 (으)로 발생

• : 무역풍 약화로 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평년보다 높은 상태가 지속되는 현상

• : 사막이 아니던 지역의 토지가 황폐해지면서 점차 사막으로 변하는 현상

(2) 지구 환경 변화의 영향과 대책

• 영향: 해수면 상승, 생물다양성 감소, 물 부족, 식량난, 기상 재해 증가, 감염병 확산 등

• 대책: 온실 기체 배출량 줄이기, 국제 협약을 통한 지구 환경 변화 방지 등

## 01

| 생태계구성요소 |

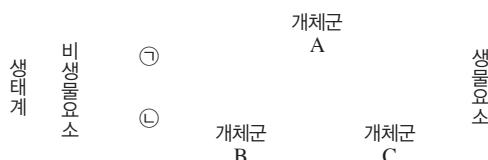
생태계를 구성하는 요소에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에 서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성된다.
- ㄴ. 세균, 곰팡이는 모두 비생물요소에 해당한다.
- ㄷ. 고라니, 멧돼지는 모두 생물요소 중 소비자에 해당한다.

## 02

| 생물과 환경 |

그림은 생태계구성요소 사이의 관계를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 개체군 A, B, C는 모두 같은 종이다.
- ㄴ. 일조 시간이 동물의 번식에 영향을 주는 것은 ①에 해당한다.
- ㄷ. 토양 속 미생물이 토양을 비옥하게 하는 것은 ②에 해당한다.

## 03

| 먹이그물과 생태계평형 |

그림은 서로 다른 먹이그물로 구성된 생태계 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



(가)와 (나) 중 쥐가 사라져도 생태계평형이 잘 유지될 수 있는 생태계를 고르고, 그 까닭을 설명하시오.

## 04

| 환경 변화와 생태계 |

그림은 산불로 숲이 훼손된 모습을 나타낸 것이다. 이와 같이 환경 변화가 생태계에 미치는 영향에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 자연 상태에서 과도한 환경 변화가 일어나면 생태계평형이 깨질 수 있다.
- ㄴ. 생태계는 자연재해뿐만 아니라 인간 활동에 의해서도 영향을 받는다.
- ㄷ. 생태계평형이 깨져도 인간의 노력으로 쉽게 평형을 회복할 수 있다.

## 05

| 지구 온난화 |

다음은 지구 온난화의 원인과 영향을 나타낸 것이다. ( ) 안에 알맞은 말을 쓰시오.

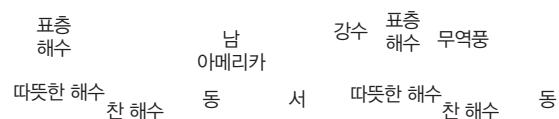
화석 연료 사용량 ( ㉠ ) → 대기 중 온실 기체 양의 증가 → ( ㉡ ) 강화 → 지구 온난화 → 빙하 면적 ( ㉢ ) → 해수면 ( ㉣ ) → 해안 지역 침수 및 육지 면적 감소

## 06

| 엘니뇨 |

그림 (가)와 (나)는 태평양 적도 부근 해역에서 평상시와 엘니뇨 발생 시 모습을 구분 없이 나타낸 것이다.

(가) (나)

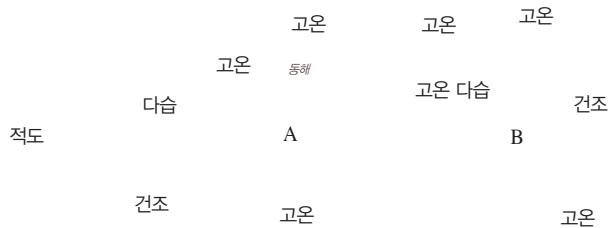


(가)와 (나) 중 엘니뇨가 발생한 시기를 고르고, 엘니뇨의 발생 과정을 설명하시오.

07

| 엘니뇨 |

그림은 어느 해에 발생한 엘니뇨의 영향을 나타낸 것이다.



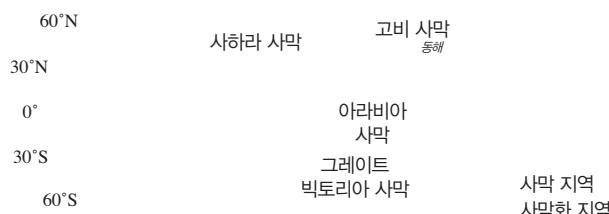
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. A 지역에서는 산불이 쉽게 발생할 수 있다.
  - ㄴ. B 지역에서는 평상시보다 어획량이 증가한다.
  - ㄷ. 적도 주변 지역에만 기상 이변이 나타난다.

08

| 사막화 |

그림은 전 세계의 사막과 사막화 지역을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 사막화는 주로 적도 부근 지역에서 발생한다.
  - ㄴ. 인위적 요인으로 사막화 지역이 넓어지고 있다.
  - ㄷ. 증발량이 강수량보다 많은 지역에서 주로 사막화가 진행된다.

## 창의적 문제 해결력 기르기

09

| 생태계평형 |

다음은 어떤 생태계에서 일어난 일이다.

어떤 국립 공원에 살고 있던 늑대가 사람들의 사냥으로 사라졌다. 늑대가 사라지자 늑대의 먹이였던 사슴의 개체 수가 급증하였고, 늘어난 사슴은 언덕과 초지의 풀과 나무를 먹어 치웠다. 그로 인해 어린나무가 자라지 못하였고, 풀숲이 없어진 강둑은 무너졌으며, 비버가 댐을 만드는 데 사용할 나무가 없어지며 수생생물의 서식지가 줄어들었다. 이를 해결하고자 14 마리의 늑대를 풀어놓았더니, 생태계가 변화하기 시작하였다.

이 생태계가 최상위 포식자인 늑대에 의해 평형을 회복하는 과정을 설명하시오.

10

| 지구 온난화 |

다음은 지구 온난화 대처 방안에 대한 설명이다.

최근 지구 온난화로 기상  
이번의 피해가 심해지고 있  
다. 이에 여러 국가는 일상생  
활에서 지구 온난화에 대처  
하는 방안을 마련하여 실천  
하고 있다. 그중 하나는 옥상  
을 조성하여 광합성으로 대기  
옥상 정원은 옥상의 단열성을  
소시켜 대기 중으로 배출되는

옥상 정원과 같이 생활 속에서 실천할 수 있는 지구 온난화 대처 방법을 한 가지 찾아 설명하시오

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.
  2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

# 태양 에너지의 생성과 전환

## 에너지 전환과 활용

이전 학습 내용

- 전류
- 전기 에너지
- 자기장

### 핵융합 과정 체험하기

태양에서는 수소 원자핵이 충돌하여 일어나는 핵융합 과정으로 에너지를 생산한다.

1. 가위바위보 놀이를 하여 핵융합 과정을 알아보자.

#### 놀이 방법

가위바위보에서 진 학생은 책상 위에 에너지 카드를 옮겨놓고 이긴 학생 뒤에 선다.

① 6 명이 모둠을 구성하고                  147 쪽의 에너지 카드를 한 장씩 갖는다.

② 4 명의 학생이 2 명씩 짝을 지어 가위바위보를 한다.

③ 과정 2에서 이긴 2 명의 학생은 남은 학생과 각각 가위바위보를 한다.

④ 과정 3에서 이긴 2 명의 학생이 가위바위보를 하고, 진 학생에게 속한 나머지 학생은 자유롭게 풀려난다.

2

학습하면서  
답을 찾아보아요.

환경 문제를 해결하는 데  
도움을 주는 신재생 에너  
지에는 무엇이 있을까?

2. 놀이에 참여한 모둠원을 수소 원자핵이라고 생각하여 핵융합 과정을 이야기해 보자.

## 태양 에너지의 생성

전등을 켜거나 자동차를 움직이게 하기 위해서는 에너지가 필요하다. 이처럼 우리가 살아가는데 필요한 에너지의 원천은 태양 에너지이다. 태양 에너지는 약 1500만 K의 초고온 상태인 태양의 중심부에서 생성된다. 태양의 중심부에서는 |그림 II-18|과 같이 수소 원자핵이 단계별로 충돌하여 헬륨 원자핵이 만들어지는 **수소 핵융합 반응**이 일어나는데, 이 과정에서 태양 에너지가 발생한다. 수소 핵융합 반응이 일어나는 과정에서 에너지가 발생하는 까닭은 무엇일까?

수소 핵융합 반응으로 만들어진 헬륨 원자핵 1 개의 질량은 반응에 참여한 양성자 2 개와 중성자 2 개의 질량을 모두 더한 것보다 작다. 즉 핵융합 반응 과정에서 질량이 줄어든다. 1905년에 아인슈타인은 질량과 에너지는 서로 변환될 수 있는 물리량임을 밝혀냈다. 이에 따르면 태양에서 일어나는 수소 핵융합 반응 과정에서 감소한 질량만큼 태양 에너지가 생성된다. 이렇게 생성된 태양 에너지는 지구에서 자연 변화를 일으키며 생명체가 생명활동을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

아인슈타인  
(Einstein, A.,  
1879~1955)

광전 효과, 상대성 이론 등을 발표하여 현대 과학의 발전에 큰 영향을 미쳤다.

수소 원자핵

헬륨 원자핵

에너지 방출

|그림 II-18| 수소 핵융합 반응이 일어나는 과정

수소 원자핵이 충돌하여 헬륨 원자핵이 만들어지는 과정에서 줄어든 ()이/가 태양 에너지로 변환된다.

## 태양 에너지의 전환과 흐름

태양에서 생성된 에너지는 사방으로 퍼져 나간다. 이 중 일부가 지구에 도달하여 열에너지, 운동 에너지, 화학 에너지, 전기 에너지 등 다양한 에너지로 전환된다. 이렇게 전환된 에너지는 지구 환경과 지구의 모든 생명체에 영향을 준다. 다음 활동으로 지구에서 일어나는 태양 에너지의 전환 과정을 알아보자.

## 태양 에너지의 전환 추론하기

그림은 지구에서 일어나는 태양 에너지의 전환을 나타낸 것이다.

(다) 식물(광합성): 에너지

(나) 태양 전지: 에너지

화석 연료: 화학 에너지

## 자동차: 운동 에너지

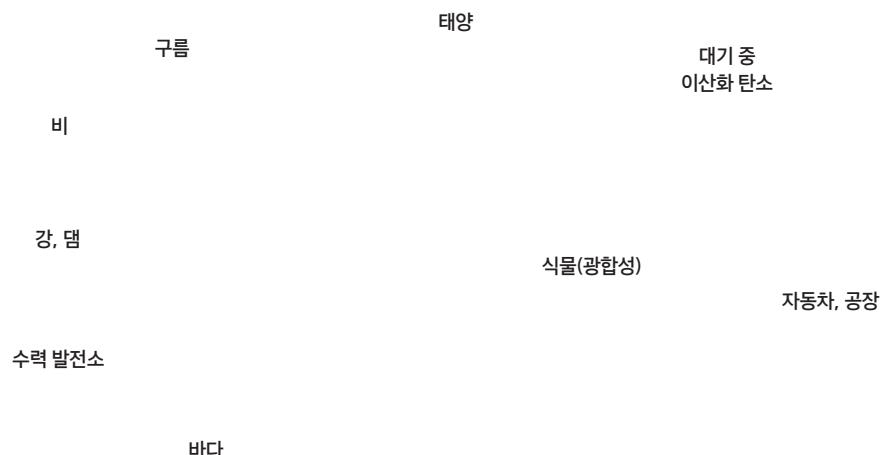
- (가)~(다)에서 태양 에너지가 어떤 에너지로 전환되는지 써 보자.
  - 태양 에너지가 자동차의 운동 에너지까지 전환되며 에너지 흐름을 일으키는 과정을 설명해 보자.

지구에 도달한 태양 에너지는 열에너지의 형태로 대기에 흡수되어 바람을 일으킨다. 이때 발생한 바람의 운동 에너지는 대기와 해수를 움직이게 한다. 또한 태양 에너지는 태양 전지를 이용한 태양광 발전으로 빛에너지에서 전기 에너지로 전환된다. 이 전기 에너지는 여러 가지 전기 제품에서 빛에너지, 열에너지, 운동 에너지 등의 형태로 활용된다.

태양 에너지의 전환은 연속적인 과정으로 이루어지며 |그림 II-19|와 같이 에너지 흐름을 일으킨다. 태양 에너지는 바다에 열에너지 형태로 흡수되어 물을 증발시키고, 증발한 수증기는 구름이 되어 비, 눈 등과 같은 기상 현상을 일으킨다. 지상에 내린 비와 눈은 위치 에너지 형태로 강의 상류, 댐 등에 저장되고, 물이 흐르며 생긴 운동 에너지는 수력 발전을 통해 전기 에너지로 전환된다. 그리고 물은 다시 바다로 흘러 가는 순환 과정을 거친다.

대기 중에 이산화 탄소로 존재하는 탄소는 광합성으로 식물에 양분으로 저장된다. 이때 태양의 빛에너지는 화학 에너지로 전환된다. 식물을 포함한 생명체의 유해는 땅에 묻혀 화석 연료가 된다. 화석 연료의 화학 에너지는 자동차나 공장에서 연소하여 운동 에너지, 열에너지로 전환된다. 이 과정에서 탄소는 이산화 탄소로 바뀌어 대기 중으로 배출되는 순환 과정을 거친다.

이와 같이 지구에 도달한 태양 에너지는 다양한 에너지로 전환된다. 그리고 지구시스템의 각 권역을 이동하면서 다양한 에너지 흐름을 일으킨다.



|그림 II-19| 태양 에너지의 흐름

지구에서 태양 에너지의 ( )은/는 연속적인 과정으로 이루어지며 에너지 흐름 을 일으킨다.

다음 단어를 모두 사용하여 '태양 에너지의 여행'을 주제로 글 이어 쓰기를 해 보자.

태양 에너지의 발생    에너지 전환    에너지 흐름

### 태양 에너지의 여행

태양에서 손소  
열을 흡수, 냉각  
방사하는 태양  
에너지가 대기로  
여행을 한다.  
그리고 물에 흡수  
되면서 물이  
증발한다.

이 단원을 학습한 다음  
84 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 발전과 에너지원

발전기에서 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정을 설명할 수 있다.

화석 연료와 핵에너지를 이용하는 발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 조사하여 발표할 수 있다.

## 자가 발전형 손전등 빛의 밝기 측정하기

자가 발전형 손전등의 손잡이를 돌리면 빛이 나온다. 손전등에서 나오는 빛의 밝기를 측정해 보자.

1. 모둠별로 스마트 기기에 빛의 밝기를 측정할 수 있는 앱을 내려받는다.
2. 자가 발전형 손전등에서 빛이 나오는 부분을 스마트 기기로 향하게 한다.
3. 자가 발전형 손전등의 손잡이를 5 초 동안 돌려 스마트 기기로 빛의 밝기를 측정한다.
4. 모둠원의 결과를 비교하여 자가 발전형 손전등의 빛을 가장 밝게 하는 방법이 무엇인지 이야기 해 보자.

## 전자기 유도

일반적인 손전등은 대부분 전지로 작동되지만, 전지 없이 작동되는 자가 발전형 손전등도 있다. 자가 발전형 손전등은 내부에 자석과 코일이 들어 있어 손잡이를 돌리면 전류가 흘러 불이 켜지는데, 그 까닭은 무엇일까? 다음 탐구에서 자석과 코일의 상대 운동으로 전류가 유도되는 원리를 알아보자.

### ● 코일

도선을 원형, 원통형 등으로 여러 번 감아 놓은 것

## 자석과 코일을 이용하여 유도되는 전류 관찰

관찰, 의사소통

**문제 인식** 코일 속에서 자석이 움직일 때 전류가 만들어지는 원리는 무엇일까?

### 과정

1. 코일과 검류계를 집게 달린 전선으로 연결한다.
2. 막대자석을 코일에 가까이 할 때와 코일에서 멀리 할 때, 코일 속에서 막대자석이 정지해 있을 때 검류계 바늘이 어떻게 움직이는지 관찰한다.
3. 막대자석 2 개를 같은 극끼리 겹쳐 과정 2를 반복한다.
4. 막대자석의 움직이는 빠르기를 다르게 하여 과정 2를 반복한다.

### 결과 및 정리

1. 막대자석이 코일 속에서 움직일 때와 정지해 있을 때 검류계 바늘의 움직임은 어떻게 다른가?
2. 막대자석을 코일에 가까이 할 때와 코일에서 멀리 할 때 검류계 바늘이 움직이는 방향은 어떻게 다른가?
3. 막대자석을 1 개만 움직일 때와 2 개를 겹쳐 움직일 때 검류계 바늘의 움직임은 어떻게 다른가?
4. 막대자석을 빠르게 움직일 때와 느리게 움직일 때 검류계 바늘의 움직임은 어떻게 다른가?

### 결론

1. 코일 속에서 자석이 움직일 때 전류가 유도되는 원리를 설명해 보자.
2. 검류계 바늘의 움직임이 어떻게 다른지 자석과 코일의 상대 운동을 이용하여 설명해 보자.

### 목표

자석과 코일의 상대 운동으로 전류가 유도됨을 설명할 수 있다.

### 준비물

막대자석, 코일, 검류계, 집게 달린 전선

### 스스로 평가

**지식·이해** 검류계 바늘이 움직이는 정도와 방향을 코일과 자석의 상대 운동을 이용하여 설명하였는가?

**과정·기능** 자석의 방향, 개수, 빠르기를 다르게 하여 탐구 결과를 정확히 관찰하였는가?

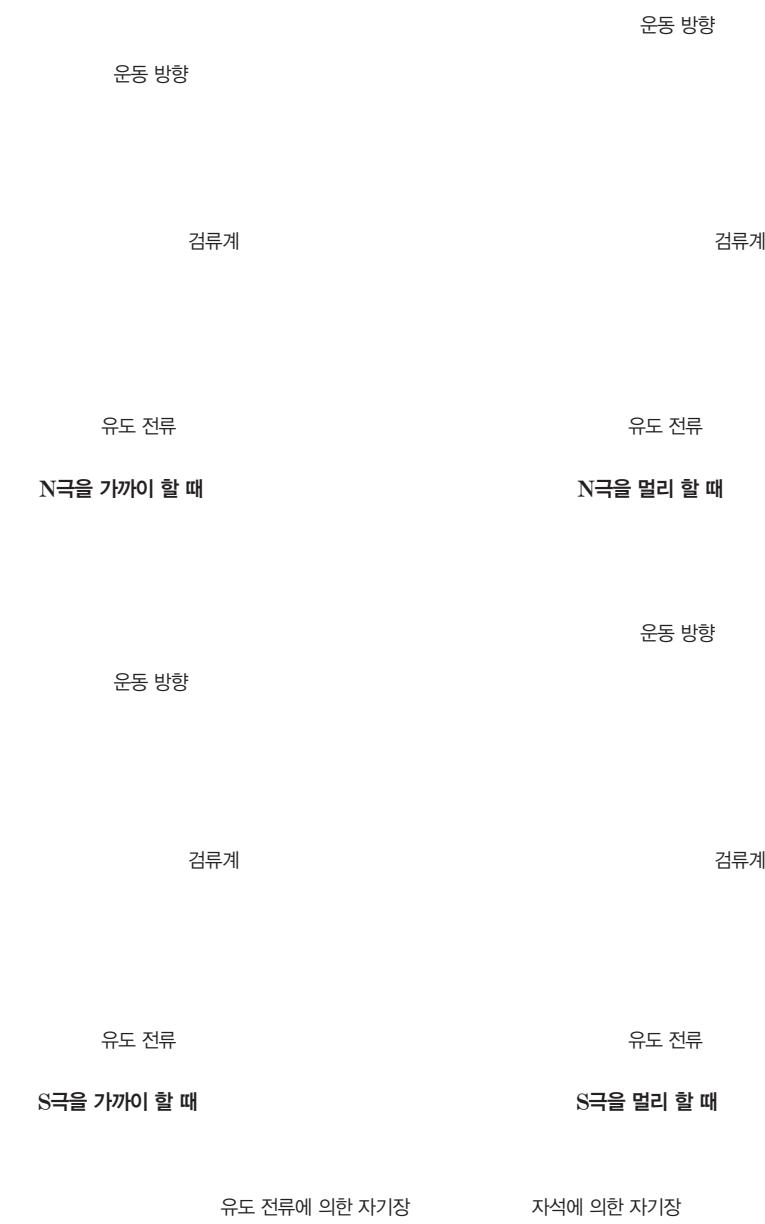
**가치·태도** 전류를 직접 유도하는 탐구를 하면서 과학의 유용성을 인식하였는가?

### 인터넷 활용 시뮬레이션

'전자기 유도'를 검색하면 유도 전류에 대한 시뮬레이션을 찾을 수 있다.

