

I

과학의 기초

원자부터 우주까지 광대한 시공간 규모 속에서 자연 현상을 측정하려는 과학자들의 노력으로 우리가 경험할 수 있는 영역은 놀라울 정도로 확장되었다. 자연을 관찰하고 측정하는 것은 과학의 기초이며, 이를 통해 얻은 정보는 우리 생활에 유용하게 활용되고 있다.

용어

이전에 배웠어요!

알고 있는 개념과 모르는 개념을 구분해 보고, 모르는 개념은 검색하여 확인해 보자.

1 과학의 기초

일상에 숨어 있는 과학의 기초

오늘은 친구들과 공원에 소풍을 왔다. 공원 한가운데에 듯자리를 펴고, 스마트폰으로 피자를 주문하였다.

“피자 크기는 라지 사이즈로 해야겠지? 같은 라지라도 가게마다 크기가 달라서 고민되네.”

주문을 마치고 잠시 기다리는데, 멀리서 드론 한 대가 피자를 가지고 우리 쪽으로 날아오는 것이 보였다.

“피자 도착까지 40 m 남았대. 저게 우리 피자인가 봐.”

스마트폰으로 피자를 주문하고 실시간으로 배달 상황도 확인할 수 있다니 참 편리한 세상이다.

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 시간과 공간

스마트폰으로 정확한 위치를 알 수 있게 되기까지 과학자들의 어떤 노력이 있었는지 알아본다.

02 기본량과 단위

피자가 도착하기까지 남은 거리를 정확하게 나타내기 위해 단위가 필요한 까닭을 알아본다.

03 측정과 측정 표준

피자 크기의 기준이 가게마다 다르면 어떤 점이 불편할지 생각해 본다.

04 정보와 디지털 기술

스마트폰으로 음식 사진을 찍고 전송할 수 있는 것은 어떤 과학 기술이 있기 때문에 가능한 것인지 알아본다.

스스로 정리하기 30 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

시간과 공간

이 단원을 배우고 나면

- 자연을 시간과 공간에서 기술할 수 있음을 설명할 수 있다.
 - 길이와 시간 측정의 현대적 방법과 다양한 규모의 측정 사례를 조사할 수 있다.

스마트폰으로 정확한 위치를 알 수 있게 되기까지

과학자들의 어떤 노력이 있었을까?

와! 거의
다 왔네?

시간과 공간의 기술

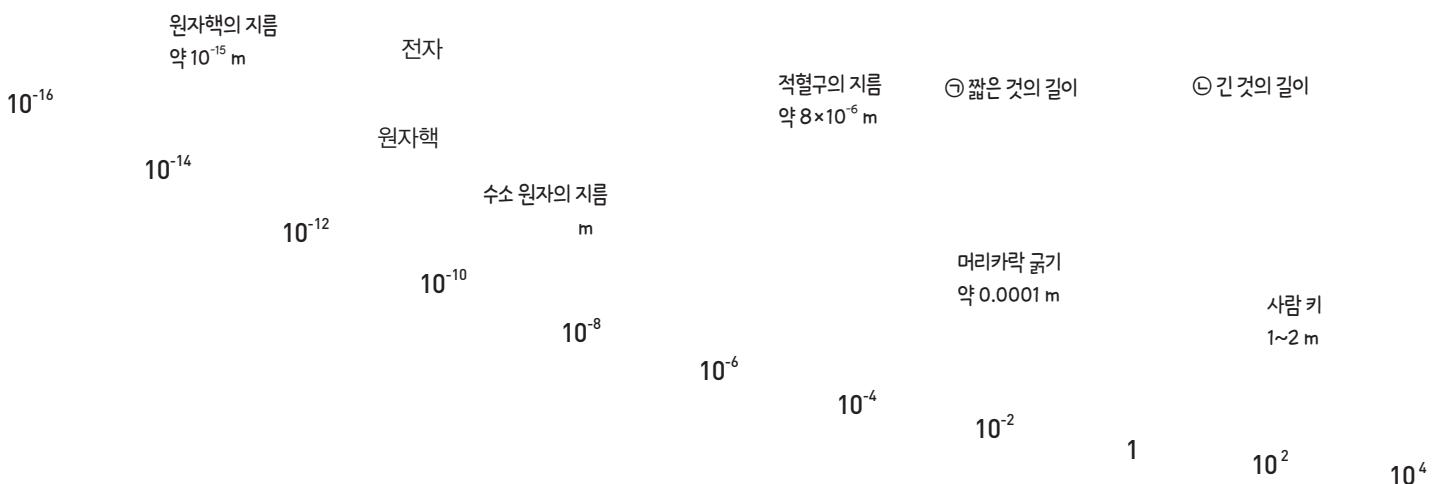
거시세계와 미시세계

사람, 지구, 태양계, 은하와 같은 상대적으로 큰 물체나 현상들의 규모를 거시세계라고 한다. 반면 원자핵, 원자, 분자 수준의 아주 작은 규모를 미시세계라고 한다. 미시세계에서는 우리가 살아가는 거시세계에서 볼 수 없는 다양한 현상들이 나타난다.

자연 현상을 탐구하는 과학은 아주 작은 원자에서부터 엄청나게 큰 우주까지 모든 규모에서 일어나는 현상을 다룬다. 또, 수십억 분의 1 초 같은 아주 짧은 순간부터 우주의 나이인 138 억 년이라는 긴 시간까지 모두 과학에서 탐구하는 대상이 된다.

이렇게 엄청나게 넓은 범위의 자연 현상을 어떻게 탐구할 수 있을까? 원자처럼 아주 작은 규모의 미시세계와 우주처럼 아주 큰 규모의 거시세계에서 일어나는 자연 현상도 인간의 감각을 활용한 방법으로 탐구할 수 있을까?

그림 I-1 | 미시세계부터 거시세계까지 여러 가지 물체의 크기



학습 목표

미시세계와 거시세계의 물체의 크기에 따른 차이점 분석하기

일상생활에서 직접 측정할 수 있는 길이 중 가장 짧은 것과 가장 긴 것을 떠올려 보고, 그 길이를 검색하여 그림 I-1의 빈칸 ①, ②에 써 보자.

수소 원자의 지름과 지구의 지름을 검색해 보고, ③과 ④의 길이와 비교해 보자.

구분	수소 원자의 지름	지구의 지름
길이	() m	() m
비교	③ 길이의 약 () 배	④ 길이의 약 () 배

원자 규모와 우주 규모의 자연 현상을 탐구할 때 물체의 크기에 따라 어떤 차이가 있는지 예를 들어 설명해 보자.

예 전자 현미경을 사용하여 원자의 배열을 관측한다.

예 우주 망원경을 사용하여 천체를 관측한다.

확인

원자 규모와 우주 규모의 자연 현상은 그 특성과 탐구 방법이 다르다. 예를 들어 원자의 운동과 태양계 행성의 운동을 설명하는 방식이 서로 다르며, 천체를 관측하는 도구인 우주 망원경은 원자 규모의 현상을 관찰하는 데 사용할 수 없다. 이와 같은 탐구 대상의 규모에 따른 차이를 이해하는 것은 자연 현상을 탐구하는 데 매우 중요하다.

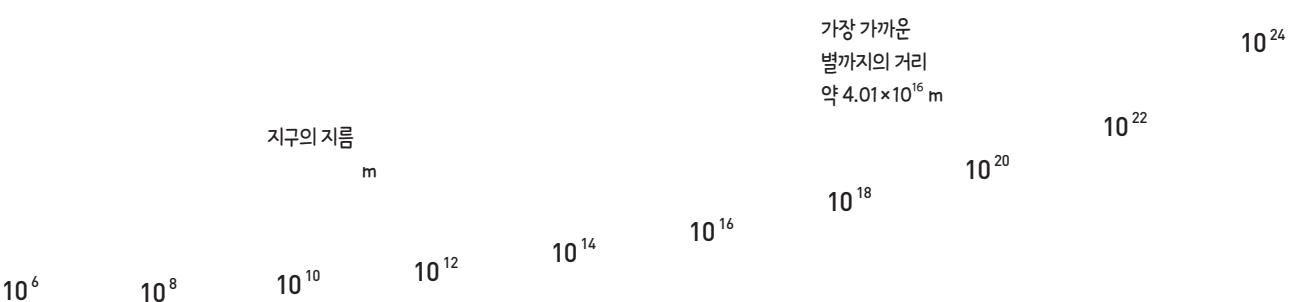
원자 규모와 우주 규모의 자연 현상을 관측하는 도구에는 각각 어떤 것이 있는가?

태양에서 해왕성까지 비행 기를 타고 간다면 몇 년이 걸릴지 이야기해 보자.

태양에서
해왕성까지의 거리
약 4.5×10^{12} m

안드로메다 은하
까지의 거리
약 2.4×10^{22} m

10^{26}



길이와 시간 측정

자연을 탐구할 때는 측정이 기본이 된다. 태양이 언제 뜨는지, 하루 동안 그림자의 길이는 어떻게 변하는지를 탐구하려면 먼저 길이와 시간을 측정하는 방법을 알아야 한다.

일상생활에서 길이는 자로 측정하며, 자에는 기준이 되는 길이가 눈금으로 표시되어 있다. 시간은 시계로 측정하는데, 과거에는 지구의 자전이나 공전 주기를 시간의 기준으로 정한 후, 진자 등을 이용해 이 시간을 일정한 간격으로 나눈 시계를 만들어 시간을 측정하기도 하였다. 하지만 원자나 우주와 같은 다양한 규모에서 일어나는 현상을 보통의 자나 시계만으로 길이와 시간을 측정하는 것은 불가능하다. 자연 현상을 탐구할 때 길이와 시간을 측정하는 현대적 방법에는 무엇이 있을까?

자료 수집, 의사소통 | 유용성

길이와 시간 측정의 현대적 방법과 다양한 규모의 측정 사례 조사하기

목표

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

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 자료 |

다음은 다양한 규모의 길이와 시간을 측정하는 사례이다.

최근 생산되는 반도체에 그려
지는 회로의 선폭은 머리카락 굵
기의 수만 분의 1 정도라고 한다.
이렇게 미세한 길이는 어떻게 측정하
는 것일까?

위성 위치 확인 시스
템에 사용되는 항법 위성에
는 10^{-10} 초까지 측정할 수 있는 아주
정밀한 시계가 있다고 한다. 이렇게 정밀
하게 시간을 측정하는 방법은 무엇일까?

레이저 거리 측정 시설에서 달 궤도
탐사선을 향해 레이저를 쏘는 모습

| 분석 및 정리 |

위의 세 가지 측정 사례 중 한 가지를 선택해 정리해서 발표해 보자.

오늘날 길이를 측정하는 방법 중 가장 정밀한 것은 빛을 이용한 방법이다. 빛의 속력이 일정함을 이용해 빛이 진행한 시간을 재거나, 물체에서 반사되어 돌아오는 두 빛을 비교하여 길이를 측정한다.

이처럼 정밀한 길이 측정도 정확한 시간을 측정할 수 있는 기술이 있기에 가능하다. 오늘날 가장 정확한 시계는 원자시계로, 원자에서 나오는 빛의 진동수를 이용해 시간을 측정한다. 이러한 기술은 모두 현대의 기초 과학 기술의 발전으로 가능해졌다.

측정 기술의 발달은 우리 생활을 크게 바꾸어 놓았다. 위성 위치 확인 시스템을 이용하여 모르는 길도 쉽게 찾아갈 수 있는 것은 항법 위성에 원자시계가 실려 있어 가능한 일이다. 일상생활 외에도 반도체 공정, 의료 진단, 우주 탐사 등 다양한 분야에 정밀 측정 기술이 사용된다. 이렇게 시간과 공간을 측정하려는 과학자들의 노력은 인간의 경험 범위를 확장하고 자연에 대한 사고의 지평을 넓히는 데도 크게 기여하고 있다.

빛이 반사되어 돌아온 시간 측정	거리	레이저
		반사된 두 빛을 비교

그림 I-2 | 빛을 이용한 길이 측정 방법

원자시계
원자의 고유 진동수가 일정한 성질을 이용하여 만든 시계이다. 중력이나 온도 등의 외부 영향을 받지 않으며, 매우 정확하고 정밀하게 시간을 측정할 수 있다.

위성 위치 확인 시스템(GPS)

스마트폰, 내비게이션 등에 있는 GPS 수신기는 여러 개의 항법 위성에서 오는 신호의 시간 차이를 계산하여 수신기의 위치를 파악한다. 이 시간차를 정밀하게 알수록 수신기의 위치도 더욱 정밀하게 계산할 수 있다.

그림 I-3 | 위성 위치 확인 시스템을 이용한 스마트폰의 지도 앱
그림 I-4 |

소단원 확인하기

- 1 레이저를 이용해 길이를 측정할 때 이용하는 빛의 성질은 무엇인가?
- 2 시간을 정밀하게 측정하는 기술의 발달로 우리 생활이 바뀐 사례를 한 가지 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 30쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 자연을 시간과 공간에서 기술할 수 있음을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 길이와 시간 측정의 혁대적 방법과 다양한 규모의 측정 사례를 조사할 수 있는가?

[가치·태도] 길이와 시간 측정 기술의 발달이 일상생활에 유용함을 인식하였는가?

0

기본량과 단위

이 단원을 배우고 나면

- 과학 탐구에서 중요한 기본량의 의미를 설명할 수 있다.
- 자연 현상을 기술하는 데 단위가 가지는 의미와 적용 사례를 설명할 수 있다.

현재 위치에서 약속된 장소까지의 거리를 정확하게 나타내기
위해 단위가 필요한 까닭은 무엇일까?

1분이면
도착하겠네.

기본량과 유도량

현재 위치에서 약속된 장소까지의 거리를 ‘가깝다’라고만 표현하는 것보다, ‘500 m’라고 표현하면 1 m의 500 배만큼의 거리는 정확한 정보를 전달할 수 있다. m(미터)는 길이의 단위로, 이처럼 단위는 어떤 양을 나타낼 때 기준으로 사용되며, 양은 수와 단위의 곱으로 표현한다.

자연에는 길이 외에도 측정할 수 있는 수많은 양이 있는데 이들을 물리량이라고 하며, 각자 고유한 단위를 가진다. 물리량은 기본량과 유도량으로 나눌 수 있다. 기본량은 다른 물리량으로 바꿔서 사용할 수 없는 고유한 양으로, 길이, 시간, 온도, 질량, 전류 등 7 개의 물리량이 있다. 국제단위계에서는 그림 I-5와 같이 기본량의 단위로 7 개의 기본 단위를 정하여 사용한다.

국제단위계(SI, System of International Unit)

국제단위계는 과학, 기술, 산업, 무역 등 다양한 분야에서 통용되는 표준 단위 체계이다. 현재 대부분의 국가에서 채택하여 사용하고 있으며, 우리나라는 1964년 1월부터 사용하기 시작했다. 국제단위계의 시초는 프랑스 혁명 시기인 1790년경 프랑스에서 발명된 미터법이다. 1875년 17개국이 미터 협약을 체결하며 미터법은 처음 국제적인 단위 체계로 발전했고, 1960년에 미터법을 정비하여 국제단위계로 통일하게 되었다. 국제단위계는 다음과 같은 특징이 있다.

- 각 물리량에 대해 한 가지 단위만 사용한다. 예를 들어 길이 단위는 m만을 사용하며, ft(피트), 자 등의 단위를 사용하지 않는다.
- SI 단위끼리만의 곱하기와 나누기로 이루어진 일관성 있는 단위 체계이다.

SI
기본 단위

그림 I-5 | 기본 단위

속력은 길이를 시간으로 나누어 나타낼 수 있다. 이처럼 기본량을 조합해 유도하는 물리량을 **유도량**이라고 하며, 기본량 이외의 모든 물리량이 이에 해당한다. 과학에서 사용하는 수많은 유도량의 단위는 모두 7 개의 기본 단위를 곱하거나 나누어서 나타낼 수 있다.

기본량	유도량	유도 단위	단위가 없는 물리량
온도	넓이	m^2	질량 퍼센트 농도는 용액의 질량에 대한 용질의 질량비로, 같은 물리량의 비로 정의되어 단위를 표시하지 않는다.
길이	부피	m^3	질량 퍼센트 농도를 표시할 때는 농도에 100을 곱해 단위 없이 %(퍼센트)로 만 나타내며, 이때 기호 $\%$ 는 $\frac{1}{100}$ 을 뜻 한다.
질량	속력	m/s	
시간	밀도	kg/m^3	
전류	:	:	
물질량			
광도			

그림 I-6 | 기본량의 조합으로 만든 유도량과 유도 단위의 예

측정하는 물리량의 크기가 아주 크거나 작을 경우 이들의 크기를 쉽게 나타내기 위해 단위 앞에 접두어 기호를 함께 사용하기도 한다. 예를 들어 1000을 뜻하는 k(킬로)를 붙인 1 km는 1000 m이고, 0.001을 뜻하는 m(밀리)를 붙인 1 mg은 0.001 g을 나타낸다. 단위의 접두어 기호는 모두 10의 거듭제곱을 나타내며, 명칭과 기호는 그림 I-7과 같이 여러 가지가 있다.

피코 10^{-12}	나노 10^{-9}	마이크로 10^{-6}	밀리 10^{-3}	킬로 1	메가 10^3	기가 10^6	테라 10^{12}
10^{-2} 센티	10^{-1} 데시	10^1 데카	10^2 헥토				

그림 I-7 | 단위의 접두어 기호

접두어 단위

확인

- 1 진동수의 단위 Hz(헤르츠)를 기본 단위로 나타내 보자.
- 2 일상생활에서 단위의 접두어 기호로 m(밀리), h(헥토)가 사용되는 예를 찾아보자.

단위의 의미와 적용

자연 현상을 기술할 때 사용하는 물리량은 측정할 수 있어야 하며, 측정한 값을 수치로 나타내기 위해서는 단위가 필요하다. 단위는 과학 기술이 발전하면서 그 정의가 수정되기도 하고, 새로운 물리량이 발견되면 그에 맞는 새로운 단위가 추가되기도 한다. 예를 들어 전류의 단위인 A(암페어)는 19 세기에 발전기와 전기 조명의 발명으로 전기가 인류 문명에 본격적으로 등장하면서 새롭게 도입되었다. 이처럼 과학 기술의 발전에 따라 단위도 변해 간다.

그러면 일상생활에서 단위를 어떻게 적용하는지 다음 탐구에서 알아보자.

자료 수집, 분석 및 해석 | 유용성

단위의 의미와 적용 사례 설명하기

목표

과학에서 단위의 의미와 적용 사례를 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 과정 |

- 1 다음은 일기 예보의 한 장면이다. 일기 예보관의 대사 중 빈칸에 들어갈 알맞은 단위를 써 보자.

10호 태풍이 현재 제주도 남서쪽 100() 떨어진 해상에서
20()의 속력으로 북상하고 있습니다. 중심 기압 980()
의 강한 태풍으로 강원 영동 지방에 최대 600() 이상의 비가
내리고 최대 풍속 40() 내외의 강풍이 불 것으로 예상됩니다.
태풍이 지나면 기온이 올라 당분간 30()(이)가 넘는
무더운 날씨가 지속되겠습니다.

- 2 단위를 알면 그 물리량이 나타내는 의미를 알 수 있다. 다음 단위를 보고, 단위가 가지는 의미를 설명해 보자.

단위	의미
m/s	예 1초 동안 이동한 거리
N/m ²	
N · m	

3 일상생활에서 사용하는 다양한 단위를 찾아 그 의미를 설명해 보자.

단위: km/L

예 연료 1L당
자동차가 주행할
수 있는 거리

단위: Brix

단위: W

단위:

| 결과 및 정리 |

1 조사한 단위 중 한 가지를 선택해 단위를 설명하는 카드 뉴스를 각자 한 장씩 만들어 보자.

- 모둠별로 카드의 크기와 글자의 크기 등 통일할 사항을 미리 정한 후 각자 카드를 만든다.
- 카드 뉴스를 만들 때는 글은 간결하게 요약하여 쓰고, 내용과 관련된 이미지를 포함하도록 한다.

2 카드 뉴스를 모아 모둠별로 완성된 하나의 카드 뉴스를 만들어 공유 플랫폼에 공유해 보자.

우리는 생활 속에서 시간의 단위인 s, 길이의 단위인 m, 음료 부피의 단위인 L, 자동차 속력의 단위인 km/h 등 다양한 물리량의 양을 나타내는 단위를 접한다. 단위는 이러한 양의 크기를 파악할 수 있게 해 주는 필수적인 약속이다.

소단원 확인하기

1 m/s는 속력의 단위이고, g/cm³는 밀도의 단위이다. 각 단위를 참고하여 속력과 밀도가 어떤 기본량으로부터 유도되었는지 써 보자.

2 국제단위계는 전 세계적으로 통용되는 표준 단위 체계이다. 이렇게 단위를 통일할 때의 장점을 한 가지 써 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 30 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 과학 탐구에서 중요한 기본량의 의미를 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] 과학적 사고를 통해 일상생활에서 사용하는 단위의 의미를 해석할 수 있는가?

[가치 · 태도] 일상생활에서 단위의 적용 사례를 찾으며 단위의 유용함을 인식하였는가?

0

측정과 측정 표준

이 단원을 배우고 나면

- 과학 탐구에서 측정과 어림의 의미를 설명할 수 있다.
- 일상생활의 여러 가지 상황에서 측정 표준의 유용성과 필요성을 논증할 수 있다.

피자 크기의 기준이 가게마다 다르면
어떤 점이 불편할까?

우리 동네에서 파는
라지 사이즈 피자보다
작잖아?

측정과 어림

길을 걷다가 높은 건물을 보면 가끔 그 건물이 얼마나 높은지 궁금할 때가 있다. 이 때 건물의 높이를 정확히 알려면 측정 도구를 이용해 높이를 측정해야 한다. 여기서 측정이란 어떤 대상의 물리량을 기준이 되는 양과 비교하여 수치와 단위로 나타내는 것을 말한다.

하지만 건물의 높이를 측정할 도구가 없을 때는 건물 전체가 몇 층인지 세어 보고, 한 층의 높이가 몇 m인지 생각하여 건물의 높이를 가늠하기도 한다. 이처럼 측정 도구 없이 현재 알고 있는 정보를 이용해 그 양을 대략 가늠하는 일을 **어림**이라고 한다.

그림 I-8 | 측정과 어림의 예

과학에서는 측정을 하지 못할 경우 어림을 하기도 한다. 멀리 있는 천체의 크기는 어림해서 적용하기도 하며, 실험을 할 때도 어림을 통해 대략의 결과를 예상한 후 실험 장치나 과정을 알맞게 설계하기도 한다. 다음 탐구에서 여러 가지 기본량을 어림해 보고, 스마트 기기를 활용해 측정하고 분석해 보자.

건물 높이가
53.2 m군.

한 층이 2.5 m
정도이고, 전체가 22 층이니까
이 빌딩 높이는 대략
55 m 정도 되겠네.

스마트 기기로 기본량 측정하고 분석하기

| 과정 |

- 1** 교실의 가로 길이와 세로 길이를 아림하여 교실의 넓이를 구해 보자.

아림한 방법

아림값(m)

교실의 넓이(m^2)

목표

스마트 기기로 여러 가지 기본량을 측정하고 분석할 수 있다.

- 2** 다음과 같이 스마트 기기를 이용한 여러 가지 방법으로 교실의 가로 길이와 세로 길이를 측정하여 교실의 넓이를 구해 보자.

레이저 거리 측정기

준비물

스마트 기기, 레이저 거리 측정기

유의점

레이저 거리 측정기를 사용할 때는 레이저 빛이 직접 또는 반사되어 사람을 향하지 않도록 주의한다.

레이저 광선에 직접 또는 간접적으로 노출된 경우 즉시 병원에서 검사를 받도록 한다.

증강 현실 측정 앱을 이용한 길이 측정

레이저 거리 측정기를 이용한 길이 측정

영상

측정한 방법

측정값(m)

교실의 넓이(m^2)

- 3** 모둠별로 학교 운동장의 넓이와 학교 건물의 높이를 스마트 기기를 활용하여 측정하는 방법을 고안하고, 직접 측정해 보자.

학교 운동장의
넓이(m^2)

예 지도 앱을 활용해 운동장의 가로 길이와 세로 길이를 측정한다.

학교 건물의
높이(m)

예 경사계 앱을 이용하여 측정한다.

경사계 앱을 이용한 건물의 높이 측정

여러 가지 길이 측정 앱

거리 측정, 높이 측정 등으로 검색하면, 다양한 길이 측정 앱을 찾을 수 있다.

길이를 측정하는 앱은 그 사용 방법에 따라 측정값의 정확도가 크게 달라진다. 따라서 정확한 사용 방법을 익힌 후 실제 측정을 하도록 한다.

| 결과 및 정리 |

- 1** 교실의 넓이를 구할 때 아림값과 측정값이 차이가 나는 까닭을 설명해 보자.

- 2** 모둠별로 학교 운동장의 넓이와 학교 건물의 높이 측정값을 비교하고, 만약 모둠별로 측정값이 다르다면 그 까닭을 분석해 보자.

측정 표준

건물의 높이를 측정할 때 사람마다 측정하는 기준이 다르면 측정값이 서로 다를 수 있다. 그렇다면 그 측정값은 유용할까? 건물의 높이를 측정하여 누구나 같은 결과를 얻으려면 측정의 기준이 필요하다. 즉, 1 m 길이의 정의, 1 m를 표시한자의 눈금 길이, 건물의 높이를 측정하는 시작 지점과 끝 지점 등 건물의 높이를 측정하는데 필요한 모든 사항에 대한 공통된 기준이 있어야 한다.

이처럼 어떤 양을 측정하는 기준으로 쓰기 위하여 단위를 정의하고 이를 재현하는 측정 기기, 측정 방법, 체계를 정한 것을 **측정 표준**이라고 한다. 단위의 정의는 국제단위계의 정의가 국제 공통의 표준으로 사용된다. 그러면 우리 생활에서 측정 표준은 어떻게 활용되고 있을까?

자료 수집, 의사소통 | 유용성, 개방성

일상생활에서 측정 표준이 활용되는 사례 탐색하기

목표

일상생활에서 측정 표준이 활용되는 사례를 탐색하고 발표할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 과정 |

- 1 전국에서 동시에 치르는 시험이 있다. 시험을 치르는 전국의 모든 학생이 같은 시간 동안 시험을 치르도록 하려면 어떤 시간을 기준으로 좋을 울려야 할까? 우리나라에서 기준으로 삼을 만한 가장 정확한 시간을 조사해 보자.
- 2 층간 소음으로 인한 갈등이 사회적 문제가 되기도 한다. 층간 소음의 기준이 정해져 있는지 조사해 보고, 우리나라에서 층간 소음과 관련한 측정 표준을 조사해 보자.

- 측정 대상
- 측정 장치
- 측정 방법

| 결과 및 정리 |

- 1 정확한 시간이 필요한 곳이나 상황을 예로 들어 보고, 만약 시간 표준이 없다면 어떤 문제가 발생할지 이야기해 보자.
- 2 조사한 사례를 바탕으로 측정 표준이 필요한 까닭을 모둠별로 토의해 보자.

스타이렌

벤젠

톨루엔

퐁알데하이드

자일렌

에틸벤젠

라돈

그림 I-9 | 실내 공기 질 측정 항목
새로 지은 건물의 실내 공기 질
을 검사할 때 측정하는 항목과 허용 농도 등을 측정 표준으로 정한다.

그림 I-10 | 층간 소음 차단 성능 검사 방법
특정한 기계로 바닥에
충격을 가할 때 아래층의 정해진 위치에서 측정한 소리 세기가 허용
기준을 넘는지 검사한다.

측정 표준은 다양한 분야에서 활용되어 우리 생활을 안전하고 편리하게 만든다.

건물을 새로 지으면 건축 자재에서 화학 물질이 조금씩 빠져나오며 실내 공기를 오염해 새집 증후군을 일으키기도 한다. 그래서 건물에서 발생하는 화학 물질의 농도를 규제하여 관리하는데, 이때 어떤 물질을 측정하고 그 물질의 농도가 어느 정도 이하이면 안전한지를 판단하는 기준을 측정 표준으로 정한다.

한편, 측정 방법을 측정 표준으로 정해 측정 결과의 정확성을 높이기도 한다. 예를 들어 아파트는 바닥이 층간 소음을 차단하는 성능이 일정 기준을 통과하도록 지어야 한다. 이때 소음을 발생시키는 방법, 측정 기기의 종류, 소리를 측정하는 위치 등 자세한 측정 방법을 측정 표준으로 정하여 층간 소음 차단 성능을 검사한다.

또, 물질 형태의 측정 표준인 인증 표준 물질도 있다. 인증 표준 물질이란 정확한 측정값이 표기된 물질로, 이를 이용해 측정 기기가 정확한지 주기적으로 확인하고 측정 기기를 교정하여 정확한 측정이 이루어지도록 한다.

새집 증후군

새로 지은 건물의 건축 자재에서 배출되는 물질들로 인해 발생하는 두드러기, 두통, 기침 등의 이상 증상을 말한다.

그림 I-11 | 도시 미세먼지 인증 표준 물질
미세먼지 속 유해 성분을 측정할 때 특정 성분의 함량이 정확하게 명시된 미세먼지 인증 표준 물질을 활용해 측정 기기가 정확한지 확인한다.

소단원 확인하기

1 어림과 측정의 차이점을 한 가지 써 보자.

2 스마트폰을 생산할 때 정확한 길이나 두께를 측정하는 표준 측정 장치가 없다면 어떤 일이 일어날지 이야기해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 30 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 과학 탐구에서 측정과 어림의 의미를 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 측정 표준이 활용되는 사례를 조사할 수 있는가?

[가치·태도] 측정 표준이 유용하며, 안전한 사회를 만드는 데 기여함을 인식하였는가?

0

정보와 디지털 기술

이 단원을 배우고 나면

- 자연에서 일어나는 다양한 변화를 측정하고 분석하여 정보를 산출하는 과정을 설명할 수 있다.
- 정보를 디지털로 변환하는 기술을 정보통신에 활용하여 현대 문명에 미친 영향을 인식할 수 있다.

스마트폰으로 음식 사진을 찍고 친구에게 전송하려면

어떤 정보통신 기술이 필요할까?

자연의 신호와 정보

자연을 관찰하면 끊임없이 변하는 것을 알 수 있다. 하루 동안 기온은 계속 변하고, 바닷물의 높이도 주기적으로 변한다. 이처럼 인간을 둘러싼 자연의 변화가 전달되는 것을 **신호**라고 한다. 자연에서 발생하는 신호는 지진파나 빛, 소리와 같은 파동부터 힘, 압력, 온도 등 여러 가지 형태를 띠고 있다.

자연의 신호를 측정하고 분석하여 우리에게 의미 있는 형태로 만들면 **정보**가 된다. 예를 들어 지진파를 측정하고 분석하여 지구 내부 구조나 지구 내부에서 일어나는 변화에 대한 정보를 얻고, 지구 자기장을 통해 방향에 대한 정보를 얻는다. 우리는 이처럼 자연에서 발생하는 다양한 신호를 통해 정보를 얻고 이를 이용하며 살아간다.

지진파를 측정하는 방법은
무엇인가?

그림 I-12 | 바닷물의 높낮이 변화

그림 I-13 | 지진으로 갈라진 도로

사람은 눈이나 코와 같은 감각 기관으로 자연의 신호를 감지하여 필요한 정보를 얻는다. 그런데 스마트폰과 같은 전자 기기를 통해 자연의 신호를 감지하려면 어떻게 해야 할까? 먼저 다양한 형태의 신호를 전기 신호로 변환해야 하는데, 이러한 역할을 하는 소자를 **센서**라고 한다.

센서는 일상생활에서 다양하게 사용되는데, 감지하는 신호의 종류에 따라 광센서, 화학 센서, 가속도 센서, 압력 센서, 음향 센서, 온도 센서, 힘 센서 등 여러 가지 종류가 있다.

비접촉형 체온계에는 적외선을
감지하는 광센서가 있다.

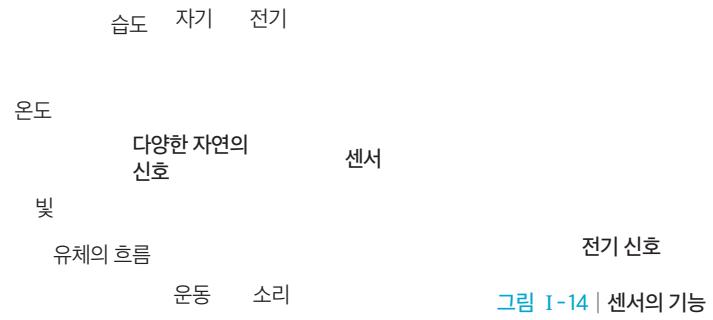


그림 I-14 | 센서의 기능

자동차는 앞뒤 범퍼에 초음파를 감지하는 센서가 있어서, 초음파를 발생시킨 후 반사되어 오는 신호를 감지하여 장애물까지의 거리를 측정한다.

가스 누설 경보기에는 미세한 가스를
감지하는 화학 센서가 있다.

스마트폰 속에는 기기가 기울어지는 방향을 감지하는 센서가 있어서, 스마트폰을 기울이며 게임 속 자동차의 방향을 바꿀 수 있다.

그림 I-15 | 일상생활에서 사용되는 여러 가지 센서

다음 활동에서 스마트 기기에 사용되는 센서는 어떤 종류가 있는지 찾아보자.

해 보기 스마트 기기에 사용되는 센서 찾아보기

스마트 기기에는 어떤 센서가 있는지 찾아보고, 그 센서가 감지하는 신호의 종류와 그 신호를 통해 얻는 정보는 무엇인지 이야기해 보자.

센서

예) 자기장 센서

신호

지구 자기장

정보

스마트폰의 방향

스마트 기기의 센서를 확인하는 앱 활용하면, 센서의 종류와 측정값 등을 확인할 수 있다.

디지털 신호와 정보통신

이진수

이진법으로 나타낸 수이다. 이진법은 숫자 0과 1만을 사용하여 둘씩 묶어서 윗자리로 옮겨 가는 표기법이다. 십진법의 0, 1, 2, 3, 4는 이진법에서는 0, 1, 10, 11, 100이 된다.

빛, 소리, 지진파, 온도, 압력 등 자연에서 발생하는 신호는 대부분 연속적으로 변한다. 이처럼 연속적으로 변하는 신호를 아날로그 신호라고 한다. 반면, 0과 1의 이진수로 표시되는 불연속적인 신호도 있는데, 이를 디지털 신호라고 한다.

스마트폰을 비롯한 대부분의 전자 기기는 디지털 신호를 사용하여 정보를 처리한다. 따라서 이러한 디지털 기기로 자연의 신호를 처리하려면, 센서에서 변환된 아날로그 전기 신호를 일정한 주기로 자르고 그 각각의 값을 이진수로 표시하여 디지털 신호로 변환하는 과정을 거쳐야 한다. 이렇게 변환된 디지털 신호는 원래의 아날로그 신호의 모든 정보를 기록할 수는 없지만, 아날로그 신호에 비해 저장에 필요한 용량이 적고, 복사와 편집이 자유로우며 왜곡 없이 정보를 전달할 수 있는 장점이 있다.

변환	1 1 0 1 0 0 0 1	디지털 신호를 처리하여 이미지를 생성하고 저장 한다.
아날로그 신호	디지털 신호	

빛을 전기 신호로 변환하는 센서이다. 광센서의 소자는 빛의 양만을 기록할 수 있기 때문에, 컬러 영상 신호를 만들기 위해 광센서 앞에 색 필터를 붙여서 각각의 색 필터를 통과한 빛의 양을 측정한다.

물체에서 반사된 빛이 렌즈를 통해 광센서로 들어간다.



그림 I-16 | 자연의 신호를 디지털 정보로 변환하고 전송하는 과정

동해

이러한 장점 때문에 디지털 정보는 광범위하게 활용되고 있다. 다음 활동에서 디지털 정보로 변환하는 기술이 현대 문명에 미치는 영향을 알아보자.

해 보기

디지털 정보로 변환하는 기술이 현대 문명에 미친 영향 토의하기

예전 신문의 광고를 찾아보고, 아날로그 기기가 디지털 기기로 바뀐 것을 세 가지 찾아, 이것이 우리 생활을 어떻게 변화시켰는지 이야기해 보자.

알고 계십니까?

2012년 12월 말까지 자상파 아날로그 텔레비전 방송은 모두 디지털 방송으로 전환됩니다.

디지털 전환의 혜택

1. 고화질에 풍부한 음향
2. 데이터 정보도 얻고 프로그램 정보까지 한눈에!
3. 아날로그 텔레비전 방송보다 용이한 수신

옛날 신문 검색

과거 종이 신문은 각 신문사 누리집, 또는 신문사별로 한 번에 볼 수 있는 신문 아카이브를 이용하면 편리하게 검색할 수 있다.

아날로그 기기

예 아날로그 텔레비전

디지털 기기

디지털 텔레비전

변화

다채널로 다양한 콘텐츠가 제공되고, 시청자들은 관심사에 맞는 콘텐츠를 선택하여 볼 수 있게 되면서, 다양한 문화의 발전에 기여했다.

디지털 정보로 변환하는 기술이 현대 문명에 미치는 영향을 토의해 보자.

과학 기술의 발달로 하드웨어와 소프트웨어가 발전하면서 디지털 정보를 처리하는 속도는 과거에 비해 놀랍도록 빨라졌다. 또한 디지털 정보를 정보통신에 활용하면서 정보를 저장하고 전달하며 생산하는 능력이 향상되었고, 더 많고 다양한 일을 컴퓨터로 처리할 수 있게 되었다. 또한 지구가 하나의 네트워크로 연결되면서 온라인에서 다양한 사람을 만나고 정보를 얻을 수 있게 되었다. 디지털 정보로 변환하는 기술을 통해 훨씬 빠르고 정확하게 일을 처리하고 실시간으로 정보와 지식을 전달하는 등 현대 문명 전반에 변화를 가져왔다.

소단원 확인하기

- 1 스마트 기기의 카메라에서 빛 신호를 전기 신호로 변환하는 장치는 무엇인가?
- 2 디지털 신호는 아날로그 신호와 비교해 어떤 장점이 있는가?
- 3 디지털 정보가 갖는 단점은 어떤 것들이 있는지 이야기해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 30쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 자연의 신호를 측정하고 분석하여 정보가 됨을 이해하였는가?

[과정·기능] 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 기술을 이해하고, 일상의 예를 찾을 수 있는가?

[가치·태도] 디지털 정보로 변환하는 기술의 유용함을 인식하였는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

탐구 대상의 ①에 따라
자연 현상의 특성과 탐구 방법
이 다르다.
길이와 시간 측정 기술의 발달은
우리 생활을 크게 바꾸었다.

자연 현상의
기술

과학의 기초

자연의 변화

자연의 신호를 센서를 통해
⑤(으)로 변환한다.
아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여
⑥을/를 저장하고 주고받을
수 있다.

자연 현상의 측정

물리량

기본량
길이, 질량, 시간, 온도, 전류 등

단위 m, kg, s, K, A 등

어림

유도량
부피, 속력 등

m^3 , m/s 등

비교 측정

③ 없이 현재 알
고 있는 정보를 이용해 그 양
을 대략 가늠하는 일

단위를 표시한 기구나 장치와
비교하여 그 양을 수치와
함께 표기하는 일

④ (으)로 나타내
는 것

측정 표준

측정 단위 또는 양을 정의하
거나 측정 방법, 기기, 체계
를 정한 것

물리량을 측정하여 ②

(으)로 나타낼 때 기준이 되는 양

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

①의 발달로 인해 위성 위치 확인
시스템의 항법 위성에 정밀한 원자시계를 탑
재하면서, 스마트폰으로 정확한 위치를 알
수 있게 되었다.

02

②을/를 사용하면, 거리를 기준이
되는 길이의 몇 배인지 수치로 정확하게 표
현할 수 있다.

03

피자 크기에 대한 ③이/가 정해져
있지 않아, 피자를 살 때 피자 크기를 정확
히 알 수 없다.

04

음식에서 온 빛을 ④을/를 통해
전기 신호로 변환하고, 이 아날로그 신호를
⑤신호로 바꾸면 스마트폰으로
사진을 전송할 수 있다.

스스로 평가하기

1 다음은 길이와 시간 측정의 현대적 방법에 관해 세 학생이 나눈 대화이다.

- 학생 A: 길이를 측정하는 방법 중 가장 정밀한 것은 빛을 이용한 방법이야.
- 학생 B: 길이를 정밀하게 측정하기 위해서는 정밀한 시계도 필요해.
- 학생 C: 오늘날 가장 정밀한 시계는 지구의 공전을 기준으로 시간을 측정해.

세 학생 중 옳지 않은 설명을 한 학생을 고르고, 설명을 옳게 고치시오.

2 측정 기술의 발달이 우리 생활을 변화시킨 사례로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 조립 품질이 좋은 자동차를 만들 수 있다.
- ② 흥미진진한 영화의 시나리오를 만들 수 있다.
- ③ 스마트폰에 저장할 수 있는 데이터의 양이 증가했다.
- ④ 무거운 화물차가 지나가도 안전한 다리를 만들 수 있다.
- ⑤ 위성 위치 확인 시스템을 이용하여 모르는 길도 쉽게 찾아갈 수 있다.

3 단위에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 측정한 물리량의 값을 수치로 나타내기 위해 필요하다.
- ㄴ. 새로운 물리량이 발견되면 그에 맞는 새로운 단위가 추가되기도 한다.
- ㄷ. 물리량의 크기에 따라 단위 앞에 접두어 기호를 함께 사용하기도 한다.

4 다음 여러 가지 물리량의 종류와 단위를 짹 지은 것으로 옳지 않은 것은?

물리량	구분	단위
① 길이	기본량	m
② 부피	기본량	m^3
③ 시간	기본량	s
④ 속력	유도량	m/s
⑤ 밀도	유도량	kg/m^3

5 다음은 자동차 수출을 위한 측정 표준에 관한 글이다.

자동차 생산은 여러 기업에서 생산하는 수많은 부품들을 정밀하게 조립해서 완제품으로 만들어 내는 산업이다. 정밀도를 높이기 위해서는 측정 기기들이 정확해야 한다. 자동차 부품을 수입하는 나라는 부품 제조국의 측정 능력을 신뢰할 수 있어야 자기 나라의 측정 기기로 다시 측정하는 번거로움을 줄일 수 있다. 그래서 한 나라의 측정 표준 능력은 수출에서도 매우 중요한 역할을 한다.

위 글에서 측정 표준 능력을 높이기 위한 노력의 예시로 알맞은 것을 보기에서 있는대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 측정 장비와 측정 방법을 표준화 할 필요가 있다.
- ㄴ. 인증 표준 물질을 통해 검사 장비를 주기적으로 교정 해야 한다.
- ㄷ. 국제단위계보다는 국내 실정에 맞는 단위를 사용한다.

6 스마트폰으로 사진을 촬영하는 원리를 다음 용어를 모두 포함하여 서술해 보자.

빛 신호, 전기 신호, 아날로그, 디지털, 광센서

7 고대 이집트에서 사용했던 길이 단위

인 큐빗은 팔을 구부렸을 때 팔꿈치
에서부터 손가락 끝까지의 길이를 말
한다.

이 단위에 대한 설명으로 옳은 것만
을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

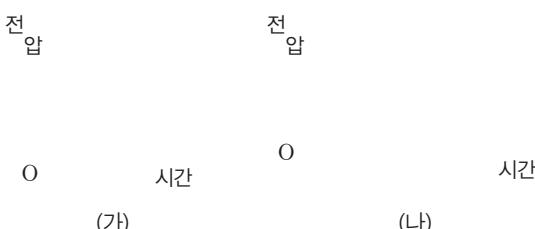
|보기|

- ㄱ. 1 큐빗의 길이는 항상 일정하다.
- ㄴ. 측정한 길이를 수치와 단위로 나타낼 수 없다.
- ㄷ. 같은 길이를 측정해도 사람마다 서로 다른 측정값을
얻을 수 있다.

1 큐빗

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8 그림 (가)는 스마트폰으로 목소리를 녹음할 때 소리를 전기 신호로 변환한 것이고, 그림 (나)는 (가)의 신호를 이진수 형태 로 변환한 것이다.



(가)의 신호를 (나)의 신호로 변환했을 때의 장점으로 옳은
것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. 컴퓨터로 정보를 처리하고 저장할 수 있다.
- ㄴ. 원래의 소리 정보를 손실 없이 기록할 수 있다.
- ㄷ. 저장과 전송 과정에서 정보의 손실이 거의 없다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

9 과학 유용성

_ 다음 글은 온라인 거래를 할 때 정확한 시계
가 필요한 까닭을 설명한 글이다.

온라인 거래를 원활하게 하기 위해서는 거래 시 사
용하는 기기들의 시간이 서로 동기화되어 있어야 한
다. 만약 기기들의 시간이 서로 조금씩 다르면 주식
거래나 은행 거래 등에서 문제가 발생할 수 있기 때문
이다. 그래서 인터넷에 연결된 기기들의 시간은 표준
과학연구원에서 정밀한 세슘 원자시계로 생성된 표
준시에 맞추어 정확한 시간을 유지한다.

온라인 거래를 하는 기기의 시간이 표준시와 맞지 않을
때 발생할 수 있는 가상의 문제 상황을 한 가지 써 보자.

10 과학 활동의 윤리성

_ 다음 글은 디지털 기술의 발전으로 나
타난 사회적 문제에 대해 설명한 글이다.

아날로그 신호가 디지털 신호로 변환되면서 많은
양의 데이터를 빠르게 주고받을 수 있게 되었다. 그
결과 세계를 연결하는 데이터 통신 시대가 열리게 되
었다. 한편, 이로 인한 사회적 문제점도 생겨났다. 문
서와 영상 등의 자료들이 저작자의 동의 없이 쉽고 빠
르게 복제되어 무분별
하게 배포되기 시작한
것이다.

위 글의 예시처럼 디지털로 변환하는 기술의 장점이
오히려 현대 사회에서 문제가 된 예시를 찾아 짧은 글을
써 보자.

세계에서 가장 정밀한 길이 측정 중력파 검출 장치, LIGO

인류는 현재 얼마나 정밀한 측정 장치까지 만들 수 있을까? 인류가 만든 가장 정밀한 길이 측정 장치 중 하나는 바로 LIGO라는 중력파 관측소이다. 중력파는 거대한 질량을 가진 천체가 충돌할 때 발생하는 파동으로, 멀리서 발생한 중력파에 의해 지구의 공간이 아주 미세하게 변한다. LIGO는 이 미세한 길이 변화를 측정하여 중력파를 검출한다.

중력파는 1916년에 아인슈타인이 존재를 예측했지만, 100년이 다 되어 가도록 검출하지 못했었다. 그러다가 지난 2015년, LIGO가 최초로 중력파를 검출하는 데 성공했다. 중력파를 검출할 수 있다는 것은 인류가 우주를 관찰하는 완전히 새로운 방법을 얻은 것으로, 이는 인류가 우주를 이해하는 데 있어 새로운 시대를 열었다는 평가를 받고 있다.

거울

거울

광 검출기

거울

레이저

미국 리빙스턴에 위치한 LIGO(Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory, 레이저 간섭계 중력파 관측소)

중력파 검출 사례를 보고, 정밀하게 측정하려는 과학자들의 노력이 인간의 경험 범위를 얼마나 확장했는지 이야기해 보자.

대화형 인공지능을 이용해 ‘표준이 없는 세상’ 영화 대본 만들기

제목: 눈대중 마을의 변화

장르: 드라마, 코미디

줄거리: 지훈이와 은지는 표준이라는 개념이 존재하지 않는 기이한 마을에 살고 있다. 지훈이는 표준이 정해지지 않은 것이 사람들에게 불편함을 주고 있다는 것을 깨닫고, 은지와 함께 마을 사람들을 설득하기 위해 노력한다. 마을 사람들은 둘의 이야기에 공감하기 시작하고, 표준을 만들게 되면서 마을 사람들의 삶이 크게 바뀐다.

개요

1막: 사회적 규범을 준수하지 않고 각자의 방식대로 독특하게 살아가는 것으로 유명한 ‘눈대중 마을’을 소개합니다.

....

표준이 필요해

“밀가루 한 줌에 물 조금 넣고 반죽해.”
수제비를 만들려고 밀가루를 반죽하는 방법을 형에게 물어보니, 저렇게 대답했다. 형, 한 줌이 도대체 얼만큼인데?

표준이 없다면 의사소통을 하거나 물건을 거래할 때 불편한 점이 많다. 이런 불편한 점들 때문에 표준의 필요성이 제기되었고, 현재는 국제적인 표준을 만들어서 사용하고 있다.

대화형 인공지능을 이용해 영화 대본을 써 보자

만약 표준이 정해지지 않은 세계가 있다면 사람들은 어떻게 살아갈까? 이 이야기를 대화형 인공지능을 활용해서 영화 대본으로 써 볼까?

표준이 없는 세상에 대해 생각해 보고, 이를 영화 대본으로 만들어 보자. 대화형 인공지능을 활용하면 영화 대본이 갖추어야 할 형식이나 이야기의 흐름을 좀 더 보기 좋게 구성할 수 있다. 하지만 대화형 인공지능을 사용할 때는 다음과 같은 점을 주의해야 한다.

대화형 인공지능을 사용할 때 주의할 점

- 대화형 인공지능이 생성하는 글은 거짓일 수 있으므로, 반드시 사용자가 사실을 확인해야 한다.
- 대화형 인공지능을 사용하는 동안 개인 정보를 공유하지 않는다.
- 저작권이 있는 자료가 포함될 수 있으니 이를 확인한다.
- 검색 과정에서 편향된 자료를 수집할 수 있으므로, 결과에 대해 검토해야 한다.

앞에서 학습한 내용을 바탕으로, ‘표준이 없는 세상’을 주제로 한 영화 대본을 대화형 인공지능을 활용하여 만들어 보자.

사례
조사하기

모둠별로 7 가지 기본량 중 한 가지를 정하고, 선택한 기본량의 측정 표준과 관련된 흥미로운 사례를 조사해 보자.

이야기의
방향 정하기

선택한 기본량과 관련한 측정 표준이 없다면 어떤 일이 일어날지 이야기해 보고, 전체적인 이야기의 방향을 구상해 보자.

영화 대본
생성하기

장르, 배경, 등장인물, 줄거리 등 세부 사항을 정하고, 대화형 인공지능에 입력할 질문 내용을 정리하여 작성해 보자.

TIP_ 질문을 입력할 때는 가능한 명확하고 구체적으로 작성한다. 질문과 관련한 추가 정보, 예시 등을 같이 입력하면 더 나은 결과물을 얻을 수 있다.

수정 및 보완하기

1 대화형 인공지능이 생성한 영화 대본을 다음 항목을 고려하며 검토해 보자.

- 영화 대본이 의도에 맞게 생성되었는가?
- 등장인물의 행동이나 대사는 자연스럽고 설득력이 있는가?
- 이야기의 흐름은 매끄러운가?
- 사실이 아닌 부분, 개인 정보, 편향된 자료 등이 포함되어 있지는 않은가?

2 수정 보완할 사항을 대화형 인공지능에 지시하며 생성 결과를 여러 번 수정하여 영화 대본을 완성하고, 친구들과 공유해 보자.

스스로 평가하기

- [지식·이해] 기본량의 종류를 말할 수 있는가?
[과정·기능] 표준이 없어서 불편한 점을 소재로 한 영화 대본을 구상할 수 있는가?
[가치·태도] 표준이 필요한 이유에 대해 설명할 수 있는가?
[모둠 평가] 모둠원의 역할 분담이 적절하고 모두 적극적으로 참여했는가?

표준을 만드는 표준 과학 연구자

표준 과학 연구자를 꿈꾼다면

기초 과학을 바탕으로 하는 물리학, 화학, 재료 공학, 기계 공학, 전자 공학 등이 복합적으로 사용되는 분야이므로 과학 분야를 전반적으로 경험해야 한다.

선택 과목: 물리학, 화학, 생명 과학, 역학과 에너지, 전자기와 양자 측정과 장비 설계 등을 다루므로 전기 전자 공학, 기계 공학 등 관련 학과에 진학하는 것이 유리하다.

과학 기술이 발전하고 산업이 고도화될수록 높은 수준의 측정 능력이 요구된다. 측정 기술은 과학 기술 연구 개발과 산업 현장은 물론 국제 무역 등에서 가장 필수적인 기반 기술일 뿐만 아니라, 인간의 삶의 질을 높이는 데 있어서 대단히 중요한 기술이다.

정밀도와 정확성, 호환성 연구

과학 기술 연구와 산업 현장 등에서 이루어지는 수많은 측정의 결과는 객관성과 호환성을 유지하여야 하기 때문에 이를 보장할 수 있는 기준이 필요하다. 표준 과학 연구자는 측정의 기준을 확립하여 국내에서 이루어지는 모든 측정의 정밀도와 정확도, 호환성을 유지하는 연구를 한다.

빅데이터와 인공지능으로 새로운 표준에 도전

최근에는 빅데이터를 표준 과학에 적용하는 노력이 한창이다. 표준을 만들기 위해서는 많은 측정이 필요한데 이 측정 데이터들을 모아 인공지능을 이용해 처리해 검사의 신뢰성을 높이려는 방법이 최근 활발히 연구되고 있다. 측정 표준뿐만 아니라 인공지능 관련 연구 자체에도 국가적인 표준 기술이 필요해 표준 과학 연구자들의 역할이 더 중요해지고 있다.

용어

광물
DNA 암석

1 원소의 형성

별, 지구 그리고 나

친구와 함께 밤하늘을 올려다보았다.

“와, 오늘 별이 정말 많이 보인다. 우주에는 별이 얼마나 많은 걸까?”

“셀 수 없을 정도로 많지. 우리는 어느 별에서 왔을까?”

“별에서 오다니? 우린 지구에서 살고 있잖아.”

“지구도, 우리 몸도 다 별에서 온 물질로 만들어진 거라고.”

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 우주 초기에 형성된 원소

별은 어떤 원소들로 이루어져 있는지 알아본다.

02 지구와 생명체를 이루는 원소의 형성

우리 몸을 이루는 원소들이 별에서 어떻게 만들어졌는지 알아본다.

스스로 정리하기 52 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

우주 초기에 형성된 원소

이 단원을 배우고 나면

- 천체에서 방출된 빛의 스펙트럼을 분석하여 천체의 구성 물질을 추론할 수 있다.
- 우주 초기에 만들어진 수소와 헬륨이 현재 우주를 구성하는 주요 원소임을 설명할 수 있다.

별은 어떤 원소들로 이루어져 있을까?

스펙트럼과 우주의 구성 원소

밤하늘에 보이는 별들은 태양계 밖의 매우 먼 거리에 있다. 이렇게 먼 거리에 있는 별의 구성 물질은 어떻게 알 수 있을까?

분광기로 빛을 분해한 것을 스펙트럼이라고 하는데, 스펙트럼은 원소의 종류나 온도에 따라 다르게 나타나므로 별빛의 스펙트럼을 분석하면 별에 대한 여러 가지 정보를 얻을 수 있다. 스펙트럼은 그림 II-1과 같이 연속 스펙트럼과 선 스펙트럼으로 구분할 수 있으며, 선 스펙트럼에는 흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼이 있다.

그림 II-1 | 스펙트럼의 종류

연속 스펙트럼

별

저온의 기체

고온의 기체

흡수 스펙트럼

방출 스펙트럼

다음 탐구에서 스펙트럼을 관찰해 보고, 스펙트럼을 이용하여 별을 이루는 원소를 확인하는 방법을 알아보자.

탐구 수행 | 개방성

다양한 물질이 방출하는 스펙트럼 관찰·비교하기

| 문제 인식 | 별을 이루는 원소를 어떻게 알아낼 수 있을까?

[활동 1] 원소의 스펙트럼 관찰·비교하기

| 과정 |

- 1 간이 분광기로 햇빛의 스펙트럼을 관찰한 후, 스펙트럼을 스마트 기기로 촬영한다.
- 2 간이 분광기로 수소, 헬륨, 네온의 방전관에서 방출되는 빛의 스펙트럼을 관찰한 후, 스펙트럼을 스마트 기기로 촬영한다.

목표

원소마다 스펙트럼이 다르다는 것을 알고, 스펙트럼을 이용하여 별의 구성 원소를 추론할 수 있다.

준비물

간이 분광기, 여러 기체의 방전관, 고전 압 발생 장치, 스마트 기기, 스탠드, 실험복, 절연 장갑

간이 분광기

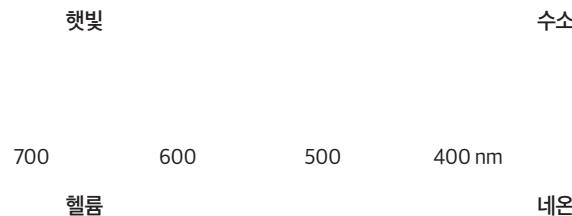
방전관

햇빛 관찰

기체 방전관의 빛 관찰

| 결과 및 정리 |

- 1 스마트 기기로 촬영한 햇빛과 수소, 헬륨, 네온의 스펙트럼 사진을 보고 각각의 스펙트럼을 그려 보자.



유의점

햇빛을 관찰할 때는 태양을 직접 보지 않도록 한다.

원소의 스펙트럼을 관찰할 때는 주변 조명을 끄고 어둡게 한다.

진공 방전관은 고전압이 발생하므로 감전에 주의한다.

방전관은 뜨거우므로 맨손으로 만지지 않도록 주의하고, 방전관 교체 시 전원을 끄고 충분히 식힌 다음 조작한다.

- 2 방전관 빛의 스펙트럼에 나타난 선의 위치와 개수는 각 기체마다 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.

영상

[활동 2] 별의 스펙트럼과 원소의 스펙트럼 비교하기

| 과정 |

그림은 별 A와 B에서 관측되는 스펙트럼의 일부와 수소, 헬륨, 나트륨, 칼슘의 스펙트럼을 나타낸 것이다. 별 A와 B의 스펙트럼에 나타난 흡수선을 각 원소의 스펙트럼에 나타난 방출선과 비교해 보자.

별 A

별 B

수소

기체를 구성하는 원소들은 특정 파장의 에너지만 흡수하거나 방출하므로 한 종류의 원소에서 관측되는 흡수선과 방출선의 위치는 같다.

헬륨

나트륨

칼슘

| 결과 및 정리 |

1 별 A와 B에는 각각 어떤 원소가 존재하는지 확인하고, 별 A와 B에 모두 존재하는 원소는 무엇인지 설명해 보자.

2 스펙트럼을 이용하여 별의 구성 원소를 어떻게 알 수 있는지 설명해 보자.

스펙트럼에 나타나는 선의 위치, 굵기, 개수는 원소의 종류에 따라 다르게 나타난다. 그러므로 별빛의 스펙트럼을 원소의 스펙트럼과 비교하면 별을 구성하고 있는 원소를 알 수 있고, 스펙트럼에 나타난 흡수선이나 방출선의 세기를 분석하여 별을 구성하는 원소들의 질량비도 알 수 있다.

과학자들은 이와 같은 방법으로 별이 주로 수소로 이루어져 있음을 알아내었다. 또한 우주 전역의 선 스펙트럼을 관찰하여 우주를 구성하는 원소의 대부분은 수소와 헬륨이며, 수소와 헬륨의 질량비가 약 3:1이라는 것을 알아내었다.

확인

1 연속 스펙트럼을 배경으로 검은색 흡수선이 나타나는 스펙트럼을 무엇이라고 하는가?

2 우주를 구성하는 주요 원소 두 가지를 써 보자.

우주 초기의 원소 형성

우주를 구성하는 원소의 대부분은 수소와 헬륨이지만 우리 주변에서 볼 수 있는 물질은 수소와 헬륨 이외에도 다양한 원소들로 구성되어 있다. 원소의 성질을 나타내는 가장 작은 입자는 원자이고, 원자는 양(+)전하를 띠는 원자핵과 음(−)전하를 띠는 전자로 이루어져 있다. 원자핵은 양성자와 중성자로 구성되어 있으며, 양성자와 중성자는 쿼크라고 하는 기본 입자들의 조합으로 만들어진다.

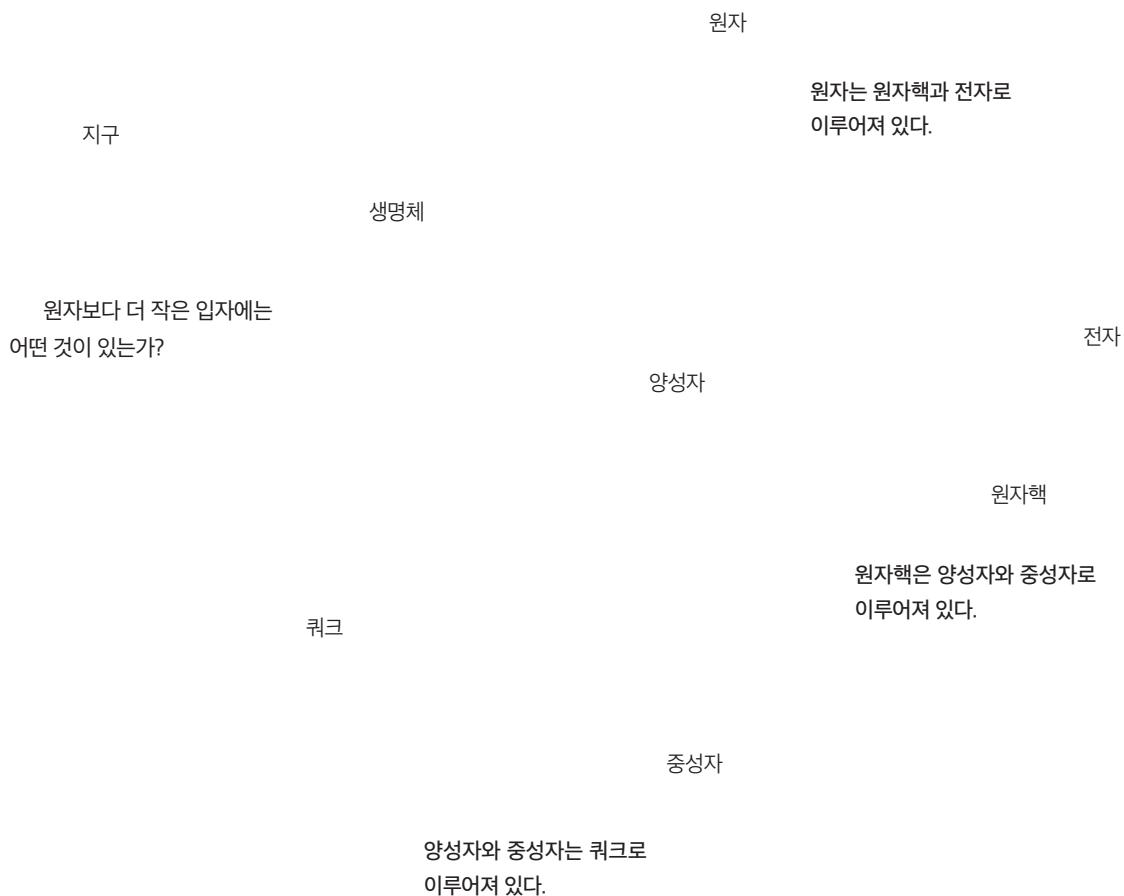


그림 II-2 | 물질을 구성하는 입자

그렇다면 물질을 이루는 입자들은 어떻게 만들어진 것일까? 빅뱅 우주론에 따르면 우주는 약 138 억 년 전에 매우 뜨겁고 밀도가 높은 한 점에서 대폭발(빅뱅)이 일어나 시작되었으며, 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도와 밀도가 감소하면서 여러 가지 입자가 만들어졌다.

전자

쿼크

대폭발

우주의 탄생

최초의 입자 형성

양성자와 중성자의 형성

원자핵의 형성

우주의 탄생

한국천문연구원(<https://kasi.re.kr>) 누리집에서 우주의 탄생과 관련된 영상을 찾아볼 수 있다.

대폭발(빅뱅) 직후, 우주에는 쿼크와 전자를 포함한 여러 종류의 기본 입자가 가장 먼저 생겨났다. 시간이 지나 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 더 낮아지자 쿼크들은 결합하여 양성자(수소 원자핵)와 중성자를 만들었다.

대폭발(빅뱅) 후 약 3 분이 되었을 때, 양성자 2 개와 중성자 2 개가 결합하여 헬륨 원자핵을 만들었다. 헬륨 원자핵의 형성으로 우주에 존재하는 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3:1이 되었다.

대폭발(빅뱅) 후 약 38 만 년이 지나 우주의 온도가 3000 K까지 낮아졌을 때 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 만들어졌다. 수소 원자핵과 전자 1 개가 결합하여 수소 원자를 만들었고, 헬륨 원자핵과 전자 2 개가 결합하여 헬륨 원자를 만들었다. 이렇게 만들어진 수소 원자와 헬륨 원자는 대폭발(빅뱅) 후 수억 년이 지나는 동안 중력에 의해 모여 별과 은하를 형성하였고, 현재까지도 우주를 이루는 물질의 대부분을 차지하고 있다.

원자의 형성

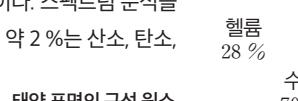
별과 은하의 형성

헬륨 원자핵은 전자 몇 개와 결합하여 헬륨 원자를 만드는가?

태양 표면을 이루고 있는 원소들

우주에서 가장 많은 양을 차지하는 수소는 어디에 분포하는 것일까? 우주는 수많은 은하들로 이루어졌고, 은하는 별들이 모여서 이루어진다. 별을 구성하는 원소의 대부분은 수소와 헬륨이다. 지구에서 가장 가까운 별은 태양이다. 스펙트럼 분석을 통해 알아낸 태양의 표면을 이루고 있는 원소의 질량비는 수소가 약 70 %, 헬륨이 약 28 %이며, 나머지 약 2 %는 산소, 탄소, 철, 네온 등이 차지하고 있다.

기타 2 %



(출처:『천문학 및 천체물리학』, 2010)

소단원 확인하기

- 1 대폭발 이후 최초의 헬륨 원자핵은 어떻게 생성되었는지 설명해 보자.
- 2 우주를 구성하는 원소를 알아내는 방법을 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 52쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 우주를 이루는 주요 원소를 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] 간이 분광기로 여러 종류의 스펙트럼을 관찰할 수 있는가?

[가치 · 태도] 우주를 이루고 있는 원소와 우주의 역사를 관련지어 생각할 수 있는가?

0

지구와 생명체를 이루는 원소의 형성

이 단원을 배우고 나면

- 별의 진화 과정에서 무거운 원소가 생성됨을 설명할 수 있다.
- 지구와 생명체의 역사가 우주 역사의 일부분임을 설명할 수 있다.

우리 몸을 이루는 원소들은 별에서
어떻게 만들어졌을까?

뭐? 내가 별에서
왔다고?

별에서 생성된 원소

현재 지구에 존재하는 것으로 알려진 원소는 110 여 가지이다. 이 중 우주 초기에 만들어진 수소와 헬륨을 제외한 나머지 원소들은 어떻게 생성된 것일까?

별의 탄생

대폭발로 만들어진 수소와 헬륨은 우주 전역에 존재하지만 모든 곳에서 밀도가 균일하지는 않았다. 대폭발 후, 수억 년이 지나는 동안 밀도가 높은 곳에서는 성운이 형성되었고, 성운에서 별들이 탄생하였다. 성운의 일부가 중력에 의해 수축하면 원시별이 만들어지고, 계속되는 수축으로 원시별의 중심부 온도가 약 1000 만 K에 도달하면 수소 핵융합 반응이 일어나 별이 탄생한다.

성운

별과 별 사이에 있는 기체와 먼지 등의 물질이 모여 구름 모양으로 퍼져 보이는 천체

그림 II-4 | 별의 탄생 과정

성운의 형성

수소와 헬륨, 먼지가
모여 성운을 만든다.

원시별의 생성

성운이 중력 수축하여
원시별이 생성된다.

별의 탄생

중심부에서 수소 핵융합 반응이
일어나 별이 탄생한다.

