

단원 지도 계획

- 과학자들이 행했던 역사적인 실험들을 과학의 탐구 과정을 따라 수행함으로써 과학의 본성을 깨닫도록 한다.
- 과학의 역사를 살펴보면, 여러 세대를 이어가는 과학자들의 꾸준한 연구와 실험을 기반으로 발견된 과학 지식과 새로운 시대를 여는 결정적 실험들이 있다. 이러한 역사적 실험들을 체험함으로써 과학은 자연 현상을 설명하려는 인간 노력의 산물이며, 사회적·문화적 맥락에 따라 끊임없이 변화한다는 과학의 본성을 인식한다.



I

역사 속의 과학 탐구



02

멘델레예프는 주기율표를 어떻게 만들었을까?



03

과거에 번성했던 생물들이 멸종한 까닭은 무엇일까?



학습 요소

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



역사 속에서 과학자들은 자연 현상을 설명하기 위해 꾸준히 탐구하였다. 그중에서 몇 가지 결정적인 실험을 통해 과학 지식이 발견되었고, 기존의 패러다임이 전환되면서 새로운 시대가 열렸다.

이 단원에서는 과학사에서 결정적인 역할을 한 실험을 직접 수행해 보면서 과학의 발전 과정과 과학의 본성을 깨닫고, 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법의 차이점을 알아보자.

01



자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체는 어떻게 운동할까?

핵심 개념

- 관성(慣 버릇, 性 성질, inertia)
- 사고 실험(思 생각하다, 考 조사하다, 實 열매, 驗 시험, thought experiment)

들어가기

“무거운 물체와 가벼운 물체가 동시에 낙하하면 어느 물체가 먼저 바닥에 떨어질까?”

기원전 4 세기경 아리스토텔레스(Aristoteles, B.C. 384~B.C. 322)는 무거운 물체가 가벼운 물체보다 더 빠르게 떨어진다고 주장하였다. 이후 사람들은 실생활의 경험을 바탕으로 그의 주장을 2000 년 이상 믿어 왔다.

아리스토텔레스의 주장은 어떤 과정을 통해 새로운 사고 체계로 전환되었을까? 과학 혁명이라는 패러다임의 전환을 가져온 갈릴레이(Galilei, G., 1564~1642)와 뉴턴(Newton, I., 1642~1727)의 결정적 실험을 따라 해 보고, 과학의 발전 과정에 대해 탐구해 보자.

갈릴레이



탐구 활동지

탐구 1

과학에서 패러다임을 전환시킨 탐구는 무엇일까?

탐구 목표 과학에서 패러다임의 전환을 가져온 사고 실험을 설명할 수 있다.

- 준비물
- 인터넷 가능 기기
- 참고 도서

조사하기

아리스토텔레스는 서양 과학사에서 오랫동안 큰 영향을 끼친 철학자이다. 물체의 운동과 관련된 아리스토텔레스의 주장을 조사하여 발표해 보자.



예시 답안 아리스토텔레스는 운동을 자연 운동과 강제 운동으로 나누었다. 자연 운동은 물체의 본성에 따라 지구 중심을 향하거나(물과 흙), 지구로부터 멀어지는 방향(불과 공기)으로 운동하려고 한다. 또, 강제 운동을 하기 위해서는 외력이 계속 작용해야 하며, 특별한 외력의 개입이 없으면 바로 멈춘다고 주장하였다. 예를 들어, 공중으로 던진 물체는 강제 운동을 하다가 그 운동이 끝나는 시점에서 자연 운동으로 전환하여 지구 중심을 향해 떨어진다고 생각하였다.

도입 길잡이

2000 년 이상 운동을 설명하는 체계로 자리잡은 아리스토텔레스의 주장은 갈릴레이와 뉴턴을 거치면서 부정되었고, 관찰과 실험에 바탕을 둔 근대 과학이 탄생하게 되었다. 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 갈릴레이와 뉴턴의 사고 실험은 무엇일까?

지도상의 유의점

개별적인 사례를 중심으로 전개하는 것보다 전체 흐름 속에서 힘과 운동의 개념이 성립된 전체 과정을 이해할 수 있도록 한다.



사고 실험

마찰이 없는 빗면과 같이 실제로 구현할 수 없는 상황을 상상의 실험을 통해 그 결과를 예측하는 것을 **사고 실험**이라고 한다.

① 자유 낙하 하는 물체의 낙하 속력에 관한 갈릴레이의 사고 실험을 수행해 보자.

갈릴레이의 사고 실험

아리스토텔레스는 무거운 돌과 가벼운 돌을 동시에 떨어뜨리면 무거운 돌일수록 본래의 장소로 돌아가려는 성질이 더 크기 때문에 가벼운 돌보다 더 빠르게 낙하한다고 주장하였다. 아리스토텔레스의 이론에 따르면 무거운 돌과 가벼운 돌을 줄로 묶은 다음 낙하시킬 때 두 돌의 속력에 대해 다음과 같은 두 가지 추론이 가능하다.

가벼운 돌이 느리게 떨어지면서 무거운 돌의 낙하를 방해하니 무거운 돌 하나일 때보다 느리게 떨어질거야.



아리스토텔레스는 무거운 돌이 가벼운 돌보다 빨리 떨어진다고 했는데, 두 돌을 묶어서 떨어뜨리면 어떻게 될까?

무거운 돌 가벼운 돌



가벼운 돌과 무거운 돌이 합쳐져 더 무거워졌으니 무거운 돌 하나일 때보다 빠르게 떨어질거야.





- 하나의 이론으로 서로 모순되는 추론을 할 수 있는 까닭은 무엇일까?
동일한 상황에 대해 하나의 이론으로 추론한 결과가 서로 모순되는 것은 아리스토텔레스의 이론 자체에 모순이 있기 때문이다. 즉, 위의 추론으로 무거운 물체가 가벼운 물체보다 더 빠르게 떨어진다는 아리스토텔레스의 이론은 틀렸음을 확인할 수 있다.
- ② 아리스토텔레스 이후 사람들은 물체가 계속 운동하기 위해서는 외적인 요인이 계속 필요하다고 생각하였다.

임페투스 설

14 세기의 스콜라 철학자 뷔리당(Buridan, J., 1295~1363)은 ‘임페투스’가 운동의 원인이라고 설명하였다. 즉, 돌맹이를 던지면 던진 사람으로부터 돌맹이에 전달된 ‘임페투스’가 돌맹이를 앞으로 날아가게 한다고 주장하였다.

수평면에서 굴린 공이 정지하는 까닭을 ‘임페투스’설로 설명해 보자.

공이 굴러가는 것은 공을 굴릴 때 ‘임페투스’라는 내재적인 힘이 공에 전달되었기 때문이며, 공이 굴러가는 동안 공에 전달된 ‘임페투스’가 조금씩 감소하기 때문에 공의 속력이 느려지다가 정지하게 된다.

지도상의 유의점

갈릴레이의 사고 실험으로 학생들의 인지 갈등을 유발하게 하여 무거운 물체가 가벼운 물체보다 더 빠르게 낙하한다는 주장의 모순을 논리적으로 이해할 수 있게 한다.

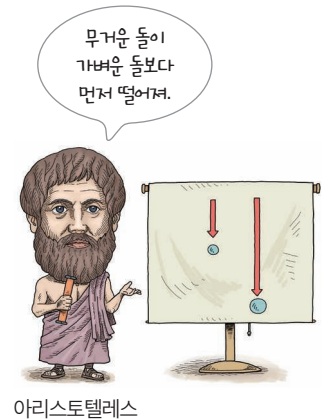
패러다임

어떤 한 시대 사람들의 견해나 사고를 근본적으로 규정하고 있는 인식의 체계이다.

천동설에서 지동설로 이룬 체계가 변한 과정이 패러다임의 변화의 대표적인 예이다.

오개념 지도

갈릴레이와 뉴턴의 중력 관련 사고 실험을 이해할 수 있도록 한다.



아리스토텔레스

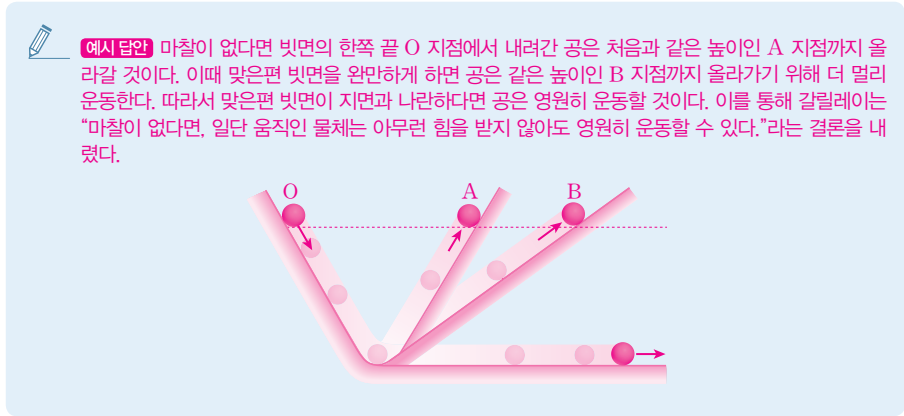
스콜라 철학

8 세기부터 17 세기까지 중세 유럽에서 이루어진 신학 중심의 철학을 이르는 말이다.

활동 도움·유의 사항

갈릴레이의 빗면 사고 실험은 아리스토텔레스의 세계관을 체계적으로 반박한 것으로, 물체가 일정한 속도로 운동하기 위해서는 기동자가 필요 없다는 것을 의미한다.

3 실제로 우리 주변에서 물체가 운동할 때는 항상 마찰력이 작용하므로 갈릴레이는 마찰이 없는 수평면에서 공을 굴리는 사고 실험을 통해 관성 법칙을 유도하였다. 관성과 관련된 갈릴레이의 사고 실험을 그림으로 그려 설명해 보자.



예시 답안 마찰이 없다면 빗면의 한쪽 끝 O 지점에서 내려간 공은 처음과 같은 높이인 A 지점까지 올라갈 것이다. 이때 맞은편 빗면을 완만하게 하면 공은 같은 높이인 B 지점까지 올라가기 위해 더 멀리 운동한다. 따라서 맞은편 빗면이 지면과 나란하다면 공은 영원히 운동할 것이다. 이를 통해 갈릴레이는 "마찰이 없다면, 일단 움직인 물체는 아무런 힘을 받지 않아도 영원히 운동할 수 있다."라는 결론을 내렸다.

● 갈릴레이는 사고 실험을 통해 물체가 어떻게 운동한다고 결론내렸는지 서술해 보자.

예시 답안 운동하던 물체가 멈추는 것은 마찰력이 작용하기 때문이며, 마찰력이 작용하지 않는다면 물체는 등속 직선 운동을 계속할 것이다.

더 쉽게 뉴턴의 인공위성 원리

뉴턴은 '산꼭대기에서 투사체를 발사하면, 그 속도에 따라 낙하 거리가 달라지고, 만약 속도가 충분히 크다면 투사체는 지구로 떨어지지 않고, 자신의 궤도에서 운동을 계속할 것'이라고 생각하였다.

더 자세히 인공위성의 운동

인공위성과 로켓의 전체 무게에 따라 로켓의 추진력을 잘 조절해야 인공위성을 원하는 궤도에 올릴 수 있다.

- 무게에 비해 추진력이 너무 크면 인공위성과 로켓은 우주 공간으로 날아가 버린다.
- 무게에 비해 추진력이 너무 작으면 궤도에 오르기도 전에 지구로 추락하고 만다.

4 뉴턴의 가장 큰 업적 중 하나는 만유인력이라는 힘을 도입하여 지구상의 물체의 운동뿐만 아니라 행성의 운동, 조석 현상까지 설명한 것이다. 산꼭대기가 지구 대기권 밖에 놓인 높은 산을 상상하고, 이 산의 꼭대기에 올라가서 대포를 쏘다 고 가정한 후 포탄의 속력에 따라 포탄이 어떤 운동을 할지 오른쪽 그림에 나타내 보자.



도움 영상 지구 주위를 돌고 있는 인공위성의 원리를 뉴턴의 사고 실험을 적용하여 설명해 보자.