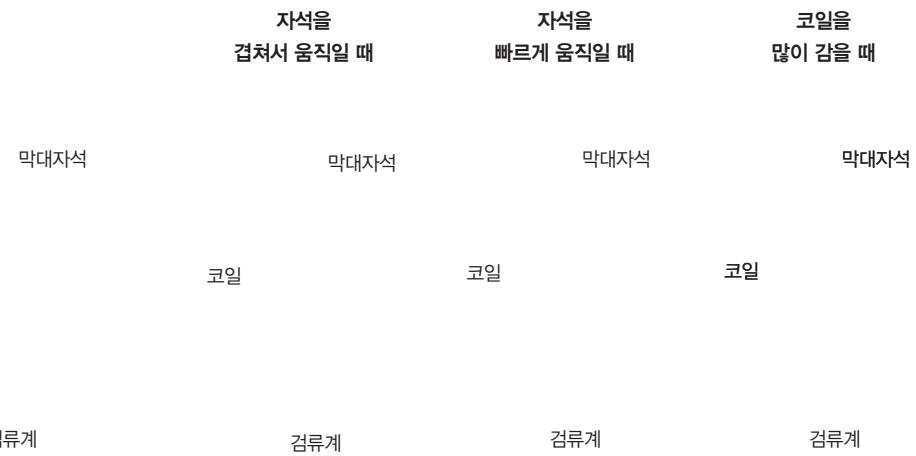
코일 근처에서 자석을 움직이면 코일을 통과하는 자기장이 시간에 따라 변하여 코일에 전류가 유도된다. 이와 같이 코일 근처에서 자석을 움직였을 때 전류가 유도되어 흐르는 현상을 **전자기 유도**라 하며, 이때 코일에 흐르는 전류를 **유도 전류**라고 한다.

검류계의 바늘이 움직이는 방향으로 유도 전류의 방향을 알 수 있는데, 유도 전류의 방향은 자석의 운동 방향과 자석의 극에 따라 달라진다. |그림 II-20|과 같이 자석을 코일에 가까이 할 때와 코일에서 멀리 할 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대가 된다. 또한 코일에 자석의 N극을 가까이 할 때와 S극을 가까이 할 때에도 유도 전류의 방향은 반대가 된다.



|그림 II-20| 유도 전류의 방향

검류계의 바늘이 움직이는 폭으로 유도 전류의 세기를 알 수 있는데, 유도 전류의 세기는 자석의 세기, 자석이 움직이는 빠르기, 코일의 감은 수에 따라 달라진다. |그림 II-21|과 같이 자석을 같은 극끼리 겹쳐서 움직이거나 자석을 빠르게 움직이면 자석에 의한 자기장의 변화가 커져 유도 전류의 세기가 커진다. 또한 코일을 많이 감을수록 유도 전류의 세기가 커진다.



|그림 II-21 | 유도 전류의 세기

1. 코일 근처에 자석을 가까이 할 때 코일에 생기는 전류를 ( )이라고 한다.
2. 유도 전류의 세기는 코일의 ( )과/와 비례한다.

### 전자기학 발전에 기여한 패러데이

패러데이(Faraday, M., 1791~1867)는 영국의 왕립 연구소에서 진행하는 과학 강연을 듣고 과학에 관심을 가져 과학자의 길로 들어섰다. 패러데이는 전자기학 분야에서 독창적인 아이디어를 내었으며, 실험 연구에 매우 뛰어나 많은 업적을 남겼다.

패러데이의 대표적인 업적으로는 전자기 유도 현상을 발견한 것이다. 이는 1820년 외르스테드 (Ørsted. H. C., 1777~1851)가 발견한 현상과 반대로 아이디어를 생각하며 시작되었다. 외르스테드는 전류가 흐르는 도선 근처에 놓인 나침반의 바늘이 움직인다는 사실에서 전류가 자기장을 만든다는 전류의 자기 작용을 발견하였다. 패러데이는 이 현상과 반대로 '자기장으로부터 전류를 만드는 것도 가능하지 않을까?' 하는 의문을 가졌고, 실험을 오랫동안 시도한 끝에 전자기 유도 현상을 발견하였다. 그리고 자석을 코일에 가까이 하였을 때 코일에 유도 전류가 생기는 까닭은 전자기 유도 현상에 의해 코일에 생기는 전압인 유도 기전력이 생겼기 때문이라는 사실을 밝혀냈다.

▲ 패러데이

패러데이는 유도 기전력이 단위 시간당 코일을 통과하는 자기장의 변화에 비례하고, 코일의 감은 수에 비례한다는 패러데이 법칙을 발견하였다. 이를 바탕으로 전기와 자기는 별개의 것이 아니라 상호작용 할 수 있다는 것이 밝혀지며 전자기학의 기틀이 마련되었다.

## 발전기에서의 전기 에너지 생성

우리 주변에서 사용되는 전기 에너지는 대부분 발전소의 발전기에서 만들어진다. 다음 탐구에서 간이 발전기를 만들고 발전기에서 전기 에너지가 생성되는 원리를 알아보자.

### 발전기에서 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정 탐구

관찰, 의사소통

#### 목표

간이 발전기에서 에너지가 전환되는 과정을 설명할 수 있다.

#### 준비물

네오디뮴 자석, 발광 다이오드, 에나멜선, ㄱ자 막대, 하드보드지, 사포, 누름 못, 면장갑

네오디뮴 자석

**문제 인식** 간이 발전기에서 전기 에너지가 생성되는 원리는 무엇일까?

#### 과정

#### 안전 길잡이

- 네오디뮴 자석의 세기는 매우 세므로 자석 사이에 손이 끼지 않도록 주의한다.
- 에나멜선의 양 끝을 사포로 벗길 때에는 손을 다치지 않도록 주의한다.

1. 하드보드지로 틀을 만들고, 누름 못으로 틀의 양쪽 면 중앙에 구멍을 한 군데씩 뚫는다.

발광 다이오드

2. 틀의 구멍에 ㄱ자 막대를 끼우고 틀 안에 있는 막대 양쪽에 네오디뮴 자석을 붙인다.

3. 틀에 에나멜선을 300 회 이상 감아 코일을 만들고, 사포로 에나멜선의 양 끝을 벗겨 발광 다이오드와 연결한다.

4. ㄱ자 막대를 빠르게 돌리며 발광 다이오드에 불이 켜지는지 확인한다.

#### 스스로 평가

**지식·이해** 간이 발전기에서 에너지가 전환되는 과정을 설명하였는가?

**과정·기능** 간이 발전기를 정확하게 만들고 전기 에너지가 만들어지는 원리를 파악하였는가?

**기초·태도** 간이 발전기를 만드는 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

#### 결과 및 논의

1. ㄱ자 막대를 돌려 발광 다이오드에 불이 켜질 때 에너지가 전환되는 과정을 토의해 보자.
2. 발광 다이오드에 불이 켜지지 않았다면 그 까닭과 해결 방안을 토의해 보자.

#### 결론

자석과 코일을 이용한 간이 발전기에서 전기 에너지가 만들어지는 원리를 설명해 보자.

간이 발전기의 자석을 회전시키면 시간에 따라 코일을 통과하는 자기장이 변한다. 이에 따라 코일에 유도 전류가 발생하여 발광 다이오드에 불이 켜지게 된다. 즉 자석의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되고, 발광 다이오드에서 전기 에너지가 다시 빛에너지로 전환된다.

발전소에서 사용하는 발전기가 전기 에너지를 만드는 원리도 간이 발전기의 원리와 같다. 발전소에는 |그림 II-22|와 같이 터빈이 발전기에 연결되어 있다. 발전기는 자석과 코일로 구성되어 있는데, 바깥쪽에 코일이 들어 있는 철심이 고정되어 있고 안쪽에 축을 따라 자석이 회전하는 구조로 되어 있다. 터빈이 돌아가면 발전기의 자석이 코일 속에서 회전하게 된다. 그러면 코일을 통과하는 자기장이 변하므로 전자기 유도 현상에 따라 유도 전류가 발생한다. 즉 발전소의 발전기에서도 터빈의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.



|그림 II-22| 화력 발전소와 핵발전소의 발전 원리 화력 발전소와 핵발전소는 각각의 에너지원에서 발생한 열을 이용하여 만든 증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

발전 방식은 터빈을 돌리는 에너지원에 따라 화력 발전, 핵발전, 수력 발전 등으로 구분된다. 화력 발전에서는 석탄이나 석유와 같은 화석 연료가 연소하면서 화학 에너지가 열에너지로 전환된다. 핵발전에서는 우라늄과 같은 핵연료가 핵분열을 하면서 핵에너지가 열에너지로 전환된다. 이렇게 발생한 열에너지로 물을 끓여 고온, 고압의 증기를 만들고 이 증기의 운동 에너지로 터빈을 돌린다. 한편 수력 발전은 물의 위치 에너지를 운동 에너지로 전환하여 이 운동 에너지로 터빈을 돌린다. 이처럼 화력 발전, 핵발전, 수력 발전은 터빈을 돌리는 에너지원은 다르지만, 터빈을 돌려서 생긴 전자기 유도 현상을 이용하여 전기를 생산하는 것은 같다.

화력 발전소와 핵발전소에서 증기로 터빈이 돌아갈 때 터빈의 ( ) 에너지가 ( ) 에너지로 전환된다.

## 발전과 인간 생활

전기 에너지는 인간 생활에서 꼭 필요한 에너지이다. 우리나라에서는 화석 연료와 핵연료를 이용하여 전기 에너지를 많이 생산하고 있다. 다음 탐구에서 화력 발전소와 핵발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 알아보자.

### 발전소가 인간 생활에 미치는 영향 탐구

조사, 발표

#### 목표

화력 발전소와 핵발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 조사하고 발표 할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식**      화력 발전소와 핵발전소는 인간 생활에 어떤 영향을 미칠까?

#### 과정

- 모둠별로 화력 발전소와 핵발전소의 특징과 장단점을 조사해 보자.

#### 구분

화력 발전소

핵발전소

#### 특징

#### 장점

#### 단점

- 화력 발전소와 핵발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 토의 하여 발표해 보자.

#### 스스로 평가

**지식·이해**      화력 발전소와 핵발전소의 특징과 장단점을 설명하였는가?

**과정·기능**      발전소에 대해 충실히 조사하였는가?

**가치·태도**      발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 토의하며 과학의 유용성을 인식하였는가?

#### 결과 및 정리

다른 모둠의 발표를 듣고, 우리 모둠의 발표 내용과 비교하여 발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 정리해 보자.

화력 발전소는 다른 발전소에 비해 건설 비용이 적게 들고 짧은 시간 내에 건설할 수 있다. 또한 석탄, 석유, 천연가스 등과 같은 다양한 화석 연료를 사용할 수 있어 에너지 공급의 안정성이 높다. 따라서 화력 발전은 전력 수요가 갑자기 증가하거나 에너지가 부족한 상황에 빠르게 대처할 수 있다는 장점 |그림 II-23| 서울 화력 발전소의 과거 모습이 있다. 우리나라에서는 |그림 II-23|의 서울 화력 발전소를 처음 가동한 이후 많은 화력 발전소를 운영하고 있다. 그러나 화석 연료의 연소 과정에서 이산화 탄소가 많이 발생하여 지구 온난화가 심해질 수 있다.

핵발전은 적은 양의 연료로 대량의 전력을 생산할 수 있을 뿐만 아니라 연소 과정이 없어 이산화 탄소 배출이 거의 없는 장점이 있다. |그림 II-24|의 고리 원자력 발전소를 처음 가동한 이후 핵발전은 우리나라 전력 생산에서 큰 역할을 담당하고 있다. 그러나 핵발전으로 생기는 방사성 폐기물 처리가 어렵고 방사능이 누출될 경우에는 큰 피해가 생길 수 있다. |그림 II-24| 고리 원자력 발전소

발전소에서 전기를 대규모로 공급하는 것이 가능해지면서 인간의 삶은 편리하게 발전하였다. 가정에서는 다양한 가전제품을 사용할 수 있게 되었으며, 첨단 과학 기술의 발전이 가능해졌다. 그러나 환경 오염이나 기후 변화에 따른 생태계 파괴의 위험이 증가하는 문제도 발생하고 있다. 한편 화석 연료나 우라늄의 매장량은 한정되어 있어 언젠가는 고갈될 수 있으므로 지속 가능한 에너지 개발에 많은 노력을 기울여야 한다.

( )은/는 다른 발전소에 비해 건설 비용이 적고 짧은 시간 내에 건설할 수 있는 장점이 있지만 연소 과정에서 ( )이/가 많이 발생하는 문제점이 있다.

전자기 유도로 운동 에너지를 전기 에너지로 전환할 수 있다는 원리를 이용하여 일상생활에서 전기 에너지를 만들 수 있는 장치를 고안해 보자.

바퀴가 돌아간다.(운동 에너지)

코일 균형에 있는 자석이 움직인다.

전자기 유도로 전류가 흐른다.(전기 에너지)  
전구에 불이 켜진다.

이 단원을 학습한 다음  
88 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 에너지 효율과 신재생 에너지

에너지 효율의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.

지속 가능한 발전과 지구 환경 문제 해결에 신재생 에너지 기술을 활용하는 방안을 탐색할 수 있다.

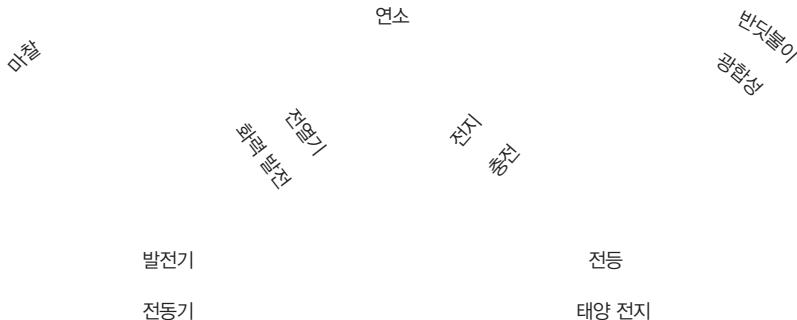
## 에너지 전환 카드 놀이하기

일상생활의 상황으로 구성된 카드로 에너지 전환 과정을 알아보는 놀이를 해 보자.

1. 149쪽~154쪽의 상황 카드와 에너지 카드를 준비한다.
2. 상황 카드는 그림면이 보이지 않도록 중앙에 쌓아 놓고, 에너지 카드는 고르게 섞은 다음 모둠원이 같은 개수로 나누어 갖는다.
3. 순서대로 상황 카드를 한 장 뒤집고, 카드에 제시된 상황에서 일어나는 에너지 전환 과정을 설명하며 에너지 카드 2장을 내려놓는다.  
상황에 맞는 에너지 카드를 모두 내려놓고 옮겨 설명하는 경우에는 한 번 더 상황 카드를 뒤집어 에너지 카드를 내려놓을 수 있는 기회를 얻는다.
4. 에너지 카드를 모두 내려놓은 모둠원이 생기면 놀이가 끝난다.

## 에너지 전환과 보존

물체가 일을 할 수 있는 능력이 있을 때 그 물체는 에너지를 가지고 있다고 한다. 우리가 사용하는 에너지에는 운동 에너지, 위치 에너지, 열에너지, 전기 에너지, 화학 에너지, 빛에너지, 소리 에너지 등 다양한 종류가 있다. |그림 II-25|와 같이 일상생활에서는 에너지를 다양한 형태로 전환하여 사용하고 있다.



|그림 II-25| 여러 가지 에너지 전환의 예

에너지가 전환될 때 에너지의 총량은 어떻게 될까? |그림 II-26|과 같이 스마트 기기를 충전하여 사용할 때 전기 에너지는 스피커에서 나오는 소리 에너지, 화면을 만드는 빛에너지, 진동을 만드는 운동 에너지, 스마트 기기가 발열되는 열에너지 등으로 전환된다. 이때 스마트 기기에서 전환된 모든 에너지를 합하면 스마트 기기의 충전에 사용된 전기 에너지와 같다. 이와 같아 이 에너지는 여러 가지 형태로 전환될 수 있지만 새롭게 생겨나거나 소멸되지 않고, 에너지가 전환되는 과정에서 전환 전과 후의 총량은 항상 같다. 이것을 **에너지 보존 법칙**이라고 한다.

음악  
화면  
진동  
발열

|그림 II-26| 스마트 기기에서의 에너지 보존

에너지가 전환될 때 전환되기 전과 전환한 후의 에너지 총량이 같다는 것을 ( ) (이)라고 한다.

## 에너지 효율

일상생활에서는 “에너지를 절약해야 한다.”라는 말을 자주 사용한다. 에너지는 전환되기 전과 전환된 후에 항상 보존되는데, 에너지를 절약해야 하는 까닭은 무엇일까? 다음 활동에서 에너지가 전환될 때 발생하는 현상을 알아보자.

## 선풍기의 열화상 사진 비교하기

- 열화상 사진

물체가 내는 열의 온도를 감지하여  
온도에 따라 여러 가지 색으로 나  
타나는 사진

그림 (가)와 (나)는 선풍기를 사용하기 전과 선풍기를 한 시간 동안 사용한 후의 모습을 촬영한 열화상 사진을 나타낸 것이다.

고온

- (가)와 (나)의 차이점을 찾아보자.
  - (가)와 (나)에서 차이가 생긴 까닭을 에너지와 관련지어 설명해 보자.

선풍기를 오래 사용하면 모터가 뜨거워져 열이 발생하는 것을 관찰할 수 있다. 그뿐만 아니라 컴퓨터나 스마트폰도 오래 사용하면 기기에서 열이 발생하는 것을 알 수 있다. 이처럼 전기 에너지를 우리가 원하는 형태의 에너지로 전환하는 과정에서는 항상 열에너지가 발생하는데, 이 열에너지는 다시 사용하기 어렵다. 즉 에너지가 전환될 때 에너지 보존 법칙에 따라 총 에너지는 항상 보존되지만, 일부 에너지는 사용되지 못하고 버려진다. 이때 공급된 에너지 중에서 유용하게 사용된 에너지의 비율(%)을 **에너지 효율**이라고 한다.

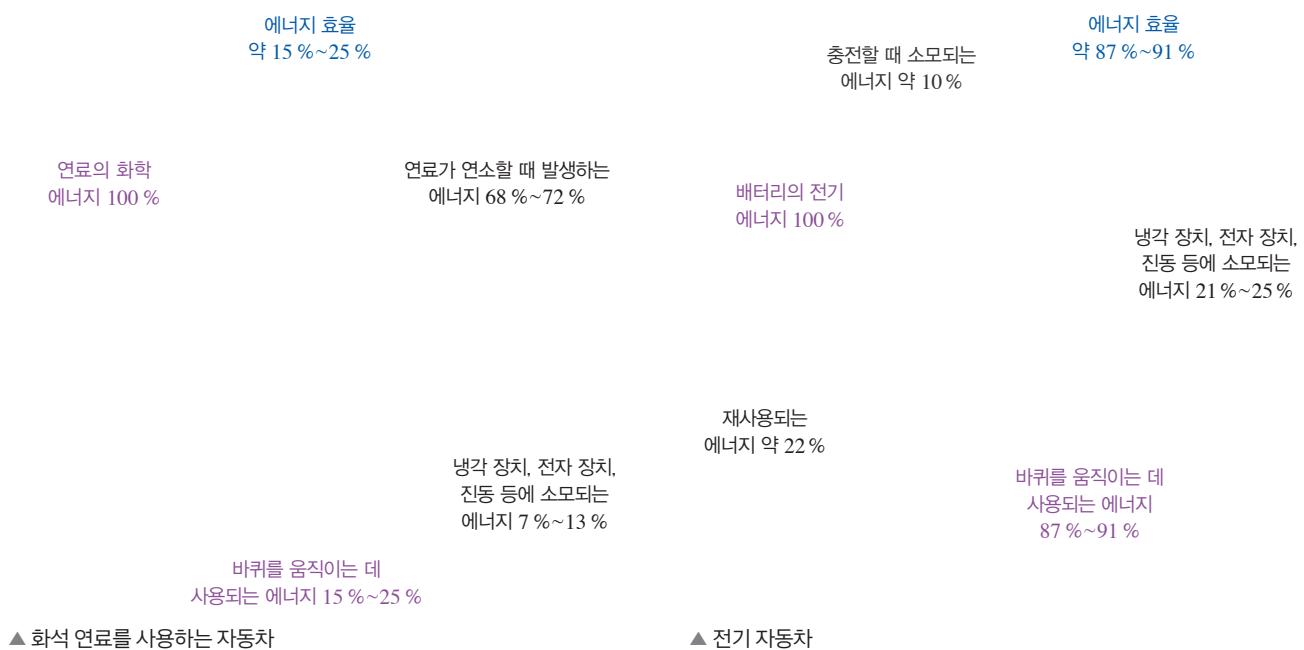
$$\text{에너지 효율}(\%) = \frac{\text{유용하게 사용된 에너지}}{\text{공급된 에너지}} \times 100$$

에너지가 전환되는 과정에서는 버려지는 열에너지가 있기 때문에 에너지 효율은 항상 100 %보다 작다. 따라서 에너지가 전환될수록 우리가 사용할 수 있는 유용한 에너지의 양이 점점 줄어들기 때문에 에너지를 효율적으로 사용해야 한다.