철보다 가벼운 원소의 형성

별은 주로 수소로 이루어져 있으므로 일생의 대부분을 수소 핵융합 반응으로 에너지를 방출하며 보낸다. 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4 개가 융합하여 헬륨 원자핵이 생성되는 반응이다. 이 반응은 중심부의 수소가 모두 헬륨으로 변할 때까지 일어나며, 그 이후의 진화 과정은 별의 질량에 따라 달라진다.

수소
핵융합

수소 원자핵 헬륨 원자핵

중심부의 수소가 모두 헬륨으로 바뀌면 수소 핵융합 반응이 더 이상 일어나지 않으므로 별의 중심부는 수축하면서 온도가 높아진다. 중력 수축으로 발생한 에너지는 중심부 바깥의 수소 층을 가열하므로 이 수소층에서 수소 핵융합 반응이 일어나고, 그로 인해 별은 팽창하기 시작한다. 계속되는 중력 수축으로 중심부의 온도가 충분히 높아지면 중심부에서는 헬륨 원자핵이 융합하여 탄소 원자핵이 생성되는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다.

수소
핵융합

헬륨 핵융합

중심부의 헬륨이 모두 탄소로 바뀌면 탄소핵은 다시 수축하여 온도가 높아지고 탄소핵 바깥층에서 헬륨 핵융합 반응이 일어나 별은 급격히 팽창하여 더욱 커진다. 질량이 태양 정도인 별은 탄 소까지 생성된 중심부만 남고, 나머지 별을 이루던 물질은 우주 공간으로 방출되어 별의 일생이 끝난다.

탄소
원자핵

헬륨
원자핵

수소

탄소핵

수소 핵융합 반응에서 헬륨 핵융합 반응이 일어나기까지 별의 크기와 중심부 온도는 어떻게 변하는가?

그림 II-5 | 별의 중심부에서 원소가 만들어지는 과정

철

규소, 황
네온, 마그네슘
탄소, 질소, 산소
헬륨
수소

확인

- 1 질량이 태양 정도인 별에서 만들어지는 가장 무거운 원소는 무엇인가?
- 2 철보다 무거운 원소가 만들어지는 과정을 설명해 보자.

태양계와 지구의 형성

1

초신성 폭발로 방출된 기체와 먼지가 성운을 형성
하였고, 이 중 하나가 태양계 성운이 되었다.

2

태양계 성운이 회전하면서 수축하여 중심부에는
원시 태양이 형성되고, 주변에는 원반이 형성되었다.

3

원시 태양은 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나
태양이 되었고, 원반을 이루고 있던 입자들은 서로 결합
하고 충돌하여 미행성을 형성하였다.

4

미행성들은 서로 충돌하고 성장하여 원시 행성을
형성하였고, 미행성과 원시 행성이 충돌하여 행성이 형성
되었다. 이후 강한 태양풍이 여분의 기체와 먼지를 날려 보내
행성과 위성 등이 드러나면서 행성의 형성 과정이 끝났다.

원시 태양 주위의 원반에서 행성이
만들어진 과정을 설명해 보자.

지구의 형성

원시 지구는 미행성체들이 빈번하게 충돌하여 표면이 뜨거운 마그마의 바다 상태였다. 이때 철과 니켈 등 무거운 물질들은 지구 중심으로 가라앉아 핵을 형성하였고, 상대적으로 가벼운 규산염 물질은 위로 떠올라 맨틀을 형성하였다. 마그마와 화산 활동에서 분출된 가스와 수증기는 지구의 대기를 형성하였다. 시간이 지나 지구 표면이 식으면서 지각이 형성되었고, 대기 중에 있던 수증기는 식어서 비가 되어 내려 원시 바다를 형성하였다.

생명체의 형성

최초의 생명체는 지구가 형성되고 나서 수억 년이 지난 후 바다에서 탄생하였을 것으로 추정한다. 처음에는 단순한 구조의 생명체만이 존재하였으나 시간이 지나면서 점점 다양하고 복잡해져 오늘날의 생명체를 형성하였다. 다음 탐구에서 지구와 생명체를 구성하는 원소들이 어디에서 온 것인지 알아보자.

분석 및 해석 | 감수성

지구와 생명체를 구성하는 성분의 유래 탐구하기

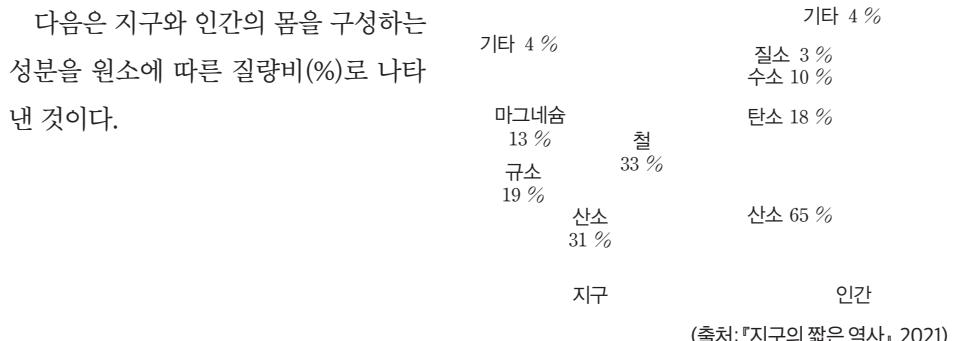
목표

지구와 생명체의 구성 성분을 비교하여 우주와 지구 역사를 통한 구성 성분의 유래를 탐구할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 자료 |



| 분석 및 정리 |

1 지구와 인간의 몸을 구성하는 주요 원소는 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.

2 지구와 인간의 몸을 구성하는 주요 원소들을 우주 초기에 형성된 원소와 별에서 생성된 원소로 구분해 보자.

우주 초기에 형성된 원소

별에서 생성된 원소

3 지구와 인간의 몸을 구성하는 원소들은 어디에서 유래되었는지 토의해 보자.

소단원 확인하기

- 1 별의 진화 과정 중 탄소와 구리가 생성되는 단계를 각각 설명해 보자.
- 2 별의 중심부에서 핵융합 반응에 의한 원소의 생성이 끝났을 때, 질량이 작은 별과 질량이 큰 별은 중심부의 온도가 어떻게 다른지 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 52쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 별에서 원소가 생성되는 과정을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 지구와 인간의 몸을 구성하는 성분의 유래를 추론할 수 있는가?

[가치·태도] 우리 몸이 별에서 생성된 물질로 이루어져 있음을 인식하였는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

별빛의 ① 을/를 분석하여
우주의 원소 분포를 알아내었다.

우주를 구성하는 원소는 ②
와/과 헬륨이 대부분을 차지하며, 두 원
소의 질량비는 약 3 : 1이다.

우주의
원소 분포

철보다 가벼운 원소
별 내부에서 ④ 반응으로 탄소, 산소,
규소 등의 원소가 생성된다.
수소
헬륨
탄소
네온,
마그네슘
규소, 황
철
질량이 태양 정도인
별의 내부
질량이 태양보다 큰
별의 내부

원소의 형성

대폭발 직후 우주의 팽창으로 온
도가 낮아지면서 수소 원자핵과
③ 원자핵이 만들어
졌다.

우주 초기의
원소 형성

지구와 생명체를
이루는 원소

⑤ 성운 속에 포함되어 있던 원소들로,
⑥ 이/가 형성되기 이전에 별에서 생성
된 원소들이다.

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

과학자들은 ① 을/를 연구하여 별
은 주로 ② (으)로 이루어져 있음
을 알아내었다.

02

탄소와 산소 등 우리 몸을 이루는 원소는 별
내부에서 ③ (으)로 만들어졌다.

스스로 평가하기

- 1 그림은 세 종류의 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- A
B
C
- (1) A, B, C 스펙트럼의 종류를 쓰시오.
(2) A~C 중 고온의 기체에서 방출되는 스펙트럼은 어느 것인지 고르시오.
- 2 스펙트럼에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.
- | 보기 |
- ㄱ. 별빛의 스펙트럼을 분석하면 별을 구성하는 원소를 알 수 있다.
ㄴ. 스펙트럼에서 동일한 원소에 의해 만들어지는 방출선과 흡수선의 과정은 같다.
ㄷ. 별이나 기체에서 방출된 빛을 분광기로 관찰하면 모두 흡수 스펙트럼이 나타난다.
- 3 그림은 기체 A, B의 방전관과 별을 관찰하여 얻은 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- A
B
별
- (1) A와 B의 스펙트럼에 나타나는 붉은색 선은 서로 어떻게 다른지 쓰시오.
(2) A, B 중 별의 대기를 이루는 원소는 어느 것인지 쓰시오.
- 4 다음은 대폭발 이후 생성된 입자들을 나타낸 것이다.
- (가) 양성자
(나) 전자
(다) 헬륨 원자핵
(라) 수소 원자
- 입자가 생성된 순서대로 나열하시오.
- 5 별의 탄생과 원소의 생성에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.
- | 보기 |
- ㄱ. 초기 우주에서 별은 성운의 밀도가 높은 곳에서 생성되었다.
ㄴ. 성운이 회전하면서 수축하여 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나면 별이 생성된다.
ㄷ. 질량이 태양 정도인 별에서 생성될 수 있는 가장 무거운 원소는 철이다.
- 6 태양계의 형성 과정에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.
- | 보기 |
- ㄱ. 태양계가 형성되기 이전에 우리은하에서 초신성 폭발이 있었다.
ㄴ. 원시 행성은 미행성체의 충돌로 형성되었다.
ㄷ. 행성과 위성은 태양계 원반을 이루던 물질에서 형성되었다.
- 7 우주와 지구 및 인간의 몸을 구성하는 원소의 질량비에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.
- | 보기 |
- ㄱ. 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3:1이다.
ㄴ. 지구에 가장 많은 원소가 인간의 몸에서도 가장 많은 양을 차지한다.
ㄷ. 인간의 몸에 가장 많은 원소는 지구 탄생 이후 지구에서 생성되었다.

8 그림은 대폭발 이후 서로 다른 시기의 우주 모습을 나타낸 것이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. 대폭발 이후 우주의 모습은 (가)에서 (나)로 변하였다.
- ㄴ. (가)는 대폭발 후 약 3 분이 지났을 때의 모습이다.
- ㄷ. (나)의 시기에 수소와 헬륨의 질량비는 약 3:1이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9 그림은 별 내부의 핵융합 반응이 모두 끝난 서로 다른 두 별의 내부 구조를 나타낸 것이다.

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

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. 별의 질량은 (가)가 (나)보다 작다.
- ㄴ. (가)는 시간이 지나면 (나)로 진화한다.
- ㄷ. 철보다 무거운 원소가 생성될 수 있는 별은 (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 과학 유용성 다음은 별 내부에서 여러 가지 원자핵이 만들 어지는 핵융합 반응의 종류를 나타낸 것이다.



(1) 별 내부에서 (가)~(라) 핵융합 반응이 일어나는 온도를 비교하여 설명하시오.

(2) 우주 초기에 헬륨 원자핵의 형성 이후 헬륨보다 무거운 원소의 원자핵이 만들어지지 못한 까닭을 (1)의 결과와 관련지어 서술하시오.

(3) 지구와 생명체의 구성 원소가 태양계 형성 이후 태양계에서 생성되지 않았다고 생각하는 까닭을 (1)의 결과와 관련지어 서술하시오.

11 과학의 심미적 가치 어느 날 밤

하늘에서 초신성 폭발이 일어난 것을 관측하였다고 가정하고, 이 현상에 대한 자신 의 느낌을 시로 표현해 보자.

제임스 웨 우주 망원경

2022년 7월 11일 현존하는 광학 우주 망원경 중에서 규모가 가장 크고 뛰어난 성능을 가진 제임스 웨 우주 망원경이 첫 번째로 촬영한 사진이 공개되었다.

제임스 웨이 촬영한 천체는 지구에서 40 억 광년 떨어져 있는 ‘SMACS 0723’ 은하이다. 그런데 이 사진에는 은하의 주변에 있는 휘어진 모습의 은하들이 함께 찍혔다. 촬영된 은하 중 가장 멀리 있는 은하는 약 130 억 광년 거리에 있는 은하라고 한다. 이 은하에서 출발한 빛이 지구까지 오려면 130 억 년이 걸리므로 우리에게 관측된 은하의 모습은 130 억 년 전의 모습이다. 우주의 나이가 약 138 억 년임을 고려하면 이 은하는 우주가 탄생한 지 얼마 지나지 않은 초기 우주의 모습을 보여 주고 있는 것이다.

130 억 광년보다 더 멀리 있는 천체를 관측하는 것은 어떤 의미가 있는지 이야기해 보자.

2 자연을 구성하는 원소

바닷가에 있는 여러 가지 원소들

가족과 함께 바다로 여행을 떠났다. 넘실대는 파도, 넓게 펼쳐진 모래사장, 다양한 모양의 암석 등의 풍경을 간직하게 위해 사진을 찍었다.

“제가 찍은 사진들 좀 보세요. 바닷가 풍경이 정말 멋있어요.”

“바닷가는 보기에도 멋있지만, 생활에 필요한 물건을 구성하는 원소들이 있는 소중한 곳이란다.”

“저도 알아요! 바닷물에는 소금을 구성하는 원소들이 있잖아요.”

“그럼 사진을 찍을 때 사용한 스마트폰의 재료도 바닷가에 있다는 것, 알고 있니?”

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 원소의 규칙성

바닷가를 구성하는 원소의 성질에는 어떤 규칙성이 있는지 알아본다.

02 화학 결합과 물질의 성질

바닷가를 구성하는 몇 가지 원소로 다양한 물질을 만들 수 있는 까닭을 알아본다.

03 자연의 구성 물질

바닷가의 물질은 어떠한 규칙으로 형성되는지 알아본다.

04 물질의 전기적 성질과 활용

모래에 포함된 반도체 물질의 전기적 성질을 알아본다.

스스로 정리하기 80 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

원소의 규칙성

이 단원을 배우고 나면

- 주기율표에 나타난 원소의 주기성을 설명할 수 있다.
- 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 도출할 수 있다.

바닷가를 구성하는 원소 중 유사한 성질이 있는

원소들은 어떤 규칙이 있을까?

한 줄로 서 볼까?

어, 나는 안 되겠네.

유사한 성질을 가지는 원소

우리 주변의 물질은 다양한 원소로 이루어져 있다. 원소는 성질에 따라 크게 금속 원소와 비금속 원소로 나눌 수 있다. 철, 구리, 금 등의 **금속 원소**는 실온에서 대부분 고체 상태이고, 특유의 광택이 있으며 열과 전기를 잘 전달한다. 헬륨, 탄소, 질소 등의 **비금속 원소**는 실온에서 대부분 기체 또는 고체 상태이고, 금속과 달리 열과 전기를 잘 전달하지 않는다.

금속 원소 중 리튬, 나트륨, 칼륨 등을 **알칼리 금속**이라고 한다. 알칼리 금속은 은백색의 광택이 있으며 칼로 자를 수 있을 정도로 무르다. 또 반응성이 매우 커서 공기 중의 산소와 빠르게 반응하므로 액체 파라핀과 같은 기름에 보관해야 한다. 물과도 매우 격렬하게 반응하며, 물과 반응하여 얻어진 용액은 염기성을 나타낸다.

공기 중의 산소와 반응해 광택을 잃은 리튬

칼로 쉽게 자를 수 있는 리튬

액체 파라핀에 보관된 알칼리 금속

그림 II-10 | 알칼리 금속의 여러 가지 성질

물과 빠르게 반응하는 칼륨

비금속 원소 중 플루오린, 염소, 브로민, 아이오딘 등을 할로젠이라고 한다. 할로젠은 원소마다 고유한 색을 띠며 반응성이 매우 크다. 또 수소와 반응해 수소 화합물을 만드는데, 이 화합물은 물에 녹아 산성을 나타낸다. 이처럼 원소들 중에는 유사한 성질을 갖는 무리가 있다.

다음 탐구에서 알칼리 금속의 유사성을 확인하기 위한 실험을 설계하고, 설계한 실험과 관련된 영상을 찾아 알칼리 금속의 성질을 확인해 보자.

그림 II-11 | 고유의 색을 가진 할로젠

탐구 설계, 분석 및 추론 | 창의성

알칼리 금속의 유사성을 탐구하는 실험 설계하기

| 문제 인식 | 알칼리 금속의 유사성은 어떻게 확인할 수 있을까?

목표

알칼리 금속의 유사성을 확인하기 위한 실험을 설계할 수 있다.

| 과정 |

1 모둠별로 확인하고 싶은 알칼리 금속의 성질을 한 가지 골라 보자.

준비물

스마트 기기

알칼리 금속의 단단한 정도

유의점

알칼리 금속과 물이 반응하는 실험은 안전 사고의 위험이 있으므로, 실제로 실험하지 않는다.

알칼리 금속과 물의 반응성

알칼리 금속을 칼로 잘랐을 때 단면의 변화

알칼리 금속이 물과 반응했을 때 생성되는 용액의 성질

2 모둠별로 고른 알칼리 금속의 성질을 확인하기 위한 가설을 세우고 실험을 설계해 보자.

리튬, 나트륨, 칼륨의 성질을 각각 조사해 탐구하고자 하는 알칼리 금속의 유사한 성질을 직접 찾을 수도 있다.

설계한 실험이 적절한지 확인할 때는 실제로 가능한 실험인지, 안전한 실험인지, 준비물이 적절한지를 확인한다.

| 결과 및 정리 |

1 모둠별로 설계한 실험과 관련된 영상을 찾아 설계한 실험이 적절한지 확인하고, 문제점을 찾아 개선해 보자.

알칼리 금속의 성질

'알칼리 금속', '알칼리 금속의 성질', '알칼리 금속의 반응' 등을 검색하면 관련된 다양한 영상을 찾을 수 있다.

2 모둠별로 세운 가설이 타당한지 확인하고, 그렇게 생각한 까닭을 토의해 보자.

자료 영상

원소의 주기성과 주기율표

주기율표

주기성

일정한 간격을 두고 반복하여 나타나는 성질

멘델레예프(Mendeleev, D. I., 1834~1907)

당시 알려져 있던 63 개의 원소를 원자의 상대적인 질량 순서로 배열하여 유사한 성질을 갖는 원소가 주기적으로 나타나는 현상을 발견하였다. 그리고 이 규칙성을 정리해 주기율표를 만들었다.

달력에서 7 일마다 같은 요일이 주기적으로 반복되어 나타나는 것처럼 우리 생활에서 다양한 주기성을 찾아볼 수 있다. 그렇다면 알칼리 금속이나 할로젠과 같이 유사한 성질을 갖는 원소들도 주기적으로 반복되도록 배열할 수 있을까?

오래전부터 과학자들은 유사한 화학적 성질을 갖는 원소들을 무리 짓거나 특정 기준에 따라 배열하여 원소들 사이의 규칙성을 알아내기 위해 노력하였다. 그 결과 유사한 성질을 갖는 원소들이 일정한 규칙으로 배열된 표를 만들었는데, 이를 **주기율표**라고 한다.

족

주기

나트륨은 소듐으로, 칼륨은 포타슘으로도 부를 수 있다.

H								
수소								
Li	Be			H				
리튬	베릴륨			수소				
Na	Mg							
나트륨	마그네슘							
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
칼륨	칼슘	스칸듐	타이타늄	바나듐	크로뮴	망가니즈	철	코발트
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh
루비듐	스트론튬	이트륨	지르코늄	나이오븀	몰리브데늄	테크네튬	루테늄	로듐
Cs	Ba	57~71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir
세슘	바륨	란타닌족	하프늄	탄탈럼	텅스텐	레늄	オス뮴	이리듐
Fr	Ra	89~133	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt
프랑슘	라듐	악티늄 족	러더포듐	더브늄	보륨	하슘	마이트네ียม	
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	
		란타넘	세륨	프라세오디뮴	네오디뮴	프로메튬	사마륨	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	
		악티늄	토륨	프로트악티늄	우라늄	넵투늄	플루토늄	

그림 II-12 | 현대 주기율표

현대 주기율표는 그림 II-12와 같이 원소들을 원자 번호 순서로 나열하다가 유사한 화학적 성질을 가지는 원소들이 세로줄에 오도록 배열한 것이다. 주기율표의 가로줄은 주기라고 하며, 주기는 1주기부터 7주기까지 있다. 주기율표의 세로줄은 족이라고 하며, 족은 1족부터 18족까지 있다.

주기율표에서 리튬, 나트륨, 칼륨 등의 알칼리 금속은 1족에 속하고 플루오린, 염소, 브로민 등의 할로젠은 17족에 속한다. 이처럼 화학적 성질이 유사한 원소는 주기율표에서 같은 족에 속해 주기성을 나타낸다.

원자 번호

원자 번호는 원자핵을 이루는 양성자 수와 같으며, 원자가 가지고 있는 전자 수와도 같다.

주기율표

대한화학회(<https://new.kcsnet.or.kr>)에서 주기율표와 같은 족 원소들의 성질에 대한 자료를 찾아볼 수 있다.

주기율표의 1족에서 나머지
원소들과 성질이 다른 한 개의
원소를 찾아보자.

					He 헬륨		
		B 붕소	C 탄소	N 질소	O 산소	F 플루오린	Ne 네온
		알루미늄	규소	인	황	염소	아르곤
Ni 니켈	Cu 구리	Zn 아연	Ga 갈륨	Ge 저마늄	As 비소	Se 셀레늄	Br 브로민
Pd 팔라듐	Ag 은	Cd 카드뮴	In 인듐	Sn 주석	Sb 안티모니	Te 텔루륨	I 아이오딘
Pt 백금	Au 금	Hg 수은	Tl 탈륨	Pb 납	Bi 비스무트	Po 폴로늄	At 아스타틴
Ds 다름슈타튬	Rg 뢴트게늄	Cn 코페르니슘	Nh 니호늄	Fl 플레로븀	Mc 모스코븀	Lv 리버모븀	Ts 테네신
Eu 유로퓸	Gd 가돌리늄	Tb 터븀	Dy 디스프로슘	Ho 홀뮴	Er 어븀	Tm 튬	Yb 이터븀
Am 아메리슘	Cm 퀴륨	Bk 버클륨	Cf 캘리포늄	Es 아인슈타이늄	Fm 페르뮴	Md 멘델레븀	No 노벨륨
							Lr 로렌슘

113 번, 115 번, 117 번, 118 번 원소의 성질은 명확히 밝혀지지 않아 금속, 비금속, 준금속으로 분류하지 않았다.

연결하기_43쪽

원자를 구성하는 입자를 학습하였다.

원자핵

양성자

전자

중성자

원자의 전자 배치

원자를 구성하는 입자 중 전자는 원소의 성질과 관련이 있다. 따라서 주기율표에서 원소들이 주기성을 나타내는 까닭을 알기 위해서는 원자에 전자가 어떻게 배치되어 있는지 이해해야 한다.

전자는 원자핵 주위의 특정한 궤도에 존재한다. 이 궤도를 **전자 껍질**이라고 하며, 각 전자 껍질은 특정한 에너지 준위를 갖는다. 전자는 원자핵과 가까운 전자 껍질부터 차례로 배치되며, 각 전자 껍질에 배치될 수 있는 전자의 수는 정해져 있다. 원자핵에서 가장 가까운 첫 번째 전자 껍질에는 최대 2 개의 전자가 배치되고, 그다음 두 번째 전자 껍질에는 최대 8 개의 전자가 배치될 수 있다.

산소

나트륨

그림 II-13 | 산소와 나트륨 원자의 전자 배치

해 보기

원자의 전자 배치 알아보기

다음은 몇 가지 원자의 전자 배치에 대한 자료이다. 표의 빈칸을 채우고, 각 원자의 전자 배치를 완성해 보자.

원소	수소	리튬	네온	염소
첫 번째 전자 껍질의 전자 수	1	2	2	
두 번째 전자 껍질의 전자 수	0	1	8	
세 번째 전자 껍질의 전자 수	0	0	0	

원자의
전자 배치

원자의 전자 배치에서 가장 바깥쪽 전자 껍질에 배치되어 화학 결합에 참여하는 전자를 원자가 전자라고 한다. 원자가 전자는 원소의 화학적 성질을 결정하는 중요한 요소이다.

원소의 주기성이 나타나는 까닭

그림 II-14는 원자 번호 3 번~20 번 원소들의 원자가 전자와 전자가 들어 있는 전자 껍질을 각각 모형으로 나타낸 것이다.

18족 원소의 원자가 전자

헬륨을 제외한 18족 원소의 가장 바깥쪽 전자 껍질에는 전자가 8 개 들어 있다. 하지만 18족 원소는 다른 원소와 거의 결합을 형성하지 않으므로 원자가 전자 수가 0이다.

3	4	5	6	7	8	9	10
리튬	베릴륨	붕소	탄소	질소	산소	플루오린	네온
11	12	13	14	15	16	17	18
나트륨	마그네슘	알루미늄	규소	인	황	염소	아르곤
19	20						
칼륨	칼슘						

다음과 같은
전자 배치를 갖는
원소를 찾아보자.

그림 II-14 | 원자 번호 3 번~20 번 원소들의 원자가 전자와 전자 껍질을 나타낸 모형

주기율표에서 같은 주기에 속하는 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다. 리튬부터 네온까지의 2주기 원소들은 전자 껍질이 2 개이고, 나트륨부터 아르곤까지의 3주기 원소들은 전자 껍질이 3 개이다.

또 주기율표에서 같은 족에 속하는 원소들은 원자가 전자 수가 같다. 1족 원소인 리튬, 나트륨, 칼륨은 원자가 전자가 1 개이고, 17족 원소인 플루오린과 염소는 원자가 전자가 7 개이다. 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같기 때문에 유사한 화학적 성질을 가진다.

이처럼 자연의 규칙성에 따라 원소의 화학적 성질을 결정하는 원자가 전자 수가 주기적으로 변하기 때문에 원소의 주기성이 나타난다.

소단원 확인하기

1 주기율표에서 같은 족에 속하는 원소들의 공통점을 설명해 보자.

2 첫 번째와 두 번째 전자 껍질에 모두 최대 8 개의 전자가 배치될 수 있다고 가정해 보자. 이때 원자 번호 1 번~20 번 원소들을 주기율표에 배치해 보고, 현대 주기율표와의 공통점과 차이점을 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 80 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 원소의 주기성이 나타나는 까닭을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 알칼리 금속의 유사성을 탐구할 수 있는 실험을 과학적 사고를 바탕으로 설계하였는가?

[가치·태도] 과학에서 주기율표의 유용함을 깨달았는가?

0

화학 결합과 물질의 성질

이 단원을 배우고 나면

- 원소들이 화학 결합을 형성하는 까닭을 설명할 수 있다.
- 다양한 물질이 만들어지는 화학 결합의 차이를 이해하고, 각 물질의 성질과 관련지어 설명할 수 있다.

자연을 구성하는 원소들로 어떻게 다양한
물질을 만들 수 있을까?

어떤 원소랑
결합해 볼까?

화학 결합을 형성하는 까닭

풍선에 공기보다 가벼운 수소나 헬륨을 채우면 풍선이 떠오른다. 하지만 수소는 폭발의 위험이 있기 때문에 하늘 높이 띠우는 광고용 풍선이나 비행선에는 반응성이 거의 없는 헬륨을 채운다.

헬륨과 같은 주기율표의 18족 원소들을 **비활성 기체**라고 한다. 비활성 기체는 가장 바깥쪽 전자 껍질에 전자가 모두 채워져 있어 반응성이 매우 작고 안정하다. 따라서 다른 원소와 결합을 형성하지 않고, 1 개의 원자로 존재한다.

헬륨, 네온, 아르곤의 원자가
전자는 각각 몇 개인지 써 보자.

그림 II-15 | 18족 원소의 전자 배치 헬륨은 가장 바깥쪽 전자 껍질에 전자가 2 개, 네온과 아르곤은 가장 바깥쪽 전자 껍질에 각각 8 개의 전자가 모두 채워져 있다.

주기율표의 18족에 속하지 않는 원소들은 18족 원소와 같은 전자 배치를 하여 안정해지려는 경향이 있다. 다음 활동에서 원소들이 18족 원소처럼 안정한 전자 배치를 이루는 방법을 알아보자.

해 보기

안정한 전자 배치를 이루는 방법 알아보기

다음은 여러 가지 원소가 안정한 전자 배치를 이루는 방법을 나타낸 것이다.

너희처럼
안정해지고 싶어.

전자 배치를 보면 너희도
안정해질 수 있는 방법을
찾을 수 있어.

나는 리튬! 전자 1개를 잃으면
18족 원소처럼 안정해질 수
있어.

나는 마그네슘!

나는 플루오린!

나는 전자를 잃는 것도,
얻는 것도 쉽지 않은데?

내가
도와줄게!!

위 빈칸에 마그네슘과 플루오린이 각각 안정한 전자 배치를 가질
수 있는 방법을 그림으로 나타내 보자.

탄소의 전자 배치

오른쪽 빈칸에 탄소의 전자 배치를 그려 보고, 탄소가 안정한 전
자 배치를 이루 수 있는 방법을 토의해 보자.

원소들은 18족 원소와 같은 전자 배치를 하기 위해 전자를 잃거나 얻기도 하고 다른
원소와 전자를 공유하기도 한다. 그 과정에서 원소들은 화학 결합을 형성하며, 원소의
성질에 따라 결합을 형성하는 방법이 달라진다.

자연을 구성하는 원소는 110 여 가지이지만 세상에 존재하는 물질의 종류는 매우
다양하다. 이는 지구와 생명체를 구성하는 탄소, 산소, 규소, 철 등의 원소들이 18족 원
소처럼 안정해지기 위해 화학 결합을 형성하기 때문이다.

확인

- 1 반응성이 매우 작고 안정하며, 주기율표의 18족에 속하는 원소들을 무엇이라고 하는가?
- 2 주기율표의 18족에 속하지 않는 원소들이 화학 결합을 형성하는 깊은 무엇인가?

화학 결합의 형성

이온 결합

소금은 인류의 생존에 꼭 필요한 물질이다. 소금의 주성분인 염화 나트륨과 염소가 결합해 만들어진 물질이다. 나트륨과 염소는 어떻게 결합하여 화합물을 생성할까?

그림 II-16은 금속 나트륨과 염소 기체가 만나 매우 빠르게 반응해 염화 나트륨을 생성하는 과정을 모형으로 나타낸 것이다. 염화 나트륨이 생성될 때 나트륨 원자는 전자 1개를 잃어 나트륨 이온이 되고, 염소 원자는 전자 1개를 얻어 염화 이온이 된다. 이때 각 이온은 비활성 기체와 같은 안정한 전자 배치를 이룬다. 두 이온은 서로 다른 전하를 띠므로 정전기적 인력이 작용해 결합이 형성된다.

정전기적 인력

서로 다른 전하를 띤 입자들이 서로 끌어당기는 힘을 말한다.

전자

나트륨 이온

염화 이온

전자
1 개 이동

나트륨 원자

나트륨 이온

Na⁺

Cl⁻

두 이온이 결합해 염화
나트륨을 생성한다.

염소 원자

염화 이온

나트륨 이온과 염화 이온은 각각
어떤 비활성 기체와 같은 전자 배치를
이루는가?

그림 II-16 | 염화 나트륨의 생성 과정

이처럼 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성되는 화학 결합을 이온 결합이라고 한다. 이온 결합으로 생성된 물질은 고체 상태에서 수많은 양이온과 음이온이 규칙적으로 배열된 3차원 구조로 존재한다.

일반적으로 금속 원소는 전자를 잃어 양이온이 되기 쉽고, 비금속 원소는 전자를 얻어 음이온이 되기 쉽다. 따라서 이온 결합은 주로 금속 원소와 비금속 원소 사이에 형성된다.

공유 결합

우리 주변에는 비금속 원소들로만 이루어진 물질도 존재한다. 그렇다면 비금속 원소들끼리는 어떤 화학 결합을 형성할까?

수소 분자(H_2)는 비금속인 수소 원자(H) 2 개가 각각 전자를 1 개씩 내놓고 이를 공유하여 결합을 형성한다. 이때 각 수소 원자는 비활성 기체인 헬륨과 같은 안정한 전자 배치를 이룬다.

수소 원자 수소 원자 수소 분자

그림 II-17 | 수소 분자의 생성 과정

이처럼 비금속 원소들이 각각 전자를 내놓아 전자쌍을 만들고, 그 전자쌍을 공유하여 형성되는 화학 결합을 **공유 결합**이라고 한다. 일반적으로 공유 결합으로 생성된 물질은 2 개 이상의 원자가 결합한 독립적인 분자 형태로 존재한다.

산소 분자와 물 분자를 구성하는 원자들은 각각 어떤 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루는가?

산소 분자는 산소 원자가 각각 전자를 2 개씩 내놓아 2 개의 전자쌍을 만들고, 그 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다.

물 분자는 산소 원자가 전자를 2 개 내놓고, 수소 원자 2 개는 각각 전자를 1 개씩 내놓아 전자쌍 2 개를 만들고, 그 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다.

그림 II-18 | 산소 분자와 물 분자의 공유 결합

소금과 산소, 물과 같이 인류의 생존에 필수적인 물질 외에도 우리 주변에는 다양한 이온 결합 물질과 공유 결합 물질이 존재한다. 이온 결합 물질에는 제설제로 많이 사용하는 염화 칼슘과 철이 부식되어 녹슨 상태의 산화 철 등이 있으며, 공유 결합 물질에는 과자 봉지에 채우는 질소 기체와 단맛을 낼 때 사용하는 설탕 등이 있다.

가상 실험

산화 철 이온 결합

질소 기체_공유 결합

확인

- 1 메테인(CH_4)이 생성될 때 탄소 원자 1 개와 수소 원자 4 개가 결합을 형성하는 방법을 설명해 보자.
 - 2 이온 결합과 공유 결합의 차이점을 설명해 보자.

화학 결합의 종류에 따른 물질의 성질

화학 결합의 종류가 다르면 물질의 성질이 다르다. 다음 탐구에서 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 전기 전도성을 비교해, 화학 결합에 따라 물질의 성질이 어떻게 다른지 알아보자.

탐구 수행, 분석 및 해석 | 유용성

이온 결합 화합물과 공유 결합 화합물의 전기 전도성 비교하기

목표

이온 결합 화합물과 공유 결합 화합물의 전기 전도성을 비교할 수 있다.

준비물

6 홈판, 증류수, 염화 나트륨, 설탕, 전기 전도성 측정기, 유리 막대, 약술가락, 실험복, 실험용 장갑, 보안경

주의점

실험복, 실험용 장갑, 보안경을 착용한다.

실험 전 약품의 정보를 확인하고, 안전하게 사용한다.

전기 전도성을 측정하는 물질이 달라질 때마다 전기 전도성 측정기의 전극을 증류수로 깨끗이 닦는다.

실험 후 남은 물질은 정해진 곳에 모아 처리한다.

영상

| 과정 |

1 6 홈판에 각각 증류수, 염화 나트륨, 설탕을 조금씩 넣고, 전기 전도성 측정기를 이용해 각 물질에 전류가 흐르는지 확인한다.

전기 전도성
측정기

2 염화 나트륨과 설탕이 들어 있는 홈에 증류수를 넣고, 유리 막대로 저어 녹인다.

3 전기 전도성 측정기를 이용해 염화 나트륨 수용액과 설탕 수용액에 전류가 흐르는지 확인한다.

| 결과 및 정리 |

1 전류가 흐르면 ○표, 전류가 흐르지 않으면 × 표를 표시해 실험 결과를 정리해 보자.

물질	증류수	염화 나트륨	설탕
상태	액체	고체	수용액
전기 전도성			

2 염화 나트륨과 설탕의 전기 전도성이 고체 상태일 때와 수용액 상태일 때 차이가 있는가? 차이가 있다면 그 까닭을 화학 결합과 관련지어 설명해 보자.

염화 나트륨은 이온 결합 물질로, 고체 상태일 때는 나트륨 이온과 염화 이온이 정전기적 인력으로 강하게 결합하고 있다. 따라서 이온들이 이동할 수 없기 때문에 전류가 흐르지 않는다. 하지만 염화 나트륨을 물에 녹이면 나트륨 이온과 염화 이온으로 나누어져 이온들이 자유롭게 이동할 수 있기 때문에 전류가 흐른다.

(-)극 (+)극

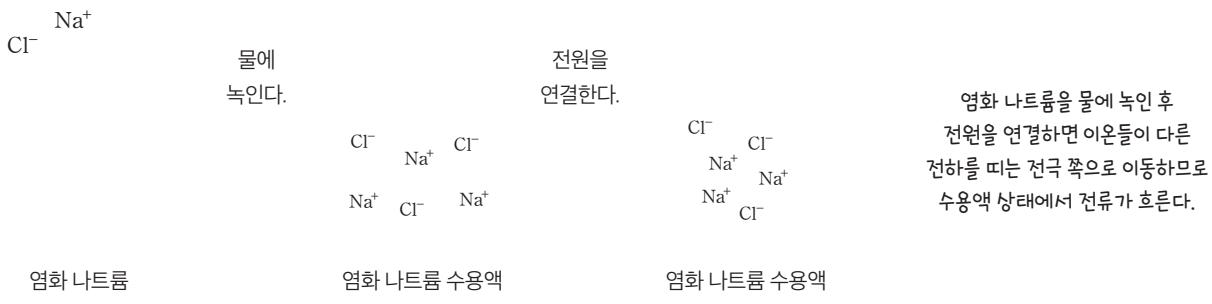


그림 II-20 | 염화 나트륨의 전기 전도성

설탕은 탄소, 수소, 산소가 전자를 공유하여 생성된 공유 결합 물질로 분자 상태로 존재한다. 설탕은 물에 녹아도 이온으로 나누어지지 않고, 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 고체 상태나 수용액 상태일 때 모두 전류가 흐르지 않는다.

(-)극 (+)극

설탕 분자



그림 II-21 | 설탕의 전기 전도성

이온 결합 물질은 고체 상태일 때 전류가 흐르지 않지만, 수용액 상태일 때는 양이온이 (-)극, 음이온이 (+)극으로 이동하므로 전류가 흐른다. 반면, 대부분의 공유 결합 물질은 고체나 수용액 상태일 때 모두 전류가 흐르지 않는다. 이처럼 화학 결합의 종류에 따라 물질의 성질이 달라진다.

소단원 확인하기

1 다음 물질을 이온 결합 물질과 공유 결합 물질로 분류해 보자.

질소(N_2), 이산화 탄소(CO_2), 염화 마그네슘(MgCl_2), 염화 칼슘(CaCl_2)

2 물이 묻은 손으로 콘센트를 만지면 감전의 위험이 큰 깨닭을 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 80쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 이온 결합과 공유 결합의 차이를 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 이온 결합 화합물과 공유 결합 화합물의 전기 전도성을 비교할 수 있는가?

[가치·태도] 지구에 존재하는 물질들이 어떤 화학 결합을 이루는지 관심이 생겼는가?

0

자연의 구성 물질

이 단원을 배우고 나면

- 규산염 사면체의 기본 골격으로부터 다양한 광물이 형성됨을 설명할 수 있다.
- 생명체 내에서 다양하고 복잡한 물질이 만들어지는 원리를 말할 수 있다.

자연을 이루는 물질들은 어떠한 규칙으로 형성되었을까?

방법이 있지!

어떻게
만든 거야?

지각을 구성하는 물질의 규칙성

지각은 지구의 외부를 덮고 있는 부분으로, 다양한 종류의 암석과 토양을 포함하고 있다. 이 중 암석을 구성하는 대부분의 광물은 규산염 광물로 규소(Si)와 산소(O)를 기본 원소로 갖는다.

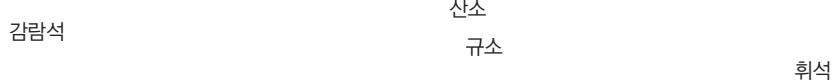
규산염 광물은 규소 원자 1 개에 산소 원자 4 개가 공유 결합한 사면체 모양을 기본 구조로 하는데, 이것을 Si-O 사면체라고 한다. Si-O 사면체는 독립적으로 모여 기본 골격을 형성하기도 하고, 한 줄이나 두 줄로 길게 이어진 구조, 또는 평면으로 넓게 이어진 구조를 이루기도 한다. Si-O 사면체로 이루어진 기본 골격 사이에 알루미늄, 철, 마그네슘과 같은 금속 원소의 이온이 결합하여 다양한 광물이 만들어진다.

규소

규소는 반도체의 주요 원료이며, 유리, 세라믹, 합금 등의 재료로도 널리 쓰인다.

골격

어떤 구조의 중심을 이루며 지탱하는 것



흑운모

각섬석

그림 II-22 | 다양한 규산염 광물의 구조 결합하는 방식에 따라 다양한 구조를 가진 광물이 만들어진다.

다음 해 보기 통해 다양한 규산염 광물이 만들어지는 원리를 알아보자.

해 보기 모형을 만들어 규산염 광물 구조의 규칙성 알아보기

준비물 가위, 테이프, 빵 끈, Si-O 사면체 전개도(부록 163 쪽)

Si-O 사면체 모형을 연결하여 규산염 광물의 구조를 만들어 보자.

부록 163 쪽의 전개도를 뜯어 내고, 전개도의 한쪽에 빵 끈을 부착하여 Si-O 사면체 모형을 만든다.

2 개의 사면체를 연결하여 새로운 구조를 만든다. 또, 다른 친구들이 만든 모형과 연결하여 긴 사슬 구조나 넓은 평면 구조를 만든다.

모서리의 빵 끈을 연결해서 더 큰 구조물을 만들어 보자.

자연에 존재하는 규산염 광물의 종류가 매우 다양한 까닭을 모형을 이용하여 설명해 보자.

Si-O 사면체의 결합 구조에 따라 다양한 종류의 광물이 만들어지듯이, 단순한 물질을 반복하여 사용하면 적은 수의 물질로도 성질이 서로 다른 여러 종류의 물질을 만들 수 있다. 이렇듯 크고 복잡한 물질을 만들 때 기본 단위로 반복되어 사용되는 물질을 **단위체**라고 한다.

그림 II-23 | 단위체로 구성된 복잡한 구조물

확인

지각을 구성하는 규산염 광물의 기본 구조는 무엇인가?

생명체를 구성하는 물질의 규칙성

탄소 골격

탄소 원자가 결합하여 형성된 구조로, 다양한 사슬 모양을 가진다.

생명체를 구성하는 주요 물질인 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산은 모두 탄소 골격에 수소, 산소, 질소, 황과 같은 여러 원소가 결합하여 만들어진 탄소 화합물이다. 지각을 이루는 규산염 광물이 Si-O 사면체의 다양한 결합으로 이루어지듯이, 생명체를 구성하는 물질도 특정한 단위체의 종류, 개수, 결합 방식에 따라 다양하게 만들어진다.

연결하기_142쪽

단백질로 이루어진 효소의 기능을 학습할 수 있다.

아미노산으로 이루어진 단백질

단백질은 생명체의 주요 구성 물질로, 구조에 따라 여러 가지 기능을 가진다. 단백질은 우리 몸의 피부나 근육, 뼈와 혈액, 효소와 호르몬 등을 구성한다. 소화효소는 음식물의 소화를 돋고, 호르몬은 몸의 항상성을 조절한다. 항체는 인체의 면역 반응을 돋고, 적혈구 내의 헤모글로빈은 산소와 이산화 탄소를 운반한다.

항상성

생명체가 여러 환경 변화에 대응하여 생명 현상이 제대로 일어날 수 있도록 일정한 상태를 유지하는 성질

그림 II-24 | 단백질의 기능 근육은 몸을 구성하고 지탱하며, 소화효소는 음식물을 분해하여 흡수하기 쉽게 한다.

단백질은 단위체인 아미노산이 사슬처럼 길게 연결되어 만들어진다. 아미노산 사슬은 구성하는 아미노산의 종류와 배열 순서에 따라 다양한 입체적 모양을 이루며, 모양에 따라 구조와 기능이 달라져 생명체에서 일어나는 여러 화학 반응을 조절하고 생명 활동을 원활하게 한다.

결가지

아미
노산

탄소가 중심이
되는 기본 구조

단백질

- ① 아미노산은 결가지에 따라 여러 종류로 나누어진다.

- ② 아미노산이 특정한 순서에 따라 연결되어 긴 사슬을 이룬다.

- ③ 아미노산이 연결된 순서에 따라 사슬은 각기 다른 모양으로 꾀이거나 접하며, 단백질의 전체 모양과 기능이 결정된다.

그림 II-25 | 단백질의 형성

뉴클레오타이드로 이루어진 핵산

핵산은 생명체에서 유전정보를 저장하거나 단백질 합성에 관여하는 물질로, DNA와 RNA 두 종류가 있다. 핵산도 단백질처럼 단위체가 길게 연결되어 만들어진다. 핵산의 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합한 물질이며, 이때 결합한 염기의 종류에 따라 뉴클레오타이드의 종류가 달라진다. DNA의 뉴클레오타이드를 구성하는 염기에는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이 있으며, RNA의 경우에는 타이민(T) 대신 유라실(U)로 구성된다.

핵산은 하나의 뉴클레오타이드에 있는 당과 다른 뉴클레오타이드의 인산이 반복적으로 결합하여 만들어진 긴 뉴클레오타이드 사슬이다. DNA는 마주 보는 두 사슬의 염기가 상보적으로 결합하여 길게 꼬인 이중나선구조이고, RNA는 단일 가닥 구조이다.

연결하기_149 쪽

뉴클레오타이드를 구성하는 당에는 디옥시리이보스와 라이보스 두 종류가 있다. 핵산을 구성하는 뉴클레오타이드의 배열에 따라 어떻게 유전정보가 저장되는지 학습할 수 있다.

확인

단백질의 기본 단위체는 무엇인가?

그림의 DNA 사슬과 RNA 사슬
이 가지는 염기 중 서로 다른 것은 무엇인지 찾아 동그라미 표시해 보자.

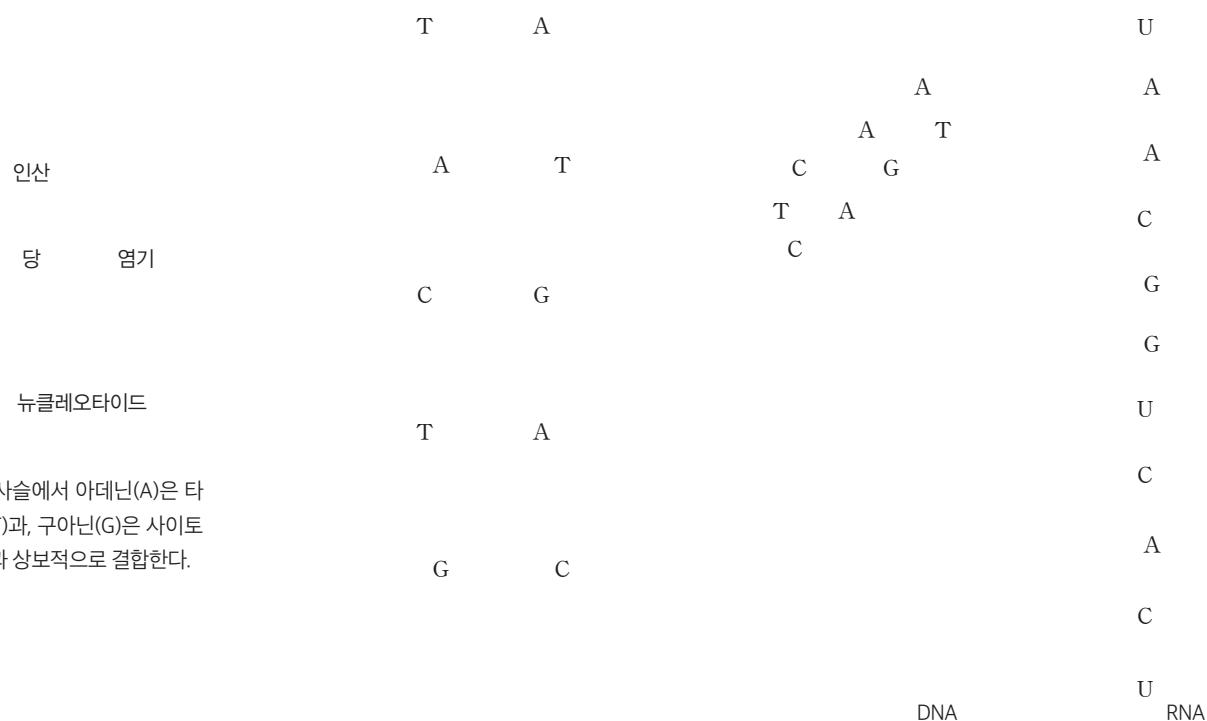


그림 II-26 | DNA와 RNA의 구조

DNA의 구조적 특징과 규칙성

DNA는 단위체인 뉴클레오타이드가 다양하게 조합되어 만들어진다. 다음 탐구에서 4 종류의 기본 단위체로 이루어진 DNA 모형을 만들어 보고, 완성한 DNA 모형을 관찰하여 DNA의 구조적 특징과 규칙성을 알아보자.

탐구 수행 | 창의성

DNA 모형 만들고 관찰하기

목표

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

준비물

DNA 모형 도안(부록 165 쪽), 가위, 풀, 장갑

유의점

가위를 사용할 때에는 손을 다치지 않도록 주의한다.

풀 대신 양면테이프를 사용해도 좋다.

완성한 DNA 모형을 다른 모둠원의 모형과 연결해 확장해 볼 수도 있다.

| 문제 인식 | DNA 모형은 어떻게 생겼으며, 어떤 규칙성을 발견할 수 있을까?

| 과정 |

1 부록 165 쪽의 도안을 이용해 DNA 모형을 만들어 보자.

칼선을 따라 부록 165 쪽의 DNA 도안을 떼어 숫자 1 번~6 번 중 한 가지를 선택하여 도안 낸다. (가)와 (나)의 해당 위치를 각각 자른다.

영상

도안 (가)의 풀침 표시된 부분에 풀을 칠하고 염기를 안쪽 방향으로 90 도 접는다.

에서 자른 도안의 오른쪽 끝부분 염기를 서로 붙인 후 마주 보는 염기를 순서대로 붙인다.

완성된 DNA 모형의 한쪽 끝을 잡고 자연스럽게 늘어뜨린 후 구조를 관찰한다.

2 DNA 모형을 관찰한 내용을 정리해 보자.

구분	관찰한 내용
전체 모습	
DNA의 구조에서 나타나는 규칙성	
단위체의 염기가 결합할 때 나타나는 규칙성	
3 내가 만든 DNA 모형의 염기서열을 써 보고, 과정에서 나와 다른 번호를 선택하여 다른 친구가 만든 모형의 염기서열과 비교해 보자.	
4 내가 만든 DNA 모형과 친구가 만든 DNA 모형이 서로 다른 특성을 갖는다면, 그 이유는 무엇일지 써 보자.	

| 정리 |

1 DNA를 구성하는 기본 단위체는 무엇이며, 몇 종류가 있는지 써 보자.

같은 단위체로
만들어진 모형인데도 내가
만든 것과 다르네.

2 기본 단위체들이 다양하게 조합되어 생명체의 주요
구성 물질을 형성하는 원리와 이유를 설명해 보자.

소단원 확인하기

1 규산염 광물을 구성하는 주요 원소 두 가지를 써 보자.

도, 레, 미, 솔,
라로 이루어진
노래는?

2 7 개의 음을 기본으로 하여 다양한
노래를 만들 수 있다. 자연의 구성 물질이 만들어지는 원
리와 유사한 점은 무엇일까?

이 단원에서 찾은 생각 조각을 80 쪽에 써 보자.

학교 총이
땡땡땡…….

곰 세 마리가
한집에 있어.

평가하기

[지식 · 이해] 자연을 구성하는 물질
의 단위체를 각각 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] DNA 모형을 관찰하고
규칙성을 탐구할 수 있는가?

[가치 · 태도] DNA 모형 만들기 활동
에 능동적으로 참여하였는가?

0

물질의 전기적 성질과 활용

이 단원을 배우고 나면

- 지구를 구성하는 물질을 전기적 성질에 따라 구분할 수 있다.
- 물질의 전기적 성질이 활용되는 다양한 예를 찾을 수 있다.

모래에 포함된 반도체 물질은 어떤 전기적 성질이 있을까?

모래에 있는
규소도 전기가
통할 수 있다고?

지구를 구성하는 물질의 전기적 성질

자유 전자의 이동에 따른 물질의 분류

물질은 전기적 성질에 따라 도체, 부도체, 반도체로 분류할 수 있다. 물질의 전기적 성질을 결정하는 것은 하나의 원자에 속해 있지 않고 물질 안에서 자유롭게 움직일 수 있는 자유 전자이다.

자유 전자가 많아 전류가 잘 흐르는 물질을 **도체**라고 하며, 철, 구리, 알루미늄과 같은 금속이 도체에 속한다. 반면 나무, 플라스틱, 고무와 같이 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는 물질을 **부도체**라고 한다. 규소와 같이 순수한 상태에서는 자유 전자가 거의 없어 전류가 흐르지 않지만, 특정 조건에서 전류가 흐르는 물질을 **반도체**라고 한다.

지구를 구성하는 물질 종
도체, 부도체, 반도체의 예를 각각
찾아보자.

구리_도체

도체

부도체

플라스틱_부도체

하나의 원자에 속해 있지 않고 자유
롭게 움직일 수 있는 전자가 있기 때
문에 전류가 잘 흐른다.

전자가 원자핵으로부터 쉽게 벗어
날 수 없어 자유롭게 움직이기 어렵
기 때문에 전류가 잘 흐르지 않는다.

그림 II-27 | 전기 도선

그림 II-28 | 도체와 부도체에서 전자의 움직임

반도체의 전기적 성질

일상생활에서 사용하는 대부분의 전자 제품에는 반도체가 포함되어 있다. 대표적인 반도체 물질인 규소는 지각의 대부분을 차지하는 규산염 광물에서 쉽게 얻을 수 있으며 반도체 소자의 재료로 많이 쓰인다.

반도체 소자
전자 회로의 구성 요소가 되는 부품

모래를 구성하는 규산염 광
물에서 얻을 수 있는 규소는
반도체 소자의 재료가 된다.

그림 II-29 | 전자 제품의 재료가 되는 규소

대부분의 전자 제품에는 반
도체 소자가 있다.

규소 원자는 원자가 전자가 4 개로, 순수한 규소 결정은 그림 II-30과 같이 4 개의 전자쌍을 공유해 공유 결합을 형성한 안정한 구조이다. 규소로만 이루어진 순수한 반도체는 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않지만 순수한 반도체에 특정 불순물을 추가하면 전류를 흐르게 할 수 있다.



원자가 전자가 5 개인 원소를 추가하면 공유 결합
에 참여하지 않고 남는 전자가 생긴다. 이 전자가
자유롭게 이동하면서 전류가 흐른다.

공유 결합

원자가 전자가 3 개인 원소를 추가하면 공유 결합
을 하지 못한 전자의 빈자리가 생긴다. 이 공간으로
전자가 이동하면서 전류가 흐른다.

그림 II-30 | 순수한 규소 결정에 불순물을 추가했을 때 전자의 이동
가상 실험

확인

- 1 순수한 상태에서는 전기적 성질이 부도체와 비슷하지만 특정 불순물을 추가하면 전류가 흐르는 물질을 무엇이라고 하는가?
- 2 지각을 구성하는 원소 중 하나로 반도체 소자의 재료로 많이 쓰이는 원소는 무엇인가?

반도체의 기능과 활용

반도체는 전기 신호 처리 기능과 데이터 처리 기능 등이 있다. 전기 신호 처리 기능이 있는 반도체는 주로 전기 신호를 증폭할 때, 전기 신호의 흐름을 바꿀 때, 전기 신호를 빛으로 변환하거나 빛을 전기 신호로 변환할 때 사용된다. 그림 II-31은 전기 신호 처리 기능이 있는 반도체를 우리 생활에 활용하는 예를 나타낸 것이다.

전기 신호의 흐름을 바꾸는 반도체는 어댑터
에 활용되어 가정에 공급되는 220 V 전원을
전자 제품에 활용할 수 있는 전원으로 바꾼다.

전기 신호를 빛으로 변환하는 반도체는 디스
플레이에 활용된다.

빛을 전기 신호로 변환하는 반도체는 태양
전지에 활용된다.

그림 II-31 | 전기 신호를 처리하는 반도체의 활용

데이터 처리 기능이 있는 반도체에는 메모리 반도체와 시스템 반도체가 있다. 메모리 반도체는 데이터를 저장하고 기억하는 역할을 하며, 시스템 반도체는 저장된 데이터를 연산하여 제품의 전체적인 시스템이 잘 작동하도록 부품 간의 통신을 조율하는 등의 역할을 한다. 이러한 반도체의 기능은 다양한 분야에 활용된다. 그림 II-32와 같이 자율주행 자동차 한 대에는 다양한 반도체가 사용되며, 반도체 기술의 발달로 자율주행 자동차의 기능도 점차 발전하고 있다.

그림 II-32 | 자율주행 자동차에서

반도체가 사용되는 예

수집된 데이터를 빠르게 판단
하여 운전을 제어하고 안전한
주행을 지원하는 시스템

상황을 빠르고 정확하게 인식
하는 카메라와 센서

음성 인식, 번역 등의
다양한 인공지능 기술

이처럼 반도체 기술의 발달로 우리 생활은 점점 편리해지고 있으며, 현대 산업도 크게 발전하였다. 이뿐만 아니라 인공지능, 우주 항공 기술 등 첨단기술의 발전에도 반도체가 핵심 역할을 한다. 다음 탐구에서 첨단기술에 반도체가 어떻게 활용되고 있는지 알아보자.

자료 수집, 의사소통 | 유용성, 과학 문화 향유

첨단기술에 반도체가 활용되는 예 조사하기

| 문제 인식 | 첨단기술에 반도체가 어떻게 활용되고 있을까?

| 과정 |

- 1 모둠별로 아래에 제시된 첨단기술 중 하나를 선택하고, 해당 첨단기술에서 반도체가 어떻게 활용되고 있는지 조사해 보자.

로봇

인공지능

사물인터넷

우주 항공 기술

목표

첨단기술에 반도체가 어떻게 활용되는지 조사해 발표할 수 있다.

준비물

스마트 기기

- 2 조사한 사례에서 반도체가 어떤 기능을 하는지 토의해 보자.

| 결과 및 정리 |

모둠별로 조사한 내용을 공유 플랫폼에 공유하고, 발표해 보자.

지구의 온도를 낮추는 저전력 반도체

인터넷 사용이 일상화되고 인공지능, 사물인터넷 등의 첨단기술이 발전하면서 데이터를 처리하고, 저장하기 위한 데이터 센터의 전력 소모량이 증가함에 따라 지구 온난화의 주범인 탄소의 배출량이 빠르게 증가하고 있다. 이를 해결하기 위해 데이터 센터의 전력 효율을 높일 수 있는 저전력 반도체에 대한 연구가 끊임없이 이루어지고 있다. 저전력 반도체를 사용하면 전력 소모량뿐만 아니라 장치에서 발생하는 열이 줄어들게 되므로 지속 가능한 미래를 만들 수 있을 것으로 기대한다.

데이터 센터

소단원 확인하기

- 1 반도체의 전기적 성질을 자유 전자와 관련지어 설명해 보자.

- 2 반도체가 없다면 우리 생활이 어떻게 달라질지 생각해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 80 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 지구를 구성하는 물질을 전기적 성질에 따라 도체, 부도체, 반도체로 구분할 수 있는가?

[과정 · 기능] 반도체에 불순물을 추가했을 때 전자의 이동을 모형을 활용해 설명할 수 있는가?

[가치 · 태도] 반도체를 활용하는 예를 통해 과학의 유용성을 깨달았는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

❶ : 유사한 화학적 성질을 갖는 원소들

이 일정한 규칙으로 배열된 표

원소의 주기성: 같은 쪽 원소들은 ❷
수가 같고, 유사한 화학적 성질을 가진다.

원소의 규칙성 자연의 구성 물질

지각을 구성하는 물질

Si-O 사면체

다양한 규산염 광물

생명체를 구성하는 물질

아미노산 단백질

뉴클레오타이드 핵산

화학 결합

이온 결합: ❸ 와/과

❹ 사이의 정전기적

인력에 의해 형성되는 화학 결합

공유 결합: 비금속 원소들이

❺ 을/를 공유하여

형성되는 화학 결합

물질의

전기적 성질과 활용

반도체

순수한 상태에서는 전류가 흐르지 않지만 특정 조건에서

전류가 흐르는 물질

반도체의 기능과 활용

태양 전지: 태양 빛을 전기
에너지로 전환 자율주행 자동차: 다양한
데이터를 저장하고, 처리

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

비단가를 구성하는 원소 중 유사한 화학적 성질을 가지는 원소들은 주기율표에서 같은 ❶에 위치해 ❷을/를 나타낸다.

02

원소들은 18족 원소와 같이 안정해지기 위해 다른 원소와 ❸을/를 형성하기 때문이다.

03

기본 단위로 반복되어 사용되는 ❹이/가 결합하여 크고 복잡한 물질이 만들어진다.

04

모래에서 얻을 수 있는 규소는 ❺ 물질로, 순수한 상태에서는 전류가 잘 흐르지 않지만 특정 조건에서는 전류가 흐른다.

스스로 평가하기

1 주기율표에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 할로젠은 주기율표의 17족에 위치한다.
- ㄴ. 같은 주기에 속한 원소들은 원자가 전자 수가 같다.
- ㄷ. 화학적 성질이 유사한 원소들은 주기율표에서 같은 세로줄에 위치한다.

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

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

(1) A~F 중 알칼리 금속을 모두 쓰시오.

(2) A~F 중 원자가 전자 수가 가장 큰 것을 쓰시오.

3 그림은 임의의 원자 A~C의 전자 배치 모형을 나타낸 것이다.

A B C

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

| 보기 |

- ㄱ. A_2 는 공유 결합 물질이다.
- ㄴ. A와 C로 이루어진 화합물은 이온 결합 물질이다.
- ㄷ. A는 안정한 이온이 될 때 B와 같은 전자 배치를 이룬다.

4 다음은 화학 결합으로 생성된 세 가지 물질을 나타낸 것이다.

설탕, 염화 칼슘, 염화 나트륨

- (1) 이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 각각 쓰시오.
- (2) 고체 상태와 수용액 상태에서 모두 전류가 흐르지 않는 물질을 쓰시오.

5 그림은 규산염 사면체의 구조를 나타낸 것이다.

A

B

A와 B는 각각 어떤 원소인지 쓰시오.

6 그림은 생명체를 구성하는 어떤 고분자 물질을 구성하는 단위체의 구조를 나타낸 것이다.

인산

⑦ ⑧

(1) 이 단위체의 이름을 쓰시오.

(2) ⑦과 ⑧의 이름을 쓰시오.

(3) 이 단위체가 결합하여 형성된 고분자 물질의 이름을 쓰시오.

7 다음은 물질을 전기적 성질에 따라 세 가지로 분류한 것이다.

A 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐른다.

B 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는다.

C 순수한 상태에서는 자유 전자가 거의 없어 전류가 흐르지 않지만 특정 조건에서 전류가 흐른다.

A~C는 도체, 반도체, 부도체 중 무엇인지 각각 쓰시오.

8 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

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

원소 A~E에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?(단, A~E는 임의의 원소 기호이다.)

| 보기 |

- ㄱ. B 이온과 D 이온의 전자 배치는 A와 같다.
- ㄴ. C의 원자가 전자 수는 D보다 3만큼 작다.
- ㄷ. D와 E로 이루어진 화합물은 이온 결합 물질이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

옥

자수정

루비

사파이어

심미적 가치가 있는 규산염 광물의 종류가 다양한 까닭을 규산염 광물의 구조와 관련지어 써 보자.

9 그림은 DNA와 RNA의 구조를 나타낸 것이다.

DNA RNA

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. 사이토신(C)은 DNA에는 있고 RNA에는 없다.
- ㄴ. DNA와 RNA의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.
- ㄷ. DNA는 이중나선구조이고, RNA는 단일 가닥 구조이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 **과학 유용성** _ 자율주행 자동차는 도로 상태나 교통 상황을 감지해 목적지까지 스스로 주행하는 자동차이다. 자율주행 자동차에 필요한 기능을 반도체의 기능을 포함하여 소개하는 짧은 글을 써 보자.

달에 있는 원소를 찾아서

지구를 구성하는 원소 중에는 과학 기술의 발달에 중요한 역할을 하지만 구하기 어렵거나 희귀한 원소들이 있다. 많은 연구를 통해 이러한 원소들이 달에도 존재한다는 것이 밝혀졌으며, 이 원소들이 달에 존재하는 위치와 존재하는 양을 알아내기 위해 달 탐사가 계속해서 이루어지고 있다.

1998년 미국 항공 우주국(NASA)에서 보낸 달 탐사선인 루나 프로스텍터는 달에 있는 원소 중 KREEP의 분포를 알아내는데 성공했다. KREEP는 칼륨(K), 희토류 원소(Rare Earth Elements), 인(P)을 따서 만든 이름으로, 이 중 희토류 원소는 지구에서는 구하기 어렵지만 활용 가치가 매우 큰 원소이다.

2022년 8월에는 우리나라 최초의 달 탐사선인 다누리가 발사되었다. 다누리에는 달 표면을 이루는 원소와 원소의 분포를 조사할 수 있는 분광기가 있다. 이 분광기로 달 표면에서 방출되는 스펙트럼을 검출해 달 표면을 이루는 원소들의 정보를 수집할 수 있어 달의 원소 지도 제작과 달의 자원 연구 개발이 가능하다. 뿐만 아니라 다누리는 달 주위를 비행하며 달 표면을 촬영하고 표면의 물리·화학적 특성을 파악하는 탐사 활동도 하기 때문에 앞으로 지구의 희귀한 원소들을 달에서 얻을 수 있을 것이라 기대한다.

달 표면의 원소 분포를 나타낸 것으로, 여러 색으로 밝게 표현된 부분이 희귀 원소가 많이 모여 있는 곳이다.

달 주위를 탐사 중인 다누리

(출처: 한국항공우주연구원)

다누리의 탐사 활동으로 얻은 정보들이 어떻게 활용될 수 있을지 이야기해 보자.

희토류 관련

1분 뉴스 만들기

주기율표에서 희토류 원소

풍력 발전기에 사용되는
네오디뮴, 디스프로슘

스마트 기기, 컴퓨터 등의
디스플레이에 사용되는
유로퓸, 이트륨, 세륨

하이브리드 자동차에 사용되는
네오디뮴, 디스프로슘, 터븀

첨단기술의 핵심, 희토류

전자 제품을 만들기 위해서는 철, 알루미늄과 같은 금속 원소뿐만 아니라 반도체, 희토류 등의 원소가 필수적으로 사용된다고 한다. 그중 희토류 원소가 전자 제품의 가격을 움직일 수 있을 만큼 중요하다고 하는데, 희토류는 대체 무엇일까?

희토류는 원자 번호 57 번부터 71 번에 속하는 랜타넘족의 원소와 21 번인 스칸듐(Sc), 39 번인 이트륨(Y)을 포함한 17 개의 원소 무리를 뜻한다. 이 원소들은 원자가 전자수가 같아 화학적 성질이 유사하다. 희토류는 화학적으로 안정하고 전자기적, 광학적 성질이 독특해 반도체와 함께 첨단기술에서 중요한 역할을 한다.

두 얼굴의 희토류

희토류는 첨단기술에 꼭 필요하지만, 희토류를 얻는 과정에서의 문제점도 많다고 한다. 희토류를 개발해야 할까, 말아야 할까?

희토류는 채굴하는 과정에서 화학 약품이 많이 사용되고 방사성 물질을 방출하기 때문에 환경 오염과 심각한 산업 재해를 일으킨다. 최근에는 극지방의 심해저에 있는 희토류를 개발하기 위한 논의가 본격화되고 있지만, 이에 대한 찬반 논란이 뜨겁다. 일부 국가는 희토류 개발 지역이 한정적이면 국가 간에 자원 전쟁이 일어날 수 있으므로 극지방의 희토류 개발이 필요하다고 주장한다. 하지만 또 다른 국가는 극지방의 희토류를 채굴하는 과정에서 기름이 유출되는 등의 환경 오염으로 생태계가 파괴될 수 있기 때문에 개발해서는 안 된다고 주장한다.

