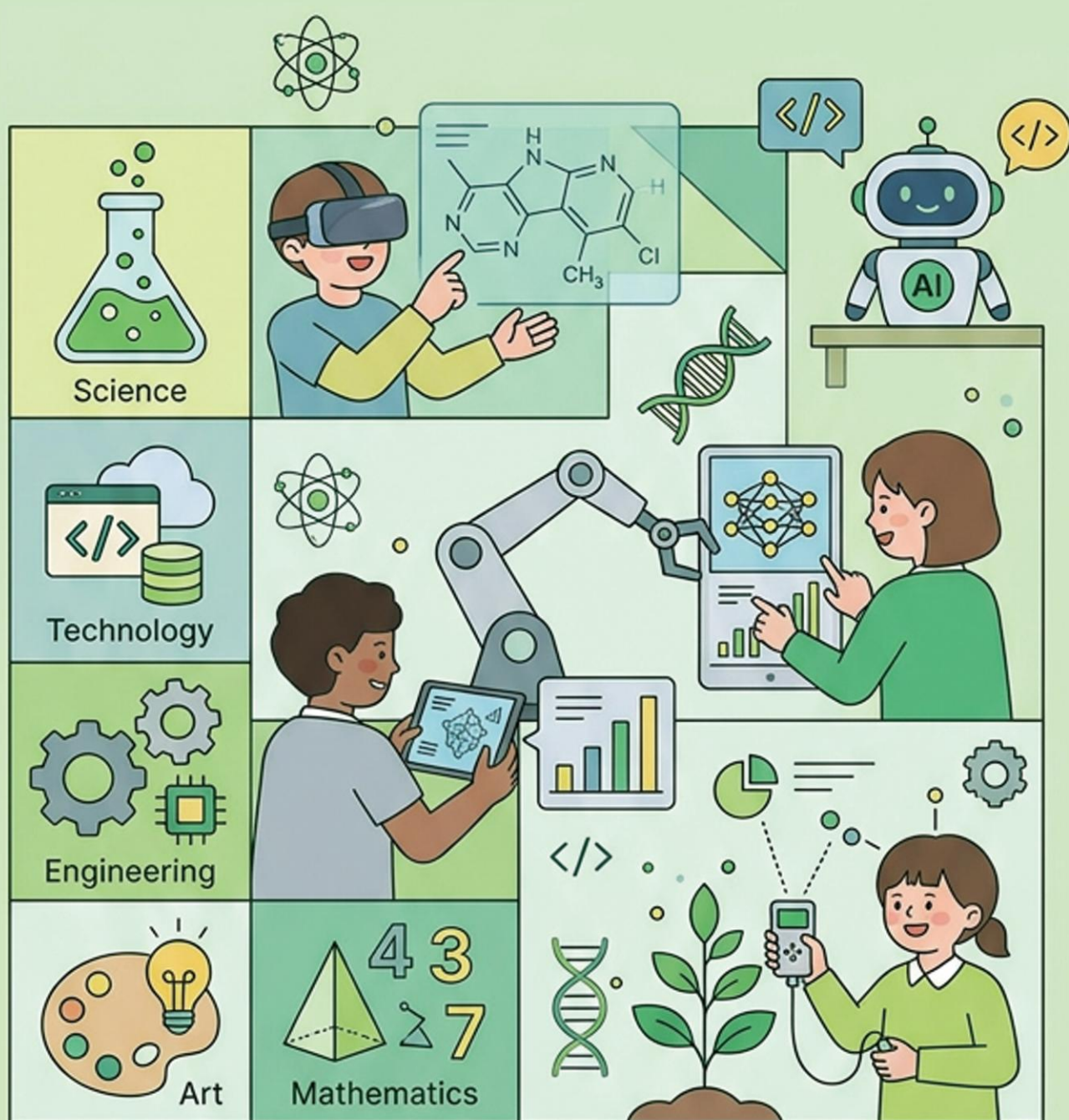


AI-STEAM 교육을 위한 디지털 과학실험 따라잡기



목 차

0. 클래스보드 활용 디지털 과학실험 간단 가이드	4
1. 감압 용기 속 기체의 압력 변화	10
2. 광합성에 필요한 물질 확인하기	18
3. 기체의 압력과 부피 관계 알아보기	26
4. 단열재 성능 비교하기	34
5. 모래와 물의 시간에 따른 냉각 곡선 비교하기	42
6. 물과 소금물의 냉각 곡선 비교하기	50
7. 물과 식용유의 비열 비교 실험	58
8. 물과 에탄올의 혼합물 분리하기	64
9. 물의 끓는점 측정하기	72
10. 물의 어는점 측정하기	80
11. 발열 반응 관찰하기	88
12. 복사 평형 상태 관찰하기	96
13. 불꽃색에 따른 온도 비교하기	104
14. 빛의 역제곱 법칙 알아보기	112
15. 손소독제 증발 실험	120

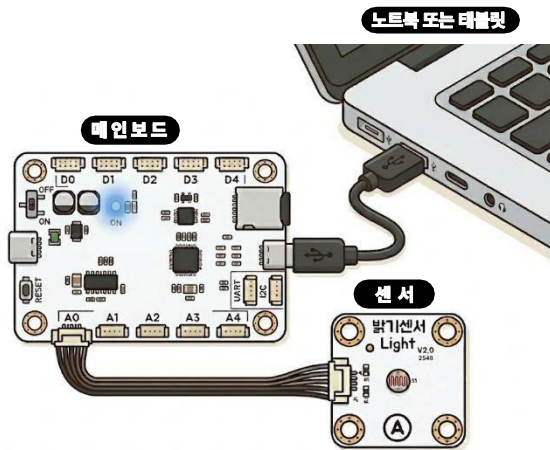
16. 수권의 층상 구조 만들어보기	128
17. 시각 자극 반응 실험	136
18. 열량계 열평형 실험	144
19. 서로 다른 물체에서 열의 전도 비교하기	152
20. 온도에 따른 기체의 용해도 비교하기	160
21. 온실 효과 관찰하기	168
22. 저항과 전류 사이의 관계 알아보기	176
23. 전압과 전류 사이의 관계 알아보기	184
24. 종이 색에 따른 복사 에너지 흡수 차이 비교하기	192
25. 주사기와 공기압 센서로 면적과 압력의 관계 알아보기	200
26. 주사기와 공기압 센서로 물체의 무게 측정하기	208
27. 철 솥에 불을 붙이고 무게 변화 측정하기	216
28. 청각 자극 반응 실험	224
29. 초음파 센서로 물체의 운동 분석하기	232
30. 흡열 반응 관찰하기	240

0 클래스보드 활용 디지털 과학실험 간단 가이드

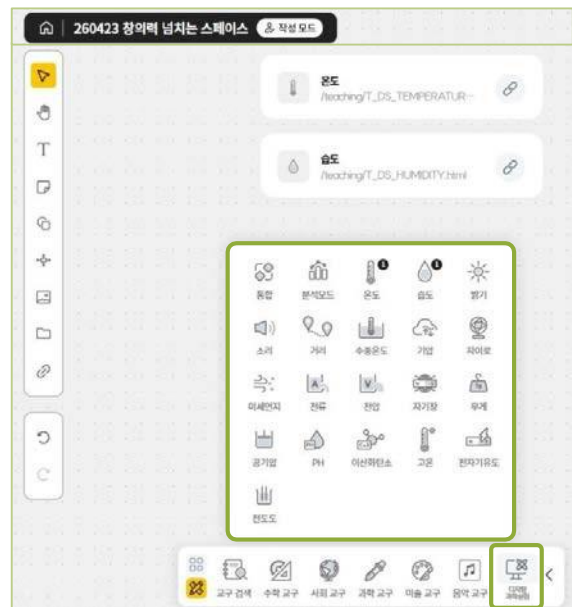


안내 1

클래스보드를 활용한 디지털 과학실험하기



- 1 노트북 또는 태블릿, 메인보드, 연결 케이블, 센서를 그림과 같이 연결합니다.
- 2 클래스보드 스페이스 생성 후 디지털 과학실험 위젯을 클릭합니다. 바로가기를 눌러 프로그램을 실행합니다.



장치 연결 방식 선택

센서와 연결할 방식을 선택해 주세요.