예시 답안 포탄을 약하게 쏘면 조금 날아가다가 지구 중력 때문에 곧 바닥으로 떨어진다. 조금 더 세게 쏘면 조금 더 멀리 날아가지만 지구는 여전히 포탄을 아래로 잡아당기기 때문에 포탄이 날아가는 동안 포탄의 고도가 조금씩 낮아져 결국은 다시 바닥에 닿고 만다. 하지만 지구는 둥글기 때문에 더 세게 포탄을 쏘면 지구 표면이 휘어 있는 효과 때문에 포탄은 점점 더 늦게 바닥에 닿는다. 점점 더 세게 쏘는 포탄은 결국 지구 반대편까지 날아가서야 결국 떨어지며, 그 다음에 더 세게 쏘는 포탄은 마침내 지구 반대편을 넘어 영원히 바닥에 닿지 않게 된다. 이것은 포탄이 밑으로 떨어지는 정도에 비해 지구 표면이 더 빨리 휘어버리기 때문이다. 따라서 이 포탄은 지구를 향해 떨어지고는 있지만 바닥에 닿지 않고 지구 주위를 계속 돌 수 있으며, 이것이 인공위성의 원리이다.

인공위성

한국항공우주연구원
<http://www.kari.re.kr>
 인공위성과 관련된 자세한 정보를 찾아보자.

수업 진도 체크 ✓			
반	체크	반	체크

스스로 평가하기

| 우수 | 보통 | 미흡 |

- 갈릴레이의 사고 실험을 그림으로 그려서 설명할 수 있었나요? | | | |
- 뉴턴의 사고 실험으로 인공위성의 원리를 설명할 수 있었나요? | | | |

활동 후기 | 이 활동에서 어떤 것을 배웠는지 자유롭게 서술해 보자.



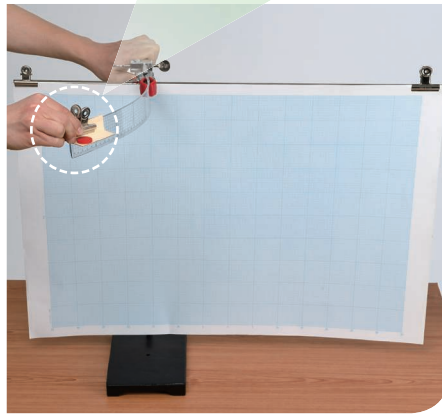
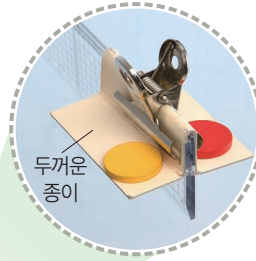
자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체는 어떻게 운동할까?

탐구 목표 자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체의 운동을 비교하여 설명할 수 있다.

- | | | | | |
|-------|-----------------------|-------|-------|---------------|
| ☑ 준비물 | ☑ 30 cm 자 | ☑ 클램프 | ☑ 스탠드 | ☑ 두꺼운 종이 |
| | ☑ 원형 나무 도막(또는 동전) 2 개 | ☑ 집게 | | ☑ 모눈종이판 |
| | ☑ 스마트폰(동영상 촬영) | ☑ 삼각대 | | ☑ 컴퓨터(동영상 분석) |

실험하기

- 1 두꺼운 종이를 그림과 같이 접어 집게로 30 cm 자에 끼우자.
- 2 자를 50 cm 높이의 클램프에 단단하게 고정하고 뒤쪽에 모눈종이판을 설치한 후, 양쪽에 각각 나무 도막을 올려 놓고 손으로 자를 당겨 휘어지게 하자.



유의할 점

- 자를 지나치게 세게 휘면 부러질 수 있으므로 주의한다.
- 자의 휘는 정도를 조절하여 수평 방향으로 던진 나무 도막이 너무 멀리 날아가지 않도록 한다.
- 자의 수평을 잘 유지하여 2 개의 나무 도막이 동시에 낙하하게 한다.

자를 놓으면 자가 원래 모양으로 되돌아가면서 노란색 나무 도막은 자유 낙하 하고, 빨간색 나무 도막은 수평으로 날아가요.



- 3 자를 놓아 2 개의 나무 도막이 동시에 낙하하도록 해 보자.
- 4 과정 3에서 2 개의 나무 도막이 낙하하는 장면을 스마트폰으로 동영상 촬영해 보자.
- 5 동영상 분석 프로그램을 이용하여 과정 4에서 촬영한 동영상을 분석해 보자.



지도상의 유의점


원형 나무 도막이 떨어지는 모습을 동영상으로 촬영한 다음 Tracker와 같은 동영상 분석 프로그램을 활용하면 시간에 따른 나무 도막의 위치를 확인할 수 있다.

핵심 개념

- 중력(重 무겁다. 力 힘, gravity)
- 자유 낙하 운동(自 스스로, 由 따라서, 落 떨어지다, 下 아래, 運 돌다, 動 움직이다, free fall)

결과 및 정리

① 2 개의 나무 도막 중 어느 것이 먼저 바닥에 떨어지는지 관찰한 결과를 서술해 보자.

 자를 당겨 휘어지게 한 다음 놓으면 노란색 나무 도막은 자유 낙하 운동을 하고, 빨간색 나무 도막은 수평 방향으로 날아간다. 눈으로 보고 떨어질 때 나는 소리를 관찰하면 두 나무 도막은 동시에 바닥에 떨어진다는 것을 확인할 수 있다.

② 2 개의 나무 도막이 낙하하는 모습을 촬영한 동영상을 분석하여 0.05 초 간격으로 나무 도막의 이동 거리를 표에 기록하고, 각각의 위치를 그래프에 표시해 보자.

예시 답안

<두 나무 도막의 시간에 따른 이동 거리>

시간(s)		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
자유 낙하 한 나무 도막	수평 방향(cm)	0	0	0	0	0
	연직 방향(cm)	1.2	4.9	11.0	19.6	30.6
수평 방향으로 날아간 나무 도막	수평 방향(cm)	6	12	18	24	30
	연직 방향(cm)	1.2	4.9	11.0	19.6	30.6

동영상 분석 프로그램은 open source physics(<http://www.opensourcephysics.org>)에서 제공하는 프로그램(Tracker)을 사용하면 편리해요.

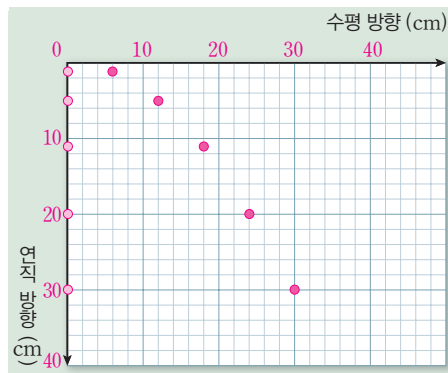


더 자세히 Tracker


Tracker는 Open Source Physics에서 개발한 사진, 비디오 분석 툴이다. 이 툴은 물체의 위치를 추적하여 속도와 가속도를 구할 수 있으며, 한국어 지원도 한다.

활동 도움 유의 사항

나무 도막의 속도는 구간 거리를 시간으로 나누어 구할 수 있다.



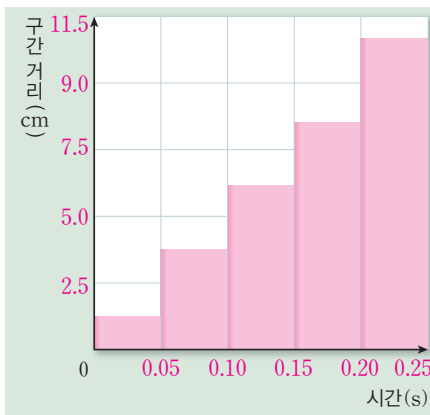
● 2 개의 나무 도막이 같은 시간대에 낙하한 높이를 비교하고, 어느 것이 바닥에 먼저 떨어지는지 설명해 보자.

 동영상으로 촬영한 결과를 보면 두 나무 도막이 같은 시간대에 낙하한 높이는 같으며, 두 나무 도막은 동시에 바닥에 떨어진다는 것을 확인할 수 있다.


③ 자유 낙하 한 나무 도막이 구간별로 이동한 거리를 표에 기록하고, 막대그래프로 나타내 보자.

예시 답안

시간(s)	0~0.05	0.05~0.10	0.10~0.15	0.15~0.20	0.20~0.25
구간 거리(cm)	1.2	3.7	6.1	8.6	11.0

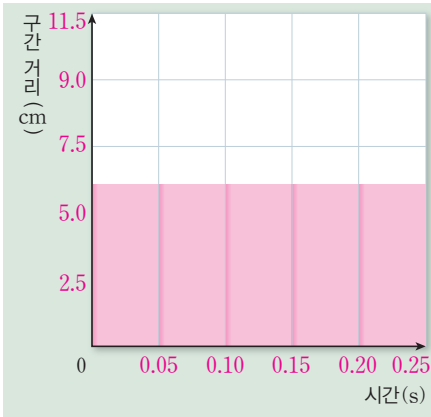


● 구간 거리가 시간에 따라 어떻게 변하는지 속도와 관련지어 설명해 보자.

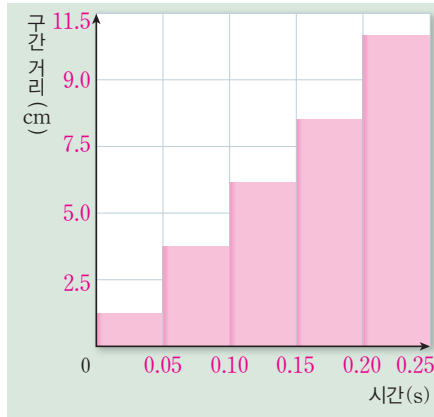
 시간에 따라 구간 거리가 일정하게 증가하므로 연직 방향의 속도는 일정하게 증가한다.

④ 수평 방향으로 날아간 나무 도막이 구간별로 이동한 거리를 수평 방향과 연직 방향으로 나누어 표에 기록하고, 각각 막대그래프로 나타내어 보자.

시간(s)	0~0.05	0.05~0.10	0.10~0.15	0.15~0.20	0.20~0.25
수평 방향 구간 거리(cm)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
연직 방향 구간 거리(cm)	1.2	3.7	6.1	8.6	11.0



수평 방향



연직 방향

● 수평 방향과 연직 방향의 구간 거리가 시간에 따라 어떻게 변하는지 속도와 관련지어 설명해 보자.

수평 방향의 구간 거리는 일정하므로 수평 방향의 속도는 일정하고, 연직 방향의 구간 거리는 시간에 따라 일정하게 증가하므로 연직 방향의 속도는 일정하게 증가한다.

⑤ 자유 낙하 하는 물체와 수평 방향으로 던진 물체의 운동을 중력으로 설명해 보자.

자유 낙하 하는 물체에는 운동 방향과 같은 방향으로 중력이 작용하여 속도가 일정하게 증가한다. 수평 방향으로 똑바로 던진 물체의 경우 수평 방향으로는 아무런 힘이 작용하지 않아 등속 직선 운동을 하고, 연직 방향으로는 중력이 작용하여 자유 낙하 운동과 동일하게 속도가 일정하게 증가하는 운동을 한다.



활동 도움·유의 사항

막대 그래프를 붙여서 그리면 가로 축이 운동한 시간이 되는 것을 쉽게 이해할 수 있다.

학습 자료 사이트

진공 장치에서의 자유 낙하 운동
<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>
 진공 방에서 깃털과 볼링공을 낙하시키는 실험 동영상을 볼 수 있다.

스스로 평가하기

| 우수 | 보통 | 미흡 |

- 실험 과정을 잘 이해하고 적극적으로 참여하였나요? | | | |
- 자유 낙하 하는 물체와 수평 방향으로 던진 물체가 동시에 바닥에 떨어지는 사실을 확인하고, 두 물체의 운동에서 나타나는 공통점과 차이점을 설명할 수 있었나요? | | | |
- 낙하하는 물체에 중력이 어떻게 작용하는지 설명할 수 있었나요? | | | |

수업 진도 체크 ✓

반	체크	반	체크

| **활동 후기** | 탐구 과정에서 부족한 점이나 개선할 점이 있으면 서술해 보자.



02



멘델레예프는 주기율표를 어떻게 만들었을까?

들어가기 도움 영상

주기율표에는 110여 가지의 원소가 일정한 순서로 배열되어 있다. 주기율표는 어떻게 만들어졌을까? 주기율표가 만들어지기까지 여러 과학자의 노력이 있었다. 그중에서 가장 큰 영향을 미친 과학자는 멘델레예프(Mendeleev, D. I., 1834~1907)이다. 멘델레예프가 주기율표를 만든 과정을 경험해 보고, 멘델레예프의 주기율표가 갖는 의미를 알아보자.