광섬유에 사용되는
어븀, 이터븀

희토류 개발과 관련된 1 분짜리 뉴스 영상을 만들어 보자.

희토류 조사하기

모둠별로 아래의 검색어를 활용하여 희토류와 관련된 자료를 조사해 보자.

희토류, 극지방 자원, 심해 자원, 친환경 자원

희토류 개발에 대한 의견 정리하기

조사한 내용을 바탕으로 희토류 개발에 대한 찬성과 반대의 의견을 정리해 보자.

1분 뉴스 만들기

1 뉴스 영상을 만들기 위한 스토리 보드를 만들어 보자.

두 얼굴의 희토류

만들고자 하는 뉴스 영상의 줄거리를 작성한다.

영상을 촬영할 장소, 등장 인물, 대본, 준비물, 주의 사항 등을 정한다.

촬영할 장면들을 간단하게 그린 뒤, 각 장면에 대한 설명과 대사를 작성한다.

미래 핵심 광물로 뽑히는 희토류는 어두운 면도 존재하는데요, 희토류의 두 얼굴에 대해 자세히 알아보겠습니다.

2 모둠별로 작성한 스토리 보드를 바탕으로 뉴스 영상을 제작해 보자.

영상을 공유하고 평가하기

1 모둠별로 만든 뉴스 영상을 공유 플랫폼에 공유해 보자.

2 다른 모둠의 뉴스 영상을 보고 느낀 점을 댓글로 달아 보자.

평가하기

[지식·이해] 주기율표에서 희토류가 어디에 있는지 알고, 특징을 이해하였는가?

[과정·기능] 희토류와 관련한 다양한 내용을 조사하여 이와 관련한 기사를 작성하였는가?

[가치·태도] 희토류 개발이 사회에 끼치는 영향을 이해하였는가?

[모둠 평가] 모둠원의 역할 분담이 적절하고, 모두 적극적으로 참여하였는가?

1 단원 통합

여관 개념

그림은 별빛의 스펙트럼과 스펙트럼 관측에 대한 설명이다.

| 단원

|| 단원

우주의 구성 원소나 별을 구성하는 원소는 스펙트럼을 분석하여 알아낸다. 별이나 은하로부터 오는 빛의 스펙트럼을 관측할 때는 천체로부터 오는 빛의 종류와 세기를 측정해야 하는데, 이때 빛을 전기 신호로 변환해야 하므로 센서를 이용한다.

- (1) 스펙트럼 관측에는 어떤 센서를 이용하는 것이 좋을지 설명해 보자.
 - (2) 센서를 이용하여 천체에서 오는 빛을 디지털 신호로 변환할 때 어떤 장점이나 단점이 생길 수 있는지 설명해 보자.

2 영역 통합

여관 개념

다음은 16 세기 이탈리아 화가 주세페 아르침볼도의 ‘물, 불, 흙, 공기’란 작품이다. 이 작품이 그려질 당시에 사람들은 모든 물질이 물, 불, 흙, 공기의 네 가지 원소로 이루어져 있다고 생각하였고, 주세페는 각각의 원소에 해당하는 이미지를 활용하여 왕의 초상화를 그렸다.

|| 단원

미술

2

三

10

공기

- (1) 위 작품에서 네 가지 원소를 활용해 어떻게 인물을 표현했는지 설명해 보자.
 - (2) 위 작품이 그려졌을 때와 현재는 자연을 구성하는 원소를 분류하는 기준이 어떻게 다른지 설명해 보자.

우주 자원은 누구의 것인가?

다음은 우주 자원의 민간 소유권에 관한 글이다. 글을 읽고 아래의 활동을 해 보자.

토론 *논술

지구 생명체 탄생의 단서를 찾기 위해 소행성 '베누'에서 채취한 샘플이 2023년 9월 지구에 도착하였다. 우주 공간은 미래 인류의 지속적인 생존과 번영을 위해 개척해야 할 영역이다. 우주 조약에서는 우주에 대한 국가적 소유를 금지하였다. 그러나 2015년 미국이 민간 기업의 소행성 자원과 우주 자원에 관한 재산적 권리를 인정하면서 민간 기업의 우주 자원 개발에 대해 논란이 발생하였다. 우주 자원에 대한 민간 기업의 소유권을 인정해야 할까?

우주 자원의 민간 기업 소유권 인정에 관해 찬성하는 입장과 반대하는 입장을 조사하여 간단한 문구를 써서 시각적으로 표현해 보자.

찬성

반대

우주 자원에 관한 민간 기업의 소유권 인정이 우주 개발에 미치는 긍정적 영향과 부정적 영향을 조사해 보자.

우주 자원에 관한 민간 기업의 소유권 인정에 대해 찬반 입장을 정한 후, 근거를 들어 주장하는 글을 공유 플랫폼에 게시해 보자. 또, 다른 사람의 글을 읽고 이에 대한 반론과 질문을 댓글로 추가해 보자.

미래의 핵심 기술을 이끄는 지능형 반도체 개발자

지능형 반도체 개발자를 꿈꾼다면

물리학, 화학 등 기초 과학에 대한 지식을 갖추고, 반도체 설계에 대한 지식과 흥미가 있어야 한다. 또 끊임없이 발전하는 기술을 습득하려는 노력이 필요하다.

선택 과목: 물리학, 화학, 전자기와 양자,

물질과 에너지

최근 대기업을 중심으로 반도체 계약학과 신설 등이 추진되고 있다.

지능형 반도체 공학과에는 반도체 공정에 필요한 교과목뿐만 아니라 인공지능, 소프트웨어 관련 교과목들이 개설되어 있다.

병렬 컴퓨팅

동시에 많은 계산을 수행하는 연산의 한 가지 방법

최근 가전, 자동차, 스마트 기기, 인터넷 등 대부분의 산업에서 인공지능이 필수 요소로 떠오르면서 많은 양의 데이터를 빠르게 처리할 수 있는 지능형 반도체가 주목받고 있다. 기존의 반도체는 많은 양의 데이터를 한꺼번에 처리할 경우 많은 전력이 소모되고, 속도가 저하되는 한계가 발생한다. 이를 해결하기 위해 데이터 저장 기능을 하는 메모리 반도체에 연산 기능을 하는 시스템 반도체를 합한 지능형 반도체의 연구와 개발이 활발하게 진행되고 있다.

인공지능의 상용화를 위한 융복합적 사고

지능형 반도체 개발의 핵심 기술은 빠른 연산과 소형화, 저전력화이다. 지능형 반도체 개발자는 다양한 산업 분야에 필요한 인식, 추론, 학습, 판단 등의 기능을 하는 반도체를 설계하고 만드는 업무를 한다. 또 완벽한 인공지능 시스템을 구현하기 위해 병렬 컴퓨팅 기술의 고도화와 초고속 메모리 시스템의 개발과 같은 소프트웨어 중심의 기술도 연구한다. 따라서 지능형 반도체 개발자는 반도체 분야의 소프트웨어, 하드웨어, 소자 등을 융복합적으로 다룰 수 있는 기술이 필요하다.

자율주행 자동차, 지능형 로봇, 스마트홈, 스마트 팩토리 등 지능형 반도체를 필요로 하는 다양한 산업이 계속해서 빠르게 성장하고 있으며, 교통, 에너지, 범죄 및 재난 방지 등의 공공 분야에서도 지능형 반도체가 상용화될 것으로 예상한다.

III

시스템과 상호작용

1
2
3

용어

1 지구시스템

지진 해일을 일으킨 화산 폭발

여행을 갔을 때 일어났던 일이다. 바닷가를 산책하던 중이었는데, 지진 해일 경보가 발령되어 주민 대피령이 내려졌다.

말로만 듣던 지진 해일, 갑자기 왜 일어난 것이지? 어딘가에서 지진이 일어난 것일까? 너무 놀라서 기사를 찾아보니, 남태평양에 있는 해저 화산에서 엄청난 규모의 폭발이 일어났다고 한다.

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 지구시스템의 구성 요소

해저 화산과 바다는 각각 지구시스템의 구성 요소 중 어느 권역에 해당하는지 알아본다.

02 지구시스템의 상호작용

지진 해일은 어느 권역의 상호작용으로 일어난 것인지 알아본다.

03 지권의 변화

지진 해일을 일으킨 해저 화산은 어디에 분포하는지 찾아본다.

스스로 정리하기 108 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

지구시스템의 구성 요소

이 단원을 배우고 나면

- 지구시스템이 태양계의 구성 요소임을 알고, 지구시스템을 구성하는 요소를 설명할 수 있다.
- 지구시스템을 구성하는 권역들의 성층 구조와 그 특징을 설명할 수 있다.

해저 화산은 수권과 지권 중

어디에 해당할까?

우리 쪽이야!

우리 쪽이지.

나는 누구
쪽이야?

지구시스템

태양계의 구성 요소인 지구

태양계는 태양, 행성, 위성, 왜소 행성, 소행성, 혜성 등으로 이루어져 있다. 태양계를 구성하는 이 천체들은 태양을 중심으로 일정한 궤도를 따라 공전하면서 서로 영향을 주고받는다. 우리가 사는 지구는 태양계에 속한 8 개의 행성 중 하나이며, 태양 및 다른 천체들과 서로 영향을 주고받으며 하나의 커다란 계를 이루고 있다.

그림 III-1 | 태양계

지구 표면을 둘러싸고 있는 공기의
층을 기권이라고 하며, 지표면으로
부터 약 1000 km까지 분포한다.

해수, 빙하, 지하수, 강과 호수 등과 같이 지
구에 존재하는 물을 수권이라고 하며, 수권
의 대부분은 해수(약 97 %)가 차지한다.

암석과 토양으로 이루어진 지구의 표면
과 지구의 내부를 지권이라고 하며, 지표
면으로부터 깊이 약 6400 km까지이다.

사람을 비롯하여 동물, 식물, 미생물 등 모든
생명체를 생물권이라고 하며, 지권, 수권, 기
권에 이르기까지 넓은 영역에 걸쳐 분포한다.

지구를 둘러싸고 있는 기권의 바깥
영역을 외권이라고 한다.

화산은 지구시스템의 구성 요소 중
어디에 속할까?



열권

공기가 매우 희박하여 낮과 밤의 기온 차가 크며 오로라가 나타나기도 한다.

중간권

대류가 일어나지만, 수증기가 거의 없어 기상 현상은 일어나지 않는다.

성층권

높이 올라갈수록 기온이 높아져 대류가 일어나지 않으며, 오존의 농도가 높은 오존층이 있다.

대류권

대류가 활발하게 일어나며, 눈, 비, 바람 등의 기상 현상이 일어난다.

0 5 10 15 20 25 수온 (°C)

300

1000

혼합층

태양 에너지를 흡수하여 수온이 높고, 바람의 영향으로 해수가 혼합되어 깊이에 따른 수온의 변화가 거의 없는 층이다.

2000

깊이(m)

수온 약층

수심이 깊어질수록 수온이 급격하게 낮아지므로 안정한 층이다. 따라서 해수의 연직 운동이 일어나기 어려워 혼합층과 심해층 사이의 물질과 에너지 교환이 거의 일어나지 않는다.

심해층

태양 에너지가 도달하지 못하여 수온이 낮고, 계절이나 깊이에 따른 수온의 변화가 거의 없는 층이다.

<p>지각</p> <p>지구의 겉 부분에 있는 얕은 층이다. 대륙 지각과 해양 지각으로 구분되며, 대륙 지각이 해양 지각보다 더 두껍다.</p>	<p>맨틀</p> <p>지구 전체 부피의 약 80 %를 차지하며, 고체 상태이지만 유동성이 있다.</p>
<p>외핵</p> <p>액체 상태인 외핵과 고체 상태인 내핵으로 구분되며, 외핵에서는 철과 니켈의 대류로 지구 자기장이 형성된다.</p>	<p>내핵</p>

기권과 수권의 성층 구조에서
안정한 층을 찾아보자.

소단원 확인하기

- 1 지구시스템을 구성하는 요소 5 가지를 써 보자.
- 2 국제선 항공기는 10700 m ~ 12200 m 정도 높이에서 운항한다. 항공기를 이 고도에서 운항할 때 얻을 수 있는 이점을 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 108쪽에 써 보자.

평가하기

- [지식·이해]** 지구시스템을 구성하는 요소를 설명할 수 있는가?
- [과정·기능]** 기권, 수권, 지권에서 나타나는 특징을 통해 성층 구조를 추론할 수 있는가?
- [가치·태도]** 지구시스템에서 일어나는 다양한 현상에 호기심을 갖게 되었는가?

0

지구시스템의 상호작용

이 단원을 배우고 나면

- 지구시스템의 에너지 흐름으로 인해 물질 순환이 일어나는 과정을 설명할 수 있다.
- 지구시스템의 각 권역이 상호작용 하여 일어나는 자연 현상을 설명할 수 있다.

지진 해일은 어느 권역의 상호작용으로 일어날까?

나는 지진 해일!
그냥 파도와는 다르지.

지구시스템의 에너지원

비나 눈이 내리고, 지진이 일어나는 등 다양한 자연 현상이 일어나는 데에는 에너지가 필요하다. 지구시스템의 여러 가지 현상을 일으키는 에너지원에는 태양 에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지가 있다. 이러한 에너지가 지구시스템에 어떤 영향을 주는지 다음 탐구에서 알아보자.

의사소통 | 개방성

자연 현상을 일으키는 지구시스템의 에너지원 알아보기

목표

다양한 자연 현상을 일으키는 지구시스템의 에너지원을 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 붙임쪽지

| 문제 인식 | 다양한 자연 현상들은 지구시스템의 에너지원과 어떤 관련이 있을까?

| 과정 |

1 그림은 지구시스템에서 일어나는 자연 현상 중 일부를 나타낸 것이다. 각각의 자연 현상을 일으키는 에너지원을 써 보자.

공유 플랫폼 활용

붙임쪽지 대신 공유 플랫폼에서 다양한 자연 현상을 제시하고, 분류하는 활동을 할 수 있다.

태풍

밀물과 썰물

화산 활동

2 우리 주변에서 일어나는 다양한 자연 현상을 조사하여 붙임쪽지에 써 보자.

3 불임쪽지에 쓰인 자연 현상을 일으킨 에너지원에 따라 태양
에너지, 지구 내부 에너지, 조력 에너지로 분류해 보자.

태양 에너지 지구 내부 에너지 조력 에너지

바람

광합성

| 결과 및 정리 |

과정에서 분류한 결과를 바탕으로 지구시스템에서 일어나는
자연 현상의 에너지원을 설명해 보자.

태양 에너지는 지구시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하며, 지구시스템의 모든 요소에 영향을 주는 근원 에너지이다. 지구 내부 에너지와 조력 에너지는 태양 에너지보다 적은 양을 차지하지만, 지구시스템의 많은 요소에 영향을 미친다.

조력 에너지

- 달과 태양의 인력으로 생기는 에너지이다.
- 지구가 자전하여 밀물과 썰물이 일어난다.
- 해안 지역의 지형과 생태계에 영향을 준다.

태양 에너지

- 태양에서 오는 에너지이다.
- 기권, 수권, 지권에 흡수되어 구름, 바람, 비 등 날씨의 변화를 일으킨다.
- 풍화와 침식 작용으로 지표의 변화를 일으킨다.

지구 내부 에너지

- 지구 내부의 방사성 물질이 봉괴하면서 방출되는 에너지이다.
- 화산 활동과 지진, 판의 운동 등으로 지형을 변화시킨다.

그림 III-6 | 지구시스템의 에너지원

확인

밀물과 썰물을 일으키는 지구시스템의 에너지원은 무엇인가?

지구시스템의 물질 순환과 에너지 흐름

물의 순환

물은 주로 태양 에너지의 영향을 받아 고체, 액체, 기체로 상태가 변하면서 각 권 사이를 이동하며 순환한다. 수권의 물은 태양 에너지를 흡수하여 수증기가 되어 기권으로 이동한다. 수증기의 일부는 응결하여 구름이 되고, 비나 눈으로 내리면서 지권이나 수권, 생물권으로 돌아온다. 물이 순환하는 과정에서 구름, 비, 눈, 태풍 등 여러 가지 날씨의 변화가 일어난다. 수권의 물은 강물, 지하수, 빙하 등의 형태로 풍화와 침식 작용을 일으켜 지표를 변화시킨다.

강수와 증발에 의한 에너지
흐름을 비교해 보자.

그림 III-7 | 물의 순환 물은 태양 에너지를 흡수 또는 방출하며 지구시스템의 각 권을 이동하고, 이 과정에서 날씨의 변화나 지표의 변화와 같은 다양한 자연 현상이 일어난다.

탄소의 순환

지구시스템에서 탄소는 다양한 형태로 존재하며, 각 권 사이를 순환하면서 에너지의 흐름도 함께 일어난다. 화산이 폭발할 때 지구 내부 에너지가 방출되고, 지권의 탄소는 기권으로 이동한다. 광합성을 하는 생물은 이산화 탄소를 흡수하여 포도당을 만들고, 태양 에너지는 생물의 생장에 필요한 화학 에너지로 저장된다. 대기 중의 이산화 탄소는 해수에 녹아 석회암으로 지권에 저장되거나 해양 생물의 골격을 이룬다. 일부 생물의 사체는 지층에 묻혀 석유와 석탄 등 화석 연료의 형태로 지권에 저장되고, 화석 연료의 연소 과정에서 탄소는 기권으로 이동한다. 이때 화석 연료의 내부에 저장된 에너지는 열에너지나 빛에너지로 방출된다.

탄소는 생명체를 이루는 주요 성분으로, 탄소의 순환은 물의 순환과 더불어 지구시스템에서 생명 현상을 지속적으로 유지하기 위해 필요한 순환 중 하나이다.

대기 중의 탄소
(CO_2 , CH_4 등)

아래 그림에서 대기 중 이산화 탄소의 양을 감소시키는 작용을 찾아보자.

탄산 이온

석회암

해양 생물의 골격

그림 III-8 | 탄소의 순환

확인

지구시스템의 각 권에서 탄소는 어떤 형태로 존재하는지 설명해 보자.

지구시스템의 상호작용

지구시스템의 구성 요소들은 끊임없이 서로 영향을 주고받는데, 이를 지구시스템의 상호작용이라고 한다. 식물은 기권의 이산화 탄소를 흡수하여 광합성을 하고, 지권에서 일어나는 화산 활동으로 분출된 화산재와 화산 가스는 지구의 기온을 변하게 한다. 수권의 해수는 파도를 일으켜 해안 지형을 변하게 하고, 해양 생물의 서식처를 제공하기도 한다. 이처럼 지구시스템은 상호작용 하며 균형을 유지한다.

그림 III-9 | 지구시스템의 상호작용

지구의 생명체는 지구시스템의 변화에 영향을 받으며 살아간다. 다음 활동으로 지구시스템의 상호작용이 인간 사회에 미치는 영향을 알아보자.

해 보기 지구시스템의 상호작용 알아보기

다음은 나일강의 변화에 따라 계절별 고대 이집트인들의 생활 모습을 나타낸 것이다.

홍수의 계절(6월~9월)

나일강이 범람하여 강 주변의 넓은 지역에서
홍수가 발생하는 시기

생장의 계절(10월~1월)

범람했던 강물이 빠지면서 비옥해진 토지에
농부들이 씨를 뿌리는 시기

수확의 계절(2월~5월)

작물을 거두어들이는 시기

각 계절에는 지구시스템의 어느 권역들이 상호작용 하는지 이야기해 보자.

나일강의 주기적인 변화가 고대 이집트인들의 생활에 미친 영향을 토의해 보자.

해저에서 발생한 지진이나 화산 폭발이 지진 해일을 일으키듯 지구시스템의 어느 한 권역에 변화가 생기면 다른 권역에도 영향을 준다. 최근에는 환경 오염과 삼림 벌채, 댐 건설 등과 같은 인위적인 요인에 의해 지구시스템의 균형이 깨지기도 한다. 지구 시스템을 구성하는 요소와 상호작용은 매우 복잡하여 지구시스템 내에서 일어나는 변화를 예측하는 것은 어렵다. 지구시스템에 변화가 발생하면 인간을 비롯한 지구의 생명체들도 영향을 받으므로 지구시스템이 균형을 이루도록 보전해야 한다.

지진 해일

해저에 지각 변동이 생겨서 일어나는 해일로, 해안 근처의 얕은 곳에서 물결의 높이가 급격히 높아지는 현상이다.

지진 해일로 인한 침수

열대 우림 파괴

북극 해빙

그림 III-10 | 지구시스템의 균형이 깨진 예

소단원 확인하기

- 1 외권과 지권이 상호작용 하는 자연 현상의 예를 찾아 설명해 보자.
- 2 갯벌을 흙으로 덮는 간척 사업이 인간에게 미친 영향을 이야기해 보자.
이 단원에서 찾은 생각 조각을 108쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 지구시스템의 상호작용으로 나타나는 자연 현상을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 다양한 자연 현상을 통해 지구시스템의 물질 순환과 에너지 흐름의 과정을 추론할 수 있는가?

[가치·태도] 미래 세대를 위해 지구 시스템을 최적의 상태로 보전해야 할 생태적 책임감을 인식하였는가?

0

지권의 변화

이 단원을 배우고 나면

- 지권의 변화를 판의 운동으로 설명할 수 있다.
- 에너지 흐름의 결과로 발생하는 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향을 추론할 수 있다.

해저 화산이 분포하는 곳의

공통점은 무엇일까?

우리의
우리는
공통점은?
해저 화산!

판 구조론과 판의 경계

판 구조론

지각과 맨틀의 상부는 구성 암석과 그 성질에 따라 암석권과 연약권으로 구분한다.

암석권은 지각과 맨틀의 최상부를 포함한 두께 약 100 km 구간의 단단한 부분이다.

연약권은 암석권 아래의 약 100 km~400 km 구간으로, 맨틀 상부와 하부의 온도 차이로 맨틀의 대류가 일어난다. 지구의 표면을 이루는 암석권은 지구의 변동대를 따라 크고 작은 10 여 개의 조각으로 구분되는데, 이 조각을 판이라고 한다.

변동대

지구 내부 에너지의 급격한 방출로 지진과 화산 활동 등의 지각 변동이 활발하게 일어나는 지역이다.

그림 III-11 | 판의 이동과 경계

그림에 지각, 맨틀, 암석권, 연
약권을 표시해 보자.

판은 연약권에서의 맨틀 대류를 따라 천천히 움직이며, 판의 운동으로 지진, 화산 활동 등과 같은 지각 변동이 일어난다. 이와 같이 판의 운동으로 지권의 변화를 설명하는 이론을 **판 구조론**이라고 한다.

대륙판과 해양판

해양 지각은 현무암질 암석으로, 대륙 지각은 화강암질 암석으로 이루어져 있다. 따라서 해양판은 대륙판보다 두께가 얕지만 밀도가 더 크다.

판의 경계

판은 이동 방향과 속도가 각각 다르다. 판의 경계는 두 판의 상대적인 이동 방향에 따라 크게 수렴형 경계, 발산형 경계, 보존형 경계로 구분된다. 수렴형 경계는 판과 판이 서로 가까워지는 곳, 발산형 경계는 판과 판이 서로 멀어지는 곳, 보존형 경계는 판과 판이 서로 어긋나는 곳이다.

그림 III-12 | 판의 경계의 종류

(충돌형 경계)

(접입형 경계)

접입

밀도가 큰 판이 밀도가 작은 판 아래로 들어가는 현상

판과 판이 서로 가까워지는 곳

판이 갈라져 서로 멀어지는 곳

두 판이 서로 어긋나는 곳

판의 경계에서 나타나는 여러 가지 지형과 지각 변동

맨틀 대류가 하강하면서 밀도가 비슷한 두 대륙판이 만나 충돌하거나 밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 해양판 또는 대륙판 아래로 섭입하여 들어가 판이 소멸한다.

충돌형 경계 대륙판과 대륙판
이 충돌하는 경계

섭입형 경계 해양판과 해양판
또는 해양판과 대륙판이 충돌하는 경계

충돌형 경계에서는 거대한 습곡 산맥이 형성된다.

섭입형 경계에서는 수심이 깊은 해저 골짜기인 해구가 형성되고, 해구와 나란하게 습곡 산맥 또는 호상 열도가 형성된다.

두 대륙판이 충돌하는 곳에서는 화산 활동은 거의 일어나지 않지만, 지진이 활발하게 일어난다. 판이 섭입하는 곳에서는 섭입대를 따라 마그마가 형성되어 화산 활동과 지진이 활발하게 일어난다.

히말라야산맥, 일본 해구, 인도네시아 화산섬, 안데스산맥 등

그림 III-13 | 판의 경계에서 나타나는 지형

2

1

7

히말라야산맥

3

일본 해구

섬들이 활 모양으로 길게 배열되어 있는 지형을 호상 열도라고 한다.

인도네시아 화산섬(호상 열도)

안데스산맥

맨틀 대류가 상승하면서
맨틀 물질의 일부가 마그마
의 형태로 올라와 새로운
판이 생성된다.

해양에서는 주변 해양저보다 높은 해저 산맥인 해령이 형성되고, 대륙에서는 주변보다 낮은 골짜기 형태의 열곡대가 형성된다.

마그마가 상승하면서 화산 활동과 지진이 활발하게 일어난다.

대서양 중앙 해령, 동태평양 해령, 아이슬란드 열곡대, 동아프리카 열곡대 등

해령의 중심이 어긋난 부분에
두 판이 서로 반대 방향으로
스쳐 지나가는 곳으로, 판의
생성이나 소멸이 없는 곳이다.

대부분 해양에서 해령이 끊어지는 곳에 변환 단층이 형성된다. 북아메리카의 산안드레아스 단층과 같이 육지로 드러난 곳도 있다.

화산 활동은 거의 일어나지 않지만, 지진이 활발하게 일어난다.

산안드레아스 단층 등

6

8

5

산안드레아스 단층

4

대륙이나 해양에
발달하는 폭이 좁
고 깊은 V자 모양
의 골짜기를 열곡
이라 하고, 열곡
이 길게 어어진
지형을 열곡대라
고 한다.

확인

1 보존형 경계에서 활발하게 일어나는 지각 변동은 무엇인가?

2 해양판과 대륙판이 서로 가까워지는 곳에서 형성되는 지형은 무엇인가?

지진의 변화가 지구시스템에 미치는 영향

지진과 화산 활동은 지구 내부 에너지가 지표로 방출되면서 일어난다. 지구 내부 에너지가 지층에 오랫동안 축적되면 지층이 변형되고 끊어진다. 이 과정에서 땅이 흔들리는 **지진**이 일어난다. 지하의 마그마가 지각의 약한 부분을 뚫고 상승하면 지구 내부 에너지가 급격하게 방출되면서 분출물을 쏟아 내는 **화산 활동**이 일어난다. 다음 탐구 활동에서 화산 분출이 지구시스템에 미치는 영향을 알아보자.

분석 및 해석 | 안전·지속가능 사회에 기여

화산 분출이 지구시스템에 미치는 영향 알아보기

목표

화산 분출로 인한 환경 및 사회·경제적 피해의 종류를 알고, 그 피해를 줄이기 위한 대책을 수립할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 2022년 1월 남태평양에 위치한 통가에서 발생한 해저 화산 분출이 지구시스템에 미친 영향은 무엇일까?

| 자료 |

다음은 통가 화산 분출이 지구시스템에 미치는 영향을 나타낸 자료이다.

국제우주정거장(ISS)과 인공위성에서 촬영한 통가 화산 분출

화산 분출로 인한 지형의 변화

영상

2015년 화산 분출로 인해 이어져 있던 두 섬이 2022년 화산 분출로 다시 분리되었다.

|분석 및 정리|

- 1 통가 화산 분출이 지구시스템의 각 권에 미친 영향과 화산 분출로 발생한 환경적, 사회·경제적 피해 내용을 조사해 보자.
- 2 지구와 생명 시스템 측면에서 화산 분출로 인한 피해를 줄이기 위한 대책을 토의해 보자.

규모가 큰 지진이 발생하면 건물이 무너지고, 가스 누출과 전기 누전 등으로 화재가 발생하기도 한다. 화산 활동이 일어나면 화산 가스, 화산 쇄설물, 용암이 방출된다. 기권으로 방출된 화산 가스는 산성비를 내려 생물에 피해를 주며, 화산 쇄설물은 햅빛을 차단하거나 항공기의 운항에 지장을 주기도 한다. 용암이 흘러내리면서 주변 지형을 변화시키고 산불이 나기도 한다.

화산 쇄설물

화산 폭발로 형성된 고체 물질로 입자 크기에 따라 화산암괴, 화산력, 화산재, 화산진 등으로 구분한다.

지진으로 인한 피해

그림 III-14 | 지진과 화산 활동의 영향

화산재로 인한 피해

관광 자원으로 이용되는 화산 지형

지진이 일어날 때 발생하는 지진파를 분석하면 지구 내부의 구조와 물질에 관한 정보를 얻을 수 있다. 화산 활동으로 만들어진 지형은 관광 자원으로 이용되기도 하고, 화산 주변의 지열은 온수 공급이나 난방 등에 활용된다. 지진과 화산 활동은 지구 내부 에너지와 물질이 방출되는 과정이다. 이로 인한 지권의 변화를 연구하고 이해하는 과정을 통해 생물권을 포함한 지구시스템의 다른 구성 요소에 미치는 피해를 줄일 수 있다.

소단원 확인하기

1 맨틀 대류가 상승하는 곳에서 발달하는 지형을 써 보자.

2 화산 활동과 지진이 특정 지역에서 많이 발생하는 까닭을 판 구조론적 관점에서 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 108쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 지권의 변화를 판의 운동으로 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 화산 분출이 지구시스템에 미치는 영향을 잘 조사하였는가?

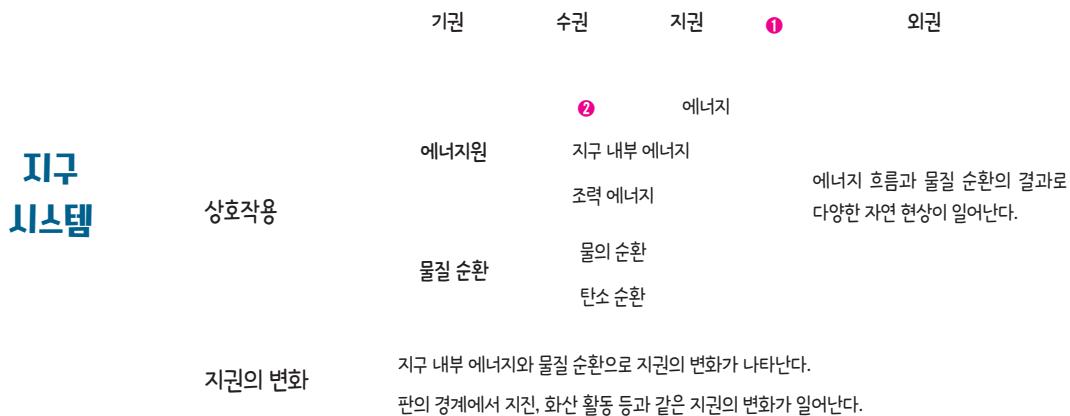
[가치·태도] 지구시스템의 균형이 깨질 때 발생하는 영향과 대처 방법을 알고 있는가?

스스로 정리하기

- 1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

기권, 수권, 지권은 성층 구조를 이룬다.

구성 요소



- 2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

지구시스템의 구성 요소 중 해저 화산은

① 에, 바다는 ② 에
해당한다.

02

지진 해일은 지권과 ③ 의 상호
작용으로 발생한다.

03

지진 해일을 일으키는 화산은 주로
④ 에 분포한다.

스스로 평가하기

1 그림은 지구시스템의 구성 요소를 나타낸 것이다.

(1) A~E에 해당하는 각

지구시스템의 구성 요
소를 쓰시오.

(2) A~E 중 성층 구조가

나타나는 권역이 포함
된 것을 쓰시오.

A

B

E

C

D

4 그림은 지구시스템에서 일어나는 물의 순환을 모식적으로 나
타낸 것이다.

대기

대기

A

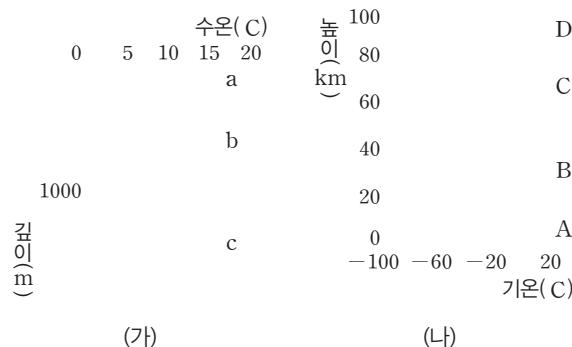
B

C

육지

해양

2 그림 (가)와 (나)는 각각 수권과 기권의 연직 온도 분포를 나타
낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르
시오.

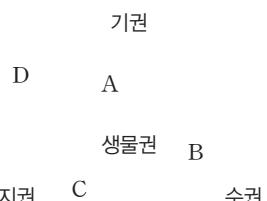
|보기|

ㄱ. a는 혼합층, c는 심해층이다.

ㄴ. b와 B는 모두 안정한 층이다.

ㄷ. A와 C에서는 모두 기상 현상이 일어난다.

5 그림은 지구시스템 구성 요소의 상호작용을 나타낸 것이다.



(1) 식물이 광합성을 하여 이산화 탄소를 흡수하고 산소
를 방출하는 현상은 A~D 중 어디에 해당하는지 쓰
시오.

(2) D에 해당하는 상호작용의 예를 한 가지만 쓰시오.

3 탄소의 순환에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대
로 고르시오.

|보기|

ㄱ. 화석 연료의 연소로 탄소는 지권에서 기권으로 이동
한다.

ㄴ. 생물권에서 탄소는 주로 이산화 탄소, 메테인 등의 형
태로 존재한다.

ㄷ. 수권의 탄산 이온은 석회암 또는 해양 생물의 골격을
만드는 데 주로 이용된다.

6 판 구조론에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고
르시오.

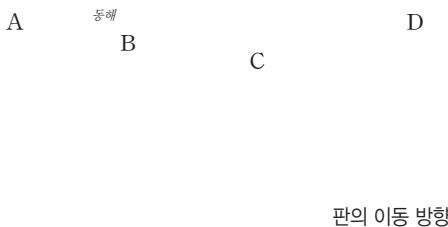
|보기|

ㄱ. 판은 대륙 지각에 해당한다.

ㄴ. 판의 경계에서는 지각 변동이 활발하다.

ㄷ. 여러 조각으로 나뉘어진 암석권을 판이라고 한다.

7 그림은 전 세계 주요 판의 경계와 상대적 이동 방향을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. A와 C에서는 화산 활동이 활발하게 일어난다.
- ㄴ. B에서는 해구가 발달한다.
- ㄷ. D에서는 새로운 지각이 생성된다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8 그림 (가)와 (나)는 지진과 화산 활동의 영향을 순서 없이 나타낸 것이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. (가)는 주변의 지형을 변화시킨다.
- ㄴ. (나)는 지층에 누적된 에너지가 갑자기 방출하여 발생한다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 대륙의 중앙부에서 많이 발생한다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9 안전·지속가능 사회에 기여 _ 다음은 극한 호우에 관한 신문 기사의 일부이다.

짧은 시간 동안 특정 지역에 비가 극단적으로 쏟아지는 ‘극한 호우’로 전국 곳곳에 큰 피해가 발생하였다. 극한 호우는 1시간 누적 강수량 50mm 이상, 3시간 누적 강수량 90mm 이상이 동시에 관측될 때를 말한다. 1시간에 30mm 이상 또는 하루에 80mm 이상의 비가 내리는 집중 호우보다 강도가 센 비이다. 이에 따라 2023년 여름 이후 극한 호우 예상 시 긴급 재난 문자를 발송하고 있다.

(1) 극한 호우와 같이 짧은 시간에 많은 비가 내리는 것은 인간 사회에 어떤 영향을 주는지 서술해 보자.

(2) 표는 과거 25년과 최근 25년 동안 여름철 극한 호우 일수와 집중 호우 일수를 비교한 것이다. 극한 호우와 집중 호우 일수가 증가하는 원인을 지구시스템의 상호작용과 관련지어 설명해 보자.

구분	과거 25년	최근 25년	증가율(%)
극한 호우	232 일	435 일	87.5
집중 호우	779 일	1042 일	33.8

(출처: 기상자료개방포털, 2022)

깊은 바닷속 산사태로 일어나는 쓰나미

‘쓰나미(tsunami)’는 지진 해일을 뜻하는 일본어이다. 일본어의 항구(tsu)와 파도(nami)에서 유래된 것으로, 지진, 해저 화산 폭발, 해저 산사태 등으로 발생한다.

하와이에서는 300 m 높이의 거대 쓰나미 흔적이 발견되었다. 이 흔적은 약 10 만년 전에 하와이 주변에서 거대한 해저 산사태로 발생한 해일로 만들어진 것이다. 우리나라의 동해는 일본과 가깝고 판의 경계 부근에 위치해 있어 우리나라에서 해저 산사태가 발생할 가능성이 가장 높은 지역이다. 특히, 동해는 해저 산사태로 인한 해일과 지진으로 인한 해일이 발생할 가능성이 모두 있는 곳이다.

신호 분석 및 경보

데이터 통신

해저 산사태 발생

지진 발생

해저 재해 감시 기술은 해저 면에
장착된 센서들 간의 수중 무선 통신
망 기술로 실시간으로 감지한 데이
터를 관제소에 전달하는 것이다. 해
저 산사태 또는 지진으로 인한 해일
은 언제나 발생할 수 있지만 미리 감
지하고 대피한다면, 그 피해를 줄일
수 있을 것이다.

해저 재해 감시 기술

1. 해저 산사태로 발생한 거대 쓰나미 시뮬레이션 영상을 찾아보자.
2. 쓰나미 발생 시, 행동 요령을 토의해 보자.

2 역학 시스템

속도에서 안전으로

“끼이익!”

아……. 넘어지는 줄 알았다. 자전거를 타고 신나게 내리막길을 달리다가, 주먹만 한 돌멩이에 걸려서 중심을 잃을 뻔했다.

얼마 전 뉴스에서 전동 킥보드 같은 개인형 이동 장치나 자전거를 이용하는 사람이 늘면서 안전사고도 더 자주 일어난다고 하던데, 자전거를 안전하게 탈 수 있는 방법이 없을까?

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 중력과 역학 시스템

자전거를 타다 내리막길을 만났을 때 주의할 점과 그 까닭을 알아본다.

02 운동과 충돌

자전거를 탈 때 발생하는 관성 및 충돌에 의한 안전사고의 위험성을 과학적인 관점에서 알아본다.

03 충돌과 안전

자전거를 탈 때 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방을 위한 대비책 및 장치를 알아본다.

스스로 정리하기 128 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

중력과 역학 시스템

이 단원을 배우고 나면

- 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동을 비교할 수 있다.
- 중력에 의해 지구 표면과 지구 주위에서 일어나는 다양한 운동을 설명할 수 있다.

자전거를 타고 내리막길을 달리면 속력이

점점 빨라지는 것은 무엇 때문일까?

내리막길 주의!

중력

생활 속에서 벌어지는 다양한 현상의 배경에는 힘이 있다. 고무줄의 탄성력을 이용하여 긴 머리카락을 묶을 수 있고, 튜브를 몸에 끼면 부력이 커져 물에 떠 있기 쉬워진다. 또, 등산화의 울퉁불퉁한 밑창 덕분에 마찰력이 커져 가파른 산을 미끄러지지 않고 오를 수 있다.

이와 같이 힘에 의해 물체의 운동 질서가 유지되는 체계를 **역학 시스템**이라고 한다. 여러 가지 힘 중에서 특히 중력은 지구상의 모든 물체에 끊임없이 작용하며 영향을 준다. 번지 점프를 하거나 물이 흐를 때나 의자에 앉아 있는 순간에도 연직 아래 방향으로 중력이 작용한다.

연직 방향

실에 추를 매달아 늘어뜨릴 때 실이나 타내는 방향으로, 중력이 작용하는 방향과 나란한 방향이다.

물이 중력에 의해 아래로 흐른다. 의자에 앉아 있을 수 있는 것은 중력이 작용하기 때문이다.

번지 점프를 하면 중력에 의해
아래로 떨어진다.

중력은 보통 지구가 물체를 끌어당기는 힘을 말하지만, 일반적으로 질량이 있는 모든 물체 사이에 작용하는 힘이다. 물체의 질량이 클수록, 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 중력이 커진다. 우리 주변에 있는 물체들 사이에도 중력이 작용하지만, 질량이 큰 지구가 당기는 중력에 비해 크기가 매우 작아 그 영향을 관찰하기 어려울 뿐이다.

그림 III-16과 같이 중력은 지구상에 있는 사과에도 작용하고, 지구에서 멀리 떨어진 달에도 작용한다. 이때 사과와 지구, 달과 지구 사이에는 중력이 쌍으로 나타나 서로를 중심 방향으로 각각 끌어당긴다.

그림 III-16 | 사과와 지구, 달과 지구 사이에 작용하는 중력

물체에 작용하는 중력의 크기를 무게라고 하며, 지구 표면에서 질량 1 kg인 물체의 무게는 약 9.8 N이다. 같은 물체라도 중력이 다른 곳에서는 무게가 달라진다. 예를 들어 달 표면에서 물체에 작용하는 중력의 크기는 지구 표면에서의 약 $\frac{1}{6}$ 배가 되므로, 같은 물체라도 달 표면에서는 더 가볍게 느껴진다.

그러면 다음 활동에서 가상 현실 기기로 달에서의 중력을 체험해 보자.

해 보기 달에서의 중력 체험하기

준비물 가상 현실 기기

달 체험 앱을 내려받거나 동영상을 검색하여,
달에서의 중력을 체험해 보자.

가상 현실 달 체험

가상 현실 달 체험, 월면 보행 체험 등으로 검색하면 다양한 달 체험 앱이나 가상 현실 달 체험 동영상을 찾을 수 있다.

달에서 뛰거나 걷는 것이 지구에서와 어떻게
다르지 설명해 보자

함

힘은 두 물체 사이의 상호작용이다. 물체 A가 물체 B에 힘을 작용하면, 동시에 물체 B도 물체 A에 크기가 같고 방향이 반대인 힘을 작용한다.

B가 A를 A가 B를
당기는 힘 당기는 힘

A	B
B가 A를 미는 힘	A가 B를 미는 힘
A B	

동해

지구가 달을
당기는 중력 달이 지구를
당기는 중력

지구가 사과를
당기는 중력

사과가 지구를 당기는 중력

영상

자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동

높은 곳에서 물체를 가만히 놓으면 중력이 작용하여 연직 아래 방향으로 떨어진다. 그렇다면 수평으로 던진 물체는 중력이 작용할 때 어떤 운동을 하는지 다음 탐구에서 알아보자.

데이터

분석 및 해석 | 개방성

자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동 비교하기

목표

자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동을 시각화하여 비교할 수 있다.

준비물

검은색 배경의 모눈종이, 쇠구슬 발사 장치, 스탠드, 집게, 스펀지, 쇠구슬 2개, 다중 섬광 사진 앱이 있거나 다중 노출촬영이 가능한 스마트 기기, 삼각대

| 문제 인식 | 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동은 어떻게 다를까?

| 과정 |

- 1 모눈종이와 쇠구슬 발사 장치를 스탠드에
집게로 고정하고, 바닥에 스펀지를 놓는다.
- 2 쇠구슬 발사 장치에 쇠구슬 A는 자유 낙하
하고, 쇠구슬 B는 수평 방향으로 운동하도록
장치한다.
- 3 스마트 기기를 삼각대에 고정하고, 두 쇠구슬이 운동하는 모습을 정면에서 촬영할 수
있는 위치에 세운다.
- 4 쇠구슬 발사 장치를 작동하여 두 쇠구슬이 동시에 운동하는 모습을 다중 섬광 사진으
로 촬영한다.

다중 섬광 사진 촬영 방법

영상

- ① 쇠구슬과 모눈종이의 색은 서로 대비되도록 준비한다.
- ② 다중 섬광 사진에 쇠구슬의 낙하 모습이 5~7 번 정도로
나뉘어 촬영되도록 촬영 시간 간격을 조절한다.
- ③ 촬영 후 다중 섬광 사진에 두 쇠구슬의 운동 경로가 모두
나타났는지 확인한다.

유의점

주변 공간을 충분히 확보한다.
실험 장치에서 수평 방향으로
발사되는 쇠구슬에 맞지
않도록 실험하는 동안 장치
근처에서 물러나 있도록 한다.

스펀지

| 결과 및 정리 |

- 1 촬영한 다중 섬광 사진을 보고, 쇠구슬 A가 같은 시간 간격마다 이동한 거리와 속도의 크기가 시간에 따라 어떻게 변하는지 설명해 보자.
- 2 쇠구슬 B가 같은 시간 간격마다 이동한 거리와 속도의 크기가 시간에 따라 어떻게 변하는지 연직 방향 운동과 수평 방향 운동으로 나누어 설명해 보자.

구분	연직 방향 운동	수평 방향 운동
같은 시간 간격마다		
이동한 거리		
속도의 크기		

- 3 쇠구슬 A와 B의 연직 방향의 운동을 서로 비교하고, 그 결과를 중력과 관련지어 설명해 보자.
- 4 각 모둠의 다중 섬광 사진을 공유하여, 여러 모둠의 쇠구슬 B의 운동 경로를 하나의 그림으로 나타내 보자.

- 5 에서 쇠구슬 B의 운동 경로가 서로 다르다면 그 까닭이 무엇인지 토의해 보자.

영상

동영상 분석 프로그램을 활용하여 물체의 운동 분석하기

동영상 분석 프로그램

- ① 쇠구슬 A, B가 운동하는 모습을 스마트 기기의 초고속 카메라 앱을 이용하여 촬영한다.
- ② 동영상 분석 프로그램에서 촬영한 영상을 열고, 운동을 분석할 구간을 설정한다.
- ③ 영상에서 길이 척도와 좌표축, 추적할 물체를 설정한다.
- ④ 자동 추적 기능을 이용해 일정한 시간 간격으로 물체의 위치를 기록한다.
- ⑤ 쇠구슬의 운동 그래프를 확인하고, 원하는 물리량으로 그래프 축을 설정하며 쇠구슬의 운동을 분석한다.

A

물체의 운동 가상 실험

지능형 과학실 ON에 접속하여 [학습 자료실]-[시뮬레이션]-[물체의 운동 가상 실험]을 체험하며, 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동을 관찰하고 분석할 수 있다.

<https://science-on.kofac.re.kr>
URL

역할 나누기

3 명~4 명이 모둠을 구성하여 실험 장치 작동, 촬영, 다중 섬광 사진 분석 등으로 역할을 나누어 수행한다.

중력에 의한 물체의 운동

속력과 속도

속력은 단위 시간 동안 물체가 이동한 거리를 나타내는 물리량이며, 속도는 단위 시간 동안의 위치 변화량으로 물체의 빠르기와 운동 방향을 함께 나타내는 물리량이다.

가상 실험

그림 III-18과 같이 지표면 근처에서 자유 낙하 하는 물체 A는 중력이 작용하여 연직 아래 방향으로 떨어진다. 공기 저항을 무시하면 물체 A의 속도의 크기는 매초 약 9.8 m/s 씩 빨라진다. 이때 단위 시간 동안의 속도 변화량을 **가속도**라고 하며, 단위는 m/s^2 를 사용한다. 즉, 지표면 근처에서 자유 낙하 하는 물체 A는 가속도의 크기가 약 9.8 m/s^2 로 일정하며, 이를 **중력 가속도**라고 한다.

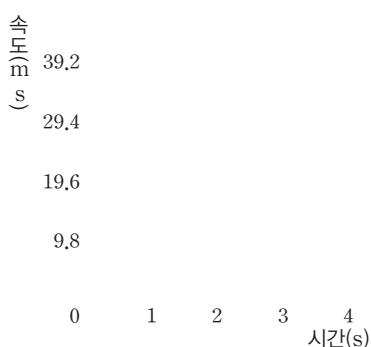


그림 III-17 | 지표면 근처에서 자유 낙하 하는 물체의 시간·속도 그래프

A

B

연
직
아
래
방
향

자를 이용하여 수평으로 던진 물체 B의 위치를 수평 방향과 연직 방향으로 나누어 빈칸에 각각 그려 보자.

수평 방향

그림 III-18 | 자유 낙하 하는 물체 A와 수평으로 던진 물체 B의 운동 비교

등속 운동과 등가속도 운동

등속 운동은 물체의 속력이 일정한 운동이고, 등가속도 운동은 가속도가 일정한 운동이다.

한편, 물체 A와 동시에 같은 높이에서 수평으로 던진 물체 B는 연직 방향으로는 중력이 작용하여 물체 A와 같은 등가속도 운동을 한다. 그러나 수평 방향으로는 힘이 작용하지 않으므로 등속 운동을 한다. 결국 연직 방향과 수평 방향의 운동이 합쳐져 물체 B는 포물선을 그리며 물체 A와 동시에 지면에 떨어진다.

어떤 물체를 같은 높이에서 물체 B보다 더 빠른 속도로 수평으로 던져도 연직 방향의 운동은 변하지 않으므로, 물체가 지면에 도달하는 데 걸리는 시간은 같다. 그러나 같은 시간 동안 수평 방향으로 더 멀리 나아가므로, 이 물체는 물체 B보다 더 면 지점에 떨어진다. 만약, 수평 방향으로 물체를 점점 더 빠르게 던지면 물체는 어떻게 될까?



수평으로 던진 물체 D는 지면에 닿을까? 만약 닿지 않는다면 그 까닭이 무엇일지 설명해 보자.

동해

그림 III-19의 물체 A, B, C처럼 같은 높이에서 수평 방향으로 물체를 점점 더 빠르게 던지면 물체는 같은 낙하 시간 동안 수평 방향으로 더 멀리 나아가므로, 더 먼 지점에 떨어진다. 그러다가 물체 D와 같이 어떤 특정한 속력으로 물체를 던지면, 물체는 지구 표면을 향해 낙하하지만 지구가 등글기 때문에 지면에 닿지 않고 지구 주위를 계속해서 돌 수 있다.

뉴턴은 이와 같은 사고 실험을 통해 사과가 지면을 향해 낙하하는 운동과, 달이 지구 주위를 공전하는 원운동은 모두 중력에 의한 지구 중심 방향의 가속도 운동임을 알아냈다.

그림 III-19 | 뉴턴의 사고 실험

뉴턴(Newton, I., 1642~1727)
만유 인력 법칙과 물체의 운동에 관한 세 가지 법칙을 확립하여 천체의 운동과 지구상의 물체의 운동을 같은 법칙으로 이해할 수 있음을 알아냈다.

사고 실험
직접 하기 힘든 실험을 머릿속에서 논리적인 생각으로 진행하는 실험이다.

소단원 확인하기

- 1 수평면 위 같은 높이에서 두 물체를 각각 수평 방향으로 3 m/s 와 5 m/s 로 던졌다. 공기 저항을 무시할 때 두 물체 중 지면에 먼저 닿는 것은 어느 것인가?
- 2 단거리 달리기를 할 때 온몸을 잔뜩 웅크린 후 발을 쭉 뻗으며 출발하는 크라우치 스타트를 활용하면 출발 속력을 높일 수 있다고 한다. 그 까닭을 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 128쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 자유 낙하 하는 물체와 수평으로 던진 물체의 운동을 중력과 관련지어 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 스마트 기기의 다중 센서 사진 앱을 활용해 물체의 운동을 분석할 수 있는가?

[가치·태도] 달이 지구 주위를 공전하는 자연 현상에 과학적 원리가 있음을 인식하였는가?

0

운동과 충돌

이 단원을 배우고 나면

- 상호작용이 없을 때 물체가 가속되지 않음을 설명할 수 있다.
- 충격량과 운동량의 관계를 설명할 수 있다.

자전거를 타다가 장애물을 발견하여 페달을
구르는 것을 멈추었는데, 왜 자전거는 바로
멈추지 않을까?

멈추지 않아!

알짜힘과 물체의 운동

알짜힘

물체에 작용하는 모든 힘의 합력

만약 달리던 자전거가 장애물을 발견한 즉시 멈춘다면 충돌을 피할 수 있을 것이다. 그러나 페달을 구르는 것을 멈추어도 자전거는 즉시 멈추지 않고 얼마 동안 계속 달린다. 이는 알짜힘이 작용하지 않을 때 정지하고 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 현재의 운동 상태를 계속 유지하는 성질인 관성 때문이다.

한편, 자전거와 버스가 같은 속도로 운동할 때 자전거보다 버스를 멈추게 하는 것이 훨씬 어렵다. 이것은 질량이 큰 물체일수록 관성이 크기 때문이다. 다음 탐구에서 관성에 의한

그림 III-20 | 급정거하는 버스에서 경험하는 관성 현상을 체험해 보자.

버스가 급정거할 때 승객의 몸이 한쪽으로 쓸리는 까닭을 관성과 관련지어 설명해 보자.

갈릴레이(Galilei, G., 1564~1642)
'알짜힘이 작용하지 않을 때 물체는 현재의 속도로 계속 운동한다.'라는 관성의 개념으로 물체의 운동을 설명하였다.

갈릴레이의 사고 실험

갈릴레이는 운동하던 물체가 멈추는 것은 힘 때문이라고 생각하고, 사고 실험을 통해 마찰이 없는 면에서 물체가 운동하는 상황을 설명하였다.

- ❶ 빗면의 꼭대기에 정지해 있던 공을 놓으면, 공은 처음 높이까지 굴러 올라간다.
- ❷ 빗면의 기울기가 낮아져도 공은 처음 높이까지 굴러 올라간다.
- ❸ 빗면의 기울기가 더 낮아져 수평이 되면, 공은 결코 처음 높이에 도달할 수 없으므로 영원히 등속 직선 운동을 한다.

관성 체험하기

| 과정 |

다음 도전 과제를 수행하고, 완수한 장면을 동영상으로 촬영하여 서로 공유해 보자.

동전

공

카드

동전 아래 카드 빼기

동전을 떨어뜨리지 않고 카드
만 빼 보자.

고개만 돌리기

공을 매단 M자형 철사를 머리
에 가만히 올린 후, 공을 움직
이지 않고 고개만 돌려 보자.

식탁보

식탁보 빼기

그릇을 움직이지 않고 식탁보
만 빼 보자.

목표

관성에 의한 여러 가지 현상을 설명할
수 있다.

준비물

스마트 기기, 카드, 동전, 굵은 철사, 공
2 개, 식탁보, 무거운 컵과 접시 여러 개

유의점

사람을 향해 카드를 날리지 않는다.
컵과 접시는 떨어져도 깨지지 않는 것
으로 준비한다.

영상

| 결과 및 정리 |

1 도전 과제를 완수하기 위해서는 어떻게 해야 하는지 설명해 보자.

2 일상생활에서 관성 때문에 나타나는 현상이나 관성을 이용하는 사례를 더 찾아보고
공유 플랫폼에 올려 공유해 보자.

물체에 알짜힘이 작용하지 않으면 물체는 현재의 운동 상태를 유지하며 가속되지 않는다. 반대로 알짜힘이 작용하면 물체의 운동 상태가 변한다. 그림 III-21과 같이 물체에 힘을 작용하여 물체의 운동 상태가 변할 때, 물체의 질량이 작을수록, 물체에 작용하는 알짜힘이 클 수록 물체의 가속도가 커진다.

가속도

힘

경주용 자동차

짧은 시간 내에 빠른 속도에 도달해야 하는 경주용 자동차는 가속도를 크게 하기 위해 차체를 가벼운 탄소 섬유로 만들고, 큰 힘을 내는 고출력 엔진을 장착한다.

그림 III- 21 | 힘을 작용하여 운동
상태가 변하는 물체

확인

두루마리 휴지의 끝부분을 천천히 잡아당기면 휴지가 풀어지는 데, 빠르게 잡아당기면 끊어지는 까닭은 무엇인가?

충격량과 운동량의 관계

스케이트 경기 중 두 선수가 서로 충돌하면 속도가 변한다. 이는 충돌 과정에서 두 선수가 서로 힘을 작용하기 때문이다. 이렇게 충돌이 일어날 때 두 선수의 운동 상태는 어떻게 변할까?

충격량

물체에 알짜힘이 작용하면 물체의 운동 상태가 변한다. 물체의 운동을 크게 변화시키려면 어떻게 해야 할지 다음 탐구에서 알아보자.

결론 도출 | 개방성

빨대로 면봉 멀리 날리기

목표

빨대 속 면봉을 멀리 날리는 조건을 찾을 수 있다.

준비물

면봉, 주름이 있는 빨대, 가위

유의점

사람을 향해 면봉을 날리지 않는다.

빨대를 구부린 후 면봉을 넣어 면봉이 입 속으로 빨려 들어가지 않도록 주의 한다.

영상

| 과정 |

- 면봉을 반으로 잘라서 빨대 속 주름 근처에 넣고, 빨대를 약하게 불 때와 세게 불 때 면봉이 날아가는 거리를 비교해 보자.
면봉 짧은 빨대
긴 빨대
- 그림과 같이 면봉을 짧은 빨대와 긴 빨대에 각각 넣고 같은 세기로 불 때 면봉이 날아가는 거리를 비교해 보자.

| 결과 및 정리 |

- 과정에서 빨대의 길이를 다르게 하는 까닭은 무엇인가?

2 어떤 경우에 면봉이 멀리 날아가는지 설명해 보자.

빨대를 불어 면봉을 날릴 때 빨대를 세게 불수록, 빨대의 길이가 길수록 면봉은 멀리 날아간다. 이처럼 물체에 힘이 작용할 때 힘의 크기가 클수록, 힘이 작용한 시간이 길수록 물체의 속도 변화가 크다. 물체에 작용한 힘과 힘이 작용한 시간을 곱한 물리량을 **충격량**이라고 하며, 단위는 N·s를 사용한다.

힘

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

F

그림 III-22에서 물체에 3 N의 힘을 5 초 동안 작용했다면 물체가 받은 충격량의 크기는 몇 N·s인가?

그림 III-22와 같이 물체에 힘이 일정하게 작용한다면, 물체가 받은 충격량의 크기는 힘을 시간에 따라 나타낸 그래프 아래부분의 넓이와 같다.

넓이=충격량

0

t 시간

그림 III-22 | 시간·힘 그래프

운동량

150 km/h의 속도로 운동하는 야구공과 기차의 운동을 같다고 할 수 있을까? 또, 150 km/h와 75 km/h의 속도로 운동하는 야구공의 운동을 같다고 할 수 있을까?

❶ 질량이 150 g인 야구공이 40 m/s의 속도로 운동한다면, 이 야구공의 운동량의 크기는 몇 kg·m/s인가?

그림 III-23 | 150 km/h의 속도로 운동하는 야구공과 기차의 운동

물체의 운동을 비교하려면 물체의 질량과 속도를 모두 고려해야 한다. 운동하는 물체의 질량과 속도를 곱한 물리량을 **운동량**이라고 하며, 단위는 kg·m/s를 사용한다.

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

충격량과 운동량의 관계

물체에 일정한 시간 동안 힘이 작용하면 물체의 속도가 변한다. 즉, 물체가 받은 충격량만큼 물체의 운동량이 변한다.

$$\text{충격량} = \text{운동량의 변화량}$$

예를 들어 그림 III-24와 같이 스케이트 선수가 같은 방향으로 달리는 앞 선수를 밀면, 미는 시간 동안 앞 선수는 운동 방향으로 충격량을 받아 그만큼 운동량이 증가한다. 반면, 뒤 선수는 운동 반대 방향으로 충격량을 받아 충격량 크기만큼 운동량이 감소한다.

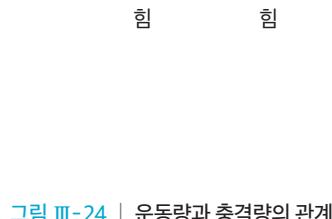


그림 III-24 | 운동량과 충격량의 관계

❷ 그림 III-24에서 앞 선수와 뒤 선수의 속력은 어떻게 변하는가?

소단원 확인하기

❶ 정지해 있던 질량 1 kg인 물체에 3 N의 알짜힘을 2 초 동안 작용하였다. 2 초 후 이 물체의 속력은 몇 m/s가 되는가?

❷ 야구 경기에서 타자가 야구 방망이로 공을 강하게 밀어 치면 공을 멀리 날려 보낼 수 있는 까닭을 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 128 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 관성의 개념, 충격량과 운동량의 관계를 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] 충격량의 크기에 영향을 미치는 요인을 실험을 통해 찾을 수 있는가?

[가치 · 태도] 관성 체험하기 활동에 적극적으로 참여하였는가?

0

충돌과 안전

이 단원을 배우고 나면

- 운동량과 충격량의 관계를 이용하여 충돌 현상을 설명할 수 있다.
- 물체의 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방을 위한 대비책 및 장치를 고안할 수 있다.

자전거를 탈 때 쓰는 안전모는

어떻게 나를 보호하는 걸까?

충격을 줄이기 위한 방법

충돌할 때 받는 힘과 시간의 관계

실제로 충돌할 때 물체가 받는 힘은 시간에 따라 변한다. 이때에도 시간·힘 그래프의 아랫부분의 넓이는 물체가 받은 충격량의 크기를 나타낸다.

힘

넓이=
충격량

O

시간

자전거를 타다가 넘어지거나 운동 경기를 하다가 다른 선수와 부딪혀 다치는 등 일상생활에서 관성이나 충돌과 관련된 안전사고가 발생할 때가 있다. 우리 주변에는 이러한 안전사고를 예방하고 피해를 줄일 수 있는 다양한 장치가 있다.

야구 경기에서 포수가 사용하는 두꺼운 글러브도 그중 하나이다. 포수가 야구공을 잡을 때 날아온 야구공의 속력이 같다면 맨손으로 야구공을 잡는 경우나 두꺼운 글러브를 끼고 잡는 경우 모두 손이 받는 충격량의 크기는 야구공의 운동량 변화량의 크기로 같다. 그러나 두꺼운 글러브를 끼면 그림 III-25와 같이 맨손으로 야구공을 잡을 때 보다 충돌 시간이 길어지므로 손에 가해지는 힘의 최댓값이 작아져 부상의 위험을 줄일 수 있다.

A의 넓이=B의 넓이

자전거를 탈 때 쓰는 안전모도 이와 같은 원리로 충돌에 의한 피해를 줄여 준다. 그림 III-26과 같이 안전모 내부에는 폭신한 재질의 충격 흡수재가 부착되어 있어 충돌할 때 머리를 보호한다. 따라서 턱끈을 매어 안전모를 고정해야 한다.

그림 III-27과 같이 자동차에도 관성이나 충돌과 관련된 안전사고를 대비한 여러 가지 안전장치가 있다.

자동차 충돌 사고가 발생할 때 안전띠, 에어백, 범퍼가 안전사고를 예방하는 원리를 설명해 보자.

충격 흡수재
충돌 시간을 길게 하여
머리에 가해지는
힘의 크기를
줄인다.

턱끈
관성에 의해 안전모가 벗겨지는 것을 막는다.

그림 III-26 | 안전모의 안전장치가 머리를 보호하는 원리

(가) 안전띠

그림 III-27 | 자동차의 안전장치

확인

그림의 자전거와 관련한 여러 가지 안전장치 중, 충돌을 예방하기 위한 장치와 충돌할 때 받는 피해를 줄이는 장치를 구분해 보자.

(다) 범퍼

벨
안전모
후미등
밝은색 옷

전조등

반사 테이프
발 전체를
덮는 신발

에어백

에어백이 자동차에 처음 도입된 것은 1970년대이지만, 이미 우주에서는 1960년대부터 달 착륙선에 이용되었다. 달 착륙선이 들어 있는 착륙 캡슐은 팽창식 에어백으로, 달 표면으로 하강하기 직전에 부풀려진다. 부푼 착륙 캡슐이 달 표면에 충돌하여 공처럼 몇 번을 더 튀다가 멈추면, 가스가 빠져나가고 반으로 갈라지면서 착륙선이 드러난다. 이후 에어백은 화성 탐사선에 본격적으로 이용되었다. 1997년, 화성에 착륙한 마스 패스파인더의 에어백은 선체 외부의 각 면마다 에어백 더미를 배치한 거대한 포도송이 모양으로, 화성 착륙 시 탐사선이 받는 충격을 줄여 주어 탐사선이 연착륙에 성공했다.

마스 패스파인더의 에어백 실험 장면

충돌과 안전장치

다음 탐구에서 교통수단과 운동 경기 등 다양한 충돌 상황에서 충격을 줄이는 방법을 탐색하고, 안전사고를 예방하는 대비책이나 안전장치를 고안해 보자.

의사소통, 협업 | 안전·지속가능 사회에 기여

교통수단과 운동 경기 등에서 충격을 줄이는 방법 탐색하기

목표

교통수단과 운동 경기 등에서 충격을 줄이는 방법을 탐색하고, 이를 바탕으로 안전사고 예방을 위한 대비책 및 장치를 고안할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 관성 및 충돌에 의한 안전사고 예방을 위한 대비책 및 장치는 어떻게 고안해야 할까?

| 과정 |

1 모둠별로 다음 중 한 가지 분야를 선택하여 관성 및 충돌에 의한 안전사고가 발생하는 사례를 조사해 보자.

교통수단

운동 경기

일상생활

2에서 조사한 사례 중 한 가지를 선택해 이러한 안전사고가 발생할 때 받는 충격을 줄일 수 있는 과학적 원리를 설명해 보자.

예

- ① 안전사고 상황: 자전거를 타다가 중심을 잃고 넘어진다.
- ② 위험 요소: 자전거 운전자가 딱딱한 바닥에 부딪히며 충격을 받는다.
- ③ 충격을 줄일 수 있는 과학적 원리: 운전자가 바닥에 충돌할 때 충돌 시간을 길게 하여 운전자가 받는 힘의 크기를 줄인다.

3에서 설명한 과학적 원리와 같은 원리를 이용한 안전사고 예방 대비책이나 안전장치에는 어떤 것들이 있는지 조사해 보자.

인명 구조 매트는
큰 공기 주머니를
이용해.

자동차 에어백처럼 충돌할
때 순간적으로 공기 주머니가
부풀어 나오는 것도 있어.

충격 흡수재를
사용하는 자전거
헬멧도 있어.

높은 곳에서 떨어지는 사람이 바닥에 닿을 때
충돌 시간을 길게 하여 사람이 충돌할 때 받는
힘의 크기를 줄여 준다.

인명 구조 매트

- 4** 앞에서 조사한 내용을 바탕으로 모둠에서 선택한 안전사고 사례를 예방하는 대비책이나 안전장치를 고안해 보자.

안전사고를 예방하는 장치를 고안할 때는 기존의 안전장치를 개선하거나 새로운 안전장치를 고안할 수 있다.

- 5** 고안한 대비책이나 안전장치의 소재와 사용 방법 등을 자세히 나타낸 설계도를 그리고, 충격을 줄이는 과학적 원리 등을 정리하여 발표해 보자.

예 자전거용 에어백

- ① **소재:** 나일론 같은 합성 섬유로 만든 공기 주머니와 순간적으로 기체를 주입하여 공기 주머니를 부풀게 할 수 있는 화학식 팽창 장치, 그리고 충격 감지 센서로 구성된다.
② **사용 방법:** 자전거를 탈 때 가방처럼 메고 다니다가, 운전자가 충격을 받으면 센서가 이를 감지하고 등에 면 가방 속에서 공기 주머니가 순간적으로 펴지며 머리, 목, 어깨 를 감싼다.
③ **충격을 줄이는 과학적 원리:** 운전자가 충돌할 때 공기 주머니가 충돌 시간을 길게 하여 운전자가 충돌할 때 받는 힘의 크기를 줄여 준다.