- 3 장치 연결 방식을 선택합니다.
: 유선 연결 선택 (유선 MBL 센서)

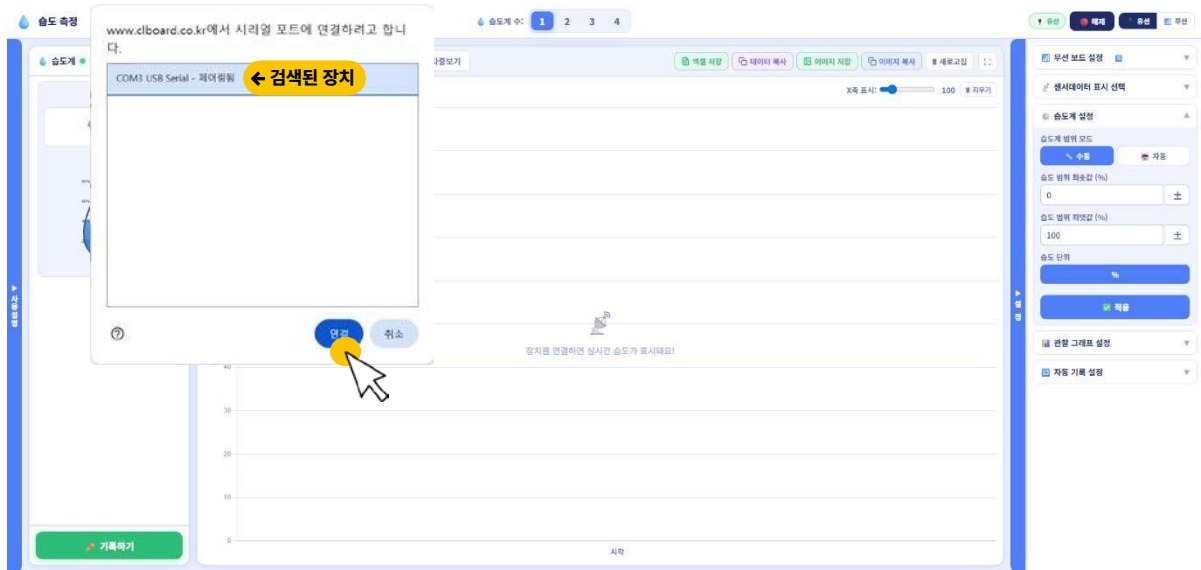


유선 장치 연결

USB 케이블로 장치를 연결한 후 아래 버튼을 누르세요.



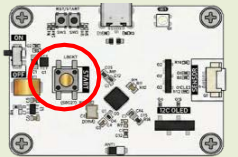
- 4 유선 장치를 연결합니다.
: 장치 연결하기 선택



5 장치 검색 창에서 나타나는 **유선 MBL 장치 선택 후 '페어링'**을 클릭합니다.

6 장치가 정상적으로 연결되었다면 센서의 종류에 맞는 설정란이 나타납니다.

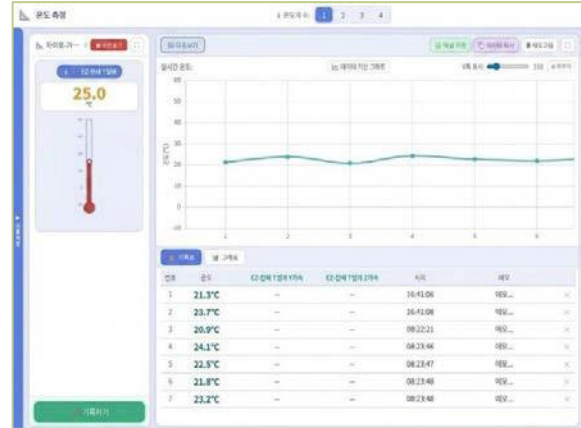
 장치 연결에 계속 실패할 경우
유선 MBL 보드의 **START** 버튼을
클릭하여 장치 리셋 후 다시 연결해보세요!



7 **수신 시작** 클릭 시 연결된 센서의 데이터가 그래프로 표시됩니다.

8 전체 화면 보기/다중 보기, 관찰 기록표, 엑셀&이미지 저장, 데이터 복사 등

클래스보드 디지털 과학실험의 다양한 기능을 활용해 보세요!

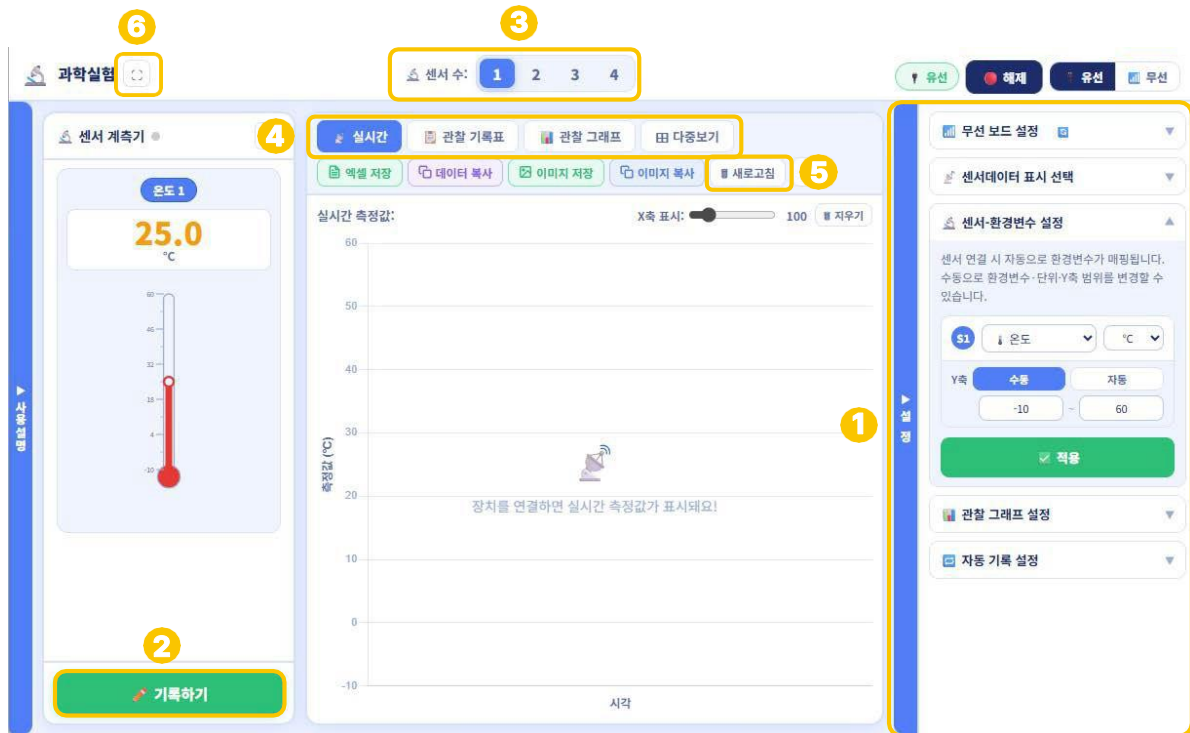


번호	온도1(°C)	시간	메모
1	21.3	8:21:51	
2	23.7	8:21:59	
3	20.9	8:22:21	
4	24.1	8:23:46	
5	22.5	8:23:47	
6	21.8	8:23:48	
7	23.2	8:23:48	



안내2

대시보드 기능 살펴보기



1 설정

- 센서 환경변수 설정: 센서 범위 모드(수동/자동)와 단위를 설정할 수 있습니다.
- 관찰 그래프 설정: X축 레이블 (측정 번호, 측정 시각, 메모 내용)과 Y축 범위를 설정할 수 있습니다.
- 자동 기록 설정: 기록 간격(초)와 최대 기록 횟수를 설정합니다.

2 기록하기

기록하기 버튼을 누르면 실시간 데이터가 저장됩니다.

3 센서 수

1 · 2 · 3 · 4 버튼으로 센서 개수를 선택합니다. 센서를 여러 대 동시에 사용할 수 있습니다.

4 실험 데이터 관리

실시간 측정값, 관찰 기록표, 관찰 그래프, 다중보기로 실험 결과를 다양한 방법으로 기록, 비교, 분석할 수 있습니다.

5 새로고침

측정한 모든 기록을 지울 수 있습니다.

6 전체보기

버튼을 누르면 크게 볼 수 있습니다.



안내 3

코딩하는 방법

유선으로 연결하여 사용할 경우는 피지컬 컴퓨팅 도구의 특성상 센서 설정과 함께 수집 주기 등을 직접 코딩을 통해 제어프로그램을 입력해야 합니다.