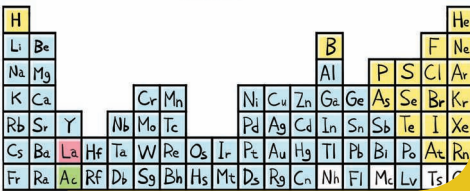
지도상의 유의점

- 외계인을 배열한 기준을 찾아보고, 이를 통해 원소를 배열하는 방법을 생각해 볼 수 있도록 한다.
- 외계인을 배열하는 기준을 찾을 때 학생들의 자유로운 의견을 최대한 수용하되, 얼굴과 표정은 배열 기준과 관계없음에 유의한다.



핵심 개념

- 주기율(週 朧다, 期 記약하다, 律 법, periodic law)
- 원소(元 棼, 素 訶다, element)



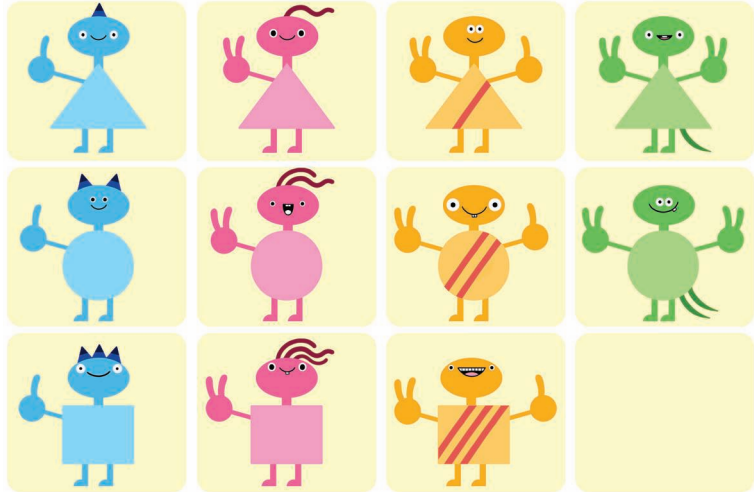
탐구 활동지

- 탐구 목표 멘델레예프의 주기율표를 만들어 보고, 그 과정에서 발견되는 과학의 본성을 설명할 수 있다.

- 준비물 인터넷 가능 기기 참고 도서 종이(A4 용지, 사절지)
- 사인펜 색연필

예비 활동하기

그림은 상상 속의 여러 가지 외계인을 특정한 기준으로 배열한 것이다.



1 외계인을 배열한 기준을 서술해 보자.

가로줄 기준	몸통의 모양이 같다.
세로줄 기준	손가락의 개수, 색깔, 특징(뿔, 머리카락, 줄무늬, 꼬리)이 같다.

2 가로줄과 세로줄의 경향을 서술해 보자.

가로줄 경향	왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 손가락이 1 개씩 증가한다.
세로줄 경향	위에서 아래로 내려올수록 뿔, 머리카락, 줄무늬, 꼬리가 1 개씩 증가한다.

3 과정 1과 2의 내용을 바탕으로 그림의 빈칸에 들어갈 알맞은 외계인의 모습을 그려 보자.



길잡이 가로줄 기준에 따르면 몸통의 모양은 사각형이고, 세로줄 기준에 따르면 손가락의 개수는 4 개이며, 초록색이고, 꼬리가 있어야 한다. 이때 세로줄 경향에 따라 꼬리의 개수는 1 개가 증가하여 3 개가 되어야 한다.

조사하기

모듬별로 원자 번호 1~20에 해당하는 원소를 나누어 가진 후, 배정받은 원소의 성질을 조사하여 표에 정리해 보자.

원소 이름	원소 기호	원자량	성질	화학식	
				수소와 결합할 때	산소와 결합할 때
예 수소	H	1	<ul style="list-style-type: none"> 실온에서 기체 상태 비금속 무색, 무취 	—	H ₂ O
예시 답안 리튬	Li	3	<ul style="list-style-type: none"> 실온에서 고체 상태 금속 은백색의 광택, 산화하면 검은 회색을 띤다. 	LiH	Li ₂ O
나트륨	Na	23	<ul style="list-style-type: none"> 실온에서 고체 상태 금속 은백색의 광택, 산화하면 회색을 띤다. 	NaH	Na ₂ O
칼륨	K	39	<ul style="list-style-type: none"> 실온에서 고체 상태 금속 은백색의 광택, 산화하면 검은 색을 띤다. 	KH	K ₂ O

원소 카드 만들기

1 A4 용지를 사용하여 우리 모듬에서 조사한 원소의 원소 카드를 만들자.

도움말 원소 카드에는 '조사하기'에서 정리한 내용을 적는다.

예

수소 (H)

- 원자량: 1
- 실온에서 기체, 비금속
- 무색, 무취
- 산소와 결합할 때의 화학식: H₂O

탄소 (C)

- 원자량: 12
- 실온에서 고체, 비금속
- 수소와 결합할 때의 화학식: CH₄
- 산소와 결합할 때의 화학식: CO₂

2 과정 1의 원소 카드를 여러 장 만들어 모듬별로 나누어 갖자.

도움말 모듬마다 원소 카드 20 장을 모두 가져야 한다.

연계 학습

이 탐구는 통합과학 '1. 물질의 규칙성과 결합' 단원과 연계됩니다.

원소의 성질

인터넷에서 성질을 알고 싶은 원소의 이름을 검색한다.

더 자세히 원자량

원자는 크기와 질량이 매우 작은 입자이다. 수소 원자 1 개의 질량은 1.68×10^{-24} g이고, 탄소 원자 1 개의 질량은 1.99×10^{-23} g이다. 이와 같은 원자의 실제 질량은 숫자가 복잡하여 그대로 사용하기에 매우 불편하다. 원자들의 질량을 나타낼 때는 실제 질량을 사용하기보다 한 원자의 질량을 기준으로 정하여 이와 비교한 상대적인 질량을 사용하는 것이 편리하다. 현재는 탄소의 원자량 12를 기준으로 하여 원자들의 상대적인 질량 값을 나타내며, 이를 원자량이라고 한다.

원자량

탄소 원자 1 개의 질량을 12라고 했을 때 다른 원자의 질량을 상대적으로 나타낸 값이다.

수업 진도 체크

반	체크	반	체크

주기성

일정한 간격을 두고 되풀이되어 나타나는 성질을 말한다.

지도상의 유의점

- 지난 시간의 예비 활동을 상기시켜 주면서 원소도 일정한 기준에 따라 배열할 수 있음을 유도한다.
- 모둠원끼리 원소 카드를 배열하는 방법을 다양하게 제안할 수 있도록 지도한다.
- 기존의 주기율표에서 원소를 원자 번호 순서로 배열한 것과 다른 방법을 찾을 수 있도록 지도한다.

탐구 활동지

주기율표 만들기

- 모듬별로 원소 카드에 적혀 있는 내용 중에서 주기성이 나타나도록 원소를 배열하는 기준과 경향을 토의해 보자.



예시 답안 가로줄의 기준은 원자량으로 맞추고, 세로줄의 기준은 수소 원자와 결합하는 원자의 개수로 한다.

- 토의한 내용을 바탕으로 우리 모듬만의 독창적인 기준과 경향을 정하여 서술해 보자.

예시 답안

가로줄	기준	원소의 원자량이 첫째 줄은 5 이하, 둘째 줄은 12 이하, 셋째 줄은 20 이하, 넷째 줄은 30 이하, 다섯째 줄은 36 이하, 여섯째 줄은 40 이하이다.
	경향	왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 원자 1 개당 결합하는 수소 원자의 개수가 증가한다.
세로줄	기준	원자 1 개당 결합하는 수소 원자의 개수가 같다.
	경향	위에서 아래로 내려올수록 원자량이 증가한다.

- 우리 모듬의 주기율표를 그려 보자.



예시 답안

He	H			
	Li	Be	B	C
Ne	F	O	N	
	Na	Mg	Al	Si
	Cl	S	P	
Ar	K	Ca		



발표 및 평가하기

- 1 우리 모둠의 주기율표를 사절지에 그려 칠판에 붙이고, 주기율표를 만든 기준과 경향을 발표해 보자.
- 2 다른 모둠의 발표를 듣고, 각 모둠의 주기율표를 평가해 보자.

평가 내용	평가 대상: () 모둠		
	우수	보통	미흡
원소의 성질을 조사한 내용이 정확한가?			
주기율표에 원소의 주기성이 나타났는가?			
주기율표의 형태가 독창적인가?			
다른 모둠이 이해하기 쉽게 설명하였는가?			

• 부록 136 쪽 동로 평가·모둠 평가를 활용하세요.

유의할 점

다른 모둠이 발표하는 동안 경청하면서 발표 내용을 정리하고 평가한다.

수업 진도 체크 ✓			
반	체크	반	체크

5 차시

탐구 활동지

지도상의 유의점

- 특별한 실험 조작이나 활동 없이 사고 실험을 하는 시간이므로 학생들이 집중하여 토의에 참여할 수 있도록 유도한다.
- 필요한 경우 과학의 본성이 무엇인지 교사가 먼저 설명한 다음, 학생들이 토의해 보게 하는 것도 좋다.

정리하기

- 1 우리 모둠의 주기율표와 현대 주기율표를 비교해 보고, 차이점을 설명해 보자.

예시 답안 현대 주기율표는 원소를 원자 번호가 증가하는 순서로 나열하면서 비슷한 성질을 가지는 원소가 같은 세로줄에 오도록 하였다. 우리 모둠은 우선 같은 성질의 원소를 모아 원자량이 증가하는 순서대로 세로줄로 나열한 다음, 같은 가로줄에서 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 원자 1 개당 결합하는 수소 원자의 개수가 증가하도록 나열하였다.

- 2 그림은 현대 주기율표의 바탕이 된 멘델레예프의 주기율표이다. 멘델레예프는 주기율표에 앞으로 발견될 원소를 물음표로 표시하고, 원자량을 예측하였다. 멘델레예프가 예측한 원소가 실제로 존재하는지 원자량을 참고하여 찾아보자.

멘델레예프가 예측한 원소는 에카붕소(원자량 45), 에카알루미늄(원자량 68), 에카실리콘(원자량 70) 등이다. 에카붕소는 스칸듐(Sc), 에카알루미늄은 갈륨(Ga), 에카실리콘은 저마늄(Ge)이다.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
		Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
		Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
		Ni =	Cu = 63,4	Ag = 108
			Zn = 65,2	Cd = 112
			? = 68	Ur = 116
			? = 70	Sn = 118
			As = 75	Sb = 122
			Sc = 79,4	Te = 127?
			Br = 80	I = 127
			K = 39	Rb = 85
			Ca = 40	Sr = 87
			? = 45	Ce = 90
			?Er = 56	La = 91
			?Yt = 60	Di = 92
			?In = 75,6	Th = 100

① 멘델레예프의 주기율표 원소 기호와

- 3 멘델레예프가 주기율표를 만든 과정에서 ‘과학은 자연 현상을 설명하고 예측한다.’는 과학의 본성을 발견할 수 있다. 우리 모둠이 주기율표를 만든 과정에서도 과학의 본성을 발견할 수 있을까? 모둠별로 과학의 본성이 무엇인지 토의해 보자.

예시 답안 과학 개념은 시대가 변함에 따라 계속 변화하고, 새롭게 나타나는 증거에 따라 과거의 과학 개념이 좀 더 정확하게 수정된다. 또, 이를 통해 세상을 이해하고, 새로운 현상을 예측할 수 있다.

더 쉽게

과학의 본성

전통적으로 과학은 과학 지식의 절대적 가치를 믿고, 그 지식을 중심으로 발전하였다. 그러나 현대의 과학자들과 인식론자들은 과학 지식이 절대적인 가치를 갖지 못하며, 과학이 발달함에 따라 그 의미도 변화한다고 말한다. 따라서 과학 지식보다는 과학 및 과학 지식에 대한 기본 관점, 과학 지식이 형성되고 변화되는 배경 및 그 과정이 강조되어야 한다. 즉, 과학이란 과학 지식만을 말하는 것이 아니며, 과학 지식이 이루어지는 과정, 과학 지식을 정당화하는 과학자, 그러한 과학자가 있게 한 사회·문화적인 배경 등으로 이루어진다.

- 4 창의력 (+) 주기율표를 만든 멘델레예프의 업적을 기려 멘델레예프에게 상을 주려고 한다. 각자 멘델레예프에게 주고 싶은 상의 이름을 붙여 보고, 상을 주는 까닭을 포함하여 상장을 완성해 보자.