공기 주머니

등에 메는
가방 형태

역할 나누기

안전사고 예방을 위한 대비책이나 안전장치를 조사할 때는 모둠원 모두 한 가지씩 사례를 조사한다.
모둠원끼리 설계도 그리기, 발표하기 등의 역할을 나누어 수행한다.

| 결과 및 정리 |

다른 모둠의 발표를 보고, 각 모둠의 발표 내용을 다음 기준에 따라 평가해 보자.

구분	평가 기준	평가		
		우수	보통	미흡
1	안전장치를 고안할 때 적절한 과학 원리를 적용하였는가?			
2	실제로 제작이 가능한가?			
3	사용하기 편리한가?			
4	기존 장치를 개선하거나 새로운 아이디어를 바탕으로 한 것인가?			

소단원 확인하기

- 1** 스키를 타다가 넘어질 때 손을 짚으며 넘어지는 것과 엉덩이부터 먼저 넘어지는 것 중 어느 것이 충격을 덜 받는지 설명해 보자.
- 2** 어린이 보호 구역에서는 자동차의 주행 속력을 보통 30 km/h 이하로 제한한다. 자동차의 주행 속력을 낮추게 한 까닭을 운동량, 충격량과 관련지어 설명해 보자.
- 이 단원에서 찾은 생각 조각을 128 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 안전사고가 발생하는 원인을 과학적으로 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] 안전사고 예방을 위한 대비책이나 안전장치를 관성과 충격량을 활용하여 고안할 수 있는가?

[가치 · 태도] 안전장치를 고안하는 활동을 통해 안전한 사회를 만드는데 기여하였는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

지구 표면에서의 운동

연직 아래 방향의 가속도가 약 ①
 m/s^2 로 일정한 운동을 한다.

수평 방향: 등속 운동

중력에 의한
물체의 운동

역학 시스템

충돌과 안전

충격을 줄이기 위한 안전장치들

자동차 안전띠
- 관성 이기기

자유 낙하

연직 방향:

②

관성

상호작용이 없을 때 물체는
④ 되지 않는다.

지구 주위를 공전하는 원운동

중력에 의해 ③
도 운동을 한다.
방향의 가속

운동과 충돌

에어백

- ⑦ 을/를
늘리기

충격량과 운동량

충격량=힘×⑤
운동량=질량×⑥

에어백이 없을 때

에어백이 있을 때

충격량과 운동량의 관계:
충격량=운동량의 변화량

과속 방지턱

- 충돌 전 운동량 줄이기

운동량 증가 운동량 감소

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

자전거를 타고 내리막길을 달리면 페달을
구르지 않아도 ① 때문에 자전거
의 속력이 점점 빨라져서 위험하다.

02

달리던 자전거는 페달을 구르는 것을 멈추
어도 ② 때문에 곧바로 멈추지 않
는다.

03

안전모는 충돌 시 ③ 을/를 길게
하여 머리가 받는 충격을 줄여 준다.

스스로 평가하기

- 1 그림은 떨어지고 있는 사과 A, 매달려 있는 사과 B, 달 C를 나타낸 것이다.

A, B, C 중 지구의 중력이 작용하고 있는 것을 있는 대로 고르시오.

- 2 그림은 자유 낙하 하는 물체 A와 같은 높이에서 동시에 수평으로 던진 물체 B의 운동을 일정한 시간 간격으로 촬영한 것이다.

A B

A B
수평면

A와 B의 운동에 관한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 공기 저항은 무시한다.)

- ① A와 B는 동시에 수평면에 도달한다.
- ② A와 B의 연직 방향 속도는 일정하게 증가한다.
- ③ 운동하는 동안 A와 B에 작용하는 힘의 방향은 같다.
- ④ 운동하는 동안 A에 작용하는 힘의 크기는 일정하게 증가한다.
- ⑤ B는 단위 시간당 수평 방향으로 이동하는 거리가 일정하다.

- 3 그림은 물체 A, B를 행성 표면으로부터 높이 h 인 곳에서 수평으로 던졌을 때의 운동 경로를 나타낸 것이다. A는 행성의 표면으로 떨어졌고, B는 높이 h 를 유지하며 계속 운동하였다.

h
A B
행성 h

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- | 보기 |
- ㄱ. A에 작용하는 중력의 방향은 운동 방향과 같다.
- ㄴ. B에는 중력이 작용하지 않는다.
- ㄷ. 물체를 던진 속력은 A보다 B가 더 크다.

- 4 그림은 정지한 두루마리 휴지의 끝 부분을 빠르게 잡아당겼을 때, 휴지가 풀리지 않고 끊어지는 것을 나타낸 것이다.

이와 관련된 현상이 아닌 것은?
(정답 2 개)

- ① 이불을 막대기로 두드려 먼지를 털다.
- ② 활시위를 세게 당기면 활이 멀리 날아간다.
- ③ 달리던 사람이 돌부리에 걸리면 앞으로 넘어진다.
- ④ 수영 선수가 레인 끝에서 벽을 밭면서 나간다.
- ⑤ 버스가 급정거하면 승객의 몸이 한쪽으로 쏠린다.

- 5 그림은 빨대 속에 정지해 있는 물체를 입으로 불어서 발사하는 것을 나타낸 것이고, 표는 물체 A, B, C의 질량과 각 물체가 빨대를 빠져나오는 순간의 속력을 나타낸 것이다.

	물체	질량	속력
물체	A	m	v
	B	m	$2v$
	C	$2m$	$2v$

물체 A, B, C가 받은 충격량의 크기를 등호나 부등호를 이용하여 비교하시오.

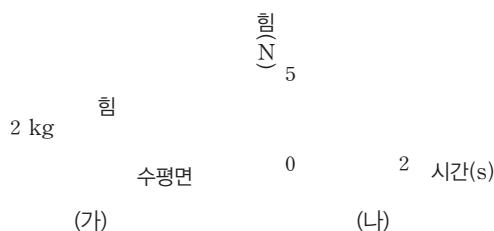
- 6 그림은 자동차가 벽에 충돌하는 모의실험의 한 장면을 나타낸 것이다.

자동차의 안전장치에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

안전띠

- ㄱ. 범퍼는 자동차가 벽에 충돌하는 시간을 줄인다.
- ㄴ. 에어백은 인체 모형이 받는 충격량의 크기를 줄인다.
- ㄷ. 안전띠는 인체 모형이 앞으로 튕어 나가는 것을 방지 한다.

- 7 그림 (가)는 수평면 위에서 정지해 있던 질량 2 kg인 물체에 일정한 방향으로 힘을 작용한 모습을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 이 물체에 작용하는 힘을 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

|보기|

- ㄱ. 0 초~1 초 동안 물체가 받은 충격량의 크기보다 1 초 ~2 초 동안 받은 충격량의 크기가 더 크다.
- ㄴ. 2초일 때 물체의 운동량 크기는 1초일 때의 2 배이다.
- ㄷ. 2초일 때 물체의 속력은 5 m/s이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 8 다음은 충격을 흡수하는 휴대 전화 케이스가 바닥에 충돌하는 순간의 모습을 나타낸 것이다.

- 9 **안전·지속가능 사회에 기여** _ 다음은 자전거를 안전하게 이용하기 위한 몇 가지 안전 수칙이다.

① 자전거를 탈 때는 반드시 안전모를 쓴다.

② 밤에는 전조등과 후미등을 사용한다.

③ 무리하게 속력을 내지 않는다.

- (1) 그림은 충돌 사고가 발생했을 때 안전모를 쓰지 않은 경우 머리에 가해지는 힘의 크기를 시간에 따라 나타낸 것이다. 같은 상황에서 안전모를 썼을 때 힘과 시간의 관계를 그래프에 덧그리고, 안전모가 생명을 지킬 수 있는 까닭을 충격량과 관련지어 설명해 보자.

힘 안전모를 쓰지 않았을 때

O 시간

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. 케이스가 바닥으로부터 받은 충격량의 크기는 바닥 이 케이스로부터 받은 충격량의 크기와 같다.
- ㄴ. 케이스가 높은 곳에서 낙하할수록 바닥에 충돌하기 직전 케이스의 운동량의 크기는 작아진다.
- ㄷ. 케이스와 바닥이 충돌하는 시간이 길어질수록 케이스가 바닥으로부터 받는 평균 힘의 크기는 커진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

- (2) ②, ③의 안전 수칙의 효과성을 과학적으로 분석해 보자.

- (3) 추가하고 싶은 안전 수칙을 제안하고, 제안한 까닭을 설명해 보자.

나를 끌어당기는 중력

나를 항상 끌어당기는 것, 어딘가에 매달리거나 기대어 있지 않으면 아래로 떨어지게 하는 것, 바로 중력이다. 막을 방법도, 피할 장소도 없어 보이는 중력을 이해하기 위해 아리스토텔레스부터 갈릴레이와 뉴턴을 거쳐 아인슈타인에 이르기까지 많은 사고의 전환을 거쳐 왔다.

물체가 ‘왜’ 아래로 떨어지는가에 대해 아리스토텔레스는 물질의 본성 때문이라고 주장하였다. 갈릴레이는 관점을 바꿔 물체가 ‘어떻게’ 떨어지는가를 실험을 통해 설명하였다. 뉴턴은 변하지 않는 시간과 공간 속에서 중력과 운동의 관계를 수학적으로 설명했지만, 여전히 중력의 원인은 설명하지 못하였다. 마침내 아인슈타인은 시간과 공간이 변할 수 있음을 증명하며, 중력이 ‘왜’ 생기고 ‘어떻게’ 작용하는지를 설명하였다.

우주는 불, 공기, 물, 흙이라는
네 가지 원소로 이루어져 있고,
각 원소는 본연의 위치로 돌아가려는
성질이 있습니다. 물체가
낙하하는 까닭은
지구의 중심이 물체
본연의 위치이기
때문입니다.

낙하하는 물체는
시간에 따라 속도가
일정하게 빨라지는
가속도 운동을 합니다.

사과가
떨어지는 것과
달이 지구 주위를 도는
것은 모두 지구가
당기는 중력에 의한
가속도 운동입니다.

갈릴레이
(Galilei, G., 1564~1642)

뉴턴
(Newton, I., 1642~1727)

지구가 당기는 것이 아니에요.
지구의 질량이 주위의 시공간을
휘어지게 하고, 물체는 휘어진
공간을 따라서 훌러갈 뿐이에요.

아리스토텔레스
(Aristoteles, B.C. 384~B.C. 322)

아인슈타인
(Einstein, A., 1879~1955)

이 사례를 바탕으로 ‘과학 지식은 변하지 않는다.’라는 주장에 대해 모둠별로 토의해 보자.

3 생명 시스템

즐거운 간식 시간!

화창한 오후, 동생과 재미있는 이야기를 나누며 맛있는 간식을 먹는다.

“꾸르륵!”

앗! 또 시작이다. 동생은 멀쩡한데, 나는 우유만 마시면 배탈이 난다. 같은 우유를 마셨는데, 왜 반응이 다른 거지?

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 생명 시스템의 기본 단위

우리 몸에서 생명활동을 수행하는 생명 시스템의 기본 단위에 대해 알아본다.

02 물질대사와 효소

우유를 소화하는 것과 같은 화학 반응이 일어나기 위해 필요한 물질은 무엇인지 알아본다.

03 세포 내 정보의 흐름

생명체 안에서 우유의 소화에 필요한 효소와 같은 단백질이 만들어지는 과정을 알아본다.

스스로 정리하기 152 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

생명 시스템의 기본 단위

이 단원을 배우고 나면

- 생명체는 생명 시스템의 기본 단위인 세포로 구성되어 있다는 것을 설명할 수 있다.
- 생명 시스템을 유지하기 위해 세포막의 선택적 투과를 통해 물질 출입이 일어남을 설명할 수 있다.

우리 몸에서 다양한 생명활동을 나타내는
생명 시스템의 기본 단위는 무엇일까?

오늘도
힘내자.

바쁘다, 바빠!

생명 시스템의 기본 단위, 세포

구성 요소 간의 상호작용으로 생명 현상이 나타나는 체계를 생명 시스템이라고 한다. 지구시스템의 생물권을 구성하는 수많은 생명체는 몸을 구성하는 여러 요소가 상호작용하며 생명활동을 유지하는 체계를 이루고 있으므로 그 자체로 하나의 생명 시스템이다. 생명체는 생명체를 구성하는 구조적 단위이자, 생장 및 생식 등 다양한 생명 현상이 일어나는 기능적 단위인 세포로 구성되어 있다.

핵: 유전정보가 담긴 DNA가 들어
있으며, 생명활동을 조절한다.

소포체: 라이보솜에서 합성한 단백질을
골지체나 세포의 다른 부위로 운반한다.

세포막: 세포를 둘러싸는 막으로,
세포의 물질 출입을 조절한다.

라이보솜: 작은 알갱이 모양으로,
단백질을 합성한다.

マイ토콘드리아: 생명
활동에 필요한 에너지를
생산한다.

세포질: 세포소기관이 있는 곳으로
다양한 생명활동이 일어난다.

골지체: 소포체에서 운반된 단백질을
변형하고 분비하는데 관여한다.

그림 III-28 | 동물 세포의 구조

세포는 그림 III-28, III-30과 같이 핵, 라이보솜, 소포체, 골지체, 엽록체, 마이토콘드리아 등 서로 다른 기능을 하는 여러 소기관과 세포막 등으로 구성된다. 세포는 각 세포소기관의 다양한 기능과 세포소기관 사이의 밀접한 상호작용에 의해 유지되는 하나의 생명 시스템이며, 그림 III-29와 같이 몸을 이루는 조직이나 기관에 따라 모양과 기능이 다르다.

적혈구와 백혈구

신경세포

생식세포

그림 III-29 | 우리 몸을 이루는 다양한 세포의 모습

핵
액포: 영양분, 색소, 노폐물 등을 저장하며, 세포의 생장과 삼투압 유지에 관여한다.

라이보솜

소포체

단백질을 합성하는 데 관여하는 세포소기관을 찾아보고 단백질의 합성과 운반의 흐름을 그림에 화살표로 나타내 보자.

마이토콘드리아

골지체

세포질

엽록체: 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.

세포막
세포벽: 세포막 바깥쪽에 있는 단단한 막으로, 세포의 형태를 유지하고 세포를 보호한다.

그림 III-30 | 식물 세포의 구조

인지질

지질의 한 종류로, 물에 대한 친화성이 있는 머리 부분과 물에 대한 친화성이 없는 꼬리 부분으로 이루어져 있다.

세포는 세포막이라는 얇은 막으로 둘러싸여 있다. 세포막은 세포의 형태를 유지하고 세포에서 물질대사가 일어날 수 있는 독립적인 환경을 조성한다. 세포에서는 세포막을 통해 다양한 물질의 출입이 일어나는데, 이는 생명 시스템 유지에 매우 중요한 역할을 한다.

세포막은 주로 인지질과 단백질로 이루어져 있다. 세포막에서 인지질은 꼬리 부분이 서로 마주 보며 2중층으로 배열된다. 인지질 2중층 곳곳에는 단백질이 박혀 있는데, 이 단백질은 세포가 영양분을 받아들이고 노폐물을 내보내는 물질 이동의 주요 통로가 된다.

머리 부분

세포의 안팎은 물이 풍부한 환경이므로, 세포막을

물

꼬리 부분

구성하는 인지질의 머리 부분은 물과 접하는 바깥쪽으로,

세포의 바깥쪽

인지질

꼬리 부분은 안쪽으로 향하여
2중층으로 배열된다.

인지질
2중층

그림 III-31 | 세포막의 구조

단백질

세포의 안쪽

확인

1 생명 시스템의 기본 단위는 무엇인가?

2 세포막의 구성 성분 두 가지는 무엇인가?

세포막을 통한 물질의 이동

다음 탐구에서 세포막을 통한 물질의 이동 방법과 세포막이 세포의 생명활동 유지에 하는 역할을 확인해 보자.

탐구 수행 | 개방성

막을 통한 물질의 이동 실험하기

| 문제 인식 | 물질은 세포막을 통해 어떻게 이동하는 것일까?

| 과정 |

1 안전 면도날로 붉은 양파의 겉 표피에 0.5 cm × 0.5 cm 크기로 칼집을 내고, 핀셋으로 얇은 막을 벗겨 낸다.

2 받침 유리에 벗겨 낸 표피 조각을 놓고 스포이트로 중류수를 한두 방울 떨어뜨린 후, 덮개 유리를 덮고 현미경으로 100 배 확대하여 관찰한다.

3 스포이트로 20 % 설탕물을 덮개 유리 옆에 떨어뜨리고, 반대편에서 거름종이를 대어 안쪽으로 스며들게 한다.

4 설탕물을 떨어뜨린 세포가 변화하는 과정을 현미경으로 관찰한다.

붉은 양파의
겉 표피

영상

목표

세포막을 통한 물질의 이동을 관찰하고, 그 원리를 설명할 수 있다.

준비물

붉은 양파, 안전 면도날, 핀셋, 받침 유리, 덮개 유리, 스포이트, 중류수, 20 % 설탕물, 거름종이, 광학 현미경, 실험복, 실험용 장갑

유의점

실험복, 실험용 장갑을 착용한다.
양파 표피 조각을 최대한 얇게 퍼서 현미경 표본을 만든다.
면도날에 손이 다치지 않도록 한다.
붉은 양파의 겉 표피는 진한 색을 띠고 있어 세포를 관찰하기 쉽다.
실험 후 남은 물질은 정해진 곳에 모아 처리한다.

| 결과 및 정리 |

1 중류수와 설탕물을 떨어뜨렸을 때의 양파 표피세포 모습을 비교하여 특징을 써 보자.

구분

중류수

20 % 설탕물

양파 표피세포의 모습

스마트 기기 거치대를 이용하면 세포의 변화를 촬영하여 기록할 수 있다.

2 관찰 결과를 토대로 세포의 모양이 변한 까닭을 물질의 이동과 관련지어 설명해 보자.

스마트 기기
거치대

3 세포막이 세포의 생명활동 유지에 어떤 역할을 하는지 토의하여 정리해 보자.

양파 표피세포를 증류수에 넣으면 물이 세포 안으로 들어와 세포의 부피가 커지고 세포가 팽팽해진다. 양파 표피세포를 세포 안보다 농도가 높은 설탕 용액에 넣으면 물이 세포 밖으로 빠져나가면서 세포질의 부피가 작아지고 결국에는 세포막이 세포벽에서 분리된다. 이처럼 세포막을 경계로 농도 차이가 나는 두 용액이 있을 때 농도가 낮은 용액에서 높은 용액으로 용매가 이동하는 현상을 **삼투**라고 한다. 식물의 뿌리털이 토양에서 물을 흡수할 때 삼투에 의해 물이 이동한다.

삼투와 확산

삼투는 용질이 반투과성 막을 통과하지 못할 때 용매인 물이 이동하는 현상이다. 이때 물 분자는 물의 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다. 즉, 용매인 물 분자의 확산을 삼투라고 한다.



그림 III-32 | 양파 표피세포에서 일어나는 삼투

세포에서는 세포 안팎의 농도 차에 따라 세포막을 경계로 물질의 확산이 일어난다. 산소, 이산화 탄소 등 비교적 크기가 작은 물질이나 지용성 물질, 지질 입자 등 물과 잘 결합하지 않는 물질은 인지질 2중층을 통해 직접 확산되며, 이온과 같이 전하를 띠는 물질이나 포도당, 아미노산과 같이 인지질 2중층을 직접 통과하기 어려운 물질은 막에 있는 단백질을 통해 확산된다. 물질의 종류에 따라 통로 역할을 하는 단백질이 달라서 특정 단백질 통로를 통해서는 특정 물질만이 선택적으로 투과한다.

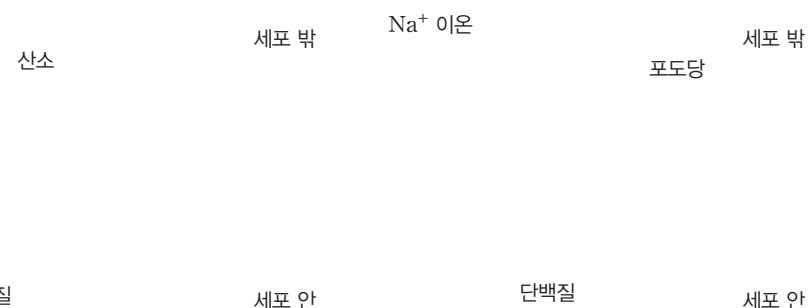


그림 III-33 | 세포막을 통한 물질의 확산

해 보기

생명 시스템의 유지를 위한 세포막의 역할 탐구하기

그림 (가), (나)는 세포막을 통해 물질이 이동하는 예를 나타낸 것이다.

폐포

산소

이산화 탄소

모세혈관

(가) 폐포와 모세혈관 사이에서 산소와 이산화 탄소 등의 기체가 교환된다.

세포 밖

세포 안

아미노산

(나) 작은창자에서 아미노산이 흡수된다.

(가), (나)에서 물질이 세포막을 통해 이동하는 원리를 각각 설명해 보자.

이처럼 물질의 종류, 크기 등에 따라 세포막을 통한 물질의 이동이 다르게 일어나는데, 이를 선택적 투과성이라고 한다. 폐포에서 기체가 교환되고, 작은창자에서 영양소가 흡수되는 것처럼 우리 몸에서는 생명활동에 필요한 물질이 끊임없이 이동하고 있다. 세포막의 선택적 투과성으로 인해 세포는 세포 안팎으로 물질의 출입을 조절할 수 있으며, 이는 생명 시스템을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

소단원 확인하기

1 물질의 종류에 따라 투과성이 달라지는 세포막의 특성을 무엇이라고 하는지 설명해 보자.

2 세포막의 특성을 갖는 인공 세포막이 어떻게 활용될 수 있을지 써 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 152쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 생명 시스템의 유지에 필요한 세포막의 역할을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 양파 표피세포를 관찰한 결과를 바탕으로 세포막의 역할을 추론할 수 있는가?

[가치·태도] 현미경을 이용하여 양파 표피세포를 적극적으로 관찰하였는가?

0

물질대사와 효소

이 단원을 배우고 나면

- 생명 시스템을 유지하기 위한 다양한 화학 반응에 효소가 관여한다는 것을 설명할 수 있다.
- 일상생활에서 활용되는 화학 반응 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

우유를 소화할 때 꼭 필요한 이것은 무엇일까?

우유를 소화하는
비결이 뭐냐?

생명체 내의 화학 반응

생명체 내에서는 생명을 유지하기 위하여 끊임없이 여러 화학 반응이 일어난다. 탄수화물, 단백질 등의 큰 분자가 작은 분자로 분해되거나, 작은 분자가 다시 다른 물질로 합성되는 것과 같이 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응을 **물질대사**라고 한다.

생명체는 물질대사를 통해 얻은 물질과 에너지를 이용하여 다양한 생명활동을 할 수 있다. 몸의 구성 성분인 근육과 뼈 등을 합성하고, 몸을 움직여 운동을 하며, 섭취한 영양소를 분해하는 것과 같은 다양한 물질대사가 가능한 까닭은 무엇일까?

큰 분자

큰 분자

단백질

포도당

물질의
합성

물질의
분해

아미노산

이산화
탄소

에너지
흡수

작은 분자

작은 분자 물

에너지
방출

그림 III-34 | 물질대사 生命체 내에서 물질을 합성하거나 분해하는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다.

생명체 내에서 발견되는 물질인 카탈레이스는 세포 내에서 독성이 강한 과산화 수소가 발생하면 즉시 이를 물과 산소로 분해하는 물질대사를 일으킨다. 생명 시스템을 유지하기 위한 화학 반응이 어떻게 일어나는지 다음 탐구에서 알아보자.

탐구 수행, 결론 도출 | 개방성

카탈레이스의 작용 원리 탐구하기

| 문제 인식 | 카탈레이스에 의해 과산화 수소가 분해되는 화학 반응은 어떻게 일어날까?

| 과정 |

- 1 시험관 A~C에 3 % 과산화 수소수를 5 mL씩 넣는다. A B C
 얇은 감자 조각
 날감자 조각
- 2 날감자와 얇은 감자를 비슷한 크기로 작게 자른다.
- 3 시험관 B에는 날감자 조각을, 시험관 C에는 얇은 감자 조각을 넣고 기포가 발생하는지 관찰한다.
- 4 향에 불을 붙였다 끈 후, 꺼져 가는 불씨를 시험관 A~C에 각각 넣고 불씨의 변화를 관찰한다. 향
- 5 거품이 가라앉은 후 시험관 A~C에 과산화 수소수를 5 mL씩 더 넣고, 기포가 발생하는지 관찰한다.

목표

과산화 수소가 분해되는 화학 반응에서 카탈레이스의 작용을 확인할 수 있다.

준비물

시험관, 시험관대, 스포이트, 3 % 과산화 수소수, 날감자, 얇은 감자, 도마, 칼, 페트리 접시, 핀셋, 향, 점화기, 실험복, 실험용 장갑, 면장갑, 보안경

유의점

실험복, 면장갑을 착용한다.
과산화수소수가 손에 묻지 않도록 한다.
칼에 손이 다치지 않도록 한다.
화재와 화상에 주의한다.
실험 후 남은 물질은 정해진 곳에 모아 처리한다.

| 결과 및 정리 |

- 1 시험관 A~C에서 나타난 변화를 표에 정리해 보자. 영상

구분	시험관 A	시험관 B	시험관 C
과정 3의 결과			
과정 4의 결과			
과정 5의 결과			

- 2 꺼져 가는 불씨를 넣었을 때 일어나는 현상으로 보아 발생한 기포는 무엇인가?

- 3 실험 결과 과산화 수소가 실온에서 빠르게 분해되기 위해 필요한 조건은 무엇인가?

- 4 과정 1의 결과로부터 유추할 수 있는 카탈레이스의 특성은 무엇인지 이야기해 보자.

효소와 생명 현상

과산화 수소의 분해 반응은 실온에서 매우 느리게 일어나 산소가 발생하는 것을 관찰하기 어렵다. 그러나 날감자를 넣은 과산화 수소는 물과 산소로 빠르게 분해된다. 이는 날감자에 화학 반응의 속도를 변화시키는 물질인 촉매가 들어 있기 때문이다. 날감자 속에 들어 있는 카탈레이스와 같이 생명체 내에서 만들어진 촉매를 **효소** 또는 생체촉매라고 한다.

카탈레이스

카탈레이스는 대부분의 세포에서 발견되는 효소로, 특히 동물의 간세포나 적혈구에 많이 포함되어 있다.

효소와 같은 촉매는 화학 반응의 속도를 어떻게 변화시킬까? 화학 반응이 일어나려면 충분한 에너지가 있어야 하는데, 화학 반응이 진행되는 데 필요한 최소한의 에너지를 **활성화에너지**라고 한다. 효소와 같은 촉매는 화학 반응에 직접 관여하지는 않으나, 그림 III-35와 같이 활성화에너지를 낮추어 생명체 내에서 화학 반응이 빠르게 일어나도록 한다.

효소가 없을 때

효소가 있을 때

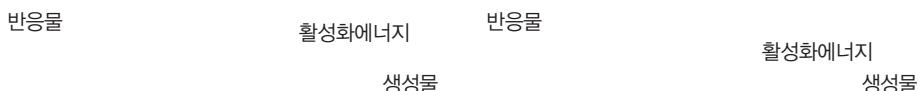


그림 III-35 | 효소의 유무에 따른 활성화에너지의 변화 효소는 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빨리 일어나게 한다.

효소 연구의 역사

효소는 효모의 물질대사를 탐구하는 과정에서 우연히 발견되었다. 이후 여러 과학자들에 의해 효소의 특성과 활용 방법에 대한 연구가 활발히 이루어졌고, 생명체에 없어서는 안 될 물질이라는 것이 밝혀지게 되었다.

효모 안에 있는 어떤 물질 때문에 발효가 일어나는구나. 발효를 일으키는 물질을 '효소'라고 부르자.	살아 있는 효모가 없어도 효모에서 추출한 단백질인 효소만 있으면 발효가 일어나는군!	작두콩에서 '유레이스'라는 효소를 추출하여 결정으로 만드는데 성공!
---	---	--

퀴네(Kühne, W. F., 1837~1900)

부흐너(Buchner, E., 1860~1917)

섬너(Sumner, J. B., 1887~1955)

삶은 갑자가 과산화 수소의 분해 반응을 촉진하지 않는 것은 효소의 주성분이 단백질이기 때문이다. 단백질은 높은 온도에서 구조가 변하기 때문에 우리 몸이 효소가 작용하기에 적합한 체온을 유지하지 않으면 효소는 촉매 기능을 잃어버린다.

생명체 내에서는 다양한 효소의 작용으로 물질대사가 활발하게 일어난다. 효소는 종류에 따라 구조적으로 맞는 특정 반응물과만 결합하여 촉매 작용을 하므로, 어떤 효소에 이상이 생기면 그 효소가 관여하는 물질대사에도 문제가 생길 수 있다.

효소는 특정 반응물과만 결합한다.
반응물

효소

효소는 화학 반응 과정에서 변화하지 않고, 반응이 끝나면 새로운 반응물과 결합하여 촉매 작용을 반복한다.

그림 III-36 | 효소의 촉매 반응

음식물 속의 영양소는 소화효소에 의해 분해되어야 몸 속으로 흡수될 수 있다.

생물의 생식과 유전에 효소가 관여한다.

효소가 관여하는 생명활동의 예에는 또 어떤 것이 있을까?

생장 과정에서 세포 수의 증가에 필요한 여러 물질이 합성될 때 효소가 관여한다.

상처가 났을 때 혈액을 응고시켜 피가 멎게 하는 과정에 효소가 관여한다.

그림 III-37 | 효소에 의한 생명활동

확인

생명 시스템을 유지하기 위해 일어나는 화학 반응에 효소가 중요한 까닭을 설명해 보자.

효소의 활용

음식을 먹은 후 소화가 잘되지 않을 때 소화효소가 포함된 소화제를 먹으면 속이 편안해진다. 이와 같이 인류는 일상생활에 다양한 효소의 작용을 활용해 왔다. 다음 탐구에서 일상생활에서 여러 가지 효소를 이용한 화학 반응이 어떻게 활용되고 있는지 알아보자.

그림 III-38 | 효소가 포함된 소화제 여러 종류의 단백질 소화효소와 녹말을 분해하는 아밀레이스 등의 효소가 들어 있다.

데이터

자료 수집, 협업 | 유용성

효소를 이용한 화학 반응의 활용 사례 조사하기

목표

일상생활에서 활용되는 효소와 화학 반응의 다양한 사례를 조사하여 발표 할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 일상생활에서 효소를 이용한 화학 반응은 어떻게 활용되고 있을까?

| 과정 |

1 다음은 우리 생활 속에서 효소를 활용하고 있는 예에 관한 신문 기사이다. 빈칸에 들어갈 알맞은 말을 써 보자.

대세는 효소? 효소 활용한 생활 건강 제품 앞다퉈 출시

생활 속 위생·청결 분야에 효소를 활용한 신제품 출시가 늘고 있다. ○○ 기업은 최근 오래되고 지워지지 않는 세탁물의 때를 효과적으로 제거해 주는 '효소 함유 세탁 세제'를 출시했다. 이번 신제품은 옷에 찌든 때의 성분이 단백질인 경우가 많다는 연구 결과에 착안, 세탁 세제에 단백질()효소를 첨가하여 강력한 세척 효과를 나타낸다.

한편, △△ 기업은 치약에()분해효소를 첨가한 '효소 상쾌 치약'을 출시 했다. 치약에 포함된 효소가 음식물 섭취 시 치아에 남기 쉬운 녹말과 당분 등의 잔여물을 깨끗이 제거해 주어 치아 건강 유지를 돋고 상쾌함을 선사한다.

2 모둠별로 다음 중 한 가지 분야를 선택하고, 해당 분야에서 효소를 이용한 화학 반응이 활용되는 사례를 조사해 보자.

식품

생활용품

의약품

환경

3 모둠별로 조사한 사례 중 하나를 선택하여 효소와 화학 반응의 활용이 잘 드러나는 발표 자료를 만들어 보자.

예 식혜

① 활용 분야:

② 효소의 종류:

③ 작용 원리:

공유 플랫폼 활용

| 결과 및 정리 |

완성한 발표 자료를 공유 플랫폼에 공유하고, 발표해 보자.

공유 플랫폼을 활용하여 각자의 발표 자료를 공유하고 실시간으로 조회할 수 있다.

우리나라에서는 김치, 된장, 식혜 등과 같은 전통 음식을 만들 때 효소를 이용하며, 다른 나라에서도 치즈, 포도주 등을 만들 때 효소를 이용한다. 효소는 식품에서부터 생활용품, 의약품, 환경 분야에 이르기까지 매우 다양하게 이용되고 있다.

효소를 이용한 오염 물질 분해, 생물 정화

2010년 멕시코만에서 석유 채취 시설이 폭발하여 약 8 억 리터의 원유가 바다로 유출되는 사고가 일어났다. 바다 전체에 퍼진 다량의 기름을 제거하기 위해 여러 방안이 제시되었지만, 어떤 방법으로도 단기간의 기름 제거는 불가능하여 생태계의 지속적인 파괴가 우려되었다. 그런데 몇 개월 후, 연구자들은 상당량의 기름이 자연적으로 사라진 것을 발견하였다. 어떻게 된 일이었을까?

연구자들은 해양 미생물이 가지고 있는 효소에 주목하였다. 멕시코만에서 발견된 이 해양 미생물은 석유를 독성이 약한 물질로 분해할 수 있는 효소를 가지고 있는 것으로 밝혀졌다.

이처럼 미생물의 효소를 통해 오염 물질을 분해하거나 덜 유해한 물질로 변환하는 것을 생물 정화라고 한다. 생물 정화 기술은 폐수 처리장의 유기물 및 질소 화합물을 분해, 토양의 살충제 분해, 특정 유형의 플라스틱 분해 등 다양한 분야에서 환경 오염을 정화하는데 활용되고 있다. 지구 곳곳에 사는 다양한 미생물은 아직 연구되지 않은 여러 가지 효소를 가지고 있어 앞으로 지속 가능한 오염 물질 제거 분야에 무궁무진한 잠재력을 가지고 있을 것으로 여겨진다.

멕시코만에 유출된 석유

소단원 확인하기

1 삶은 감자가 과산화 수소의 분해 반응을 촉진하지 않는 이유를 효소의 특징과 관련지어 설명해 보자.

2 소독용 과산화 수소수를 상처 부위에 바르면 기포가 생기는 까닭을 말해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 152쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 생명 시스템을 유지하기 위해 다양한 화학 반응이 필요함을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 실험을 통해 효소 작용의 원리를 추론할 수 있는가?

[가치·태도] 일상생활에서 효소의 필요성을 느꼈는가?

0

세포 내 정보의 흐름

이 단원을 배우고 나면

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

우유의 소화에 필요한 효소와 같은
단백질은 어떻게 만들어질까?

유전자

DNA 염기서열에서 특정한 단백질이나 RNA를 만들 수 있는 단위를 유전자라고 한다. 사람은 약 2만~2만 5000 개의 유전자를 갖고 있다.

유전자와 단백질

단백질은 생명체의 몸을 구성하고, 각종 효소의 주성분으로 생체 내 물질대사를 조절한다. 우리 몸에 필요한 단백질을 만드는 유전정보는 DNA에 저장되며, 유전정보가 저장된 DNA의 특정 부분을 유전자라고 한다.

세포

핵

염색체는 DNA를 포함하며,
분열 중인 세포에서 막대
모양으로 관찰된다.

염색체

유전정보가 저장된 DNA가
세포 내에서 주로 존재하는 곳
은 어느 곳인지 말해 보자.

그림 III-39 | 세포 내 유전물질과 단백질의 관계

세포 내에서는 유전자에 저장된 유전정보에 따라 다양한 종류의 단백질이 합성된다. 예를 들어, 사람의 유전자에는 피부색, 눈꺼풀의 모양, 혈액형 등 여러 형질에 대한 유전정보가 저장되어 있다. 이 유전정보에 의해 만들어진 단백질에 따라서 사람마다 다양한 형질이 나타난다.

그림 III-40 | 사람의 다양한 형질

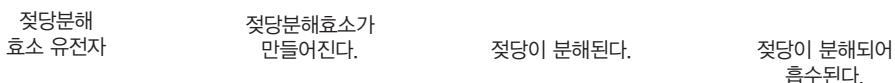
해 보기 유전자와 단백질의 관계 알아보기

그림은 우리 몸에서 합성된 소화효소가 우유 속의 젖당을 분해하는 과정을 나타낸 것이다.



젖당

우유 속에 들어 있는 탄수화물로, 젖당 분해효소에 의해 분해된다. 분해되지 않은 젖당이 장 내에 남게 되면 설사와 복통, 복부 팽만 등의 증상이 나타난다.



연결하기_ 72쪽

효소의 주성분을 이루는 단백질 개념을 학습할 수 있다.

어떤 사람은 우유 속의 젖당을 소화하지 못한다. 그 까닭을 유전자와 단백질의 관계를 추론하여 설명해 보자.

하나의 염색체에는 여러 개의 유전자가 있다.



DNA에 저장된 유전정보로 부터 단백질이 만들어진다.

단백질 A

단백질 B

단백질 B의 합성에 문제가 있다면 그림의 어떤 유전자와 관련이 있는지 표시해 보자.

세포에서 유전정보의 흐름

핵 속의 DNA에 담겨 있는 유전정보는 어떤 과정을 거쳐 세포질의 라이보솜에서 단백질로 합성될까?

전사

전사의 사전적 의미는 글이나 그림 따위를 옮기어 베키는 것을 말한다.

번역

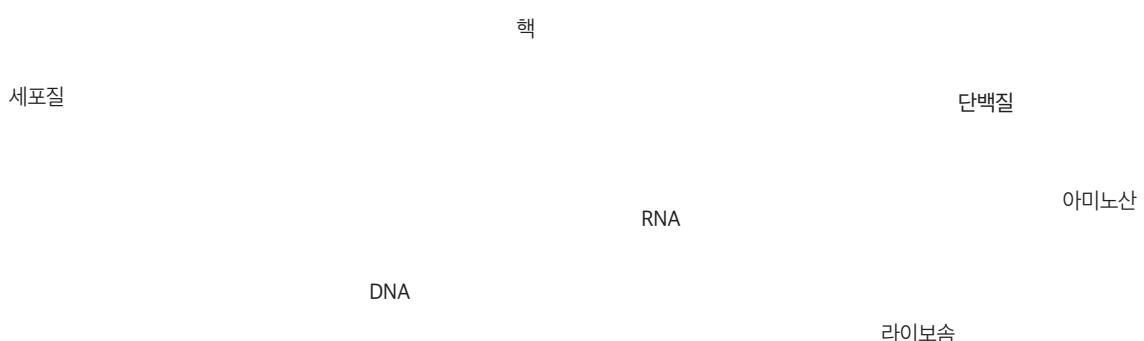
번역의 사전적 의미는 어떤 언어로 된 글을 다른 언어의 글로 옮기는 것을 말한다.

유전정보가 저장되어 있는 DNA는 분자의 크기가 커서 핵막을 통과할 수 없다. 따라서 단백질 합성에 필요한 유전정보의 특정 부분만 RNA로 전달되는데, 이 과정을 전사라고 한다.

핵에서 전사된 RNA는 세포질로 빠져나와 라이보솜과 결합하고, 라이보솜에서는 전달된 정보에 따라 필요한 단백질을 합성한다. 이 과정을 번역이라고 하며, 세포질에 존재하는 아미노산을 유전정보에 따라 연결하여 필요한 단백질을 만든다.

전사: DNA의 유전정보가 RNA로 전달되는 과정이다.

번역: RNA의 유전정보로부터 아미노산을 연결하여 단백질이 합성되는 과정이다.



DNA에서 바로 단백질이 만 들어지지 않고, RNA를 거치는 이유를 말해 보자.

그림 III-41 | 세포 내 유전정보의 흐름

확인

DNA에 저장된 유전정보가 RNA로 전달되는 과정을 무엇이라고 하는지 써 보자.

유전 암호

DNA에는 4 종류의 염기인 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이 특정한 순서로 배열되어 있다. 염기가 배열된 순서는 아미노산이 결합하는 순서를 결정하고, 이에 따라 다양한 단백질이 만들어져 형질로 나타난다. DNA와 RNA의 염기가 배열된 순서가 특정 아미노산을 지정하는 규칙을 **유전 암호**라고 하는데, 단백질을 구성하는 아미노산이 약 20 종류이므로 유전 암호도 20 종류 이상이어야 한다. 4 종류의 염기로 20 종류 이상의 유전 암호를 만들려면 유전 암호는 몇 개의 염기로 이루어져야 할까?

해 보기

유전 암호의 구성 알아보기

다음은 유전 암호의 구성에 대한 대화이다. 대화를 읽고 빈칸에 알맞은 숫자를 써 보자.

염기 1 개가 하나의 아미노산을
지정한다면, 4 종류의 염기로는
가지 아미노산만 지정할 수
있어.

A T G C
A G

2 개의 염기가
1 개의 아미노산을
지정하면 어때?

T G

그럼 $\times =$,
최대 종류의 아미노산을
지정할 수 있겠지.

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

염기 3 개가 1 개의
아미노산을 지정하면,
 $\times \times =$ 아니까
20 종류 이상의 아미노산을
지정할 수 있네.

유전 암호는 몇 개의 염기로 이루어지는가?

유전 암호는 DNA 염기 3 개로 구성되므로 AAA, AAG, AAC, AAT, …… 와 같이 총 64 종류의 유전 암호를 만들 수 있어 약 20 종류의 아미노산을 모두 지정할 수 있다.
3 개의 염기 조합으로 만들어진 RNA의 유전 암호를 **코돈**이라고 한다. 라이보솜에
서는 RNA의 코돈에 따라 아미노산이 순서대로 결합하여 단백질이 합성된다.

이중나선으로 이루어진 DNA
가 풀리고 그중 1 가닥을 기준
으로 RNA가 전사된다.

전사된 RNA의 염기 3 개
가 각각 1 개의 아미노산을
지정한다.

DNA

코돈

RNA

DNA

그림 III-42 | 3염기 조합 3염기 조합은 아미노산 1 개를 지정하는 3 개의 염기 조합을 말한다.

세포 내 유전정보의 흐름 알아보기

목표

생명 시스템의 유지를 위한 세포 내 정보의 흐름이 체계적으로 구성되어 있음을 설명할 수 있다.

| 자료 |

다음은 세포 내 정보의 흐름을 나타낸 것이다.

DNA

C	G	T	G	G	T	T	A	T	T	G	G	DNA 염기서열
G		A	C	C	A	A	T	A	A	C	C	
C												

코돈

C	G	U	G	U	U	A	U	U	G	G	RNA 염기서열

아미노산1	아미노산2	아미노산3	아미노산4	단백질 아미노산서열
-------	-------	-------	-------	---------------

| 분석 및 정리 |

- 1 DNA의 염기 A, T, G, C는 각각 RNA의 어떤 염기로 전사되는지 써 보자.
- 2 어떤 단백질이 300 개의 아미노산으로 구성되어 있다면, 이 단백질에 대한 유전정보를 저장하고 있는 DNA는 최소 몇 개의 염기로 구성되어 있는지 생각해 보자.
- 3 DNA의 유전정보로부터 단백질이 합성되기까지 정보가 전달되는 과정을 설명해 보자.

만약 유전정보를 담은 유전자에 이상이 생기면 어떤 일이 생길까? 유전자는 형질에 관한 정보를 담고 있는 설계도와 같은 역할을 하므로, 유전자의 염기서열이 변하면 합성되는 단백질이 달라져서 생명체의 형질도 변할 수 있다.

예를 들어, 낫모양적혈구빈혈증의 경우 적혈구의 헤모글로빈 단백질을 만드는 유전자에 이상이 생겨 발생한다. 헤모글로빈 유전자의 염기 1 개가 바뀌면 단백질의 아미노산서열이 달라지고, 정상 헤모글로빈 대신 돌연변이 헤모글로빈이 만들어진다. 돌연변이 헤모글로빈에 의해 원반 모양의 정상 적혈구 대신 만들어진 낫 모양의 적혈구는 산소를 운반하는 능력이 떨어져 빈혈을 일으킨다.

이와 같이 유전자로부터 단백질로 이어지는 세포 내 유전정보의 흐름은 생명 시스템 유지에 매우 중요한 역할을 한다.

정상 헤모글로빈 유전자 돌연변이 헤모글로빈 유전자

정상 헤모글로빈 돌연변이 헤모글로빈

그림 III-43 | 낫모양적혈구빈혈증의 발현

사람 유전체 지도의 완성

1990년부터 시작된 '사람 유전체사업'을 통해 사람 유전체지도가 만들어지면서 2003년까지 사람 유전체의 92%를 분석하고 파악하게 되었다. 사람 유전체를 구성하는 30 억 쌍의 염기서열 전체를 밝히고 유전자 지도를 완성하는 것이 목표였지만, 사람 유전체의 나머지 8%는 기능이 불분명하고 분석이 까다로워 정확히 파악되지 못한 채 남겨져 있었다.

그로부터 20년이 지난 2022년 4월, 미국의 연구 팀은 '사람 유전체사업'에서 빠진 8% 부분을 해독하여 사람 유전체 지도를 완성했다고 발표했다.

'사람 유전체사업'은 생물학 연구의 패러다임을 완전히 바꿔 놓았는데, 특정 단백질을 만드는 유전자에 대해 정확히 알게 되면서 질병을 일으키는 단백질을 표적으로 치료 약물을 개발하는 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 사람 유전체 지도의 완성을 통해 세포 분열에 관여하는 유전자에 대해 정확히 알게 되면서 유전 질환 문제 해결에 한층 가까워졌으며, 인간 진화의 기원과 경로를 밝히는 연구에도 도움이 될 것으로 전망하고 있다.

소단원 확인하기

- 1 하나의 유전 암호는 몇 개의 염기로 구성되는지 써 보고, 그 깊음을 설명해 보자.
- 2 생명체가 가지는 모든 유전정보의 염기서열을 파악하는 것이 질병 연구에 어떤 영향을 미칠지 써 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 152쪽에 써 보자.

평가하기

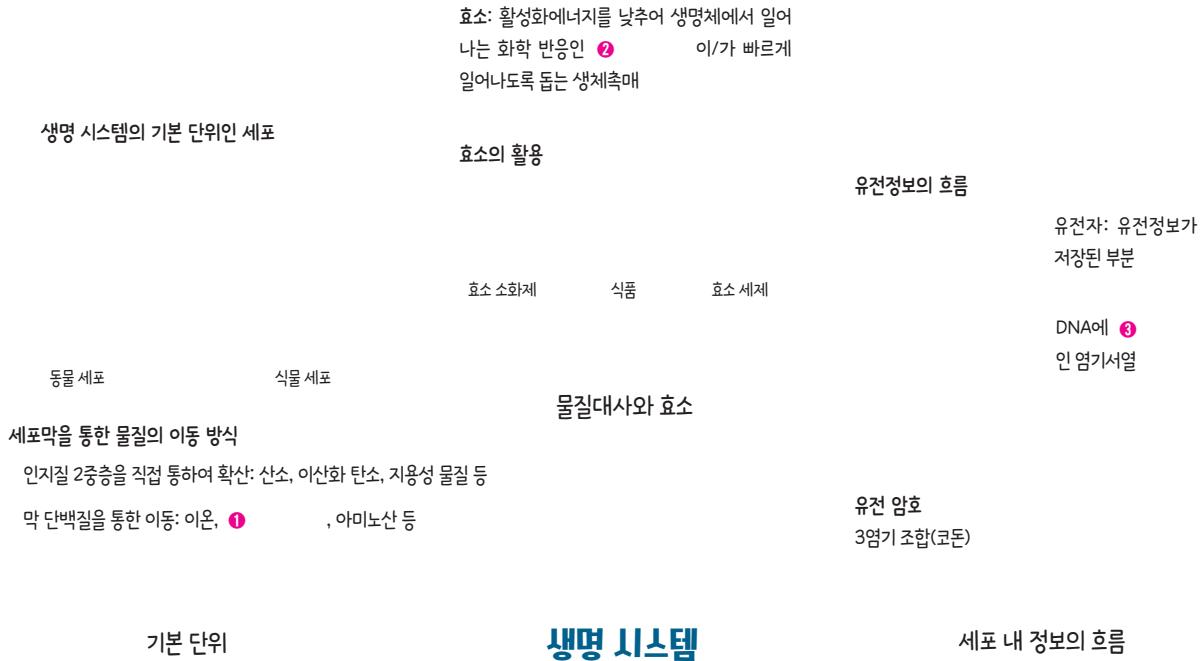
[자식·이해] 유전자로부터 단백질이 만들어지는 과정을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 세포 내 정보의 흐름을 나타낸 자료를 해석할 수 있는가?

[가치·태도] 생명 시스템이 체계적으로 구성되어 있음을 인식하였는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.



2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

생명 시스템의 기본 단위는 ① (0!) 며, 세포막을 통해 물질 출입이 일어난다.

02

물질대사가 일어나기 위해 생체촉매인 ② 이/가 필요하다.

03

세포 내의 ③ 와/과 ④ 과정을 통해 유전자로부터 단백질이 만들 어진다.

스스로 평가하기

1 생명 시스템에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 생명체는 몸을 구성하는 요소가 상호작용 하는 생명 시스템이다.
- ㄴ. 세포는 생명 시스템에서 생명체를 구성하는 구조적 단위이다.
- ㄷ. 세포는 생명 시스템에서 생장 및 생식 등이 일어나는 기능적 단위이다.

4 그림은 세포막의 구조를 나타낸 것이다.

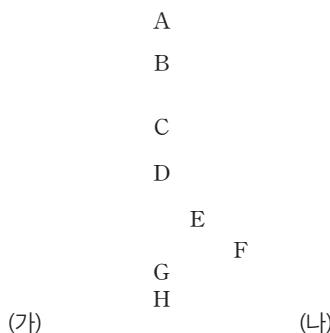
이에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 있는 대로 고르시오.

B

| 보기 |

- ㄱ. A는 단백질이다.
- ㄴ. B의 꼬리 부분이 서로 마주 보고 2중층 구조를 이룬다.
- ㄷ. 포도당은 B를 직접 통과하여 이동하기 어려우므로 A와 같은 통로를 통해 이동한다.

[2~3] 그림 (가)는 동물 세포를, (나)는 식물 세포를 나타낸 것이다.



2 각 설명에 해당하는 세포소기관을 그림에서 찾아 기호와 이름을 쓰시오.

- (1) 소포체에서 운반된 단백질을 변형하여 분비한다.
- (2) 핵막으로 싸여 있으며, 유전정보가 담긴 DNA가 들어 있다.
- (3) 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성하는 광합성이 일어난다.
- (4) 동물 세포와 식물 세포에 모두 존재하며, 세포 활동에 필요한 에너지를 생산한다.

5 그림 (가), (나)는 각각 같은 종류의 양파 표피세포를 농도가 다른 용액 A와 B에 넣고 충분한 시간이 지난 후의 모습을 나타낸 것이다.

(가) (나)

A와 B 중 양파 표피세포 안보다 용질 농도가 높은 용액은 무엇인지 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 삼투와 관련지어 설명 하시오.

3 (가)와 (나)에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. B에서 번역이 일어난다.
- ㄴ. G를 통해 세포에서 물질의 출입이 일어난다.
- ㄷ. F는 선택적 투과성을 나타낸다.

6 그림은 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름을 나타낸 것이다.

(가) DNA (나) RNA ⑦

- (1) (가) 과정의 이름을 쓰고, 세포 내의 어떤 소기관에서 일어나는지 쓰시오.
- (2) (나) 과정의 이름을 쓰고, 세포질의 어떤 소기관에서 일어나는지 쓰시오.
- (3) ⑦에 들어갈 말을 쓰시오.

7 다음은 물질대사와 효소에 대한 학생들의 대화 내용이다. 옳게 말한 학생을 있는 대로 고른 것은?

- A: 물질대사에는 효소가 필요하고, 효소의 주성분은 탄수화물이야.
- B: 생명체는 물질대사를 통해 물질과 에너지를 얻고 이를 이용하여 생명활동을 할 수 있어.
- C: 효소는 활성화에너지를 높여서 화학 반응을 빠르게 일어나도록 도와줘.

- ① A ② B ③ A, C
④ B, C ⑤ A, B, C

10 과학 유용성 그림은 김치를 만들기 위해 소금을 이용하여 배추를 절인 모습을 나타낸 것이다.



배추 절인 배추

소금을 이용하여 배추를 절이는 원리를 설명하고, 절이기 전과 후에 배추를 구성하는 세포에 어떤 변화가 있을지 쓰시오.

8 일상생활에서 효소가 활용되는 사례에 해당하는 것을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|
- ㄱ. 미생물을 이용하여 김치, 된장, 치즈와 같은 음식을 만든다.
 - ㄴ. 폐포에서 기체 교환이 일어난다.
 - ㄷ. 소화가 잘되지 않을 때 아밀레이스 등이 들어 있는 소화제를 먹는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 안전·지속가능 사회에 기여 ‘유전자 가위’는 유전자의 특정 DNA 서열을 잘라내는 가위 역할을 할 수 있다. 만약 유전자 가위를 이용하여 낫모양적혈구빈혈증을 치료하는 방법이 개발된다면 어떤 원리로 가능할지 쓰시오.

9 유전 암호에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- |보기|
- ㄱ. 염기 3 개가 하나의 유전 암호를 결정한다.
 - ㄴ. 유전 암호 중 염기 1 개가 바뀌면 비정상적인 단백질이 만들어질 수 있다.
 - ㄷ. 유전 암호는 20 종류의 아미노산을 모두 지정한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정상 적혈구 낫모양적혈구

유전자가 옮겨 다닌다고? 점핑 유전자의 발견

옥수수에는 종종 다양한 색깔의 알갱이가 섞여 있는 것을 볼 수 있다. 왜 다양한 색깔의 알갱이가 불규칙하게 섞여 있는 것일까?

바버라 매클린톡은 옥수수 알갱이 색깔을 다양하게 만드는 원인이 유전체 내의 원래 자리를 이탈하여 다른 자리로 옮겨 다니는 유전자 때문임을 발견하였다. 이 유전자는 점핑 유전자 또는 전이 인자로 불린다. 점핑 유전자가 옥수수 색소를 결정하는 유전자에 끼어들어 다양한 색깔의 알갱이를 만들어 낸 것이다.

매클린톡의 발견은 유전자의 위치와 정보는 고정되어 있고 절대 바뀌지 않는다 는 당시의 고정 관념을 깨는 획기적인 발견이었다. 점핑 유전자의 개념은 다양한 생물에서 일어나는 DNA의 수평 이동, 유전자발현 조절, 유전적 다양성 증가와 관련 된 후속 연구에 큰 영향을 미쳤다. 매클린톡은 옥수수의 점핑 유전자를 밝힌 공로로 1983년에 노벨 생리·의학상을 수상하였다.

바버라 매클린톡(McClintock, B.,
1902~1992)

점핑 유전자에 의해 다양한 색깔이 나타난 옥수수

항생제에 내성을 갖게 하는 유전자가 하나의 세균에서 다른 세균으로 이동할 수 있다면 어떤 일이 발생할지 이야기해 보자.

자연 재난 행동 요령 퀴즈 룸 만들기

마그마방
지하 10 km
18 km
26 km
35 km

우리나라는 화산 안전 지대인가?

다른 나라에서 화산이 폭발했다는 기사는 우리나라와는 먼 이야 기로만 느껴진다. 만약 백두산에서 화산 폭발이 일어난다면, 우리나라에는 얼마만큼의 영향을 줄까? 그럼, 나는 어떻게 행동해야 될까?

백두산은 한반도에서 가장 큰 규모의 폭발을 일으킨 화산으로, 1925년 이후로 화산 활동이 일어나지 않았다. 하지만 백두산 천지 하부에 마그마방이 존재한다는 연구 결과를 바탕으로 과학자들은 백두산의 폭발 가능성을 언급하였다.

기후 변화로 20 년간 발생한 재해, 과거의 약 2 배 증가

맑았던 하늘이 갑자기 어두워지더니 장대 같은 비가 쏟아진다. 우산을 쓰고 조심히 걸어가지만, 신발과 바지는 계속 젖는다.

2000 년~2019 년에 발생한 재난 데이터와 1980 년~1999 년에 발생한 재난 데이터를 비교 분석한 결과, 자연 재난 발생 횟수와 경제적 손실이 약 2 배 늘었다고 한다. 최근 20 년 동안 발생한 7348 건의 자연 재난 중 절반에 가까운 3068 건이 아시아에서 발생했고, 그중 홍수와 태풍이 가장 많은 비율을 차지하고 있으며 증가율도 가장 높다.

홍수로 인한 피해

태풍으로 인한 피해

가뭄	지진	극한 기온	홍수	산사태	태풍	화산 활동	산불	1980 년~ 1999 년
----	----	-------	----	-----	----	-------	----	-------------------

메타버스
메타버스는 아바타를 통해 활동하는 3 차원 가상 세계로, 가상, 가공을 뜻하는 메타(Meta)와 우주, 현실 세계를 뜻하는 유니버스(Universe)의 합성어이다.

최근 기후 변화로 인해 예측하기 힘든 세기와 빈도로 자연 재난이 일상을 덮치고 있다. 불시에 발생하는 재난에 대비한 행동 요령을 익혀 두면 피해를 줄일 수 있다. 메타버스를 활용하여 자연 재난 행동 요령 퀴즈 룸을 만들어 보자.

(출처: 유엔재난위험경감사무국, 2019)

앞에서 학습한 내용을 바탕으로, 자연 재난 발생 시 행동 요령을 익힐 수 있도록 다음 단계를 참고하여 메타버스 퀴즈 룸을 만들어 보자.

자연 재난 검색하여
분석하기

1 빅데이터 분석 누리집에서 아래 키워드를 참고하여 검색해 보자.

자연, 재난, 재해

2 분석 결과를 이용하여 우리나라에서 많이 발생하는 자연 재난의 종류를 조사해 보자.

자연 재난 행동 요령
조사하기

조사한 자료를 바탕으로 자연 재난 시 행동 요령을 알아보자.

국민재난안전포털
www.safekorea.go.kr
침수, 태풍, 호우 등 자연 재난
과 사회 재난, 생활 재난 행동
요령이 안내되어 있다.

퀴즈 룸
제작하기

모둠별로 메타버스를 활용하여 자연 재난 행동 요령 퀴즈 룸을 만들어 보자.

자연 재난 행동 요령을 이용하여 문제 10 개를 만든다.
메타버스의 퀴즈 룸에서 문제와 답을 작성한다.
정답을 설정하고, 필요한 경우 도움말을 제공한다.

공유하기

모둠별로 제작한 퀴즈 룸에 다른 모둠의 학생들을 초대해 보자.

스스로 평가하기

[지식·이해] 자연 재난의 종류에 따른 행동 요령을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 퀴즈 룸을 통해 행동 요령을 익힐 수 있는가?

[가치·태도] 자연 재난 행동 요령의 중요성을 알고, 이를 알리는 활동에 적극적으로 참여하였는가?

[모둠 평가] 모둠원의 역할 분담이 적절하고, 모두 적극적으로 참여하였는가?

1 단원 통합

연관 개념

다음은 유전자와 단백질에 대한 설명이다.

II 단원

- 세포막을 구성하는 단백질 합성에 문제가 발생하면 세포막을 통한 물질의 이동이 원활하게 이루어지지 않는다.

III 단원

- 우리 몸에 필요한 단백질을 만드는 유전정보는 유전자에 저장되어 있다.
- 단백질은 아미노산이라는 기본 단위체가 사슬처럼 길게 연결되어 만들어지며, 아미노산 사슬은 접히고 꼬이면서 다양한 입체 모양을 이룬다.

철수의 몸에서 포도당 운반 단백질이 정상적으로 기능하지 않는 상황이다.

(1) 포도당 운반 단백질에 대한 유전자에는 문제가 없다면, 어떤 과정에서 문제가 발생했을지 설명해 보자.

(2) 철수가 밥을 먹으면 물질대사 과정을 거쳐 크기가 큰 탄수화물이 포도당으로 분해될 것이다. 이때 포도당 운반 단백질이 정상적으로 기능하지 않는 것이 철수의 작은 창자에서 포도당이 흡수되는 것에 어떤 영향을 미칠지 설명해 보자.

2 영역 통합

연관 개념

다음은 사람의 관절과 인대에 대한 설명이다.

III 단원

인대 윤활막 관절은 뼈와 뼈가 연결된 부분으로, 몸을 굽히거나 움직일 수 있도록 하는 구조이다. 관절에는 몸이 부드럽게 움직일 수 있도록 돋는 조직이 있다. 가장

체육

윤활액을 윤활액이 일반적인 관절의 형태는 두 뼈가 맞닿아 있는 면이 매끈하고 탄력 있는 관절 연골로 덮여 있고, 이 관

관절 주머니 가득 차 있다. 절 연골 사이에는 윤활액으로 채워진 관절 주머니가 있다. 그리고 관절 주위의 인대는 뼈와 뼈를 단단하게 연결해 줌으로써 뼈가 자기 자리를 벗어나지 않고 안정적으로 움직일 수 있게 한다.

뼈

(1) 윤활액이 차 있는 관절 주머니와 관절 연골이 몸이 부드럽게 움직일 수 있도록 돋는 과학적 원리를 설명해 보자.

(2) 일상생활에서 운동을 하다 보면 안전사고가 발생하기도 한다. 관절과 관련된 안전 사고를 떠올려 보고, 안전사고를 예방할 수 있는 수칙을 제안해 보자.

유전자 치료를 규제해야 할까?

다음 유전자 치료에 대한 뉴스 기사를 읽고, 아래의 활동을 해 보자.

토론 *노술

유전자 치료란 질병의 치료 또는 예방을 목적으로 이상이 있는 유전자를 정상 유전자로 바꾸거나 세포에 새로운 유전자를 도입하는 치료법이다. 유전자 치료를 활용하면 현재 치료하기 어려운 유전 질환을 치료할 수 있고, 개별 환자의 유전자를 고려하여 맞춤형 치료가 가능하다.

하지만 치료 과정에서 의도하지 않았던 영구적인 유전자 변화로 인해 부작용이 발생할 가능성이 있고, 배아를 대상으로 유전자 치료를 할 때 윤리적 문제가 생기기 때문에 이에 반대하는 의견도 제시되고 있다.

유전자 치료 시행으로 예상되는 사회 변화를 조사하고, 간단한 문구로 정리하여 표현해 보자.

유전자 치료가 인간에게 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 조사해 보자.

유전자 치료에 대한 찬반 입장을 정한 후, 그 근거를 들어 주장하는 글을 공유 플랫폼에 게시해 보자. 또, 다른 사람의 글을 읽고 이에 대한 반론과 질문을 댓글로 추가해 보자.

현실 세계를 닮은 가상 세계를 구현하는 물리 엔진 개발자

물리 엔진 프로그래머를 꿈꾼다면

물리학의 역학을 기본 바탕으로 하므로, 힘과 운동 법칙 개념을 충분히 숙지하고 이를 수학적으로 정확하게 계산해야 하는 경우가 많다.

선택 과목: 물리학, 역학과, 에너지, 전자

기와 양자

컴퓨터학과에 진학하여 프로그래머로 성장한다.

물리학과 수학을 공부하면 물리 엔진 개발자나 게임 개발자, 그래픽 디자이너가 되었을 때 도움이 된다.

화면 속 움직임이 현실 세계와 닮아 있으면 게임이나 영화를 생생하게 즐길 수 있다. 이를 위해서는 3 차원 그래픽 기술을 사용해 실제 세계와 같은 느낌의 영상을 화면에 그려 주는 렌더링 엔진과 완성된 이미지에 사실적인 움직임을 가미하는 물리 엔진이 필수적이다.

가상 공간 속 물체의 생생한 움직임

우리의 일상 공간에 물리 법칙이 작용하는 것처럼 가상 세계에서도 캐릭터가 비탈을 내려가면 가속도가 붙어 속도가 빨라지고, 포탄을 쏘면 포탄이 중력을 받을 때처럼 포물선 궤적을 그리며 날아가고, 농구공은 탄성이 있는 것처럼 통통 튀어야 한다. 이러한 모습을 구현하기 위해서 물리 엔진 개발자는 물리학과 수학을 활용하여 더 생생한 표현이 가능한 물리 엔진을 개발한다.

예를 들어 게임 개발자는 게임 속 캐릭터나 물체의 특성을 설정하고, 물리 엔진을 이용해 물리 법칙에 따라 시시각각 변하는 물체의 위치와 속력을 계산하여 가상 공간에 그려 주어 물체의 움직임을 자연스럽고 사실적으로 구현한다. 물리 엔진은 게임 외에도 영화의 특수 효과나 3D 애니메이션, 가상 현실, 로봇 공학 등 다양한 분야에 널리 사용된다.

I 변 와 다양성

지질 구조를 포함한 환경과 생명체는 끊임없이 변화해 왔다.

변이의 발생과 자연선택의 과정을 통한 생물의 진화로 지금의 생물다양성이 형성되었다. 지구와 생명의 역사는 수많은 화학 반응을 동반해 왔다. 산화·환원 반응, 중화 반응 등의 물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입한다.

1 진화와 생물다양성

2 화학 변화

용어

이전에 배웠어요!

알고 있는 개념과 모르는 개념을 구분해 보고, 모르는 개념은 검색하여 확인해 보자.

1 진화와 생물다양성

끊임없이 변화해 온 지구의 생물들

오늘은 자연사박물관에 가는 날! 오래전 지구에 살던 생물 화석들이 전시되어 있다. 돌들 말린 조개같이 생긴 암모나이트, 딱딱한 몸에 분절이 많은 삼엽충, 거대한 턱뼈에 무시무시한 이빨을 가진 티라노사우루스……. 화석 속 생물들은 우리 주변에서 볼 수 있는 생물들과는 많이 다르다.

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 지질시대의 환경과 생물

지구 환경의 변화에 따른 고생물의 변천 과정을 알아본다.

02 대멸종과 생물다양성

여러 번의 대멸종이 생물다양성에 미친 영향을 알아본다.

03 자연선택과 진화

생물 집단의 특성이 오랜 세월에 걸쳐 변화한 원리를 알아본다.

04 생물다양성과 보전

생물다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 탐색한다.

스스로 정리하기 28 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

지질시대의 경과 생물

이 단원을 배우고 나면

- 지질시대를 구분하는 기준을 설명할 수 있다.
- 지질시대에 따른 지구 환경의 변화를 이해하고, 각 시대별로 고생물의 변천 과정을 설명할 수 있다.

과거에 지구에는 어떤 생물들이 살았을까?

지금은 왜 공룡이
살지 않는 걸까?

지질시대의 환경과 화석

지구가 탄생한 약 46 억 년 전부터 현재까지를 지질시대라고 한다. 그리고 지질시대에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층에 남아 있는 것을 **화석**이라고 한다.

생물은 종류에 따라 서식 환경이 다르기 때문에 화석을 조사하면 생물이 살았던 당시의 환경을 추정할 수 있다. 다음 템구에서 화석을 이용하여 지질시대의 환경을 유추해 보자.

자료 수집, 결론 도출 | 개방성

화석을 이용하여 지질시대의 환경 알아보기

목표

화석을 이용하여 지질시대 생물의 생활 환경을 추론할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 화석을 이용하여 지질시대 생물이 살았던 환경을 어떻게 알 수 있을까?

| 자료 |

그림은 현재 지구에 살고 있는 고사리, 산호, 사슴의 모습과 각 생물의 화석을 나타낸 것이다.

고사리와 고사리 화석

산호와 산호 화석

사슴과 사슴 발자국 화석

|분석 및 정리|

- 1 고사리, 산호, 사슴은 주로 어떤 환경에서 서식하는지 조사해 보자.
- 2 고사리, 산호, 사슴 화석이 발견되는 지역은 생물이 살았던 당시 어떤 환경이었을지 추론해 보자.

화석	생물이 살았던 당시의 환경
고사리	
산호	
사슴	

산호는 수온이 높고 수심이 얕은 바다에 서식한다. 따라서 어떤 지층에서 산호 화석이 발견되면 이 지층이 만들어질 당시 환경이 이와 유사했을 것으로 추정할 수 있다. 지층에 포함된 화석을 연구하면 지층이 퇴적될 당시의 환경을 알 수 있고, 과거 생물의 종류와 진화 과정 등을 알 수 있다.