최근에는 에너지 효율을 높이는 기술을 활발히 개발하고 있는데, 대표적인 예가 자동차이다. |그림 II-27|은 화석 연료를 사용하는 자동차와 전기 자동차의 에너지 효율을 나타낸 것이다. 화석 연료를 사용하는 열기관이 있는 자동차는 화석 연료의 연소 과정에서 버려지는 에너지의 양이 많기 때문에 에너지 효율이 낮다. 화석 연료가 연소해서 만들어진 에너지의 많은 부분이 열에너지 형태로 공기 중으로 빠져나가고, 에너지의 일부만 바퀴를 움직이는 일을 하는데 사용된다. 반면 전기 자동차는 배터리의 전기 에너지로 전동기를 작동하여 바퀴를 움직임으로 발생하는 열에너지의 양이 적다. 그뿐만 아니라 운행 중 버려지는 에너지의 일부를 재사용하기 때문에 에너지 효율이 높다.

열기관

자동차에 사용되는 엔진과 같이 화석 연료가 연소할 때 발생하는 열에너지를 이용하여 동력을 얻는 장치를 열기관이라고 한다. 이때 열기관의 에너지 효율을 열효율이라고 한다.



|그림 II-27| 화석 연료를 사용하는 자동차와 전기 자동차의 에너지 효율(출처: yaleclimateconnections.org, 2022)

이 외에도 우리 생활 주변에서 에너지를 효율적으로 사용하려는 노력은 찾을 수 있다. 과거에는 조명 기구로 백열등을 사용하였지만 최근에는 에너지 효율이 높은 LED등을 사용하고 있다. 또한 |그림 II-28|과 같이 전기 제품에 에너지 소비 효율 등급을 표시하기도 한다. 에너지 소비가 많은 제품을 대상으로 에너지를 효율적으로 사용하는 정도에 따라 1 등급~5 등급을 부여하여 생산자가 효율이 높은 제품을 개발하도록 유도하고 있다.



### |그림 II-28| 에너지 소비 효율 등급 표시

( )은/는 공급된 에너지 중에서 유용하게 사용된 에너지의 비율로 항상 100 %보다 작다.

## 지속가능한 발전을 위한 신재생 에너지의 활용

### 신재생 에너지의 종류

- 신에너지는 수소, 연료 전지, 석탄의 액화 및 가스화 등을 이용한 에너지이다.
- 재생 에너지는 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오, 폐기물 등을 이용한 에너지이다.

현재 우리나라에서 에너지 생산량의 대부분을 차지하는 화력 발전과 핵발전은 연료의 매장량이 한정되어 있고, 지구 온난화와 안전사고를 유발할 위험이 있다. 따라서 여러 나라에서는 친환경적이면서 지속적으로 발전이 가능한 에너지인 신재생 에너지 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

**신재생 에너지**는 기존의 화석 연료를 변환하여 이용하거나 햇빛, 바다, 바람 등의 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지이다. 신재생 에너지는 에너지를 만드는 자원이 고갈될 염려가 적고 지구 환경 문제 해결에 기여할 수 있다.

**폐기물 에너지** 산업체와 가정에서 발생하는 가연성 폐기물을 소각할 때 생긴 열을 이용하는 에너지이다. 폐기물로 연료를 만들어 사용하기도 한다.

**지열 에너지** 지구 내부의 열에너지이다. 지열 발전은 지하에 있는 뜨거운 물과 수증기의 열에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전 방식이다.

**조력 에너지** 밀물과 썰물 때 해수면의 높이차로 생기는 에너지이다. 조력 발전은 밀물 때 바닷물이 들어오면서 터빈을 돌려 전기를 생산하는 발전 방식이다.

**태양광 에너지** 햇빛이 가지고 있는 에너지이다. 태양광 발전은 태양 전지에서 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다.

**풍력 에너지** 바람의 힘을 이용하는 에너지이다. 풍력 발전은 바람의 운동 에너지를 이용하여 발전기와 연결된 날개를 돌려 전기를 생산하는 발전 방식이다.

**수력 에너지** 높은 곳에 있는 물이 가진 위치 에너지이다. 수력 발전은 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르는 물로 터빈을 돌려 전기를 생산하는 발전 방식이다.

**바이오 에너지** 농작물, 목재, 해조류 등 살아있는 생명체의 에너지를 이용하는 에너지이다. 매립지의 가스를 원료로 이용하기도 한다.

**연료 전지** 화학 반응으로 연료의 화학 에너지를 전기 에너지로 전환하는 전지이다.

**수소 에너지** 수소가 연소하면서 발생하는 에너지이다. 수소가 연소할 때 공해 물질이 발생하지 않아 청정에너지로 알려져 있다.

**파력 에너지** 파도가 갖는 에너지이다. 파력 발전은 파도가 칠 때 해수면이 상승하거나 하강하여 생기는 공기의 흐름을 이용하여 전기를 생산하는 발전 방식이다.

신재생 에너지를 활용하면 화석 연료의 고갈 문제에 대비하여 지속가능한 발전을 할 수 있고, 지구 온난화와 같은 환경 문제를 해결할 수 있다. 다음 활동에서 신재생 에너지 기술을 활용할 수 있는 방안을 탐색해 보자.

## 신재생 에너지 기술을 활용하는 방안 탐색

조사, 발표

### 목표

신재생 에너지 기술을 활용하는 사례를 조사하고, 활용 방안을 탐색할 수 있다.

### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 지속가능한 발전과 지구 환경 문제 해결을 위해 신재생 에너지 기술을 어떻게 활용할 수 있을까?

### 과정

1. 모둠별로 신재생 에너지 기술을 활용하는 사례를 조사해 보자.

#### 신재생 에너지 기술

#### 활용 사례

##### 태양광 발전

상식시 무지개 마을은 '에너지 자립 마을'로 조성되어 있다. 이 마을은 각 가정의 지붕에 태양광 패널을 설치하여 에너지를 직접 생산한다.

2. 조사한 사례를 바탕으로 우리나라의 지속가능한 발전과 환경 문제 해결에 신재생 에너지 기술을 활용할 수 있는 방안을 토의하여 발표해 보자.

### 결과 및 정리

다른 모둠의 발표를 듣고, 우리 모둠의 발표 내용과 비교하여 신재생 에너지 기술의 활용 방안을 정리해 보자.

### 스스로 평가

**지식·이해** 신재생 에너지 기술을 활용한 사례를 파악하였는가?

**과정·기능** 신재생 에너지 기술의 활용 사례를 충실히 조사하였는가?

**가치·태도** 신재생 에너지 기술을 활용하는 방안을 탐색하는 과정에서 모둠원의 의견을 존중하며 협력하였는가?

지속가능한 발전과 지구 환경 문제  
해결을 위해서는 신재생 에너지 기술  
을 효율적으로 활용하는 것이 매우 중요  
하다. 신재생 에너지 기술을 효율적으로  
활용하는 예로는 친환경 에너지 도시가 있  
다. 대표적으로 영국의 베드제드 마을, 독일의  
프라이부르크, 아랍에미리트의 마스다르 등이 있  
다. 우리나라에서도 |그림 II-29|와 같이 에너지 자립  
마을을 조성하여 주민들이 직접 신재생 에너지 생산에 |그림 II-29| 삼척시 도계읍 무지개 마을  
참여하면서 지구 환경 문제를 해결하기 위해 노력하고 있다.

신재생 에너지는 친환경적이지만 설치 비용이 많이 들고, 발전 효율이 낮은 한계가 있다. 이를 극복하기 위해 과학자들은 신재생 에너지의 경제성과 발전 효율을 높이기 위해 연구하고 있다. 또한 새로운 에너지원을 개발하는 연구도 활발히 진행되고 있는데, 대표적으로 핵융합 연구가 있다. 우리나라를 포함해 35 개국이 참여하는 ‘국제 핵융합 실험로(ITER)’ 연구가 진행되고 있으며, 우리나라에서는 독자적으로 ‘한국 차세대 초전도 토파막 연구’를 진행하여 |그림 II-30|과 같이 한국형 핵융합 연구 장치(KSTAR)를 개발하였다. |그림 II-30| 한국형 핵융합 연구 장치

이 외에도 전 세계의 여러 나라는 지속가능한 발전을 국제 사회의 공동 목표로 정해 에너지 소비로 인한 화석 연료의 고갈과 환경 문제를 해결하고자 노력하고 있다. 또한 기업에서 사용하는 전력의 100 %를 재생 에너지로 사용하기 위한 에너지 협약 프로젝트도 진행되고 있다. 이처럼 전 세계에서 다양한 노력을 하고 있으며, 우리도 신재생 에너지를 활용하려는 자세를 갖도록 노력해야 한다.

기존의 화석 연료를 변환하여 이용하거나 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지인  
(                ) 에너지는 자원이 고갈될 염려가 적고 친환경적이다.

신재생 에너지 기술을 활용한 친환경 주택을 구상해 보고, 설계  
도를 그려 보자.

이 단원을 학습한 다음  
96 쪽의 학습 목표를 점검  
해 보자.

# 진로와 직업

## 에너지 절약 컨설턴트

에너지를 사용할 때 발생하는 비용을 아끼기 위해서는 에너지를 효율적으로 사용하는 것이 매우 중요하다. 가정이나 산업체의 에너지 소비 패턴을 진단하고, 그에 맞는 절약 방법을 제안하는 역할을 하는 사람을 에너지 절약 컨설턴트라고 한다.

### 어떤 일을 할까요?

에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 방안을 연구하고, 이를 실천할 수 있도록 도와주는 일을 한다. 산업체나 가정을 방문해서 에너지 사용 실태를 점검하여 불필요한 대기 전력을 차단하고 고효율 전자 제품을 소개하여 에너지 비용을 절약할 수 있도록 도와준다. 또한 전기 절약의 필요성과 절감할 수 있는 방법을 홍보하며 이산화 탄소가 배출되는 양을 줄이는 역할을 한다.

### 어떻게 준비할까요?

에너지 사용과 에너지 절약 방법에 필요한 기초 지식을 배워야 한다. 또한 전기 제품을 다루어야 하므로 전기와 관련된 안전 지식을 습득하여야 한다.

### 어떤 능력이 필요할까요?

에너지 사용 패턴과 시스템을 분석하여 혁신적인 해결 방법을 제시하기 위해서는 에너지에 대한 이해력과 분석력이 필요하다. 다른 사람과의 원활한 상호작용을 위한 의사소통 능력이 필요하며 디지털 정보의 활용 능력도 중요하다.

### 에너지 절약 제품 디자이너

에너지 절약 기술을 적용한 제품을 디자인하거나 기존 제품에 에너지 절약 기능을 추가하는 등 에너지 효율을 높이는 제품을 만드는 일을 한다. 제품의 에너지 낭비 요소를 분석하고, 이를 개선하기 위한 제품의 제작 기술을 제안한다.

### 에너지 수학 전문가

자연에 있는 빛, 열, 진동 등을 수학하여 일상생활에서 사용할 수 있는 전기 에너지로 재생산하는 기술을 연구하고 개발하는 일을 한다. 에너지를 효율적으로 수학하는 기술과 수학한 에너지를 저장하여 효율적으로 사용하는 방법을 연구한다.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 환경 문제를 해결하는데 도움을 주는 신재생 에너지에는 무엇이 있을까?

친환경적이고 지속적으로 발전이 가능한 에너지를 ( ) 에너지라고 한다. 수소, 연료 전지나 기존의 화석 연료를 변환하여 이용하는 ( ) 에너지와 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오, 폐기물 등 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 ( ) 에너지가 있다.

### 1 태양 에너지의 생성과 전환

84쪽~87쪽

#### (1) 태양 에너지의 생성

- 태양의 중심부에서 수소 원자핵이 단계별로 충돌하여 헬륨 원자핵이 만들어지는 과정에서 에너지가 발생하는 반응
- 태양 에너지가 생성되는 과정에서 감소한 에 해당하는 에너지가 방출된다.

**(2) 태양 에너지의 전환과 에너지 흐름:** 지구에 도달한 태양 에너지는 다양한 형태의 에너지로 전환되고, 지구시스템의 각 권역을 이동하면서 에너지 흐름을 일으킨다.

**(4) 유도 전류의 세기:** 자석의 세기가 셀수록, 자석을 빠르게 움직일수록, 코일의 감은 수가 유도 전류의 세기가 세다.

#### (5) 발전

- 발전기는 자석과 (으)로 구성되어 있는데, 터빈이 돌아가면 전자기 유도에 의해 전기 에너지가 만들어진다.
- 발전기를 이용하는 발전 방식은 터빈을 돌리는 에너지원에 따라 화력 발전, 핵발전, 수력 발전 등으로 구분된다.

### 2 전자기 유도와 발전

88쪽~95쪽

- 코일 근처에서 자석을 움직였을 때 자기장이 변하여 코일에 전류가 유도되어 흐르는 현상
- 유도 전류: 전자기 유도 과정에서 코일에 흐르는 전류
- 유도 전류의 방향: 유도 전류의 방향은 자석의 운동 방향과 코일에 가까이 하는 자석의 극에 따라 달라진다.

N극을 가까이 할 때	N극을 멀리 할 때	S극을 가까이 할 때	S극을 멀리 할 때
유도 전류	유도 전류	유도 전류	유도 전류
G	G	G	G

### 3 에너지 전환과 효율

96쪽~99쪽

**(1)** : 에너지는 여러 가지 형태로 전환될 수 있지만 새롭게 생겨나거나 소멸되지 않고, 에너지가 전환되는 과정에서 전환 전과 후의 총량은 항상 같다.

#### (2) 에너지 효율

- 공급된 에너지 중에서 사용된 에너지의 비율(%)이다.
- 에너지 전환 과정에서 버려지는 열에너지로 인해 에너지 효율은 항상 %보다 작다.

### 4 신재생 에너지

100쪽~103쪽

**(1)** : 기존의 화석 연료를 변환하여 이용하거나 햇빛, 바다, 바람 등의 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지

**(2)** 신재생 에너지는 에너지를 만드는 자원이 고갈될 염려가 적고 지구 환경 문제 해결에 기여할 수 있다. 따라서 지속 가능한 발전과 환경 문제를 해결하기 위해서는 신재생 에너지를 활용해야 한다.

## 01

| 태양 에너지의 생성 |

그림은 태양의 내부에서 일어나는 수소 핵융합 과정을 나타낸 것이다.

수소 원자핵

에너지  
방출

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 수소 핵융합 반응으로 생성되는 원자핵은 헬륨이다.
- ㄴ. 수소 핵융합 반응 과정에서 질량이 증가한다.
- ㄷ. 태양에서 발생한 에너지는 지구에 도달하여 다양한 에너지로 전환된다.

## 04

| 전자기 유도 |

그림과 같이 코일과 검류계를 연결하고, 코일에 막대자석 N극을 가까이 했더니 검류계의 바늘이 오른쪽으로 움직였다.

## 02

| 태양 에너지의 전환 |

지구에 도달한 태양 에너지의 전환에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 태양 에너지는 대기에 흡수되어 바람의 운동 에너지로 전환된다.
- ㄴ. 태양 에너지는 광합성 과정에서 화학 에너지로 전환되어 식물에 저장된다.
- ㄷ. 태양 에너지는 태양 전지를 이용한 태양광 발전을 통해 전기 에너지로 전환된다.

## 05

| 발전 |

화력 발전소에서 전기 에너지가 만들어지는 과정을 다음 용어를 모두 사용하여 설명하시오.

터빈의 회전, 화석 연료의 연소, 전자기 유도

## 03

| 전자기 유도 |

코일 근처에서 자석을 움직였을 때 코일에 유도되는 전류의 세기가 커지는 경우로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 자석 2 개를 겹쳐 움직인다.
- ㄴ. 자석을 2 배 빠르게 움직인다.
- ㄷ. 자석의 극을 바꾸어 움직인다.
- ㄹ. 같은 수가 큰 코일을 사용한다.

## 06

| 발전 |

핵발전의 특징으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 핵발전으로 생기는 폐기물의 처리가 쉽다.
- ㄴ. 우라늄을 이용하여 전기 에너지를 생산한다.
- ㄷ. 연료의 연소 과정이 없어 이산화 탄소 배출이 거의 없다.

07

| 에너지 전환과 효율 |

에너지에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 변할 수 있다.
- ㄴ. 에너지가 전환되기 전과 전환된 후의 총량은 다르다.
- ㄷ. 에너지 효율은 공급된 에너지 중에서 유용하게 사용된 에너지의 비율(%)이다.

08

| 에너지 효율 |

최근에는 전기 자동차가 개발되어 많은 사람들이 사용하고 있다. 화석 연료를 사용하는 자동차와 비교했을 때 전기 자동차의 장점은 무엇인지 설명하시오.

09

| 신재생 에너지 |

신재생 에너지의 특징에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 화석 연료에 비해 자원 고갈의 염려가 없다.
- ㄴ. 신재생 에너지 발전 과정에서 환경 오염 문제가 발생할 수 있다.
- ㄷ. 화력 발전에 비해 발전 효율이 높아 대규모 전력 공급이 가능하다.
- ㄹ. 재생 가능한 에너지를 사용하므로 지속적인 발전이 가능하다.

## 창의적 문제 해결력 기르기

10

| 전자기 유도 |

그림은 발광 인라인스케이트의 바퀴 구조를 나타낸 것이다.

발광  
다이오드

영구 자석

코일  
김은  
철심

바퀴축

투명한 바퀴(플라스틱)

발광 인라인스케이트의 바퀴에서 나오는 빛의 밝기를 밝게 하는 방법을 몇 가지 제시하고, 그렇게 생각한 까닭을 전자기 유도 원리와 관련지어 설명하시오.

11

| 신재생 에너지 |

그림은 한 학생이 고안한 주택의 설계도이다. (단, 그림은 임의로 주택의 내부가 보이도록 표현한 것이다.)

위 주택에서 지속가능한 발전과 지구환경 문제 해결을 고려하여 개선할 수 있는 점을 찾아 설명하시오.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.

2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

대단원 학습 내용을 스스로 정리하고 자신의 실력을 평가해 보자.

### 생물과 환경

- 생물요소: 생산자, , 분해자
- 비생물요소: 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등의 환경요인
- ▶ 생물요소와 비생물요소 사이의 상호작용으로 생태계가 유지된다.

### 생태계평형

- 생물 사이의 먹이 관계가 할수록 생태계평형 이 잘 유지된다.
- 과도한 환경 변화는 생태계평형을 깨뜨리며, 이는 모든 생물의 생존에 위협이 된다. 따라서 전 세계적으로 생태계보전을 위해 노력하고 있다.

### 지구 온난화

- 대기 중 온실 기체 양의 증가로 온실 효과가 강화되어 지구의 평균 온도가 지는 현상

### 엘니뇨와 사막화

- 엘니뇨: 이/가 평상시보다 약해져 동태평양의 표층 수온이 높아지는 현상
- 사막화: 자연적 요인과 인위적 요인으로 토지가 황폐해져 사막으로 변해가는 현상

### 지구 환경 변화 대책

- 일상생활에서 온실 기체 배출을 줄이기 위해 노력하고, 국가적으로 협력하여 지구 환경 변화의 대처 방안을 마련해야 한다.

## 생태계와 환경 변화

## 지구 환경 변화와 인간 생활

## 환경과 에너지

### 발전과 에너지원

#### 태양 에너지

- 태양의 중심부에서 일어난 반응 과정에서 감소한 질량만큼 태양 에너지로 전환된다.
- 태양에서 발생한 에너지는 지구에 도달해 다양한 에너지로 된다.

#### 전기 에너지

- 코일 근처에서 자석을 움직였을 때 전류가 유도되어 흐르는 현상을 (이)라고 한다.
- 발전소에서 사용하는 발전기에서 열을 이용하여 터빈을 돌리면 전류가 발생하여 전기 에너지가 만들어 진다.

### 에너지 효율과 신재생 에너지

#### 에너지 효율

- 에너지 보존 법칙: 에너지가 전환될 때 전환되기 전의 에너지의 총량은 전환된 후의 에너지 총량과 .
- : 공급된 에너지 중에서 유용하게 사용된 에너지의 비율(%)

#### 신재생 에너지

- 신재생 에너지는 기존의 을/를 변환하여 이용하거나 햇빛, 바다, 바람 등의 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지이다.
- 신재생 에너지는 에너지를 만드는 자원이 고갈될 염려가 적고 지구 환경 문제 해결에 기여할 수 있다.

고고 연계

01

그림은 생태 하천 복원 사업을 통해 변화된 하천의 모습을 나타낸 것이다. 복원 사업 이전의 하천은 수질이 오염되고 고유의 생태계가 훼손된 상태였지만, 복원 사업으로 수질 및 생물의 서식 환경을 지속적으로 개선하였다. 하천 복원 사업이 하천 생태계에 미치는 영향을 조사하고, 생태계보전을 위해 우리가 실천할 수 있는 방안을 설명하시오.

▲ 김해시 신어천

실생활 적용

02

다음은 태양광 발전의 효율에 대한 설명이다.

글쓰기

태양광 발전은 태양에서 나오는 빛에너지를 직접 전기 에너지로 바꾸는 발전 방식이다. 태양 전지판이 태양 빛과 수직으로 되어 있을 때 가장 많은 전기 에너지가 만들어진다. 날씨 조건이나 지역적인 위치 조건에 따라서 태양광 발전의 효율이 크게 달라지기도 한다.