상 장

예시 답안

_____ 너무 과감한 주기율표 _____ 상
멘델레예프

위 사람은 _____ 원소의 성질을 자세하게 조사하고,
_____ 주기성이 조금 나타나는 주기율표를 과감하게 발표하여 _____ 이 상을 수여함.

활동 도움 유의 사항

- 구워낸 다음에는 펀치로 구멍을 낼 수 없으니 잊지 않도록 한다.
- 다 구워지면 색깔이 진해져 잘 구분되지 않으므로 진한 색 사인펜을 사용할 때 유의한다.

폴리스타이렌 필름이 작아지는 까닭은?

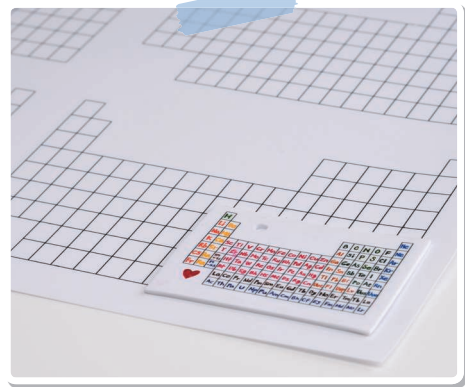
재활용 표시가 붙어 있는 플라스틱은 대부분 열을 가하면 말랑말랑해지면서 모양이 변하는 성질이 있는데, 이러한 성질을 갖는 플라스틱을 열가소성 수지라고 한다. 열가소성 수지는 열을 받으면 분자의 배열이 달라지면서 분자 사이의 거리가 가까워진다. 따라서 크기가 작아지고, 두께가 두꺼워지면서 단단해진다. 대표적인 열가소성 수지에는 폴리에틸렌과 폴리스타이렌이 있다.

활동 (+)

폴리스타이렌 필름은 열을 받으면 크기가 작아지는 성질이 있다. 폴리스타이렌 필름을 사용하여 휴대용 주기율표를 만들어 보자.

준비물 | 주기율표가 그려진 폴리스타이렌 필름, 유성 사인펜, 펀치, 오븐 토스터

- 1 폴리스타이렌 필름에 그려져 있는 주기율표의 빈칸에 원소 기호를 적고, 각자의 개성을 살려 꾸미자.
- 2 완성한 주기율표의 위쪽에 펀치를 사용하여 고리를 걸 수 있는 구멍을 낸 다음, 오븐 토스터에 넣고 구워 보자.



스스로 평가하기

| 우수 | 보통 | 미흡 |

- 원소의 성질을 조사하고, 원소 카드를 만들 때 적극적으로 참여하였나요? | | | |
- 우리 모둠의 주기율표를 만드는 독창적인 기준과 경향을 제시하였나요? | | | |
- 멘델레예프의 주기율표가 갖는 의미를 이해하였나요? | | | |
- 다른 모둠의 발표 내용을 집중하여 듣고 평가하였나요? | | | |

활동 후기 | 이 활동을 하면서 아쉬웠던 점, 활동 후 더 궁금한 내용 등을 자유롭게 서술해 보자.



수업 진도 체크 ✓			
반	체크	반	체크

더 자세히 멘델레예프의 주기율표가 갖는 과학사적 의미

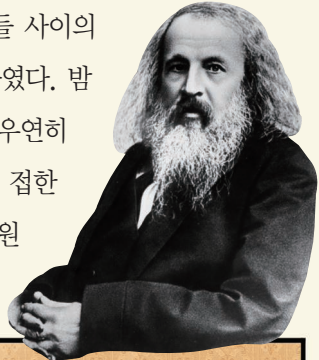
멘델레예프의 주기율표를 인정하는 이유는 두 가지이다. 첫째는 원소들의 성질에 근거하여 몇 가지 원소들의 기준에 알려진 원자량이 잘못되었다는 것을 인지하고, 이를 고쳐 원소들을 주기율표의 정확한 위치에 넣은 것이다. 예를 들어 베릴륨은 알루미늄과 성질이 비슷하며 원자량이 13.8로 탄소와 질소 사이 있다고 여겨진 것을 원자량을 9.4로 다시 계산하여 리튬과 붕소 사이의 자리에 넣었다. 둘째는 아직 발견되지 않은 원소들을 빈자리로 두고 원자량은 물론 이들 원소와 화합물의 성질까지 정확하게 예측한 점이다. 그가 예언한 원소들은 에카붕소, 에카알루미늄, 에카망가니즈, 에카실리콘인데, 이들은 각각 스칸듐, 갈륨, 테크네튬, 저마늄으로 이후 발견되었고, 이들의 성질은 예측한 것과 매우 잘 일치하였다. 이는 과학의 본성 중 '예측 가능성'을 잘 보여준 사례로, 멘델레예프의 주기율표로 인해 화학은 비로소 예측 가능한, 진정한 의미의 과학으로 도약하게 되었다.



멘델레예프의 우연한 발견

도움 영상

원소가 마구잡이로 만들어지지 않았을 것이라고 믿었던 멘델레예프는 원소들 사이의 규칙성을 밝히기 위해 원소의 성질을 카드에 적어 이리저리 배열해 보며 고민하였다. 밤낮없이 고민하던 그는 깜박 잠이 든 순간에도 생각의 끈을 놓지 않았고, 덕분에 우연히 꿈에서 실마리를 찾아 주기율표를 완성하였다. 멘델레예프의 주기율표를 처음 접한 과학자들의 반응은 냉담하였다. 그러나 시간이 흘러 그가 예측한 성질을 가진 원소들이 발견되면서 멘델레예프의 주기율표가 과학적으로 인정받게 되었다.



원소의 성질과 원자량을 적어서 카드를 만들어 보자.

생각보다 쉽지 않은데?

3일 후
아무래도 안 되겠어. 이대로 실패하는 걸까?

H = 1	Be = 9.4	Mg = 24
B = 11	Al = 27.4	
C = 12	Si = 28	
N = 14	P = 31	
O = 16	S = 32	
F = 19	Cl = 35.5	
Li = 7	Na = 23	K = 39

난 꿈에서 본 모습을 깨자마자 기록했고, 그렇게 주기율표를 완성했지!

저희 과학자 회의
멘델레예프가 발표한 주기율표는 인정할 수 없습니다!

연구실
이 원소의 원자량은 멘델레예프가 예측한 것과 같아. 놀랍군!

이후 멘델레예프의 주기율표는 현대 주기율표의 바탕이 되었다.



과학의 탐구 방법

개나리는 이른 봄에 잎보다 노란 꽃이 먼저 핀다. 봄이 되면 왜 개나리는 꽃이 필까? 개나리는 왜 꽃보다 잎이 늦게 나올까? 이렇듯 우리는 주변에서 일어나는 현상에 호기심과 의문을 가지게 되고, 그 의문의 답을 찾고 싶어 한다. 의문을 해결하기 위해서는 과학적으로 탐구하는 과정이 필요하다. 과학의 탐구 방법에는 귀납적 탐구 방법, 연역적 탐구 방법 등이 있다.

귀납적 탐구 방법

자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석한 후, 일반적인 원리를 도출해 내는 탐구 방법이다. 실험을 통해 검증하기 어려운 주제를 탐구하는 방법으로, 가설 설정 단계가 없다. 생물 대멸종을 설명하는 가설 도출, 세포설, 다윈의 진화설, DNA 이중 나선 구조 발견 등이 그 예이다.



연역적 탐구 방법

관찰한 현상에서 문제를 인식하여 가설을 설정하고 대조 실험을 통해 가설의 옳고 그름을 검증하는 탐구 방법이다. 레디의 실험, 플레밍의 페니실린 연구, 에이크만의 각기병 연구, 파스퇴르의 탄저병 백신 연구 등이 그 예이다.



대조 실험과 변인

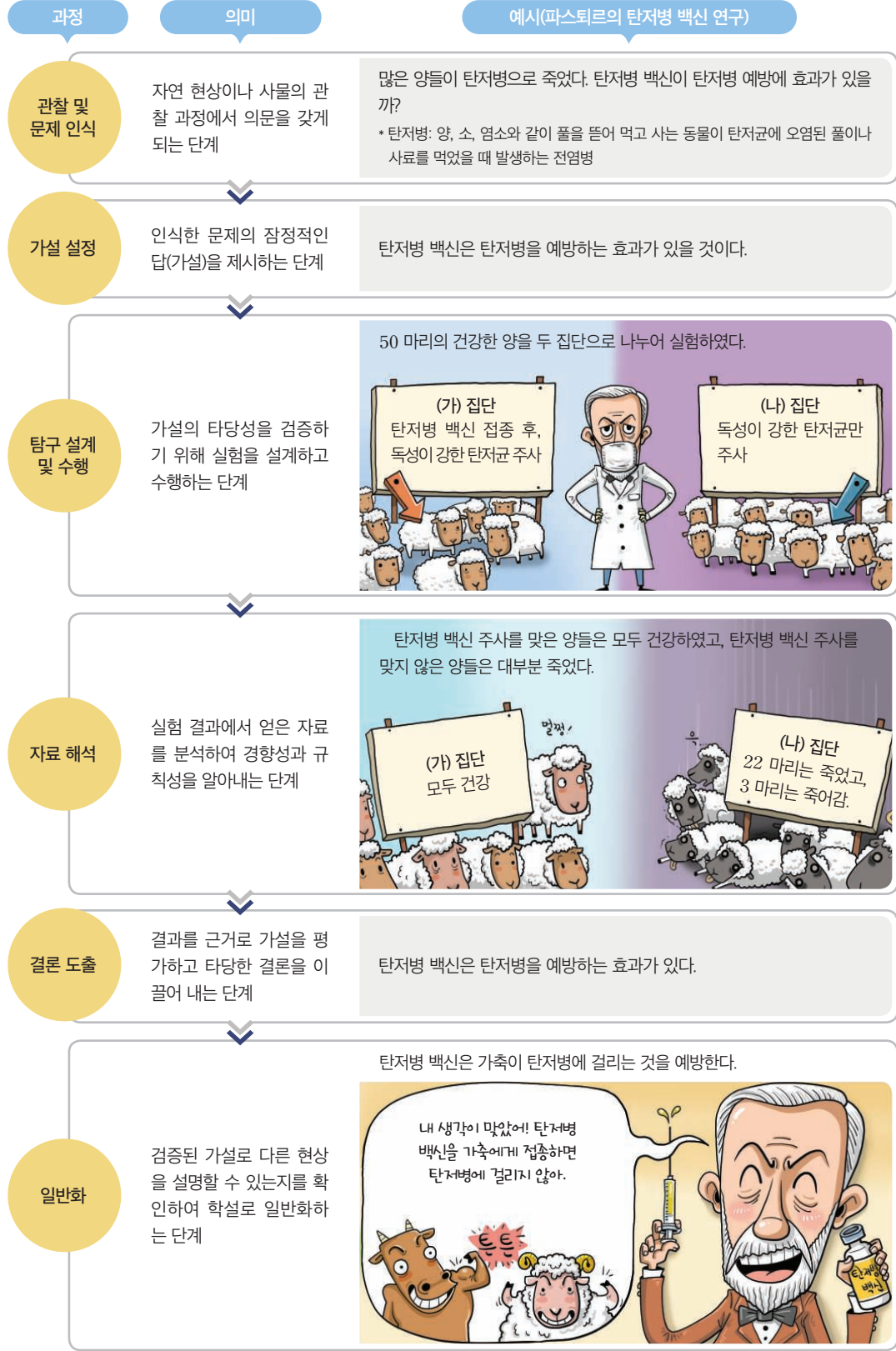
1. 대조 실험: 실험을 통해 얻은 대조군과 실험군의 결과를 비교하여 실험 결과의 타당성을 인정받을 수 있다.

실험군	실험 조건(조작 변인)을 인위적으로 변경 또는 제거한 집단
대조군	실험군과 비교되는 기준으로 실험 조건을 변경하거나 제거하지 않은 집단

2. 변인: 실험에 관계되는 요인으로 독립변인과 종속변인이 있다.

독립변인	실험 결과에 영향을 주는 요인 • 조작 변인: 가설을 검증하려고 의도적으로 변화시키는 요인 • 통제 변인: 조작 변인 이외에 실험 결과에 영향을 주는 변인으로 일정하게 유지해야 하는 변인
종속변인	조작 변인에 따라 나타나는 실험 결과

연역적 탐구 과정



03



과거에 번성했던 생물들이 멸종한 까닭은 무엇일까?