지질시대는 넓은 지역에 걸쳐 일어난 지구 환경의 급격한 변화를 기준으로 구분한다. 생물은 환경의 영향을 크게 받기 때문에 지층에 포함된 화석의 변화는 지질시대를 구분하는 주요 기준이 된다. 지질시대는 화석이 거의 발견되지 않는 **선캄브리아 시대**와 화석이 많이 발견되는 **고생대**, **중생대**, **신생대**로 구분한다.

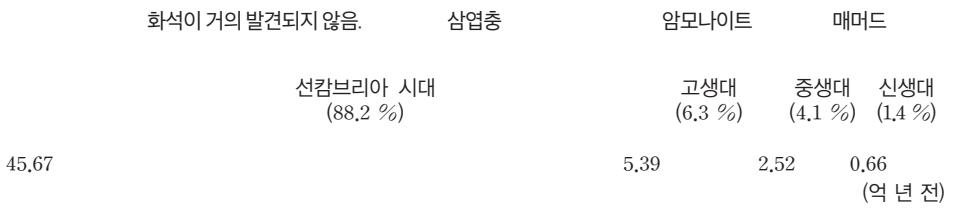


그림 I-1 | 지질시대의 구분

(출처: 국제총서학위원회, 2023)

확인

- 1 지질시대에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층에 남아 있는 것을 무엇이라고 하는가?
- 2 지질시대를 구분하는 주요 기준은 무엇인가?

지질시대 생물

서대문 자연사박물관(<https://namu.sdm.go.kr>) 누리집을 방문하여 가상 공간에서 박물관의 전시물을 체험할 수 있다.

지질시대의 환경과 생물의 변화

대형 곤충류

지질시대를 거치는 동안 지구는 크고 작은 지각 변동과 급격한 기후 변화를 겪었다. 각 지질시대의 환경과 생물은 어떻게 변해왔을까?

양치식물 번성

생물의 육상 진출

양서류

육지

어류 번성

다세포 동물 출현

남세균 출현

삼엽충

생물이 육상으로 진출한
지질시대는 언제인가?

5 억 3900 만 년 전

판게아

선캄브리아 시대

선캄브리아 시대의 초기에는 강한 자외선 때문에 생명체가 주로 바다에서 생활하였을 것으로 추정된다. 이 시대의 생물은 개체수가 적었고 단단한 껍질이나 뼈가 없었으며, 오랜 세월에 걸친 지각 변동으로 화석이 드물게 남아 있다. 자외선이 닿지 않는 바다에서 최초의 단세포 생물이 출현하였고, 그 후 광합성을 하는 남세균의 출현으로 바다와 대기 중에 산소가 방출되기 시작하였다. 이후 바다와 대기에 산소가 축적되면서 선캄브리아 시대 후기에 다양한 다세포 동물이 등장하였다.

고생대

바다에서는 삼엽충, 완족류와 같은 다양한 무척추동물과 어류가 번성하였다. 대기 중 산소 농도는 선캄브리아 시대에 비하여 더욱 높아졌다. 또, 오존층이 형성되어 자외선이 차단되면서 중기에는 생물이 육상에 진출할 수 있게 되었다. 말기에 육지에서는 양서류와 대형 곤충류가 번성하였으며, 생물다양성이 크게 증가하였다. 고생대 말에 판게아가 형성되면서 지구 환경이 급격하게 변화하여 삼엽충 등이 멸종하였고, 생물종의 수가 크게 감소하였다.

스트로마톨라이트

남세균은 최초의 광합성 생물로, 남세균으로 이루어진 미생물막에 의해 퇴적물 알갱이들이 붙잡혀 만들어진 퇴적 구조를 스트로마톨라이트라고 한다. 스트로마톨라이트는 약 35 억 년 이전에 만들어진 것도 있어 지구상의 생명체가 남긴 화석 중 가장 오래된 기록을 보여 준다.

대형 파충류,
겉씨식물 번성

속씨식물 번성

포유류 번성

인류의 조상
출현

암모나이트

2 억 5200만년전

6600만년전

중생대

중생대 초 판게아가 서서히 분리되기 시작하였고, 화산 활동이 활발하게 일어났으며, 전반적으로 기후가 온난하였다. 고생대 말의 대멸종에서 살아남은 생물들은 새로운 환경에 적응하여 번성하기 시작하였다. 바다에서는 암모나이트가 번성하였고, 육지에서는 파충류와 공룡, 소나무와 은행나무 등의 겉씨식물이 번성하였다. 중생대 말에는 지구 환경이 변하면서 공룡과 암모나이트를 비롯한 많은 수의 생물이 멸종하였다.

소단원 확인하기

1 고생대, 중생대, 신생대를 대표하는 화석을 각각 한 가지씩 이야기해 보자.

2 고생대 초기에는 생물이 주로 바다에서 생활했던 까닭을 환경과 관련지어 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 28쪽에 써 보자.

신생대

대륙의 이동과 분리가 지속되면서 현재와 비슷한 수륙 분포를 이루게 되었다. 신생대에는 대체로 따뜻했으나 말기에 빙하기와 간빙기가 반복되었다. 바다에서는 대형 유공충인 화폐석이 번성하였고, 육지에서는 매머드, 말과 같은 포유류, 참나무와 단풍나무 등의 속씨식물이 번성하였다. 신생대 후기에는 인류의 조상이 출현하였다.

평가하기

[지식·이해] 지질시대 생물과 환경의 변화를 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 지질시대의 화석으로 환경 변화를 추론할 수 있는가?

[가치·태도] 지질시대의 생물과 환경의 변화를 통해 자연에 대한 흥미를 가졌는가?

0

대멸종과 생물다양성

이 단원을 배우고 나면

- 대멸종의 원인과 대멸종이 생물다양성에 미친 영향을 추론할 수 있다.

중생대에 전 지구에 널리 분포하던 공룡이 멸종한
까닭은 무엇일까?

다음 시대
주인공은 누구?

지질시대를 거치는 동안 급격한 환경 변화를 겪으면서 환경에 적응하지 못한 생물들은 멸종하였다. 지구상에서 거의 동시대에 많은 수의 생물이 사라지게 된 사건을 대멸종이라고 한다. 다음 탐구에서 지질시대 동안 일어난 대멸종의 원인을 설명하는 가설들과 대멸종 이후의 변화에 대해 알아보자.

자료 조사, 의사소통 | 개방성

생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화에 대한 가설의 타당성 평가하기

목표

생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화를 조사하고, 여러 가설들이 과학적으로 타당한지 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 문제 인식 | 생물 대멸종은 왜 일어났으며, 그 후 생물권은 어떻게 변하였을까?

| 자료 |

다음은 중생대 말 생물 대멸종의 원인을 설명하는 두 가지 가설을 나타낸 것이다.

영상

소행성 충돌설

거대한 소행성이 지구와 충돌하여 먼지 구름이 기권으로 퍼져 나가 지구를 완전히 감쌌다. 이로 인해 햇빛이 차단되어 기온이 하강하고, 비가 적게 내려 식물들이 광합성을 하지 못하였다. 그 결과 생태계의 먹이사슬이 파괴되어 공룡을 비롯한 많은

생물이 멸종하였다.

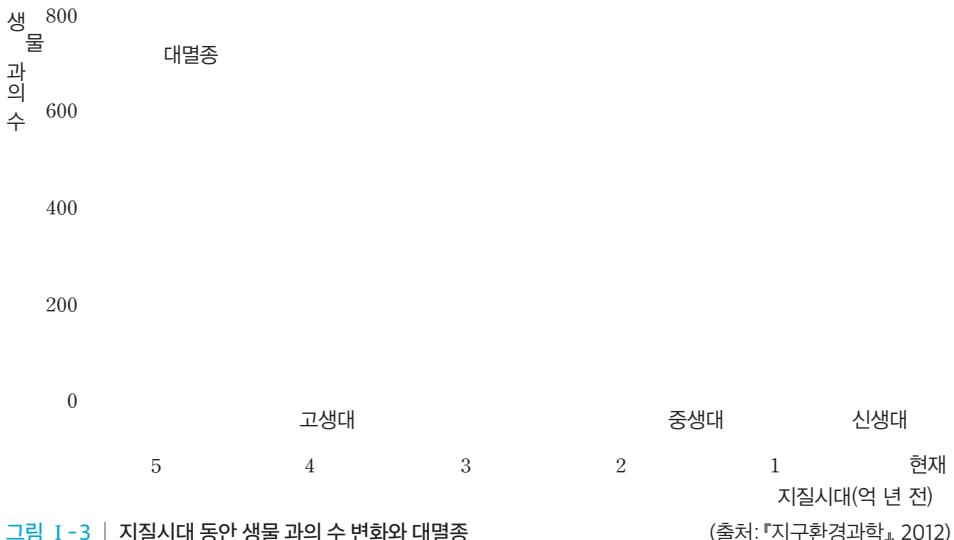
대규모 화산 폭발설

지구에 대규모 화산 폭발이 일어나 화산재와 먼지, 가스가 방출되었다. 대량의 화산재가 하늘을 뒤덮어 햇빛을 차단하였고, 산성비가 내려 토양이 산성화되었다. 이로 인해 기후가 변하고 먹이사슬이 파괴되어 공룡을 비롯한 많은 생물이 멸종하였다.

|분석 및 정리|

- 1 두 가지 가설 중 하나를 선택하여 그 가설을 뒷받침하는 증거를 조사한 다음, 가설의 타당성을 토의해 보자.
- 2 중생대 말 대멸종 이후에 생물권은 어떻게 변했는지 조사하고, 대멸종이 생물다양성에 미친 영향을 추론해 보자.

대멸종은 지질시대 동안 5 번 발생하였고, 수만 년~수백만 년에 걸쳐 일어났다. 지질시대에 걸쳐 해양 환경의 변화, 수륙 분포의 변화, 소행성 충돌, 화산 활동 등으로 지구 환경이 급격하게 변하면서 대멸종이 일어났다. 지구 환경 변화에 적응하지 못한 생물은 멸종했지만, 반대로 새로운 환경에 적응한 생물은 다양한 종으로 진화하여 비어 있는 생태 공간을 채웠다. 결과적으로 대멸종 이후 생물다양성은 더욱 증가하게 되었다.



소단원 확인하기

- 1 생물 대멸종을 일으킨 원인을 두 가지 설명해 보자.
- 2 만약 지질시대에 생물 대멸종과 같은 사건이 없었다면 인류가 지금처럼 번성할 수 있었을지 자신의 생각을 이야기해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 28쪽에 써 보자.

과

생물의 분류 단계 중 하나로, 생물 분류 단계에서 가장 큰 단위는 게이다. 게 이후 문, 강, 목, 과, 속, 종의 순서로 나타낸다.

평가하기

[지식·이해] 대멸종의 원인과 대멸종이 생물다양성에 미친 영향을 설명 할 수 있는가?

[과정·기능] 대멸종의 원인을 설명 하는 가설의 증거를 조사할 수 있는가?

[가치·태도] 대멸종의 원인을 타당 성 있게 토론하였는가?

0

자연선택과 진화

이 단원을 배우고 나면

- 자연선택이 이루어지는 과정과 생물의 진화를 설명할 수 있다.
- 모의실험을 통해 생물 무리의 구성이 변하는 원리를 추론할 수 있다.

생물 집단의 특성은 어떤 원리를
통해 변화될까?

눈에 확 띠는
놈이 있군!

변이와 자연선택에 의한 진화

화석에 남아 있는 기록을 통해 지구의 환경이 오랜 세월에 걸쳐 끊임없이 변화하는 동안 지구에 사는 생물의 모습도 계속 변화해 왔음을 알 수 있다. 과거에 번성했던 생물이 지금은 멸종하여 존재하지 않고, 또 다른 생물이 새롭게 나타나 번성하기도 하면서 오늘날 지구에는 다양한 생물이 살게 되었다. 이처럼 생물 집단의 특성이 오랜 세월 동안 여러 세대를 거치면서 변화하는 과정을 **진화**라고 한다.

다윈(Darwin, C. R., 1809~1882)
영국의 과학자로, 1859년에 자연선택으로 생물의 진화를 설명한『종의 기원』을 발표하였다.

다윈은 진화의 과정을 설명하기 위해 한 종에서 나타나는 형질의 차이에 주목하였다. 같은 종의 생물이라도 그 무리를 자세히 관찰하면 개체마다 몸의 생김새나 크기, 생활 방식 등이 조금씩 다름을 알 수 있는데, 이것을 **변이**라고 한다.

그림 I-4 | 토끼의 변이 토끼의 털은 다양한 색과 무늬를 가진다.

해 보기

다양한 변이의 특징 알아보기

그림은 새의 깃털 색에 나타나는 변이의 예이다.

(가) 밝은색 깃털을 가진 비둘기와 어두운색 깃털을 가진 비둘기 사이에서 밝고 어두운 얼룩을 가진 비둘기가 태어났다.

(나) 푸른색 깃털을 가진 공작 무리에서 흰색 깃털 돌연변이를 가진 공작이 우연히 태어났다.

(다) 어린 홍학은 몸 색깔이 회색을 띠지만, 자라나면서 먹이의 종류와 양에 따라 몸에 제각각 다른 특징을 가지는 붉은 무늬가 나타난다.

(가)~(다)에서 나타난 변이 중 다음 세대로 전달되지 않는 것은 어떤 것인지 생각해 보고, 그렇게 생각한 까닭을 써 보자.

변이는 개체가 가진 유전자의 차이로 나타나는 것과 환경 요인에 의해 나타나는 것으로 구분할 수 있다. 환경 요인에 의해 나타나는 변이는 유전되지 않지만, 돌연변이와 유성생식 과정에서 일어나는 생식세포의 다양한 조합에 의해 발생한 유전적 변이는 자손에게 유전된다.

다윈은 같은 종 내에서 나타나는 다양한 변이 중 생존에 가장 적합한 변이를 가진 개체들이 많이 살아남아 번식할 것이라고 생각하였다. 또, 이에 따라 점차 생물 집단의 구성이 환경에 적합하도록 변화하여 기존의 종과는 다른 종으로 갈라져 나오는 것을 자연선택에 의한 진화라고 설명하였다.

기린의 목 길이는 원래 다양했다.	목이 긴 기린이 생존경쟁에 유리했다.	목이 길어 살아남았던 자손을 남겼다.	기린의 목이 현재와 같이 길어졌다.
--------------------	----------------------	----------------------	---------------------

그림 I-5 | 다윈의 자연선택설에 의한 기린의 진화

확인

- 1 개체 사이에서 나타나는 형태, 습성 등의 형질 차이를 무엇이라고 하는가?
- 2 생물 집단의 구성이 환경에 적응하여 기존과 다른 종으로 갈라져 나오는 것을 무엇이라고 하는가?

환경이 진화에 미치는 영향

연결하기_『통합과학1』 151쪽
낫모양적혈구빈혈증의 원인과 발현에 대하여 학습하였다.

생물 집단의 생존과 번식은 환경에 적응하는 정도에 따라 결정된다. 예를 들어, 인간의 헤모글로빈 유전자 돌연변이에 의해 나타나는 낫모양적혈구는 빈혈을 일으킨다. 따라서 낫모양적혈구를 가진 사람은 일반적으로 정상 적혈구를 가진 사람에 비해 생존 가능성이 낮다. 그러나 낫모양적혈구는 말라리아에 저항성이 있어, 말라리아가 자주 발생하는 지역에서는 낫모양적혈구를 가진 사람의 비율이 다른 지역에 비해 높게 나타난다.

이와 같이 환경이 진화에 미치는 영향을 다음 탐구에서 더 알아보자.

탐구 수행, 결론 도출 | 개방성

자연선택 모의실험하기

목표

자연선택 모의실험으로 진화의 원리를 체험하고 추론할 수 있다.

준비물

흰색 도화지, 네 가지 색(빨간색, 파란색, 노란색, 흰색)의 텁실 구슬 여러 개

| 문제 인식 | 환경은 생물의 생존에 어떤 영향을 미칠까?

| 과정 |

- 1 4 명이 한 모둠이 되어 흰색 도화지 위에 네 가지 색의 텁실 구슬을 각각 10 개씩 흩어 놓는다.
- 2 모둠원 모두 눈을 감았다가 뜨면서 가장 먼저 눈에 띠는 것을 1 개씩 집어내는 과정을 5 회 반복한다.
- 3 도화지 위에 남은 텁실 구슬의 수를 세고, 같은 색의 텁실 구슬을 남은 수만큼 더 옮겨 놓는다.
- 4 ~ 과정을 3 번 반복하여 표에 기록한다.

남은 수만큼
텅실 구슬을 더 옮겨놓자.

생존한 개체가
자손을 남기는 것을
반영했구나.

| 결과 및 정리 |

1 자연선택 모의실험 결과를 표에 정리해 보자.

털실 구슬의 색	시행 전	1회 시행 후		2회 시행 후		3회 시행 후	
		남은 개수	$\times 2$	남은 개수	$\times 2$	남은 개수	$\times 2$
빨간색		10					
파란색		10					
노란색		10					
흰색		10					

남은 개수에 2를 곱하는 것은 생존
한 개체가 1세대 번식하는 것을 의미한다.

2 가장 많이 남은 털실 구슬의 색은 무엇인지 써 보자.

3 도화지의 색을 노란색으로 바꾸면 어떤 색의 털실 구슬이 많이 남을지 이야기해 보자.

4 도화지의 색과 남은 털실 구슬의 수에는 어떤 관계가 있는지 자연선택의 개념을 활용하여 설명해 보자.

모의실험 프로그램을 활용하여 자연선택 모의실험하기

- ① 다양한 환경에서 형질에 따른 생물의 생존율에 대한 자연선택 모의실험을 할 수 있는 누리집에 접속한다.
- ② 초기 조건을 설정하고, 각각의 환경에서 어떤 형질을 가진 개체가 생존에 유리할지 가설을 세워 본다.
- ③ 환경 조건을 바꾸면서 실험을 반복하고, 결과를 확인한다.
- ④ 모의실험으로 알게 된 사실을 정리해 보자.

자연선택 모의실험(프로그램 예시)

가상 실험

초원
사막
북극

00:15

생물은 가지고 있는 특성이 환경에 적합한 정도에 따라 자손을 남길 확률이 달라진다. 오늘날 다양한 생물이 서로 다른 생태계에서 살아갈 수 있는 것은 오랜 시간 동안 변이와 자연선택에 의해 각각의 환경에 맞도록 진화해 왔기 때문이다.

소단원 확인하기

1 개체 사이에 유전자 차이가 나타나는 원인 두 가지를 써 보자.

2 어떤 종의 새 무리에는 부리가 굵고 튼튼한 개체와 가늘고 긴 개체가 있다. 껍데기가 딱딱한 열매를 맷는 나무가 많은 환경에서 어떤 개체가 생존에 유리할지 자연선택의 원리와 관련지어 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 28 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 변이와 자연선택, 생물 다양성의 개념을 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] 모의실험을 통해 자연선택과 진화의 관계를 추론할 수 있는가?

[가치 · 태도] 모의실험 활동에 적극적으로 참여하였는가?

0

생물다양성과 보전

이 단원을 배우고 나면

- 생물다양성을 유전적 다양성, 종다양성, 생태계다양성으로 설명할 수 있다.
- 생물다양성의 보전 방안을 토의할 수 있다.

꿀벌이 사라진다면 어떤 일이 생길까?

생물다양성

지구에는 눈에 보이지 않는 미생물에서부터 거대한 나무에 이르기까지 수많은 생물이 살아가고 있다. 지구 곳곳에 서식하는 여러 종의 생물과 그들이 가진 유전자, 그리고 생태계의 다양한 정도를 통틀어 **생물다양성**이라고 한다.

유전적 다양성은 같은 생물종 내의 유전적 변이를 의미한다. 유전적 다양성이 높은 생물 집단에는 색이나 크기, 모양, 습성 등과 같은 집단 내의 변이가 다양하므로, 환경이 급격히 변화하여도 변화한 환경에 적응하여 살아남는 개체가 존재할 가능성이 높다.

종다양성은 일정한 지역에 서식하는 생물종의 수와 각 종이 고르게 분포하는 정도를 의미한다. 한 생태계 내의 생물종은 복잡한 먹이 관계로 얹혀 영향을 주고받으므로, 환경의 변화나 외부의 개입으로 하나의 종이 사라진다면 다른 종에게도 연쇄적인 영향이 미친다.

숲 생태계의 종다양성

무당벌레의 유전적 다양성

생태계다양성

그림 I-6 | 생물다양성

한 지역의 종다양성은 어떻게 측정할 수 있을까? 다음 활동에서 서로 다른 두 지역의 종다양성을 비교해 보자.

해 보기 종다양성 비교하기

그림은 두 지역 (가), (나)에 서식하는 다양한 생물종을 나타낸 것이다.

(가)	A	(나)
	B	
	C	
	D	
	E	

두 지역에 서식하는 생물종 A~E의 개체수를 표로 정리해 보자.

구분	A	B	C	D	E
(가)					
(나)					

(가)와 (나) 중 종다양성이 더 높은 곳을 고르고, 그렇게 생각한 까닭을 써 보자.

한 지역의 종다양성은 생물종의 수가 많고 각 종의 분포 비율이 균등할수록 높다.

생태계는 어떤 지역의 생물 군집과 그것을 둘러싸고 있는 환경 요인들을 포함하는 복잡한 시스템이다. 생태계다양성은 어느 지역에 존재하는 생태계의 종류와 그 구성 요소 간 상호작용의 다양한 정도를 의미한다. 생태계 환경이 복잡할수록 다양한 생물이 서식하기 쉽고, 먹이그물이 촘촘할수록 생태계의 안정성도 높아지므로 생태계 다양성과 종다양성, 유전적 다양성은 서로 밀접하게 연관되어 있다.

확인

일정한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미하는 것은 무엇인지 써 보자.

생물다양성보전 방안

지구의 다양한 생태계에서 살아가는 모든 생물은 생명 그 자체로 소중할 뿐만 아니라, 인간에게 의식주와 의약품 등 다양한 자원을 제공하며, 기후 안정, 환경 정화, 토양 보전과 자외선 차단 등에도 영향을 준다. 또한, 풍요로운 자연은 휴식 장소나 여가 활동을 위한 장소가 되기도 하며, 인류에게 예술 작품의 영감을 제공하거나 문화적 다양성의 바탕이 되기도 한다.

영상

버드나무에서 추출한
물질을 이용하여 해열
진통제를 만든다.

식물이 뿌리 내린 토양
은 강우나 강풍에도 잘
손실되지 않는다.

아름다운 자연은 인간
에게 휴식과 여가의 장
소가 된다.

인류의 문화는 기후와
생태계에 따라 다양하
게 나타난다.

그림 I-7 | 생물다양성의 가치

그러나 생물 자원과 에너지가 과도하게 소비됨에 따라 수많은 생물이 멸종되고 있다. 특정 종의 소멸로 생물다양성이 낮아지면 생태계평형이 불안정해지고, 생태계평형이 깨지면 인간을 비롯한 모든 생물의 생존이 위협받게 된다.

따라서 우리는 사회적·국가적·국제적으로 생물다양성보전을 위해 힘써야 하며, 생물다양성이 높은 지구 생태계를 미래 세대에게 물려주기 위해 노력해야 한다.

그림 I-8 | 우포늪의 생물다양성

우포늪은 외래종 유입 방지, 동식물 서식지 복원, 교육과 홍보 활동 등 많은 사람의 노력으로 높은 생물다양성을 유지하고 있다.

생물다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안에 대해 알아보자.

자료 수집 | 감수성

생물다양성을 보전하기 위한 실천 방안 탐색하기

| 과정 |

- 1 생물다양성보전을 위해 국제 사회는 국가 간 협약을 맺어 서로를 규제하는 동시에 협력하고 있다. 다음 국제 협약의 내용을 조사해 보자.

국제 협약	내용	목표
생물다양성 협약	생물다양성 협약	생물다양성을 보전하기 위한 국제 협약을 조사하고, 이를 바탕으로 생활 속 실천 방안을 토의할 수 있다.
멸종 위기에 처한 야생 동식물의 국제 거래에 관한 협약	멸종 위기에 처한 야생 동식물의 국제 거래에 관한 협약	준비물
물새 서식처로서 국제적으로 중요한 습지에 관한 협약	물새 서식처로서 국제적으로 중요한 습지에 관한 협약	스마트 기기
이동성 야생 동물 보호 협약	이동성 야생 동물 보호 협약	우리 학교 연못 생태계의 생물다양성을 보전하려면 어떻게 하면 좋을까?

- 2 조사한 국제 협약 중 우리나라가 가입한 협약을 정리해 보자.

- 3 생물다양성 감소 사례와 이를 막기 위한 사회적 노력에 관해 조사해 보자.
4 조사한 내용을 바탕으로 생활 속에서 실천할 수 있는 생물다양성보전을 위한 우리 학급의 다짐을 작성해 보자.

| 결과 및 정리 |

생물다양성보전을 위한 우리 학급의 다짐을 발표해 보자.

소단원 확인하기

- 1 생물다양성의 세 가지 요소는 무엇인가?
2 경제적 측면만을 고려하여 단일 품종의 바나나만 재배한다면 전염병이 발생했을 때 어떤 문제가 생길 수 있는지 이야기해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 28쪽에 써 보자.

사라지고
싣지 않아!

평가하기

- [지식 · 이해] 생물다양성의 세 가지 요소를 설명할 수 있는가?
[과정 · 기능] 생물다양성보전을 위한 국제 협약의 내용을 조사하여 정리할 수 있는가?
[가치 · 태도] 생물다양성보전의 필요성을 알고 노력하려는 마음가짐을 가졌는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

지질시대

지구가 탄생한 약 46 억 년 전~현재

지질시대 구분

주요 구분 기준: ① 의 변화

선캄브리아 시대, 고생대, 중생대, 신생대

지질시대

지질시대의 환경과 생물

선캄브리아 시대: 광합성을 하는 남세균 출현, 최초의 다세포 생물 출현

고생대: ② 이/가 형성되어 생물이 육상으로 진출, 어류와
양서류 번성

중생대: 기후가 온난하였고, 파충류 번성

신생대: 현재와 수륙 분포가 비슷해졌고, 포유류 번성

고생대

중생대

신생대

생물 대멸종

생물 대멸종의 원인

해양 환경의 변화, 수륙 분포의 변화, 소행성 충돌,
화산 활동 등 지구 환경의 급격한 변화 등

자연선택과 진화

자연선택

같은 종 내에서 생존에
가장 적합한 유전적

③ 을/를 가
진 개체가 살아남아 자손
을 남김

진화

자연선택에 의해 생물 집단이 점차 환경
에 적합하도록 변화하여 기존과 다른 종으
로 갈라져 나오는 것

진화와 생물다양성

생물다양성

유전적 다양성, 종다양성,
④ 다양성은
서로 밀접하게 연관되어
있음.
생물다양성을 보전하기 위
한 노력이 필요함.

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

지질시대 동안 환경은 계속 변해 왔고, 각 시
대별로 번성했던 ① 도 변하였다.

02

② 의 급격한 변화는 대멸종을 일
으켰고, 대멸종 이후에 ③ 이/가
증가하였다.

03

생물은 ④ 에 의해 점차 환경에 적
응하여 각자 다른 종으로 진화하였다.

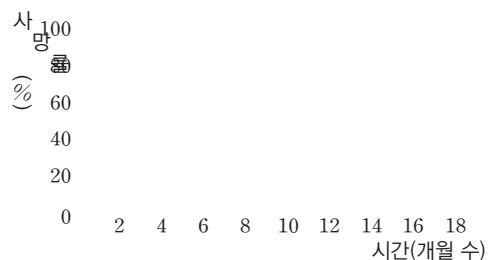
04

⑤ 이/가 낮아져 생태계평형이 불
안정해지지 않도록 그 보전에 힘써야 한다.

스스로 평가하기

- 1 그림은 지질시대의 상대적 길
이를 나타낸 것이다.
A~D에 해당하는 각 지질시
대의 이름을 쓰시오.
- C D
B A
- 4 다음은 생물 대멸종의 원인 가설에 관해 학생들이 나눈 대화
이다.
- 학생 A: 대멸종은 지구상에서 여러 차례 일어났고, 매 우 짧은 몇 년 사이의 기간에 발생하는 현상이야.
 - 학생 B: 수륙 분포의 변화는 해양 생물의 멸종에 큰 영 향을 주었지.
 - 학생 C: 대멸종 이후 살아남거나 새롭게 등장한 생물 들은 결과적으로 생물다양성을 더욱 감소시켰어.
- 대화 내용 중 틀린 부분을 찾아 밑줄을 치고 옮겨 고치시오.
- 2 다음은 지질시대의 환경과 생물에 관한 설명을 순서 없이 나
타낸 것이다.
- (가) 삼엽충과 어류가 번성하였다.
(나) 화석이 드물게 산출되어 당시 기후와 환경을 추정하
기 어렵다.
(다) 기후가 대체로 온난하였고, 공룡이 번성하였다.
(라) 현재와 수륙 분포가 비슷해졌다.
- (가)~(라)를 먼저 일어난 순으로 나열하시오.
- 5 변이와 자연선택에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 모두
고르시오.
- | 보기 |
- ㄱ. 돌연변이는 변이와 관련이 없다.
 - ㄴ. 생존에 유리한 변이를 가진 개체가 자손을 남긴다.
 - ㄷ. 개체 사이의 변이는 자연선택에 의한 진화의 자원이 된다.
 - ㄹ. 집단 내에서 자연선택된 형질의 유전자 비율은 감소 한다.
 - ㅁ. 자연선택은 집단 수준에 작용하지만, 생물의 진화 현
상은 개체 수준에서 일어난다.
- 3 그림은 어느 지질시대에 번성했던 생물
의 화석을 나타낸 것이다. 이에 대한 설
명으로 옳은 것만을 보기에서 있는대로
고르시오.
- | 보기 |
- ㄱ. 고생대에 번성하였다.
 - ㄴ. 육지 환경에서 번성하였다.
 - ㄷ. 판계아가 형성된 시기에 멸종하였다.
- 6 다음은 다윈이 제시한 자연선택에 의한 진화 과정을 순서 없
이 나열한 것이다.
- (가) 생물의 진화
(나) 다양한 변이 발생
(다) 자연선택
(라) 생존에 적합한 개체만 살아남아 자손 생산
- (가)~(라)를 과정의 순서에 따라 나열하시오.

7 그림은 어떤 지역에서 살충제인 DDT 살포에 따른 모기의 사망률을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. DDT 살포로 인해 자연선택이 일어났다.
- ㄴ. DDT 살포 후에 DDT에 저항성을 갖는 모기가 나타났다.
- ㄷ. DDT 살포 후 시간이 경과함에 따라 모기의 사망률이 점점 감소하였다.
- ㄹ. DDT 살포 후 16 개월이 경과하였을 때 전체 모기의 20 %가 DDT에 대한 저항성을 가지게 되었다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄹ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

8 다음은 생물다양성에 대한 학생들의 대화 내용이다. 생물다양성에 대해 옳게 말한 학생을 있는 대로 고른 것은?

- A: 종다양성이 높을 때가 낮을 때보다 생태계가 안정적으로 유지돼.
- B: 생태계다양성은 일정한 생태계에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미해.
- C: 같은 종이라도 개체들 간에 차이가 나타나는 것은 유전적 다양성 때문이야.

- ① A ② B ③ A, C
④ B, C ⑤ A, B, C

9 자연과 과학에 대한 감수성 _ 다음은 18 세기의 과학자 라마르크가 기린의 목이 길어진 과정에 관해 설명한 내용이다.

기린의 목은 원래 짧았으나, 높은 나무에 달린 잎을 먹기 위해 목을 높이 뻗은 결과 목이 점점 길어졌고, 길어진 목이 자손에게 유전되어 지금처럼 긴 목을 갖게 되었다.

라마르크의 주장에서 과학적으로 타당하지 않은 부분을 찾고 그 이유를 써 보자.

10 안전·지속가능 사 에 기여 _ 종이의 원료는 나무에서 얻은 펄프이다. 소비를 줄이는 것이 어떻게 생물다양성보전에 도움이 되는지 생각해 보자.

벌목되는 삼림

눈앞에서 벌어진 자연선택과 진화

2017년 여름, 미국 하버드 대학교의 생물학 연구자들은 도마뱀 개체군 보전을 위한 자료를 수집하기 위해 허리케인 길목에 있는 카리브해의 작은 섬 두 곳을 방문했다. 연구자들이 도마뱀의 생태 정보를 수집하고 떠난 직후 시속 270 km가 넘는 강력한 허리케인이 2주 간격으로 섬을 강타했다.

허리케인이 지나간 후 다시 섬에 방문한 연구자들은 살아남은 도마뱀 개체군의 발 형태에서 의미 있는 변화를 발견했다. 허리케인이 지나기 전인 약 6주 전 측정한 것 보다 도마뱀 개체군의 평균 발 면적이 넓어졌으며, 앞발의 평균 길이는 길어지고 뒷발의 평균 길이는 짧아진 것이다.

도마뱀의 발 면적이 크고 앞발이 길면 나뭇가지에 매달리는 능력이 좋아지고, 뒷발이 길면 바람을 받는 면적이 커져 날아갈 위험이 커진다. 즉, 강한 바람에 날아가지 않는 발의 특성을 가진 도마뱀들이 허리케인을 견디고 생존할 확률이 높았던 셈이다.

다음 해 이어진 후속 연구에서 살아남은 도마뱀의 신체적 특징은 자손 세대 개체군에서도 유지되고 있는 것으로 확인되었다. 허리케인에 대응하기 위한 형질이 꾸준히 선택받는다면 세대를 거치면서 도마뱀 종의 형태도 서서히 변화할 것이다.

강풍을 견디는 도마뱀의 모습

카리브해 섬에 허리케인이 자주 지나가게 되면 이 섬에 사는 도마뱀의 발바닥 면적은 계속해서 커질까? 자신의 생각을 말해 보자.

2 화학 변화

캠핑장에서 일어나는 변화

캠핑장에 놀러 가 아빠와 함께 저녁 식사를 준비했다.

숯과 나무를 태워 화로에 불을 피우고, 생선과 야채를 구웠다. 생선을 요리할 때 캠핑장에 비린내가 퍼질까 걱정했는데, 생선에 레몬즙을 뿌리니 비린내가 사라졌다.

아빠는 숯과 나무가 타는 것과 생선에 레몬즙을 뿌려 비린내를 없애는 것은 모두 화학 변화라고 말씀하시는데, 모두 같은 화학 변화일까?

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 산화와 환원

숯과 나무가 타는 것은 어떤 화학 변화인지 알아본다.

02 중화 반응

생선에 레몬즙을 뿌릴 때 일어나는 화학 변화를 알아본다.

03 물질 변화에서 에너지 출입

캠핑장에서 일어나는 여러 가지 변화에서 에너지의 출입을 알아본다.

스스로 정리하기 54 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

산화와 환원

이 단원을 배우고 나면

- 자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응의 공통점을 산화와 환원으로 설명할 수 있다.
- 생활 주변의 다양한 변화를 산화와 환원의 특징과 규칙성으로 분석할 수 있다.

숯과 나무가 타는 반응은 어떤 특징이 있을까?

누가 우리를
이렇게 만든 거지?

자연과 인류의 역사를 바꾼 화학 반응

화석 연료

지질 시대의 생물이 화석처럼 굳어져 오늘날 연료로 이용하는 물질을 말한다. 화석 연료에는 석탄, 석유, 천연가스 등이 있다.

약 46 억 년 전 지구가 탄생한 이후 자연환경은 계속 변하고 있으며, 인류의 생활 방식도 끊임없이 변해 왔다. 자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응에는 광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련 등이 있다. 다음 탐구에서 자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응의 공통점을 알아보자.

분석 및 해석 | 유용성

자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응의 공통점 조사하기

목표

자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응의 공통점을 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응에는 어떤 공통점이 있을까?

| 자료 |

다음은 자연과 인류의 역사에 변화를 가져온 세 가지 화학 반응에 대한 설명이다.

광합성은 생물이 빛에너지를 이용해 물과 이산화 탄소로부터 포도당과 산소를 만드는 반응이다. 초기 지구의 대기에는 산소가 거의 존재하지 않았다. 이후 지구의 바닷속에서 광합성을 하는 생물이 출현해 바다와 대기 중의 산소 농도가 증가하였고 대기에 오존층이 형성됨에 따라 육지로 생물이 진출하여 생물의 종류가 다양해졌다.

화석 연료가 공기 중의 산소와 빠르게 반응하여 연소할 때 열에너지가 발생하며, 이때 발생하는 에너지를 생활에서 다양하게 활용하게 되면서 인류의 삶이 크게 변하였다. 초기 인류는 수력과 같은 자연이나 가축으로부터 에너지를 얻어 생활에 이용했다. 그러나 증기 기관의 발명으로 화석 연료가 연소할 때 발생하는 열에너지를 효율적으로 이용하면서 교통과 산업에 큰 변화가 일어났다.

철은 단단하지만 비교적 쉽게 가공할 수 있고, 매장량이 풍부하다. 하지만 철은 자연 상태에서 대부분 산소와 결합한 산화 철 형태로 존재한다. 순수한 철을 얻기 위해 산화 철이 주성분인 철광석에서 산소를 떼어 내는 철의 제련 기술이 발달했으며, 이에 따라 생활용품, 건축물, 교통수단의 형태도 점차 발전하였다.

| 분석 및 정리 |

- 1 세 가지 화학 반응이 없었다면 자연과 인류의 역사가 어떻게 변했을지 이야기해 보자.
- 2 세 가지 화학 반응의 반응물과 생성물을 각각 조사해 보자.

화학 반응	반응물	생성물
광합성		
화석 연료의 연소		
철의 제련		

- 3 세 가지 화학 반응에서 반응물이 생성물로 변할 때 공통적으로 관여하는 원소는 무엇인지 설명해 보자.

자연과 인류의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련은 모두 산소가 관여하는 화학 반응이다. 산소는 우리 주변에 항상 존재하며, 다른 물질과 쉽게 반응하는 성질이 있어 생활에서 일어나는 다양한 변화에 관여한다.

확인

지구 대기 중의 산소 농도가 증가하고, 생물의 종류가 다양해진 것과 관련된 화학 반응은 무엇인가?

산소의 이동과 산화·환원 반응

산화 구리(Ⅱ)와 탄소 가루를 함께 가열할 때 나타나는 변화로 산소가 관여하는 반응을 알아보자.

탐구 수행, 협업 | 유용성

산화 구리(Ⅱ)와 탄소의 반응 알아보기

목표

산화 구리(Ⅱ)와 탄소를 반응시켰을 때의 변화를 산소의 이동으로 설명할 수 있다.

준비물

산화 구리(Ⅱ), 탄소 가루, 석회수, 시험관, 비커, 유리관, 고무관, 구멍 뚫린 고무마개, 스탠드, 집게, 가열 장치, 전자저울, 약숟가락, 시약포지, 실험복, 실험용 장갑, 보안경

유의점

실험복, 실험용 장갑, 보안경을 착용 한다.

실험 전 약품의 정보를 확인하고, 안전하게 사용한다.

약품이 피부에 닿았을 때는 물은 부위를 흐르는 물로 충분히 씻는다.

화재와 화상에 주의한다.

화상을 입었을 때는 화상을 입은 부위를 찬물에 담그어 하여 열기를 식힌다.

실험 후 남은 물질은 정해진 곳에 모아 처리한다.

산화 구리(Ⅱ)

탄소 가루

석회수

| 결과 및 정리 |

- 1 시험관 속 물질과 석회수의 색은 어떻게 변했는지 써 보자.

물질

변화

시험관 속 물질

석회수

영상

- 2 의 변화를 바탕으로 산화 구리(Ⅱ)와 탄소가 각각 어떤 물질로 변했는지 설명해 보자.

반응물

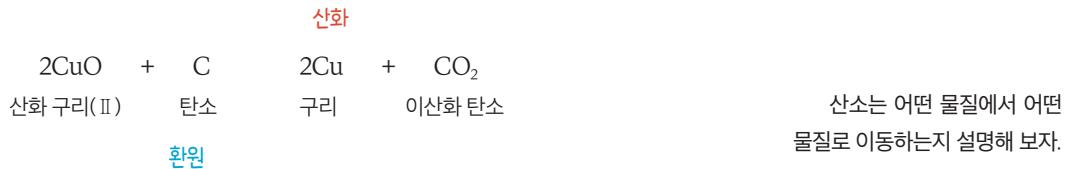
생성물

산화 구리(Ⅱ)

탄소

- 3 산화 구리(Ⅱ)와 탄소의 반응을 산소의 이동으로 설명해 보자.

산화 구리(II)와 탄소 가루를 함께 가열하면 탄소가 산화 구리(II)의 산소와 결합하여 이산화 탄소가 되고, 검은색의 산화 구리(II)는 산소를 잃어 붉은색의 구리가 된다. 이처럼 물질이 산소와 결합하는 반응을 **산화**라 하고, 물질이 산소를 잃는 반응을 **환원**이라고 한다.



인류의 역사에 큰 변화를 가져온 철의 제련도 산소의 이동에 의한 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다. 용광로에 철광석과 코크스를 넣고 가열하면 코크스가 산소와 반응해 일산화 탄소가 된다. 생성된 일산화 탄소와 철광석의 주성분인 산화 철(III)이 반응하면 산화 철(III)이 산소를 잃어 철이 생성된다.

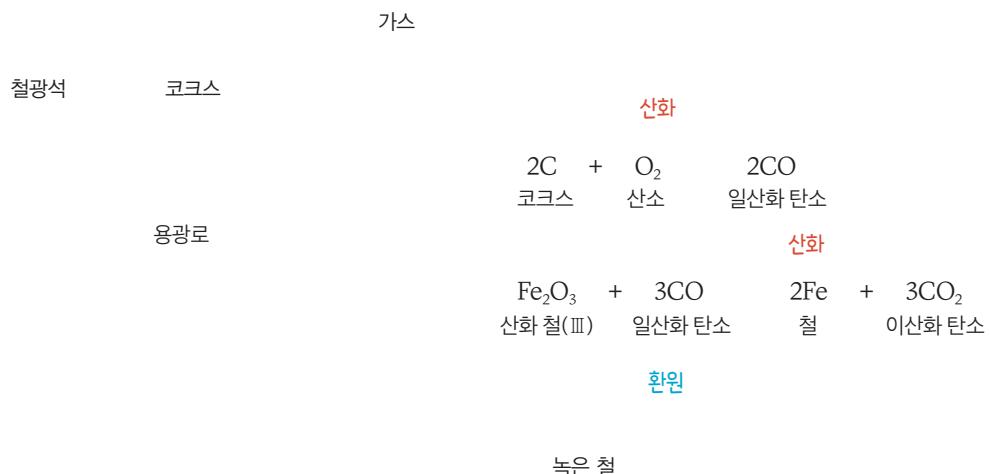


그림 I-9 | 용광로에서 일어나는 철의 제련

순수한 철은 공기 중의 산소와 반응해 다시 산화된다. 철의 산화가 오래 지속되면 철이 녹슬어 부서지기도 한다.

그림 I-10 | 녹슨 철

확인

산소의 이동으로 산화와 환원을 설명해 보자.

전자의 이동과 산화·환원 반응

마그네슘의 연소 반응

'금속 마그네슘의 연소'를 검색하면 관련된 다양한 영상을 찾을 수 있다.

마그네슘이 공기 중에서 가열하면 마그네슘이 산소와 반응해 산화 마그네슘이 된다. 이때 마그네슘은 전자를 잃고 양이온이 되고, 산소는 전자를 얻어 음이온이 되면서 이온 결합을 형성한다. 산화·환원 반응은 전자의 이동으로도 설명할 수 있는데 물질이 전자를 잃는 반응을 **산화**, 물질이 전자를 얻는 반응을 **환원**이라고 한다. 따라서 마그네슘과 산소의 반응에서 마그네슘은 전자를 잃고 산화되고, 산소는 전자를 얻어 산화 이온으로 환원됨을 알 수 있다.



산화(전자를 잃음.)



산화 마그네슘



환원(전자를 얻음.)



그림 I-11 | 마그네슘의 연소 반응 모형

전자는 어떤 물질에서 어떤 물질로 이동하는지 설명해 보자.

전자의 이동으로 산화·환원 반응을 설명하면 산소가 관여하지 않는 반응도 산화와 환원으로 설명할 수 있다. 그림 I-12와 같이 푸른색 황산 구리(II) 수용액에 아연판을 넣어 두면 용액의 푸른색이 점점 연해지고, 아연판의 표면에는 붉은색 구리가 석출된다. 이는 아연이 전자를 잃고 아연 이온으로 산화되어 수용액에 녹아들어 가고, 수용액 속의 구리 이온은 전자를 얻어 구리로 환원되기 때문이다.

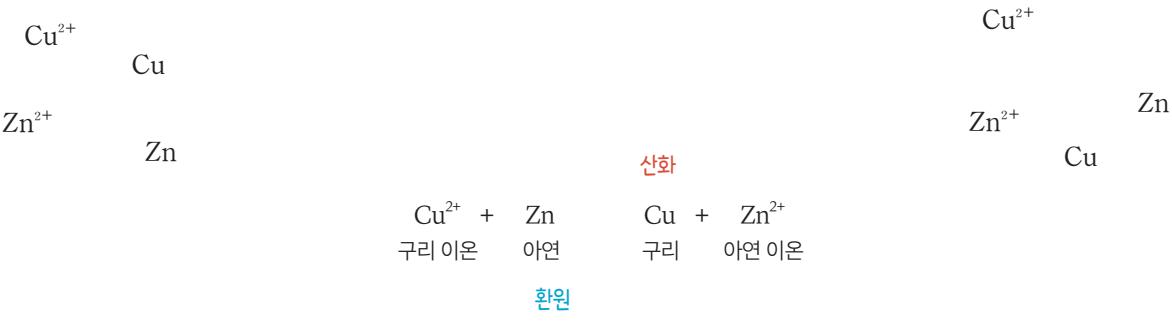


그림 I-12 | 황산 구리(II) 수용액과 아연의 반응

해 보기

전자의 이동으로 금속의 산화·환원 반응 알아보기

다음은 끓은 염산에 아연 조각을 넣어 두었을 때의 변화와 염화 구리(Ⅱ) 수용액에 알루미늄 포일을 넣어 두었을 때의 변화를 화학 반응식으로 나타낸 것이다.

구분	굵은 염산에 아연 조각을 넣어 두었을 때	염화 구리(Ⅱ) 수용액에 알루미늄 포일을 넣어 두었을 때	영상
반응	굵은 염산	알루미늄 포일	염화 수소 기체를 물에 녹인 수용액을 염산이라고 하며, 염산에는 수소 이온이 들어 있다.
	아연 조각	염화 구리(Ⅱ) 수용액	
화학 반응식	$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$	$2Al + 3Cu^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$	

두 반응에서 전자를 잃은 물질과 전자를 얻은 물질을 각각 찾아보자.

두 반응을 산화·환원 반응으로 설명해 보자.

산화·환원 반응에서 한 물질이 전자를 잃어 산화되면 다른 물질은 그 전자를 받아서 환원된다. 산화·환원 반응이 일어날 때 어떤 물질이 전자를 얻기 위해서는 전자를 잃는 물질이 필요하다. 따라서 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.

구리 선

확인

질산 은($AgNO_3$) 수용액에 구리 선을 넣어 두면 구리 선 표면에 은(Ag)이 석출되고, 용액의 색이 푸른색으로 변한다. 이 화학 변화에서 산화된 물질과 환원된 물질은 각각 무엇인가?

질산 은
수용액

미술 작품에서 만나는 산화·환원 반응

17 세기에 그려진 많은 유화 작품은 금속 원소가 포함된 안료로 그려졌다. 대부분의 작품은 시간이 지나면서 표면이 검게 변했는데, 이는 오랜 시간 공기 중에 노출되어 안료의 금속이 산화·환원 반응을 했기 때문이다. 대표적인 유화 작품인 렘브란트의 「야경」은 낮 풍경을 묘사한 작품이지만, 보관 과정에서 산화·환원 반응이 일어나 어둡게 변해 야경이라는 이름이 붙게 되었다.

산화·환원 반응은 훼손된 미술 작품을 복원할 때도 사용된다. 화재가 발생하면 그을음이 발생하는데, 이 그을음은 산소와 반응시켜 제거할 수 있다. 모네의 「수련」 연작은 화재로 인해 그을음으로 뒤덮여 있었지만 산화·환원 반응으로 복원에 성공한 대표적인 미술 작품이다.

렘브란트, 「야경」

생활 주변의 산화·환원 반응

우리 주변에서 일어나는 다양한 변화는 산화와 환원으로 설명할 수 있다.

광합성

광합성은 식물의 엽록체에서 일어나는 반응으로 생명 현상에 꼭 필요한 반응이다. 광합성으로 생성된 포도당은 생물이 살아가는 데 필요한 에너지원으로 사용된다.

산화



이산화 탄소 물 포도당 산소

환원

연소

도시가스가 연소하는 것도 산화·환원 반응이다. 가정에서 사용하는 도시가스의 주성분은 메테인으로, 메테인이 연소하면 이산화 탄소와 물이 생성되고 열이 발생한다. 이때 발생한 열을 요리나 난방을 할 때 이용한다.

산화



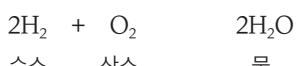
메테인 산소 이산화 탄소 물

환원

수소 연료 전지 자동차

수소를 연료로 해 전기를 만들어 움직이는 자동차를 수소 연료 전지 자동차라고 한다. 수소 연료 전지에 수소 기체와 산소 기체를 넣으면 산화·환원 반응이 일어나 전기 에너지가 만들어 진다. 수소 연료 전기 자동차는 화석 연료로 움직이는 자동차와 달리 이산화 탄소를 발생하지 않고, 에너지 효율이 높아 친환경 자동차로 주목받고 있다.

산화



수소 산소 물

환원

그림 I-13 | 생활 주변의 산화·환원 반응

다음 활동으로 일상생활에서 일어나는 산화·환원 반응을 더 알아보자.

해 보기 일상생활에서 일어나는 산화·환원 반응 찾아보기

그림은 일상생활에서 일어나는 산화·환원 반응과 산화·환원 반응을 이용하는 예를 나타낸 것이다.

음식의 부패

식품 속 산화 방지제

표백제

사과의 갈변

위의 변화 중 한 가지를 골라 산화와 환원의 특징으로 설명해 보자.

일상생활에서 일어나는 산화·환원 반응의 예를 더 찾아보자.

이처럼 생활 주변에서 일어나는 산화·환원 반응은 산소의 이동이나 전자의 이동으로 일어나고, 항상 동시에 일어난다는 규칙성이 있다.

소단원 확인하기

1 나트륨 원자와 염소 원자가 이온 결합해 염화 나트륨을 만드는 과정을 산화·환원 반응으로 설명해 보자.

2 철로 만든 건축물에 페인트를 칠하는 까닭을 산화·환원 반응과 관련지어 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 54 쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 산화·환원 반응을 산소의 이동과 전자의 이동으로 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 산화 구리(II)와 탄소를 반응시켰을 때 나타난 결과를 산화와 환원의 특징으로 분석할 수 있는가?

[가치·태도] 우리 주변에서 일어나는 다양한 변화를 산화와 환원의 특징과 규칙성으로 설명할 수 있는가?

0

중화 반응

이 단원을 배우고 나면

- 대표적인 산, 염기 물질의 특징을 알고, 산성과 염기성이 나타나는 까닭을 설명할 수 있다.
- 산과 염기를 혼합할 때 나타나는 중화 반응을 이해하고, 생활 속에서 중화 반응을 이용하는 예를 찾을 수 있다.

생선에 레몬즙을 뿌려 비린내를 없애는 것은

어떤 화학 반응을 이용한 것일까?

산성과 염기성

레몬과 식초에는 산이, 비누와 제산제에는 염기가 들어 있어 서로 다른 성질을 나타낸다. 산과 염기는 각각 어떤 성질이 있을까? 산은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 하는 성질이 있다. 이러한 산의 공통적인 성질을 **산성**이라고 하며, 산성을 나타내는 물질에는 염산, 황산, 아세트산 등이 있다. 반면 염기는 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 하는 성질이 있다. 이러한 염기의 공통적인 성질을 **염기성**이라고 하며, 염기성을 나타내는 물질에는 수산화 나트륨, 수산화 칼륨, 수산화 칼슘 등이 있다.

산성

염기성

푸른색 리트머스
종이를 붉게 한다.

붉은색 리트머스
종이를 푸르게 한다.

전기 전도성이 있다는 것은 산과
염기가 물에 녹으면 이온화된다는
것을 의미한다.

산과 염기 수용액은
전류가 흐른다.

달걀흰자의 주성분인
단백질을 녹인다.

달걀 껍데기의 주성분인 탄산 칼슘과
반응해 이산화 탄소 기체를 발생시킨다.

그림 I-14 | 산성과 염기성

그렇다면 종류가 다른 산과 염기가 각각 공통적인 성질을 나타내는 까닭은 무엇일까?

영상

묽은 염산에 적신 실

수산화 나트륨 수용액에 적신 실

(-)극

(+)극

(+)극

그림 I-15 | 질산 칼륨 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이 위에 끓은 염산에 적신 실을 올리고 전류를 흘려 주었을 때

그림 I-16 | 질산 칼륨 수용액에 적신 붉은색 리트머스 종이 위에 수산화 나트륨 수용액에 적신 실을 올리고 전류를 흘려 주었을 때

그림 I-15와 같이 끓은 염산에 전류가 흐르면 푸른색 리트머스 종이가 붉은색으로 변한 부분이 (-)극 쪽으로 이동한다. 황산이나 아세트산으로 실험해도 같은 현상이 나타나는데, 이를 통해 산성이 나타나는 것은 양이온 때문이라는 것을 알 수 있다. 반면 그림 I-16과 같이 수산화 나트륨 수용액에 전류가 흐르면 붉은색 리트머스 종이가 푸른색으로 변한 부분이 (+)극 쪽으로 이동한다. 수산화 칼륨, 수산화 칼슘으로 실험해도 같은 현상이 나타나며, 이를 통해 염기성이 나타나는 것은 음이온 때문이라는 것을 알 수 있다. 몇 가지 산과 염기를 물에 녹이면 다음과 같이 이온화된다.

아레니우스(Arrhenius, S. A., 1859 ~1927)

스웨덴의 화학자로, 산과 염기를 정의하였다.

탄산(H_2CO_3)과 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$)이 각각 이온화되는 반응식을 써 보자.

여러 가지 산의 이온화

HCl 염화 수소	H^+ 수소 이온	+	Cl^- 염화 이온
H_2SO_4 황산	$2H^+$ 수소 이온	+	SO_4^{2-} 황산 이온
CH_3COOH 아세트산	H^+ 수소 이온	+	CH_3COO^- 아세트산 이온

여러 가지 염기의 이온화

$NaOH$ 수산화 나트륨	Na^+ 나트륨 이온	+	OH^- 수산화 이온
KOH 수산화 칼륨	K^+ 칼륨 이온	+	OH^- 수산화 이온
$Ca(OH)_2$ 수산화 칼슘	Ca^{2+} 칼슘 이온	+	$2OH^-$ 수산화 이온

이와 같이 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질을 산이라고 하며, 물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질을 염기라고 한다.

리트머스 종이 페놀프탈레인 용액 BTB 용액 메틸 오렌지 용액

지시약 가상 실험

산성

지시약은 용액의 성질에 따라 색이 변하는 물질로, 색 변화로 산과 염기를 구분할 때 사용한다. 대표적인 지시약으로는 리트머스 종이, 페놀프탈레인 용액, BTB 용액, 메틸 오렌지 용액 등이 있다.

증성

염기성

확인

- 산 수용액에 전류를 흘려 주었을 때 (-)극으로 이동하는 이온은 무엇인가?
- 염기 수용액에 전류를 흘려 주었을 때 (+)극으로 이동하는 이온은 무엇인가?

산과 염기를 혼합할 때의 변화

서로 다른 특징을 가진 산과 염기를 혼합하면 어떤 변화가 나타날까? 다음 탐구에서 염산과 수산화 나트륨 수용액을 혼합할 때 나타나는 변화를 관찰해 보자.

데이터

탐구 수행, 일반화 | 개방성

산과 염기를 혼합할 때 용액의 변화 알아보기

목표

산과 염기를 혼합할 때 나타나는 용액의 변화를 관찰하고, 관찰 결과를 해석 할 수 있다.

준비물

같은 농도의 염산과 수산화 나트륨 수용액, 페놀프탈레인 용액, 자석 젓개 막대, 비커, 스텐드, 집게, 뷰렛 집게, 뷰렛, 깔때기, 교반기, 무선 온도 센서, 스마트 기기, 실험복, 실험용 장갑, 보안경

유의점

실험복, 실험용 장갑, 보안경을 착용 한다.

실험 전 약품의 정보를 확인하고, 안전하게 사용한다.

용액이 피부에 닿지 않도록 주의한다. 약품이 피부에 닿았을 때는 물은 부위 를 흐르는 물로 충분히 씻는다.

실험 후 남은 물질은 정해진 곳에 모아 처리한다. 특히 염산과 수산화 나트륨 수용액은 지정된 폐수통에 분리 하여 처리한다.

| 문제 인식 | 산과 염기를 혼합하면 어떤 변화가 나타날까?

| 과정 |

- 1 비커에 염산 20 mL를 넣고 페놀프탈레인 용액을 2 방울~3 방울 떨어뜨린다.
- 2 의 비커에 자석 젓개 막대를 넣고 교반기 위에 올린 뒤, 무선 온도 센서가 자석 젓개 막대에 닿지 않도록 장치한다.
- 3 뷰렛 집게를 이용해 뷰렛을 스텐드에 고정한 뒤, 깔때기를 이용해 뷰렛에 수산화 나트륨 수용액 40 mL를 채운다.
- 4 무선 온도 센서를 작동시켜 온도 측정을 시작한다.
- 5 뷰렛에서 수산화 나트륨 수용액이 천천히 떨어지도록 뷰렛 꼭지를 조절한다.
- 6 뷰렛의 수산화 나트륨 수용액이 비커에 모두 떨어질 때까지 온도를 측정한다.

온도 측정 시간은
수동 또는 15 분 이상으로
설정해.

뷰렛

영상

뷰렛 집게

무선 온도 센서

자석 젓개 막대

교반기

- 7** 수산화 나트륨 수용액의 부피에 따른 온도 변화 그래프를 내려받는다.
- 8** 온도 변화 그래프를 공유 플랫폼에 올리고, 다른 모둠과의 공통점을 찾아본다.

데이터 수집 프로그램

지능형 과학실 ON의 탐구 수업에서 데이터를 수집하고, 수집한 데이터를 그래프로 변환할 수 있다.

무선 온도 센서 사용 방법

- ① 스마트 기기에 센서 분석 앱을 설치한다.
- ② 무선 온도 센서와 센서 분석 앱을 연동한다.
- ③ 센서 분석 앱에서 데이터 수집 시작 시간과 종료 시간, 수집 속도 및 간격을 설정한 후 무선 온도 센서로 온도를 측정한다.

URL
<http://science-on.kosac.re.kr>

| 결과 및 정리 |

1 온도 변화 그래프를 보고, 염산과 수산화 나트륨 수용액을 혼합할 때 온도가 어떻게 변하는지 설명해 보자.

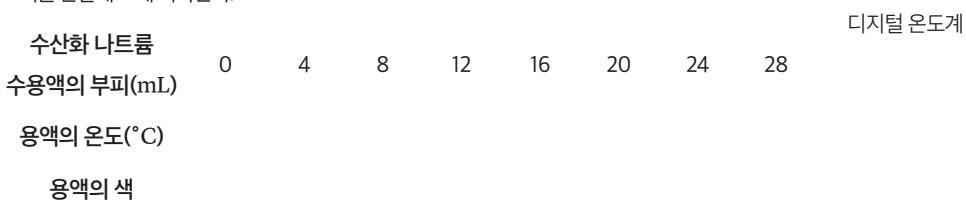
2 염산과 수산화 나트륨 수용액을 혼합할 때 나타난 혼합 용액의 색 변화를 바탕으로 혼합 용액의 성질이 어떻게 변하는지 설명해 보자.

3 산과 염기를 혼합할 때 혼합 용액의 온도 변화를 용액의 성질 변화와 관련지어 설명해 보자.

무선 온도 센서 대신 디지털 온도계로도 실험할 수 있다.

디지털 온도계로 산과 염기를 혼합할 때 용액의 변화 알아보기

- ① 비커에 염산 20 mL를 넣고 페놀프탈레인 용액을 2 방울~3 방울 떨어뜨린다.
- ② ①의 비커에 자석 젓개 막대를 넣고, 교반기 위에 옮린다.
- ③ 스포이트로 수산화 나트륨 수용액을 4 mL씩 넣으면서 디지털 온도계로 혼합 용액의 온도를 측정하고, 색을 관찰해 표에 기록한다.



- ④ ③에서 측정한 용액의 온도 변화를 그래프로 나타내 보자. 이때 지능형 과학실 ON을 이용하면 수집한 데이터를 그래프로 변환하기 쉽다.

증화 반응

묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액을 혼합하면 끓은 염산의 수소 이온(H^+)과 수산화 나트륨 수용액의 수산화 이온(OH^-)이 반응해 물을 생성하고, 혼합 용액의 성질이 변한다.



이처럼 산과 염기를 혼합할 때 산의 수소 이온과 염기의 수산화 이온이 1:1로 반응해 물을 생성하는 반응을 **증화 반응**이라고 한다.



그림 I-17 | 증화 반응 모형

증화 반응이 일어날 때 혼합 용액의 성질은 혼합 용액에 남아 있는 수소 이온이나 수산화 이온의 수와 관련이 있다. 따라서 지시약을 이용하면 혼합 용액의 성질을 알 수 있다. 그림 I-18은 페놀프탈레인 용액을 넣은 일정량의 끓은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 혼합할 때의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.

각 용액에 들어 있는 이온의 수와 물 분자의 수를 적고, 산성, 중성, 염기성 중 어떤 성질을 띠는지 써 보자.

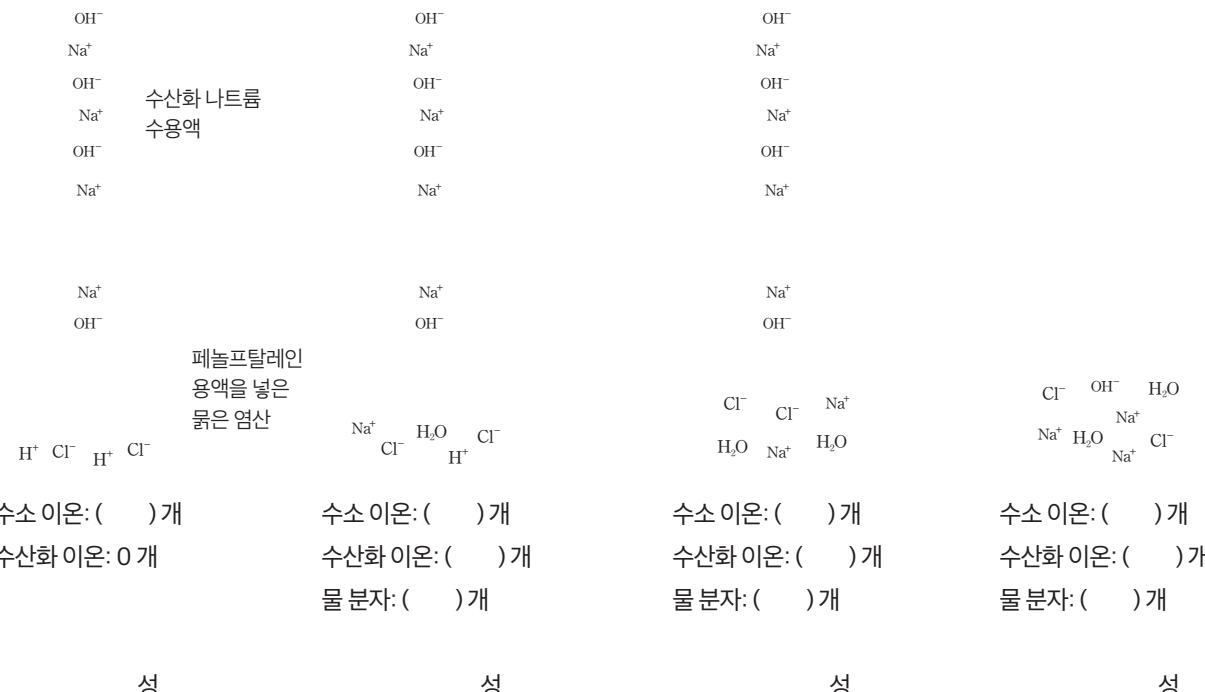


그림 I-18 | 끓은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 증화 반응 모형과 페놀프탈레인 용액의 색 변화

페놀프탈레인 용액을 넣은 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 넣으면 중화 반응이 일어나 수소 이온이 점점 줄어든다. 하지만 수소 이온이 모두 반응하기 전까지 혼합 용액은 산성을 띠므로 혼합 용액의 색은 변하지 않는다. 수산화 나트륨 수용액을 계속 넣어 수소 이온이 수산화 이온과 모두 반응하면 혼합 용액은 중성이 되고, 그 이후에는 수산화 이온이 증가해 혼합 용액은 염기성을 띠게 된다. 따라서 혼합 용액의 색이 붉은색으로 변한다.

또 중화 반응이 일어날 때 혼합 용액의 온도가 높아지는데, 이는 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생하기 때문이다.

(가) 중화 반응이 일어나는 동안 계속 중화
열이 발생하므로 온도가 높아진다.

(나) 묽은 염산에 있던 수소 이온이 모두 반응
하면 수산화 나트륨 수용액을 넣어도 중화 반
응이 일어나지 않기 때문에 중화열이 발생하
지 않지만, 혼합 용액보다 온도가 낮은 용액이
가해지므로 온도가 낮아진다.

온도

O 수산화 나트륨 수용액의 부피

(가)와 (나) 용액은 중성, 산
성, 염기성 중 어떤 성질을 띠는
지 써 보자.

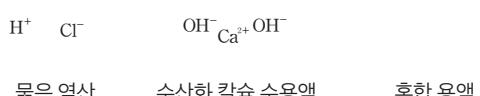
그림 I-19 | 일정량의 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 넣을 때 용액의 온도 변화

중화열은 반응하는 수소 이온과 수산화 이온이 많을수록 더 많이 발생한다. 따라서 산과 염기가 완전히 중화되었을 때 혼합 용액의 온도가 가장 높다.

이처럼 중화 반응이 일어날 때는 혼합 용액의 온도와 성질이 변한다. 따라서 산과 염기를 혼합할 때 용액의 온도 변화와 지시약의 색 변화를 관찰하면 중화 반응을 확인 할 수 있다.

확인

그림은 묽은 염산(HCl)과 수산화 칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 수용액의 반응을 모형으로 나타낸 것이다. 혼합 용액에 들어 있는 입자 모형을 그리고, 혼합 용액의 성질을 설명해 보자.



생활 속 중화 반응

입안의 세균은 음식물을 분해하여 산성 물질을 만드는데, 이 물질은 충치의 원인이 된다. 이를 제거하기 위해 염기성 물질이 포함된 치약으로 양치질을 한다. 또, 염기성 인변기의 때를 제거하기 위해 구연산이나 산성 물질이 포함된 세제를 사용한다. 이 외에도 우리는 생활 속에서 중화 반응을 다양하게 이용하고 있다.

석탄이나 석유 등의 화석 연료가 연소할 때 발생하는 황산화물은 산성비의 원인이 된다. 공장에서는 배기가스를 배출하기 전에 황산화물을 염기성 물질인 산화칼슘과 반응시켜 제거한다.

종이의 대량 생산이 처음 시작되었을 때 만들어진 대부분의 종이는 산성을 띤다. 산성 종이는 시간이 지나면 누렇게 변하거나 공기 중의 습기와 반응해 손상된다. 이를 막기 위해 산성 종이에 염기성 약품을 추가해 책의 보존 수명을 늘린다.