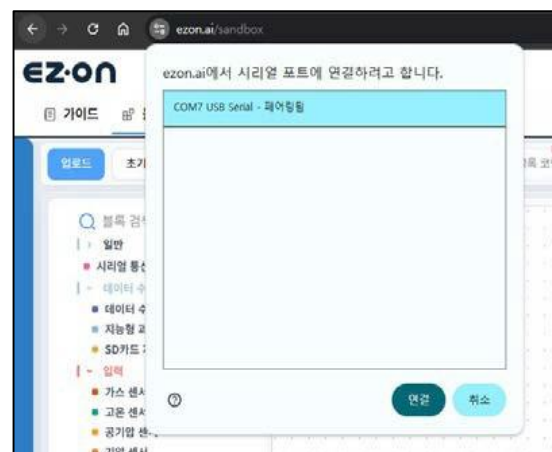
1 [이지메이커 보드] 코딩 방법

<https://ezon.ai> 사이트 접속

메인 페이지 > 유선 체험하기 > 블록 코딩 차례로 접속하기



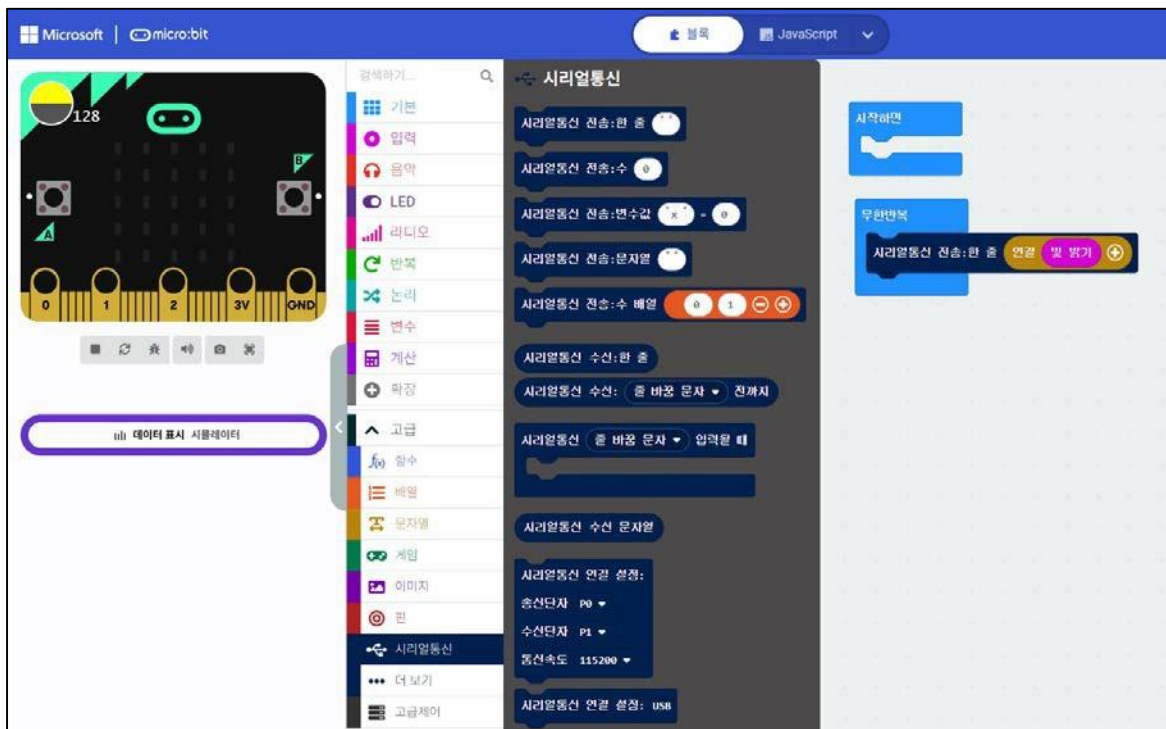
- 블록 코딩 화면의 왼쪽에서 보드에 연결한 센서를 찾습니다.
- 센서에 나타난 명령 블록을 오른쪽으로 드래그하여 이동한 후 조립합니다.
- “예제 코드 열기”를 누르면 미리 셋팅되어 있는 센서 별 예제 코드가 나타납니다.
- 작성 후, 왼쪽 위의 파란색 “업로드” 버튼을 클릭하여 프로그램을 보드에 업로드합니다.



2 [마이크로비트] 코딩 방법

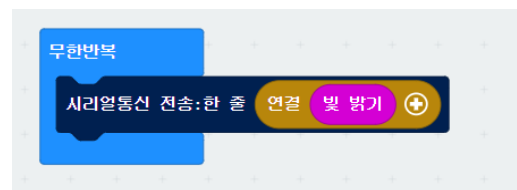
마이크로비트를 유선으로 사용할 경우에 마이크로비트는 센서의 데이터를 웹시리얼 통신을 통해 컴퓨터로 전송하기 때문에, 실험 및 사용 방식은 유사합니다.

- 마이크로비트 코딩을 위해 <https://makecode.microbit.org/> 사이트에 접속합니다.

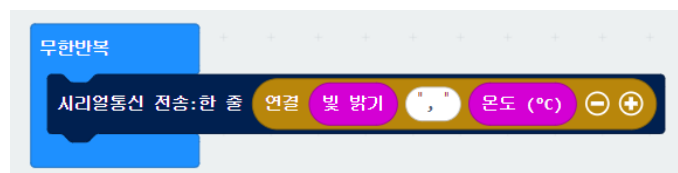


- 마이크로비트 센서의 데이터를 컴퓨터로 전송하기 위해서는 [고급] - [시리얼 통신] 명령 블록을 활용해야 합니다.

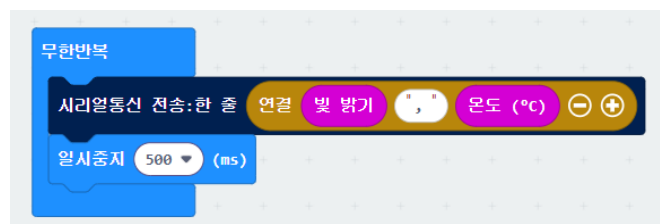
- 시리얼 통신 전송 한줄에 "빛 밝기" 센서의 값을 전송하라고 하는 명령입니다.



- 빛, 온도 2개의 데이터를 전송하기 위한 명령 예시입니다. 이때 센서 중간에 ",", "를 넣어서 구분해 주는데, 영문 키보드 상태에서 ",", "를 입력해 주어야 합니다.



- 0.5초 간격으로 전송하기 위해 시간 지연 블록을 추가한 예시입니다.



1 감압 용기 속 기체의 압력 변화

실험 주제	감압 용기 속 기체의 압력 변화		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과06-02] 기체의 압력과 부피 관계를 실험 결과로부터 알아내고, 이를 입자 모형으로 해석할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.199 VI. 식물과 에너지 / 02. 기체의 압력과 부피 관계		

1. 실험 개요

감압 용기 안에 기체가 들어 있는 상태에서 손펌프를 이용해 공기를 빼내면서, 공기압 센서를 사용하여 용기 내부 기체의 압력이 시간에 따라 어떻게 변하는지 측정·관찰하는 것을 목적으로 합니다. 펌프를 작동시키기 전과 후의 압력 값을 비교하고, 펌프를 여러 번 작동시켰을 때 압력이 단계적으로 어떻게 낮아지는지 데이터를 통해 확인합니다. 또한 감압 용기 속에 과자 봉지나 풍선과 같은 물체를 넣어, 내부 압력 변화에 따라 부피나 모양이 어떻게 달라지는지 함께 관찰함으로써, 기체의 압력 변화가 물체에 작용하는 힘과 어떤 관련이 있는지를 이해하도록 합니다.

센서를 활용한 데이터 수집과 압력-시간 그래프 해석 활동을 통해, 학생들이 기체 압력의 개념을 정량적으로 파악하고 과학적 결론을 스스로 도출하는 능력을 기르는 데 중점을 둡니다.

2. 이론적 배경

기체의 압력은 기체 분자들이 끊임없이 운동하며 용기 벽에 충돌할 때 생기는 힘으로, 단위 넓이에 작용하는 충돌의 평균 효과를 나타냅니다. 일정한 온도에서 용기 안에 들어 있는 기체 분자의 수가 많을수록, 단위 시간 동안 벽과 충돌하는 횟수가 늘어나므로 압력이 커지고, 반대로 분자의 수가 줄어들면 충돌 횟수가 감소하여 압력이 작아집니다.

감압 용기에서 손 펌프를 이용해 공기를 빼내면, 용기 내부에 존재하는 기체 분자의 수가 점점 줄어들기 때문에 내부 압력이 대기압보다 낮은 상태, 즉 저압 상태가 됩니다. 이때 바깥쪽에는 여전히 약 1기압의 공기가 남아 있으므로, 용기 안에 있는 과자 봉지나 풍선 등은 안쪽보다 바깥쪽 압력이 상대적으로 더 커져 모양이 변하거나 부풀어 오르는 모습을 보이게 됩니다.