▲ 태양 전지판

집이나 학교에 태양 전지판을 설치할 때 발전 효율을 높일 수 있는 방안을 쓰시오.

매우 강함 강함 보통

## 지식·이해

생물과 환경 사이의 상호작용을 알고, 생태계평형의 원리를 설명하였는가?

## 과정·기능

태양 에너지가 다양한 에너지로 전환되는 과정을 설명하였는가?

## 가치·태도

기후 변화로 나타나는 생태계와 지구계의 미래 상황을 자료에 근거하여 예측하였는가?

자석과 코일을 이용하여 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정을 탐구하였는가?

생태계의 가치를 인식하고, 생태계를 보전하기 위해 노력하였는가?

지속 가능한 발전을 위해 신재생 에너지가 필요함을 알게 되었는가?

## 에너지 효율이 좋은 풍력 자동차 고안하기

### 프로젝트

프로젝트 활동으로 해설해야 할 문제는 무엇인가요?

오늘 무슨 일이 일어  
났는지 확인해 볼까?

물이 더 많이 차운았네.  
얼마 후면 집이 잠길지 몰라.

식물과 동물이 죽어가고 있어.

화석 연료가 부족해서 차가  
움직이지 못하고 있어.

휴! 꿈이었구나.  
진짜 현실이 되면  
어떻게 하겠지?

화석 연료의 고갈과  
환경 문제를  
해결할 수 있는  
신재생 에너지를  
이용한 풍력 자동차를  
고안해 보자.

학습한 내용을 참고하여 문제를 해결하기 위한 자료를 정리해 보아요.

1 일상생활에서 이산화 탄소 배출을 최소화하는 방안에는 무엇이 있는지 조사한 뒤 온라인 협업 플랫폼에 올려 보자. 81쪽

2 풍력 자동차의 에너지 효율에 영향을 주는 요인에는 무엇이 있을지 토의해 보자. 105쪽

문제 상황을 해결할 창의적인 아이디어를 제시해 보아요.

- 1 풍력 자동차의 에너지 효율에 영향을 주는 요인을 바탕으로 가장 빠르게 움직일 수 있는 풍력 자동차를 설계해 보자.

설계도

- 2 설계도에 따라 풍력 자동차를 제작해 보자.

- 3 모둠별로 제작한 풍력 자동차를 특징과 함께 발표해 보자.

매우 잘함      잘함      보통

모둠원      나

1. 조사, 토의, 정리 등 활동에 적극적으로 참여하였는가?
2. 설계도를 작성할 때 자신의 역할을 잘 수행하였는가?
3. 다른 모둠의 발표를 듣고 우수한 점과 개선 및 보완할 점을 찾았는가?

활동하면서 내가 잘한 점과 보완할 점을 써 보자.



**창의적  
문제 해결을  
위한 학습 안내**

- 1 과학 기술의 발전은 어떤 문제를 해결하는 데 유용할까?  
2 과학 기술의 발전은 일상생활의 문제를 해결하는 데 도움이 될까?  
"센서를 이용하여 자동으로 식물에 물을 공급하는 장치 만들기"

각 질문의 답을 찾고, 140 쪽에서 프로젝트를 해보해 봅시다.

# 과학의 유용성과 필요성

## 과학 기술의 활용

### 이전 학습 내용

- 재해·재난
- 재해·재난에 대한 과학적 대처 방안
- 과학 기술의 영향
- 과학과 지속가능한 사회

### 스마트 기기로 신체 데이터 측정하기

건강 관련 앱을 활용하면 운동량은 물론 심박수, 체온, 혈중 산소포화도, 수면 시간 등 건강과 관련된 다양한 데이터를 얻을 수 있다. 그림은 신체 데이터를 측정하는 스마트 기기를 착용하고 운동하는 두 학생의 모습을 나타낸 것이다.

▲ 스마트링

▲ 스마트워치

1

학습하면서  
답을 찾아보아요.

과학 기술의 발전은  
어떤 문제를 해결하는데  
유용할까?

1. 신체 착용 스마트 기기를 활용하여 신체 데이터를 측정하고, 그 결과를 모둠원과 비교해 보자.
2. 측정한 데이터를 바탕으로 얻은 정보를 건강 관리에 어떻게 활용할 수 있을지 이야기해 보자.

## 과학 기술을 활용한 감염병 진단과 추적

오늘날 전 세계 곳곳에서 새로운 감염병의 급격한 확산이 목격되고 있다. **감염병**은 바이러스, 세균, 곰팡이 등과 같은 병원체에 감염되어 발생하는 질병으로, 그 예로 감기, 독감, 결핵, 폐렴, 무좀 등이 있다. **병원체** 감염은 호흡을 통한 흡입, 오염된 물과 음식물의 섭취, 피부 접촉, 수혈 등 다양한 경로로 일어난다.

|그림 III-1| 감염병 대유행

감염병 진단은 병원체에 감염되었는지를 판별하는 것으로, 일반적으로 감염으로 인한 증상이 나타나는 사람에게서 검체를 채취한 다음 실험실에서 병원체의 존재를 확인하여 이루어진다. 독감이나 코로나바이러스감염증과 같이 바이러스에 감염되어 발생하는 감염병의 경우 |그림 III-2|와 같이 단백질을 이용하는 신속항원검사와 핵산을 이용하는 유전자증폭검사를 통해 진단한다.

신속항원검사는 채취한 검체에 바이러스를 구성하는 단백질이 존재하는지를 확인하는 검사법이다. 반면 유전자증폭검사는 채취한 검체에 들어 있는 바이러스의 특정 유전자를 증폭한 다음 검체에 바이러스가 존재하는지를 확인하는 검사법이다. 즉 유전자증폭검사는 검체에 들어 있는 매우 적은 양의 핵산을 단시간에 많은 양으로 복제한 다음 병원체 감염 여부를 보다 정밀하게 분석하는 방법이다.

### ● 검체

혈액이나 소변 등으로, 사람 또는 동물로부터 수집하거나 채취한 것

▲ 신속항원검사

▲ 유전자증폭검사

|그림 III-2| 감염병 진단 기술

최근에는 나노바이오센서를 이용한 감염병 진단 기술이 개발되고 있다. 나노바이오센서는 물질을 검출하고 이를 해석 가능한 신호로 바꿔주는 장치인 바이오센서와 나노 미터 크기의 물질을 다루는 나노 기술이 결합한 것으로, 나노바이오센서를 이용하면 아주 적은 양의 병원체도 찾아낼 수 있다. 또한 빅데이터 기술과 인공지능(AI) 기술 등을 토대로 하는 생물정보학이 신종 감염병을 연구하고 진단하는 데 활발히 이용되고 있다.

신속항원검사와 유전자증폭검사  
신속항원검사는 일상생활에서 간편하게 할 수 있는 검사법이지만 검체에 들어 있는 병원체의 양이 적을 경우 병원체가 검출되지 않을 수도 있다. 따라서 감염 여부의 최종 진단은 일반적으로 유전자증폭검사를 통해 이루어진다.

감염병을 진단하는 기술은 감염병을 예방하고 치료하는 데 중요한 역할을 한다. 다음 탐구에서 단백질과 핵산을 이용한 감염병 진단 기술을 알아보자.

## 단백질과 핵산을 이용한 감염병 진단 기술 체험

모의실험, 의사소통

### 목표

단백질을 이용한 감염병 진단 기술을 체험하고, 핵산을 이용한 감염병 진단 기술과 비교하여 설명할 수 있다.

### 준비물

포획 항체, 표준 시료 1(음성 표준 시료), 표준 시료 2(양성 표준 시료), 사람 1의 검체, 사람 2의 검체, 검출 시약, 진단 반응 시약, 스포이트, 4 훔판, 초시계, 스마트 기기, 보안경, 실험용 장갑, 실험복

### ● 항체

병원체, 병원체가 분비하는 독소, 화학 물질 등과 결합하는 단백질

### 안전 길잡이

- 시료와 시약이 피부나 옷에 묻지 않도록 주의하고, 묻었을 때에는 즉시 흐르는 물로 씻어 낸다.
- 실험이 끝난 뒤 남은 물질은 지정된 곳에 모아 처리한다.

### 스스로 평가

**지식·이해** 단백질과 핵산을 이용한 감염병 진단 기술의 장점과 단점을 이해하였는가?

**과정·기능** 단백질을 이용한 감염병 진단 기술을 체험하는 활동을 충실히 수행하였는가?

**기지·태도** 감염병 진단 기술을 비교하면서 과학의 유용성을 인식하였는가?

**문제 인식** 단백질을 이용한 감염병 진단은 어떻게 이루어지며, 핵산을 이용한 감염병 진단과 어떤 차이점이 있을까?

### 과정

1. 4 훔판에 A~D를 표시한다.
2. A~D 훔에 포획 항체를 각각 두 방울씩 떨어뜨린 뒤 5 분간 놓아둔다.  
포획 항체는 시료와 결합하여 복합체를 형성하도록 만든 항체이다.
3. A~D 훔에 표와 같이 진단 시료를 각각 두 방울씩 떨어뜨린 뒤 5 분간 놓아둔다.

훔판	A	B	C	D
진단 시료	표준 시료 1	표준 시료 2	사람 1의 검체	사람 2의 검체

표준 시료는 기준이 되는 시료로, 실험이나 검사에서 판별을 위해 사용한다. 표준 시료 1(음성 표준 시료)은 검체에 병원체가 없을 때 반응을 나타내는 시료이고, 표준 시료 2(양성 표준 시료)는 검체에 병원체가 있을 때 반응을 나타내는 시료이다.

4. A~D 훔에 검출 시약을 각각 두 방울씩 떨어뜨린 뒤 5 분간 놓아둔다.
5. A~D 훔에 진단 반응 시약을 각각 두 방울씩 떨어뜨린 뒤 색 변화를 관찰한다.
6. 모둠별로 단백질 및 핵산을 이용한 감염병 진단 기술과 관련된 영상을 찾아보고, 두 감염병 진단 기술의 특징을 토의해 보자.

### 결과 및 정리

1. 실험 결과를 바탕으로 사람 1과 사람 2의 감염 여부를 진단해 보자.
2. 단백질을 이용한 감염병 진단 기술과 핵산을 이용한 감염병 진단 기술의 장점과 단점을 정리해 보자.

새로운 감염병의 유행을 대비하기 위한 과학자들의 노력을 과학의 유용성 측면에서 조사해 보자.

감염병을 효과적으로 관리하기 위해서는 감염병을 진단하는 것도 중요하지만, 감염원 및 감염병 환자의 규모를 파악하고 감염병 환자의 감염 경로와 동선을 추적·관리하는 것이 필요하다. 최근에는 조사관이 환자의 동선을 일일이 파악하는 방식이 아닌 스마트 기기에 내장된 위성 위치 확인 시스템(GPS), 와이파이(WiFi), 블루투스, 센서 등을 활용하여 환자의 정보를 수집하고 공유하는 방식으로 감염병 추적이 이루어지고 있다. 또한 감염병의 특성을 파악하고 확산을 예측하기 위해 빅데이터 기술과 인공지능 기술이 활용되기도 한다. 나아가 감염병 환자와 접촉을 줄이고 의료 체계의 부담을 덜기 위해 방역과 소독이 가능한 방역 로봇과 같은 인공지능 로봇도 활발히 개발되고 있다.

|그림 III-3|과 같이 과학은 감염병 진단 및 추적뿐만 아니라 방역과 치료를 포함한 감염병 관리의 전 과정에서 유용하게 이용되고 있다. 또한 과학자들은 새로운 감염병의 유행에 대비하기 위해 감시 체계를 구축하고 백신과 치료제 등의 대응 수단을 확보하며 방역 시스템을 개선하는 등의 많은 노력을 기울이고 있다.

#### ● 방역

감염병이 발생하거나 유행하는 것을 미리 막는 일

진단 및 감염원 파악

환자의 발생 규모 파악

생명과학 기술  
빅데이터 기술  
인공지능 기술  
무선통신 기술

방역 및 관리

환자 격리 및 치료

|그림 III-3| 과학 기술을 활용한 감염병 진단·추적·관리

1. ( )은/는 병원체에 감염되어 발생하는 질병으로, 감기, 독감 등이 있다.
2. 단백질이나 ( )을/를 이용하여 감염병의 감염 여부를 진단할 수 있다.

## 미래 사회 문제 해결에서 과학의 필요성

현대 사회는 과학 기술 문명의 사회라고 해도 과언이 아니다. 과학 기술이 빠르게 발달함에 따라 미래 사회에는 복잡하고 다양한 문제가 나타날 것으로 예측되고 있다. 다음 탐구에서 미래 사회의 문제를 해결하기 위한 과학의 역할을 알아보자.

### 미래 사회 문제 해결을 위한 과학의 역할 논증

조사, 논증

#### 목표

미래 사회의 문제를 해결하기 위한 과학의 역할을 논증할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 미래 사회의 문제를 해결하기 위해 과학은 어떤 역할을 할 수 있을까?

#### 과정

그림 (가)~(바)는 미래 사회에 나타날 것으로 예측되는 문제를 나타낸 것이다.

(나) 기후 변화

(라) 자연재해

(가) 감염병 대유행

(바) 식량 부족

(다) 에너지 고갈

(마) 물 부족

#### 스스로 평가

**지식·이해** 미래 사회의 문제를 해결하기 위해 과학이 필요하다는 주장을 근거와 함께 설명하였는가?

**과정·기능** 미래 사회의 문제를 해결하기 위한 과학의 역할을 조사하였는가?

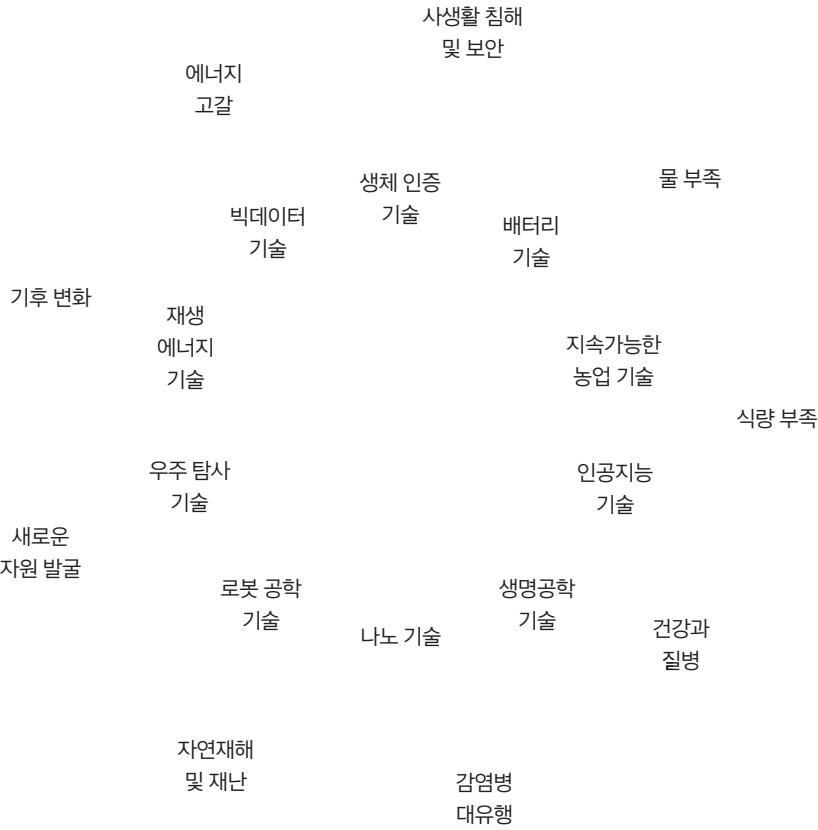
**기획·태도** 미래 사회의 문제를 해결하기 위한 과학의 필요성을 인식하였는가?

- 모둠별로 (가)~(바) 중 하나를 정한 다음, 모둠이 정한 문제를 해결하는 데 과학이 어떻게 기여할 수 있는지 조사해 보자.
- 조사한 내용을 바탕으로 미래 사회의 문제를 해결하기 위해 과학이 필요하다는 주장에 대한 근거를 토의해 보자.
- 미래 사회의 문제를 해결하기 위한 과학의 필요성을 알리는 인포그래픽을 만들어 발표해 보자.

#### 결과 및 정리

다른 모둠이 발표한 인포그래픽을 평가하고, 과학의 필요성을 정리해 보자.

미래 사회에는 감염병 대유행뿐만 아니라 기후 변화, 자연재해 및 재난, 에너지 및 자원 고갈, 물 부족, 식량 부족, 초연결 사회로 인한 사생활 침해 및 보안, 인공지능과 자동화 기술의 발달에 따른 일자리 변화 등 다양한 문제가 나타날 것으로 예측되고 있다. 이러한 미래 사회의 복잡하고 다양한 문제는 |그림 III-4|와 같이 과학 기술을 복합적으로 활용하여 해결할 수 있을 것이다. 그리고 과학 기술은 인류가 안전하고 건강하며 풍요롭도록 삶의 질을 개선하는 데 기여할 것이다. 따라서 과학은 미래 사회의 문제를 해결하는 데 핵심적인 역할을 담당할 것이다.



|그림 III-4| 미래 사회 문제 해결을 위한 과학의 역할

미래 사회의 문제를 해결하는 데 ( )은/는 핵심적인 역할을 담당할 것이다.

과학 기술의 발달로 나타날 수 있는 미래 사회의 문제를 한 가지 예측해 보고, 이를 해결하기 위한 방안을 글과 그림으로 나타내 보자.

### 일자리 문제 해결 방안

인공지능과 자동화 기술의 발달에 따라 일자리가 줄어들 것 이다. 단순하고 반복적인 업무는 로봇으로 대체되는 것이지만 인공지능과 관련된 새로운 일자리가 창출되어야 한다. ....

이 단원을 학습한 다음  
114쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

# 과학 기술 사회에서 빅데이터 활용

일상생활에서 실시간으로 생활 데이터 측정이 가능함을 설명할 수 있다.

빅데이터를 사용하고 있는 사례를 조사하여 빅데이터 활용의 장점과 문제점을 추론할 수 있다.

## 맛집 정하기

다음은 맛집 정보를 제공하는 앱에서 확인한 동네 음식점 정보이다.

맛있다 칼국수

할머니 칼국수

손 칼국수

★ 4.8/5 (80 명 참여)  
이런 점이 좋아요!  
(복수 선택 3 개까지 가능)

"음식이 맛있어요." 64  
"양이 많아요." 41  
"매장이 청결해요." 37  
"단체 모임 하기 좋아요." 22  
"매장이 넓어요." 15  
"화장실이 깨끗해요." 9  
"혼자 밥 먹기 좋아요." 접기

★ 4.6/5 (5000 명 참여)  
이런 점이 좋아요!  
(복수 선택 3 개까지 가능)

"음식이 맛있어요." 3648  
"친절해요." 2701  
"재료가 신선해요." 1763  
"매장이 청결해요." 1189  
"특별한 메뉴가 있어요." 1054  
"양이 많아요." 832  
"가성비가 좋아요." 접기

★ 4.2/5 (1300 명 참여)  
이런 점이 좋아요!  
(복수 선택 3 개까지 가능)

"음식이 맛있어요." 973  
"친절해요." 702  
"가성비가 좋아요." 528  
"반찬이 잘 나와요." 341  
"매장이 청결해요." 157  
"혼자 밥 먹기 좋아요." 125  
"주차하기 좋아요." 접기

1. 위 정보를 바탕으로 주말에 방문할 식당을 결정하고, 그렇게 결정한 까닭을 이야기해 보자.
2. 더 나은 결정을 하기 위해 앱에 어떤 정보가 추가되면 좋을지 이야기해 보자.

## 실시간 생활 데이터 측정

스마트 기기에서 현재까지 걸은 걸음 수를 실시간으로 확인할 수 있는 것처럼 현대 사회는 과학 기술의 발달로 다양한 데이터를 실시간으로 측정할 수 있게 되었다. 다음 탐구에서 디지털 탐구 도구를 활용하여 실시간으로 생활 데이터를 측정해 보자.

### 디지털

#### 디지털 탐구 도구를 활용한 실시간 생활 데이터 측정

측정, 분석

**문제 인식** 학교 내 장소마다 미세 먼지 농도가 다를까?

### 과정

1. 모둠별로 미세 먼지 농도를 실시간으로 측정할 수 있는 디지털 탐구 도구의 작동 방법을 확인한다.
2. 학교 내에서 미세 먼지 농도를 측정할 장소를 선정한다.  
모둠별로 장소가 중복되지 않게 한다.
3. 선정한 장소에서 미세 먼지 농도를 5 분 간격으로 총 5 회 측정한다.
4. 측정한 미세 먼지 농도의 평균값을 온라인 협업 플랫폼에 올린다.

### 결과 및 정리

1. 모둠별로 측정한 미세 먼지 농도의 평균값을 비교해 보자.
2. 실시간으로 측정한 미세 먼지 농도 데이터를 어떻게 활용할 수 있을지 설명해 보자.