생선이 죽고 나면 생선을 이루는 단백질이 분해되어 비린내가 나는 염기성 물질이 생성된다. 생선 요리를 할 때 산성 물질인 레몬을 뿌려 비린내를 제거한다.

위산이 과다하게 분비되면 속이 쓰리고 식도가 손상될 수 있다. 이때 약한 염기성 물질이 포함된 제산제를 복용하면 위산에 포함된 산성 물질의 일부가 중화되어 통증이 완화된다.

그림 I-20 | 생활 속 중화 반응

중화 반응을 이용한 생활 속 문제 해결 방법 카드 뉴스 만들기

| 문제 인식 | 생활 속에서 중화 반응을 이용하여 해결할 수 있는 문제는 무엇이 있을까?

| 과정 |

- 1** 환경, 건강, 산업 분야에서 산성 물질이나 염기성 물질로 인해 발생한 문제를 찾고, 중화 반응을 이용해 문제를 어떻게 해결했는지 조사해 보자.

분야	발생한 문제	중화 반응을 이용한 해결 방법
환경	예 토양 산성화	산성화된 토양에 염기성을 띠는 석회 가루를 뿌려 토양의 산성 물질을 중화한다.
건강		토양이 산성화되면 생물이 잘 자라지 못하기 때문에 염기성을 띠는 석회 가루를 뿌려 중화한다.
산업		

목표

중화 반응을 이용하여 생활 속 문제를 해결한 사례를 조사하고 이와 관련된 카드 뉴스를 만들 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

중화 반응으로 생활 속 환경 문제 해결하기

호수와 토양의 산성화

- 2** 모둠별로 조사한 사례를 공유하고, 사례 중 하나를 선택해 중화 반응을 이용한 생활 속 문제 해결 방법을 소개하는 카드 뉴스를 만들어 보자.

| 결과 및 정리 |

공유 플랫폼에 카드 뉴스를 공유하고, 발표해 보자.

소단원 확인하기

- 1** 산과 염기를 혼합할 때 공통으로 반응하는 이온들로 나타낸 화학 반응식을 쓰시오.
- 2** 같은 농도의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액을 부피를 다르게 해 혼합하였을 때 중화열이 가장 많이 발생한 용액과 그렇게 생각한 까닭을 설명해 보자.
- (가) 용액: 묽은 염산 20 mL + 수산화 나트륨 수용액 40 mL
 (나) 용액: 묽은 염산 40 mL + 수산화 나트륨 수용액 40 mL
 (다) 용액: 묽은 염산 40 mL + 수산화 나트륨 수용액 20 mL

이 단원에서 찾은 생각 조각을 54쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 산과 염기를 혼합할 때 나타나는 중화 반응을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 적절한 과학적 도구를 활용하여 산과 염기를 혼합할 때의 변화 데이터를 수집할 수 있는가?

[가치·태도] 중화 반응을 이용한 생활 속 문제 해결 사례를 통해 과학의 유용성을 깨달았는가?

0

물질 변화에서 에너지 출입

이 단원을 배우고 나면

- 일상생활에서 에너지를 흡수하거나 방출하는 현상을 찾을 수 있다.
- 물질 변화에서 에너지 출입이 일상생활에서 어떻게 이용되는지 설명할 수 있다.

숯이나 나무를 태워 음식을 조리할 수 있는 까닭은 무엇일까?

에너지를 방출하는 반응과 흡수하는 반응

발열 반응과 흡열 반응

화학 반응이 일어날 때 열에너지를 방출하는 반응을 발열 반응이라고 하며, 열에너지를 흡수하는 반응을 흡열 반응이라고 한다.

나무가 탈 때는 주변의 온도가 높아지고, 얼음이 녹을 때에는 주변의 온도가 낮아진다. 이처럼 물질 변화가 일어날 때 주변의 온도가 변하는 것은 화학 변화나 물리 변화가 일어날 때 에너지를 방출하거나 흡수하기 때문이다. 그림 I-21은 에너지를 방출하거나 흡수하는 반응의 예를 나타낸 것이다.

에너지를 방출하는 반응

수산화 나트륨
수용액

염산과 수산화 나트륨 수용액이 중화 반응할 때 열에너지를 방출한다.

산화 칼슘
염산 + 물

산화 칼슘과 물이 반응할 때 열에너지를 방출한다.

에너지를 흡수하는 반응

질산 암모늄
+ 물

질산 암모늄이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수한다.

탄산수소 나트륨

탄산수소 나트륨이 분해되어 이산화 탄소가 생성될 때 열에너지를 흡수한다.

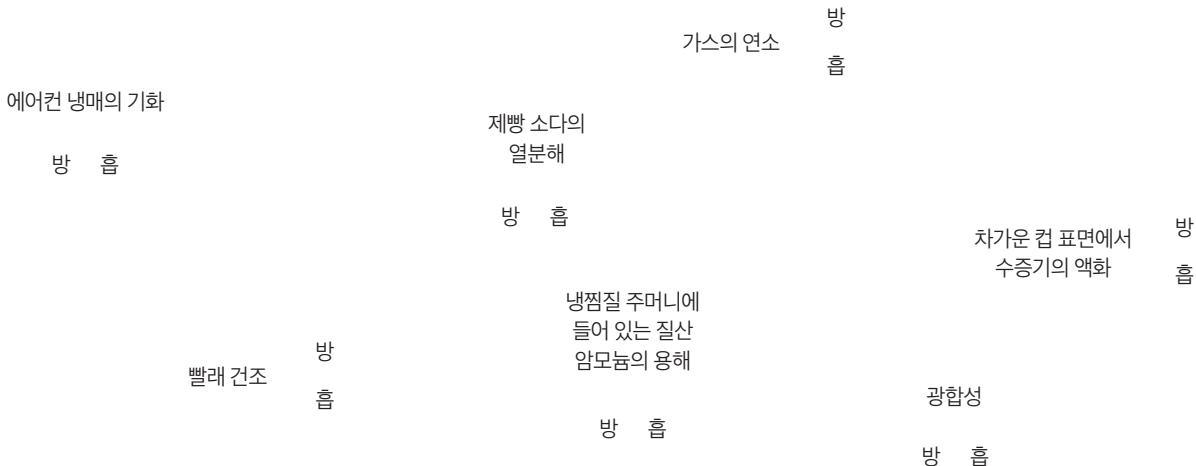
석회수

그림 I-21 | 에너지를 방출하는 반응과 흡수하는 반응

다음 활동으로 생활 주변에서 일어나는 다양한 물질 변화에서 에너지가 출입하는 현상을 찾아보자.

해 보기 생활 주변에서 에너지를 흡수하거나 방출하는 현상 찾아보기

다음은 생활 주변에서 일어나는 다양한 물질 변화를 나타낸 것이다.



물질 변화를 분류해 에너지를 방출하는 변화는 ‘방’, 흡수하는 변화는 ‘흡’에 V를 표시해 보자.

물질 변화가 일어날 때 에너지를 흡수하거나 방출하는 현상은 지구시스템에서 일어나는 다양한 자연 현상이나 생명 시스템을 유지하기 위한 생명 현상에서도 나타난다.

그림 I-22 | 바닷물이 열에너지를 흡수해 증발하면
수증기가 되고, 수증기가 열에너지를 방출해 응결되면
구름이 된다.

그림 I-23 | 식물은 광합성을 할 때 빛에너지를 흡수하고, 생명체는 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 방출한다.

확인

음료를 시원하게 보관하기 위해 소금을 뿌린 얼음물에 넣어 보관하기도 한다. 그 까닭을 소금이 물에 녹을 때 일어나는 에너지 출입과 관련지어 설명해 보자.

물질 변화에서 출입하는 에너지의 이용

손난로

손난로는 철 가루와 산소가 반응할 때 방출하는 열에너지를 이용한 것이며, 요리나 난방을 할 때는 연료가 연소할 때 발생하는 열에너지를 이용한다. 또, 냉찜질 주머니는 질산 암모늄이 물에 녹을 때 열에너지를 흡수해 주변의 온도가 낮아지는 것을 이용한 것이다. 이처럼 우리는 물질 변화가 일어날 때 출입하는 에너지를 생활에서 다양하게 이용한다.

철 가루

그림 I-24 | 손난로

다음 탐구에서 물과 산화 칼슘이 반응할 때 방출하는 열에너지를 이용해 음식을 조리해 보자.

탐구 수행, 협업 | 창의성

가열 장치 없이 물과 산화 칼슘을 이용하여 음식 조리하기

목표

화학 변화가 일어날 때 출입하는 에너지를 이용해 가열 장치 없이 음식을 조리할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 물, 산화 칼슘, 조리할 음식, 실험복, 면장갑, 실험용 장갑, 보안경

| 과정 |

예

- 1 모둠별로 물과 산화 칼슘이 반응할 때 방출하는 열에너지를 이용한 발열 장치를 조사하고, 장치의 특징을 조사해 보자.

포장 용기, 음식 용기, 발열 주머니로 구성되어 있다. 포장 용기에 발열 주머니와 밀봉한 음식 용기를 순서대로 넣고 물을 넣으면 열에너지가 방출되어 음식이 조리된다.

- 2 모둠별로 조리할 음식을 정해 보자.

- 3 에서 조사한 내용을 바탕으로 음식을 조리할 수 있는 발열 장치를 설계해 보자.

물과 산화 칼슘이 반응할 때 온도가 100°C 이상으로 올라가므로, 장치를 설계할 때 안전을 고려해야 한다.

장치의
모양과 크기

예 라면을 끓일 수 있는 발열 장치

장치의 재질

내부 용기

안전장치

외부 용기

필요한 준비물

물과 산화 칼슘

4 설계한 발열 장치로 음식을 조리하기 위한 계획을 세워 보자.

- 사용할 물과 산화 칼슘의 양

- 물과 산화 칼슘을 반응시킬 방법

- 음식 조리 방법

역할 나누기

모둠 내에서 음식 재료 준비, 발열 주머니 제작, 용기 준비 등의 역할을 나누어 수행한다.

5 모둠별로 설계한 발열 장치를 만들어 음식을 조리해 보자.

| 결과 및 정리 |

모둠별로 음식을 조리할 때 사용한 발열 장치의 좋은 점과 개선할 점을 이야기해 보자.

유의점

음식을 조리할 때는 실험복, 실험용 장갑, 보안경을 착용한다.

실험 전 약품의 정보를 확인하고, 안전하게 사용한다.

산화 칼슘이 피부에 닿았을 때는 가루를 완전히 털어 낸 다음 흐르는 물로 씻는다.

화상에 주의하며, 화상을 입었을 때는 화상을 입은 부위를 찬물에 담가 하여 열기를 식힌다.

실험 후 남은 물질은 정해진 곳에 모아 처리한다.

소단원 확인하기

1 다음 물질 변화를 에너지를 방출하는 현상과 에너지를 흡수하는 현상으로 구분해 보자.

연소, 광합성, 철과 산소의 반응, 질산 암모늄의 용해

2 동물 전염병인 구제역을 일으키는 바이러스는 고온에서 살 수 없다. 구제역을 막기 위해 농장에 물과 산화 칼슘을 뿌리는 까닭을 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 54쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 물질 변화가 일어날 때 에너지가 출입함을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 물과 산화 칼슘을 이용해 음식을 조리할 때 안전에 유의하고, 모둠원과 소통하였는가?

[가치·태도] 물질 변화가 일어날 때 출입하는 에너지를 일상생활에서 활용할 수 있는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

신화와 환원 산화 화학 반응에서 산소를 얻거나 ❶ 을/를 잃는 것	환원 화학 반응에서 산소를 잃거나 ❷ 을/를 얻는 것
산과 염기 산: 물에 녹아 ❸ 이온을 내놓는 물질 염기: 물에 녹아 ❹ 이온을 내놓는 물질	
화학 변화 중화 반응 중화 반응 산의 수소 이온과 염기의 수산화 이온이 반응하여 ❺ 을/를 생성하는 반응	
물질 변화에서 에너지 출입 물질 변화에서 에너지를 방출하는 반응 물질 변화가 일어날 때 주변으로 열에너지를 ❻ 하면 주변의 온도가 높아진다. 에너지 흡수하는 반응 물질 변화가 일어날 때 주변의 열에너지를 ❼ 하면 주변의 온도가 낮아진다.	

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

숯이나 나무가 연소하는 반응은 산화·환원 반응이며, ❶ 이/가 관여한다는 특징이 있다.

02

❷ 을/를 띠는 생선구이의 비린내와 ❸ 을/를 띠는 레몬즙이 만나 ❹ 반응이 일어난다.

03

숯이나 나무가 연소할 때 ❺ 을/를 방출해 주변의 온도가 ❻ .

스스로 평가하기

- 1 다음은 산화 구리(II)와 탄소 가루를 함께 시험관에 넣고 가열할 때 일어나는 반응을 화학 반응식으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 시험관 속 물질의 색이 변한다.
- ㄴ. 탄소는 이산화 탄소로 산화된다.
- ㄷ. 산화 구리(II)는 구리로 환원된다.

- 2 다음은 산화·환원 반응에 대한 두 가지 실험이다.

(가) 황산 구리(II) 수용액에 아연판을 넣었더니 아연판 표면에 붉은색 고체가 석출되었다.

(나) 염화 구리(II) 수용액에 알루미늄 포일을 넣었더니 포일 표면에 붉은색 고체가 석출되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. (가)에서 수용액의 푸른색은 점점 옅어진다.
- ㄴ. (나)에서 염화 이온은 산화된다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 석출된 붉은색 고체는 모두 구리이다.

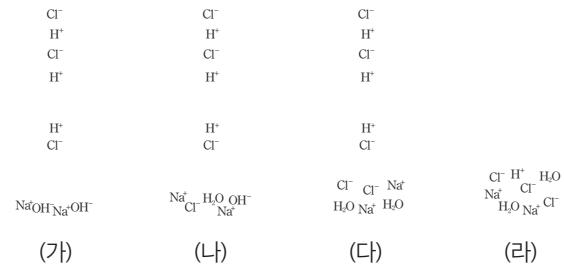
- 3 다음은 물질이 이온화되는 과정을 화학 반응식으로 나타낸 것이다.



(1) (가)~(다) 물질을 산과 염기로 분류하시오.

(2) (가)~(다) 물질 중 수용액 상태에서 전류가 흐르는 물질을 모두 쓰시오.

- 4 그림은 일정량의 수산화 나트륨 수용액에 묽은 염산을 넣을 때의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. (가)에 페놀프탈레인 용액을 넣으면 붉게 변한다.
- ㄴ. 용액의 최고 온도가 가장 높은 것은 (다)이다.
- ㄷ. (다)와 (라)에서만 중화 반응이 일어난다.

- 5 중화 반응의 예로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 사과를 깎아 두면 갈색으로 변한다.
- ㄴ. 화석 연료를 연소시켜서 에너지를 얻는다.
- ㄷ. 위산이 과다하게 분비될 때 제산제를 먹는다.

- 6 다음은 여러 가지 물질 변화이다.

(가) 광합성

(나) 철 가루와 산소의 반응

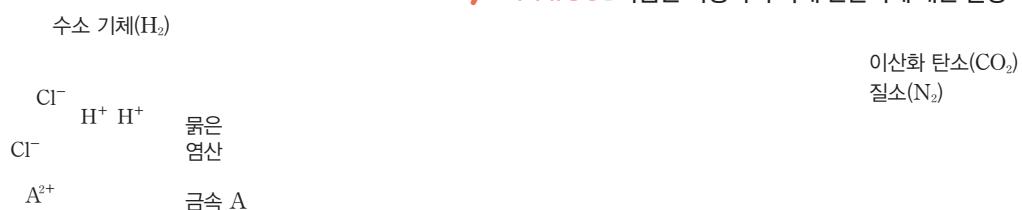
(다) 산화 칼슘과 물의 반응

(라) 질산 암모늄과 물의 반응

이에 대한 설명으로 옳은 것은? (정답 2 개)

- ① (가)는 에너지를 방출하는 반응이다.
- ② (나) 반응이 일어날 때 주변의 온도가 높아진다.
- ③ (다) 반응이 일어날 때 주변의 온도는 변하지 않는다.
- ④ (가)와 (라) 반응이 일어날 때 주변의 온도가 높아진다.
- ⑤ (나)와 (다)는 나무의 연소 반응과 에너지 출입 방향이 같다.

7 그림은 금속 A를 묽은 염산에 넣었을 때 일어나는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



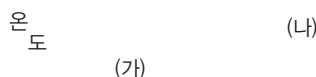
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A는 임의의 원소 기호이다.)

|보기|

- ㄱ. 금속 A는 환원된다.
- ㄴ. 수용액 속 양이온의 수는 감소한다.
- ㄷ. 금속 A의 전체 질량은 변하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8 다음은 일정량의 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 조금씩 넣을 때의 온도 변화를 그래프로 나타낸 것이다.



O 수산화 나트륨 수용액의 부피

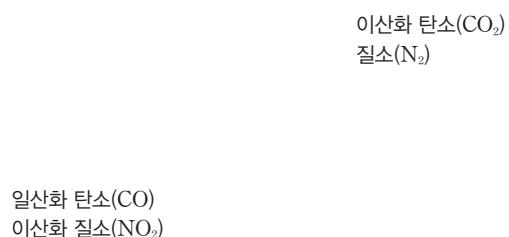
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 온도는 같다.)

|보기|

- ㄱ. (가) 용액에 탄산 칼슘을 넣으면 이산화 탄소 기체가 발생한다.
- ㄴ. (나) 용액에 수산화 나트륨 수용액을 더 넣으면 온도가 높아진다.
- ㄷ. (가)와 (나) 용액에 각각 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때의 색은 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9 과학 유용성 다음은 자동차의 촉매 변환기에 대한 설명이다.



자동차의 촉매 변환기는 자동차의 배기ガ스 중 환경 오염의 원인이 되는 일산화 탄소, 이산화 질소를 이산화 탄소와 질소 등 무해한 성분으로 바꿔 환경 오염을 줄이는 역할을 한다.

(1) 위 촉매 변환기에서 일어나는 반응을 산화·환원 반응으로 설명해 보자.

(2) 위와 같이 우리 생활에서 산화·환원 반응을 이용해 문제를 해결하는 예를 소개하는 짧은 글을 써 보자.

10 과학 유용성 입안의 세균은 음식물을 분해해 산성 물질을 만드는데, 이 물질이 치아의 표면을 상하게 하여 충치가 생긴다. 치약을 이용해 양치질을 해야 하는 까닭을 중화 반응과 관련지어 설명해 보자.

머신 러닝으로 예측하는 화학 반응

인간의 삶을 편하게 만들기 위해 새로운 물질이나 소재가 끊임없이 개발되고 있다. 이때 수많은 화학 반응이 사용되며, 화학자들은 원하는 물질을 가장 효율적으로 얻기 위해서 어떤 물질을 반응시킬 것인지, 어떤 조건에서 반응시킬지 등을 연구한다. 그러나 화학이 발전하고 새로운 물질이 많이 생겨남에 따라 모든 화학 반응을 직접 해 보는 것은 시간과 비용이 많이 드는 비효율적인 일이 되었다. 또 같은 반응물이더라도 반응 시간 등의 조건에 따라 반응의 결과가 달라지므로 정확한 화학 반응을 예측하기 어렵다.

이를 해결하기 위해 인공지능의 한 분야인 머신 러닝을 이용해 화학 반응의 결과를 예측할 수 있는 기술이 개발되고 있다. 컴퓨터는 머신 러닝을 통해 화학 물질의 특징과 화학 반응의 정보를 수집하여 규칙을 분석한 뒤, 그 규칙들을 바탕으로 화학 반응의 결과를 예측한다. 머신 러닝을 이용한 화학 반응 예측을 통해 새로운 물질을 개발하는 데 필요한 화학 물질과 이용할 화학 반응을 선별할 수 있기 때문에 화학자들은 연구에 필요한 시간과 비용을 아낄 수 있고, 시행착오가 많이 필요한 연구 과정을 획기적으로 줄일 수 있다.

인간이 찾아낸
화학 반응

화학 반응을
학습한 인공지능

다양한 조합으로
새로운 화학 반응을
개발

1. 새로운 물질을 개발할 때 머신 러닝을 활용하면 어떤 점이 좋은지 토의해 보자.
2. 머신 러닝을 활용할 수 있는 다른 과학 분야에는 어떤 것이 있을지 이야기해 보자.

멸종 위기 동물

이모티콘 만들기

야생 동물이 사라지고 있다.

#째깍째깍… 쉬는 시간을 틈타 친구들과 즐겁게 이야기를 나누다 보니 어느새 10 분이 흘렀다. 유엔환경계획에 따르면 지구상의 생물 종이 10 분에 하나씩 사라지고 있다고 한다. 그러면 방금 또 하나의 종이 지구에서 사라진 걸까?

세계자연기금(WWF)이 발행한 「지구생명보고서 2022」에 따르면 1970 년~2018 년 사이에 야생 동물의 상대적 풍부도는 평균 69 % 감소했으며, 특히 담수 생물종의 경우 평균 83 %까지 감소한 것으로 나타났다.

지구생명지수
(1970 년=1)
2

1



멸종 위기 동물에 대한 관심이 필요하다.

'띠롱!' 휴대전화의 메신저 앱이 올린다. 앗! 하루에도 몇 번씩 들어가는 메신저 앱의 이모티콘을 이용하면 멸종 위기 동물에 대한 사람들의 관심을 불러일으킬 수 있지 않을까?

야생 동물 개체군이 줄어들고 지구상의 생물다양성이 낮아지면 인간의 삶의 질도 큰 영향을 받게 된다. 그러나 대다수의 사람들은 이러한 심각성을 가까이 느끼지 못하고 있다.

멸종 위기 동물의 실태를 알리기 위해서는 어떻게 해야 할까? 멸종 위기 동물의 종류와 겉모습, 생태를 조사하고 각각의 특징을 반영하여 사람들의 관심을 불러일으킬 수 있는 이모티콘을 만들어 보자.

멸종 위기 동물

반달가슴곰, 수달, 말레이테이퍼는 모두 멸종 위기 동물이다.

멸종 위기 동물
조사하기

1 아래 검색어를 참고하여 멸종 위기 동물을 검색해 보자.

멸종 위기 동물, IUCN(국제자연보전연맹) 적색목록

2 모둠별로 이모티콘으로 만들고 싶은 멸종 위기 동물을 정하고, 동물의 특징을 조사해 보자.



멸종 위기 동물
이모티콘 구상하기

멸종 위기 동물 이모티콘을 만들기 위해 필요한 역할을 토의해 보고, 각자 잘할 수 있는 역할을 맡아 분담해 보자.

이모티콘 제작하기

1 이모티콘 제작을 위한 계획을 세워 보자.

이모티콘으로 전달하고 싶은 다양한 감정이나
상황을 정한다.
스마트 기기 등을 이용하여 멸종 위기 동물의
특징이 잘 드러나는 적절한 캐릭터를 그린다.
짧은 글을 포함하여 이해도를 높인다.

2 스마트 기기를 이용해 이모티콘을 제작해 보자.

이모티콘 공유하고
평가하기

1 모둠별로 제작한 이모티콘을 공유 플랫폼에 올려 공유해 보자.

2 다른 모둠의 이모티콘을 보고, 잘된 점을 댓글로 달아 보자.

스스로 평가하기

[지식·이해] 멸종 위기 동물의 종류와 특징에 대해 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 멸종 위기 동물의 특징이 이모티콘에 반영되도록 창의적인 구상을 할 수 있는가?

[가치·태도] 멸종 위기 동물 이모티콘을 제작하는 활동에 적극적으로 참여했는가?

[모둠 평가] 모둠원의 역할 분담이 적절하고, 모두 적극적으로 참여했는가?

1 단원 통합

연관 개념

다음은 우리 주변에서 일어나는 다양한 산화·환원 반응 중 한 가지를 나타낸 것이다.

I 단원



I 단원

위 반응을 할 수 있는 최초의 생물이 출현한 이후 나타난 지질시대의 환경과 생물의 변화를 설명해 보자.

연관 개념

2 단원 통합

다음은 이산화 탄소가 바닷물에 녹아 바닷속 생태계에 영향을 미치는 과정을 나타낸 것이다.

I 단원

- ① 대기 중의 이산화 탄소(CO₂)가 바닷물에 녹아 탄산(H₂CO₃)을 만든다.



I 단원

- ② 탄산은 바닷물에 녹아 수소 이온(H⁺)과 탄산수소 이온(HCO₃⁻)으로 이온화된다.



- ③ 산호와 조개류는 탄산 칼슘으로 이루어진 골격을 갖는데, 바닷물 속 수소 이온이 산호와 조개류의 골격 형성을 방해한다.

지구 대기에 이산화 탄소의 농도가 증가하여 바닷물에 이산화 탄소가 많이 녹으면 바닷 속 생물다양성에 어떤 영향을 주는지 토의하고, 바닷속 생태계를 지킬 수 있는 방법을 설명해 보자.

제설제로 염화 칼슘을 사용해도 될까?

다음 제설제로 사용되는 염화 칼슘에 대한 글을 읽고, 아래의 활동을 해 보자.

토론 * 노술

겨울철에는 도로에 눈이 쌓여 생기는 피해를 줄이기 위해 수만 톤의 제설제를 뿌린다. 우리나라에서는 제설제로 염화 칼슘(CaCl_2)을 주로 사용한다. 염화 칼슘이 물과 반응할 때 열에너지를 방출하면서 주변의 눈을 녹이고, 녹은 물은 도로의 불순물과 섞여 잘 얼지 않는 상태가 된다. 염화 칼슘은 가격도 저렴하고 제설 효과도 뛰어나지만, 환경을 오염시키고 도로나 자동차를 훼손한다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 친환경 제설제 사용을 권장하고 있지만 염화 칼슘보다 제설 효과가 떨어지고 경제적인 측면에서도 염화 칼슘을 뛰어넘지 못하고 있다.

염화 칼슘 제설제의 사용을 대체할 수 있는 제설 방법과 그 특징을 조사해 보자.

제설제로 염화 칼슘을 사용하였을 때의 좋은 점과 문제점을 보여 주는 사례를 조사해 보자.

‘제설제로 염화 칼슘을 계속 사용해도 되는가?’에 대한 찬반 입장을 정한 후, 근거를 들어 주장하는 글을 공유 플랫폼에 게시해 보자. 또 다른 사람의 글을 읽고 이에 대한 반론과 질문을 댓글로 추가해 보자.

자연의 역사를 전시하다 자연사박물관 학예사

자연사박물관 학예사를 꿈꾼다면

지구와 자연의 역사를 연구하는 데 관심이 있어야 하고, 생물, 지질, 과학교육, 역사에 관한 종체적인 지식이 필요하다. 꿈꾸는 학예사를 꿈꾼다면 자료를 분석하는 능력과 관찰력, 창의적 사고를 갖춘 사람에게 적합하다.

선택 과목: 지구과학, 생명과학, 과학사
사범대 지구과학교육과, 생명과학교육과, 지질학과로 진학하거나 대학원에서 과학사를 전공하면 좋다.
전시 기획 역량을 키우기 위해 다양한 전시를 관람하거나 스스로 기획해 보면 도움이 된다.

전 세계에는 수많은 자연사박물관이 있다. 우리나라에서도 최근 국가나 지방 차치 단체를 중심으로 자연사박물관을 개관하고 있다. 자연사박물관에는 지구를 구성하는 다양한 암석과 광물, 동물과 식물, 인간의 과거와 현재에 관련된 표본들이 전시되어 있다. 또한 지구상 최초의 생명체부터 인류까지의 진화 과정 및 지구를 비롯한 태양계 행성들의 구성과 탄생 과정을 보여 주기도 한다.

자연과 함께 하는 인간, 지구의 역사에 대한 인식

자연사박물관 학예사는 국내외를 연결하여 박물관에 전시할 화석, 운석 등의 표본을 수집하고 보존하며, 전시를 기획하는 일을 담당한다. 또 각종 표본과 자료를 토대로 과거와 현재 그리고 미래의 자연 현상을 연구한다. 이뿐 아니라 자연사 및 과학 프로그램을 개발하여 방문객들과 자연사 지식을 공유하며, 과학과 자연 및 문화를 전파하는 역할을 한다.

II

환경과 에너지

인간의 활동이 지구 환경에 미치는 영향이 점점 커지면서 생태계의 평형이 깨지는 일이 빈번해지고, 기후의 변화도 일어나고 있다. 특히 전 지구적으로 영향을 미치는 기후 변화를 억제하기 위해서는 온실 기체를 방출하지 않는 에너지원을 개발하고 에너지 효율을 높이는 등의 노력이 필요하다.

1 생태계와 환경

2 지구 환경의 변화

3 발전과 신재생 에너지

용어

이전에 배웠어요!

알고 있는 개념과 모르는 개념을 구분해 보고, 모르는 개념은 검색하여 확인해 보자.

1

생태계와 환경

황폐해진 바다

TV 다큐멘터리의 화면 속, 북태평양 연안의 큰 다시마숲에서 해달이 헤엄치고 있다. 배 위에 올려놓은 돌멩이에 단단한 먹이를 내리쳐 깨어 먹는 모습이 귀엽다.

“와, 나도 언젠가 해달을 보러 가고 싶어.”

그런데 인간의 남획으로 인해 해달이 점차 사라지자 바다의 생태계가 황폐해지고 있다고 한다. 그렇다면 바닷속의 수많은 생물들도 터전을 잃게 될 텐데…….

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 생태계의 구성 요소

해달은 해양 생태계의 구성 요소 중 어느 것에 해당하는지 알아본다.

02 생태계의 평형

해달의 개체수가 감소하면 다시마숲의 규모가 어떻게 변화할지 알아본다.

03 환경 변화가 생태계에 미치는 영향

환경 오염, 남획 등이 생태계에 미치는 영향을 알아보고, 생물다양성과 생태계보전을 위해 해야 할 일을 알아본다.

스스로 정리하기 78 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

생태계의 구성 요소

이 단원을 배우고 나면

- 생태계는 생물요소와 비생물요소로 구성되어 있으며, 그 구성 요소들이 상호작용 함을 알 수 있다.

해달은 해양 생태계의 구성 요소 중

어떤 것에 해당할까?

누가 봐도 우리 쪽이잖아.

생태계의 구성 요소

일정한 지역에서 생물과 생물, 생물과 비생물을 서로 영향을 주고받으며 하나의 시스템을 이루고 있는데, 이를 생태계라고 한다. 생태계를 구성하는 요소에는 어떤 것들이 있는지 알아보자.

해 보기 생태계를 구성하는 요소 분류하기

그림은 어떤 생태계를 나타낸 것이다.

해달

육식성 어류

고래

다시마

바닷새

플랑크톤을
먹는 어류

작은 해양 동물을
먹는 어류

동물 플랑크톤

갑각류

성게

해삼

세균

식물 플랑크톤

그림 속 생물과 영향을 주고받는 환경 요소에는 어떤 것이 있을지 생각해 보자.

유기물을 얻는 방법에 따라 그림 속 생물을 세 집단으로 구분해 보자.

유기물을 얻는 방법

광합성을 통해 스스로 유기물을 만든다.

다른 생물에서 유래한 유기물을 섭취한다.

몸 밖에서 생물의 사체나 배설물을 분해하여 흡수한다.

생물

유기물

생물의 몸을 구성하거나 생물에서 유래한 탄수화물, 지방, 단백질 등의 탄소화합물을 말한다.

생태계를 구성하는 요소는 생물요소와 비생물요소로 구분할 수 있다.

생물요소는 생태계에 있는 모든 생물을 말하며 생산자, 소비자, 분해자로 나누어진다. 대부분의 생물은 무리 지어 살아간다. 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체들로 이루어진 무리를 개체군, 일정한 지역에 사는 모든 개체군의 무리를 군집이라고 한다. **비생물요소**는 빛, 온도, 물, 공기, 토양 등 생물에 영향을 미치는 무기 환경을 말한다. 비생물요소는 생물이 살아가는 터전을 제공하며 생태계를 유지하는데 매우 중요한 역할을 한다.

그림에서 비생물요소를 찾아보자.

개체

생물을 세는 단위로 생물 하나하나를 개체라고 한다.

무기 환경

생물을 둘러싼 환경은 생물환경과 비생물환경으로 구분할 수 있는데, 비생물환경을 무기 환경이라고도 한다.

민들레와 같은 생산자는
광합성을 통해 유기물을
스스로 생산한다.

민들레

토끼

버섯

세균이나 곰팡이와 같은 분해자는 사체나 배설물을 분해하여 유기물을 흡수한다.

여우

토끼나 여우와 같은 소비자는 다른 생물에서 유래한 유기물을 섭취한다.

그림 II-1 | 생태계의 구성 요소

확인

- 1 일정한 지역에서 생물과 생물, 생물과 비생물환경이 서로 영향을 주고받으며 이루는 시스템을 무엇이라고 하는가?
- 2 생태계를 구성하는 생물요소를 유기물을 얻는 방식에 따라 어떻게 나눌 수 있는지 써 보자.

생태계구성요소의 상호작용

생태계를 구성하는 요소들은 서로 영향을 주고받는다. 생태계구성요소 간의 상호작용에는 어떤 것이 있는지 알아보자.

해 보기 생태계구성요소의 상호작용 구분하기

다음은 생태계구성요소가 서로 영향을 주는 몇 가지 예이다.

그림의 예를 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 경우와 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 경우로 각각 구분하여 써 보자.

비생물 생물

숲에 사는 식물은 주변의 온도를 낮추고, 광합성을 하여 대기 중 산소 농도를 높인다.

북극여우는 몸의 열 손실을 줄여
야 하므로 귀가 작다.

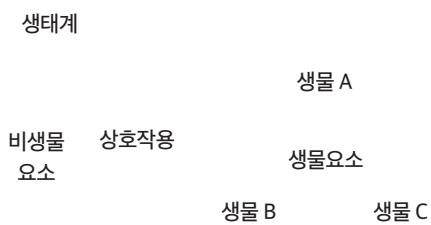
생물 비생물

고래의 배설물은 해양의 물질순환에 도움을 준다.

진흙 속에 있는 연꽃 줄기에는 호흡을 위한 구멍이 뚫려 있다.

빛, 온도, 공기, 토양 등의 비생물요소는 생물요소의 생활 환경에 영향을 준다. 생물은 이에 적응하여 몸의 구조와 기능, 습성 등을 바꾸며 살아간다. 식물의 줄기는 광합성에 필요한 빛에너지를 얻기 위해 빛이 드는 방향으로 자란다. 한편, 생물요소도 비생물요소에 영향을 준다. 식물은 대기의 산소 농도를 높이며, 지렁이는 토양을 비옥하게 한다.

이처럼 생태계를 구성하는 생물요소와 비생물요소는 서로 영향을 주고받으며 밀접한 관계를 맺고 있다. 생태계가 건강하게 유지되려면 이러한 구성 요소들 간의 상호작용이 균형 있게 일어나야 한다.



기온이 낮아지면 단풍나무의 잎
이붉게 변한다.

그림 II-2 | 생태계구성요소의 상호작용

생물 비생물

소의 트림에 포함된 온실 기체가
지구의 기온을 높인다.

비생물 생물

선인장의 조직은 물의 증발을 줄
이고 저장이 쉽도록 발달하였다.

지렁이는 토양에 구멍을 뚫어 공
기가 잘 통하게 하며, 지렁이의 배
설물은 토양을 비옥하게 한다.

사막여우는 몸의 열을 잘 배출하
기 위해 귀가 크다.

소단원 확인하기

- 1 선인장의 잎이 가시로 변한 것과 관련이 깊은 비생물요소는 어느 것인지 써 보자.
- 2 지렁이는 소비자인지 분해자인지 생각해 보고, 그 까닭을 써 보자.
이 단원에서 찾은 생각 조각을 78쪽에 써 보자.

평가하기

- [지식·이해]** 생태계의 구성 요소를 설명할 수 있는가?
[과정·기능] 다양한 생물과 환경 사이의 상호 관계를 추론할 수 있는가?
[가치·태도] 건강한 생태계의 가치를 알게 되었는가?

0

생태계의 평형

이 단원을 배우고 나면

- 먹이사슬과 생태피라미드를 중심으로 생태계의 평형이 유지되는 원리를 설명할 수 있다.

해달은 성게를 먹고, 성게는 다시마와 같은 해조류를 먹는다.

해달의 개체수가 감소하면 바닷속

해조류의 양은 어떻게 변할까?

해달이 안 보이네.

먹이그물과 생태피라미드

풀이나 열매는 토끼의 먹이가 되고 토끼는 여우의 먹이가 된다. 이처럼 생물의 먹고 먹히는 관계가 사슬처럼 이어진 것을 먹이사슬이라고 한다. 한편, 메뚜기나 다람쥐 또한 풀이나 열매를 먹는다. 여우는 토끼 외에도 다람쥐나 참새도 잡아먹는다. 이처럼 다양한 먹이사슬이 복잡하게 얹혀있는 것을 먹이그물이라고 한다. 먹이그물이 복잡할수록 생태계의 안정성이 커진다.

매

여우
참새

뱀

족제비

개구리

쥐

두더지

애벌레

지렁이

메뚜기

다람쥐

그림에서 3차 소비자에
해당하는 생물을 찾아 표시
해 보자.

그림 II-3 | 숲 생태계의 먹이그물

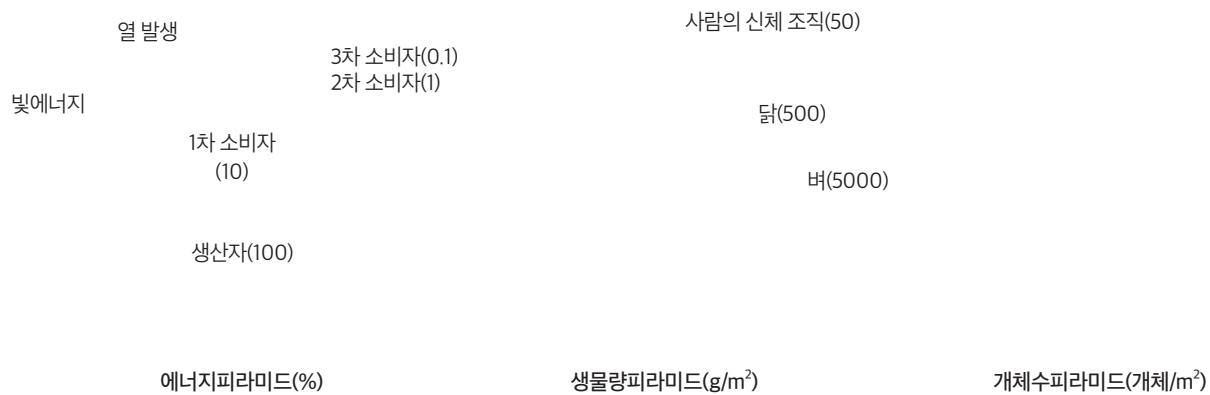
생태계에서 에너지는 먹이사슬을 거쳐 상위 영양단계로 이동한다. 태양의 빛에너지 는 생산자에 의해 유기물의 화학 에너지로 전환된 다음, 먹이사슬을 따라 하위 영양단 계에서 상위 영양단계로 이동한다. 이때 각 영양단계의 생물이 에너지의 일부를 생명 활동을 위해 소비하므로 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 전달되는 에너지의 양은 점점 줄어들게 된다. 생물량과 개체수 또한 상위 영양단계로 갈수록 줄어든다. 이러한 형태를 그림으로 나타낸 것을 생태피라미드라고 한다.

생물량

생물이 갖고 있는 유기물의 양 또는 건조 질량을 말한다.

해 보기 생태피라미드 분석하기

그림은 다양한 형태의 생태피라미드를 나타낸 것이다.



벼보다 닭이, 닭보다 사람의 몸 크기가 크지만 생물량피라미드는 위로 갈수록 좁아진다. 그 이유를 개체수피라미드와 연관 지어 써 보자.

생태피라미드의 영양단계가 5 단계를 넘어가는 경우는 매우 드물다. 생태피라미드의 영양단계가 계속 올라가지 못하는 이유는 무엇일까?

북태평양 다시마숲 생태계의 먹이그물

북태평양에 형성된 넓은 다시마숲은 많은 해양 생물에게 서식지를 제공하고 있다. 다시마 숲에는 성게, 조개류, 멸치나 청어 등의 다양한 물고기가 서식하며, 다시 이를 먹는 더 큰 물고기나 문어, 해달 등이 모여든다. 그러나 모피를 얻기 위한 사람들의 남획으로 인해 해달의 개체 수가 급격히 줄어들고, 지구 온난화로 인해 다시마의 성장이 느려지면서 다시마숲 생태계의 먹이그물이 붕괴되어 생태계의 안정성이 위협받고 있다.

확인

여러 가지 생물의 먹고 먹히는 관계가 복잡하게 얹혀있는 것을 무엇이라고 하는가?

개체군의 변동과 생태계평형

생태계의 개체군이 항상 일정한 개체수를 유지하는 것은 아니다. 다음 탐구에서 개체군의 변동이 생태계의 평형과 어떤 관계가 있는지 알아보자.

데이터

가설 설정, 탐구 수행 | 개방성

개체군 변동 모의실험하기

목표

먹이사슬에 의해 개체군이 주기적으로 변동함을 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 과정 |

- 1 생산자와 1차 소비자, 2차 소비자가 포함된 개체군의 개체수 변동 모의실험을 할 수 있는 프로그램을 실행한다.
- 2 초기 조건을 설정하고 모의실험을 시작한다.
- 3 개체수, 번식 속도와 같은 조건값을 한 가지씩 바꾸면서 그래프의 변화를 확인한다.

| 결과 및 정리 |

가상 실험

- 1 피식자와 포식자의 개체수가 증가하거나 감소하는 모습을 먹이사슬 관계와 연관 지어 설명해 보자.

모의실험 누리집

모의실험 누리집에 접속하여 개체군 변동 모의실험 활동을 하도록 한다.

- 2 피식자와 포식자의 개체수가 변동하지만 사라지지는 않는 경우와, 어느 순간 0이 되어 더 이상 나타나지 않는 경우를 비교하여 차이를 설명해 보자.

1차 소비자의
개체수가 늘어나기
 쉽겠네.
생산자가 매우
풍부한 환경을 설정해
보자.

생산자	1차 소비자	2차 소비자
세대 수	20	
식물량	100	
1차 소비자의 개체수	1000	
2차 소비자의 개체수	50	
1차 소비자의 번식률	4	
2차 소비자의 번식률	2	
1차 소비자의 섭취량	5	
2차 소비자의 섭취량	5	

개체군 변동 모의실험 데이터의 예시

생태계를 구성하는 생물의 종류와 개체수, 에너지의 흐름이 급격하게 변화하지 않고 안정적으로 유지되는 상태를 **생태계평형**이라고 한다. 생태계평형은 먹이사슬에 의해 유지된다. 그림 II-4와 같이 1차 소비자의 수가 일시적으로 증가한다면 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 수는 증가하고, 1차 소비자의 먹이가 되는 생산자의 수는 감소할 것이다. 먹이인 생산자가 줄고 포식자인 2차 소비자가 늘어나면 1차 소비자의 수는 다시 감소하게 되므로, 생태계는 원래의 평형 상태로 회복된다. 한편, 만약 1차 소비자가 오랜 기간 동안 과도하게 늘어난다면 생태피라미드의 바탕인 생산자가 사라져 생태계가 파괴될 수도 있다.

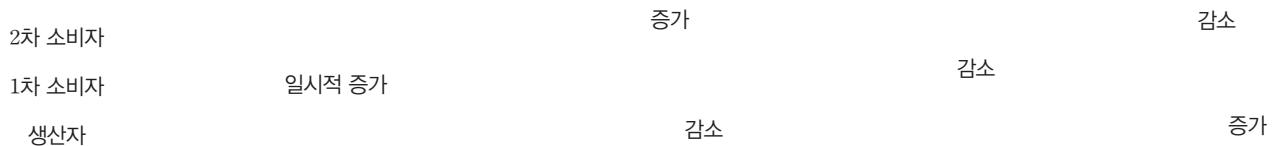


그림 II-4 | 개체군의 변동과 생태계평형 유지

로열섬의 생태계평형

북아메리카 대륙의 큰 호수인 슈피리어호 안의 로열섬은 섬 안팎으로 동물의 이동이 거의 없는 고립된 생태계를 유지하며 여러 식물들이 번성하고 있었다. 약 백여 년 전 한 때의 말코손바닥사슴 무리가 호수를 건너 로열섬에 나타났고, 말코손바닥사슴의 수가 증가함에 따라 먹이인 식물의 개체수가 점차 줄어들어 섬은 황폐해져 갔다. 몇 해가 지난 후 유난히 추운 겨울에 호수가 얼어붙자 한 쌍의 늑대가 호수를 건너 섬에 나타났다. 늑대가 말코손바닥사슴을 잡아먹기 시작하자 말코손바닥사슴의 수는 점점 줄어들었고, 사슴의 먹이였던 풀과 나무가 다시 번성하면서 로열섬의 생태계는 평형을 이루게 되었다. 지금도 늑대와 말코손바닥사슴의 개체수는 먹고 먹히는 관계에 의해 주기적으로 변화하지만, 그 변화가 일정한 범위 내에서 이루어지므로 생태계의 평형이 유지되고 있다.



소단원 확인하기

- 1 생태계의 에너지, 생물량, 개체수 등을 영양단계에 따라 차례대로 쌓아 올린 그림으로 나타낸 것을 무엇이라고 하는가?
- 2 만약 멸종된 늑대가 복원된다면 우리나라의 생태계에는 어떤 변화가 생길지 생각해 보고, 멸종 동물 복원에 대한 자신의 생각을 이야기해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 78쪽에 써 보자.

평가하기

- [지식·이해] 먹이사슬의 개념을 이해하고 설명할 수 있는가?
- [과정·기능] 개체군 변동 모의실험을 설계하고 수행할 수 있는가?
- [가치·태도] 생태계평형의 중요성을 이해할 수 있는가?

O

환경 변화가 생태계에 미치는 영향

이 단원을 배우고 나면

- 환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

태평양 한가운데에는 인간이 버린 1조 8천억 개 이상의 쓰레기로 이루어진 쓰레기 섬이 있다.

이러한 환경 오염은 생태계에 어떤 영향을 미칠까?

환경 변화와 생태계

생태계 환경의 변화는 생물의 종류와 수에도 영향을 준다. 예를 들어, 기후 변화의 영향으로 한반도의 평균 기온이 상승하면서 과거에는 개체수가 많지 않았던 꽃매미가 늘어나 농작물에 피해를 주고 있다. 환경 변화와 그에 따른 종다양성의 변화가 생태계에 어떤 영향을 미치는지 알아보자.

자료 수집 | 감수성

환경 변화가 생태계에 미치는 영향 조사하기

목표

환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 문제 인식 | 환경 변화 또는 종다양성 변화는 생태계에 어떤 영향을 미칠까?

| 과정 |

1 다음은 환경 변화가 시화호의 생태계 평형에 영향을 미친 사례이다.

시화호는 방조제 완공 후 해양 생물이 떼죽음을 당하는 등 여러 문제가 불거졌으나, 지역 사회와 시민들의 노력으로 현재는 이전의 모습을 많이 되찾았다.

시화호의 방조제 건설로 파괴된 생태계의 평衡이 복원되기까지의 과정을 조사해 보자.

2 모둠별로 다음 중 한 가지 환경 변화 유형을 정하고, 환경 변화가 생태계에 영향을 미친 사례를 조사해 보자.

대기	토양
기후	오염 물질

오염 물질 생물

공장이 가동되면서 배출한 오염 물질로 인해 산성비가 내려 주변 삼림이 황폐해졌다. 외래종인 뉴트리아는 수생 식물과 농작물을 마구 먹으며 저수지와 하천의 둑에 구멍을 뚫어 피해를 일으킨다.

| 결과 및 정리 |

조사한 사례를 바탕으로 생물다양성과 생태계보전을 위해 우리가 해야 할 일을 토의해 보자.

인간의 활동이		실천할 수 있는 생태계
생태계에 미치는	오염 물질 배출에	보전 방안도 생각해
나쁜 영향을 줄여	관한 규제를 강화하는	보자.
나가야 해.	걸은 어떨까?	

급격한 환경 변화는 생태계의 평형을 무너뜨린다. 생태계를 파괴하는 환경 변화에는 전 지구적으로 영향을 미치는 기후 변화 외에도, 대규모 간척 사업이나 토목 공사에 따른 서식지 파괴가 있다.

벌목과 개간으로 인해 넓은 면적의 삼림
이 황폐해지고 있다.

기온이 올라가면서 사과·귤 등의 재배 지역이 점차 북쪽으로 올라가고 있다.

독도

서해

동해

대규모 간척 사업으로 갯벌의 면적이 줄어들었다.

남해

수온이 올라가면서 고등어 출몰 지역이 점차 북쪽으로 올라가고 있다.

그림 II-5 | 환경 변화에 따른 한반도의 생태계 변화

생물환경의 변화도 생태계의 평형을 파괴하는 요인 중 하나이다. 특히 원래 살던 곳이 아닌 다른 곳으로 들어온 외래종 중에는 천적이 없어 개체수가 급증하면서 토종 생물을 위협하는 종들이 있다. 또 꽃가루를 운반하거나 종자를 퍼뜨려 주는 동물이 사라지면 연관된 생물들이 잇따라 사라져 생태계의 평형이 깨질 수 있다.

외래종과 침입종

외래종 중에서 토종 생태계에 나쁜 영향을 미치는 종을 침입종이라고 한다.

좀모기

그림 II-6 | 침입종인 가시박은 물가 주변에 사는 나무 **그림 II-7** | 좀모기가 사라지면 번식 수단을 잃은 카카오나무도 멸종될 것이다.

새로운 생태계를 창조하는 비버

북아메리카 대륙에 서식하는 비버는 나뭇가지를 쌓아 댐을 만들고 물길을 막아 생긴 얕은 호수에 집을 짓는다. 한 가족이 터를 잡고 대를 이어 가며 평균 20 m~30 m 길이의 댐을 만들고 보수하는데, 이렇게 생겨난 습지는 비버뿐만 아니라 다양한 생물의 보금자리가 된다. 비버가 만든 댐은 하천의 물이 하류로 유입되기 전에 질소나 오염 물질을 걸러 내는 역할을 하며, 수온을 낮추고 유속을 느리게 만들어 가뭄과 화재를 예방하기도 한다.

비버

비버가 만든 댐으로 생겨난 습지

소단원 확인하기

1 생태계평형을 파괴하는 요인 두 가지를 써 보자.

2 생물다양성이 낮은 생태계에 외래종이 유입되면 생태계의 평형 유지에 어떤 영향을 미칠지 생각해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 78쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 생태계의 평형을 파괴하는 요인을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 환경의 변화가 생태계에 미치는 영향에 대해 협력적으로 토의하였는가?

[가치·태도] 생태계 보호의 필요성을 알 수 있는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

생물요소

생산자, ① , ②

먹이사슬

생산자 → ⑤ 소비자 → 2차 소비자 → 3차 소비자

비생물요소

③ , 공기, 토양, 온도, 물 등

상호작용

비생물요소 → 생물요소

식물은 빛이 드는 방향으로 자람.

북극여우의 귀는 작고, ④ 의 귀는 큼.

구성 요소

생태계

생태계의 평형

생태피라미드

개체수피라미드, 생물량피라미드, ⑥ 피라미드

개체군의 ⑦

먹고 먹히는 관계에 따라 개체군의 크기가 주기적으로 변동함.

생태계의 평형 파괴

환경 변화

대규모 토목 사업

⑧ 의 유입

기후 변화

생물요소 → 비생물요소

식물성의 광합성 → 대기의 산소 농도를 높임

지렁이 → 토양을 비옥하게 함.

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

해당은 생태계의 구성 요소 중 ①

에 해당한다.

02

생태계의 평형은 ② 에 의해 유지된다. 2차 소비자가 사라지면 1차 소비자가 늘어나고, 생산자는 줄어든다.

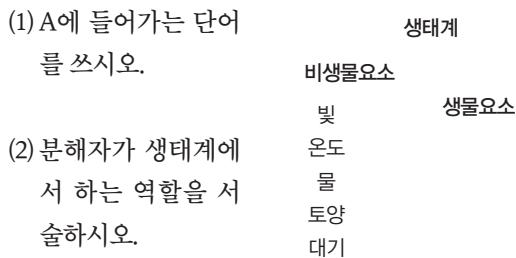
03

환경 변화와 외래종 침입, 멸종 등의 요인은

③ 을/를 파괴할 수 있다.

스스로 평가하기

1 그림은 생태계의 구성 요소와 그 상호작용을 나타낸 것이다.



2 생태계의 비생물요소가 생물요소에 영향을 미친 예를 보기에서 있는대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 지렁이가 토양을 비옥하게 만든다.
- ㄴ. 개구리는 땅속에서 겨울잠을 잔다.
- ㄷ. 선인장은 물을 저장하는 조직을 갖고 있다.
- ㄹ. 나무의 증산 작용으로 주변 온도가 낮아진다.

3 그림은 평형을 유지하고 있던 다시마, 성게, 해달로 구성된 생태계에서 해달의 개체수가 감소하는 교란이 일어난 것을 나타낸 것이다.

해달

성게

다시마

이에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 있는대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 천적의 감소로 성게는 개체수가 증가한다.
- ㄴ. 성게가 늘어나면 다시마의 개체수는 감소한다.
- ㄷ. 생태계의 평형은 먹이사슬에 의해 유지된다.

4 그림은 어떤 생태계

3 A

의 에너지피라미드를

15 B

나타낸 것이다. 이에

100 C

대한 설명으로 옳은

1000

D

것을 보기에서 있는

대로 고르시오.

(단위: 상댓값)

| 보기 |

- ㄱ. A는 2차 소비자이다.

- ㄴ. 에너지는 D에서 A로 이동한다.

- ㄷ. 개체수는 A < B < C 순으로 증가한다.

5 그림은 북극 근처에 사는 레밍과 쇠족제비의 개체수 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 있는대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 레밍은 쇠족제비의 포식자이다.

- ㄴ. 레밍과 쇠족제비 개체군의 변동 주기는 약 4년이다.

- ㄷ. 쇠족제비와 레밍은 먹고 먹히는 관계에 의해 개체수가 주기적으로 변동한다.

6 환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 설명한 내용으로 옳은 것을 보기에서 있는대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 큰 규모의 토목 공사는 생태계의 평형을 교란한다.

- ㄴ. 침입종은 생태계의 생물다양성을 증가시킨다.

- ㄷ. 생태계에서 한 종이 사라져도 다른 종들은 큰 영향을 받지 않는다.

7 다음은 식물의 잎에서 일어나는 광합성과 증산 작용에 대한 설명이다.

광합성: 이산화 탄소 + 물 → 포도당 + 산소

증산 작용: 식물의 잎에서 물이 증발하여 배출되는 작용

황무지에 숲을 조성했을 때 영향을 받는 비생물요소의 변화로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. 대기의 산소 농도가 높아지고, 이산화 탄소 농도는 낮아질 것이다.
 - ㄴ. 숲의 평균 기온은 황무지일 때의 평균 기온에 비해 낮을 것이다.
 - ㄷ. 이 지역의 기후가 이전에 비해 건조해질 것이다.
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8 다음은 미국 애리조나의 카이바브 고원에서 벌어진 사건을 나타낸 것이다.

카이바브 고원의 사슴을 보호하기 위해 사슴 사냥을 금지하고 사슴의 포식자인 퓨마, 늑대 등을 마구 사냥한 결과, 1907년에 4 천 마리였던 사슴이 1924년에는 10만 마리까지 늘었다. 그러나 이후 사슴의 개체수는 급격하게 감소하여 1926년에는 4만 마리로 줄었으며, 1939년에는 1만 마리로 줄어든 후 비로소 안정되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. 사슴의 개체수가 10만 마리까지 늘어나자 사슴의 먹이가 상대적으로 부족해졌을 것이다.
- ㄴ. 늘어난 사슴의 개체수가 다시 감소함에 따라 포식자인 퓨마와 늑대 등의 개체수는 증가하였을 것이다.
- ㄷ. 생태계의 평형을 유지하려면 먹이그물로 이어진 여러 생물들을 복합적으로 고려해야 한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9 자연과 과학에 대한 감수성 다른 나라에서 들어온 생물 중에서 토종 생태계에 큰 피해를 끼치지 않고 잘 적응한 생물을 귀화종이라고 하며, 반대로 토종 생태계에 피해를 주는 종을 침입종이라고 한다.

토끼풀(귀화종)

가시박(침입종)

(1) 외래종이 귀화종이 될지 아니면 침입종이 될지 판단하기 위해서 그 생물의 어떤 특성을 조사해야 할지 생각해 보자.

(2) 침입종의 피해를 줄이기 위한 지침이나 실천 방안을 생각해 보자.

10 안전·지속가능 사회에 기여 야생 동물을 반려동물로 삼는 행위가 생태계에 어떤 영향을 미칠지 생각해 보고, 이를 알리는 글을 써 보자.

고통고사 국립 공원 생태계

를 복원한 생명 사람

DMZ를 생태계 보호 구역으로 지정하는 방안에 대한 자신의 생각을 써 보자.

2 지구 환경의 변화

집중 호우와 가뭄

학교 가는 길.

우산을 쓰고 가는데도 웃이며 가방이며 온통 비에 젖는다. 며칠째 쏟아지는 집중 호우로 이미 곳곳에 도로가 잠기고, 하천이 범람하여 피해를 입은 곳들이 넘쳐 나고 있다. 하지만 남부 지방에는 비가 안 와서 가뭄으로 농부들의 걱정이 많다고 한다. 지역별로 이렇게 강수량 차이가 극심한 것도 이상 기후 중 하나라고 하던데…….

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 온실 효과와 지구 온난화

지구 온난화가 이상 기후에 어떤 영향을 미치는지 알아본다.

02 지구 환경 변화와 인간 생활

이상 기후가 인간 생활에 미치는 영향을 알고, 대처 방안을 세워 본다.

스스로 정리하기 94 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

O

온실 효과와 지구 온난화

이 단원을 배우고 나면

- 온실 효과를 이해하고, 지구 온난화가 일어나는 원인을 설명할 수 있다.
- 온실 효과 강화로 나타나는 지구의 열수지 변동을 설명할 수 있다.

지구의 기온이 상승하면 기후에
어떤 영향을 미칠까?

내 몸이 왜 점점
뜨거워질까?

지구 온난화와 기후 변화

지구의 대기는 지구 표면을 감싸고 있으며 지구시스템의 구성요소들과 서로 영향을 주고받는다. 지구의 대기는 어떤 역할을 하는 것일까?

지구 복사 에너지

지구의 평균 기온은 약 15 °C로, 주로 적외선 영역의 에너지를 우주로 방출한다.

메테인(CH_4)

유기물의 부패나 발효, 가축 사육 과정에서 발생한다.

온실 효과

지구의 대기는 태양 복사 에너지를 쉽게 통과시키고 지표에서 방출하는 지구 복사 에너지의 대부분을 흡수하였다가 일부를 지표로 재방출한다. 이로 인해 지구의 평균 기온이 높게 유지되는 온실 효과가 나타난다. 온실 효과를 일으키는 기체를 온실 기체라고 하며, 수증기, 이산화 탄소, 메테인 등이 있다.

태양 복사 에너지

대기와 구름에 흡수

대기의 흡수·방출

지표에 흡수

지표에서 방출

지표에 재흡수

그림 II-8 | 지구의 복사 평형 지구는 태양 복사 에너지를 흡수하고, 흡수한 양과 같은 양의 지구 복사 에너지를 우주로 방출하여 복사 평형을 이룬다.

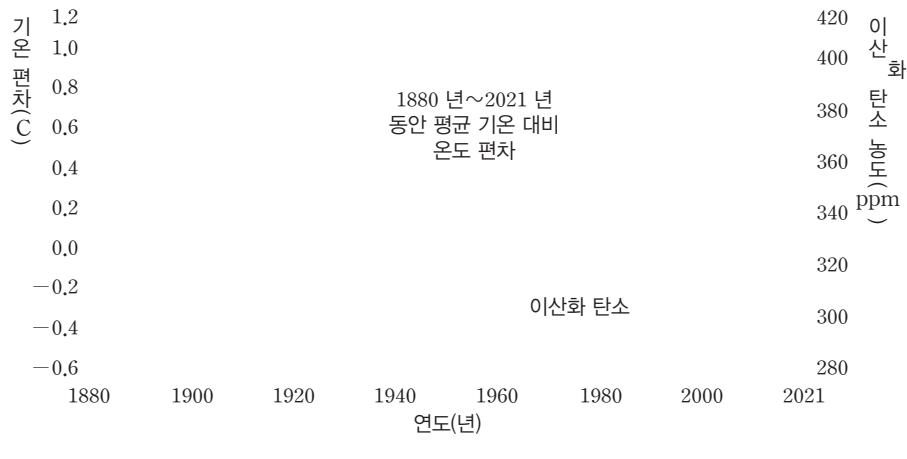
지구 온난화

산업 혁명 이후 화석 연료 사용량의 급격한 증가 및 무분별한 삼림 벌채, 가축 사육 등 인간의 활동으로 대기 중에 이산화 탄소와 같은 온실 기체의 양이 증가하였다. 온실 기체 양의 증가는 지구 기온 변화에 어떤 영향을 주는지 다음 활동으로 알아보자.

해 보기

지구 온난화의 원인 알아보기

그림은 1880년부터 2021년까지 이산화 탄소 농도 변화와 지구의 평균 기온 편차를 나타낸 것이다.



(출처: 기상청 기후정보포털, 2021)

최근 20년 동안의 이산화 탄소 농도 변화 경향을 1800년대 후반과 비교하여 설명해 보자.

지구의 평균 기온 편차는 이산화 탄소 농도와 어떤 관계가 있는지 추론해 보자.

이산화 탄소 외에 다른 온실 기체의 농도 변화를 찾아보고, 각 온실 기체가 지구 온난화에 미친 영향을 이야기해 보자.

편차

측정값에서 평균값을 뺀 것을 말한다.

ppm(part per million)

농도를 나타낼 때 사용되는 단위로, 1 ppm은 100만분의 1을 의미한다.

온실 기체 농도 자료

기상청 기후정보포털 누리집(<http://www.climate.go.kr>)의 [기후 변화 감시] - [대기(대기 조성)] 항목에서 이산화 탄소, 메테인 등 다양한 온실 기체 농도의 최신 자료를 얻을 수 있다.

URL

<http://www.climate.go.kr>

1880년 이후 이산화 탄소 농도는 계속 증가하고 있으며, 이로 인해 지구의 평균 기온은 과거의 평균 기온과 비교하여 점점 큰 폭으로 상승하고 있다. 대기 중에 이산화 탄소 등과 같은 온실 기체 양이 증가하면 온실 효과가 강화되어 지구의 평균 기온이 높아지는데, 이를 지구 온난화라고 한다.

그림 II-9 | 화석 연료의 사용 증가

확인

대기 중 온실 기체 양의 증가로 지구의 평균 기온이 상승하는 현상을 무엇이라고 하는가?

지구 온난화의 영향과 대책

열수지

어떤 장소에서 에너지를 흡수하고 방출하는 과정에서의 에너지 차이

지구는 태양 복사 에너지를 흡수하고 지구 복사 에너지를 방출하는데, 이때 우주, 대기, 지표 각 영역에서 출입하는 에너지 관계를 지구 열수지라고 한다. 대기 중 온실 기체 양의 증가로 지구 온난화가 일어나면 지구 열수지가 어떻게 변할지 다음 탐구로 알아보자.

분석 및 해석, 결론 도출 | 감수성

지구 온난화에 따른 지구 열수지 변동 탐구하기

목표

대기와 지표에서의 열수지를 이해하고
지구 온난화에 따른 열수지 변동을 설명할 수 있다.

| 문제 인식 | 지구 온난화가 일어나면 지구 열수지는 어떻게 변화할까?

| 자료 |

그림 (가)는 복사 평형을 이루고 있는 현재 상태의 지구 열수지를, (나)는 (가)일 때보다 온실 기체의 양이 증가한 대기의 상태를 나타낸 것이다.

동해

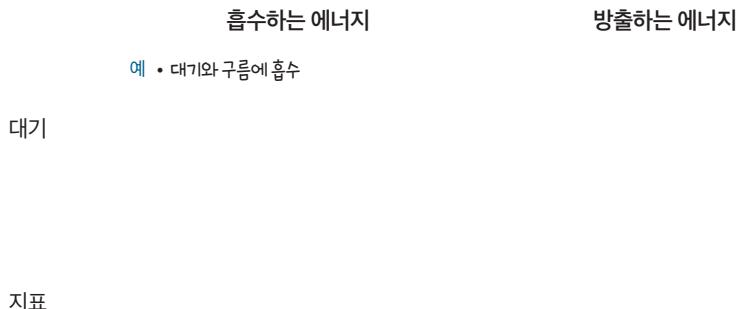
동해

(가) 현재 상태

(나) 온실 기체의 양이 증가한 대기의 상태

| 분석 및 정리 |

1 위 그림 (가)에서 대기와 지표에서 흡수하는 에너지와 방출하는 에너지를 각각 찾아보자.



우주, 대기, 지표 각 영역에서 흡수하는 에너지는 방출하는 에너지와 같다.

2 대기 중 온실 기체의 양이 증가할 때 지구 열수지 중 증가하는 값, 감소하는 값, 일정한 값을 예상하여 써 보자.

3 (나)의 그림에 각각의 지구 열수지를 **2**에서 예상한 결과에 따라 화살표의 두께 변화로 나타내 보자. (나)에 나타낸 결과를 까닭과 함께 설명해 보자.

지구의 기온이 높아지면 극지방과 고산 지대의 빙하가 녹고, 해수의 열팽창이 일어나 해수면이 상승한다. 이로 인해 해안 저지대가 침수되어 생활 공간이 줄어들기도 한다. 기후는 다양한 요인에 의해 변하지만 최근에는 인간 활동으로 기후 변화의 속도가 빨라져 문제가 되고 있다. 지구 온난화는 지구 환경뿐만 아니라 인간 생활에도 큰 영향을 주기 때문에 온실 기체의 감축을 위해 노력해야 한다. 이에 우리나라를 비롯하여 세계 각국은 온실 기체의 배출량을 줄이기 위해 화석 연료의 사용량을 줄이고, 신재생 에너지를 개발하는 등의 노력을 기울이고 있다.

녹고 있는 극지방의 빙하(그린란드)
그림 II-10 | 지구 온난화로 인한 지구 환경 변화

해수면의 상승(투발루)

소단원 확인하기

1 대기 중 온실 기체의 양이 증가할 때 지표면의 온도 변화 과정을 설명해 보자.

2 태양 활동의 증가로 지구로 들어오는 태양 복사 에너지양이 증가하면 지구 열수지는 어떻게 변할지 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 94쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 지구 온난화의 원인과 영향을 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] 지구 온난화에 따른 지구 열수지 변화를 예상할 수 있는가?

[가치 · 태도] 지구 온난화의 심각성을 인식하였는가?

0

지구 환경 변화와 인간 생활

이 단원을 배우고 나면

- 대기 대순환과 해수의 운동을 대기와 해양의 상호작용으로 설명할 수 있다.
- 엘니뇨, 사막화 등과 같은 현상이 지구 환경과 인간 생활에 미치는 영향과 대처 방안을 분석할 수 있다.

기후 변화는 인간 생활에

기록적인 폭우입니다!

어떤 영향을 줄까?

엘니뇨와 사막화

대기 대순환과 해수의 운동

지구에서 에너지 이동

위도 38° 를 경계로 저위도 지역에서는 에너지가 남고, 고위도 지역에서는 에너지가 부족하다. 저위도 지역의 남는 에너지는 대기와 해수의 순환으로 고위도 지역으로 이동한다.

북태평양 해류에 영향을 주는 바람은 무엇인가?