기압 센서로 감압 과정에서의 압력 변화를 직접 측정하면, 기체의 양(입자 수) 변화와 압력 변화가 서로 연결되어 있다는 사실을 수치와 그래프로 확인할 수 있으며, 이를 통해 기체 압력의 본질이 분자 운동과 충돌에 의해 결정된다는 점을 이해할 수 있습니다.

1

감압 용기 속 기체의 압력 변화

: 기압 센서를 이용하여 기압 측정하기



이 실험에서 나는

- 기체의 부피와 압력 간의 관계를 명확하게 설명할 수 있다.
- 기압 센서를 활용해 압력에 따른 부피 변화를 실시간으로 측정하고, 데이터를 수집할 수 있다.
- 우리 주변에서 일어나는 압력에 따른 기체의 부피 변화 사례를 찾고, 과학적 근거를 들어 설명할 수 있다.



생각 열기



스쿠버 다이빙은 신비로운 바닷속을 탐험하는 짜릿한 모험이지만, 깊은 곳에서는 보이지 않는 위험이 도사리고 있습니다. 다이버가 너무 빨리 수면으로 올라오면, 몸속 기체가 급격히 팽창해 혈관을 막는 무시무시한 '감압병' 일명 잠수병이 발생하기 때문입니다. 마치 깊은 바닷속에는 거대한 '보이지 않는 손'이 우리 몸을 짓누르고 있는 것 같습니다.

과연 우리 몸속 기체를 마음대로 찌그러뜨리고 팽창시키는 이 힘의 정체는 무엇일까요? 이 힘의 비밀을 파헤치기 위해 기압 센서를 이용하여 디지털 공기압 측정장치를 만들고, 기체의 압력이 변함에 따라 부피가 어떻게 변하는지 직접 측정해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

실험을 진행하기 앞서 압력이 변함에 따라 기체의 부피가 어떻게 변할지 예측해 봅시다.

1 나의 가설

기체의 압력이 감소하면 기체의 부피는 (팽창한다 / 변함이 없다 / 수축한다).

2 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?



2. 변인 통제

변인 통제는 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 다른 요소들을 일정하게 유지하는 과정입니다.

- 조작 변인 : 기체의 압력
- 통제 변인 : 초코파이 종류와 크기, 주변 온도, 감압 용기의 종류와 크기, 감압 펌프를 누르는 세기
- 종속 변인 : 초코파이 봉지의 부피 변화



실험군과 대조군

실험 결과가 타당한지 비교하기 위해 조건을 변화시킨 집단과 그렇지 않은 집단을 설정해야 합니다.

- ① 실험군 : 탐구하려는 요인을 인위적으로 변화시킨 집단
예) 감압 용기 안에 넣어 압력을 낮춘 초코파이
- ② 대조군 : 탐구하려는 요인을 변화시키지 않은 기준 집단으로 실험군에서 나타난 변화가 오직 탐구 요인 때문임을 증명하는 바탕
예) 감압 용기 밖 일반 기압 상태에 둔 초코파이

3. 실험 준비물

기압 센서, EZMAKER 메인 보드, SD 카드, 배터리, 센서 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿, 감압 용기, 감압 펌프, 초코파이(또는 풍선)

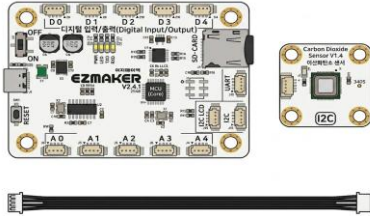
4. 실험 시 주의사항

- 배터리, SD 카드, 기압 센서가 모두 연결된 상태에서 메인 보드의 전원을 켜야만 실험 데이터가 저장됩니다.
- 실험하는 동안 주변 온도를 일정하게 유지합니다.
- 동일한 크기의 감압 용기를 사용하고, 한번에 감압 펌프를 누르는 정도를 최대한 일정하게 유지합니다.



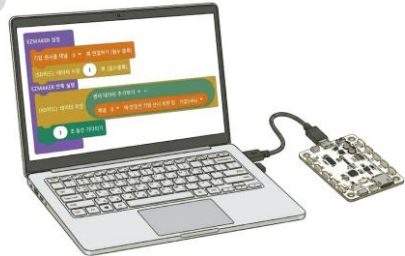
활동 2 실험 장치 만들기

1



기압 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



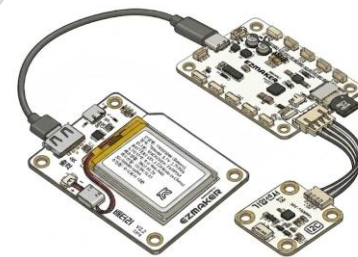
노트북 또는 태블릿과 EZMAKER 보드를 연결하고 코딩을 업로드합니다. 업로드 후 보드의 전원은 꺼둡니다.

3



기압 센서와 EZMAKER 보드의 I2C 포트에 연결합니다.

4



업로드 된 메인 보드에 USB 케이블을 이용하여 배터리와 연결하고, 메인보드에는 SD 카드를 꽂습니다.

5



연결된 장치들(기압 센서-메인보드-배터리)과 초코파이를 감압 용기에 함께 넣고, 메인 보드의 전원을 켜 뒤 실험을 진행합니다.

* 블록 코딩이 업로드 된 메인보드의 전원을 켜는 순간 실험 데이터가 SD 카드로 전송됩니다.



활동 3 코딩하기

EZMAKER 설정

기압 센서를 채널 0 에 연결하기 (필수 블록)

(SD카드) 데이터 저장 1 개 (필수블록)

EZMAKER 반복 실행

(SD카드) 데이터 저장

센서 데이터 추가하기 + -

채널 0 에 연결된 기압 센서 측정 값 기압(hPa)

1 초 동안 기다리기

- '기압 센서 연결하기' 블록과 '(SD카드) 데이터 저장' 블록을 추가합니다.
- (SD 카드) 데이터 저장 블록에 '기압 센서 측정값(기압(hPa))' 블록을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4 실험하기

- 1 감압 용기에 기압 센서 - 메인 보드 (+SD 카드) - 보조배터리를 연결한 장치를 초코파이와 함께 넣고 보드의 전원을 켭니다.
- 2 감압 펌프를 이용하여 용기 속 공기를 밖으로 빼내며 초코파이의 변화를 관찰합니다.
- 3 감압 용기의 꼭지를 조금씩 열어 다시 용기 속으로 공기를 채워 넣으며 초코파이의 변화를 관찰합니다.
- 4 SD 카드를 노트북과 연결하여 기체의 압력이 변함에 따라 기체의 부피 변화를 표와 그래프로 정리하며 비교해 봅니다.





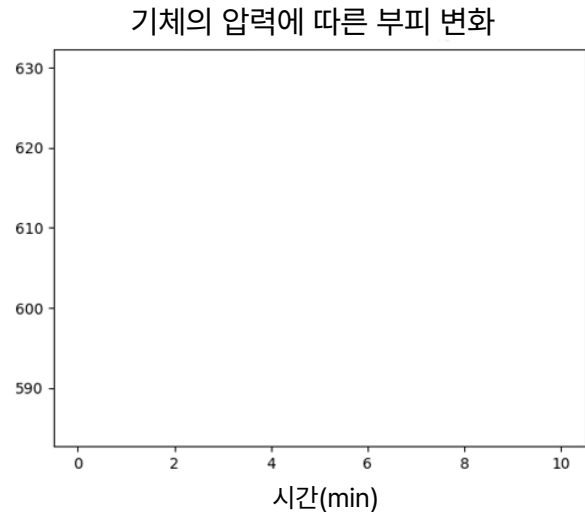
활동5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

시간(min)	기압 측정값(ppm)

(hPa) 압력



2. 가설 검증하기

- ① 실험 데이터가 앞서 세운 가설과 일치하는지 확인하고, 그 근거를 제시해 봅시다.



- ② 실험을 통해 알 수 있는 '기체의 압력과 부피의 관계'를 한 문장으로 정리해 봅시다.



보일의 법칙

1662년, 영국의 과학자 로버트 보일은 공기 펌프를 이용한 실험을 통해 기체의 압력과 부피 사이의 관계를 세상에 처음 알렸습니다. 당시 사람들은 공기가 단순히 공간을 채우는 물질이라 생각했지만, 보일은 공기 또한 '측정 가능한 물리적 성질'을 가지고 있다는 것을 과학적으로 증명해 냈습니다.

보일은 아주 간단하지만 기발한 실험을 고안했습니다. 끝이 막힌 J자 모양의 유리관에 수은을 부어 공기를 가두고, 수은의 양을 늘려가며 공기의 부피가 어떻게 줄어드는지 관찰했습니다.