들어가기

공룡은 1억 년이 넘는 기간 동안 지구 상에서 번성하다가 갑자기 멸종하였다. 또, 매머드는 5백만 년 동안 지구상에서 번성하다가 갑자기 멸종하였다. 이처럼 오랜 지구의 역사 속에서 생물은 출현과 멸종을 반복해 왔다. 생물 대멸종이 일어난 까닭을 조사하고 토론해 보자.

과(科)

생물을 분류하는 7 가지 체계 중 하나이다. 분류의 가장 작은 기본 단위인 종을 묶어 속으로 분류하고, 비슷한 속을 묶어 과로 분류한다. 이와 같은 방법으로 생물의 분류 체계는 종, 속, 과, 목, 강, 문, 계로 갈수록 커진다.

핵심 개념

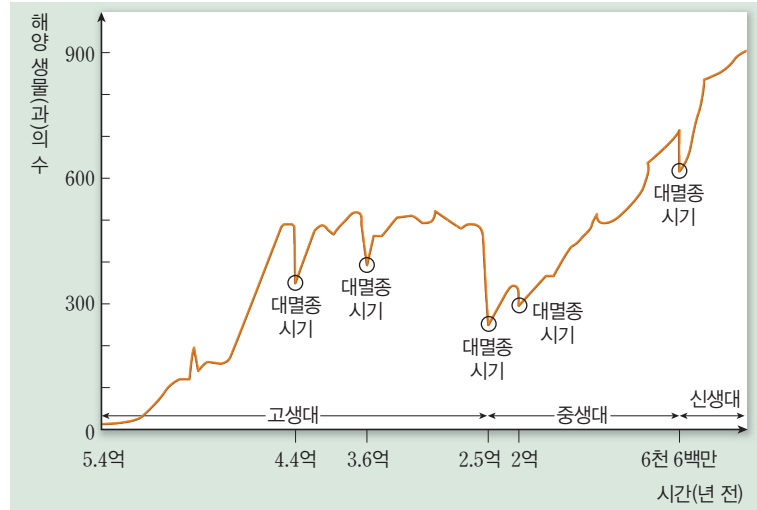
- 멸종(滅 멸망하다, 種 씨, extinction)
- 운석(隕 떨어지다, 石 돌, meteorites)
- 대륙붕(大 크다, 陸 물, 棚 시렁, continental shelf)
- 해류(海 바다, 流 흐르다, oceanic current)

- 탐구 목표 지질 시대에 일어난 생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화를 조사하고, 귀납적 탐구 방법을 설명할 수 있다.

- ☑ 준비물 ☑ 인터넷 가능 기기 ☑ 참고 도서 ☑ 사인펜이나 색연필

자료 ① 지질 시대의 생물 대멸종

그림은 지질 시대에 일어난 다섯 번의 생물 대멸종 시기를 나타낸 것이다.



(출처: 미국 캘리포니아 대학교(<http://math.ucr.edu/home/baze/extinction>))

분석 및 정리하기

- ① 생물 대멸종이 일어난 다섯 번의 시기 중 멸종률이 가장 큰 시기는 언제인가?

멸종률이 가장 큰 시기는 약 2.5억 년 전이다.

도움말 멸종률: $\frac{\text{멸종한 생물(과)의 수}}{\text{총 생물(과)의 수}} \times 100\%$

- 약 4.4억 년 전 멸종률: 약 27%
- 약 3.6억 년 전 멸종률: 약 19%
- 약 2.5억 년 전 멸종률: 약 57%
- 약 2억 년 전 멸종률: 약 23%
- 약 6천 6백만 년 전 멸종률: 약 17%

② 모둠별로 다섯 번의 생물 대멸종 시기 중 하나를 선택한 후, 생물 대멸종이 일어나기 전과 후의 환경, 생물의 종류 등을 조사하여 정리해 보자.

● 선택한 시기: **약 2.5억 년 전**

생물 대멸종 전	생물 대멸종 후
<ul style="list-style-type: none"> 기후가 온난하고, 대기 중 산소 농도가 높았다. 양치식물, 거대 잠자리, 거미, 전갈, 거대 양서류 등이 번성하였다. 초대륙인 판게아가 형성되었다. 	<ul style="list-style-type: none"> 화산재에 의한 지구 냉각화와 화산 가스에 의한 지구 온난화가 진행되었다. 대기 중의 산소 농도가 급격히 감소하였다. 대부분의 생물이 멸종하였다.

연계 학습

이 탐구는 통합과학 'VII. 생물 다양성과 유지' 단원과 연계됩니다.

대멸종

지구상에 생물이 출현한 후 십여 차례 이상 생물이 크게 멸종하였는데, 그 가운데 가장 큰 멸종이 있었던 다섯 차례를 대멸종이라고 한다.

③ 모둠별로 위에서 조사한 내용을 발표하고, 각 모듬의 발표 내용에는 어떤 공통점이 있는지 토론해 보자.

모듬(시기)	내용	공통점
약 4.4억 년 전	대륙 이동으로 빙하기가 나타났고, 거대 두족류가 멸종하였다.	<ul style="list-style-type: none"> 해양 생물(과)의 멸종률이 15 % 이상으로 많은 생물이 멸종하였다. 육지 생물과 바다 생물, 식물과 동물, 크기가 큰 것에서 작은 것까지 광범위하게 멸종이 일어났다. 최상위 포식자는 살아남지 못하였다. 짧은 시간 동안에 멸종이 일어났다. 하나의 원인과 관련이 있거나, 서로 연관된 여러 원인이 함께 작용하였다.
약 3.6억 년 전	육지 식물의 번성으로 녹조, 적조가 발생하고, 갑주어가 멸종하였다. 대륙 이동으로 일부 해양이 사라졌으며, 이산화 탄소의 감소로 온실 효과가 약화되었다.	
약 2.5억 년 전	격렬한 화산 활동으로 지구 냉각화와 지구 온난화가 진행되었으며, 대기 중 산소 농도가 감소하였다.	
약 2억 년 전	대서양이 형성되면서 격렬한 화산 활동이 일어나 지구 냉각화와 지구 온난화가 진행되었으며, 거대 양서류가 멸종하였다.	
약 6천 6백만 년 전	격렬한 화산 활동과 운석 충돌이 있었으며, 공룡과 암모나이트가 멸종하였다.	

5대 멸종

- 오르도비스기-실루리아기 멸종
- 데본기 말 멸종
- 페름기-트라이아스기 멸종
- 트라이아스기-쥐라기 멸종
- 백악기 제3기 멸종

학습 자료 사이트

EBS 다크프라임
<http://home.ebs.co.kr/docuprime/index>
 지구 대멸종, 지질 시대 동안의 생물과 관련된 다양한 영상 자료를 볼 수 있다.

스스로 평가하기

| 우수 | 보통 | 미흡 |

- 생물 대멸종 전과 후의 환경, 생물의 종류 등을 적극적으로 조사하였나요? | | | |
- 모듬별 활동에 적극적으로 참여하였나요? | | | |
- 토론에 적극적으로 참여하였나요? | | | |

| **활동 후기** | 이 활동에서 어떤 것을 배웠는지 자유롭게 서술해 보자.



수업 진도 체크 ✓

반	체크	반	체크

이리듬

소행성이나 운석 등에는 많이 포함되어 있으나, 지표 부근에서는 희귀한 원소이다. 세계 여러 지역에 분포하는 중생대 말의 지층에 이리듬이 다량으로 포함되어 있다.

운석 충돌의 증거

- 아미노산이 포함된 운석: 운석에만 존재하는 아미노산이 포함된 운석의 발견으로 운석 충돌이 일어났다는 것을 알 수 있다.
- 텍타이트: 운석이 지표면과 충돌할 때 지표면의 일부가 녹아서 대기 중으로 튀어 올랐다가 급격하게 식어서 생성된 작고 검은 유리질 조각으로 구성된 광물이다.
- 흠집난 석영: 석영 결정 표면에 강한 충격으로 생긴 독특한 형태의 굽힌 자국이 보인다.

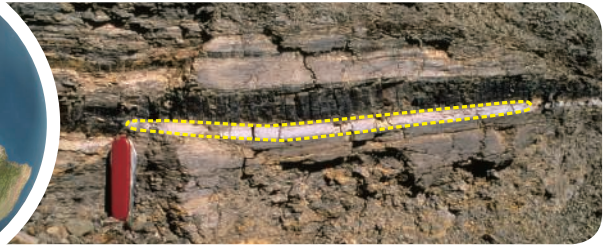
자료 2 생물 대멸종을 설명하는 가설들 ▶ 도움 영상

1 거대한 운석의 충돌

과학자들은 전 세계의 여러 지역에서 이리듬이 비정상적으로 많이 포함된 중생대 말(약 6천 6백만 년 전) 지층을 발견하였다. 이리듬은 지구 생성 초기에 지구 내부로 가라앉았기 때문에 현재 지표의 암석에서는 거의 발견되지 않는다. 그러므로 과학자들은 중생대 말에 거대한 운석이 충돌하면서 대기로 퍼져 나간 이리듬이 가라앉아 이 지층에 포함된 것이라고 설명하였다. 과학자들은 운석이 충돌한 장소로 멕시코의 유카탄반도를 지목하였다.



운석 충돌 위치



이리듬이 농축된 지층(점선 내부)

분석 및 정리하기

- 중생대 말에 거대한 운석이 충돌하였다는 또 다른 증거들을 조사해 보자.
 - 중생대 말 지층에서 운석에만 존재하는 아미노산이 발견되었다.
 - 중생대 말 지층에서 운석이 충돌할 때 생기는 텍타이트와 흠집 난 석영이 발견되었다.
 - 이리듬이 다량 농축된 중생대 말 지층에서는 유공충 화석이 발견되지 않지만, 그 지층의 상부와 하부에서는 서로 다른 유공충이 발견되었다.
- 거대한 운석이 지구에 충돌하면 지권, 수권, 기권에는 각각 어떤 변화가 일어나겠는가? 지권에서는 규모가 큰 지진이 발생하고, 수권에서는 해수가 증발하고, 엄청난 규모의 쓰나미가 발생한다. 기권에서는 충돌열에 의해 온도가 매우 높아진다. 운석이 충돌하면서 대기 중으로 방출된 물질에 의해 산성비가 내리고, 화산재에 의해 햇빛이 가려져서 지구의 기온이 낮아진다.
- 위 2의 결과로 중생대 말 생물권에는 어떤 급격한 변화가 일어났는지 설명해 보자. 운석 충돌에 의한 직접적인 영향으로 수많은 생물이 사라졌으며, 이후 산성비와 기온 하강 등으로 해양 생물 뿐만 아니라 육지의 식물이 치명적인 피해를 입었다. 그 결과 대부분의 초식 동물이 멸종하고, 일부 육식 동물도 멸종하게 되었다.
- 거대한 운석이 지구에 충돌했을 때 지구 시스템에 미치는 영향을 글이나 그림 등으로 표현해 보자.



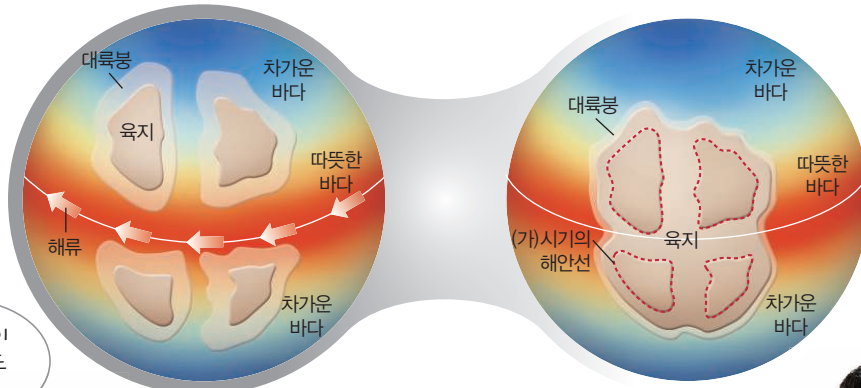
예시 답안

- 운석이 지구에 충돌하면서 많은 먼지와 파편이 대기 중으로 퍼져 나갔고, 이들이 태양 빛을 가렸다.
- 지구의 기온이 급격히 낮아지고, 식물이 광합성을 하지 못하였다.
- 운석이 충돌하면서 발생한 파편과 열로 인해 많은 생물이 멸종하였다.