지구는 구형이기 때문에 위도에 따라 흡수하는 에너지양과 방출하는 에너지양이 다르다. 이로 인해 적도 지역의 따뜻한 공기는 상승하고 극지방의 차가운 공기는 하강하며, 지구의 자전으로 지구 전체 규모의 대기 대순환이 일어난다. 대기 대순환에 따라 지표면 부근에서는 저위도 지역에서 무역풍, 중위도 지역에서 편서풍, 고위도 지역에서 극동풍이 연중 불게 된다. 이와 같은 바람의 영향으로 표층의 해수가 일정한 방향으로 흐른다. 표층 해수는 북반구와 남반구에서 거의 대칭으로 흐르며 순환하는데, 이를 표층 순환이라고 한다. 대기와 해수의 순환은 위도에 따른 에너지 불균형을 해소하며, 이 과정에서 지역마다 다양한 기상 현상이 나타난다.

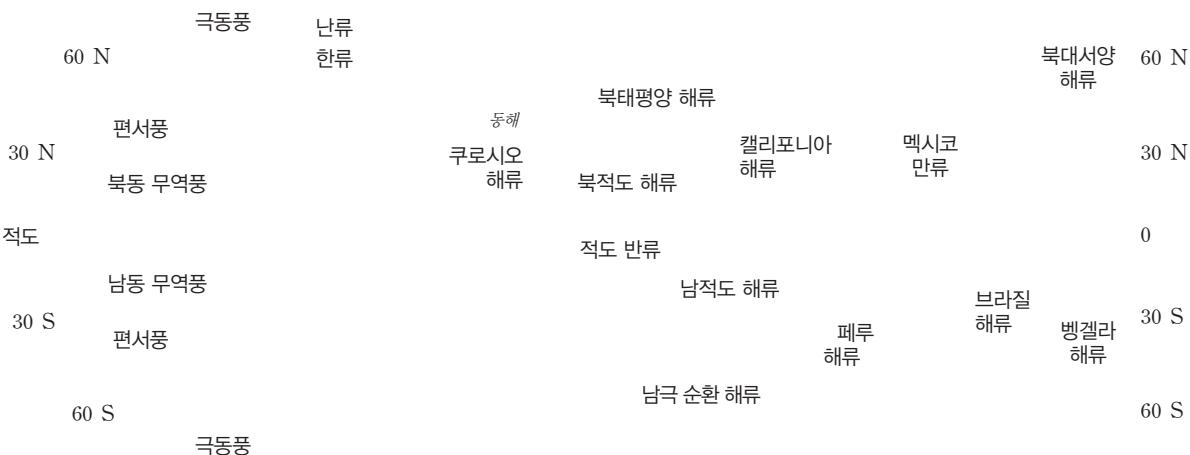


그림 II-11 | 대기 대순환과 해수의 표층 순환 저위도 지역의 해수는 무역풍의 영향으로 서쪽으로 흐르고, 중위도 지역의 해수는 편서풍의 영향으로 동쪽으로 흐른다.

엘니뇨

평상시 적도 부근의 해역에서는 무역풍의 영향으로 표층 해류가 동쪽에서 서쪽으로 흐른다. 이로 인해 태평양 동쪽 페루 앞바다의 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 이동하고, 그 빈자리를 채우기 위해 깊은 곳의 차가운 해수가 올라온다.

무역풍이 평상시보다 약해지면 서쪽으로 이동하던 따뜻한 해수의 흐름도 약해진다. 이로 인해 동태평양 연안에서는 깊은 곳에서 올라오던 차가운 해수가 줄어들어 따뜻한 해수층이 평상시보다 두꺼워진다. 그 결과 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평상시보다 높은 상태가 지속되는데, 이러한 현상을 **엘니뇨**라고 한다.

엘니뇨

스페인어로 '아기 예수'라는 뜻으로 크리스마스 부근에 자주 나타나기 때문에 붙여진 이름

엘니뇨가 발생하면 적도 부근 강수 지역은 평상시보다 어느 쪽으로 이동하는가?

평상시 엘니뇨 발생 시

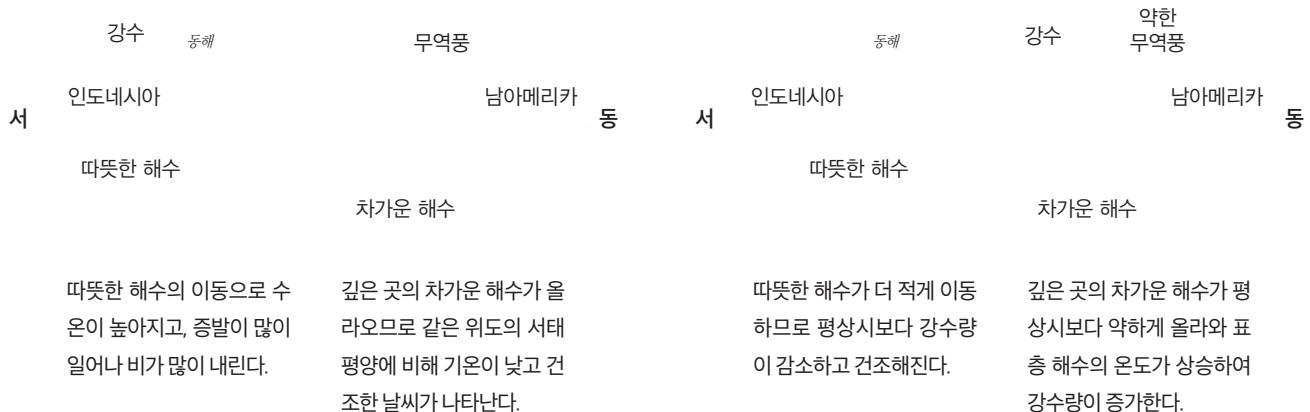


그림 II-12 | 평상시와 엘니뇨 발생 시 대기와 해양의 변화

수온의 변화는 적도 지역의 대기 순환에도 영향을 미친다. 엘니뇨가 발생하면 공기가 상승하는 지역이 동쪽으로 이동하여 동태평양 연안은 강수량이 증가하여 홍수가 발생하고, 서태평양 연안은 대기가 건조해져 가뭄이 심해지고 산불이 나기도 한다. 이처럼 엘니뇨는 대기와 해양의 상호작용으로 발생하며, 적도뿐 아니라 세계 여러 지역의 기후에도 영향을 준다.

인도네시아에서 발생한 산불

페루에서 발생한 홍수

그림 II-13 | 엘니뇨의 영향으로 발생한 산불과 홍수

사막화

사막

연평균 강수량이 250 mm 이하인
건조한 지역

대기 대순환은 사막의 형성에 영향을 미치기도 한다. 위도 30° 부근 지역은 대기 대순환에 의한 하강 기류가 형성되어 맑고 건조한 기후가 나타나 사막이 분포한다. 최근 사막 주변의 초원 지대까지 생태계가 파괴되면서 사막이 점차 확대되고 있는데, 이를 **사막화**라고 한다.

사막화는 대기 대순환의 변화로 강수량이 줄어들거나, 무분별한 삼림 벌채, 과잉 경작, 과잉放牧, 부실한 수자원 관리 등으로 인해 토양이 황폐해지면서 나타난다.

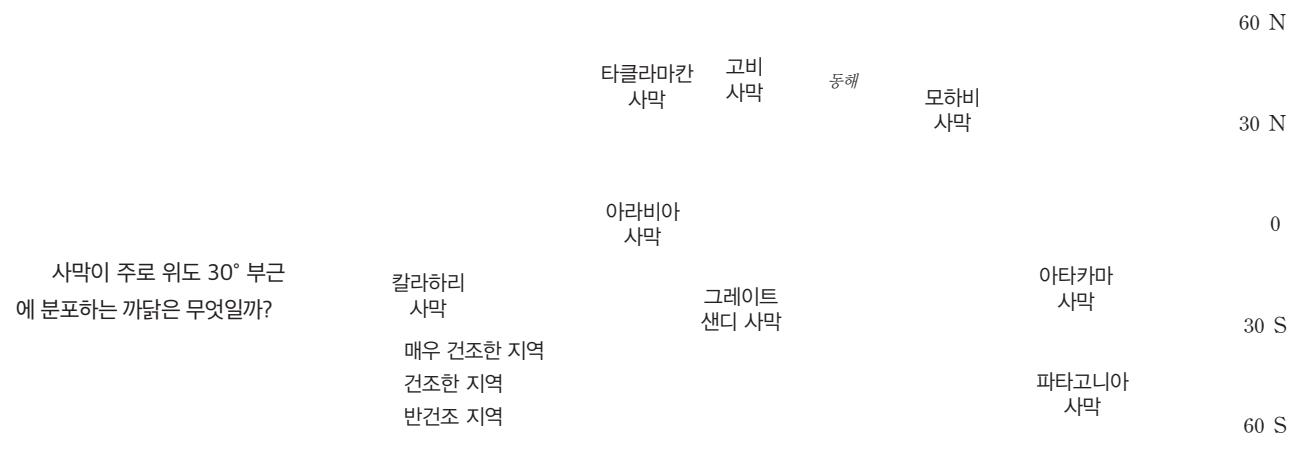


그림 II-14 | 전 세계의 사막과 사막화 지역 분포

(출처: 유엔 사막화 방지 협약, 2009)

우리나라의 황사 현상

건조한 황토 지대에서 강한 바람 때문에 공중으로 올라간 모래 먼지가 상층의 편서풍을 만나 한반도 부근까지 운반되어 서서히 하강하면서 발생한다.

최근에는 지구 온난화로 인해 가뭄과 같은 기상 이변이 더해져 사막화가 가속되고 있다. 사막화 지역에서는 물 부족 현상과 식량 부족으로 피해를 겪고 있다. 또, 사막에서 부는 먼지 바람으로 발생하는 황사는 국제적인 환경 문제로 주목받고 있다.

아프리카 지역의 물 부족

황사로 인한 대기 오염

그림 II-15 | 사막화로 인한 피해

확인

- 1 무역풍이 약해져서 적도 부근 동태평양 부근 해역의 수온이 평상시보다 높아지는 현상을 무엇이라고 하는가?
- 2 사막 주변 지역의 토지가 황폐해져 점차 사막으로 변하는 현상을 무엇이라고 하는가?

미래의 지구 환경 변화

지구 온난화를 일으키는 온실 기체의 대기 중 농도는 꾸준히 증가하고 있다. 지구 온난화가 계속되면 앞으로의 기후는 어떻게 변하고, 우리 생활은 어떻게 달라질까? 다음 탐구에서 미래의 지구 환경 변화를 예측해 보고, 기후 및 환경 변화를 극복하는 방안을 토의해 보자.

일반화, 의사소통 | 안전·지속가능 사회에 기여

기후 변화로 인한 생태계와 지구계의 미래 시나리오 구상하기

| 문제 인식 | 기후 변화가 생태계와 지구계에 어떤 영향을 줄까?

| 자료 |

다음은 지구의 평균 기온이 산업화 이전(1850년~1900년)과 대비하여 1.5°C , 2°C , 4°C 상승할 때 나타날 기후 변화를 예상하여 나타낸 것이다.

목표

기후 변화로 인한 생태계와 지구계의 미래 시나리오를 구상하고 기후 변화의 대처 방안을 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기

1.2 $^{\circ}\text{C}$ 상승	1.9 $^{\circ}\text{C}$ 상승	2.6 $^{\circ}\text{C}$ 상승	5.1 $^{\circ}\text{C}$ 상승
1.7 배	2.0 배	2.4 배	4.1 배
1.3 배	1.5 배	1.7 배	2.7 배
1 % 감소	5 % 감소	9 % 감소	26 % 감소
10 % 증가	13 % 증가	30 % 증가	

(출처: 기후 변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC) 6 차 보고서, 2021)

| 분석 및 정리 |

1 위와 같은 기후 변화가 지속된다면 지구 환경에 어떤 영향을 줄지 예상해 보자.

- 예
- 육지의 면적이 감소할 것이다.
 - 해수면이 상승할 것이다.
- 지구계

지구 환경 변화

생태계

- 2** 모둠별로 1에서 답한 결과를 바탕으로 우리 생활은 어떻게 달라질지 상상하여 영상 제작용 스토리보드로 나타내 보자.

예 장면 1

여: 이렇게 더운데, 비옷에 장화까지 신고 왔어?

남: 언제 비가 올지 몰라서 항상 대비하는 거야.

- 3** 작성한 스토리보드를 공유 플랫폼에 올리고 댓글로 의견을 나누어 보자.

- 4** 모둠별로 기후 변화를 줄일 수 있는 방안을 토의하고, 토의한 내용을 학급 전체가 볼 수 있도록 공유해 보자.

예 가까운 거리는 걷거나 자전거로 이동한다.

태풍이나 홍수의 발생 횟수 및 세기 증가, 가뭄, 사막화, 해수면 상승 등은 지구 온난화와 밀접한 관련이 있다. 지구 온난화의 영향으로 전 지구적으로 농작물 생산량이 줄어들고, 다양한 생물종이 멸종 위기에 처할 수도 있다. 또한, 건조 지역에서는 물 부족 현상이 심해지고, 각종 질병의 발생으로 인류의 생존도 위협받을 수 있다.

지구 온난화, 엘니뇨 강화, 사막화 등과 같은 지구 환경의 변화는 어느 한 국가만의 문제는 아니다. 따라서 최근에는 국제적인 협약을 통해 여러 나라가 이러한 문제를 해결하기 위해 노력하고 있다. 2015년 유엔기후변화협약 당사국 총회에서 지구 평균 온도의 상승 폭을 산업화 이전 대비 2°C 이하로 유지하고, 1.5°C 를 넘지 않도록 하는 것을 목표로 한 ‘파리 기후 변화 협약’을 채택하였다.

그림 II-16 | 기후 변화로 인한 지구 환경의 변화

빙하의 감소

온도 상승과 폭염 일수 증가

강한 폭풍우

잦은 산불 발생

가뭄 일수 증가

따뜻한 바다

소단원 확인하기

- 1 사막화를 일으키는 인위적인 원인에는 무엇이 있는지 설명해 보자.
- 2 엘니뇨의 발생 과정을 지구계의 상호작용으로 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 94쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 엘니뇨와 사막화의 원인을 대기 대순환과 해류의 분포와 관련지어 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 기후 변화로 발생할 지구 환경 변화를 예측할 수 있는가?

[가치·태도] 기후 변화로 인한 대책 마련의 필요성을 느꼈는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

온실 효과

지구의 대기가 지구 복사 에너지를 흡수하였다가 재방출하여 지구의 평균 기온이 높게 유지되는 현상

온실 효과와 지구 온난화

온실 기체

온실 효과를 일으키는 기체로, 수증기, ① 메테인 등이 있다.

지구 온난화

대기 중 온실 기체가 증가하여 온실 효과가 강화됨에 따라 지구 평균 기온이

② 지는 현상

지구 환경의 변화

엘니뇨 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평년보다

엘니뇨와
사막화

③ 상태가 지속되는 현상

사막화 사막 주변의 토지가 기후 변화, 인간 활동 등의 영향으로 황폐해져
사막으로 변하는 현상

지구 환경 변화의 영향

해수면 상승, 생물다양성 감소, 기상 이변 증가, 질병
발생 지역 확대 등 다양한 피해가 발생할 수 있다.

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

① 이/가 발생하면 태풍과 홍수의
증가, 가뭄 등 이상 기후가 발생하기도 한다.

02

지구 환경 변화로 농작물 생산량이 줄어들고, 다양한 ② 이/가 멸종 위기에 처할 수도 있으며, ③ 부족 현상이 심해지고 각종 질병의 발생으로 인류의 생존도 위협받을 수 있다.

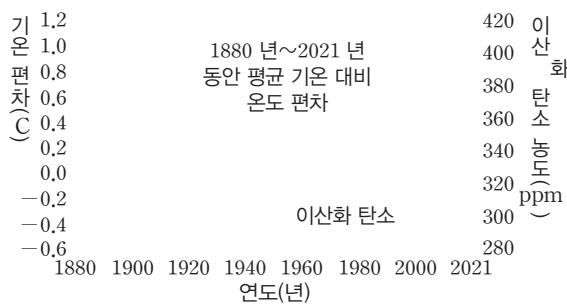
스스로 평가하기

1 온실 효과에 관한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 지구의 평균 기온이 점점 높아지는 현상이다.
- ㄴ. 대기가 없다면 온실 효과는 나타나지 않는다.
- ㄷ. 온실 효과를 일으키는 기체에는 수증기, 이산화 탄소 등이 있다.

2 그림은 1880년부터 2021년까지 이산화 탄소 농도 변화와 지구의 평균 기온 편차를 나타낸 것이다.



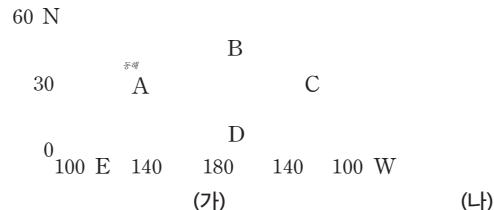
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 1980년대 이후 지구의 평균 기온은 대체로 높아지는 경향이 있다.
- ㄴ. 이산화 탄소 농도의 증가율은 1980년대 이전보다 이후에 더 크다.
- ㄷ. 이산화 탄소 농도가 증가할수록 평균 기온은 대체로 낮아진다.

3 태양 복사 에너지 입사량은 위도에 따라 달라 저위도에서는 에너지 과잉, 고위도에서는 에너지 부족 현상이 나타난다. 이러한 에너지 불균형이 해소되는 과정을 설명하시오.

4 그림 (가)는 북반구에서 표층의 해류의 분포를, (나)는 대기 대순환으로 지상에서 부는 바람을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. A는 저위도의 남는 에너지를 고위도로 이동시킨다.
- ㄴ. B는 편서풍, D는 무역풍에 의해 형성된다.
- ㄷ. 대기 대순환이 바뀌어도 해류의 순환은 변하지 않는다.

5 다음은 사막화의 발생 원인과 피해를 나타낸 것이다.

자연적 요인 장기간의 가뭄

발생 원인

인위적 요인 (⑦)

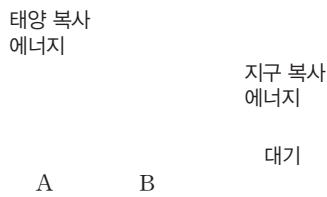
피해 식량과 식수 부족, (⑧)

⑦, ⑧에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

6 지구 환경 보존을 위한 대책으로 옳지 않은 것은?

- ① 대중교통을 이용하도록 권장한다.
- ② 자원을 절약하고 신재생 에너지를 개발한다.
- ③ 무분별한 토지 개간을 방지하기 위해 노력한다.
- ④ 삼림을 보존하고, 국가 간 기술 및 재정 협력을 통해 사막화를 억제한다.
- ⑤ 해수의 온도 상승으로 인한 열팽창을 막기 위해 극지 방의 빙하를 활용한다.

7 그림은 복사 평형을 이루는 지구의 열수지를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. A는 대기보다 지표에 흡수되는 양이 더 많다.
- ㄴ. 대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 B의 양은 증가할 것이다.
- ㄷ. 빙하 면적 감소는 태양 복사 에너지의 반사율을 증가 시킨다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8 그림은 태평양의 저위도 해역에서 부는 바람을 나타낸 것이다.



바람이 평상시보다 약하게 불 때, A 해역에서 나타날 수 있는 변화로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

|보기|

- ㄱ. A 해역을 지나는 해류의 흐름이 약해진다.
- ㄴ. 깊은 곳의 차가운 해수가 많이 올라와 평상시보다 해수의 온도가 낮아진다.
- ㄷ. 평상시보다 상승 기류가 발달하여 강수량이 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9 자연과 과학에 대한 감수성 그림 (가)는 우리나라의 어느 관측소에서 측정한 이산화 탄소 농도의 변화 경향을 나타낸 것이고, (나)는 지구 환경 변화에 관해 쓴 글이다.

(가)



(나) 기후 변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)가 발표한 보고서에 따르면, 최근 전 세계적으로 기후 변화와 관련된 질병들이 증가하고 있고 극심한 추위나 폭염으로 사망률이 증가하고 있다고 한다. 또한 해수면 상승으로 인해 21 세기에는 연안 저지대가 가장 큰 피해를 입을 것이고 침수, 홍수, 침식 등의 영향을 받게 될 것이다. 해양 생태계는 작은 플랑크톤에서 큰 생물에 이르기까지 전 세계적으로 종의 재분배가 일어날 것이고, 지역적 특징이 있는 토착종의 의미가 사라지게 될 것이다.

- (1) 우리나라에서 (가)와 같은 경향이 지속된다면 할 때 일어날 수 있는 지권, 수권의 변화를 써 보자.

- (2) 이러한 기후 변화와 관련한 위기를 극복하기 위해 국제적·국가적·개인적 차원의 방안을 제안해 보자.

지구시스템이 버틸 수 있는 한계, ‘2050’

지구 온난화로 인한 이상 기후가 지구촌 곳곳에서 나타나고 있다. 최고 기온이 50 °C에 이르는 초고온 날씨가 이어지기도 하고, 건조한 날씨로 대규모 산불이 일어나기도 한다. 또, 사막에 1년 동안 내릴 양의 비가 하루 만에 쏟아져 범람하며, 홍수가 발생하여 도시가 물에 잠기는 등 극한적인 기후 현상이 계속되고 있다. 이러한 현상이 나타나는 까닭은 인류가 자원을 너무 많이 소비하여 지구 생태가 정상적인 작동을 하지 못하기 때문이다.

지구의 온도가 2 °C 이상 상승할 경우, 폭염과 한파 등 인간이 감당할 수 없는 자연 재해가 발생한다. 그러나 상승 온도를 1.5 °C로 제한하면 생물다양성, 인류의 건강, 식량, 경제 성장에 관한 위험을 크게 줄일 수 있다. 따라서 지구 온도 상승을 1.5 °C 이내로 억제하기 위해 2050 년까지 탄소 순배출량이 0이 되는 탄소 중립 사회로의 전환이 필요하다. 스웨덴, 영국, 프랑스, 덴마크, 뉴질랜드, 헝가리 등 6 개국은 탄소 중립을 이미 법제화하였고, 유럽, 중국, 일본 등의 여러 나라에서도 탄소 중립 목표를 선언하였으며, 우리나라도 2020 년에 ‘2050 탄소 중립 계획’을 발표하였다. 세계 각국은 지속 가능한 지구를 위해 탄소 중립이라는 공동의 목표를 향해 나아가고 있다.

지속 가능한 저탄소 사회를 만들기 위해 가정과 학교에서 할 수 있는 실천 방안을 토의하고, 실천 계획표를 세워 보자.

3 발전과 신재생 에너지

우리가 선택하는 미래

지난 이백여 년 동안 인류가 사용한 화석 연료는 지구 온난화를 가속시켰고, 이제 에너지는 우리 미래를 결정할 중요한 요인 중 하나가 되었다.

우리는 갈림길에 서 있다. 앞으로 10년 동안 우리가 내릴 결정과 우리의 노력이 수천 년 동안 인류에게 영향을 미치게 될 것이다. 앞으로 우리는 에너지를 어떻게 생산하고 이용해야 할까?

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 태양 에너지의 생성과 전환

지구에서 이용되는 에너지의 원천이 무엇인지 알아본다.

02 전기 에너지의 생산

전기 에너지를 생산하는 과정을 이해하고, 전기 에너지의 생산이 우리 생활에 어떤 영향을 미치는지 알아본다.

03 에너지 전환과 효율

에너지 효율이 높은 제품을 사용해야 하는 까닭을 알아본다.

04 신재생 에너지

지구 환경과 미래를 위한 에너지 생산 방법을 탐색해 본다.

스스로 정리하기 118쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

0

태양 에너지의 생성과 전환

이 단원을 배우고 나면

- 태양에서 에너지가 생성되는 과정을 설명할 수 있다.
- 태양 에너지의 일부가 지구에서 다양한 에너지로 전환되는 과정을 설명할 수 있다.

지구에서 이용되는 에너지의 원천은 무엇일까?

나는 어디에서
에너지를 얻지?

태양 에너지의 생성

우리가 살아가는 데는 다양한 에너지가 이용된다. 우리 몸을 움직이는 데 에너지가 이용되고, 전자 제품이나 교통수단을 사용할 때도 에너지가 필요하다. 우리가 일상생활에서 이용하는 에너지는 어디에서 온 것일까?

해 보기 일상생활에서 이용하는 에너지의 근원 알아보기

어제 자신이 했던 활동 중 한 가지를 쓰고, 여기에
이용된 에너지를 아래 예시처럼 설명해 보자.

점심 시간을 알리는 종이 울리자 운동장으로
나가서 축구를 하였다. 종소리에 전기 에너지가
몸을 움직이는 데 이용되었다.
화학 에너지가 이용되었다.

위에서 이용된 에너지의 근원이 태양 에너지인 것과 태양 에너지가 아닌 것으로 구분해 보자.

지구에서 일어나는 다양한 생명 활동은 대부분 태양 에너지에 의해 유지되며, 지표면에서 일어나는 여러 가지 자연 현상들도 대부분 태양 에너지를 근원으로 한다. 그러면 태양 에너지는 어떻게 만들어지는 것일까?

태양은 대부분 수소와 헬륨으로 이루어져 있으며, 중심부는 약 1500 만 K의 초고온 상태이므로 수소 원자는 원자핵과 전자가 분리된 상태로 존재한다. 여기서 매우 빠르게 움직이는 수소 원자핵들은 서로 충돌하여 수소 핵융합 반응을 일으킨다. 수소 핵융합 반응은 수소 원자핵 4 개가 결합하여 1 개의 헬륨 원자핵을 만드는 반응으로, 생성된 헬륨 원자핵의 질량은 반응에 참여한 수소 원자핵 4 개의 질량보다 작다. 수소 핵융합 반응에서 감소한 질량은 에너지로 변한다.

태양의 핵에서는 수소 핵융합 반응이 끊임없이 일어나고 있고, 이 반응으로 막대한 양의 에너지가 생성된다. 핵에서 생성된 에너지는 태양 표면에 도달하고, 태양의 표면에서는 사방으로 에너지가 방출된다. 이렇게 방출된 태양 에너지는 태양계 모든 천체와 공간에 에너지를 공급하며, 그중 일부가 지구에 도달한다.

연결하기_『통합과학1』 43쪽
별 내부에서 핵융합 반응으로 원소가 생성되는 과정을 학습하였다.

태양의 에너지 방출

태양이 1 초 동안 방출하는 에너지는 인류가 약 100 만년 이상 사용할 수 있는 엄청난 양이다.



그림 II-17 | 태양에서의 수소 핵융합 반응

확인

핵융합 반응으로 태양 에너지가 생성되는 과정을 설명해 보자.

한국의 인공 태양(KSTAR)

한국핵융합에너지연구원(KFE)에서는 인류의 에너지 문제를 해결하기 위해 인공 태양을 만드는 연구를 하고 있다. 핵융합은 탄소를 발생시키지 않으면서도 막대한 양의 에너지를 생산하는 것이 가능하기 때문에 차세대 에너지 기술로 평가된다. 인공 태양에서 핵융합 반응이 일어나려면 1 억 K 이상 초고온 플라스마(원자핵과 전자가 분리된 이온 상태)가 필요하다. KSTAR는 토카막으로 불리는 도넛 형태의 핵융합 장치 안에 강력한 자기장을 내는 초전도 자석을 설치해 초고온 플라스마를 가두는 방식을 이용한다. 2007년에 가동을 시작한 KSTAR는 2024년 세계 최초로 1 억 K의 초고온 플라스마를 48초 유지하는 기록을 세웠으며, 2026년 300초 유지를 목표로 하고 있다.

토카막

열에너지

운동 에너지

빛에너지

태양 에너지

위치 에너지

그림 II-18 | 태양 에너지의 흐름과 전환

지구에서 태양 에너지의 흐름과 전환

태양의 내부에서 생성된 에너지의 $\frac{1}{20}$ 억 정도만 복사 에너지의 형태로 지구에 도달 한다. 지구에 도달한 태양 에너지는 여러 가지 형태의 에너지로 전환되어 다양한 자연 현상을 일으키고 생명체의 생명 활동을 유지시키는 주된 에너지로 쓰인다. 다음 활동으로 지구에서 태양 에너지의 전환이 일어나는 과정을 알아보자.

해 보기 태양 에너지의 전환 알아보기

위 그림을 보고 자동차에 화석 연료를 넣고 운행하기까지의 과정에서 태양 에너지가 어떤 에너지로 전환되었는지 에너지의 전환 경로를 설명해 보자.

태양 에너지

집에서 텔레비전을 볼 수 있기까지의 과정에서 나타나는 에너지의 흐름을 위 그림에 화살표로 표시하고 각 단계에서 에너지의 형태를 써 보자.

빛에너지

화학 에너지
(포도당 또는 녹말)

운동 에너지

화학 에너지
(화석 연료)

바람, 비, 눈과 같은 기상 현상이 발생하는 과정에서 태양 에너지는 바람의 운동 에너지나 물의 위치 에너지 또는 열에너지로 전환된다.

태양의 빛에너지는 광합성 과정에서 화학 에너지로 전환되어 생명체의 생명 활동 을 가능하게 하고, 생물의 먹이사슬을 따라 이동한다. 이 중 일부는 화석 연료의 화학 에너지로 저장된다. 화석 연료는 다양한 형태의 에너지로 전환되어 문명 발달에 사용 된다. 또한 태양 전지에 의해 전기 에너지로 전환된 태양 에너지는 여러 가지 전자 제품 에서 빛에너지, 열에너지, 소리 에너지, 운동 에너지 등의 형태로 활용되기도 한다.

이처럼 태양 에너지는 지구에서 에너지의 흐름을 일으키고 자연 현상과 생명 활동 과정에서 다양한 에너지로 전환된다.

소단원 확인하기

1 태양 에너지는 어떤 에너지로 전환되어 생물의 먹이사슬을 따라 이동하는지 설명해 보자.

2 저위도에서 고위도로 이동하는 태양 에너지의 흐름이 약해지면 어떤 일이 일어날지 이야기해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 118쪽에 써 보자.

위치 에너지

물체가 특정 위치에서 갖는 에너지로, 대기 중의 수증기가 응결하여 비나 눈 의 형태로 높은 곳에 위치하면 위치 에너지를 갖게 된다.

평가하기

[자식·이해] 태양 에너지가 생성되는 과정을 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 자연 현상에서 태양 에너지가 다양한 에너지로 전환되는 과정을 설명할 수 있는가?

[가치·태도] 태양 에너지가 우리 생활에 미치는 영향을 파악하였는가?

0

전기 에너지의 생산

이 단원을 배우고 나면

- 발전기에서 에너지가 전환되는 과정을 설명할 수 있다.
- 화석 연료와 핵에너지를 이용한 발전이 우리 생활에 미치는 영향을 조사하여 발표할 수 있다.

전기 자동차는 화석 연료 대신 전기 에너지를 사용한다.

전기 자동차를 타면 환경에 아무런 영향을 미치지 않는 걸까?

과연 그럴까?

난 깨끗해.
환경 오염을 일으키지
않는다고.

전자기 유도

전기 자동차뿐만 아니라 전등, 휴대 전화, 에어컨 등 우리가 일상생활에서 사용하는 기구 중에는 전기 에너지를 사용하는 것이 많다. 전기 에너지는 전기 기구를 통하여 다른 종류의 에너지로 쉽게 전환할 수 있는 장점이 있어 우리 생활에 널리 쓰이고 있다. 이렇게 우리 생활에 꼭 필요한 전기 에너지는 어떻게 만들어지는 것일까?

영상

분석 및 해석, 결론 도출 | 개방성

운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정 탐구하기

목표

자석과 코일의 상대적인 운동으로 전류가 만들어지는 현상을 에너지 전환으로 설명할 수 있다.

준비물

코일, 네오디뮴 자석 여러 개, 발광 다이오드 2 개, 연결 단자 2 개, 면장갑

주의점

네오디뮴 자석의 세기는 매우 강하므로 네오디뮴 자석 사이에 손이 끼지 않도록 주의한다.

주변에 다른 전자 기기가 없도록 정리한다.

네오디뮴 자석이 깨진 면은 매우 날카로우므로, 흡이 있는 자석은 폐기한다.

| 문제 인식 | 자석과 코일을 이용해 발광 다이오드에 불을 켜 수 있을까?

| 과정 |

1 코일의 양 끝에 발광 다이오드 2 개를 극성이 반대가 되도록 각각 연결한다.

2 자석의 한쪽 극을 코일 속에 넣었다 잠시 정지한 후 다시 빼면서 발광 다이오드에 불이 켜지는 때는 언제인지 관찰한다.

3 자석을 움직이는 속력, 코일 속에 넣는 자석의 극, 자석의 개수 등을 변화시키며 발광 다이오드를 관찰한다.

네오디뮴 자석

(-)극

(+)극

발광 다이오드

코일

| 결과 및 정리 |

1 과정 에서 발광 다이오드에 불이 켜질 때 에너지 전환이 어떻게 일어나는지 써 보자.

() 에너지 → () 에너지 → 빛에너지

2 과정 에서 발광 다이오드의 밝기가 달라지는 까닭을 에너지 전환으로 설명해 보자.

발광 다이오드는 (+)극에서 (-)극 쪽으로만 전류가 흘러 불이 켜지는 특징이 있다.

3 발광 다이오드가 번갈아 불이 켜지는 까닭을 전류의 방향과 관련지어 설명해 보자.

자석을 코일 근처에서 움직일 때 코일에 연결된 발광 다이오드가 켜지는 것을 보면 자석의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 것을 알 수 있다. 실제로 발전소에서도 자석이나 코일의 운동 에너지를 전환하여 전기 에너지를 생산한다.

그렇다면 자석의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 원리는 무엇일까?

코일 근처에서 자석을 움직이면 코일을 통과하는 자기장이 변하여 코일에 전류가 유도되는데, 이러한 현상을 전자기 유도라고 한다. 이때 코일에 흐르는 전류를 유도 전류라고 하며, 자석의 세기가 강하거나 자석 또는 코일을 빠르게 움직일수록 더 센 전류가 흐른다. 또, 유도 전류의 방향은 자기장의 변화에 따라 바뀌는데, 그림 II-19와 같이 자석의 N극을 코일에 가까이 할 때와 코일에서 멀리 할 때 유도 전류의 방향은 서로 반대가 된다.

멀리 할 때

외르스테드(Ørsted, H. C., 1777~1851)와 패러데이(Faraday, M., 1791~1867)

외르스테드는 전류가 흐르는 도선 주위에 놓인 나침반 바늘이 움직이는 현상을 관찰하여 전기와 자기가 관련이 있다는 것을 처음 밝혔다. 이를 바탕으로 패러데이는 전자기 유도 현상을 발견하고, 발전기와 전동기를 발명하면서 전기 에너지를 이용할 수 있게 되었다.

전자기 유도 실감형 콘텐츠

지능형 과학실 ON에 접속하여 [학습 자료실]-[실감형 콘텐츠]-[2050 년 지구를 구하라] 속 전자기 유도 실감형 콘텐츠를 체험하여, 전기 에너지가 만들어지는 원리를 확인할 수 있다.

영상

가까이 할 때
코일에 전류가
흐른다.
유도 전류

코일에 전류가
반대 방향으로
흐른다.

<https://science-on.kosac.re.kr>
URL

검류계

검류계

그림 II-19 | 유도 전류의 방향

검류계

전류의 방향과 세기를 측정하는 기구이다. 전류계와 다르게 영점이 가운데에 있으며, 전류의 방향에 따라 검류계의 바늘이 움직이는 방향이 달라진다.

확인

그림 II-19에서 코일에 막대자석의 N극을 넣었더니 검류계의 바늘이 움직였다. 검류계의 바늘을 더 크게 움직이게 하는 방법을 두 가지 써 보자.

발전기의 원리

자석을 코일 근처에서 움직이면 일시적으로 발광 다이오드에 불이 켜지지만, 발전소에서는 연속적으로 전기 에너지를 생산한다. 다음 탐구에서 간이 발전기를 만들어 보고, 발전소에서 전기 에너지를 만드는 방법에 대해 생각해 보자.

의사소통, 협업 | 창의성

간이 발전기 만들기

목표

간이 발전기를 만들어 발전소에서 전기 에너지를 만드는 방법을 설명할 수 있다.

준비물

전동기, 발광 다이오드, 나만의 간이 발전기 만들기 재료

| 문제 인식 | 어떻게 하면 연속적으로 전기 에너지를 만들 수 있을까?

| 과정 |

- 1 다음 전동기의 내부 모습을 보고, 코일과 자석을 찾아 표시해 보자.
- 2 전동기의 양쪽 단자에 발광 다이오드를 연결하고, 전동기의 축을 돌리며 발광 다이오드의 불을 켜 보자.

발광 다이오드

축

전동기

전동기의 내부 모습

장치를 고안하기 전에 참고 도서와 누리망 등을 통해 관련 자료를 충분히 찾아 아이디어를 뒷받침할 수 있도록 한다.

- 3 의 전동기를 활용하여 바람, 물 등으로 발광 다이오드를 켤 수 있는 간이 발전기를 고안해 보자.

| 결과 및 정리 |

- 1 모둠별로 고안한 간이 발전기를 제작하고, 작동 원리를 발표해 보자.
발광 다이오드
전동기
- 2 우리 모둠에서 만든 간이 발전기는 발광 다이오드의 불을 켜기 위해 어떤 에너지를 이용하는지 설명해 보자.
회전 날개
- 3 고안한 간이 발전기에서 개선할 점은 무엇인지 토의해 보자.
바람을 이용한 간이 발전기

발전기는 전자기 유도 현상을 이용하여 전기 에너지를 생산하는 장치이다. 연속적으로 전기 에너지를 생산하기 위해 발전기는 보통 그림 II-20과 같이 자석과 코일이 상대적으로 회전하는 구조로 만들어진다.

발전소에서는 자석 또는 코일을 회전시키기 위해 터빈을 이용한다. 터빈은 증기나 물의 흐름 등을 이용해 회전하는 힘을 얻는 장치이다. 발전소에서는 화석 연료로 물을 끓여 만든 고온·고압의 증기로 터빈을 돌리기도 하고, 물의 흐름이나 바람을 이용해 터빈을 돌리기도 한다. 이처럼 터빈과 발전기를 사용하면 다양한 에너지원을 이용해 전기 에너지를 생산할 수 있다.

가상 실험

그림 II-20 | 발전기의 원리
자석 사이에서 코일이 회전하면 코일을 통과하는 자기장이 시간에 따라 변하며 연속적으로 코일에 전류가 흐른다.

터빈

수많은 날개가 달린 모양의 회전체로 터빈의 날개는 증기나 물, 바람에 의해 회전한다. 터빈의 모양은 사용 환경에 따라 다르다.



그림 II-21 | 열원을 이용한 발전

그림 II-22 | 흐르는물을 이용한 발전

저수댐
물을 모은다.

취수구

발전기
터빈의 운동 에너지를 전기 에너지로 바꾼다.

송전선
전기 에너지를 소비지에 보낸다.

터빈
물의 역학적 에너지를 터빈의 운동 에너지로 바꾼다.

방수로

확인

발전소에서 터빈을 돌리는 데 사용하는 에너지원을 세 가지 써 보자.

화석 연료와 핵에너지를 이용한 발전

발전소에서는 다양한 에너지원을 이용해 전기 에너지를 생산한다. 이때 이용하는 에너지원에 따라 발전 방식이 구분된다. 그림 II-23과 같이 우리나라에서 사용하는 전기 에너지는 주로 화석 연료를 이용하는 화력 발전과 핵연료를 이용하는 핵발전을 통해 생산된다.

석유 0.3 %

핵연료

핵발전에 사용되는 연료로, 원자로에서 핵반응을 일으켜 에너지를 발생할 수 있는 물질이다.

수력 0.6 %

신재생 에너지 9.0 %

기타 0.5 %

그림 II-23 | 우리나라의 에너지원별 발전 비율(출처: 한국전력통계, 2023.)

핵반응

핵반응에는 핵분열과 핵융합이 있다. 핵분열은 무거운 원자핵이 가벼운 두 개의 원자핵으로 쪼개지는 핵반응이다. 핵융합은 가벼운 두 개 이상의 원자핵이 결합하여 무거운 원자핵이 되는 핵반응이다. 두 과정 모두 핵반응 후 입자들의 총질량이 감소하고, 감소된 질량이 막대한 에너지로 변환되어 방출된다.

화력 발전과 핵발전은 모두 고온 · 고압의 증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산 하지만, 증기를 만드는 열원에서 차이가 있다. 화력 발전은 석탄, 석유, 천연가스와 같은 화석 연료가 연소할 때 발생하는 열을 이용한다. 그에 반해 핵발전은 핵반응에서 발생하는 열을 이용하는데, 이때 핵연료로 우라늄이 사용된다. 원자력 발전소의 원자로에서는 우라늄 원자핵의 핵분열이 연쇄적으로 일어나는데, 이때 줄어든 질량이 막대한 에너지로 변환되어 방출된다.

화력 발전과 핵발전은 터빈을 통과한 고온 · 고압의 증기를 식혀 물로 되돌린 후 재사용한다. 증기를 식히는 데 많은 양의 물이 필요하기 때문에 화력 발전소와 원자력 발전소는 주로 물을 얻기 쉬운 바닷가에 위치한다.

그림 II-24 | 당진화력발전소

그림 II-25 | 신고리원자력발전소

화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향 조사하기

| 과정 |

- 1** 뉴스 빅데이터 분석 누리집을 방문하여, 화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향에 관한 기사를 조사하여 분석해 보자.

모둠별로 검색어와 기간, 주제 등 검색 조건을 논의하여 정한 후 기사를 검색한다.

검색 결과를 분석한 자료를 바탕으로 화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향을 조사한다.

- 2** 화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 정리하고, 모둠별로 발표해 보자.

긍정적인 영향

긍정적인 영향

부정적인 영향

부정적인 영향

목표

열원으로서 화석 연료와 핵연료를 이용하는 발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 조사하여 발표할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

검색어와 검색 조건을 달리하며 다양한 관점으로 조사할 수 있다.

| 결과 및 정리 |

- 1** 과정에서 정리한 결과를 바탕으로 그림 II-23의 우리나라의 에너지원별 발전 비율을 어떻게 조정하면 좋을지 토의해 보자.

가상 실험

에너지원별 발전 비율은 사회, 경제, 환경 등의 장단기적 영향을 종합적으로 고려하여 결정한다.

- 2** 조정안을 오른쪽 빈칸에 표시하고, 모둠별로 발표해 보자.

우리나라의 에너지원별 발전 비율 조정안

소단원 확인하기

- 1** 화석 연료와 핵연료를 이용하는 발전에서 공통으로 나타나는 에너지 전환 과정은 무엇인가?

평가하기

[지식·이해] 발전기에서 에너지가 전환되는 과정을 설명할 수 있는가?

- 2** 화력 발전이나 핵발전 과정에서 증기를 식히는데 사용한 후 방출하는 온배수는 근처의 바다 생태계에 영향을 미칠 수 있으므로 적절한 관리와 규제가 필요하다. 버려지는 온배수를 활용할 수 있는 방법을 한 가지만 써 보자.

[과정·기능] 과학적 주장을 다양한 방법으로 소통하고, 의사 결정을 위해 과학적 지식을 활용할 수 있는가?

이 단원에서 찾은 생각 조각을 118 쪽에 써 보자.

[가치·태도] 과학의 유용성, 윤리성을 인식하고 안전·지속가능 사회에 기여하고자 하였는가?

0

에너지 전환과 효율

이 단원을 배우고 나면

- 에너지가 전환되는 과정에서 에너지의 총량이 보존됨을 일상생활의 사례를 들어 설명할 수 있다.
- 에너지 효율의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.

에너지 효율이 높은 제품을 사용해야 하는
까닭은 무엇일까?

에너지 소비 효율 등급이
5등급인 냉장고가 더 싼데, 왜
1등급인 냉장고를 사야 하지?

전환하며 보존되는 에너지

우리는 일상생활에서 수많은 전기 기구를 사용한다. 전기 에너지는 전기 기구를 통해 열에너지, 빛에너지, 운동 에너지 등 다양한 형태의 에너지로 전환되어 우리 생활에 이용된다.

예를 들어 텔레비전의 전원을 켜면 화면에서 빛이 나오고 소리가 들리며 텔레비전이 따뜻해지기도 한다. 즉, 텔레비전은 전기 에너지를 빛에너지, 소리 에너지, 열에너지 등으로 전환하는데, 이때 전환된 에너지를 모두 더하면 텔레비전에 공급한 전기 에너지의 양과 같다. 이와 같이 에너지가 전환될 때 에너지의 총량은 항상 일정하게 보존되는데, 이를 **에너지 보존 법칙**이라고 한다.

그림 II-26의 여러 가지 전기 기구에서 일어나는 전기 에너지의 전환을 설명해 보자.

전등

빛에너지
소리 에너지

열에너지



그림 II-26 | 전기 에너지의 전환

해 보기

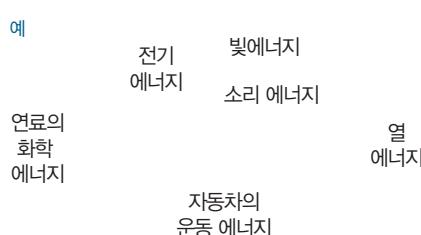
에너지 전환과 보존 나타내기

모둠별로 일상생활에서 에너지 전환과 관련지를 수 있는 상황을 떠올려 보고, 그 상황에서 일어나는 에너지 전환 과정을 다음과 같이 그림으로 나타내어 공유해 보자.

어떤 상황인지 쓴다.

상황과 관련된 에너지의 종류를 모두 표시한다.

에너지 사이를 연결하여, 에너지가 전환되는 관계를 그림으로 나타내 보자.



공유 플랫폼 활용

공유 플랫폼을 활용하여 에너지 전환 과정 그림을 모둠원이 함께 그릴 수 있다.

자동차가 달리다가 정지할 때

각 모둠의 그림을 보고 에너지 전환 과정에서 우리가 모든 에너지를 유용하게 사용할 수 있는지 토의해 보자.

바닥에 튕긴 농구공은 튀어 오르는 높이가 점점 낮아지다 시간이 지나면 결국 멈춘다. 이런 경우 에너지는 보존되지 않고 사라진 것일까?

자동차가 움직일 때 연료의 화학 에너지 중 일부만이 자동차의 운동 에너지로 이용된다. 나머지는 배기가스나 마찰, 공기 저항 등에 의해 열에너지로 전환되어 주변으로 흘어진다. 바닥에 튕긴 농구공이 서서히 멈추는 것도 농구공의 역학적 에너지의 일부가 열에너지로 전환되어 주변으로 흘어지기 때문이다. 이처럼 에너지가 전환될 때 일부가 항상 열에너지로 전환되어 버려지는데, 이때도 전환된 열에너지를 포함한 에너지의 총량은 보존된다.

그림 II-27의 자동차에서 열이 가장 많이 방출된 부위는 어디인가?

그림 II-27 | 운행 직후 열화상 사진기로 촬영한 내연 기관 자동차의 모습 자동차가 달리며 에너지가 전환될 때 일부가 열에너지로 전환되어 주변으로 흘어진다.

확인

에너지는 보존되는데 우리가 에너지를 절약해야 하는 까닭은 무엇인가?

에너지 효율

자동차의 내연 기관

내연 기관은 장치 속에 연료를 집어넣고 연소하여 발생한 열을 일로 전환하는 장치이다. 자동차의 내연 기관에는 휘발유를 연료로 하는 가솔린 기관과 경유나 중유를 연료로 하는 디젤 기관이 있다.

열효율

자동차의 내연 기관처럼 열을 일로 전환하는 장치를 열기관이라고 하며, 열기관의 에너지 효율을 열효율이라고 한다.

$$\text{열효율} = \frac{\text{열기관이 외부에 한 일}}{\text{공급한 열}}$$

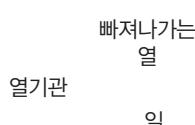


그림 II-28 | 열기관에서의 에너지 흐름

에너지가 사용되는 과정에서 일부가 항상 열에너지로 전환되어 버려지기 때문에, 공급한 에너지를 모두 유용한 에너지로 전환하는 것은 불가능하다. 자동차의 내연 기관에서도 연료가 연소할 때 발생하는 열의 일부만을 일로 전환하고 나머지는 외부로 방출된다. 이처럼 공급한 에너지 중에서 유용하게 사용되는 에너지의 비율을 에너지 효율이라고 하며, 에너지 효율은 항상 100 %보다 작다.

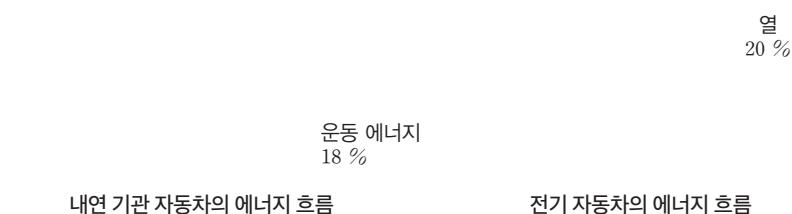
$$\text{에너지 효율}(\%) = \frac{\text{유용하게 사용되는 에너지}}{\text{공급한 에너지}} \times 100$$

그러면 실제 자동차의 에너지 효율은 얼마나 될까? 다음 활동에서 화석 연료의 화학 에너지와 전지의 전기 에너지로 달리는 두 자동차의 에너지 효율을 비교해 보자.

해 보기

자동차의 에너지 효율 비교하기

그림은 내연 기관 자동차와 전기 자동차에 공급된 에너지 중 자동차의 운동 에너지로 전환된 에너지의 비율을 나타낸 것이다.



에너지 효율이 더 높은 자동차는 어느 것인지 고르고, 그 까닭을 설명해 보자.

발전 과정까지 고려했을 때 전기 자동차의 에너지 효율에 대해 토의해 보자.

(가) 전력과 난방용 열을 따로 공급하는 화력 발전의 에너지 흐름

손실
25 %

전력
30 %
열
45 %

(나) 열병합 발전의 에너지 흐름

화석 연료는 사용하는 과정에서 버려지는 열에너지가 발생하고, 이로 인해 에너지 효율이 낮아진다. 하지만 버려지는 열에너지를 줄여 에너지 효율을 개선하면 똑같은 일을 하는 데 더 적은 화석 연료를 사용하게 되므로, 대기 오염 물질이나 이산화 탄소와 같은 온실 기체 발생량도 줄일 수 있다. 따라서 기후와 환경 문제를 해결하는 방법으로 에너지 효율을 개선하는 기술이 주목받고 있다.

열병합 발전은 화력 발전 과정에서 발생하는 열을 난방, 온수 등에 활용하여 에너지 효율을 높인다.

그림 II-29 | 열병합 발전의 에너지 효율 비교(출처: 대전열병합발전, 2023.)

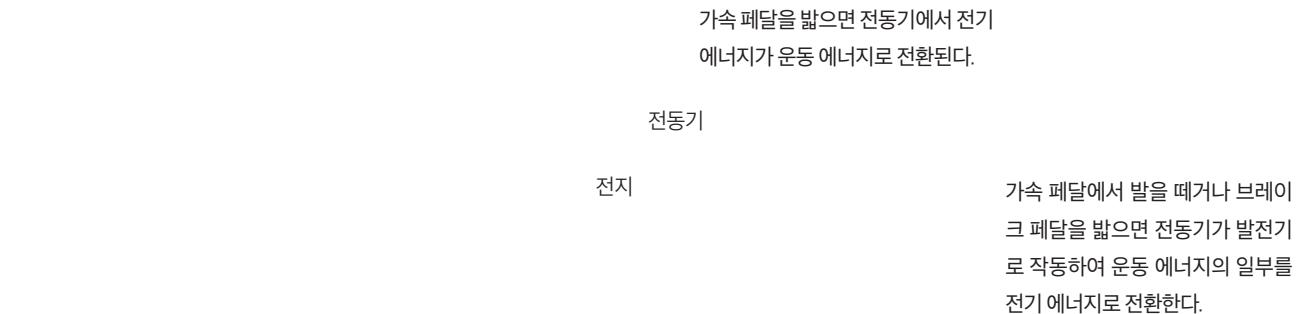


그림 II-30 | 전기 자동차의 회생 제동

전기 자동차는 운행 중 버려지는 운동 에너지를 전기 에너지로 다시 저장하여 에너지 효율을 높인다.
또, 조명 기구도 에너지 효율을 점점 높이는 방향으로 발전하고 있다. 과거에 주로 사용하던 백열등은 버려지는 열에너지가 많이 발생하여 에너지 효율이 낮았지만, 오늘날 사용하는 발광 다이오드등은 열에너지 발생이 적고 수명이 길어 효율적이다.
한편, 우리나라에서는 에너지 소비 효율 등급 표시 제도, 고효율 인증 제도 등 에너지 효율이 높은 제품의 생산과 구매를 유도하는 여러 가지 제도를 운영하고 있다. 이러한 제도들은 에너지 절약을 유도하여 온실 기체 배출을 줄이는 효과를 가져다준다.

그림 II-31 | 열화상 사진기로 촬영한 여러 가지 조명등 그림 II-32 | 에너지 소비 효율 등급 표시

소단원 확인하기

- 1 화석 연료를 사용하는 자동차의 에너지 효율이 전기 자동차보다 낮은 까닭은 무엇인가?
- 2 우리가 에너지 효율이 높은 가전제품을 사용해야 하는 까닭은 무엇인가?
이 단원에서 찾은 생각 조각을 118쪽에 써 보자.

평가하기

- [지식 · 이해]** 에너지 전환 과정에서 에너지의 총량이 보존됨을 일상생활의 사례를 들어 설명할 수 있는가?
- [과정 · 기능]** 화석 연료의 사용 과정에서 에너지 효율이 낮아지는 까닭을 과학적으로 추론할 수 있는가?
- [가치 · 태도]** 에너지 효율의 의미와 중요성을 인식하였는가?

0

신재생 에너지

이 단원을 배우고 나면

- 신재생 에너지 기술의 종류와 특징을 설명할 수 있다.
- 지속 가능한 발전과 지구 환경 문제 해결에 신재생 에너지 기술을 활용하는 방안을 탐색할 수 있다.

지구 환경과 미래를 위한 에너지 생산 방법은

어떤 것이 있을까?

써도 써도 계속 생기는
그런 에너지 없나?

신재생 에너지

가상 실험

그림 II-33 | 신재생 에너지를
이용한 여러 가지 발전 방식

우리나라는 화석 연료와 우라늄을 이용한 발전이 큰 비중을 차지한다. 그러나 화석 연료와 우라늄은 매장량이 한정되어 고갈될 수 있고,

환경 오염과 기후 변화 등의 문제를 일으킨다.

따라서 인류는 전통적인 에너지원을 대체할
친환경적이고 지속 가능한 에너지

인 신재생 에너지 개발에 주목
하고 있다.

풍력 발전

바람의 운동 에너지를
전기 에너지로 전환한다.

지열 발전

땅속 고온의 지하수나 지하
의 열을 이용하여 난방을 하거
나 전기 에너지를 생산한다.

바이오에너지

농작물, 나무, 음식물 쓰레기 등을 직접
태워 전기 에너지를 얻거나, 가공하여 가
스, 고체 연료 등으로 만들어 이용한다.

수력 발전

물의 위치 에너지를 전
기 에너지로 전환한다.

신재생 에너지란 수소 에너지, 연료 전지와 같은 새로운 에너지와 햇빛, 물, 지열, 강수, 바람, 해양, 생물 유기체 등의 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지를 말한다. 우리나라는 신재생 에너지를 이용한 여러 가지 발전 방식 중에서 태양광 발전, 풍력 발전의 비중을 높이려고 노력하고 있다.

태양광 발전은 태양 전지를 사용해 태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다. 태양 전지는 건물의 지붕이나 외벽, 아파트 발코니, 난간 등 다양한 곳에 설치할 수 있다. 하지만 계절과 날씨에 따라 발전량이 달라지고, 대규모 발전을 하려면 넓은 면적이 필요하다.

풍력 발전은 바람을 이용해 발전기에 연결된 날개를 돌려 전기 에너지를 생산한다. 풍력 발전기는 지속적으로 바람이 부는 바닷가나 높은 산에 주로 설치하며, 최근에는 해상 풍력 발전도 늘고 있다. 발전 과정에서 온실 기체나 오염 물질을 배출하지 않는다. 그러나 바람의 세기와 방향이 계속 변하므로 발전량을 예측하기 어렵고, 소음이 발생해 주변에 피해를 주기도 한다.

그림 II-34 | 폐염전 부지를 활용한 전남 신안군 태양광 발전소

신재생 에너지 통계 자료

한국에너지공단 신재생에너지센터 (<https://www.knrec.or.kr>)에서 신재생 에너지 관련 정책과 통계 자료를 찾아볼 수 있다.

확인

다음 중 신재생 에너지를 이용한 발전 방식이 아닌 것을 모두 골라 보자.

태양광 발전, 핵발전,
화력 발전, 풍력 발전

연료 전지

연료가 가진 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.

조력 발전

밀물과 썰물로 인한 해수면의 높이차를 이용해 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.

태양광 발전

태양의 빛에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.

파력 발전

파도의 움직임을 이용해 전기 에너지를 생산한다.

에너지 문제 해결을 위한 현대 과학의 노력

세계 여러 나라에서는 지속가능한 발전과 지구 환경 문제 해결을 위해 신재생 에너지 기술을 활용하는 방안을 연구하고 있다. 다음 탐구에서 친환경 에너지 도시를 설계해 보자.

데이터

의사소통 | 창의성, 안전·지속가능 사회에 기여

친환경 에너지 도시 설계하기

목표

지속가능한 발전과 지구 환경 문제 해결에 신재생 에너지 기술을 활용하는 방안을 탐색할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 지속가능하고 지구 환경 문제를 해결하는 친환경 에너지 도시를 만들기 위해 신재생 에너지 기술을 어떻게 활용할 수 있을까?

| 과정 |

1 우리 지역의 최근 1년 동안 전기 에너지 소비량과 신재생 에너지 발전량을 조사해 보자.

전기 에너지 소비량(MWh)

신재생 에너지 발전량(MWh)

에너지맵 서비스

한국전력 에너지마켓플레이스의 에너지맵 서비스(<https://en-ter.co.kr/energymap/>)에서 지역별 전력 사용량과 신재생 에너지 사용량을 확인할 수 있다.

2 우리 지역이 신재생 에너지 발전량을 높이기 위해 어떤 노력을 하고 있는지 조사해 보자.

3 모둠별로 발전 방식, 주거, 교통, 환경의 전문가 역할을 정하고, 같은 분야의 전문가끼리 모여 국내외 친환경 도시에 적용된 담당 분야의 사례를 조사해 보자.

Wh(와트시)

1 Wh는 1시간 동안 소비되는 전력량을 의미하며, 3600 J의 에너지와 같다.

예 강원도 흥천군 소매곡리는 하수 처리장과 가축 분뇨 처리 시설로 한 때 ‘냄새나는 마을’이라고 불릴 정도로 악취에 시달렸다. 하지만 이러한 기피·혐오 시설을 친환경 에너지 시설로 전환하며 폐기물로부터 에너지를 얻고 있다. 이 시설로 환경과 에너지 문제를 동시에 해결할 뿐만 아니라, 주민 소득 증대에도 기여하고 있다.

가축 분뇨 등으로 바이오가스를 생산하는 시설

4 각 분야의 전문가는 원래의 모둠으로 돌아가서 전문가 모둠에서 조사한 내용을 모둠원에게 설명하고, 모둠원이 함께 친환경 도시가 갖추어야 할 특징을 정리해 보자.

항목	특징
발전 방식	
주거	
교통	
상업 지역, 공업 지역, 녹지 지역	

5 정리한 내용을 반영하여 모둠별로 3D 모델링 프로그램으로 친환경 에너지 도시를 설계해 보자.

친환경 에너지 도시를 설계할 지역을 정한다.

도시의 입지 조건을 고려하여 에서 정리한 친환경 에너지 도시의 특징이 드러나도록 설계의 기본 방향을 정한다.

도시의 구성 요소별로 담당을 정하여 각자 그림을 추가한다.

모둠별로 하나의 마을을 완성하고, 어떤 친환경 기술이 적용 되었는지 설명을 추가한다.

바이오에너지 이용

도시의 음식물 쓰레기로

바이오가스를 생산한다.

| 결과 및 정리 |

모둠별로 설계한 친환경 에너지 도시를 공유 플랫폼에 올려 공유해 보자.

다른 모둠의 도시 설계를 보고 우수한 점과 보완할 점을 댓글로 달아 보자.

교통

친환경 수소 전기 버스와 자전거를 이용한다.

신재생 에너지는 자연조건에 따라 발전량의 변동이 크고, 에너지원이 다양하게 분산되어 있어 안정적인 전력 공급이 어려운 단점이 있다. 최근에는 신재생 에너지의 이러한 단점을 보완하는 여러 기술이 개발되고 있다.

스마트 그리드는 기존의 전력망에 정보통신 기술을 접목하여 수요자와 공급자가 실시간으로 정보를 교환하며 효율적으로 에너지를 관리하는 시스템이다. 이를 위해 소비자의 전력 사용량과 소비 패턴을 분석할 수 있는 스마트 계량기와 여분의 에너지를 저장하고 관리하는 에너지 저장 시스템(ESS)을 사용한다. 또, 에너지 저장 시스템(ESS)과 신재생 에너지 발전소 등 여러 분산 전원을 연결해 하나의 발전소처럼 통합하여 운영하는 가상발전소(VPP) 기술도 신재생 에너지 확대를 위한 대책으로 주목받고 있다.

에너지 저장 시스템
(Energy Storage System)

생산된 전력을 저장해 두었다가 전력이 필요한 시기에 꺼내어 사용할 수 있도록 에너지를 저장하고 관리하는 시스템을 말한다. 에너지를 저장할 때는 양수 발전과 같은 물리적인 방법이나 배터리 등 다양한 방법을 이용한다.

소단원 확인하기

1 신재생 에너지를 이용한 발전의 단점은 무엇인가?

2 화석 연료와 같은 에너지원을 신재생 에너지로 대체해야 하는 까닭은 무엇인가?

이 단원에서 찾은 생각 조각을 118쪽에 써 보자.

평가하기

[지식 · 이해] 신재생 에너지 기술의 종류와 특징을 설명할 수 있는가?

[과정 · 기능] 지속 가능한 발전과 지구 환경 문제 해결에 신재생 에너지 기술을 활용하는 방안을 탐색할 수 있는가?

[가치 · 태도] 신재생 에너지 기술의 장단점과 개선 방안을 평가할 수 있는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

<p>전기 에너지의 생산</p> <p>지구에서 태양 에너지의 흐름과 전환</p> <p>발전과 신재생 에너지</p>	<p>태양 에너지의 생성</p> <p>① 을/를 통해 질량의 일부가 에너지로 바뀐다.</p> <p>물과 대기를 순환하게 한다.</p> <p>광합성을 통해 생명 활동의 근원이 된다.</p> <p>일부는 ② (으)로 저장된다.</p>	<p>전자기 유도</p> <p>코일 근처에서 자석을 움직이면 코일에 ③ (이)가 유도되는 현상이다.</p> <p>전기 에너지의 생산</p> <p>발전기: ④ 현상을 이용해 전기 에너지를 생산한다.</p> <p>우리나라에서 전기 에너지를 생산하는 주요 에너지원은 ⑤ 와/과 핵연료로, 이는 고갈될 수 있고, 대기 오염 물질이나 온실 기체를 발생시키기도 한다.</p>
<p>에너지 문제 해결 방안</p>	<p>에너지 효율의 개선</p> <p>화석 연료의 사용 과정에서 버려지는 열에너지로 인해 에너지 효율이 ⑥ 진다.</p> <p>에너지 효율을 개선하면 같은 일을 하는 데 더 ⑦ 에너지를 사용하므로, 환경 문제를 해결하는 데 도움이 된다.</p>	<p>신재생 에너지</p> <p>지속 가능한 발전과 지구 환경 문제 해결에 ⑧ 에너지를 이용할 수 있다.</p>

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

지구에서 이용되는 에너지의 원천은

① (이)다.

02

전기 에너지를 생산할 때 에너지원으로 주로 화석 연료나 핵연료를 사용하는데, 두 에너지원은 발전 과정에서 ② 문제를 일으킨다.

03

에너지 효율이 ③ 제품은 같은 일

을 하는 데 더 적은 에너지를 사용하므로, 지구 환경 문제를 해결하는 데 도움이 된다.

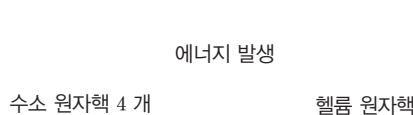
04

지속 가능한 발전과 지구 환경 문제 해결을

위해 ④ 에너지를 활용해야 한다.

스스로 평가하기

- 1 그림은 태양에서 일어나는 수소 핵융합 반응을 모식적으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 핵융합 반응 과정에서 총질량이 증가한다.
- ㄴ. 핵융합 반응으로 생성된 에너지는 태양 표면에서 복사의 형태로 방출된다.
- ㄷ. 태양 복사 에너지의 일부가 지구에 도달하여 지구의 에너지 흐름을 일으킨다.

- 2 그림과 같이 검류계에 연결한 코일에 자석을 가까이 하였더니 검류계의 바늘이 움직였다.

가까이 할 때
코일

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

검류계

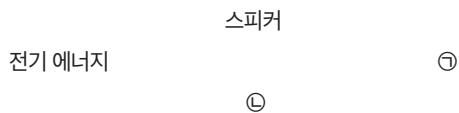
- ① 발전기의 원리이다.
- ② 검류계로 유도 전류의 방향을 확인할 수 있다.
- ③ 자석을 멀리 하면 유도 전류의 방향이 변한다.
- ④ 자석의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
- ⑤ 자석을 가만히 두고 코일을 움직이면 전류가 유도되지 않는다.

- 3 화력 발전과 핵발전에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 두 발전 방식 모두 고온·고압의 증기로 터빈을 돌린다.
- ㄴ. 화력 발전소와 원자력 발전소는 주로 물을 얻기 쉬운 바닷가에 위치한다.
- ㄷ. 원자력 발전소는 화력 발전소보다 더 많은 이산화 탄소를 배출한다.

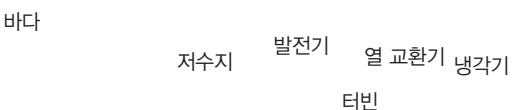
- 4 다음은 스피커가 작동할 때의 에너지 전환을 나타낸 것이다. ①에 해당하는 에너지를 쓰고, 스피커와 에너지 전환이 반대인 전기 기구 ②을 쓰시오.



- 5 다음은 백열등과 발광 다이오드등을 비교한 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 고르고, 에너지를 효율적으로 사용하기 위해 어떤 조명을 사용하는 것이 좋은지 설명하시오.

조명의 종류	수명	열에너지 발생량
백열등	(길다, 짧다)	(많다, 적다)
발광 다이오드등	(길다, 짧다)	(많다, 적다)

- 6 그림 (가)는 조력 발전의 원리를, 그림 (나)는 지열 발전의 원리를 나타낸 것이다.



물의 흐름

마그마 열
(가) 조력 발전 (나) 지열 발전

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가), (나) 모두 전자기 유도를 이용한다.
- ② (가), (나) 모두 신재생 에너지를 이용한다.
- ③ 조력 발전의 에너지원은 물의 위치 에너지이다.
- ④ 지열 발전의 에너지원은 지구 내부 에너지이다.
- ⑤ 두 발전 모두 고온·고압의 증기로 터빈을 돌린다.

7 그림 A와 B는 각각 태양광
발전과 풍력 발전 모습을 나
타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은
것만을 보기에서 있는 대로
고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. A, B 모두 전자기 유도를 원리로 한다.
- ㄴ. A는 빛에너지로 물을 끓여 터빈을 돌려 전기 에너지
를 만든다.
- ㄷ. B는 해상에 대규모로 조성하기도 한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

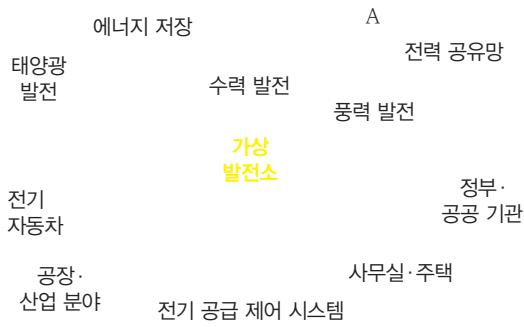
B

9 과학 문제 해결에 대한 개방성 _ 그림 (가)와 (나)는 특정 상황에
서 유용하게 사용되는 소형 발전기의 모습이다.