### 목표

디지털 탐구 도구를 활용하여 학교 내 여러 장소에서 미세 먼지 농도를 측정할 수 있다.

### 준비물

미세 먼지 농도 측정 도구, 스마트 기기

### 활동 길잡이

**지능형 과학실**에서 디지털 탐구 도구를 활용하여 탐구를 수행할 수 있다.

### 스스로 평가

**지식·이해** 실시간 생활 데이터 측정이 가능함을 이해하였는가?

**과정·기능** 디지털 탐구 도구를 활용하여 미세 먼지 농도를 측정하였는가?

**가치·태도** 실시간 생활 데이터 측정의 유용성을 인식하였는가?

일상생활에서 미세 먼지 농도와 같은 데이터를 실시간으로 측정할 수 있게 되면서 공기의 질을 쉽게 파악하고 대처할 수 있게 되었다. 또한 스마트워치를 사용하여 심박수, 수면 패턴과 같은 데이터 측정도 가능해지면서 자신의 건강 상태를 간단하게 확인할 수 있게 되었다. 앞으로 실시간으로 측정할 수 있는 데이터의 종류와 양이 늘어나면서 우리의 삶은 지금보다 건강하고 편리해질 것이다.

현대 사회는 실시간으로 생활( )을/를 측정할 수 있게 되었다.

## 빅데이터의 활용

현대 사회에서는 다양하고 많은 양의 데이터가 디지털 형태로 전환되어 실시간으로 빠르게 수집되면서 빅데이터가 형성되고 있다. 빅데이터는 기존의 데이터 관리 및 처리 도구로는 다루기 어려운 방대한 양의 데이터이며, 현재는 이러한 데이터를 효과적으로 저장 및 처리하는 기술도 함께 발전하고 있다. 그러면 과학 기술 사회에서 빅데이터가 어떻게 활용되는지 다음 탐구에서 알아보자.

### 과학 기술 사회에서 빅데이터 활용의 장점과 문제점 추론

조사, 추론

#### 목표

과학 기술 사회에서 빅데이터를 사용하고 있는 사례를 조사하여 빅데이터 활용의 장점과 문제점을 추론할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 과학 기술 사회에서 빅데이터를 활용할 때의 장점과 문제점은 무엇일까?

#### 과정

그림은 기상청 날씨마루에서 기상 현상과 관련된 빅데이터를 분석하여 제공하는 농산물 생산성 예측 서비스 화면을 나타낸 것이다.



1. 위 내용을 바탕으로 기상청 날씨마루에서 빅데이터를 어떻게 사용하는지 조사해 보자.
2. 모둠별로 다음 중 한 분야를 선택하여 해당 분야에서 빅데이터를 어떻게 사용하는지 조사해 보자.

과학 실험      유전체 분석      신약 개발

#### 스스로 평가

**지식·이해** 빅데이터 활용의 장점과 문제점을 이해하였는가?

**과정·기능** 각 분야에서 빅데이터를 어떻게 사용하는지 적절하게 조사하였는가?

**기획·태도** 탐구 과정에서 모둠원의 의견을 경청하고 존중하였는가?

3. 조사한 분야에서 빅데이터를 어떻게 사용하는지 발표해 보자.

4. 모둠별로 발표한 내용을 바탕으로 빅데이터를 활용할 때의 문제점에는 무엇이 있을지 논의해 보자.

#### 결과 및 정리

과학 기술 사회에서 빅데이터를 활용할 때의 장점과 문제점을 정리해 보자.

현대 사회는 그림 III-5와 같이 여러 분야에서 형성된 빅데이터를 분석하면서 현상에 대한 더 빠른 이해와 정확한 예측이 가능해졌다. 또한 빅데이터를 일상생활에서도 폭넓게 활용하면서 삶이 풍요로워지고 있다. 그러나 빅데이터를 형성하는 과정에서 사생활 침해 가능성, 충분히 검증되지 못한 데이터의 활용 가능성, 지나친 데이터 의존 등의 문제점도 제기되고 있다. 따라서 빅데이터를 활용할 때에는 장점뿐만 아니라 문제점도 인식해야 하며 이러한 문제를 최소화하기 위해 노력해야 한다.

#### ● 유전체

한 개체의 모든 유전정보

과학 실험 여러 연구자에 의해 수집된 빅데이터를 기반으로 개별 연구자만으로는 기준에 수행하기 어려웠던 과학 실험을 수행할 수 있게 되었다.

기상 관측 기상 위성과 기상 관측소에서 수집한 빅데이터를 분석하여 기상 현상의 패턴을 찾아 기상 현상 예측의 정확도가 증가하게 되었다.

**유전체 분석** 유전체와 관련된 빅데이터를 분석하여 개인에게 발생 가능한 질병을 예측하고, 유전적 특성에 맞는 적절한 치료를 받을 수 있게 되었다.

신약 개발 기존 의약품 및 질병과 관련된 빅데이터를 분석하여 특정 질병을 치료할 수 있는 신약 후보 물질과 합성하는 방법을 찾을 수 있게 되었다.

### |그림 III-5| 빅데이터의 활용

기존의 데이터 관리 및 처리 도구로는 다루기 어려운 방대한 양의 데이터를 무엇이라고 하는지 쓰시오.

겨울 방학에 여행할 장소를 정한 뒤 빅데이터를 활용하여 여행 계획을 세워 보자



이 단원을 학습한 다음  
120 쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

## 환경과 빅데이터

▼ 데이터 저장소

현대 사회는 수많은 전자 기기가 인터넷으로 연결되어 있다. 그리고 다양한 센서를 부착한 스마트폰과 같은 사물 인터넷(IoT) 기기, 누리소통망 등으로 수집된 데이터는 실시간으로 일정한 곳에 저장되어 빅데이터를 형성하고 있다. 그리고 빅데이터는 목적에 맞게 처리되어 금융, 교육, 의료 등 여러 분야에서 다양한 용도로 활용되고 있다.

특히 인터넷과 인공위성을 이용하여 수집한 거리의 실시간 위성 정보, 사물의 위치 정보 등으로 구성된 빅데이터를 활용하여 지구 환경을 보존하고 개선하기도 한다. 예를 들어 전 세계적으로 수집한 숲, 강, 하천 등의 시기별 환경 변화를 인공지능(AI)으로 분석하여 재해·재난 상황을 빠르게 파악하기도 한다. 또한 기존의 사례와 연결 지어 분석하여 재해·재난이나 환경 파괴 가능성을 예측하기도 한다.

실제로 한 연구소는 거리의 시기별 변화와 관련된 빅데이터를 분석하여 다양한 침팬지의 서식지인 탄자니아 곰베 지역의 숲이 사라지고 있는 것을 확인하였다. 이후 숲을 살리기 위해 여러 가지 장비로 자신들이 관찰한 야생 동물이나 벌채의 흔적을 기록하여 데이터로 축적하였다. 그리고 축적된 데이터는 해당 지역의 환경을 보호하는 데 유용한 정보로 활용되었고, 결국 곰베 지역은 울창한 숲을 되찾을 수 있었다.

우리나라의 환경부도 환경정보공개시스템에서 에너지, 대기오염, 수질오염 등 환경과 관련된 빅데이터 플랫폼을 구축하고 있다. 그리고 이러한 빅데이터는 여러 연구소에서 활용되고 있으며, 우리나라의 환경을 보존하고 개선하는 데 기여하고 있다.

### 글 쓰기

1. 스마트 기기를 이용하여 내가 살고 있는 지역의 평균 기온, 강우량, 일조량, 대기 정보 등이 연도별로 어떻게 변하고 있는지 알아보자.
2. 내가 살고 있는 지역의 환경 문제 해결을 위한 방안을 글로 써 보자.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 과학 기술의 발전은 어떤 문제를 해결하는 데 유용할까?

과학 기술의 발전으로 데이터가 방대하게 축적되어 생성된 ( )은/는 현상을 빠르게 이해하고 정확하게 예측하는 데 유용하게 이용된다. 예를 들어 이를 분석하는 기술로 감염병의 특성을 파악하거나 확산을 예측하며, 기상 현상의 패턴을 찾아 ( ) 예측의 정확도를 높인다.

### 1 과학의 유용성과 필요성

114쪽~119쪽

- (1) 감염병: 바이러스, 세균, 곰팡이 등과 같은 에 감염되어 발생하는 질병으로, 그 예로 감기, 독감, 결핵, 무좀 등이 있다.
- (2) 감염병은 일반적으로 단백질을 이용하여 진단하거나, 을/를 증폭한 뒤 보다 정밀하게 진단한다.
- (3) 미래 사회의 복잡하고 다양한 문제를 해결하는 데 과학은 중요한 역할을 담당할 것이다.

### 01

| 감염병 진단과 추적 |

감염병 진단과 추적에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 감염병 진단은 채취한 검체에 병원체가 존재하는지를 확인하여 이루어진다.
- ㄴ. 감염병 추적은 감염원의 특징을 이해하고 감염병 환자 의 동선을 파악하는 과정을 포함한다.
- ㄷ. 감염병 관리의 전 과정에서 과학이 활용되고 있다.

### 2 과학 기술 사회와 빅데이터

120쪽~123쪽

- (1) : 기존의 데이터 관리 및 처리 도구로는 다루기 어려운 방대한 양의 데이터
- (2) 빅데이터는 과학 실험, 기상 관측, 유전체 분석, 신약 개발 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.
- (3) 빅데이터를 분석하면서 현상에 대한 더 빠른 이해와 정확한 예측이 가능해졌고, 삶이 풍요로워지고 있다.

### 02

| 빅데이터 |

빅데이터를 활용할 때의 장점에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 기상 현상 예측의 정확도가 감소한다.
- ㄴ. 유전적 특성에 맞는 적절한 치료를 받을 수 있다.
- ㄷ. 개별 연구자만으로는 기존에 수행하기 어려웠던 과학 실험을 수행할 수 있다.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려 봅시다.
2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

# 과학 기술과 미래 사회

## 과학 기술의 발전과 쟁점

### 이전 학습 내용

- 과학 기술의 영향
- 과학과 지속가능한 사회

### 인공지능 기술로 과학 상상화 그리기

인공지능 기술 중에는 문구를 입력하면 내용에 적합한 그림을 그려 주는 기술이 있다. 그림 생성형 인공지능 기술을 이용하여 과학 상상화를 그려 보자.

1. 인터넷에서 그림 생성형 인공지능 기술을 가진 누리집을 검색한다.
2. 과학적으로 가치가 있으면서 재미있는 상상화를 그릴 수 있는 문구를 토의한다.
3. 완성한 문구를 입력하여 그림을 생성한다.
4. 모둠별로 생성한 그림을 온라인 협업 플랫폼에 올린 뒤 그림에서 나타나는 과학 기술의 가치와 의미를 댓글로 작성해 보자.

### 인공지능 기술로 과학 상상화 그리기

1 모둠

2

학습하면서  
답을 찾아보아요.

과학 기술의 발전은  
일상생활의 문제를 해결  
하는데 도움이 될까?

- 입력 문구: 첨단 과학 기술이 적용된 미래 농촌 모습
- 가치와 의미: 첨단 과학 기술이 적용된 미래 농촌은 스마트 기기로 작동하는 인공지능 농기구가 활용되어 원격으로 농작물을 관리할 것이다.

## 과학 기술의 발전과 사물 인터넷

석유, 석탄 등 자원에 기반했던 산업 시대와 달리 지능정보화 시대는 데이터에 기반하여 과학 기술이 발전하고 있다. 인간의 삶과 환경에 관한 데이터는 주로 사물 인터넷(IoT) 기술과 누리소통망을 통해 수집되어 빅데이터 형태로 인터넷의 클라우드에 축적되고 있다. 빅데이터는 정보화 기술로 경향성과 규칙성이 분석되어 인공지능(AI) 기술 구현에 활용되고 있다.

최근 개발된 대부분의 전자 기기는 센서, 통신 기능, 소프트웨어를 내장하여 사물 인터넷 기술이 적용되어 있다. 이 기술은 인터넷에 연결된 사물과 주변 환경의 데이터를 실시간으로 주고받아 사용자가 원격으로 사물의 상태를 파악하고 제어할 수 있게 한다. 사물 인터넷 기술은 |그림 III-6|과 같이 다양한 분야에서 인간의 삶과 환경을 개선하는 데 활용되고 있다. 또한 인공지능 기술 개발에 필요한 기초 기술로 미래 과학 기술 발전의 토대가 되고 있다.

**스마트팜** 온도, 습도, 토양 상태, 작물의 성장 등을 실시간으로 파악하여 자동으로 물과 영양분을 공급한다.

**스마트 공장** 생산 기계를 실시간으로 관리하고 재고 물량을 바탕으로 제품을 생산하여 생산 과정의 효율성을 높인다.

**스마트 홈** 집 안의 조명, 온도, 보안 장치 등을 실시간으로 관리하고 제어한다.

### 산업 시대 과학 기술 발전 방향

자원 채취 물질 추출 물품 제조  
지하자원이나 천연자원에서 물질을 추출하고 이를 활용하는 제조 기술로 발전하였다.

### 지능정보화 시대 과학 기술 발전 방향

데이터화 정보화 지능화  
인간과 자연에 관한 데이터에서 정보를 추출하고 이를 활용하는 인공지능 기술로 발전하였다.

**스마트 의료** 원격 모니터링 기기로 환자의 건강 상태를 실시간으로 추적하고 관리한다.

**스마트 교통** 지능형 교통 체계로 수집한 교통 정보를 실시간으로 제공한다.

|그림 III-6| 사물 인터넷 기술의 활용 분야

( )은/는 센서, 통신 기능, 소프트웨어 등을 내장한 사물이 인터넷에 연결된 다른 사물과 주변 환경의 데이터를 주고받는 기술이다.

## 과학 기술의 발전과 인공지능 로봇

### 인터넷 활용 검색

에듀넷·티-클리어 누리집([www.edunet.net](http://www.edunet.net))에서 인공지능과 인공지능 로봇에 대한 다양한 자료를 찾을 수 있다.

인공지능 기술은 빅데이터를 학습하고 분석하는 기술을 바탕으로 다양하게 활용되고 있다. 예를 들어 우리는 생성형 인공지능 기술로 사람의 말, 글, 그림 등을 입력하여 다양한 형식의 문서, 음악, 그림, 영상 등을 만들고 예측형 인공지능 기술로 기존 데이터의 추이를 분석하여 미래 변화를 예측하기도 한다. 또한 사물 인식 및 제어 기술로 주변 상황을 인식하고 스스로 구동 장치를 제어하는 자율주행 자동차를 개발하고 있다.

인공지능 기술은 물리적 동작을 수행하는 로봇에도 영향을 미치고 있다. 다음 탐구에서 일상 생활에 활용되는 로봇의 특징을 분석하고 인공지능 기술을 반영한 개선 방안을 고안해 보자.

### 일상생활에 활용되는 로봇의 특징 분석 및 개선 방안 고안

조사, 발표

#### 목표

일상생활에 활용되는 로봇의 특징을 조사하고 인공지능 기술을 반영한 개선 방안을 고안할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기

**문제 인식** 일상생활에 활용되는 로봇의 특징은 무엇이며, 로봇을 어떻게 개선할 수 있을까?

#### 과정

다음은 일상생활에서 활용되는 다양한 로봇 중 일부를 나타낸 것이다.

▲ 안내 로봇

▲ 청소 로봇

▲ 물류 로봇

▲ 의료 로봇

1. 모둠별로 일상생활에서 활용되는 로봇 중 하나를 정하고 그 특징을 조사해 보자.

2. 조사한 로봇에 적용된 기술의 불편한 점을 토의해 보자.

#### 로봇

#### 특징

불편한 점

3. 로봇의 불편한 점을 개선할 수 있는 방안을 인공지능 기술을 바탕으로 고안해 보자.

4. 로봇의 특징과 개선 방안을 담은 보고서를 작성하여 발표해 보자.

## 서<sup>빙</sup>로<sup>봇</sup>

**특징** 라이더(LiDAR) 센서로 공간 구조를 파악하고 주변한 곳의 위치를 추론하여 자율주행으로 음식을 나른다.

**불편한 점** 손님과 대화하는 기능이 없다. 손님이 음식을 직접 내려야 한다.

### ● 라이더(LiDAR)

주변의 사물을 인식하기 위해 레이저 신호를 이용하는 기술

- |              |  |  |
|--------------|--|--|
| <b>개선 방안</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 사람의 언어, 행동, 표정을 파악할 수 있도록 학습시킨다.</li><li>• 음성 합성 기술로 사람과 대화할 수 있도록 한다.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 제조용 로봇과 같이 손, 관절 등으로 부착하여 몸짓을 추할 수 있도록 한다.</li><li>• 물체를 정확히 다룰 수 있도록 조작 능력을 구현한다.</li></ul> |
|--------------|--|--|

### 결과 및 정리

다른 모둠의 발표를 듣고, 일상생활에 활용되는 로봇이 인공지능 기술로 더욱 발전하면 우리의 삶에 어떤 영향을 미칠지 토의해 보자.

다음 단계를 바탕으로 로봇의 특징을 조사하고 개선 방안을 고안하였는지 평가해 보자.

문제 정의

정보 탐색

정보 분석

정리 및 표현

### 스스로 평가

**지식·이해** 로봇에 적용된 기술의 특징을 이해하였는가?

**과정·기능** 로봇의 특징을 과학적으로 분석하고, 인공지능 기술을 반영한 개선 방안을 고안하였는가?

**가치·태도** 로봇의 개선 방안을 고안하는 과정에서 모둠원의 의견을 존중하였는가?

인공지능 기술, 반도체, 센서 등 첨단 과학 기술의 발전은 수동적으로 작동하는 로봇을 자율적으로 행동하는 인공지능 로봇으로 진화시키고 있다. 인공지능 로봇은 주변 상황을 인식하여 자율적으로 작업을 수행하고 인간과 상호작용 하여 작업을 보조할 수 있다. 이러한 인공지능 로봇은 작업 환경과 목표에 따라 크기, 형태, 작동 방식을 달리하여 일상생활뿐만 아니라 문화·예술, 산업 현장, 우주 탐사 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

앞으로 인공지능 로봇은 인간의 삶과 사회 전반에 많은 영향을 줄 것이다. 특히 감정까지 파악하는 인공지능 로봇이 개발되면 인간의 생활에 많은 변화가 일어날 것으로 예상된다.

주변 상황을 인식하여 자율적으로 작업을 수행하는 로봇을 무엇이라고 하는지 쓰시오.

### ● 인공지능 로봇

센서로 주변 환경의 데이터를 수집하여 정보를 추출하고 이를 기반으로 최선의 작업을 수행하는 로봇

## 과학 기술의 유용성과 한계

사물에 부딪히고 나서야 장애물을 인식했던 로봇 청소기는 사물 인터넷, 인공지능 등 과학 기술의 발전으로 스스로 공간을 분석하여 부딪힘 없이 동작하고 있다. 다음 활동에서 과학 기술의 발전이 미래 사회에서는 어떤 유용성과 한계가 있을지 예측해 보자.

### 인공지능 기술의 유용성과 한계 예측하기

다음은 모기와 관련된 문제를 해결하기 위해 인공지능의 기계학습을 활용한 모습을 나타낸 것이다.

**문제** 모기는 구토, 두통, 발열 등을 유발한다. 내 주변에 있는 모기가 질병을 유발하는 모기인지 쉽게 파악할 수 있는 방법은 무엇일까?

흰줄숲모기  
11 이미지  
카메라      올리기

미리보기      내보내기  
입력      사용      파일

얼룩날개모기  
8 이미지  
카메라      올리기

학습  
학습시키기

작은빨간집모기  
11 이미지  
카메라      올리기

출력  
흰줄숲모기  
얼룩날개모기  
작은빨간집모기

- 1 특정 질병을 유발하는 다양한 모기 사진을 수집한다.
- 2 수집한 사진을 종류별로 올린 뒤 학습시킨다.
- 3 채집한 모기 사진을 올린 뒤 어떤 종류인지 확인한다.

- 인공지능의 기계학습을 적용할 수 있는 문제를 이야기해 보자.
- 인공지능 기술이 점점 발전하면 미래 사회에서 어떤 유용성과 한계가 있을지 토의해 보자.

인공지능 기술은 미래 사회의 다양한 문제 상황에서 최적의 결과를 산출하는 데 유용할 것이다. 예를 들어 의료 분야에서 원격 모니터링으로 수집한 환자의 데이터를 질병 관련 빅데이터와 대조하여 정확한 진단을 내리는 데 도움을 줄 수 있다. 그러나 학습된 데이터가 충분하지 못하면 부정확한 결과를 제시하는 한계가 있을 수 있다.

사물 인터넷, 빅데이터, 인공지능, 로봇, 가상 현실 등 과학 기술은 |그림 III-7|과 같이 미래 사회의 다양한 분야에서 활용될 것이다. 그리고 우리가 환경 오염 및 기후 변화에 대처하여 자연 환경을 보존하는 데 도움을 줄 것이다. 즉 과학 기술의 발전은 인간의 삶과 미래 세대를 위한 환경 개선에 유용할 것이다.