2 대륙 분포의 변화

그림 (가)는 대륙이 분리되었을 때, (나)는 분리되었던 대륙이 하나로 합쳐져 거대한 대륙을 이루었을 때 육지와 해양의 분포, 해류 방향을 모식적으로 나타낸 것이다.



해류의 방향이
변하면 기후도
변하겠지?



(가) 대륙이 분리되었을 때

해양 생물들은
수심이 얇은 대륙붕에
많이 살고 있어.



(나) 대륙이 하나로 합쳐졌을 때

(출처: 『지구환경과학개론』, 2000.)

지도상의 유의점

- 표층 해류의 흐름에 영향을 주는 요인에는 바람의 방향과 수륙 분포가 있음을 설명한다.
- 난류와 한류가 기후에 영향을 준다는 것을 학생들에게 설명한다.

대륙붕

대륙 주변부에 있는 수심이 얇고, 경사가 완만한 해저 지형이다.

분석 및 정리하기

- 1 수륙 분포가 그림 (가)에서 그림 (나)로 바뀌면 대륙붕의 면적은 어떻게 변하겠는가? 또, 대륙붕 면적의 변화로 해양 생물의 서식지 면적은 어떻게 변하는지 설명해 보자.

해안선의 길이가 짧아지면서 대륙 연안부에 위치한 대륙붕의 면적이 감소한다. 그 결과 해양 생물의 약 50% 이상이 서식하는 대륙붕에서 치열한 생존 경쟁이 일어나 생물 멸종이 일어날 수 있다.

- 2 하나의 거대한 대륙이 형성되었을 때 예상되는 해류의 방향을 그림 (나)에 화살표로 표시해 보고, 그렇게 생각한 까닭을 설명해 보자.

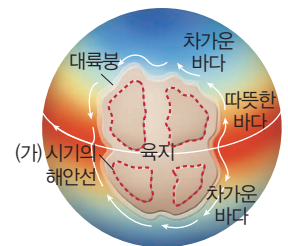
해류는 바람과 수륙 분포의 영향을 받는다. 적도 부근에서 서쪽으로 흐르던 해류가 대륙에 의해 가로막히면 그 방향이 남북 방향으로 바뀌어 그림과 같이 고위도 해역까지 흘러가게 된다.

- 3 수륙 분포가 그림 (가)에서 그림 (나)로 바뀔 때 생기는 해류 분포의 변화는 기후대에 어떤 영향을 줄까?

해류의 흐름이 단순해져서 기후대의 변화폭이 좁아진다. 따라서 기후의 다양성이 줄어든다.

- 4 여러 대륙이 하나로 합쳐지면 해양 생물종의 수에 어떤 변화가 나타나는지 토의해 보자.

대륙붕의 면적이 줄어들고, 해류의 흐름이 단순해지며, 기후대의 변화폭이 좁아지므로 생물들의 서식 환경도 단순해진다. 그 결과 비슷한 환경에서 사는 생물들끼리 생존 경쟁이 치열해지므로 생물 멸종이 일어날 수 있다.



산성비

대기 중의 이산화 탄소가 빗물에 녹으면 탄산 이온이 되므로 빗물은 약한 산성을 띠어 pH가 5.7보다 낮아지기 어렵다. 그러나 빗물에 황산 화물이나 질소 산화물이 녹아들어가면 pH가 5.6보다 낮은 산성비가 된다.

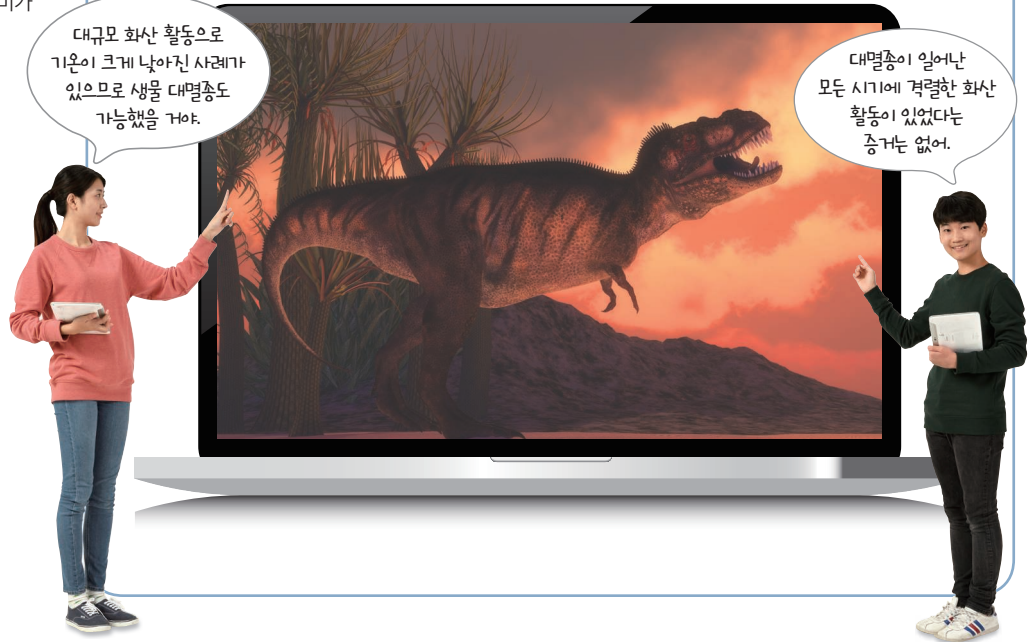
3 격렬한 화산 활동

다음은 생물 대멸종의 원인을 설명하는 여러 가지 가설 중 하나인 화산 활동설의 주요 내용과 두 학생의 주장을 나타낸 것이다.

“격렬한 화산 활동으로 대기 중으로 방출된 다량의 화산 분출물에 의해 기온이 크게 낮아졌고, 강한 산성비가 내려서 생물이 멸종했다.”

대규모 화산 활동으로 기온이 크게 낮아진 사례가 있으므로 생물 대멸종도 가능했을 거야.

대멸종이 일어난 모든 시기에 격렬한 화산 활동이 있었다는 증거는 없어.



분석 및 정리하기

이산화 탄소, 이산화 황, 염소 등의 화산 가스가 물과 결합하면 황산, 염산, 탄산이 되어 산성비가 된다.

1 격렬한 화산 활동이 일어나면 강한 산성비가 내리는 까닭은 무엇인지 조사해 보자.

✎ 화산 활동이 일어나면서 대기 중으로 방출된 화산 가스에는 황산화물이 포함되어 있는데, 황산화물이 빗물과 결합하여 산성비가 내리게 된다.

화산 분출물

화산이 폭발할 때 분출되는 물질로, 화산 가스, 용암 그리고 화산재나 화산력 등의 화산 쇄설물이 있다.

2 최근 화산 활동으로 다량의 화산 분출물이 대기 중으로 방출되어 기온이 낮아진 사례를 조사해 보자.

✎ 1991 년 필리핀 피나투보 화산 폭발로 다음 해에 전 지구적으로 기온이 0.5 °C 하강했다. 1815 년 인도네시아 탐보라 화산이 폭발한 직후 그해 세계 기온이 3 °C 하강했다.


화산 가스에 의해 산성비가 내리게 되면, 산성비로 인해 식물이 감소하면서 육지의 동물도 사라진다. 식물이 사라진 땅은 쉽게 깎여 나가 육지의 풍화 속도를 증가시킨다.

3 격렬한 화산 활동이 일어나면 생물권에 어떤 급격한 변화가 나타나는지 토의해 보자.


✎ 많은 양의 화산 쇄설물에 의해 동물과 식물이 매몰된다. 또, 화산재가 성층권까지 올라가 오랫동안 머물면서 햇빛을 차단하여 광합성을 방해하고, 기온을 떨어뜨려 생태계에 영향을 준다.

귀납적 방법으로 설명하기

1 귀납적 탐구 방법이 무엇인지 조사하고, 사례를 들어 설명해 보자.

 귀납적 탐구 방법은 자연을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 일반적인 원리나 법칙을 끌어내는 방법이다. 예를 들어, 다윈은 수 년간 비글호를 타고 항해하면서 관찰한 동식물의 자료를 분석하고, 갈라파고스 군도의 생물을 관찰하여 진화설을 도출하였다.

2 자료 1 과 자료 2 를 바탕으로 생물 대멸종의 원인을 설명하는 가설을 귀납적 탐구 방법으로 도출해 보자.

-  ① 자연 현상: 중생대에 번성했던 공룡이 오늘날에는 화석으로 존재한다.
 ② 관찰 주제 설정: 공룡이 중생대 말에 멸종한 까닭은 무엇일까?
 ③ 관찰 및 자료 수집 방법 고안: 중생대 말에 퇴적된 지층과 신생대 초에 퇴적된 지층에 포함되어 있는 화석과 성분을 비교한다. 지구 규모의 생물 대멸종을 일으킬 수 있는 운석의 크기가 얼마인지 계산해 보고, 그와 같은 크기 이상의 운석 충돌 장소를 찾는다.
 ④ 자료 해석: 중생대 말의 지층과 신생대 초의 지층 사이에 점토층이 분포하는데, 이 지층은 이리듐의 함량이 매우 높다. 또, 운석에만 존재하는 아미노산이 발견되고, 운석이 충돌할 때 생기는 텍타이트와 흙 집난 석영이 발견된다.
 ⑤ 결론 도출: 중생대 말에 거대한 운석이 지구에 충돌하여 공룡이 멸종하였다.

3 위에서 도출한 가설의 과학적 타당성을 토의해 보자.

가설	과학적 타당성	
	타당하다.	타당하지 않다.
운석 충돌설	거대한 운석의 충돌은 먼지와 에어로졸을 생성하여 광합성을 방해하므로 육지와 해양에서 먹이 사슬을 붕괴시킬 수 있다. 황이 풍부한 운석은 산성비를 내리서 먹이 사슬의 붕괴에 기여한다.	중생대에 번성했던 생물들이 운석 충돌과 거의 동시에 멸종하였다는 증거는 있지 않다. 운석 충돌로 일부 지역에서 피해가 발생할 수 있으나, 전 지구적인 대멸종이 일어나지는 않을 수 있다.

활동 +

지질 시대에 일어난 생물 대멸종으로 공룡과 같은 최상위 포식자가 사라졌는데, 사람이 최상위 포식자인 오늘날에는 여섯 번째 생물 대멸종이 진행되고 있다는 주장이 있다. 이와 관련한 자신의 생각을 정리한 후, 찬성과 반대 관점으로 나누어 토론해 보자.

- 찬성: 스스로 지구 환경을 파괴하는 인간은 여러 가지 지구의 내적, 외적 요인에 의해 일어난 다른 대멸종에서와 같이 최상위 포식자이므로 멸종할 것이다.
- 반대: 인간은 자연을 파괴할 뿐 아니라 보존하는 능력을 기를 수 있으므로 지구 환경을 끊임없이 변화·개선시켜서 대멸종을 피할 수 있을 것이다. | 우수 | 보통 | 미흡 |

스스로 평가하기

- 생물 대멸종의 가설을 잘 조사하고, 이해하기 쉽게 설명하였나요? | | | |
- 귀납적 탐구 방법으로 생물 대멸종의 원인을 설명하는 가설을 도출하였나요? | | | |
- 토론에 적극적으로 참여하였나요? | | | |

활동 후기 | 탐구 과정에서 부족한 점이나 개선할 점이 있으면 서술해 보자.



가설

아직까지 알려지지 않은 어떤 사실을 설명하거나 어떤 이론 체계를 연역하기 위하여 설정한 가정으로, 가설이 관찰이나 실험 등에 의하여 검증되면 타당한 진리가 된다.

지도상의 유의점

교과서 34~35 쪽 내용을 학습한 후 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법의 특징과 차이점을 알게 한다. 이를 통해 귀납적 탐구 방법으로 생물 대멸종의 원인을 설명하는 가설을 도출할 수 있도록 지도한다.



수업 진도 체크 ✓

반	체크	반	체크

04



파스퇴르의 생물 속생설은 어떤 과정으로 도출되었을까?

들어가기

기원전 4세기 그리스의 아리스토텔레스(Aristoteles, B.C. 384~B.C. 322)는 쌀독에 원래 없던 쥐가 들어 있는 것을 보고 쥐가 자연적으로 발생한다고 생각하여, 생명체가 저절로 생긴다는 자연 발생설을 주장하였다. 그 후 2000년 동안 자연 발생설을 부정한 사람은 거의 없었다. 그렇다면 생물은 반드시 생물로부터 생겨난다는 생물 속생설은 어떻게 도출되었는지 그 과정을 알아보자.