수은을 더 많이 부어 압력을 높일수록, 갇혀 있는 공기의 부피가 일정하게 줄어드는 것을 발견했고, 이를 통해 '압력과 부피의 곱은 항상 일정하다'는 것을 수학적으로 설명해냈습니다. 이것이 바로 우리가 오늘 배우는 '보일의 법칙'입니다.

Search



농구공 속에 숨겨진 '기압의 스프링'



코트에서 농구공을 튕길 때, 단순히 고무가 바닥에 부딪혀 튕겨 나온다고 생각하기 쉽습니다. 하지만 그 짧은 찰나에 공 내부에서는 보일의 법칙이 일어나고 있습니다. 농구공이 튀어 오르는 비밀을 4단계로 분석해 봅시다.

① 1단계: 바닥과 충돌하는 순간 (부피의 감소)

농구공이 바닥에 닿는 순간, 바닥과 닿은 면이 찌그러지며 공의 전체 모양이 타원형으로 일시적으로 변합니다. 이때 공 내부의 전체 공간(부피)은 공이 둥글 때보다 좁아집니다.

② 기체 분자들의 비명 (압력의 급상승)

부피(V)가 좁아지니, 공 안에 갇혀 있던 수많은 공기 분자들은 움푹달싹할 공간이 없어서 버립니다. 좁아진 공간에서 공기 분자들은 서로 부딪히고, 공의 내벽에 더 많이 부딪히면서 내부 압력(P)이 커집니다. ($P \times V = \text{일정}$)

③ '공기 스프링'의 반격 (복원력)

높아진 내부 기압은 공 전체를 밖으로 밀어내려는 강력한 힘으로 작용합니다. 즉, 찌그러진 공이 다시 둥근 모양으로 돌아가려고 하는 힘은 고무의 탄성 뿐만 아니라, 내부에서 팽창하려는 '고압의 기체'가 밖으로 밀어내는 힘이 더해진 것입니다. 이것이 바로 공이 힘차게 튀어 오르는 진짜 이유입니다.

④ 둥글게 (부피의 회복)

공이 바닥을 떠나면서 다시 원래의 둥근 부피를 되찾습니다. 부피가 다시 늘어났으니, 치솟았던 압력도 정상으로 돌아오게 됩니다.



더 알아보기

그렇다면 바람이 빠진 농구공은 왜 잘 튀겨지지 않을까요? 그 이유를 생각해 봅시다.

MEMO

2 광합성에 필요한 물질 확인하기

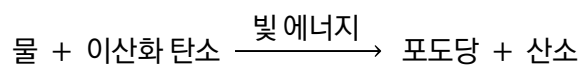
실험 주제	광합성에 필요한 물질 확인하기		
학교급	중학교	영역	생명과학
관련 성취기준	[9과12-01] 광합성 과정을 이해하고, 환경 요인과 광합성의 관계를 탐구하는 실험을 설계할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.180 V. 식물과 에너지 / 01. 광합성 과정		

1. 실험 개요

이산화 탄소 센서를 이용하여 식물에 빛을 비추었을 때 이산화 탄소 농도가 어떻게 변하는지를 측정하여, 광합성에 이산화 탄소가 필요한 물질임을 확인하는 것을 목적으로 합니다. 투명한 밀폐 용기 안에 잎을 4~5장 정도 서로 겹치지 않게 넣고, 뚜껑에 이산화 탄소 센서를 설치하여 내부 공기의 농도를 측정할 수 있도록 합니다. 이후 일정한 거리에서 전등(LED)을 켜고, 정해진 시간 동안 일정한 간격으로 이산화 탄소 농도를 기록해 봅시다. 측정한 결과를 표와 그래프로 정리하여, 빛을 비추는 동안 밀폐 용기 내부의 이산화 탄소 농도가 감소하는지를 분석하고, 이를 통해 광합성에 이산화 탄소가 사용됨을 확인합니다.

2. 이론적 배경

식물은 잎에 있는 엽록체에서 빛 에너지를 이용하여 광합성을 합니다. 이때 식물은 공기 중의 이산화 탄소를 잎의 기공을 통해 흡수하고, 뿌리에서 흡수한 물을 잎으로 운반하여 광합성에 사용합니다. 엽록체에서는 빛 에너지를 이용해 이산화 탄소와 물로부터 포도당과 같은 양분이 만들어집니다.



이렇게 만들어진 포도당은 식물의 에너지원으로 사용되거나 녹말의 형태로 저장됩니다. 광합성 과정에서 양분이 만들어지는 동시에 산소가 생성되며, 이 산소는 잎의 기공을 통해 밖으로 방출됩니다. 따라서 빛이 충분한 조건에서는 식물이 광합성을 활발히 하여 주변의 이산화 탄소를 계속 흡수하게 됩니다. 이로 인해 밀폐된 공간에서 식물에 빛을 비추면, 시간이 지날수록 공기 중의 이산화 탄소 농도가 감소하는 현상이 나타날 수 있습니다.

이 실험에서는 이산화 탄소 센서를 사용하여 빛을 비추는 동안 밀폐 용기 안의 이산화 탄소 농도 변화를 측정합니다. 이를 통해 광합성 과정에서 이산화 탄소가 실제로 사용되는 물질임을 데이터로 확인하고, 광합성이 식물의 양분 생성과 기체 교환에 어떤 역할을 하는지 이해할 수 있습니다.

2

광합성에 필요한 물질 확인하기

: 이산화 탄소 센서를 이용하여 이산화 탄소 농도 측정하기



이 실험에서 나는

- ☐ 광합성 과정에 이산화 탄소가 필요한 물질임을 설명할 수 있다.
- ☐ 이산화 탄소 센서를 이용하여 밀폐된 공간 내의 기체 농도 변화를 실시간으로 측정하고 수집할 수 있다.
- ☐ 과학적 근거(데이터)를 바탕으로 결론을 도출할 수 있다.



생각 열기

2026년 4월

일	월	화	수	목	금	토
			1	2	3	4
5 식목일	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

매년 4월 5일은 나무를 심으며 숲의 소중함을 되새기는 식목일입니다. 우리는 왜 매년 산과 들에 정성껏 나무를 심는 걸까요?

지구 온난화의 주범으로 꼽히는 이산화 탄소 문제를 해결하기 위해 전 세계 과학자들은 막대한 비용을 들여 공기 중의 탄소를 흡수하는 장치를 개발하고 있습니다. 하지만 놀랍게도 우리 곁에는 수억 년 전부터 이 일을 완벽하게 해온 천연 공기

청정기가 있습니다. 그게 바로 식물입니다. 이산화 탄소 센서를 이용하여 식물에 빛을 비추었을 때 이산화 탄소 농도가 어떻게 변하는지 실험을 통해 직접 측정해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

식물에 빛을 비추었을 때 이산화 탄소 농도가 어떻게 변할지 예측해 봅시다.

① 나의 가설

만약 식물에 빛을 비추면, 이산화 탄소 농도가 (높아질 / 변함없을 / 낮아질) 것이다.

② 그렇게 생각한 이유



2. 변인 통제

주어진 조건들을 성격에 따라 알맞게 분류해 봅시다.

[보기]

잎의 개수 이산화 탄소 농도 변화 투명 밀폐 용기의 크기
빛의 유무 실험 진행 시간 주변 온도 식물의 종류

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)



변인 통제

실험 결과에 영향을 줄 수 있는 조건들을 확인하고 통제하는 과정입니다.

- 조작 변인 : 실험에서 다르게 해야 할 조건
- 종속 변인 : 실험에서 변화되어 나타나는 결과값
- 통제 변인 : 실험에서 같게 해야 할 조건

3. 실험 준비물

이산화 탄소 센서, EZMAKER 보드, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿, 시금치 잎 5장, 투명 밀폐 용기, 전등

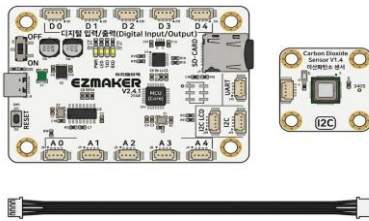
4. 실험 시 주의사항

- 실험을 시작하기 전, 투명 밀폐 용기의 뚜껑과 센서 설치 부위를 잘 확인하여 내부 공기가 외부와 섞이지 않도록 해야 합니다.
- 시금치 잎은 최대한 겹치지 않도록 펴서 배치해야 합니다.
- 빛을 비출 때에는 전등(LED)의 위치와 거리를 일정하게 유지하여 실험 조건이 바뀌지 않도록 합니다.
- 전등(LED)이 밀폐 용기와 너무 가까울 경우 내부 온도가 상승하여 이산화 탄소 농도 변화에 영향을 줄 수 있으므로, 열이 과도하게 전달되지 않도록 주의해야 합니다.