그러나 과학 기술의 발전으로 예상하지 못한 오염과 폐기물이 생길 수 있다. 새로운 과학 기술에 서툴러 적응하지 못하는 상황이 발생할 수 있고, 과학 기술에 너무 의존하여 인간의 삶에 필수적인 능력이 약해질 수 있다. 따라서 우리는 이러한 과학 기술의 한계를 예측하고, 과학 기술의 발전이 인간의 삶과 환경에 미치는 영향에 지속적인 관심을 두어야 한다. 그리고 가치 있는 해결책을 찾기 위해 협력하고 소통하는 태도를 길러야 한다.

**우주 분야** 인공지능과 로봇 기술을 활용한 우주 탐사로 달과 화성에서 자원을 개발한다.

**환경 분야** 핵융합과 우주 태양광 발전으로 자연환경을 보존한다.

**교육 분야** 인공지능과 가상 현실 기술을 활용하여 수업 활동을 혁신한다.

**의료 분야** 사물 인터넷과 빅데이터 기술로 의료 데이터를 분석하여 질병을 진단하고 치료한다.

**교통 분야** 인공지능과 로봇 기술을 활용한 드론 택시, 무인 자율주행 자동차 등을 운행한다.

### |그림 III-7| 과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성

과학 기술은 ( )과/와 ( )이/가 모두 있으므로 과학 기술의 발전에 지속적인 관심을 두어야 한다.

미래 사회에 인공지능 기술이 발전한 모습을 다른 영화를 시청한 뒤 과학 기술 발전의 유용성과 한계를 주제로 한 영화 감상문을 작성해 보자.

연월: 제목 ○○ 표본  
날짜 2000년 00월 00일  
주제 과학 기술 발전의 유용성과 한계  
내용 연월:의 배경인 2000년은 과학 기술의 발전으로 생활을 꽃王国에 인공지능 로봇이 활동되고 있었던다. 인공지능 로봇으로 인간의 삶은 편리해졌지만…….

이 단원을 학습한 다음 126 쪽의 **학습 목표**를 점검 해 보자.

# 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

과학 기술의 발전 과정에서 발생하는 과학 관련 사회적 쟁점에 대해 설명할 수 있다.

과학 기술을 이용하는 과정에서 과학 윤리의 중요성을 논증할 수 있다.

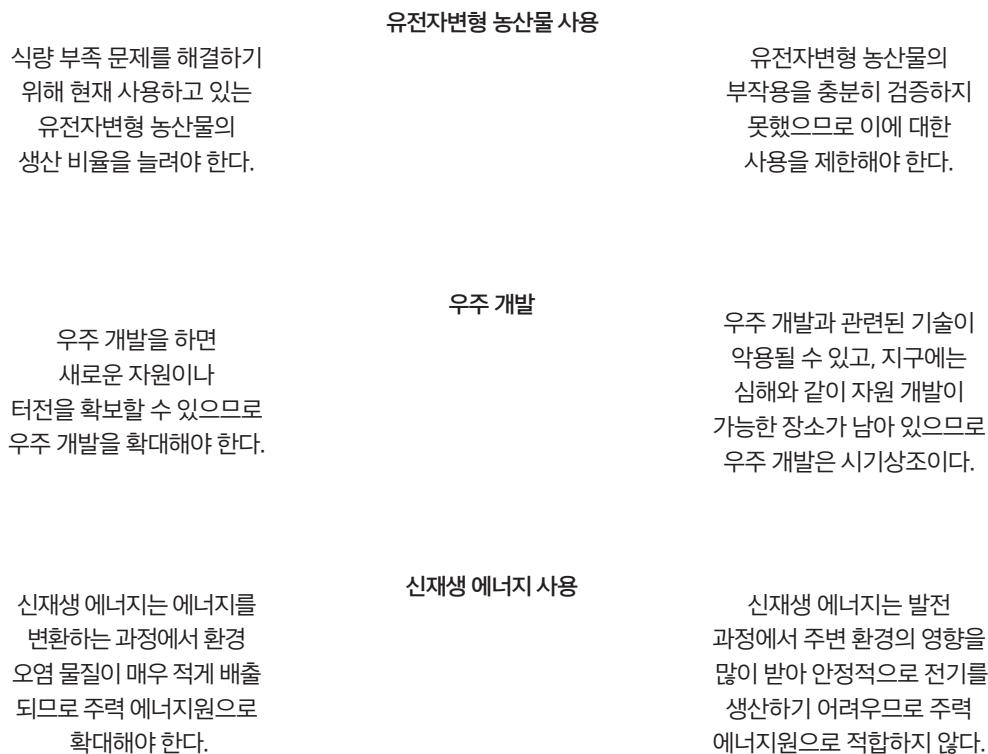
## 팜유 사용에 대한 짧은 글 쓰기

팜유는 기름야자의 열매에서 짜낸 기름으로 바이오 연료로 이용되거나 생활용품, 과자 등을 만들 때 이용된다. 그림은 열대 우림의 산림 지역을 개간하여 기름야자 묘목을 심는 모습, 기름야자로부터 생산된 팜유, 팜유로 만든 다양한 제품을 나타낸 것이다.

1. 제시된 그림을 보고 연상되는 단어 3 개를 적어 보자.
2. 연상되는 단어 3 개를 이용하여 팜유 사용에 대한 자신의 의견을 글로 써 보자.

## 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

과학 기술은 교통, 의료, 정보 통신 등 다양한 분야에 영향을 주어 인류 문명을 크게 변화시켰다. 과학 기술의 발달 덕분에 우리의 생활은 편리해졌고, 물질적으로도 풍요로워졌다. 그러나 과학 기술이 발달하여 우리 삶의 모든 면이 나아진 것만은 아니다. 과학 기술이 발달하면서 예상하지 못한 문제가 나타나기도 하며, |그림 III-8|과 같이 다양한 과학 관련 사회적 쟁점(Socio-Scientific Issues, SSI)이 발생하기도 한다.



|그림 III-8| 과학 관련 사회적 쟁점 사례

과학 기술을 개발하거나 이용할 때에는 사람들이 올바른 생각과 태도를 가지고 있어야 한다. 과학 기술은 우리에게 유용하지만 때로는 문제를 일으키기도 하기 때문이다. 그러므로 과학 기술을 개발하고 이용하는 과정에서 과학 윤리를 준수해야 한다. 예를 들어 의약품을 개발할 때 동물 실험 과정에서 생명 윤리에 위배되는 행동은 하지 않아야 한다. 또한 임상 실험 중에 참가자가 동의하지 않은 실험은 수행하지 않아야 한다.

과학 윤리를 준수하면 과학 기술을 올바르게 활용할 수 있다. 또한 장기적으로 과학 연구의 신뢰성을 높이고, 지속가능한 생태계를 유지하는 데 도움을 준다. 그러므로 과학자뿐만 아니라 다양한 분야의 사람들이 과학 윤리를 준수하는 것에 관심을 가져야 하며 이를 준수하도록 노력해야 한다.

현대 사회는 과학, 기술, 사회가 상호작용 하고 있어 과학 기술을 이용하는 과정에서 다양한 과학 관련 사회적 쟁점이 발생하기도 한다. 과학 윤리는 이러한 쟁점을 해결하는 과정에서 중요한 역할을 한다. 다음 탐구에서 과학 윤리의 중요성을 논증해 보자.

## 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 기술 이용에서 과학 윤리의 중요성 논증 의사소통, 논증

### 목표

과학 관련 사회적 쟁점과 과학 기술 이용에서 과학 윤리의 중요성을 논증할 수 있다.

### 준비물

스마트 기기

### 문제 인식

과학 기술 이용에서 과학 윤리는 왜 중요할까?

### 과정

다음은 유전체 분석 기술 이용에 대한 몇 가지 의견을 정리한 것이다.

유전체 분석 기술이란 생물의 유전정보를 분석 및 해석하여 관련된 정보를 얻는 기술이다. 최근에는 유전체 분석 기술의 발전으로 개인의 유전정보를 적은 비용으로 확인할 수 있게 되었다. 그리고 유전체 분석 기술에 인공지능 기술을 적용하면서 개인 맞춤형 의료 서비스가 점차 확대되고 있다. 예를 들어 특정 질병을 조기 진단하거나 발병 가능성을 예측하여 그에 따른 예방적 대처가 가능하다. 그리고 암 환자의 경우 개인별 유전적 특성을 분석하여 개인에게 적합한 항암 치료가 가능하다.

한편 유전체 분석 기술의 이로운 점에도 불구하고 우려의 목소리도 나오고 있다. 유전체 분석 기술로 수집한 개인의 유전 정보가 무단으로 유출되거나 사용되어 인권 침해 문제가 발생할 수 있다. 또한 회사에서 특정 유전자를 가진 직원의 의료비와 보상금을 줄일 수도 있다. 보험 회사가 개인별 유전정보를 근거로 하여 보험에 가입할 때 보험료를 높이거나 보험 가입 자체를 거절할 수도 있다.

1. 모둠별로 유전체 분석 기술 이용에 대한 입장을 정해 보자.
2. 모둠별 입장을 지지하는 근거 자료를 과학 윤리적 측면을 포함하여 조사해 보자.
3. 조사한 근거 자료를 바탕으로 모둠별 입장을 발표해 보자.
4. 다른 모둠의 발표를 듣고, 각 입장에 대한 타당성을 아래 항목을 고려하여 평가해 보자.

- ✓ 입장과 근거가 논리적인가?
- ✓ 근거가 과학적으로 타당하며 출처가 명확한가?
- ✓ 과학 윤리를 고려하여 입장을 제시하였는가?

### **스스로 평가**

#### **결과 및 정리**

1. 모둠별로 최종 입장과 함께 유전체 분석 기술 이용 원칙을 세워 보자.

**지식·이해** 과학 윤리의 필요성을 이해하였는가?

2. 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 기술을 이용할 때 과학 윤리의 중요성을 논의해 보자.

**과정·기능** 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 입장을 발표할 때 과학 윤리를 고려하여 타당한 근거를 제시하였는가?

**가치·태도** 과학 윤리를 준수하는 것이 중요함을 인식하였는가?

과학 기술의 발달에는 양면성이 존재하며 이로 인해 과학 기술과 관련된 다양한 문제가 발생하고 있다. 과학 관련 사회적 쟁점들은 사회 구성원마다 입장이 다르다. 따라서 이를 해결할 때에는 자신의 입장을 논리적으로 설명하고, 상대방의 입장과 근거 사이의 논리성과 타당성을 검토하면서 상대방의 의견을 경청하는 것이 중요하다. 그리고 개인적 측면, 사회적 측면, 윤리적 측면 등 다양한 관점을 고려하여 합리적이고 사회적으로 책임감 있는 의사결정을 하도록 노력해야 한다.

1. 과학 관련 사회적 쟁점 사례를 한 가지 쓰시오.

2. 과학 기술을 개발하고 이용하는 과정에서 과학( )을/를 준수해야 한다.

과학 윤리를 준수하는 것은 중요해요.  
만약 과학 윤리를 준수하지 않는데  
면 …….

과학 기술을 개발하고 이용할 때 과학 윤리를 준수하는 것이 중요함을 알리는 홍보물을 제작해 보자.

생명은 존중받아야  
못할 거예요.  
과학자의 연구는  
시로할 수 없을  
거예요.

이 단원을 학습한 다음  
132쪽의 **학습 목표**를 점검  
해 보자.

## 과학 기술 전문 에듀테이너

최근 다양한 방송 및 영상 매체에서는 과학 기술을 대중에게 쉽고 재미있게 전달하는 전문가들을 볼 수 있다. 이들은 과학 이론을 설명하거나 실험을 시연하는 교육자(Educator)이자 연예인(Entertainer)으로 지능정보화 시대를 맞이하여 인터넷, 가상 현실, 게임 등 다양한 디지털 매체에 등장하고 있다.

### 어떤 일을 할까요?

과학 강연, 과학 공연 등의 행사를 기획 및 진행하거나 방송 프로그램과 온라인에서 과학 콘텐츠를 제작하고 유통한다. 이 외에도 학교와 과학관에 온라인 가상 실험실을 만들어 학생이 직접 실험을 수행하고 결과를 분석할 수 있게 하며, 가상 현실과 증강 현실로 생명체, 지질의 구조 등을 관찰할 수 있게 한다. 또한 인공지능 기업에서 학생에 따라 맞춤형 학습이 가능한 교육 서비스를 개발한다.

### 어떻게 준비할까요?

물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 등의 과학 분야와 교육학, 심리학 등의 분야를 융합적으로 배워야 한다. 또한 디지털 관련 정보화 기술과 최신 과학 기술에 대한 지식도 꾸준히 습득해야 한다.

### 어떤 능력이 필요할까요?

관중의 호기심을 끌 수 있는 창의적인 기획력과 적극적인 의사소통 능력이 필요하다. 또한 최신 연구 내용을 대중과 상호작용 할 수 있는 시각 자료로 개발하는 디지털 활용 능력이 필요하다.

가상 공간  
디자이너

가상 현실 세계를 실제와 유사하게 설계하여 사용자가 몰입할 수 있는 공간을 만든다. 온라인 게임 개발, 건물 건축, 도시 계획 등에서 주요한 역할을 맡기도 한다. 사물과 공간의 관계를 인식하고 통찰하는 공간 설계 지식과 이야기를 구성하는 능력이 필요하다.

에듀테크  
전문가

교육 서비스에 사물 인터넷, 빅데이터, 인공지능, 가상 현실 등의 과학 기술을 결합하여 기존과 다른 새로운 학습 경험을 제공한다. 주로 개인별 맞춤 교육, 온라인 학습 시스템, 스마트 학습 자료 등에 필요한 기술과 서비스를 개발한다.

빈칸을 채워 질문의 답을 완성해 보아요.

## 과학 기술의 발전은 일상생활의 문제를 해결하는데 도움이 될까?

사물 인터넷, 빅데이터, ( ), 로봇, 가상 현실 등 과학 기술은 미래 사회의 다양한 분야에서 활용되어 인간의 삶과 환경을 개선하는 데 유용할 것이다. 그러나 과학 기술은 예상하지 못한 문제를 일으키기도 하므로 과학 ( )을/를 준수하는 것에 관심을 가져야 한다.

### 1 과학 기술과 미래 사회

126쪽~131쪽

- (1) : 센서, 통신 기능, 소프트웨어를 내장한 사물이 인터넷에 연결된 다른 사물과 주변 환경의 데이터를 주고받는 기술로 실시간으로 데이터를 수집한다.
- (2) : 인공지능 기술, 반도체, 센서 등 첨단 과학 기술이 집약된 로봇으로 주변 상황을 인식하여 자율적으로 작업을 수행한다.

### 01

| 사물 인터넷 기술 |

사물 인터넷 기술의 활용 분야와 그 특징을 옳게 짹 지은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 스마트팜 – 실시간 교통 정보를 수집한다.
- ㄴ. 스마트 도시 – 에너지 사용을 실시간으로 관리한다.
- ㄷ. 스마트 교통 – 토양 상태, 날씨 등을 실시간으로 파악하여 물을 공급한다.
- ㄹ. 스마트 물류 – 운송 차량의 위치를 실시간으로 추적하고 재고 물량을 파악한다.

### 2 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

132쪽~135쪽

- (1) 과학 기술이 발달하면서 예상하지 못한 문제가 나타나기도 하며, 다양한 과학 관련 사회적 쟁점이 발생하기도 한다.
- (2) 과학 기술을 개발 및 이용하는 과정에서 과학을/를 준수해야 한다.
- (3) 과학 관련 사회적 쟁점을 해결할 때에는 다양한 관점을 고려하여 합리적이고 사회적으로 책임감 있는 의사결정을 하도록 노력해야 한다.

### 02

| 과학 관련 사회적 쟁점 |

과학 관련 사회적 쟁점에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- ㄱ. 유전자변형 농산물의 사용과 관련된 논쟁은 과학 관련 사회적 쟁점 사례 중 하나이다.
- ㄴ. 우주 개발에 대한 여러 입장 중에는 새로운 터전 확보가 가능하므로 우주를 개발해야 한다는 입장이 있다.
- ㄷ. 과학 관련 사회적 쟁점을 해결할 때에는 자신의 입장을 논리적으로 설명하고 상대방의 의견을 경청해야 한다.

1. 이 단원을 학습한 다음 알게 된 점, 재미있었던 점, 어려웠던 점을 온라인 협업 플랫폼에 올려봅시다.
2. 친구들이 작성한 글에 댓글을 달아 친구들이 어려워했던 점을 보완해 줍시다.

대단원 학습 내용을 스스로 정리하고 자신의 실력을 평가해 보자.

### 과학 기술을 활용한 감염병 진단과 추적

- 온/는 병원체에 감염되어 발생하는 질병으로, 관리의 전 과정에서 과학이 활용되고 있다.

### 미래 사회 문제 해결에서 과학의 필요성

- 감염병 대유행, 기후 변화, 식량 부족, 초연결 사회로 인한 사생활 침해 등 미래 사회의 다양한 문제를 해결 하는 데 과학은 핵심적인 역할을 담당할 것이다.

### 빅데이터

- : 기존의 데이터 관리 및 처리 도구로는 다루기 어려운 방대한 양의 데이터
- 빅데이터를 활용하면서 현상에 대한 더 빠른 이해와 정확한 예측이 가능해졌고, 삶이 풍요로워지고 있다.
- 빅데이터를 활용하면서 사생활 침해 가능성, 검증되지 못한 데이터의 활용 가능성, 지나친 데이터 의존 등의 문제점이 제기되고 있다.

## 과학의 유용성과 필요성

## 과학 기술 사회와 빅데이터

## 과학과 미래 사회

### 과학 기술과 미래 사회

### 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

#### 사물인터넷 기술

- 인터넷에 연결된 다른 사물과 주변 환경의 을/를 주고받는 사물 인터넷 기술은 사용자가 원격으로 사물의 상태를 파악하고 제어할 수 있게 한다.

#### 인공지능 로봇

- 인공지능 기술, 반도체, 센서 등 첨단 과학 기술이 집약 된 인공지능 로봇은 주변 상황을 인식하여 자율적으로 작업을 수행한다.

#### 과학 기술의 유용성과 한계

- 과학 기술의 발전은 미래 사회에서 인간의 삶과 환경을 개선하는 데 유용하지만, 한계가 있을 수 있으므로 과학 기술의 발전이 미치는 영향에 지속적인 관심을 두어야 한다.

#### 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

- 현대 사회에서는 다양한 과학 관련 이/가 발생하기도 한다.
- 과학 기술을 개발하고 이용하는 과정에서 과학 윤리를 준수해야 한다.

#### 과학 관련 사회적 쟁점의 해결

- 자신의 입장을 논리적으로 설명하고, 상대방의 입장과 근거 사이의 논리성과 타당성을 검토하며 경청해야 한다.
- 개인적 측면, 사회적 측면, 윤리적 측면 등 다양한 관점을 고려하여 합리적이고 책임감 있는 의사결정을 하도록 노력해야 한다.

## 고고 연계

01

그림은 온라인으로 정보를 전달하는 카드 뉴스의 사례를 나타낸 것이다. 이러한 온라인 정보는 전달이 빠르고 접근성이 높다는 장점이 있지만, 정보를 충분히 포함하지 못하거나 왜곡된 정보를 전달할 수도 있다는 문제점이 있다.

- (1) 온라인으로 전달되는 정보가 유용하고 신뢰할 만한 정보인지를 평가하는 원칙을 정하시오.
- (2) 온라인으로 전달되는 정보의 사례를 찾아보고, 이를 (1)에서 정한 원칙에 따라 비판적으로 평가 하시오.

수인성·식물재배·감염병 예방 수칙

올바른 손 씻기 생활화	끓인 물 마시기	위생적으로 조리하기
-----------------	-------------	---------------

채소, 과일은 깨끗이 씻어 껍질 벗겨 먹기	음식은 충분한 온도에서 조리하여 익혀 먹기	설사 증상이 있는 경우 음식 조리 및 준비 금지
----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------

## 실생활 적용

02

다음은 플라스틱에 대한 설명이다.

글씨기

석유 화학 공업이 발달하면서 저렴한 가격과 견고성을 내세우며 플라스틱이 대량으로 공급되기 시작하였다. 그러나 플라스틱은 자연 상태에서 분해되는 데 몇십 년이 걸리며, 연소 할 때 유해 물질이 발생하여 환경 문제를 일으키기도 한다.

최근에는 기존 플라스틱의 문제점을 인식하고 이를 대체하기 위해 바이오 플라스틱이 개발되었다. 바이오 플라스틱에 대해 조사한 뒤 일상생활에서 바이오 플라스틱을 사용하면 어떤 점이 좋을지 쓰시오.

매우 강함 강함 보통

## 지식·이해

빅데이터 활용의 장점과 문제점을 이해하였는가?

과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성과 한계를 이해하였는가?

## 과정·기능

단백질과 핵산을 이용한 감염병 진단 기술의 특징을 과학적으로 분석하였는가?

디지털 탐구 도구를 활용하여 실시간으로 생활 데이터를 측정하였는가?

## 가치·태도

로봇의 특징을 조사하고 개선 방안을 고안함으로써 과학의 유용성을 인식하였는가?