핵심 개념

- 자연 발생설(自 스스로, 然 그러하다, 發 일어나다, 生 살다, 說 말씀, spontaneous generation theory)
- 생물 속생설(生 살다, 物 사물, 續 잇다, 生 살다, 說 말씀, biogenesis)
- 연역(演 풀어내다, 釋 풀리다, deductive)적 탐구 방법



탐구 1

생물 속생설의 도출 과정 검토하기

탐구 목표 파스퇴르의 생물 속생설 도출 과정을 검토하고, 연역적 탐구 방법의 특징을 설명할 수 있다.

- 준비물
- 인터넷 가능 기기
- 참고 도서

조사하기

- 자연 발생설: 생물이 흙이나 물 같은 무생물적 요소와 초자연적인 힘이 결합하여 생물이 발생한다는 학설이다.
- 생물 속생설: 생물은 이미 존재하고 있던 생물을 통해 발생한다는 학설이다. 생명체가 자연 발생적으로 생길 수 없음을 입증하였다.

다음은 자연 발생설과 생물 속생설을 주장한 여러 과학자들의 실험을 나타낸 것이다. 인터넷 가능 기기나 참고 도서를 이용하여 레디와 스팔란차니의 실험을 찾아 서술해 보자.

헬몬트(Helmont, J. B. van, 1577~1644)

더러운 천 조각과 곡식의 낱알을 기름과 우유에 적서 항아리에 넣어 창고에 두었더니 21일이 지난 후 항아리에서 쥐가 나타났다.

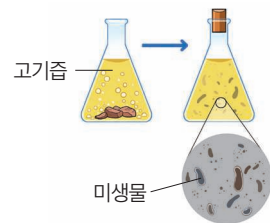


레디(Redi, F., 1626~1697)

자연을 확인하기 위한 몇 가지 실험을 소개하면서 아리스토텔레스가 주장한 '구더기는 썩은 고기에서 자연 발생한다.'라는 믿음에 도전하였다. 레디는 2개의 병에 각각 고기 조각을 넣고 하나는 병의 입구를 막지 않았고, 다른 하나는 천으로 병의 입구를 막았다. 그 결과 천으로 병의 입구를 막았던 병 속의 고기 조각에서 구더기가 생기지 않았다.

니덤(Needham, J. T., 1713~1781)

고기즙을 끓인 다음 플라스크에 넣고 입구를 막개로 막아 따뜻한 곳에 보관하였다. 며칠 후 현미경으로 고기즙을 관찰하였더니 고기즙 속에서 미생물이 관찰되었다.



스팔란차니(Spallanzani, L., 1729~1799)

니덤의 실험 과정에 문제가 있다고 주장하였으며, 니덤의 실험 과정을 수정해 재현함으로써 자연 발생이 일어날 수 없는 결정적인 실험을 수행하였다. 스팔란차니는 고기즙이 담긴 플라스크의 유리를 녹여 밀봉하여 끓인 후 실온에서 식혔다. 그 결과 플라스크의 고기즙에서 미생물이 생기지 않았다.

지도상의 유의점

- 과학자들이 행했던 역사적인 실험들의 차이점을 구분하게 하고, 과학이 자연 현상을 설명하려고 인간이 노력한 산물임을 깨닫게 한다.
- 역사적 실험이 사회적·문화적 맥락에 따라 끊임없이 변화한다는 사실을 통해 과학의 본성을 인식할 수 있도록 한다.

토의하기

1 자연 발생설과 생물 속생설을 각각 지지한 과학자를 구분하여 서술해 보자.

자연 발생설을 지지한 과학자	헬몬트, 니덤
생물 속생설을 지지한 과학자	레디, 스팔란차니, 파스퇴르

2 레디는 연역적 탐구 방법으로 실험하였다. 레디의 실험에서 연역적 탐구 방법의 특징을 찾아 설명해 보자.

레디는 '고기 조각에서 구더기가 우연히 발생하는 것일까?'라는 의문을 가졌으며, '고기 조각에서 생긴 구더기는 파리로부터 생길 것이다.'라는 가설을 세우고 대조 실험을 수행하였다.

3 레디의 실험을 설명한 네 학생의 대화 내용을 완성해 보자.

레디는 대조군과 실험군을 설정하여 대조 실험을 확립했지.

레디의 실험은 최초로 자연 발생설을 부정한 실험이야.

병의 입구를 막지 않은 병이고, 대조군은 천으로 이었네. 병의 입구를 막은 병

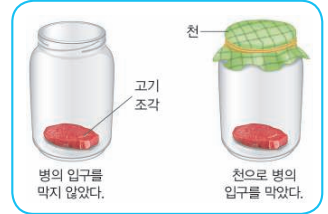
레디가 이 실험으로 얻은 결론은 구더기는 파리로부터 이야. 생긴다는 생물 속생설

연계 학습

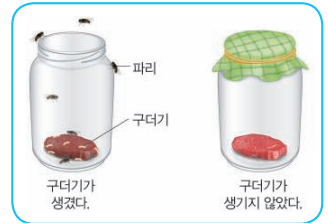
이 탐구는 통합과학 'V. 생명 시스템' 단원과 연계됩니다.

레디의 실험

• 탐구 설계 및 수행



• 자료 해석



4 레디의 실험에서 조작 변인과 통제 변인은 각각 무엇인지 서술해 보자.

조작 변인은 병의 마개 유무이고, 통제 변인은 고기 조각의 크기, 병의 크기, 실험하는 장소의 온도 등이다.

5 스팔란차니는 니덤의 실험 과정에 문제가 있다고 주장하였다. 스팔란차니의 실험에서 니덤의 실험 과정을 개선한 부분은 무엇인지 토의하여 발표해 보자.

니덤의 실험 과정에서 나타난 문제점은 다음과 같다.

- ① 멸균이 제대로 되지 않았을 가능성
- ② 식히는 과정에서 생명체(미생물, 세균)가 유입되었을 가능성
- ③ 실험 과정에 사용된 도구가 제대로 멸균되지 않았을 가능성

스팔란차니는 니덤 실험의 이러한 문제점을 개선하기 위해 가열하고 고기즙을 공기에 노출시키지 않았다.

니덤은 미생물이 자연적으로 발생한다고 생각했고, 스팔란차니는 이를 반박했어요.



정리하기



파스퇴르(Pasteur, L., 1822~1895)

프랑스의 생화학자이며, 미생물학의 아버지이다. 저온 살균법을 발견하고, 광견병과 콜레라의 백신 등을 만들었다.

파스퇴르는 공기에서 걸러 낸 먼지를 모아 현미경으로 관찰하였더니 미생물과 유사한 작은 입자들이 보였다. 이에 파스퇴르는 공기 중의 미생물이 공기를 통해 고기즙 속에 들어가 번식한다고 생각하여 이를 입증할 실험을 실시하였다.

① 파스퇴르의 실험을 연역적 탐구 과정에 따라 정리해 보자.

학습 자료 사이트

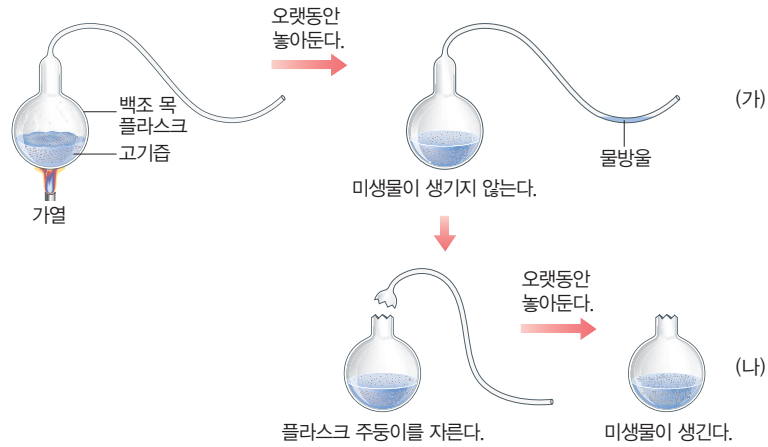
파스퇴르의 플라스크
http://clipbank.ebs.co.kr/clip/view?clipId=VOD_20140423_A0009
백조 목 플라스크를 이용한 실험 동영상을 볼 수 있다.

파스퇴르의 생물 속생설 도출 실험



고기즙을 플라스크에 넣어 끓인 후, 무균 상태의 공기를 주입하고 밀봉하였더니 미생물이 생기지 않았다. 그러나 공기에서 걸러 낸 먼지를 고기즙에 넣었더니 미생물이 생겼다. 생물은 생물로부터 생기는 걸까?


✎ 생명체는 이미 존재하고 있는 생물로부터 발생할 것이다.



- (가)에서는 공기가 자유롭게 이동하지만, 먼지는 플라스크 목에 고인 물 때문에 고기즙에 도달하지 못하여 미생물이 생기지 않는다.
- (나)에서는 플라스크 주둥이를 잘라 내면 공기 중의 미생물이 고기즙 속에 들어가 미생물이 생긴다.

✎ 플라스크 속 고기즙에 미생물이 발생하는 것은 공기 중에 존재하는 미생물 때문이다. 따라서 생물은 자연 발생되는 것이 아니라 반드시 이미 존재하는 생물로부터 생긴다.


② 파스퇴르가 백조 목 플라스크를 고안하여 실험함으로써 해결한 문제는 무엇인지 토의해 보자.


 플라스크를 가열하면 수증기가 응결하여 생긴 물방울이 S자형 유리관을 막는다. 그 결과 외부의 공기는 수증기를 지나 플라스크 내부로 들어가지만 미생물은 들어갈 수 없다. 스팔란차니의 밀폐 실험에서 신선한 공기가 없어 생물이 생겨날 수 없다고 반박한 점을 해결하였다.




▶ 파스퇴르의 백조 목 플라스크

③ 파스퇴르가 이 실험으로 증명한 것은 무엇인지 발표해 보자.

 자연 발생설과 이를 반박하는 논쟁은 19세기까지 계속되었다. 파스퇴르는 자연 발생설을 지지하는 과학자들이 공기를 가열하면 활력(생명력)이 없어진다는 주장을 반박하기 위해 끓인 고기즙과 가열되지 않은 신선한 공기를 같이 놓아두어도 미생물이 생기지 않는다는 것을 증명하였다. 이로써 생물은 반드시 이미 존재하는 생물로부터만 생겨난다는 생물 속생설을 확립하였다.

④ **창의력**  생물 속생설이 옳다면 지구에서 최초의 생명체는 어떻게 출현한 것인지 생각해 보자.

 **예시 답안** 진화론의 창시자인 다윈은 『종의 기원』에서 모든 생물은 하나의 조상에서 유래했다고 주장하였다. 생물 속생설이 옳다면 현재의 생물은 하나의 조상에서 유래했을 것이다. 그렇다면 지구 최초의 원시 생명체가 어떻게 생겨났을까? 원시 지구의 어딘가에서 화학적으로 탄소 화합물이 구성되고 이 물질이 더 복잡한 탄소 화합물로 변하며 생명체를 구성하는 물질들이 만들어진 후 생명 활동을 하는 생명체로 진화한 것이라고 추정한다. 간접적인 증거로 밀러의 실험이 있다. 밀러는 플라스크에 메테인, 암모니아, 수소 가스, 수증기의 혼합물 등 원시 지구의 대기와 가깝다고 여겨진 물질들을 채우고 여러 차례 전기 방전을 일으켰다. 며칠 후 플라스크에 단백질을 구성하는 단위체인 아미노산을 비롯해 다양한 유기물이 생성된 것을 발견할 수 있었다.

스스로 평가하기

	우수	보통	미흡
• 레디의 실험에서 연역적 탐구 방법의 특징을 찾아 설명하였나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• 니덤과 스팔란차니의 논쟁 과정을 통해 두 주장의 차이를 알게 되었나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• 파스퇴르가 생물 속생설을 도출하기까지의 과정을 알았나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• 토의 및 발표 활동에 적극적으로 참여하였나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• 결론을 내릴 때 모둠원 전체의 의견을 반영하였나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

수업 진도 체크 			
반	체크	반	체크

활동 후기 | 이 활동에서 어떤 것을 배웠는지 자유롭게 서술해 보자.



지도상의 유의점

- 자연 발생설의 오류를 밝힌 파스퇴르의 실험을 연역적 탐구 과정의 절차에 따라 재연할 수 있도록 한다.
- 연역적 탐구 실험은 기존에 알려진 과학 지식이 완전하지 않기 때문에 이를 극복하기 위해 새로운 가설을 제시하여 설명하며 시작된다는 점을 알 수 있도록 한다.