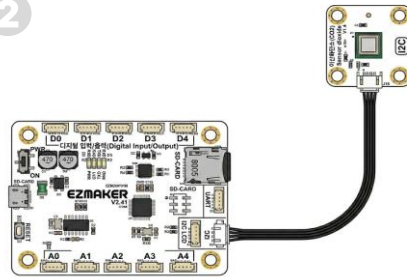
활동 2 실험 장치 만들기

1



이산화 탄소 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



이산화 탄소 센서와 EZMAKER 보드의 I2C 포트를 연결합니다.

3



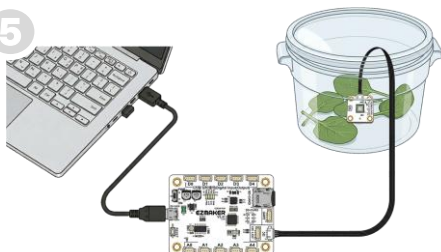
컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

4



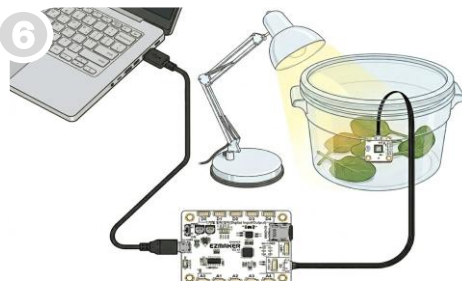
투명 밀폐 용기 안에 시금치 잎 5장을 최대한 겹치지 않게 펴서 넣습니다.

5



밀폐 용기 속에 이산화 탄소 센서를 넣고 뚜껑을 닫습니다.

6



용기에 전등을 비춘 후 이산화 탄소 농도의 변화를 측정합니다.



왜 시금치 잎을 사용할까?

시금치는 잎이 넓고 얇아서 빛이 효과적으로 흡수할 수 있으며, 잎 뒷면에 기공이 잘 발달해 있어 기체 교환이 활발하게 일어납니다. 또한 엽록체가 풍부하여 짧은 시간 안에 뚜렷한 광합성 결과 데이터를 얻기에 유리합니다. 마지막으로 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있어 과학자들이 실험 재료로 즐겨 사용합니다.





활동 3 코딩하기



- '이산화 탄소 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 '이산화 탄소 센서 측정값(ppm)' 블록을 추가합니다.
- 1분에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1분 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4 실험하기

- 1 이산화 탄소 센서를 이용해 완성한 디지털 이산화 탄소 측정 장치를 준비합니다.
- 2 투명 밀폐 용기에 이산화 탄소 센서를 넣고 EZ-ON의 '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- 3 전등을 비추고, 시간에 따른 이산화 탄소 농도 데이터를 10분 동안 수집합니다.
- 4 시간에 따라 이산화 탄소가 어떻게 변하는지 표와 그래프에 기록하며 정리합니다.





활동 5

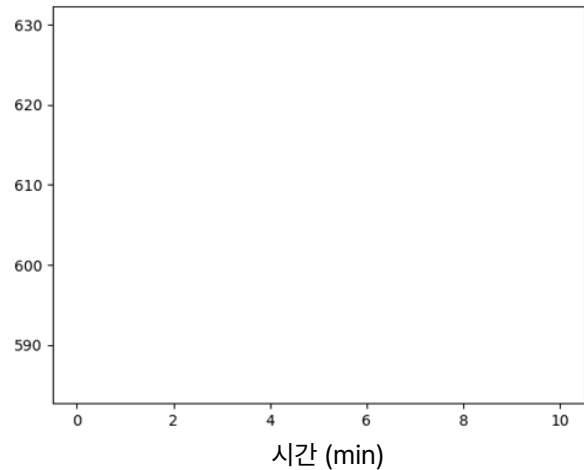
데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

시간(min)	이산화 탄소 농도(ppm)

이산화
탄소
농도
(ppm)

시간에 따른 이산화 탄소 농도 변화



2. 가설 검증하기

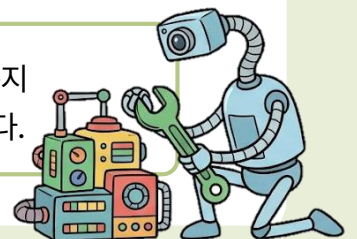
- 1 실험 데이터가 앞서 세운 가설과 일치하는지 확인하고, 그 근거를 제시해 봅시다.



- 2 실험을 통해 알 수 있는 '식물의 광합성과 이산화 탄소의 관계'를 한 문장으로 정리해 봅시다.



실험 과정에서 결과에 영향을 주었을 만한 실수나 환경 요인이 있었는지 생각해 보고, 더 정확한 실험을 위한 개선 방법에 대해 이야기해 봅시다.



Search



신비한 초록색 달팽이, 엘리시아 클로로티카



다음 설명하는 동물을 맞춰 보세요!

- ① 바닷가에 살고 있으며 연한 초록색의 나뭇잎처럼 생겼습니다.
- ② 스스로 움직일 수 있으며, 다른 생물을 먹기도 합니다.
- ③ 동물이면서 식물처럼 햇빛을 이용해 스스로 양분을 만들 수 있습니다.

식물만 광합성을 한다는 고정관념을 깨는 주인공은 바로 바다 민달팽이인 '엘리시아 클로로티카'입니다. 이 달팽이는 먹이인 조류를 먹은 뒤, 그 속에 들어 있는 엽록체를 파괴하지 않고 자신의 세포 속에 저장합니다. 이를 '도둑 엽록체 현상'이라고 합니다. 이렇게 저장된 엽록체는 달팽이 몸속에서 광합성을 계속하며 기능을 유지합니다. 덕분에 이 달팽이는 이산화 탄소와 햇빛을 이용해 스스로 영양분을 만들어, 최대 약 9개월 동안 먹이를 먹지 않고도 살아갈 수 있습니다.

하지만 중요한 점은, 엘리시아 클로로티카가 식물이 아니라는 동물이라는 사실입니다. 이 생물은 스스로 움직이고 먹이를 섭취하는 등 전형적인 동물의 특징을 가지고 있습니다. 단지 특정 조류를 섭취했을 때 식물의 기능 일부를 빌려 사용할 수 있는 특별한 능력을 가진 것입니다.

과학이 발전하면서 우리는 이전에는 알지 못했던 새로운 생명 현상을 계속해서 발견하고 있습니다. 이제는 익숙한 기준에 갇히기보다, 새로운 가능성을 열린 마음으로 받아들이고 비판적으로 판단하는 사고력을 길러야 합니다.



MEMO

3 기체의 압력과 부피 관계 알아보기

실험 주제	기체의 압력과 부피 관계 알아보기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과06-02] 기체의 압력과 부피 관계를 실험 결과로부터 알아내고, 이를 입자 모형으로 해석할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.198, p.199 VI. 식물과 에너지 / 02. 기체의 압력과 부피 관계		

1. 실험 개요

이번 실험을 통해서 주사기 내부의 기체 부피를 단계적으로 변화시키고, 그때마다 공기압 센서를 이용하여 내부 압력을 측정함으로써 기체의 압력과 부피 사이의 관계를 정량적으로 관찰하는 것을 목적으로 합니다. 주사기의 피스톤을 일정 간격으로 눌러 부피를 줄이면서 압력 변화 데이터를 기록하고, 압력-부피 그래프를 분석하여 기체의 부피와 압력의 상관관계(기체의 부피가 작아질수록 압력이 증가하는 경향)를 확인합니다. 또한 디지털 센서를 활용한 실시간 데이터 수집 경험을 통해, 기체의 부피와 압력의 관계를 수학적으로 분석하고 과학적 결론을 도출하는 탐구 역량을 기르는 데 중점을 둡니다.

2. 이론적 배경

보일의 법칙은 일정한 온도에서 기체의 압력과 부피가 서로 반비례 관계에 있다는 법칙입니다. 기체의 부피가 줄어들면 기체 분자가 움직일 수 있는 공간이 좁아져 벽과의 충돌 횟수가 증가하므로 압력이 커집니다. 즉, 온도가 일정할 때 기체는 압력(P)과 부피(V)의 곱(PV)이 일정하게 유지되는 특성을 가집니다.

$$P \times V = PV \text{ (일정)}$$

주사기와 공기압 센서를 이용한 실험에서는 주사기의 부피를 줄일 때 단위 시간당 기체 분자가 피스톤과 벽면에 충돌하는 빈도가 증가하여 압력이 상승하는 현상을 직접 확인할 수 있습니다. 이러한 원리는 기체의 미시적 운동과 거시적 압력 변화가 어떻게 연결되는지를 이해하는 데 중요한 과학적 근거가 됩니다. 이를 통해 보일의 법칙은 주사기, 자전거 펌프, 잠수 장비 등 우리 생활 속 다양한 도구에서 적용되고 있음을 알 수 있습니다.