과학 관련 사회적 쟁점에 대해 논의하면서 과학 윤리의 중요성을 인식하였는가?

## 센서를 이용하여 자동으로 식물에 물을 공급하는 장치 만들기

프로젝트 활동으로 해야 할 문제는 무엇인가요?

가족 여행 가는 날이다!  
여행을 가 있는 동안에는 식물에  
물을 줄 수 있는데…….

물을 제때 안 주면 식물이 시들 거야.

식물에 물이 필요한 때에 맞춰  
자동으로 물을 공급하는 장치가  
있을까?

센서와 마이크로컨트롤러를  
이용하면 될 것 같아!

과학 기술을 이용하여 자동으로  
식물에 물을 공급하는 장치를  
만들어 보자.

학습한 내용을 참고하여 문제를 해결하기 위한 자료를 정리해 보아요.

1 식물의 최적 생육 환경을 빅데이터로 분석한 자료를 조사한 뒤 식물에 물을 공급하는 시기를 알기 위해 필요한 과학 기술과 실시간으로 어떤 데이터를 수집해야 하는지 토의해 보자. 125쪽

2 식물에 물이 필요한 때에 맞춰 자동으로 물을 공급하는 장치를 센서, 마이크로컨트롤러 등을 다루는 과학 기술을 활용하여 고안해 보자. 137쪽

문제 상황을 해결할 창의적인 아이디어를 제시해 보아요.

- 1 모둠별로 고안한 장치를 만들기 위해 필요한 디지털 탐구 도구와 관련 과학 기술을 조사한 뒤 장치를 설계해 보자.

디지털 탐구 도구

설계도

과학 기술

- 2 설계도에 따라 장치를 제작하여 모둠별로 발표해 보자.

매우 잘함      잘함      보통

모둠원      나

1. 문제를 해결하기 위한 조사 활동에 적극적으로 참여하였는가?
2. 설계도를 작성하고 장치를 제작할 때 자신의 역할을 잘 수행하였는가?
3. 다른 모둠의 발표를 듣고 장치의 우수한 점과 개선 및 보완할 점을 찾았는가?

활동하면서 내가 잘한 점과 보완할 점을 써 보자.

탐구 활동 안내

- 마이크로컨트롤러(MCU) 보드를 활용한 피지컬 컴퓨팅 설계법

143

145 학습 자료

- 생물 불임딱지
- 에너지 카드
- 상황·에너지 카드

정답과 해설

155

159

찾아보기

자료 출처

161

# 마이크로컨트롤러(MCU) 보드를 활용한 피지컬 컴퓨팅 설계법

피지컬 컴퓨팅은 소리, 빛, 열 등 신호를 센서로 입력받고 이를 디지털화하여 다양한 장치로 결과를 출력하는 기술이다. 이때 센서와 연결되어 디지털 정보를 처리하는 장치로 마이크로컨트롤러 보드가 활용되고 있다.

마이크로컨트롤러 보드는 하나의 회로 기판에 입출력 장치, 연산 장치, 기억 장치, 통신 장치를 통합한 컴퓨터이다. 대표적인 마이크로컨트롤러 보드에는 아두이노와 마이크로비트가 있다.

## 1. 문제 정의 및 분석

문제 상황을 이해하고 해결해야 할 문제를 정의한다. 문제를 해결하기 위해 수행해야 할 기능을 중점으로 주어진 문제를 분석하여 필요한 장치를 파악한다.

- 문제: 터치하는 횟수에 따라 자동으로 불이 켜지는 LED등
- 기능: 센서로 터치 횟수를 측정하고 마이크로컨트롤러 보드를 활용하여 특정 횟수를 기준으로 발광 다이오드(LED) 켜기

## 2. 도구 및 장치 선택

문제 정의 및 분석 과정을 통해 나누어진 기능을 각각 수행할 수 있는 장치를 선택한다.

▲ 아두이노

▲ 터치센서

▲ 발광 다이오드(LED)

▲ 브레드보드

## 3. 피지컬 컴퓨팅 구성

피지컬 컴퓨팅 시스템에 필요한 각종 장치를 전기 회로에 연결한다.

### ① 터치센서 연결

- GND는 브레드보드의 (+)에 연결한다.
- VCC는 브레드보드의 (-)에 연결한다.
- SIG는 아두이노의 2 번 핀에 연결한다.

### ② 발광 다이오드(LED) 연결

- 발광 다이오드(LED)의 긴 다리는 아두이노 핀에, 짧은 다리는 막대 저항을 이용하여 브레드보드의 (-)와 연결한다.
- 빨간색 발광 다이오드(LED)는 12 번 핀에 연결한다.
- 노란색 발광 다이오드(LED)는 11 번 핀에 연결한다.
- 파란색 발광 다이오드(LED)는 10 번 핀에 연결한다.

### ③ 전원 연결

- 아두이노의 5 V는 브레드보드의 (+)에 연결한다.
- 아두이노의 GND는 브레드보드의 (-)에 연결한다.

#### 4. 프로그램 코드 작성 및 전송

マイクロ컨트롤러 보드 환경에 알맞은 프로그래밍 언어를 선택하여 문제 해결을 위한 동작 제어 명령어를 작성한다.  
작성한 프로그램을 마이크로컨트롤러 보드에 전송한다.

##### 프로그램 코드

```
void loop() {
    int value=digitalRead(touchSensor);
    if(value==1){
        digitalWrite(led1, HIGH);
        count++;
        if(count>30)
            digitalWrite(led2, HIGH);
        else if(count>60)
            digitalWrite(led3, HIGH);
    }
    else{
        count--;
        if(count<0)
            count=0;
        if(count<60)
            digitalWrite(led3, LOW);
        else if(count<30)
            digitalWrite(led2, LOW);
        else if(count<=0)
            digitalWrite(led1, LOW);
    }
    delay(50);
}
```

// 터치센서 값을 value에 입력  
// 터치센서를 누르면  
// LED1을 켠다.  
// 카운트는 1씩 증가시킨다.  
// 누르는 시간이 30을 넘으면 LED2를 켠다.  
  
// 누르는 시간이 60을 넘으면 LED3를 켠다.  
  
// 터치센서를 누르지 않으면  
// 카운트는 1씩 감소시킨다.  
// 카운트가 0보다 적으면  
// 카운트는 0으로 한다.  
// 카운트가 60보다 적으면  
// LED3을 끈다.  
// 카운트가 30보다 적으면  
// LED2를 끈다.  
// 카운트가 0이면  
// LED1을 끈다.

#### 5. 피지컬 컴퓨팅 시스템 동작

피지컬 컴퓨팅 장치를 동작한다. 이때 오류가 발생하거나 더 필요한 기능이 있으면 프로그램을 수정하고 입출력 장치를 추가하여 피지컬 컴퓨팅 시스템을 보완한다.

# 생물 불임딱지

66 쪽 II-1-02. 생태계평형

## 불임딱지 1

매

뱀

당근

토끼

## 불임딱지 2

벼

쥐

개구리

메뚜기

옥수수

족제비



## 에너지 카드

84 쪽 II-2-01. 태양 에너지의 생성과 전환

01[단지]

02[단지]

03[단지]

04[단지]

05[단지]

06[단지]



## 상황 · 에너지 카드

96 쪽 II-2-03. 에너지 효율과 신재생 에너지

상황 카드

자동차

스피커

전기 밥솥

전등

태양 전지

광합성

수력 발전

화력 발전

반딧불이

롤러코스터



에너지 카드

전기 에너지

전기 에너지

전기 에너지

전기 에너지

전기 에너지

전기 에너지

빛에너지

빛에너지

빛에너지

빛에너지

열에너지

열에너지



에너지 카드

운동 에너지

운동 에너지

운동 에너지

운동 에너지

운동 에너지

화학 에너지

화학 에너지

화학 에너지

화학 에너지

위치 에너지

위치 에너지

소리 에너지



# 정답과 해설

## 변화와 다양성

### 지구 환경 변화와 생물다양성

17쪽 화석 19쪽 고생대 21쪽 대멸종  
23쪽 자연선택 25쪽 진화  
27쪽 유전적 다양성, 종다양성, 생태계다양성

29쪽~31쪽

1 유전자 생태계 생물자원

지질 시대 남세균 오존층 중생대 대멸종  
변이 자연선택 유전적 다양성 종다양성 생  
태계다양성

01. ㄱ, ㄷ, ㄹ 02. (1) A: 선캄브리아시대, B: 고생대, C: 중생대, D: 신생대 (2) B, 오존층이 형성되어 생물에 유해한 자외선이 차단되었기 때문이다. 03. ㄱ, ㄷ 04. ㄱ, ㄴ 05. ㄱ, ㄴ, ㄷ 06. (라), (나), (가), (다) 07. 해설 참조 08. (가) 생태계다양성, (나) 종다양성, (다) 유전적 다양성 09. 해설 참조 10. 해설 참조

01. 화석으로 알 수 있는 정보는 생물의 구조와 특징, 생물의 진화 과정. 생물이 살았던 환경 등이고, 지층의 생성 원인은 알 수 없다.

03. A는 고생대, B는 중생대, C는 신생대이다.  
ㄴ. 초대륙인 판게아의 형성으로 해양 생물 과의 수가 감소한 시기는 고생대(A) 말기이다.  
ㄹ. 생물 과의 수가 가장 많은 신생대(C)가 고생대(A)보다 해양 생물이 다양하였다.

04. (가)는 중생대, (나)는 고생대, (다)는 신생대이다.  
ㄷ. 인류의 조상이 출현한 시대는 (다) 신생대이다.  
ㄹ. 전반적으로 기후가 온난하였던 시대는 (가) 중생대이다.

05. 변이는 주로 개체가 가진 유전자의 차이로 나타나며, 환경의 변화는 자연선택의 방향에 영향을 줄 수 있다.

06. 다윈의 자연선택설에 의한 진화의 과정은 '(라) 과잉 생산과 변이 → (나) 생존경쟁 → (가) → (다) 자연선택에 의한 진화' 순이다.

07. 핀치는 모두 같은 종이므로 생물종이 다양해진 것은 아니야.

→ 핀치가 여러 종으로 다양해진 것처럼 생물종이 다양해졌다.

남아메리카 대륙에서 갈라파고스 제도로 건너온 한 무리의 핀치가 각 섬의 환경에 적응하여 부리의 모양과 크기가 다른 여러 종으로 다양해졌다.

09. 대멸종 이후 생물의 종과 개체수가 크게 감소하였지만 대멸종에서 살아남아 새로운 환경에 적응한 생물은 오랜 시간에 걸쳐 다양한 종으로 진화하였다. 이러한 과정이 반복되면서 오늘 날의 생물다양성이 형성되었다. 그러나 인간 활동으로 인한 생물의 서식지 파괴, 환경 오염, 기후 변화 등은 지구 환경을 빠르게 변화시켜 생물다양성이 감소하고 있다.
10. 외래생물을 도입할 때에는 생태계 교란 가능성을 사전에 예측하여 교란 가능성이 큰 종의 유입을 허가하지 않는 감시 체계와 제도를 갖춰야 한다. 또한 국내에서도 다른 수생태계의 어류를 새로운 수생태계에 무분별하게 방출하는 행위를 금지해야 한다. 토종 생태계의 건강성을 높이면 외래생물이 유입되더라도 생태계를 교란하기보다는 자연적으로 소멸될 수 있으므로 생물다양성이 높게 유지되도록 생태계 관리를 철저히 하는 것도 중요하다.

### 화학 변화

33쪽 산소 35쪽 산화 환원 37쪽 철 이온( $\text{Fe}^{3+}$ )  
41쪽 1. 붉게 2. 수산화 이온( $\text{OH}^-$ ) 43쪽 중화 반응  
45쪽 염기성 47쪽 방출 흡수  
51쪽 1. 일회용 손난로, 신선식품 보관용 얼음주머니 등  
2. 방출

53쪽~55쪽

2 염기성 중화

얻는 잃는 잃는 얻는 붉게 푸르게  
단백질 1 : 1 높아 낮아

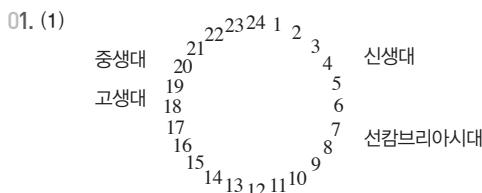
01. ㄴ 02. (1) 구리가 전자를 잃고 산화되어 구리 이온으로 수용액에 녹아 들어가 푸른색을 나타내기 때문이다. (2) 은 이온( $\text{Ag}^+$ ) 03. ㄷ 04. (1) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ (2) ㄱ, ㄷ 05. 산성을 나타내는 수소 이온( $\text{H}^+$ )이 (-)극 쪽으로 이동하면서 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키기 때문이다. 06. ㄱ, ㄴ, ㄷ 07. 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙은 까닭은 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 주변으로

부터 열에너지를 흡수하여 나무판 위의 물이 얼었기 때문이다. 08. ㄴ  
09. 해설 참조 10. 해설 참조

01. ㄱ. 이 반응에서 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃어 구리로 환원되며 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소로 산화된다. 따라서 석회수는 이산화 탄소와 반응하여 뿌옇게 흐려진다.
03. 철의 제련 과정에서 코크스가 먼저 산화되어 일산화 탄소가 생성된다. 이후 산화 철(Ⅲ)과 일산화 탄소가 반응하며, 이때 산화 철(Ⅲ)에서 철 이온은 산소를 잃어 철로 환원되며 일산화 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소로 산화된다.
04. (1) 산과 염기는 모두 수용액에서 전류가 흐른다.  
(2) 마그네슘을 넣었을 때 수소 기체가 발생하는 물질은 산이다.
06. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 농도가 같으므로 같은 부피의 용액에 들어 있는 수소 이온이나 수산화 이온의 수는 같다. 따라서 (가)는 산성, (나)는 중성, (다)와 (라)는 염기성이다.
07. 질산 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때 주변으로부터 에너지를 흡수한다.
09. 아이오딘–녹말 용액이 청람색을 띠는 까닭은 아이오딘( $I_2$ )이 녹말 분자 구조 속으로 끼어 들어가기 때문이다. 이러한 아이오딘–녹말 용액에 바이타민 C를 녹인 용액을 넣으면 바이타민 C와 아이오딘( $I_2$ )이 반응하여 바이타민 C는 산화되고 아이오딘은 아이오딘 이온( $I^-$ )으로 환원되어 용액이 무색이 된다. 바이타민 C는 몸속에서 항산화제로 작용하여 자신이 산화되면서 몸속에 있는 물질이 산화되는 것을 방지하는 역할을 한다.
10. 이산화 탄소를 증류수에 녹이면 탄산이 생성되어 수용액은 산성이 된다. 따라서 과호흡이 일어나 이산화 탄소가 과도하게 배출되면 혈액으로 이산화 탄소가 녹는 양이 줄어들어 혈액의 산성도가 낮아지는 알칼리혈증이 발생한다. 과호흡이 일어나면 자신이 배출한 이산화 탄소를 다시 마실 수 있도록 자신의 날숨으로 봉지를 부풀린 뒤 봉지 안의 공기로 호흡해야 한다.

56 쪽~57 쪽

중생대      신생대      형질      종다양성      산소  
전자      수소 이온( $H^+$ )      수산화 이온( $OH^-$ )      방출  
흡수



지질 시대를 24 시간으로 가정하면 선캄브리아시대는 0 시부터 21 시 10 분까지, 고생대는 21 시 10 분부터 22 시 41 분까지, 중생대는 22 시 41 분부터 23 시 39 분까지, 신생대는 23 시 39 분부터 24 시까지이다.

02. 23 시 59 분 3 초

인류는 약 3백만 년 전에 출현하였다. 이를 지질 시계의 시각으로 환산하면 23 시 59 분 3 초에 해당한다.

02. 푸른곰팡이에서 항생제인 페니실린을 얻고, 버드나무 껍질에서 아스피린의 주성분을 얻는 등 생물에서 의약 자원을 얻는다. 이처럼 생물다양성이 높을수록 인류가 생물에서 얻어 생활에 활용하는 생물자원이 풍부해진다.

다양한 생물을 통해 식량 자원, 의복 자원, 주택 자원, 의약 자원, 유전자 자원, 여가 자원 등을 얻을 수 있다.

## 환경과 에너지

### 생태계와 환경 변화

63 쪽 생태계      65 쪽 빛 물

67 쪽 생태피라미드      69 쪽 생태계평형

71 쪽      지진, 화산, 태풍, 흥수, 인위적인 개발, 무분별한 벌목, 환경 오염 등

75 쪽 1. 지구 온난화 2. 지구 열수지      77 쪽 높아진다

79 쪽 온실 기체

81 쪽~83 쪽

1      지구 온난화      온실 기체

비생물요소      생물요소      먹이사슬      먹이그물  
생태피라미드      생태계평형      온실 효과      증가  
엘니뇨      사막화

01. ㄱ, ㄷ      02. ㄴ, ㄷ      03. (나), 해설 참조      04. ㄱ, ㄴ      05. ⑦ 증가  
㉡ 온실 효과 ⑧ 감소 ⑨ 상승      06. (가), 무역품이 악화되어 표준 해수의 이동이 악해지면서 동태평양의 표준 수온이 평년보다 높아진다. 07. ㄱ      08. ㄴ, ㄷ      09. 해설 참조      10. 해설 참조

01. 다른 생물의 배설물이나 죽은 생물을 분해하여 양분을 얻는 생물인 세균, 곰팡이는 생물요소 중 분해자에 해당한다.

02. 일정한 지역에 같은 종의 개체가 무리를 이룬 것을 개체군이라고 한다. 따라서 개체군 A, B, C는 각각 다른 종으로 이루어져 있다.
03. (가)에서는 쥐가 사라지면 먹이사슬이 끊어지지만, (나)에서는 쥐가 사라져도 여타 개의 먹이사슬이 유지되므로 생태계평형이 비교적 잘 유지될 수 있다.
- 생태계평형은 주로 생물들 사이의 먹이 관계로 유지되는데, 이러한 먹이 관계가 복잡할수록 생태계평형이 잘 유지된다.
04. 생태계는 일시적으로 환경이 변해도 다시 평형을 회복할 수 있지만, 과도한 환경 변화가 일어나면 생태계평형이 깨질 수 있다. 생태계가 파괴되면 모든 생물의 생존이 위협받으며, 생태계를 회복하는 데에 오랜 시간과 많은 노력이 필요하다.
07. ㄴ. 엘니뇨가 발생하면 동태평양 지역(B)에서는 표층 수온이 높아 지므로 평상시보다 어획량이 감소한다.  
ㄷ. 엘니뇨의 영향으로 적도 부근뿐만 아니라 전 세계적으로 기상 이변이 나타난다.
08. ㄱ. 사막화는 사막이 아닌 지역의 토지가 황폐해지면서 사막으로 변해가는 현상으로, 위도 30° 부근에서 주로 나타난다.
09. 이 생태계에 최상위 포식자인 늑대가 다시 들어오면 피식자인 사슴의 개체수는 감소하고, 사슴의 먹이인 풀과 나무가 풍성해져 생태계는 다시 평형을 회복할 것이다.
- 늑대에 의한 생태계평형 회복 외에도 나무의 개체수 증가로 비버가 활발히 댐을 만들어 어류, 파충류, 양서류 등 수많은 생물의 서식지가 복원된다. 또한 복원된 숲생태계에 조류가 찾아오며 생물다양성이 증가하고 이로 인해 생태계평형은 더 잘 유지된다.
10. 도로나 터널 등에 쿨링포그를 설치한다. 쿨링포그는 고압 펌프를 이용하여 미세한 입자의 인공 안개를 분사한다. 쿨링포그에서 분사된 물은 더운 공기 중에 기화하면서 주위의 온도를 약 3~5 °C 낮춰 냉방 에너지 소비를 감소시킨다. 또한 공기 중의 먼지와 오존 발생을 줄여 대기를 깨끗하게 한다.