(가) 계곡의 흐르는 물에 발전 (나) 줄을 당겨 전등에 달린 무
기를 넣으면 날개가 회전하며 거운 주머니를 끌어 올리면, 주
전기 에너지를 생산한다. 머니가 천천히 내려오며 전등
에 불이 켜진다.

소형 발전기의 제작을 기획하는 사람이 되어 소형 발전기
의 필요성, 과학적 원리 등을 포함하여 소형 발전기 제작
프로젝트를 제안하는 짧은 글을 써 보자.

8 그림은 가상 발전소의 구조를 나타낸 그림이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른
것은?

| 보기 |

- ㄱ. A는 자연조건에 따라 발전량의 변동이 크다.
- ㄴ. 대규모 발전소를 지어야 하는 단점이 있다.
- ㄷ. 신재생 에너지의 단점을 보완하기 위한 기술 중 하나
이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10 안전·지속가능 사회에 기여 _ 가족회의에서 전기 요금을 줄이
는 방법을 제안하는 내용을 써 보자.

유난히 더웠던 올여름, 전기 요금이 많이 나와 부모
님께서 전기 요금을 줄일 수 있는 방안을 함께 고민하
자고 하셨다. 나와 동생은 더위를 잘 참지 못해 냉방
기구를 많이 틀어 놓는 편이고, 우리 집은 형광등과
오래된 에어컨을 사용하고 있어 교체를 고민하고 있
었다. 신제품은 효율이 높지만 가격이 비싸다고 하
셨다.

무색무취 수소의 색깔 있는 과거

화석 연료를 대체할 자동차의 연료로 수소가 떠오르고 있다. 수소를 연료로 달리는 수소 연료 전지 자동차는 오직 순수한 물만 배출하기 때문에 환경 오염이 발생하지 않는다. 또, 수소는 기체, 액체 등 다양한 형태로 저장할 수 있어 에너지 저장 수단으로서의 장점도 가진다. 그렇다면 수소는 모두 청정 에너지원일까?

현재 사용되는 대부분의 수소는 화석 연료로부터 생산되는 ‘그레이 수소’로, 생산 과정에서 다량의 이산화 탄소를 배출한다. 여기에 배출되는 이산화 탄소의 일부를 따로 모아 저장하는 과정을 추가하여 생산한 것을 ‘블루 수소’라고 한다. 한편, 화석 연료가 아닌 물을 전기 분해 해서 얻는 ‘그린 수소’도 있다. 태양광, 풍력 등 신재생 에너지로 생산한 전기 에너지를 이용하므로, 생산 과정에서 이산화 탄소가 전혀 배출되지 않는 청정 에너지원이다.

우리나라에도 그린 수소 생산 설비를 구축하고, 이를 사용하는 그린 수소 버스가 제주도에서 이미 운행 중이다. 하지만 그린 수소는 아직 높은 생산 단가, 낮은 생산 효율 등 해결해야 할 경제적, 기술적 문제가 있다. 그럼에도 그린 수소를 통해 신재생 에너지가 가지는 간헐성과 이동의 제약을 극복할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해 세계 각국은 수소 관련 기술을 선점하기 위해 노력하고 있다.

그레이 수소

이산화 탄소
천연가스

블루 수소

수소
천연가스

그린 수소

산소
신재생
에너지
수소
물

이산화 탄소

메테인(CH_4)과 고온의 수증기를 이용해 생산된 수소로, 생산 과정에서 다량의 이산화 탄소를 배출한다.

그레이 수소 생산 과정에 이산화 탄소를 포집하고 저장하는 과정을 추가하여 만든 수소이다.

신재생 에너지로 물을 전기 분해 해 생산하는 수소이다.

제주도에서 운행 중인 그린 수소 버스와
그린 수소 충전소

온실 기체 배출량에 따른 수소의 분류

수소 연료 전지 자동차 외에 수소가 화석 연료를 대체할 수 있는 분야를 더 찾아보자.

모두의 실천이 필요한 탄소 중립

우리가 발생시킨 온실 기체의 총량, 탄소 발자국

도로를 지나는 자동차가 내뿜는 배기ガ스, 화력 발전소 굴뚝에서 나오는 연기, 풀을 뜯던 소들이 내뿜는 메테인 석인 트림……, 온실 기체는 이런 데서만 배출되는 것 아니야?

우리는 하루에 얼마나 많은 온실 기체를 배출할까? 어떤 행동들이 온실 기체 배출과 관련이 있을까?

우리나라의 2020년 분야별 연간 온실 기체 배출량을 살펴보면, 에너지가 86.9%로 가장 크고, 산업 공정, 농업, 폐기물 순으로 온실 기체를 많이 배출한다. 각 분야의 온실 기체 배출량이 정도의 차이는 있지만 모두 우리의 일상생활과 관련이 있다. 에너지 분야의 온실 기체 배출은 우리가 집이나 학교에서 냉난방을하거나 전기 기구를 사용하고, 자동차를 이용하는 것 등과 관련되며, 산업 공정, 농업, 폐기물 분야의 온실 기체 배출은 음식과 제품의 소비 및 폐기와 관련이 있다.

한편, 각종 스마트 기기를 사용할 때 배출되는 온실 기체의 비중도 점점 늘어나고 있다. 누리 소통망 서비스, 영상과 음악 스트리밍, 게임, 대화형 인공지능 등 누리망을 통해 사용하는 대부분의 서비스 뒤에 있는 데이터 센터에서 엄청난 에너지를 소모하기 때문이다.

데이터 센터

산업 공정	농업 3.2%
7.4%	폐기물 2.5%

총배출량	656.2백만 톤
------	-----------

에너지	86.9%
-----	-------

분야별 연간 온실 기체 배출량
(출처: 국가온실가스 인벤토리 보고서. 2022.)

2050 탄소 중립을 위한 일상 속 실천

탄소 중립을 위해서는 한 사람의 열 걸음보다 열 사람의 한 걸음이 더 중요해. 탄소 중립, 나부터 실천해 볼까?

탄소 중립을 실현하기 위해 전방위적인 노력이 필요한 만큼 국가와 개인 수준의 여러 정책들이 도입되어 시행되고 있다. 하지만 우리 개개인의 실천도 탄소 중립을 실현하기 위한 중요한 요소 중 하나이다. 실제로 우리가 학교의 냉난방 온도를 2°C 조절하는 것만으로도 다음과 같은 온실 기체 감축 효과가 있다.

우리 학교	연간 이산화 탄소 감축량	4.4 t
전체 학교의 10%	연간 이산화 탄소 감축량	5152 t
	경제적 효과	1 억 3 천만 원
	나무 심는 효과	566 154 그루

※ 우리 학교 감축량 | 학급당 실내 면적 63 m², 20 개 학급으로 적용

학교의 난방 온도 2°C 낮추고 냉방 온도 2°C 높였을 때 온실 기체 감축 효과

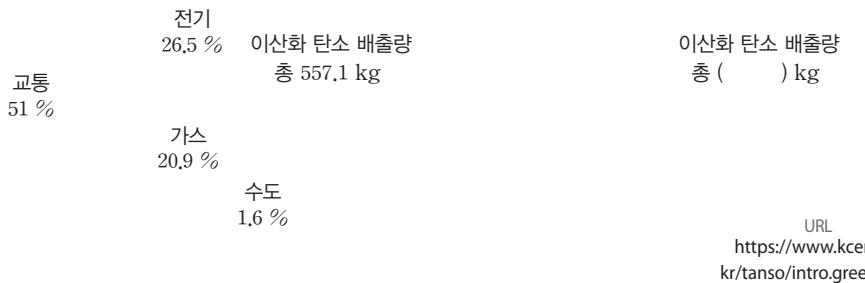
(출처: 탄소중립생활실천안내서, 2021.)

이는 우리가 하는 작은 실천들이 모이면 큰 차이를 만들 수 있다는 것을 의미한다. 지금부터라도 탄소 중립 실현을 위해 작은 실천을 시작해 보자.

앞에서 학습한 내용을 바탕으로 일상생활에서 온실 기체 배출량을 줄여 보고 그 과정을 다음의 단계를 참고하여 공유해 보자.

이산화 탄소 발생량 조사하기

예



이산화 탄소 발생량 감축 목표 세우기

모둠별로 이산화 탄소 배출량을 줄이기 위한 방안을 토의해 보고, 이산화 탄소 배출량 감축 목표를 설정해 보자.

감축 행동 공유하고 실천하기

누리 소통망 서비스, 동영상, 포스터 등 각종 소통 도구를 활용하여 이산화 탄소 감축 행동을 공유해 보자.

우리집 난방 온도
2 °C 낮춰요!

- 온도 조절기 옆에 **에너지 절약 스티커**를 붙여요
- 창문에는 **단열재**, 창틀과 문틈에는 **바람막이**를 붙여요
- 내복, 수면 양말, 무를 담요와 같은 **보온용품을 적극 활용!**
- 외출할 때 **외출 모드**로 보일 를 **설정해요**.

평가하기

한 달간 우리 집에서 감축한 이산화 탄소 배출량을 공유하고 평가해 보자.

평가하기

[지식·이해] 일상생활에서 온실 기체 배출과 관련된 행동을 찾을 수 있는가?

[과정·기능] 일상생활의 다양한 상황에 적용하여 온실 기체 배출량을 줄이는 방법을 찾을 수 있는가?

[가치·태도] 온실 기체 배출량을 줄여야 하는 까닭을 알고, 이를 알리는 활동에 적극적으로 참여하였는가?

[모둠 평가] 모둠원의 역할 분담이 적절하고, 모두 적극적으로 참여하였는가?

1 단원 통합

연관 개념

통합과학1 III 단원

II 단원

1991년 피나투보에서 화산이 폭발했을 때 엄청난 양의 화산재가 발생했고, 이 화산재는 성층권까지 올라갔다. 성층권에 넓게 퍼진 화산재는 태양 빛의 약 2.5%를 반사시켰고, 이후 2년~3년 동안 지구의 평균 기온은 0.5°C 정도 낮아졌다. 과학자들은 이와 같은 역할을 하는 미세 입자들을 인공적으로 1년에 1400만 t 정도 성층권에 뿌리면 지구의 평균 기온 상승을 늦출 수 있는 것으로 전망하였다.

- (1) 화산 폭발로 인한 기온 변화는 지구시스템의 어느 권역 사이의 상호작용인지 설명해 보자.
- (2) 이와 같은 인공 화산재가 기후 변화에 미치는 긍정적 효과와 부정적 효과에 대해 각각 설명해 보자.

2 영역 통합

연관 개념

II 단원

통합사회2

에너지원별 경제성은 균등화 발전 원가로 평가된다. 균등화 발전 원가란 생산부터 운영까지 발전에 필요한 모든 비용을 전체 발전량으로 나눈 값을 말한다. 신재생 에너지와 전통적인 에너지원의 균등화 발전 원가가 동일해지는 시점을 그리드 패리티(Grid Parity)라고 한다. 세계적으로 풍력 발전과 태양광 발전의 균등화 발전 원가는 지속적으로 하락하여, 같은 양의 전기 에너지를 생산하는데 화력 발전이나 핵발전보다 풍력 발전과 태양광 발전이 더 적은 비용이 발생한다. 하지만 지역마다 자연환경 등 처한 상황이 다르므로, 다양한 에너지원을 알맞게 조합하여 지속 가능한 발전을 이루어 나가야 한다.

기후 변화에 어떻게 대응해야 할까?

다음 기후 변화 대응 방법에 관한 글을 읽고, 아래의 활동을 해 보자.

토론 * 노출

기후 변화는 미래의 일이 아니라 현재 일어나고 있는 일이며, 지금까지 인류가 경험하지 못한 속도로 진행되고 있다. 지금 온실 기체의 배출을 줄인다고 하더라도 이미 배출된 온실 기체가 지구의 대기 중에 남아 있는 이상 기후 변화는 계속될 것이다. 기후 변화에 관해 우리가 할 수 있는 대응에는 두 가지 방법이 있다. 하나는 온실 기체의 감축을 통한 기후 완화이고, 또 다른 하나는 이미 발생한 지구 온난화의 영향을 해결하기 위한 기후 적응이다. 이 두 가지 중 어느 것이 더 시급할까?

기후 완화와 기후 적응에 관해 조사해 보고, 둘의 차이를 잘 나타낼 수 있는 문구를 시각적으로 표현해 보자.

기후 완화

예 전기를 아껴 쓰자.

기후 적응

예 폭염 대비 시설을 만들자.

기후 변화 적응이 중요한 까닭과 기후 변화 적응을 위해 해야 할 일들을 조사해 보자.

기후 변화에 관한 대응 방안으로 완화와 적응 중 더 시급하다고 생각되는 것을 정하여 그 근거를 들어 주장하는 글을 공유 플랫폼에 게시해 보자. 또, 다른 사람의 글을 읽고 이에 대한 반론과 질문을 댓글로 추가해 보자.

미래의 환경 변화를 대비하는 스마트 재난 관리 전문가

스마트 재난 관리 전문가를 꿈꾼다면

재난 상황에 대한 대응 방안을 수립하고, 위기 상황에서의 문제 해결을 해야 하는 직업이므로 체계적이고 논리적으로 사고하는 능력이 필요하며, 재난이 발생한 상황이나 공간에 대한 이해력이 필요하다. 소방방재학, 정보통신학, 소프트웨어학, 지구과학 등의 지식이 총체적으로 필요하다.

선택 과목: 정보, 컴퓨터, 소방방재학, 지구과학
소방방재학과로 진학하거나 정보통신 공학을 전공하면 좋다.
관련 활동을 해 보거나 관련 영상을 시청하면 도움이 된다.

미래 사회는 기후 변화로 인한 환경 변화와 더불어 더 많은 재난이 발생하고 그 세기도 증가할 것으로 예상된다. 화산과 지진, 지진 해일, 산불, 홍수, 태풍 등과 같은 자연재해로 인한 피해 규모는 점점 커지고 있으며 예측 또한 점점 어려워지고 있다. 미래에 도입 예정인 스마트 재난 관리 전문가는 각종 스마트 기기를 활용해서 신속하고 정확하게 재난에 대응할 수 있도록 도와주는 역할을 할 것으로 기대된다.

스마트 기기를 활용해서 재난을 효과적으로 대응

스마트 재난 관리 전문가와 관련된 직업으로는 재난 관련 소프트웨어 기획자 및 개발자, 방재 전문가, 소방관 등이 있다. 이들은 주로 재난·안전 분야에서 재난 관리 및 대응을 위해 활동할 것으로 예상된다. 스마트 재난 관리 전문가는 반복되는 재난에서 나타나는 공통점이나 발생 원인을 분석하여 필요한 대응 방법을 찾고, IT 기술과 최첨단 장비를 융합하여 재난 관리 시스템을 기획하고 개발한다. 또한 자연재해 각각의 특성을 잘 이해하여 재난 피해를 최소화할 수 있도록 예방, 대비, 대응, 복구 등으로 단계를 나누어 재난 관리 업무를 수행한다.

III

과학과 미래 사회

인공지능, 로봇 등 과학 기술 발전은 점차 우리의 삶과 문명을 긍정적으로 변화시킬 것이다. 하지만 과학 기술의 발전에는 양면성이 있으므로 우리는 건전한 가치 판단에 따라 책임 있게 과학 기술을 사회에 적용하고 활용해야 한다.

용어

알고 있는 개념과 모르는 개념을 구분해 보고, 모르는 개념은 검색하여 확인해 보자.

1 과학과 미래 사회

미래 사회를 바꾸는 과학 기술, 인공지능

우리는 인공지능으로 궁금한 것을 언제 어디서나 쉽게 알 수 있고 원하는 대로 그림이나 음악도 만들 수 있다. 하지만 인공지능은 거짓된 정보를 알려 줄 수도 있고 다른 사람의 저작권을 침해할 수도 있다.

미래 사회를 위해서 우리는 인공지능을 어떻게 이용해야 할까?

이 단원을 학습하며 모을 생각 조각을 미리 살펴보고, 학습 계획을 세워 보자.

01 과학의 유용성과 미래 사회 문제 해결

미래 사회의 문제를 해결하는 데 인공지능과 같은 과학 기술이 필요함을 확인한다.

02 과학 기술 사회에서 빅데이터 활용

빅데이터를 기반으로 하는 인공지능이 일상생활의 다양한 분야에서 폭넓게 활용될 수 있음을 확인한다.

03 과학 기술과 인간의 삶

인공지능 로봇 등 과학 기술의 발전이 인간의 삶과 미래 사회에 미치는 유용성과 한계를 알아본다.

04 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

인공지능의 발전 과정에서 발생할 수 있는 사회적 쟁점과 이용할 때 필요한 과학 윤리를 알아본다.

스스로 정리하기 146 쪽에서 핵심 질문에 답해 보자.

O

과학의 유용성과 미래 사회 문제 해결

이 단원을 배우고 나면

- 감염병의 진단과 추적 사례로 과학의 유용성을 설명할 수 있다.
- 미래 사회의 문제 해결에서 과학의 필요성을 논증할 수 있다.

인공지능과 같은 과학 기술이 필요한
까닭은 무엇일까?

퍼즐 전문 인공지능을
만들어야겠어.

이 많은 퍼즐을
어떻게 하지?

감염병의 진단과 추적으로 보는 과학의 유용성

세균이나 바이러스와 같은 병원체에 의해 생기는 질병을 **감염병**이라고 한다. 감염병은 병원체가 다른 사람에게 전파되어 확산되므로 빠른 진단이 중요하다. 과거에는 환자의 병원체를 배양하여 질병을 진단했기에 오랜 시간이 걸렸다. 하지만 과학 기술이 발전함에 따라 병원체가 가지는 핵산과 단백질을 검출하는 진단 기술이 개발되었고, 감염병을 빠르게 진단하는 것이 가능해졌다. 감염병 진단 기술에는 분자 진단 기술, 면역 진단 기술 등이 있다.

다음 탐구에서 핵산과 단백질을 이용한 감염병 진단 기술을 체험해 보고, 이러한 진단 기술에서 알 수 있는 과학의 유용성을 확인해 보자.

연결하기_『통합과학1』 73쪽
유전정보를 저장하는 핵산 개념을 학습할 수 있다.

분자 진단 기술

병원체의 유전자가 들어 있는 핵산을 직접 검출하는 방식

면역 진단 기술

항체가 특정 항원(병원체 표면의 단백질)에 결합하는 특징을 활용하는 방식



병원체의 모식도

중합효소연쇄반응(PCR) 장치

면역 진단용 간이 검사기

그림 III-1 | 핵산과 단백질을 이용한 감염병 진단 기술 병원체의 핵산을 검출하는 분자 진단 기술과 병원체의 단백질을 검출하는 면역 진단 기술이 있다.

핵산과 단백질을 이용한 감염병 진단 기술 체험하기

| 문제 인식 | 핵산과 단백질을 이용하여 감염병을 어떻게 진단할 수 있을까?

| 과정 |

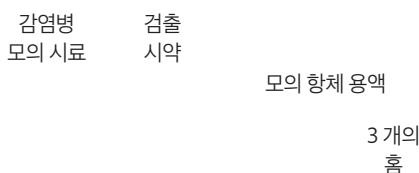
1 감염병 모의 시료를 활용하여 단백질을 이용한 면역 진단 기술을 체험해 보자.

8 흡판 중 3 개의 흠 뒷면에 번호를 표시한 후 모의 항체 용액을 2 방울씩 넣고 5 분 기다린다.

대조군, 모의 환자 ①, ②의 시료를 번호를 표시한 3 개의 흠에 하나씩 넣는다.

3 개의 흠에 검출 시약 ①을 2 방울씩 넣고 5 분 기다린 다음,

검출 시약 ②를 2 방울씩 더 넣고 색 변화를 관찰한다.



2 모둠별로 핵산을 이용한 감염병 진단 기술을 조사해 보고, 이러한 기술이 감염병 관련 사회 문제를 해결하는 데 기여한 사례를 함께 조사해 보자.

3 에서 조사한 내용을 공유 플랫폼에 공유하고 발표해 보자.

| 결과 및 정리 |

1 감염된 모의 환자를 색 변화로 판정하고, 색 변화에 걸린 시간을 이야기해 보자.

2 핵산과 단백질을 이용한 감염병 진단 기술의 장점과 관련지어 과학의 유용성을 이야기해 보자.

목표

핵산과 단백질을 이용한 감염병 진단 기술을 체험하고 과학의 유용성을 확인할 수 있다.

준비물

8 흡판, 유성펜, 모의 항체 용액, 스포이트, 감염병 모의 시료(대조군, 모의 환자 ①, ②), 검출 시약(①, ②), 실험복, 보안경, 실험용 장갑, 스마트 기기

영상

유의점

용액과 각 시료끼리 섞이지 않도록 스포이트를 교체하거나 종류수로 헹구면서 실험을 진행한다.

실험복, 실험용 장갑, 보안경을 착용한다.

실험 후 남은 물질은 정해진 곳에 모아 처리한다.

아래의 색 변화 판정 기준을 확인한 후, 실험 결과를 정리한다.

감염됨. 감염되지 않음.

빠르고 정확한 진단만큼 감염병의 전파 경로를 추적하는 것도 중요하다. 과학 기술이 발전함에 따라 병원체의 유전정보를 분석하는 것이 가능해졌고, 여러 나라에서 분석한 유전정보를 취합하여 병원체의 변이와 감염병의 유행 상황, 전파 경로를 세계적 규모에서 추적하고 인공지능으로 예측하는 것 또한 가능해졌다.

확인

감염병의 진단과 추적에 과학 기술이 어떻게 활용되고 있는가?

미래 사회의 문제 해결에서 과학의 역할

감염병을 진단하고 추적할 때 과학 기술이 유용하게 쓰였듯이 앞으로 우리가 직면할 미래 사회의 여러 가지 문제를 해결하는 데 과학이 중요한 역할을 할 수 있다. 다음 탐구로 미래 사회의 문제 해결에서 과학의 필요성을 조사하고 토의해 보자.

자료 수집, 의사소통 | 안전·지속가능 사회에 기여

미래 사회의 문제 해결에서 과학의 필요성 논증하기

목표

미래 사회의 문제 해결에서 과학의 필요성을 논증할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 미래 사회의 여러 가지 문제를 해결하는데 과학이 왜 필요할까?

| 과정 |

1 모둠별로 아래에 제시된 분야 중 하나를 선택하고, 해당 분야에서 발생하는 문제를 과학 기술을 활용하여 해결하려는 사례를 조사해 보자.

분야 선택하기

역할 나누기

선택한 분야에서 발생하는 문제 및 과학 기술의 사례를 조사할 때는 모둠원 모두 한 가지씩 사례를 조사한다. 모둠원끼리 내용 정리, 발표 등의 역할을 나누어 수행한다.

에너지

환경

생활 안전

경제

교육

문제 확인하기

해양 동물들이 버려진 어망과 같은 해양 쓰레기에 걸려 죽어 가고 있다.

문제 해결을 위해 개발(활용)하는 과학 기술

- 해양 쓰레기 자원화 기술
- 침적 쓰레기 수거 기술
- 생분해성 플라스틱 어망 개발

바다에 버려진 어망

예상되는 효과나 개선점

- 생분해성 플라스틱으로 어망을 만들면 저절로 분해되어 수거 시 드는 비용 및 노력을 줄일 수 있다.
- 버려진 어망을 수거해 재활용 플라스틱으로 가공하면 여러 제품의 원료로 쓸 수 있다.

정보의 출처

해양수산부 누리집(<https://www.mof.go.kr>)

2 에서 조사한 사례를 정리하여 공유 플랫폼에 공유하고 발표해 보자.

공유 플랫폼 활용

공유 플랫폼을 활용하여 모둠별 조사 결과물을 실시간으로 공유하고 토의 자료로 활용할 수 있다.

| 결과 및 정리 |

다른 모둠이 조사한 사례를 종합하여 미래 사회의 문제 해결에서 과학의 필요성을 근거를 들어 논증해 보자.

과학이 발전하면 이와 관련된 과학 기술도 함께 발전한다. 인류는 과학 기술을 발전시켜 환경, 에너지, 교육, 경제, 생활 안전 등 다양한 분야의 사회 문제를 해결하려고 노력하고 있다. 과학 기술의 발전은 앞으로도 미래 사회의 문제를 해결하고 안전하고 지속가능한 사회를 만드는데에 중요한 역할을 할 것이다. 따라서 미래 사회의 문제를 해결하기 위해서는 과학이 필요하다.

연결하기_114 쪽~117 쪽

신재생 에너지의 종류와 원리 및 지속 가능한 발전에 신재생 에너지 기술을 활용함을 학습할 수 있다.

그림 III-2 | 과학 기술을 활용하여 사회 문제를 해결하려는 사례

화석 연료의 고갈 문제를 해결하려고
신재생 에너지 기술을 활용한다.

시간과 공간의 제약을 극복하고 교육 격차를
해소하려고 온라인 협업 도구를 활용한다.

노동력 부족 및 노동자의 안전 문제를 해결하려고
로봇을 활용한 자동화 공장을 구성한다.

인공지능을 활용하여 도로 교통사고 위험도를
예측해 운전자에게 알리는 시스템을 개발한다.

소단원 확인하기

1 핵산과 단백질을 이용한 감염병 진단 기술을 한 가지씩 이야기해 보자.

평가하기

[지식·이해] 감염병과 병원체를 설명할 수 있는가?

2 감염병 진단 기술처럼 인간의 생체 정보와 관련된 과학 기술을 우리 주변에서 유용하게 활용하는 사례를 이야기해 보자.

[과정·기능] 모의 시료로 변인을 조작하면서 탐구를 수행할 수 있는가?

이 단원에서 찾은 생각 조각을 146쪽에 써 보자.

[가치·태도] 감염병의 진단과 추적 사례로 과학 유용성을 느꼈는가?

0

과학 기술 사회에서 빅데이터 활용

이 단원을 배우고 나면

- 과학 기술 사회에서 실시간 생활 데이터를 수집, 저장, 처리하여 활용하고 있음을 이해한다.
- 빅데이터가 폭넓게 활용되고 있음을 이해하고 빅데이터 활용의 장단점을 추론할 수 있다.

인공지능은 데이터를 학습하며 발전한다.

이러한 인공지능을 일상생활에서

어떻게 활용할 수 있을까?

실시간 생활 데이터 수집과 활용

연결하기『통합과학1』 26쪽~29쪽
센서를 이용하여 얻은 생활 속 신호들을 통해 디지털 정보(데이터)를 얻는 과정을 학습할 수 있다.

마이크로컨트롤러(MCU, Micro Control Unit)

컴퓨터의 중앙 처리 장치에 해당하는 마이크로프로세서와 입출력 단자를 하나의 칩으로 만들어 정해진 기능을 수행하는 장치

현대의 과학 기술 사회에서 우리는 실시간 생활 데이터를 수집, 처리하고 활용하여 생활 주변의 문제를 해결하고 있다. 예를 들어 실시간으로 제공되는 날씨 정보를 활용하여 외출 시 옷차림을 결정하고, 실시간 교통 정보를 토대로 제공되는 추천 경로 및 예상 시간 등을 확인하여 목적지까지의 경로를 선택한다.

실제 실시간 생활 데이터 수집과 처리 과정은 매우 복잡하지만, 마이크로컨트롤러와 센서가 포함된 센서 보드라는 피지컬 컴퓨팅 기기를 활용하면 교실에서도 쉽게 실시간 생활 데이터의 수집과 처리 과정을 체험할 수 있다. 이러한 디지털 탐구 도구를 활용하여 실시간 생활 데이터를 수집 및 처리해 보고, 이를 바탕으로 생활 주변의 문제를 창의적으로 해결해 보자.

피지컬 컴퓨팅

피지컬 컴퓨팅이란 일반적인 컴퓨터보다 더 확장된 개념으로, 하드웨어와 소프트웨어를 이용해 현실 세계와 컴퓨팅 장치가 상호작용 하는 시스템이다. 피지컬 컴퓨팅은 마이크로컨트롤러와 같은 처리 장치로 제어되며 다양한 입출력 장치로부터 외부의 정보를 입력받거나 외부의 정보에 반응하도록 설계된다.

출력 장치

입력 장치

시간, 청각 등
으로 출력

온도, 빛, 입력 등
현실 세계에서
측정한 값 입력

처리 장치

피지컬 컴퓨팅 시스템의 구성 요소

입력받은 값을 처리 후
출력 장치를 제어

디지털 탐구 도구를 활용한 실시간 생활 데이터 측정하기

| 문제 인식 | 우리 학교의 미세먼지 실태는 어떠하며, 개선 방안에는 무엇이 있을까?

| 과정 |

1 미세먼지 센서와 센서 보드를 활용하여 미세먼지 측정 장치를 만들어 보자.

확장 기판에 센서 보드를 연결한다.

미세먼지 센서

전지 상자

미세먼지 센서를 삼색 연결선으로 확장 기판에 연결한다.

부록 155쪽을 참고하여 미세먼지 농도를 측정하고 저장하는 프로그램을 작성한다.

센서 보드

센서 보드에 컴퓨터를 연결하여 프로그램 파일을 내려받는다.

확장 기판

전지 상자를 센서 보드에 연결하여 전원을 공급한다.

목표

디지털 탐구 도구를 활용하여 실시간 생활 데이터를 측정하고 이를 바탕으로 생활 주변의 문제를 해결할 수 있다.

준비물

미세먼지 센서, 마이크로컨트롤러가 포함된 센서 보드, 스마트 기기, 확장 기판, 삼색 연결선, USB 연결선, 전지, 전지 상자

2 모둠별로 학교 내 여러 장소 중 하나를 선택하여 미세먼지 측정 장치를 두고 일주일 동안 미세먼지 농도를 측정해 보자.

3 측정한 데이터를 그래프로 나타내고 분석해 보자.

등교 시간에 미세먼지 농도가 가장 높게 측정되었어.
왜 그럴까?

등교를 하면서 외부의 미세먼지가 묻어 왔기 때문이 아닐까?

목요일에
미세먼지 농도가
가장 높았네.

유의점

측정을 시작하고 마치는 시각은 요일 별로 같게 해야 데이터를 분석할 때 용이하다.

측정한 데이터를 그래프로 나타낼 때 가로축은 시간, 세로축은 미세먼지의 농도로 표현한다.

요일별 그래프는 시간대를 맞추어 각각 다른 선으로 표현한다.

그래프로 나타내기

지능형 과학실 ON의 데이터 시각화 프로그램을 활용해 측정 데이터를 그래프로 나타낼 수 있다.

교실 문 앞에 먼지 떨이를 비치하고, 등교를 할 때 교실 밖에서 털고 오게 합니다.

| 결과 및 정리 |

- 분석한 결과를 바탕으로 미세먼지 문제를 개선할 수 있는 방안을 찾아보자.
- 각 모둠의 결과를 공유하여 학교 내 장소에 따라 필요한 미세먼지 개선 방안을 정해 보자.

공동탐구 활용

지능형 과학실 ON의 '공동탐구'를 활용하면 수집한 데이터를 광역적으로 공유하면서 협력적으로 주어진 문제를 해결할 수 있다.

과학 기술 사회와 빅데이터

현대 사회는 다양한 분야에서 방대한 양의 데이터를 수집하고 디지털 형태로 저장하고 있다. 거대한 규모를 강조하는 의미로 **빅데이터(Big Data)**라는 용어가 등장하였으며, 빅데이터는 대량의 데이터를 분석하여 새로운 가치를 찾아내는 행위나 기술을 뜻하기도 한다. 최근에는 여러 분야에서 다양한 데이터를 공개하고 공유함으로써 새로운 가치를 창출하고 있다. 공개 데이터를 활용함으로써 직접 데이터를 수집할 필요가 없어졌으며, 데이터 처리 및 분석에 더욱 집중할 수 있게 되었다.

다음 팀구로 과학 기술 사회에서 빅데이터를 활용하고 있는 다양한 사례를 조사해 보고, 빅데이터 활용의 장점과 문제점을 추론해 보자.

데이터

자료 수집, 의사소통 | 유용성

과학 기술 사회에서 빅데이터의 활용 사례 조사하기

목표

과학 기술 사회에서 빅데이터를 활용하는 사례를 조사해 보고, 빅데이터 활용의 장단점을 추론할 수 있다.

준비물

스마트 기기

| 문제 인식 | 과학 기술 사회에서 빅데이터를 어떻게 활용하고 있을까?

| 과정 |

- 1 공공데이터포털(<https://www.data.go.kr>) 누리집에 접속하여 ‘과학 기술’, ‘환경 기상’, ‘보건 의료’ 분야에서 제공하는 공공 데이터에는 무엇이 있는지 확인해 보자.
- 2 1에서 찾은 공공 데이터 중 관심 있는 하나를 정하고, 해당 공공 데이터의 활용 사례를 조사해 보자.

공공데이터포털 활용 방법

공공 데이터의 종류는 [데이터 찾기]-[국가 중심 데이터]에서, 공공 데이터 활용 사례는 [데이터 활용]-[공공 데이터 활용 사례]에서 확인할 수 있다. 지능형 과학실 ON에서 제공하는 공공 데이터를 활용하여 활동을 진행할 수 있다.

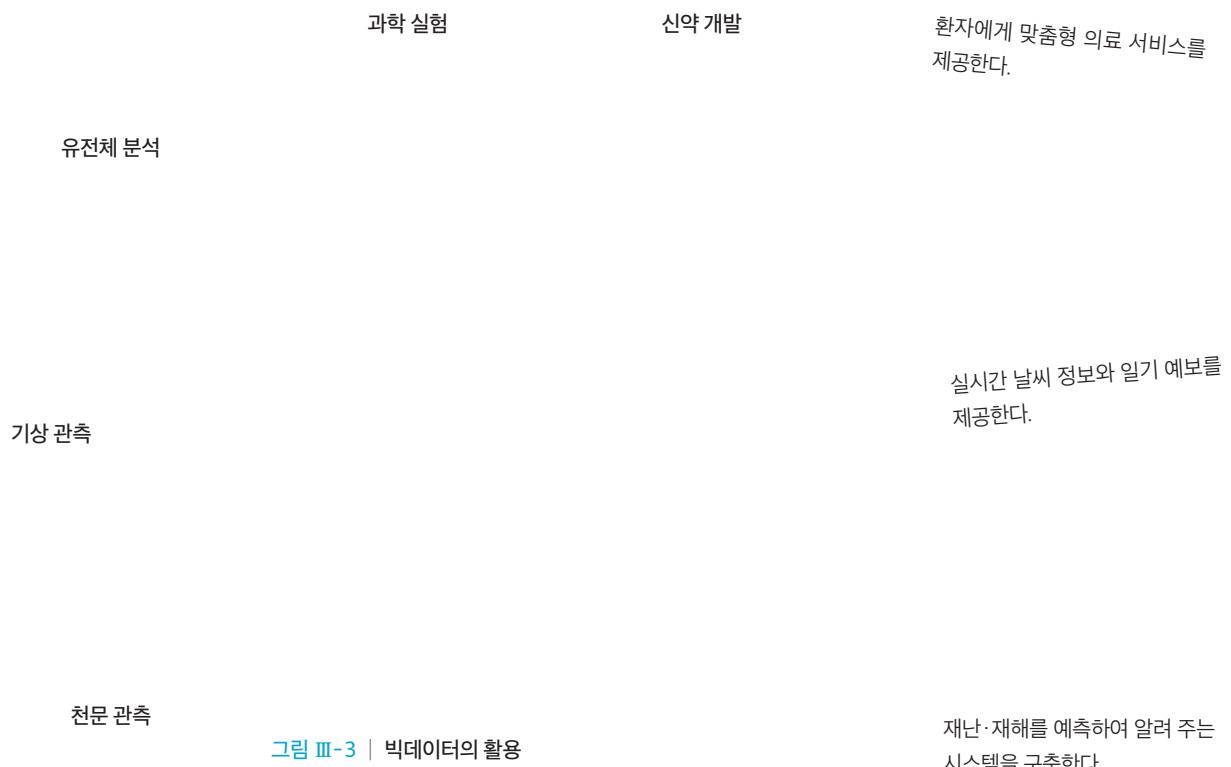
URL
<https://science-on.kosac.re.kr>

| 결과 및 정리 |

- 1 과정에서 조사한 내용을 토대로 빅데이터 활용의 장점을 추론해 보자.
- 2 모둠원과 함께 빅데이터 활용의 문제점을 토의해 보자.

과학 기술 사회에서는 천문 및 기상 관측, 유전체 분석, 과학 실험, 신약 개발 등 다양한 분야에서 생성된 수많은 데이터를 빅데이터 기술로 분석하여 일상생활에서 폭넓게 활용하고 있다. 또한 최근에는 빅데이터 기술을 인공지능과 결합해 문제 해결에 필요한 의사 결정을 하는 데 활용하고 있다.

그림 III-3에 제시된 예 이외에 주변에서 볼 수 있는 빅데이터의 활용 예는 무엇이 있을까?



천문 관측

그림 III-3 | 빅데이터의 활용

빅데이터의 활용에는 문제점도 존재한다. 빅데이터를 수집, 분석, 관리하는 과정에서 개인 정보 유출 등의 문제가 발생할 수 있으며 데이터의 품질과 분석 방법에 따라 편향되거나 잘못된 결과가 도출될 수도 있다. 따라서 빅데이터의 사용자는 이러한 문제점을 인식하고 필요한 정보를 선별하고 비판적으로 평가하는 소양을 길러야 한다.

소단원 확인하기

1 빅데이터를 활용할 때 장점과 문제점을 한 가지씩 이야기해 보자.

2 과학 분야에서 빅데이터를 유용하게 활용하는 사례를 이야기해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 146쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 빅데이터의 의미를 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 빅데이터의 활용 사례를 조사할 수 있는가?

[가치·태도] 빅데이터 활용 사례로 과학 유용성을 느꼈는가?

0

과학 기술과 인간의 삶

이 단원을 배우고 나면

- 인공지능 로봇, 사물인터넷 등의 과학 기술이 인간의 삶과 환경을 개선하는 사례를 설명할 수 있다.
- 과학 기술 발전이 미래 사회에 미치는 유용성과 한계를 예측할 수 있다.

인공지능이 발전하면 미래 사회에 어떤 영향을 미칠까?

우아, 엄청
빠르다!

빠르긴 한데…….

인공지능 로봇과 사물인터넷

로봇은 청소 로봇, 서빙 로봇, 대화형 로봇 등 우리의 일상생활에 깊이 들어와 있다. 일상생활에서 활용되는 로봇의 특징을 분석해 보고, 개선 방안을 고안해 보자.

분석 및 해석, 결론 도출 | 창의성

일상생활에서 활용되는 로봇의 특징 분석과 개선 방안 고안하기

목표

일상생활에서 활용되는 로봇의 특징과 개선 방안을 설명할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 과정 |

- 모둠별로 일상생활에서 활용되는 로봇 중 하나를 정하여 특징을 분석해 보자.
- 1에서 분석한 로봇의 개선 방안을 토의한 다음, 이를 적용한 로봇의 모습을 그림으로 나타내고 발표해 보자.

바닥에 놓인 물건을 구별하여
정리할 수 없다.

사물의 형태를
인식해 바닥에
놓인 물건을 구
별하게 한다.

로봇 팔을 추가해
빨래와 쓰레기를
분리하게 한다.

공유 플랫폼 활용

공유 플랫폼을 활용하면 모둠별로 그린 결과물을 실시간으로 공유하면서 정리 및 토의할 수 있다.

| 결과 및 정리 |

다른 모둠이 발표한 로봇의 특징과 개선 방안을 평가해 보자.

과학 기술의 발전이 인간의 삶과 환경을 개선하고 있는 예로 인공지능 로봇과 사물인터넷을 들 수 있다. 초기의 로봇은 미리 설정한 대로만 제한적으로 작동할 수 있었으나, 최근에는 인공지능을 통해 스스로 학습하고 판단하여 변화하는 상황에도 대응할 수 있게 발전하고 있다. 이러한 로봇을 **인공지능 로봇**이라고 한다. 인공지능 로봇은 센서를 통해 주변 상황을 인식하고 입력된 명령을 수행하기 위한 판단을 내려 행동을 결정할 수 있다.

여러 가지 장치나 사물에 센서와 통신 기술을 내장하여 인터넷에 연결하고, 사물끼리 혹은 사물과 사람끼리 정보를 교환하며 작업을 수행하는 기술을 **사물 인터넷(IoT, Internet of Things)**이라고 한다. 사물 인터넷 기술이 적용된 장치는 매 상황마다 사람이 개입하지 않아도 스스로 제어하고 조종할 수 있다는 장점이 있다.

연결하기_134 쪽

피지컬 컴퓨팅의 개념과 구성 요소를 학습할 수 있다.

사물 인터넷과 피지컬 컴퓨팅

사물 인터넷의 기본 특성은 센서로 주변 환경을 인식하고 통신 기술로 필요한 정보를 공유 및 처리하는 것으로, 피지컬 컴퓨팅은 사물 인터넷 분야를 구성하는 중요한 기초 기술이다.

그림 III-4 | 인공지능 로봇과 사물 인터넷이 활용되는 예

인공지능 드론

스마트홈 집 안 곳곳 설치된 센서가 사람을 감지하고 조명, 냉난방기 등 가전제품에 사물 인터넷 기능을 부여하여 자동으로 집 안의 환경을 조절한다.

스마트팜 토양과 농장 곳곳에 설치된 센서로 온도, 습도, 일조량 등을 측정하고 사물 인터넷 기능을 갖춘 농기구가 작물의 성장에 최적인 환경을 자동으로 맞추어 준다.

청소 로봇

서빙 로봇

반려 로봇

자율주행 자동차 자동차 스스로 도로 상태나 교통 상황을 감지하여 속력과 방향을 조절하면서 최적의 경로로 목적지까지 운행한다.

대화형 로봇

스마트 건강 관리 사람 몸에 부착된 여러 가지 센서로 생명 유지에 필요한 정보를 수집하고 착용자의 상태를 실시간으로 모니터링한다.

확인

제시된 예시 이외에 인공지능 로봇이나 사물 인터넷의 활용 예는 무엇이 있을까?

인공지능 로봇과 사물 인터넷이 바꾸는 미래 사회

인공지능 로봇과 사물 인터넷은 미래 사회에서 인간의 삶과 문명에 막대한 영향을 줄 것이다. 이러한 과학 기술의 발전은 미래 사회를 어떻게 바꾸어 놓을까? 인공지능 로봇과 사물 인터넷이 미래 사회에 미치는 유용성과 한계를 예측해 보자.

결론 도출, 의사소통 | 안전·지속가능 사회에 기여

인공지능 로봇과 사물 인터넷이 바꾸는 미래 사회 예측하기

목표

인공지능 로봇과 사물 인터넷이 미래 사회를 어떻게 바꿀지 예측할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 문제 인식 | 인공지능 로봇과 사물 인터넷은 미래 사회를 어떻게 바꿀까?

| 자료 |

- 1 모둠별로 인공지능 로봇과 사물 인터넷 중 하나를 선택하고, 인공지능 로봇이나 사물 인터넷이 바꾸는 미래 사회의 모습을 예측해 보자.
- 2 예측한 내용을 토대로 미래 사회의 모습을 나타내는 상상화를 그려 보자.

인공지능 로봇이 바꾸는 미래 모습

미래 사회의 모습을 예측할 때는
과학 기술 발전의 유용성과 한계를
함께 고려하도록 한다.

사람이 하기 위험한 작업을 대신하여
편리해질 것이다. 사람이 하는 일이 줄어들어 실업자가
늘어날 것이다.

공유 플랫폼 활용

공유 플랫폼을 활용하면 모둠별로 그린 결과물을 실시간으로 공유하면서 정리 및 토의할 수 있다.

3 모둠별로 완성한 상상화를 공유 플랫폼에 공유하고 발표해 보자.

| 결과 및 정리 |

- 1 다른 모둠의 전시 내용과 발표를 듣고 인공지능 로봇과 사물 인터넷의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성과 한계를 정리해 보자.
- 2 인공지능 로봇과 사물 인터넷이 대체할 수 없는 일에는 무엇이 있을지 토의해 보자.

인공지능 로봇과 사물인터넷이 널리 활용되면 인간의 삶은 보다 편리해질 것이다. 인공지능 로봇은 의료, 산업 현장 등에서 근로자의 안전을 보장하면서 작업 효율을 높일 수 있다. 사물인터넷을 집 안 가전제품에 적용하면 일상생활이 자동화되고 사용자가 스마트 기기 하나로 모든 가전제품을 조작할 수 있어 편의성을 높일 수 있다.

하지만 이러한 기술 발전은 문제점도 함께 가져올 수 있다. 인공지능 로봇이 인간을 대체하면서 인간의 노동 및 일자리가 줄어들 수도 있다. 또한 사물인터넷 장치는 대부분 인터넷에 연결되어 있기 때문에, 사물인터넷이 널리 활용되면 해킹의 위험성도 커진다.

인공지능 로봇이 의료, 산업 현장 등에서 작업 효율을 높일 수 있다.

인공지능 로봇이 인간을 대체하면서 인간의 일자리가 줄어들 수 있다.

유용성

사물인터넷을 적용하면 사용자의 편의성을 높일 수 있다.

한계

사물인터넷이 널리 활용되면 해킹의 위험성이 커진다.

그림 III-5 | 인공지능 로봇과 사물인터넷이 미래 사회에 미치는 영향

따라서 인공지능 로봇이나 사물인터넷과 같은 과학 기술의 발전에 무조건 의존하기보다는 한계를 명확하게 알고 현명하게 이용할 필요가 있다. 이를 위해서는 관련 기술 발전과 법률, 규제, 윤리 등 다양한 측면에서 신중한 검토와 논의가 필요하며 새롭고 창의적인 일자리를 개발하는 노력이 필요하다.

소단원 확인하기

- 1 인공지능 로봇과 사물인터넷을 활용할 때 장점과 단점을 한 가지씩 이야기해 보자.
- 2 인공지능 로봇과 사물인터넷을 널리 사용하는 미래 사회에서 유망 직업은 어떤 것이 있을지 생각해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 146쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 인공지능 로봇과 사물인터넷의 개념과 활용 사례를 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 인공지능 로봇과 사물인터넷이 미래 사회에 미치는 영향을 근거를 들어 예측할 수 있는가?

[가치·태도] 과학 기술의 발전이 안전·지속가능 사회에 기여할 수 있음을 느꼈는가?

0

과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

이 단원을 배우고 나면

- 과학 관련 사회적 쟁점이 무엇인지 사례를 들어 설명할 수 있다.
- 과학 기술의 이용에서 과학 윤리의 중요성을 논증할 수 있다.

인공지능을 올바르게 이용하려면
무엇이 필요할까?

규칙에 따라
맞추어야 해.

과학 관련 사회적 쟁점

쟁점

서로다투는 중심이 되는 내용이나 사실

과학 기술의 발전으로 인간의 삶은 편리해졌지만 문제점도 발생하였다. 특히 과학 기술의 사용은 정치, 사회, 경제, 환경, 윤리 등 다양한 분야와 연관되어 있어 사회적 쟁점이 될 수 있다. 이러한 과학 관련 사회적 쟁점(SSI, Socio-Scientific Issues)에는 사회 구성원들이 추구하는 가치에 따라 다양한 의견이 존재한다.

예를 들어 자율주행 자동차를 허용하면 운전을 하기 어려운 사람들의 이동권을 보장하며 운전자의 부주의로 발생하는 사고를 줄일 수 있다는 의견도 있지만, 사고 상황에서 윤리 문제가 발생할 수 있고 해킹의 위험이 있다는 의견도 존재한다.

제시된 의견 이외에 자율주행 자동차 허용과 관련하여 고려할 만한 의견에는 무엇이 더 있을까?

운전을 하기 어려운 사람들
의 이동권이 보장될 거야!

자율주행
자동차를
허용해야 할까?

사고 상황에서 탑승자와
보행자 중 누구를 보호
하게 설정해야 할까?

그림 III-6 | 과학 관련 사회적 쟁점의 예:
자율주행 자동차

운전자의 부주의로 발생
하는 사고가 줄어들겠네!

자율주행 시스템이 해킹을
당할 위험이 있지 않을까?

과학 관련 사회적 쟁점에서는 사회 구성원 간의 충분한 논의를 통해 최선의 합의를 이루는 것이 중요하다. 사회 구성원들이 합의에 이르기 위해서는 타당한 근거를 바탕으로 자신의 의견을 논증할 수 있어야 한다. 다음 탐구에서 과학 관련 사회적 쟁점을 여러 입장에서 탐색하고, 자신의 의견을 논증해 보자.

자료 수집, 의사소통 | 윤리성

과학 관련 사회적 쟁점 논증하기

| 문제 인식 | 과학 관련 사회적 쟁점에서 나는 어떤 주장을 해야 할까?

| 과정 |

1 모둠별로 아래에 제시된 분야 중 하나를 선택하고, 해당 분야에서 어떤 과학 관련 사회적 쟁점이 있는지 조사해 보자.

생명공학기술	환경과 생태계	에너지
첨단 과학 기술	생명윤리	정보통신 기술

2 1에서 찾은 쟁점 중 가장 관심 있는 하나를 선택하여 쟁점이 되는 여러 가지 입장에 대해 토의하고, 합의를 도출해 보자.

극지방을 지나면 국가 간 이동 거리가 단축될 거야. 그럼 연료 사용을 줄일 수 있어.	하지만 극지방이 훼손되어 빙하가 녹으면 해수면이 상승할 텐데?	그러면 지구 온난화를 자연하는 기술이 개발될 때까지 극지방 개발을 보류하자.
---	------------------------------------	--

3 모둠에서 도출한 합의안과 그 근거를 정리하여 공유 플랫폼에 공유하고 발표해 보자.

| 결과 및 정리 |

다른 모둠의 발표를 듣고, 다른 모둠의 합의안에 나의 의견을 제안해 보자.

공유 플랫폼 활용

공유 플랫폼을 활용하면 모둠별 합의안을 실시간으로 공유하면서 나의 의견을 댓글로 작성할 수 있다.

과학 윤리의 중요성

과학 기술의 발전으로 다양한 윤리 문제가 대두되었고, 이에 따라 과학 관련 사회적 쟁점에는 과학 기술의 개발이나 이용 과정에서 발생할 수 있는 윤리 문제를 고려하는 관점이 포함된다. 예를 들어 생명공학기술의 발전으로 각종 불치병이 극복되고 개인의 유전적 특성을 고려한 맞춤형 치료가 가능해졌지만, 생명체를 대상으로 하는 실험이 증가하면서 생명 존엄성을 존중하는 윤리가 요구되었다. 따라서 과학 기술을 올바르게 이용하기 위한 규범인 과학 윤리가 필요하다.

과학 기술로 인한 윤리 문제를 최소화하려면 어떤 과학 윤리가 필요할까? 과학 기술의 이용으로 발생할 수 있는 윤리 문제를 조사해 보고, 이에 필요한 과학 윤리를 제안해 보자.

자료 수집, 의사소통 | 윤리성

과학 기술의 이용에 필요한 과학 윤리 제안하기

목표

과학 기술을 이용할 때 필요한 과학 윤리를 제안하고 과학 윤리의 중요성을 논증할 수 있다.

준비물

스마트 기기, 참고 도서

| 문제 인식 | 과학 기술을 이용할 때 필요한 윤리는 무엇일까?

| 과정 |

1 다음은 생명공학기술을 이용할 때 윤리 문제가 제기된 사례에 대한 신문 기사이다.

출처: 한겨레, 2022. 2. 28.

2018년 11월 외국의 한 과학자가 후천성면역결핍증(AIDS)에 걸리지 않도록 유전자를 교정한 쌍둥이 아기를 탄생시켰다고 발표해 세계 생명과학계에 큰 파문이 일었다. 해당 과학자가 채택한 방법은 배아에서 유전자 가위 기술을 이용해 후천성면역결핍증(AIDS) 감염에 관여하는 유전자를 제거하는 것이었다. 당시 그는 쌍둥이의 아빠가 후천성면역결핍증(AIDS) 바이러스를 보유하고 있어 아기들의 감염 위험을 없애기 위해 유전자를 편집한 배아를 이식했다고 주장했다.

전 세계 생명과학자들은 그의 시술이 생명윤리를 심각하게 침해했다며 비난했고, 학술지 ‘네이처’와 ‘미국의학협회저널’은 그의 연구 논문 게재를 거부했다. 진상 조사에 착수한 외국의 사법 당국은 그를 불법 의료 행위죄로 징역 3년을 선고했다.

신문 기사를 활용할 때는 자료의 출처를 명확히 밝힌다.

신문 기사를 읽은 후 유전자 편집 기술이 자유롭게 이용된다면 어떤 윤리 문제가 발생할 수 있을지 토의해 보자.

2 의 사례 이외에도 생명공학기술, 정보통신 기술, 인공지능 기술을 이용할 때 윤리 문제가 제기된 사례에 대한 신문 기사를 찾아보자.

- 3** 모둠별로 에서 찾은 사례 중 하나를 선택한 후 이에 필요한 과학 윤리 목록을 만들 어 보자.
- 4** 모둠별로 만든 과학 윤리 목록을 공유 플랫폼에 공유해 보자.

[인공지능 기술을 이용할 때 지켜야 할 과학 윤리]

1. 인공지능 시스템의 작동 방식과 의사 결정 과정을 투명하게 만들어야 한다.
2. 인공지능은 사용자의 개인 정보와 데이터를 안전하게 관리하고 보호해야 한다.

| 결과 및 정리 |

과학 윤리를 지키지 않을 때 생길 수 있는 문제점을 생각해 보고, 과학 윤리의 중요성을 논증해 보자.

공유 플랫폼 활용

공유 플랫폼을 활용하여 모둠별로 만든 과학 윤리 목록을 실시간으로 공유하고 토의할 수 있다.

생명공학기술을 이용할 때는 생명의 가치를 존중하고 기술을 위해 인간이나 동물이 도구로 희생되지 않도록 해야 한다. 빅데이터와 같은 정보통신 기술을 이용할 때는 수집된 개인 정보가 개인의 동의 없이 활용되지 않도록 유의해야 한다. 한편, 인공지능 기술을 로봇이나 자동차에 이용할 때는 책임의 주체를 설정하고 사용자가 작동을 제어할 수 있는 기능을 갖추도록 하여 피해를 최소화해야 한다.

과학 기술과 관련된 윤리 문제는 대부분 복합적으로 나타난다. 따라서 과학 기술 관련 문제가 발생했을 때는 과학 윤리를 바탕으로 건전한 가치 판단을 해야 하며, 책임 있게 과학 기술을 이용해야 한다.

인공지능 윤리 관련

과학기술정보통신부의 ‘사람이 중심이 되는 인공지능(AI) 윤리 기준’을 검색하면 인공지능의 개발과 활용에 필요한 윤리 기준을 확인할 수 있다.

소단원 확인하기

- 1** 과학 관련 사회적 쟁점에서 합의에 이르기 위해서는 자신의 의견을 어떻게 주장해야 하는지 설명해 보자.
- 2** 과학 기술을 이용할 때 과학 윤리의 중요성을 사례와 관련지어 설명해 보자.

이 단원에서 찾은 생각 조각을 146쪽에 써 보자.

평가하기

[지식·이해] 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리를 사례를 들어 설명할 수 있는가?

[과정·기능] 과학 관련 사회적 쟁점에서 자신의 의견을 논증할 수 있는가?

[가치·태도] 안전하고 지속 가능한 사회를 위해 책임 있게 과학 기술을 활용하는 태도를 갖추었는가?

스스로 정리하기

1 생각 그물을 완성하며, 중단원 학습 내용을 스스로 정리해 보자.

감염병의 진단, 추적	미래 사회의 문제를 해결하려면 과학이 필요하다.	과학 윤리	과학 윤리를 바탕으로 건전한 가치 판단에 따라 책임 있게 과학 기술을 활용해야 한다.
감염병: ❶ 에 의해 생기는 질병			
병원체의 ❷ 와/과 단백질을 검출하는 기술로 빠른 진단이 가능해졌다.			
병원체의 유전정보 분석 기술로 감염병의 추적, 예측이 가능해졌다.	과학의 유용성		

과학 기술의 발전

인간의 삶과 환경 개선
윤리 문제 등 한계 존재

과학과 미래 사회

과학 관련
사회적 쟁점

사회 구성원이 논의를 통해 최선의 합의를
이루는 것이 중요하다.

빅데이터

대량의 ❸ 을/를 분석해
새로운 가치를 찾아내는 행위나 기술

인공지능 로봇

스스로 학습하고 판단하여 변화
하는 상황에 대응할 수 있는 로봇

사물 인터넷

사물에 센서, 통신 기술을 내장해
❶ 에 연결하고 서로
정보를 교환하며 작업을 수행하는
기술

2 이 단원을 학습하며 모은 생각 조각을 참고하여, 핵심 질문에 관한 내 생각을 써 보자.

01

인공지능과 같은 ❶ 을/는 사회 문제
를 해결하는 역할을 하므로, 지속 가능한 미래
사회를 만드는데 필요하다.

02

❷ 기술을 기반으로 하는 인공지
능은 과학, 환경, 보건, 의료 등 일상생활의
다양한 분야에서 폭넓게 활용될 수 있다.

03

인공지능의 발전은 미래 사회에서 인류의 삶을
개선하는 ❸ 을/를 가지는 동시에
한계도 함께 가진다.

04

건전한 가치 판단에 따라 책임 있게 인공지
능을 이용하기 위해서는 ❹ 이/가
필요하다.

스스로 평가하기

1 다음은 감염병에 대한 설명이다.

세균이나 바이러스와 같은 ⑦에 의해 생기는 질 병을 감염병이라고 한다. 과학 기술이 발전함에 따라 ⑦이/가 가지는 ⑨ 핵산과 단백질을 검출하는 진단 기술이 개발되었고, 감염병을 빠르게 진단하는 것이 가능해졌다.

- (1) ⑦에 공통으로 들어갈 말을 쓰시오.
(2) ⑨에 해당하는 것을 각각 한 가지씩 쓰시오.

4 인공지능 로봇에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 센서를 통해 주변 상황을 인식한다.
- ② 스스로 학습할 수 있는 능력이 있다.
- ③ 미리 설정한 대로만 제한적으로 작동한다.
- ④ 변화하는 상황에 스스로 판단하여 대응할 수 있다.
- ⑤ 사회의 다양한 분야에 활용되어 인간의 삶과 환경을 개선하고 있다.

2 과학 기술을 활용하여 사회 문제를 해결하려는 사례에 대한 설명으로 가장 적절한 것을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 노동자의 안전 문제를 해결하려고 로봇 기술을 활용한 자동화 공장을 구성한다.
- ㄴ. 화석연료의 고갈 문제를 해결하려고 신재생 에너지 기술을 활용한다.
- ㄷ. 감염병 확산 문제를 해결하려고 면역 진단 기술로 병원체의 유전정보를 분석한다.

5 사물인터넷에 대한 학생들의 대화 내용이다.

- 학생 A: 사물인터넷으로 연결한 장치들에는 센서와 통신 장비가 내장되어 있어.
- 학생 B: 사물인터넷 기술을 적용한 장치는 사람이 개입하여 제어하고 조종해야 해.
- 학생 C: 사물인터넷은 스마트홈, 스마트팜, 자율주행 자동차 등에서 활용돼.

사물인터넷에 대해 옳게 말한 학생을 모두 고르시오.

3 과학 기술 사회에서의 데이터 수집 및 활용에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

| 보기 |

- ㄱ. 수집한 데이터는 공개하거나 공유하지 않는다.
- ㄴ. 데이터를 처리하고 분석하는 것만으로는 새로운 가치를 창출할 수 없다.
- ㄷ. 방대한 양의 데이터에서 새로운 가치를 찾아내는 기술을 ‘빅데이터’라고 한다.

6 다음 중 ⑦에 들어갈 말로 가장 적절한 것은?

전통적으로 과학은 객관적인 진리를 추구하는 학문으로 여겨졌다. 그러나 과학의 발달은 인간의 삶에 큰 영향을 주었으며, 과학 기술을 개발하거나 이용하는 과정에서 윤리 문제가 발생하게 되었다. 따라서 ⑦을/를 지킴으로써 과학 기술을 올바르게 개발하고 이용하는 것이 중요하다.

- ① 과학 생활
- ② 과학 윤리
- ③ 과학 원리
- ④ 기술 적용
- ⑤ 기술 문제

7 그림은 감염병을 일으키는 병원체를 나타낸 모식도이다. A, B는 각각 단백질, 핵산 중 하나이다.

A
B

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. A는 단백질이다.
- ㄴ. 문자 진단 기술은 A를 직접 검출하는 진단 기술이다.
- ㄷ. 면역 진단 기술은 항체를 이용하여 B를 검출하는 진단 기술이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

공공 데이터

9 안전·지속가능 사회에 기여 다음은 공공데이터포털 누리집에 대한 설명이다.

공공데이터포털은 공공 기관이 생성하여 관리하는 데이터를 한 곳에 모아서 제공하는 통합 누리집으로, 데이터를 16 개 항목으로 분류하여 다양한 방식으로 제공하고 있다.

8 그림 (가)와 (나)는 빅데이터의 활용 사례를 나타낸 것이다. (가)는 실시간 날씨 정보와 일기 예보를 확인하는 모습을, (나)는 맞춤형 진료를 하는 모습이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

- ㄱ. 기상 관측으로 생성된 데이터를 활용하는 것은 (가)이다.
- ㄴ. (나)에서 개인 정보 유출의 문제가 발생할 수도 있다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 활용하는 데이터는 신뢰도가 높아서 별도로 선별 및 평가할 필요가 없다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

빅데이터를 활용하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 아이디어를 제안해 보자.

10 과학 윤리성 다음 자료를 읽고 인공지능이 학습하는 정보는 어떤 조건을 갖추어야 하는지 자신의 생각을 써 보자.

세계적 기업들은 스스로 빠르게 학습하는 인공지능을 만들기 위해 많은 돈을 투자하고 있다. 이렇게 개발된 인공지능은 인간의 의사 결정을 대신하며 인간의 한계를 뛰어넘을 것으로 예상된다. 예를 들어 국가의 정책을 결정할 때에도 공정한 판단을 위해 인공지능의 결정을 활용할 수 있다.

그러나 인공지능을 과거 인간의 의사 결정 사례를 바탕으로 학습시킨다면 과거 의사 결정 과정에서 주도권이 있었던 성별, 인종, 종교 등에 유리한 판단을 할 가능성도 있다.

문해력

1. 디지털 정보를 올바르게 수용하려면 어떤 태도를 갖추어야 할지 토의해 보자.
2. 고등학생에게 필요한 디지털 문해력에는 어떤 것이 있을지 제안해 보자.

인공지능을 혁명하게 이용하는 방안 만들기

공상 과학 영화나 소설에서는 인공지능 로봇, 또는 인공지능 운영 체계가 초래하는 암울한 미래를 다루는 경우가 많다. 인공지능 로봇이나 운영 체계를 안전하게 이용하기 위한 방안 또는 원칙을 생각해 보자.

문제점 찾기

인공지능 로봇이나 운영 체계가 발전할 경우 발생할 수 있는 문제점을 생각해 보자.

현재의 규제 방안 조사하기

아래의 키워드를 참고하여 인공지능 로봇이나 운영 체계와 관련된 법령이나 규제 방안을 검색해 보자.

인공지능 규제 법안, 유럽 연합(EU)의 인공지능 규제 법안, 미국의 인공지능 규제 법안

규제 방안 제시하기

인공지능 로봇이나 운영 체계가 안전하게 이용될 수 있도록 규제 방안을 제시해 보자.

사고의 틀 잡기: 허용/규제/금지 3 단계로 구분하여 활용 분야별로 규제 방안을 제시해 보자.

공유하기

모둠별로 작성한 방안을 공유하고 토의한 후 학급 전체의 방안을 정리해 보자.

스스로 평가하기

[지식·이해] 인공지능 발전으로 발생하는 문제를 과학적으로 분석할 수 있는가?

[과정·기능] 인공지능 규제 법안을 검색하고 자신만의 규제 방안을 제시할 수 있는가?

[가치·태도] 인공지능 규제의 필요성을 알고, 이를 알리는 활동에 적극적으로 참여하였는가?

[모둠 평가] 모둠원의 역할 분담이 적절하고, 모두 적극적으로 참여하였는가?

로봇에 세금을 매겨야 할까?

다음 로봇세 도입에 대한 글을 읽고, 아래의 활동을 해 보자.

토론 *노출

로봇세란 인공지능 로봇이 창출한 가치에 대해 로봇을 보유한 기업에게 부과하는 세금을 뜻한다. 로봇으로 대체된 인간의 일자리를 보전하고 직업 교육을 위한 재원을 마련한다는 점에서 로봇세를 긍정적으로 보는 의견도 있지만, 인간이 아닌 로봇에게 납세의 의무를 부과하거나 로봇 도입만으로 기업에 세금을 부과하는 것이 과도하다는 의견도 있어 로봇세 도입을 둘러싼 갈등이 예상된다.

로봇세 도입 관련 쟁점이 시작된 사회적 배경을 조사해 보자.

로봇세 도입이 인간에게 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 조사해 보자.

로봇세 도입에 대한 찬반 입장을 정한 후, 근거를 들어 주장하는 글을 공유 플랫폼에 게시해 보자. 또, 다른 사람의 글을 읽고 이에 대한 반론과 질문을 댓글로 추가해 보자.

빅데이터 시대를 주도하는 데이터 과학자

데이터 과학자를 꿈꾼다면

데이터 분석의 기본 원리는 물리학, 통계학, 수학이 바탕이 되지만 데이터의 수집, 가공에는 컴퓨터 활용이 필수적이므로 컴퓨터 공학도 중요하다. 또한 데이터를 유용하게 활용하기 위해서는 경영 관련 공부도 필요하다.

선택 과목: 융합과학 탐구, 물리학, 미적분, 확률과 통계, 인공지능 수학, 데이터 과학

데이터 분석이나 처리와 관련된 기술자가 되기 위해서는 대학에서 통계학이나 수학 관련 학과, 컴퓨터 공학과에 진학하면 좋다.

앞으로 많은 기업들이 경영 전략을 짜거나 제품의 품질 관리 등에 데이터 과학을 적용할 것으로 예상되므로 공학적 소양과 경영·경제적 소양을 함께 갖추는 것이 도움이 된다.

데이터 과학자는 데이터를 수집하고 분석하여 데이터 속에 함축된 경향이나 의미를 도출하고 이로부터 새로운 가치를 창출하는 일을 한다. 데이터 과학은 데이터를 얻고 처리하는 방법을 연구하는 데이터 공학, 수학적으로 데이터를 분석하는 데이터 분석, 데이터를 이용하여 인공지능을 개발하는 머신 러닝 등을 모두 포함한다.

어떤 데이터를 수집하여 어떤 가치를 창출할 것인가

우리는 매일매일 새로운 데이터가 새롭게 생겨나는 사회에 살고 있다. 일상생활에서의 누리 소통망 서비스나 금융 거래, 도로 교통 상황 등에서 데이터가 생성되고, 기온이나 구름, 강우와 같은 자연의 변화도 데이터로 수집할 수 있다. 데이터 과학자들은 가치 창출을 위해 데이터를 수집할 분야, 수치나 영상 등 데이터의 형식을 결정할 수 있으며 새로운 분석 기술을 적용하여 기존에 해석하지 못했던 데이터도 중요한 정보로 재탄생 시킬 수 있다.

또한 데이터 과학자는 어떤 데이터로부터 어떤 가치를 창출할 수 있는가를 고민해야 한다. 예를 들어 건강을 위해 체지방률, 근육량 등을 측정하는 장치를 개발한 회사에서는 이 생체 정보를 수집하고 분석하여 질병을 조기 진단하는 방법을 개발하기도 한다. 경영학을 공부하면 증권이나 금융권에서, 화학이나 약학을 공부하면 제약 회사에서 데이터를 분석하는 업무를 할 수 있다.