3

기체의 압력과 부피 관계 알아보기

: 공기압 센서를 이용하여 주사기 안의 압력 측정하기



이 실험에서 나는

- 기체의 부피에 따라 압력이 어떻게 변하는지 실험으로 확인하고, 둘 사이의 관계를 설명할 수 있다.
- 부피 변화에 따른 압력 값을 디지털 센서를 이용해 실시간으로 측정하고 수집할 수 있다.
- 우리 주변에서 압력과 기체의 부피 관계가 나타나는 사례를 찾고, 그 이유를 과학적으로 설명할 수 있다.



생각 열기



맑은 하늘, 축제나 행사장에서 실수로 놓쳐버린 헬륨 풍선이 바람을 타고 두둥실 떠오르는 모습을 본 적이 있나요? 풍선은 점점 하늘 높이 올라가다가 결국 시야에서 사라집니다.

여기서 한 가지 궁금증이 생깁니다. 이 풍선은 모양을 유지한 채 우주까지 계속해서 날아갈까요? 정답은 '결국 터진다'입니다. 왜 그럴까요?

해답은 바로 풍선을 둘러싼 '공기의 압력(기압)'에 있습니다. 공기압 센서를 이용한 실험을 통해 기체의 압력과 부피 관계를 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

주사기 속 공기의 부피를 변화시킬 때, 내부의 공기압은 어떻게 변할지 예측해 봅시다.

[나의 가설]

주사기 속 공기의 부피를 줄이면,
주사기 안의 공기압은 (**높아질** / **변함 없을** / **낮아질**) 것이다.

2. 변인 통제

실험의 공정한 설계를 위해 주어진 조건들을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

주사기 속 공기의 부피 실험실 온도 주사기 속 기체의 양
피스톤을 누르는 속도 기체의 종류 주사기 내부의 공기압

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

공기압 센서, 60mL 공기압 센서용 주사기, 투명 튜브(필요시), EZMAKER 보드, 노트북 또는 태블릿, 연결 케이블, USB 케이블

4. 실험 시 주의사항

- 실험 특성상, 공기압 센서가 주사기의 부피까지는 측정할 수 없기 때문에 수동 측정이 필요합니다. 따라서 기본/분석/수동 모드 중 '**수동 모드**'를 선택해야 합니다. 수동으로 입력할 부분은 '**부피**'로 센서에서 측정하는 부분은 '**압력**' 또는 '**공기압**'으로 정해 둡니다.



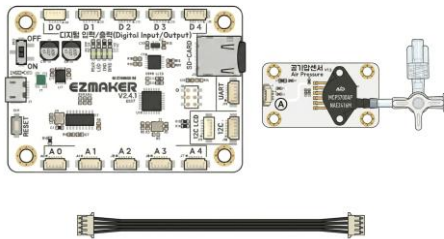
- 필요시, 투명 튜브를 센서와 주사기 사이에 연결합니다.
 - 공간적 제약 및 조작의 편리성
 - 센서 보호(물에 넣어야 하는 경우)
 - 기구의 파손 위험 최소화 및 연결 호환성 문제

- 센서 연결부가 느슨해지지 않았는지 실험 전후로 반드시 확인합니다. 실험 중 센서와 주사기 사이에 공기가 새지 않도록 고무관과 연결부위를 단단히 고정하고, 튜브가 꺾이는 등 압력을 방해하지 않도록 배치합니다.
- 주사기의 마개가 완전히 닫힌 상태에서 부피 조절을 해야하며, 과도한 힘을 가해 피스톤을 밀면 센서나 주사기 연결부가 손상될 수 있으므로 천천히 일정한 힘으로 움직입니다.
- 부피를 줄일 때 내부 압력이 급격히 증가할 수 있으므로 주사기를 갑자기 누르지 않도록 하고, 손이나 얼굴을 주사기 입구 쪽으로 향하지 않습니다.
- 기체 압력 실험은 온도 변화에 매우 민감하므로, 가능한 한 일정한 온도 환경에서 진행합니다.



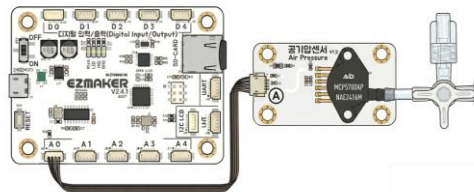
활동 2 실험 장치 만들기

1



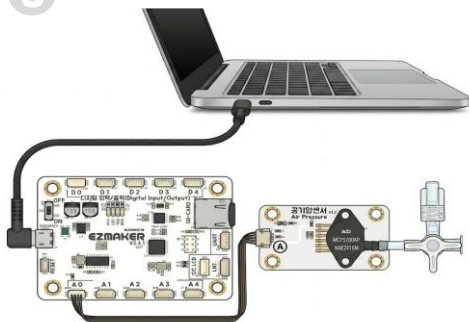
공기압 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



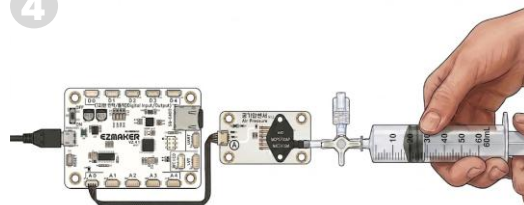
공기압 센서와 EZMAKER 보드의 A0 포트를 연결합니다.

3



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

4



공기압 센서의 마개를 열어 주사기의 부피를 30mL로 조정합니다. 주사기의 부피를 변화시키면서 나타나는 주사기 속 기체의 공기압 변화를 측정합니다.

※ 편의에 따라 매개의 위치와 주사기의 위치를 바꾸거나 투명 튜브를 활용하여 주사기와 공기압 센서 사이 거리를 연장시킬 수 있습니다.



활동 3

코딩하기



- 데이터 전송 블록에 '공기압 센서 측정값(기압(atm))' 블록을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4

실험하기



- 1 공기압 센서를 이용해 완성한 디지털 공기압 측정 장치를 준비합니다.
- 2 '수동 모드'에서 수동 입력 부분을 '부피', 센서 측정 부분을 '압력' 또는 '공기압'으로 지정합니다.
- 3 주사기의 부피를 변화하며 주사기 속 기체의 부피에 따른 압력을 측정합니다.
- 4 측정 결과를 표와 그래프로 정리하고 기체의 압력과 부피 간의 관계를 확인합니다.



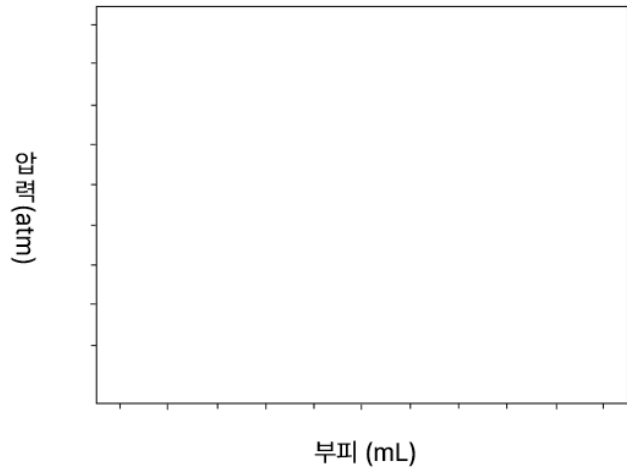
활동 5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

부피(mL)	압력(atm)	부피×압력

기체의 부피에 따른 압력 변화



2. 데이터 분석하기

- ① 주사기 내부의 부피가 작아질수록 공기압은 어떻게 변하고 있나요?



- ② 실험 결과에서 '부피×압력' 값은 어떤 특징이 있나요?



3. 가설 검증하기

- ① 실험 데이터가 앞서 세운 가설과 일치하는지 확인하고, 그 근거를 제시해 봅시다.



- ② 실험을 통해 알 수 있는 '기체의 부피와 압력 간의 관계'를 한 문장으로 정리해 봅시다.



Search



로버트 보일



로버트 보일(Robert Boyle, 1627-1691)은 아일랜드에서 가장 부유한 가문에서 태어나 평생을 연구에 전념한 과학자입니다. 그는 연금술이 지배하던 시대에 **'실험 데이터'**와 **'측정'**을 강조하며 근대 화학의 기틀을 마련했습니다.