## 에너지 전환과 활용

85쪽 질량 87쪽 전환 91쪽 유도 전류 감은 수  
93쪽 운동 전기 95쪽 화력 발전소 이산화 탄소  
97쪽 에너지 보존 법칙 99쪽 에너지 효율 103쪽 신재생

105쪽~107쪽

2 신재생 신 재생

수소 핵융합 반응 질량 전자기 유도 많을수록  
코일 에너지 보존 법칙 100 신재생 에너지

01. ㄱ, ㄷ 02. ㄱ, ㄴ, ㄷ 03. ㄱ, ㄴ, ㄹ 04. ㄱ, ㄴ 05. 해설 참조  
06. ㄴ, ㄷ 07. ㄱ, ㄷ 08. 에너지 효율이 높고 친환경적이다.  
09. ㄱ, ㄹ 10. 해설 참조 11. 해설 참조
01. 수소 핵융합 반응에서는 수소 원자핵이 단계별로 충돌하여 헬륨 원자핵이 만들어지는 과정에서 감소한 질량만큼 에너지로 바뀐다.
02. 태양 에너지는 지구에서 바람의 운동 에너지로 전환되고, 태양 전지를 통해 전기 에너지로 전환되고, 광합성을 통해 화학 에너지로 전환된다.
03. 전자기 유도에서 유도 전류의 세기는 자석의 세기, 자석이 움직이는 빠르기, 코일의 감은 수에 비례한다.
04. 유도 전류의 방향은 자석의 운동 방향과 자석의 극에 따라 달라진다. 코일에 자석의 N극을 가까이 하거나 코일에서 자석의 S극을 멀리 하면 검류계의 바늘이 원쪽으로 움직인다.
05. 화력 발전소에서는 화석 연료의 연소 과정에서 발생한 열에너지를 이용하여 증기를 만들고, 이 증기의 힘으로 터빈이 회전한다. 터빈의 회전으로 생긴 전자기 유도 현상으로 전기 에너지가 만들어진다.
06. ㄱ. 핵발전으로 생기는 방사성 폐기물을 처리하기 어렵다.  
07. ㄴ. 에너지가 전환되기 전과 전환된 후의 에너지 총량은 같다.  
08. 전기 자동차는 운행 중 버려지는 에너지의 일부를 재활용하여 에너지 효율이 87 %~91 %로 매우 높다.  
09. ㄷ. 신재생 에너지는 친환경적이지만 화력 발전에 비해 발전 효율이 낮아 대규모 전력 공급이 어렵다.  
10. 코일을 더 많이 감는다. 자석을 센 자석으로 바꾼다.  
코일 근처에서 자석이 움직이면 전자기 유도에 의해 유도 전류가 발생한다. 이때 유도 전류의 세기는 자석의 세기, 자석이 움직이는 빠르기, 코일의 감은 수에 비례하여 증가한다. 따라서 코일을 더 많이 감고, 자석을 센 자석으로 바꾸면 유도 전류가 커져 발광 다이오드에서 나오는 불이 더 밝아진다.
11. • 지붕이 남쪽을 향하게 하고 태양 전지판을 설치하여 태양광 발전으로 전기 에너지를 생산한다.  
• 마당에 소규모 풍력 발전기를 설치하여 전기 에너지를 생산한다.  
• 빛돌이나 생활용수를 재활용할 수 있는 장치를 이용하여 물 소비를 줄인다.  
• 에너지 효율이 높은 가전제품을 활용한다.

108쪽~109쪽

소비자 복잡 높아 무역풍 수소 핵융합  
전환 전자기 유도 같다 에너지 효율 화석  
연료

01. 하천 복원 사업으로 수질이 개선되고 생물의 서식지가 복원되면 생물다양성이 높아진다. 우리는 지속적으로 하천 정화 활동을 진행하고 환경 교육을 실시하여 하천 복원 이후의 생태계보전을 위해 노력해야 한다.

02. 태양광 발전의 효율을 높이기 위해서는 태양 전지에 들어오는 태양 에너지의 양을 증가시켜야 한다. 이를 위해 햇빛이 태양 전지판에 최대한 수직으로 들어가게 해야 하므로 태양 전지판의 방향을 정남향으로 설치하고, 경사각을 태양의 고도에 맞추어야 한다. 태양 전지판을 움직일 수 있는 장치를 만들어 태양의 이동 경로에 따라 태양 전지판의 방향과 각도를 조절한다면 발전 효율을 더 높일 수 있다.

135쪽 1. 유전자변형 농산물 사용, 우주 개발, 신재생 에너지 사용 등 2. 윤리

137쪽

2 인공지능 윤리

사물인터넷 기술 인공지능 로봇 윤리

01. ㄴ, ㄹ 02. ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 과학과 미래 사회

### 과학 기술의 활용

117쪽 1. 감염병 2. 핵산 119쪽 과학

121쪽 데이터 123쪽 빅데이터

138쪽~139쪽

125쪽

감염병 빅데이터 데이터 사회적 쟁점

1 빅데이터 기상 현상

병원체 핵산 빅데이터

01. ㄱ, ㄴ, ㄷ 02. ㄴ, ㄷ

01. 감염병 추적은 감염원 및 감염병 환자의 규모 파악, 감염병 환자의 감염 경로와 동선 파악 등을 포함한다.  
02. 기상 위성과 기상 관측소에서 수집한 빅데이터를 분석하여 기상 현상의 패턴을 찾아 기상 현상 예측의 정확도가 증가하게 되었다.

01. (1) 공공 기관이나 전문 기관 등 신뢰할 만한 누리집이나 전문가가 작성한 자료인지 확인한다. 관련 내용을 제공하는 누리집을 비교하여 내용의 객관성을 판별한다. 등

(2) 감염병 백신은 부작용이 많아서 접종하지 않는 것이 좋다.

백신 접종의 위험성을 나타낸 출처가 질병 관리청이나 생명과학 관련 연구 및 조사 결과를 근거로 하고 있는지 확인한다. 백신 접종 부작용으로 치료를 받거나 사망한 사례 및 백신 접종으로 감염병 예방 효과가 나타난 사례를 비교한다.

02. 바이오 플라스틱은 땅속에 묻어 폐기하여도 미생물에 의해 쉽게 분해되며 연소할 때 유해 물질이 많이 발생하지 않는다. 따라서 기존의 플라스틱 대신 바이오 플라스틱을 사용하면 환경 오염을 줄일 수 있다.

### 과학 기술의 발전과 쟁점

127쪽 사물인터넷 기술 129쪽 인공지능 로봇

131쪽 유용성(한계) 한계(유용성)

## 찾아보기

			산성	40
			산화	34
갈라파고스 제도	26	로봇	생물다양성	21, 26
감염병	115		생물요소	63
개체	23, 63		생물자원	27
개체군	63, 68		생산자	63
검체	115		생존경쟁	25
고생대	19	먹이그물	생체량	67
과잉 생산	25	먹이사슬	생태계	26, 63, 67
과학 관련 사회적 쟁점	133	무역풍	생태계다양성	27
과학 윤리	133	물질 변화와 에너지의 출입	생태계보전	70
광합성	33, 49, 63		생태계평형	68
군집	63		생태통로	27
기후 변화	78		생태피라미드	67
			서식지단편화	27
		발전기	선캄브리아시대	19
		방역	세포호흡	49
		변이	소비자	63
		병원체	수소 핵융합 반응	85
남세균	19, 33	복사 평형	신생대	19
		분해자	신속항원검사	115
남획	27	비생물요소	신재생 에너지	100
		빅데이터	122	
다세포생물	19	사막화	에너지 보존 법칙	97
대멸종	20	사물 인터넷(IoT)	에너지 전환	97
돌연변이	23	산	에너지 효율	98

엘니뇨	76	지질 시대	17	
염기	41	진화	24	
염기성	40		핵발전	93
영양단계	67		형질	23
오존층	19		화력 발전	93
온실 기체	73		화석	17
온실 효과	73		화석 연료의 연소	33
외래생물	27	철의 제련	환원	34
유도 전류	90			
유전자증폭검사	115			
유전적 다양성	27			
인공지능(AI)	127			
인공지능 로봇	129			
일조 시간	64			
		키틴질	65	

자연선택	23			
자연선택설	25	태양 에너지	85	
전자기 유도	90	태풍	49	
종	23			
종다양성	27			
증생대	19			
증화 반응	43			
증화열	43			
지구 열수지	73	포식과 피식	23, 68	
지구 온난화	73	핀치	26	

- 6쪽(증기 기관차): Shutterstock.com
- 6쪽(스라소니): Shutterstock.com
- 6쪽(눈신토끼): 이미지코리아
- 7쪽(서빙 로봇): Shutterstock.com

## 변화와 다양성

- 14쪽~15쪽(버섯), 17쪽(삼엽총 화석, 산호 화석), 19쪽(스트로마톨라이트), 23쪽(기린), 27쪽(생태통로), 31쪽(작은땅핀치, 스마트 기기), 33쪽(증기 기관차), 36쪽(철의 제련), 37쪽(메테인의 연소, 식물의 광합성), 45쪽(생선 요리, 석회 가루), 47쪽(후덥지근한 날씨, 연소), 48쪽(얼음), 49쪽(일회용 손난로, 태풍), 50쪽(화일), 55쪽(오렌지, 스마트 기기), 57쪽(하늘), 59쪽(연필): Shutterstock.com
- 28쪽(팔색조): 연합뉴스, 2012. 07. 25.
- 36쪽(수소 자동차, 수소 연료 전지): 연합뉴스, 2023. 10. 17.
- 47쪽(살수차): 연합뉴스, 2023. 08. 02.
- 52쪽(문화유산 보존원): 연합뉴스, 2023. 09. 07.
- 14쪽~15쪽(달팽이와 무당벌레), 23쪽(호랑나비), 33쪽(남세균의 퇴적물), 44쪽(악보), 48쪽(메테인의 연소), 49쪽(과수원, 뺑): 게티 이미지코리아
- 23쪽(무당벌레), 28쪽(수달), 57쪽(생태 관광 장소를 제공하는 생물자원): 이미지코리아
- 16쪽(색연필), 22쪽(색연필): 클립아트코리아
- 18쪽(고생대 디오라마): 고생물학연구소
- 33쪽(철기 시대 단검): 국립중앙박물관

## 환경과 에너지

- 60쪽~61쪽(태양광 발전), 64쪽(지구본), 65쪽(도마뱀, 선인장, 고산지대에 사는 사람), 67쪽(나무와 풀, 늑대, 올빼미, 참새, 다람쥐, 들쥐, 메뚜기), 69쪽(스라소니, 캐나다숲), 70쪽(해양쓰레기), 71쪽(홍수로 인한 산사태, 무분별한 벌목, 화석 연료 사용으로 인한 환경 오염, 반달가슴곰, 지리산), 72쪽(액자), 74쪽(스마트 기기), 76쪽(스마트 기기), 83쪽(옥상 정원, 스마트 기기), 91쪽(과학자 사진 테두리), 104쪽(에너지 절약 컨설턴트), 107쪽(전열기, 전등, 선풍기, 스마트 기기), 109쪽(태양 전지판): Shutterstock.com

- 70쪽(킬라우에아 화산): 연합뉴스, 2018. 05. 21.
- 76쪽(엘니뇨): 연합뉴스, 2023. 07. 30.
- 77쪽(아시아 가뭄): 연합뉴스, 2023. 07. 25.
- 77쪽(유럽 고온): 연합뉴스, 2013. 08. 11.
- 77쪽(호주 산불): 연합뉴스
- 77쪽(남미 홍수): 연합뉴스, 2015. 12. 28.
- 78쪽(카드뉴스 사진): 연합뉴스, 2010. 03. 04.
- 95쪽(서울 학력 발전소의 과거 모습): 연합뉴스, 2014. 01. 13.
- 95쪽(고리 원자력 발전소): 연합뉴스, 2007. 06. 25.
- 103쪽(한국형 핵융합 연구 장치): 연합뉴스, 2011. 11. 03.
- 109쪽(김해시 신어천): 연합뉴스, 2013. 06. 27.
- 82쪽(산불), 83쪽(늑대): 게티이미지코리아
- 64쪽(북극여우, 온대여우, 사막여우), 65쪽(지렁이), 67쪽(족제비), 69쪽(눈신토끼), 72쪽(말을 탄 펠리페 4세), 73쪽(빙하), 91쪽(파리 데이): 이미지코리아
- 62쪽(스프링 노트): 클립아트코리아
- 80쪽(국립생태원): 국립생태원
- 103쪽(무지개 마을): 삼척 시청
- 72쪽(말을 탄 펠리페 4세 수정본): 세계자연기금(WWF)
- 74쪽(온실 효과 시뮬레이션 화면): phet.colorado.edu

## 과학과 미래 사회

- 112쪽~113쪽(미래 사회), 115쪽(코로나바이러스, 신속항원검사, 유전자증폭검사), 118쪽(기후 변화, 자연재해, 물 부족, 옥수수, 식량 부족), 122쪽(컴퓨터), 124쪽(데이터 저장소), 125쪽(스마트 기기), 128쪽(물류 로봇, 청소 로봇, 의료 로봇), 129쪽(서빙 로봇), 130쪽(흰줄숲모기, 얼룩날개모기, 작은빨간집모기), 132쪽(산림 지역 개간, 팜유, 연필), 133쪽(유전자변형 농산물, 우주 개발, 신재생 에너지), 134쪽(유전체 분석 기술), 136쪽(에듀테이너), 137쪽(스마트 기기): Shutterstock.com
- 115쪽(감염병 대유행): 연합뉴스, 2022. 02. 09.
- 118쪽(감염병 대유행): 연합뉴스, 2020. 03. 11.
- 128쪽(안내 로봇): 연합뉴스, 2020. 03. 24.

- 118 쪽(에너지 고갈), 120 쪽(바지락 칼국수, 만두 칼국수, 닭 칼국수), 124 쪽(곰베 지역 배경, 침팬지): [게티이미지코리아](#)
- 115 쪽(유전자증폭검사): [이미지코리아](#)
- 120 쪽(스마트폰): [클립아트코리아](#)

- 26 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/nnl>
- 27 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/pnl>
- 32 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/1ff>
- 32 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/rnl>
- 35 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/tnl>
- 38 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/vnl>
- 39 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/3ff>
- 42 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/5ff>
- 46 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/xnl>
- 62 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/7ff>
- 62 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/znl>
- 66 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/1nl>
- 67 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/3nl>
- 71 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/5nl>
- 72 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/7nl>
- 74 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/9nl>
- 84 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/9ff>
- 84 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/bol>
- 85 쪽(자료 영상): <http://qr-lnk.com/dol>
- 88 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/fol>
- 89 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/bgf>
- 92 쪽(탐구 영상): <http://qr-lnk.com/dgf>
- 96 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/hol>
- 114 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/fgf>
- 114 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/jol>
- 120 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/lol>
- 126 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/hgf>
- 126 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/nol>
- 128 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/pol>
- 132 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/rol>

## 참고 자료

- 17 쪽(지질 시대의 구분): [국제총서위원회\(2023\)](#)
- 20 쪽(해양 생물 과의 수): [Hudson, T. 『지구환경과학』, 시그마프레스 \(2003\)](#)
- 69 쪽(스라소니와 눈신토끼 개체군의 주기적 변동): [Robert E. Ricklefs 외 1인 『Ecology: The Economy of Nature 8판』, FREEMAN MACMILLAN\(2018\)](#)
- 73 쪽(지구 열수지): [미국해양대기청\(NOAA\)\(2023\)](#)
- 75 쪽(온실 기체 배출량): [정부간 기후 변화 협의체\(IPCC\)\(2023\)](#)
- 78 쪽(전 지구 평균 지표 기온 변화): [정부간 기후 변화 협의체\(IPCC\) \(2019\)](#)
- 99 쪽(화석 연료를 사용하는 자동차와 전기 자동차의 에너지 효율): [yaleclimateconnections.org\(2022\)](#)

## 영상 자료

- 26 쪽(갈라파고스 제도에 살고 있는 여러 종류의 편지), 27 쪽(생물다양성의 중요성): [EBS](#)
- 67 쪽(생태피라미드): [bio.libretexts.org\(2023\)](#)

## QR 코드 자료 모음

본 책에 제시한 QR 코드는 인터넷에서 다음 주소로 접속하면 볼 수 있음.

- 16 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/zff>
- 16 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/fnl>
- 17 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/hnl>
- 18 쪽(인터넷 활용): <http://qr-lnk.com/jnl>
- 22 쪽(활동지): <http://qr-lnk.com/lnl>

※ 집필진의 직접 집필인 경우 출처를 밝히지 않았음.

※ 출처 표시를 안 한 사진 및 삽화 등은 저작자 및 발행사에서 저작권을 가지고 있는 경우임.

## 집필자 이력

심규철	(현) 공주대학교 생물교육과 교수 서울대학교 생물교육과 졸업 서울대학교 대학원 과학교육과(생물전공) 석사, 박사	배미정	(현) 서울고등학교 교사 서울대학교 생물교육과 졸업 서울대학교 대학원 과학교육과(생물전공) 석사
이기영	(현) 강원대학교 과학교육학부 교수 서울대학교 지구과학교육과 졸업 서울대학교 대학원 과학교육과(지구과학전공) 석사, 박사	소영무	(현) 고려대학교 사범대학 부속고등학교 교사 서울대학교 지구과학교육과 졸업 서울대학교 대학원 과학교육과(지구과학전공) 석사
손정우	(현) 경상국립대학교 물리교육과 교수 서울대학교 물리교육과 졸업 서울대학교 대학원 과학교육과(물리전공) 석사, 박사	신재성	(현) 서울대학교 사범대학 부설고등학교 교사 서울대학교 물리교육과 졸업 전남대학교 대학원 과학교육과(과학교육전공) 석사
최원호	(현) 국립순천대학교 화학교육과 교수 서울대학교 화학교육과 졸업 서울대학교 대학원 과학교육과(화학전공) 석사, 박사	양현우	(현) 송도고등학교 교사 서울대학교 화학교육과 졸업
박재용	(현) 서울교육대학교 과학교육과 교수 강원대학교 과학교육과 졸업 한국교원대학교 대학원 과학교육학과(지구과학전공) 석사 강원대학교 대학원 과학교육학과 박사	전화영	(현) 서울여자고등학교 교사 서울대학교 화학교육과 졸업 서울대학교 대학원 과학교육과(화학전공) 석사, 박사
이봉우	(현) 단국대학교 과학교육과 교수 서울대학교 물리교육과 졸업 한국과학기술원 자연과학대학 물리학과 석사 서울대학교 대학원 과학교육과(물리전공) 박사	황남주	(현) 동작고등학교 교사 서울대학교 생물교육과 졸업

## 단원별 집필자

I. 변화와 다양성	박재용, 황남주, 전화영, 양현우
II. 환경과 에너지	황남주, 박재용, 이봉우, 배미정, 소영무, 신재성
III. 과학과 미래 사회	심규철, 최원호, 손정우, 이기영

출판부문총괄 최대찬      개발총괄 채진희  
개발책임 송경화      개발 김혜정, 이보람, 경나연, 채솔비, 박혜민  
디자인책임 김재훈      디자인진행 안상현      본문디자인 박광수      표지디자인 정세연  
품질책임 석진안  
심화 전수교, 그림숲, 글앤그림, 전규만, 김민지, 이예지, 이동현, 장주희, 이진희  
조판 준이기획  
사진 김한울, 이원호, 오광석      미디어콘텐츠 정하나, 이수희, 양경화, 김미영

## 검정심의회

### [심의위원장]

장영록(인천대학교)

### [간사]

민유리(한국과학창의재단)

### [연구위원]

오기영(한경대학교)	민동훈(오송고등학교)	최중철(동국대학교)	고경미(광주고등학교)
정만영(제주대학교)	김진환(분당중앙고등학교)	문용재(경희대학교)	전병기(만경여자고등학교)
김인균(신라대학교)	김혜령(고려대학교)	노석은(전 고려대 민족문화연구원)	김지윤(성균관대학교)
윤보영(신라대학교)	김민정(국어문화운동본부)	김남희(국어문화운동본부)	정호성(성균관대학교)
민자원(성균관대학교 한국문화연구소)	한은주(이화여자대학교 국어문화원)	육민수(명지대학교)	박우진(성균관대학교)
조하은(국어문화운동본부)			

### [검정위원]

최호명(경북대학교)	김민자(군산고등학교)	김명화(이화여자대학교)	이두나(고천고등학교)
서한숙(경상남도밀양교육지원청)	박종화(인천국제고등학교)	김해동(계명대학교)	김미정(전북외국어고등학교)

## 한국과학창의재단

조향숙, 윤종현, 정준기, 김대수, 박교은, 박상준, 고진석, 박나영

교육부의 위탁을 받아 한국과학창의재단이 검정 심사를 하였음.

### 고등학교

### 통합과학2

2025. 3. 1. 초판 발행

정가 9,600원

지은이 | 심규철 외 11인

발행인 | (주)비상교육 경기도 과천시 과천대로2길 54(갈현동, 그라운드브이)

인쇄인 | (주)테라북스 경기도 파주시 조리읍 당재봉로 29-21

교과서의 본문 용지는 우수 재활용 제품 인증을 받은 재활용 종이를 사용하였습니다.

교과서에 대한 문의 사항이나 의견이 있으신 분은 '교과서민원바로처리센터(전화: 1566-8572, [www.textbook114.com](http://www.textbook114.com) 또는 [www.교과서114.com](http://www.교과서114.com))'에 문의하여 주시기 바랍니다.

이 도서에 게재된 저작물에 대한 보상금은 문화체육관광부 장관이 정하는 기준에 따라

한국문화예술저작권협회(전화: 02-2608-2800, [www.kolaa.kr](http://www.kolaa.kr))에서 저작재산권자에게 지급합니다.

내용 관련 문의: (주)비상교육 교과서개발부문 1544-0554 [textbook.visang.com](http://textbook.visang.com)

공급 업무 대행: (사)한국교과서협회 경기도 파주시 문발로 439-1

개별 구입 문의: (사)한국교과서협회 031-956-8581~4 [www.ktbook.com](http://www.ktbook.com)

(주)비상교육 1544-0554 [textbook.visang.com](http://textbook.visang.com)

ISBN 979-11-7316-018-9