탐구 2

파스퇴르의 실험 재연하기

탐구 목표 가설 설정을 포함한 연역적 탐구 과정을 통해 과학사의 대표적인 탐구 실험을 수행할 수 있다.

실험 설계하기

다음 준비물을 이용하여 파스퇴르의 실험을 재연할 방법을 토의한 후, 실험 장치를 그림으로 표현해 보자.

준비물 | 고기즙, 둥근바닥 플라스크, 스탠드, 클램프, 실리콘 관, 전열 기구, 비커, 유리관, 램이나 고무마개, 보안경, 면장갑, 실험용 고무장갑, 실험복

예시 탐안



활동 도움·유의 사항

- 실리콘 관이 연결된 고무마개 부위를 램 등으로 밀봉한다.
- 실리콘 관이 S자형이 되도록 구부려 고정한다.

유의할 점

전열 기구를 사용할 때 손이 데지 않도록 주의한다.

실험 재연하기

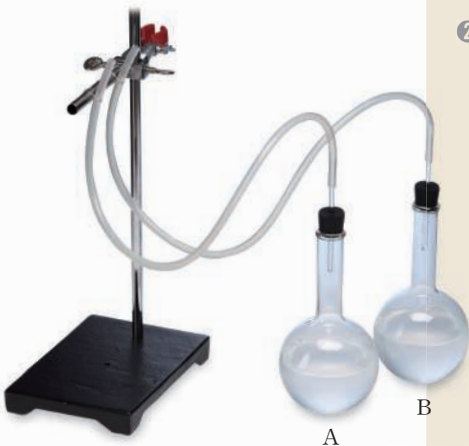


파스퇴르의 실험을 다음과 같이 재연해 보자.

- 1 2 개의 둥근바닥 플라스크 A와 B에 각각 같은 양의 고기즙을 넣자.
- 2 플라스크 A와 B에 각각 실리콘 관이 연결된 고무마개를 끼우고, 실리콘 관이 S자형이 되도록 구부려 끝부분을 클램프에 가는 철사로 묶어 고정하자.
- 3 플라스크 목과 실리콘 관의 연결 부위가 밀봉되었는지 확인하자.

도움말 고기즙을 끓일 때 고무마개 사이로 수증기가 새어 나오는지를 통해 밀봉 상태를 확인할 수 있다.
- 4 고기즙을 충분히 끓인 후 실온에서 식히자.

도움말 고기즙을 식힐 때 S자형의 실리콘 관 속에 물방울이 고이지 확인한다.
- 5 플라스크 B에서 S자형의 실리콘 관이 연결된 고무마개를 제거하고 실온에 7 일간 보관한 후 플라스크 A와 B에서 일어나는 고기즙의 변화를 관찰하여 비교해 보자.




결과 및 정리하기

1 S자형의 실리콘 관이 연결된 고무마개를 제거하지 않은 플라스크 A와 제거한 플라스크 B 속의 고기즙에서 일어난 변화를 각각 관찰하여 서술해 보자.

구분	플라스크 A	플라스크 B
고기즙의 변화	고기즙에 미생물이 발생하지 않았고, 색의 변화가 없다.	고기즙에 미생물이 번식하여 색이 변하고 곰팡이도 피었다.

2 파스퇴르가 수행한 실험 결과와 내가 수행한 실험 결과를 비교해 보자.
 파스퇴르는 플라스크 안에 고기즙을 넣고 가열한 후 플라스크의 목을 S자형으로 만들었다. 외부 공기는 S자형의 유리관을 통해 내부로 들어가지만, 공기 속의 미생물이나 포자는 S자형의 유리관 속의 물방울에 갇혀 내부로 들어가지 못했고, 그 결과 고기즙에서 미생물이 발생하지 않았다. 그러나 플라스크의 주둥이를 잘라 공기 중에 방치하면 미생물이 발생하였다. 실리콘 관을 이용한 재연 실험에서도 파스퇴르와 같은 결과를 얻을 수 있다.

3 **창의력 (+)** 생물 속생설을 검증할 수 있는 나만의 실험을 정하고, 그 실험에 따라 탐구 과정을 설계해 보자.

 예 바나나를 먹고 나서 그대로 두면 초파리가 생기는 과정을 탐구한다.

예시 답안 먹던 바나나를 두 조각으로 나누고, 한 조각은 끓는 물(또는 증기)에 넣었다가 꺼낸다. 바나나 조각을 각각 백조 목 플라스크에 넣어 7 일 동안 방치하고 변화를 관찰한다.



스스로 평가하기

	우수	보통	미흡
• 백조 목 플라스크 실험 장치를 설계하고 그림으로 잘 표현하였나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• 파스퇴르의 실험을 재연하는 과정에서 고기즙의 변화를 잘 관찰하였나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• 실험 후 뒷정리를 잘하였나요?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

수업 진도 체크 ✓			
반	체크	반	체크

활동 후기 | 이 활동을 하면서 아쉬웠던 점, 활동 후 더 궁금한 내용 등을 자유롭게 서술해 보자.





과학의 발달사

- 페스트는 야생의 쥐를 통해 전염되는 병으로, 열이 오르고 임파선이 부풀어 오르며 피부에 반점이 생겨서 흑사병이라고도 한다.
- 콜레라는 콜레라균의 감염으로 급성 설사가 나고 탈수 증세가 심하여 사망에 이를 수도 있는 전염병이다.

미생물의 발견

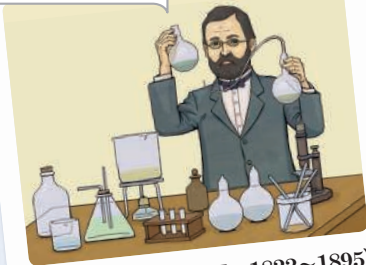
17세기 이전에는 페스트, 콜레라 등과 같은 전염병으로 죽는 사람의 수가 많았다. 그러나 그 당시 사람들은 전염병의 원인을 알지 못하여 신이 내린 벌이라고 믿었다. 17세기 후반에는 현미경이 발명되어 맨눈으로 볼 수 없었던 미생물의 존재가 알려지게 되었다. 이후 현미경의 발달과 함께 미생물에 관한 연구도 급속하게 발전하였다.

파스퇴르는 우유와 술에서 여러 종류의 미생물을 발견하였고, 미생물이 발효와 전염병의 원인이 된다는 사실을 실험을 통해 밝혀냈다.

코흐는 결핵균을 발견하여 세균이 전염병의 원인이라는 세균 병원설을 주장하였다. 전염병을 일으키는 원인이 미생물이라는 것이 밝혀지자 병원균을 죽이거나 억제하는 소독법과 멸균법이 개발되었다. 그 결과 수술 후 상처 부위의 감염에 의한 사망률을 크게 낮출 수 있게 되었다. 또, 전염병을 예방하고 치료할 수 있는 백신과 항생제 개발의 토대가 되었다.

플레밍은 푸른곰팡이에서 최초의 항생제인 페니실린을 발견하였고, 왁스먼은 흙 속에 사는 세균을 연구하여 강력한 항생제인 스트렙토마이신을 발견하였다. 이러한 항생제를 이용하여 세균에 감염되어 고통을 받는 수많은 환자들을 치료할 수 있게 되었다.

미생물의 존재 증명



➔ **파스퇴르(Pasteur, L., 1822~1895)**
백조 목 플라스크를 이용하여 공기 속에 미생물이 존재한다는 것을 밝힘으로써 생물 속생설을 입증하였다.

결핵균 발견



➔ **코흐(Koch, H. H. R., 1843~1910)**
결핵의 원인인 결핵균을 발견하여 노벨 생리·의학상을 받았다.

최초의 항생 물질 발견



➔ **플레밍(Fleming, Sir A., 1881~1955)**
세균 배양 접시에 핀 푸른곰팡이에서 세균의 증식을 억제하는 페니실린을 발견하여 노벨 생리·의학상을 받았다.

스트렙토마이신 발견



➔ **왁스먼(Waksman, S. A., 1888~1973)**
항생제인 스트렙토마이신을 만들어 노벨 생리·의학상을 받았다.



01 자유 낙하와 수평 방향으로 던진 물체는 어떻게 운동 할까?

- (1) 마찰이 없는 빗면과 같이 실제로 구현할 수 없는 상황을 상상의 실험을 통해 그 결과를 예측하는 것을 (**사고 실험**)이라고 한다.
- (2) (**갈릴레이**)은/는 사고 실험을 통해 물체에 힘이 작용하지 않으면 정지한 물체는 계속 정지해 있고, 운동하는 물체는 일정한 속도로 계속 운동하려는 성질이 있다는 것을 발견하였는데, 이를 (**관성**)이라고 한다.
- (3) 뉴턴의 가장 큰 업적 중 하나는 (**만유인력**)이라고 하는 힘을 도입하여 지구상의 물체의 운동뿐만 아니라 행성의 운동, 조석 현상까지 설명한 것이다.
- (4) 같은 높이에서 동시에 물체 A는 자유 낙하 시키고 물체 B는 수평 방향으로 던지면 물체 A와 물체 B는 (**동시에**)바닥에 떨어진다.
- (5) 자유 낙하 운동을 하는 나무 도막의 연직 방향의 속력은 일정하게 (**증가**)한다.
- (6) 수평 방향으로 나무 도막을 던졌을 때 나무 도막은 수평 방향으로 (**동속 직선**) 운동을 한다.

02 멘델레예프는 주기율표를 어떻게 만들었을까?

- (1) 110여 가지의 원소를 일정한 순서와 성질에 따라 배열한 표를 (**주기율표**)이라고 한다.
- (2) (**멘델레예프**)은/는 주기율표가 만들어지기까지 가장 큰 영향을 미친 과학자이다.
- (3) 주기율표를 만들 때 (**주기성**)이/가 나타나도록 원소를 배열한다.
- (4) 멘델레예프는 주기율표에 앞으로 발견될 원소를 물음표로 표시하고, 그 원소의 (**원자량**)을/를 예측하였다.
- (5) 과학의 (**본성**)이라고 하는 ‘과학은 자연 현상을 설명하고 예측한다.’는 것과 같은 성질을 말한다.
- (6) 멘델레예프의 주기율표는 멘델레예프가 예측한 성질을 갖는 (**원소**)이/가 발견되면서 인정받게 되었다.

03 과거에 번성했던 생물들이 멸종한 까닭은 무엇일까?

- (1) 지층에 남아 있는 화석 기록을 통해 밝혀진 대멸종은 현재까지 (**다섯**) 차례 진행되었다.
- (2) 삼엽충은 (**고생대**) 말에, 공룡은 (**중생대**) 말에 멸종되었다.
- (3) 지구상의 대륙이 하나로 합쳐지면 대륙붕의 면적이 (**감소**)하므로 생물의 다양성이 감소한다.
- (4) 중생대 말 지층의 상부에서 (**이리듐**) 원소의 함유량이 유난히 많은 지층이 발견되었는데, 그 까닭은 이 시기에 (**운석**)이 충돌하였기 때문이다.
- (5) 격렬한 화산 활동으로 다량의 화산재가 대기 중으로 방출되면 기온이 (**낮아**)져서 생물종의 수가 (**감소**)한다.
- (6) 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 일반적인 원리를 도출해 내는 탐구 방법을 (**귀납적**) 탐구 방법이라고 한다.

04 파스퇴르의 생물 속생설은 어떤 과정으로 도출되었을까?

- (1) 대조 실험을 통해 가설의 옳고 그름을 검증하는 과학의 탐구 방법을 (**연역적**) 탐구 방법이라고 한다.
- (2) (**자연 발생설**)은/는 생물이 어버이 없이 자연적으로 우연히 무생물로부터 생길 수 있다는 가설이다.
- (3) 니덤은 (**자연 발생설**)을/를, 스팔란차니는 (**생물 속생설**)을/를 지지하였다.
- (4) 레디는 (**대조**)군과 실험군을 설정하고, 최초로 (**자연 발생설**)을/를 부정하는 실험을 수행하였다.
- (5) 19세기 후반 (**파스퇴르**)의 실험을 통해 생물은 생물로부터 생겨난다는 생물 속생설이 제기되어 널리 퍼졌다.
- (6) 파스퇴르가 고안한 (**백조목 플라스크**)은/는 가열하지 않은 공기가 병 안으로 들어갈 수 있으면서도 미생물이 증식되지 않는 실험 결과를 보여 주었다.