연금술은 값싼 금속을 금으로 바꾸거나 영원한 생명을 주는 '현자의 돌'을 찾으려고 했던 고대의 학문입니다. 비록 금을 만드는 데는 실패했지만, 그 과정에서 증류, 정제 기술 및 다양한 실험 기구를 발명하고 새로운 화학 물질들을 발견하며 현대 화학의 든든한 뿌리가 되었습니다.

보일의 가장 위대한 발견은 **'보일의 법칙'**입니다. 보일은 J자 모양의 유리관 실험을 통해 **기체의 압력과 부피 사이의 정밀한 규칙**을 찾아냈습니다.

온도가 일정할 때, 기체의 압력(P)과 부피(V)는 반비례한다.

$$PV = k \text{ (일정)}$$

마지막으로 보일은 죽기 전 '인류의 미래를 위한 소망 목록 24가지'를 적었는데요. 놀랍게도 그 중 대부분은 오늘날 현실이 되었습니다.

질병의 완치와 통증 없는 수술 → **현대의 의학과 마취제**
하늘을 나는 기술 → **비행기**
물속에서 오랫동안 숨 쉬는 기술 → **잠수함과 스쿠버 장비**
밤에도 낮처럼 밝은 빛 → **전등**

단순한 호기심에서 시작된 보일의 질문은 결국 세상을 움직이는 위대한 법칙이 되었습니다. 오늘 여러분들이 던진 작은 질문들도 언젠가 세상을 바꾸는 답이 될 수 있다는 것 잊지 마세요!



MEMO

4 단열재 성능 비교하기

실험 주제	단열재 성능 비교하기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과03-02] 열은 전도, 대류, 복사로 전달됨을 알고, 열전달 과정을 모형 등을 사용하여 다양하게 표현할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.88 I. 온도와 열 / 02. 열전달		

1. 실험 개요

디지털 수온 센서를 활용하여 단열 조건에 따른 물의 온도 변화를 비교합니다. 같은 온도의 뜨거운 물을 페트병에 담은 뒤, 다음 네 가지 조건을 만듭니다.

- ① 아무것도 씌우지 않은 페트병
- ② 물에 젖은 양말을 씌운 페트병
- ③ 마른 양말을 씌운 페트병
- ④ 두꺼운 양말을 씌운 페트병

각 페트병에 수중/접촉 온도 센서를 연결하여 시간에 따른 물의 온도 변화를 측정합니다. 이를 통해 외부로 감싸는 재질과 두께에 따라 열이 빠져나가는 속도가 어떻게 달라지는지 비교하고, 일상생활에서 사용하는 옷이나 보온재의 단열 효과를 이해합니다.

2. 이론적 배경

뜨거운 물이 담긴 페트병의 열은 주변으로 전달되면서 온도가 낮아지며, 이 과정에는 전도, 대류, 복사와 같은 열 전달 방식이 관여합니다. 이 실험에서는 특히 전도를 얼마나 효과적으로 막을 수 있는지가 단열 효과를 결정하는 핵심 요소가 됩니다.

공기를 많이 포함한 양말이나 두꺼운 천은 내부에 형성된 공기층으로 인해 입자 간 열 전달이 잘 일어나지 않아 전도를 효과적으로 방해합니다. 공기는 입자 사이의 거리가 멀어 열이 이동하기 어려운 물질이므로, 공기층이 많을수록 물의 열이 외부로 빠져나가는 속도가 느려집니다. 반면, 물에 젖은 양말은 공기층이 줄어들고 물을 통해 열이 비교적 잘 전달되어 단열 효과가 감소합니다. 따라서 서로 다른 조건에서 측정한 온도 변화 그래프를 비교하면, 공기층의 유무와 두께에 따라 열 손실 정도가 달라진다는 사실을 확인할 수 있습니다.

4

단열재 성능 비교하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물의 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 시간 - 온도 그래프를 분석하여 열의 이동 방법 중 하나인 전도의 특징을 말할 수 있다.
- 열이 전달되는 과정을 입자 모형으로 표현하고, 물질에 따른 단열 효과 차이를 비교할 수 있다.
- 우리 주변에서 열의 이동 원리가 활용되는 사례를 찾아 그 유용성을 인식한다.



생각 열기



네 개의 페트병에 같은 온도, 같은 양의 뜨거운 물을 담았습니다. 각 페트병에 서로 다른 '옷'을 입힌 뒤, 시간이 흐르면 온도는 어떻게 변할까요? 있습니다.

- ① 아무것도 씌우지 않은 페트병
- ② 물에 젖은 양말을 씌운 페트병
- ③ 마른 양말을 씌운 페트병
- ④ 두꺼운 양말을 씌운 페트병

여러분이 생각하는 '가장 따뜻한 페트병'은 몇 번인가요? 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 시간에 따른 페트병 속 온도 변화를 측정해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

일정한 시간이 지났을 때, 어떤 페트병의 온도가 가장 높을까요? 온도가 높을 것으로 예상되는 순서대로 번호를 나열하고, 그 이유를 적어 봅시다.

• 내가 예상하는 온도가 높은 순서 : () > () > () > ()

[이유]

2. 변인 통제

실험의 공정한 설계를 위해 주어진 조건들을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

물의 처음 온도 물의 온도 변화 페트병의 종류 물의 양
실험 장소 측정 시간 양말의 종류 및 상태 센서의 위치

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

뜨거운 물(필요시, 커피포트), 페트병 4개, 구멍 뚫린 구멍 4개, 두꺼운 양말 1개, 내열 장갑, 면 양말 2개, EZMAKER 메인 보드, 수중/접촉 온도 센서 4개, 연결 케이블 4개, USB 연결 케이블, 노트북 또는 태블릿

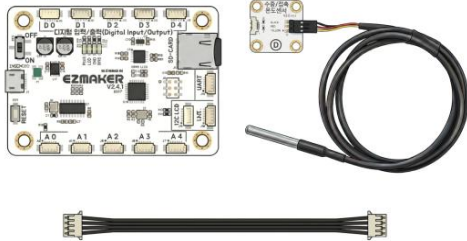
4. 실험 시 주의사항

- 80°C 내외의 뜨거운 물을 사용하므로 화상에 주의하고 내열 장갑을 착용한 상태에서 실험을 진행합니다.
- 페트병에는 실험 전에 수중/접촉 온도 센서 크기에 맞게 구멍을 미리 뚫어, 실험 중 센서를無理하게 끼우거나 흔들지 않도록 합니다.
- 4개의 센서를 동시에 사용하므로, 각 센서가 EZMAKER 보드의 어떤 포트에 연결되어 있으며 어떤 조건의 페트병에 해당하는지 정확히 파악해야 합니다.
- 양말의 두께에 따른 비교가 명확히 이루어지도록 면 양말과 두꺼운 양말의 두께 차이가 확실한 것을 사용합니다.
- 실험 중에는 페트병 위치나 양말의 종류 및 상태를 임의로 바꾸지 않도록 주의합니다.
- 센서 끝 부분이 페트병 바닥에 닿거나 벽면에 붙지 않고, 한가운데(중앙)에 위치하도록 고정해야 합니다.



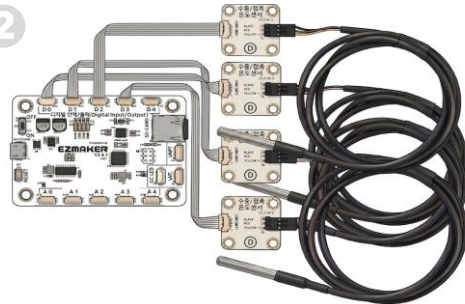
활동 2 실험 장치 만들기

1



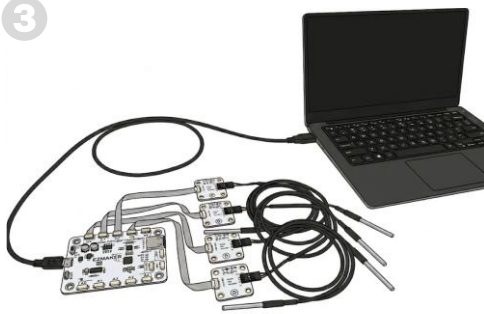
수중/접촉 온도 센서 4개, 연결 케이블 4개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



수중/접촉 온도 센서 4개를 각각 EZMAKER 보드의 D0~D3 포트를 연결합니다.

3



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

4



페트병 4개에 뜨거운 물을 넣어두고, 수중/접촉 온도 센서 4개를 뚜껑에 꽂아 둡니다.

5



하나를 제외한 나머지 3개의 페트병에 물에 젖은 면 양말, 마른 면 양말, 두꺼운 양말을 끼우고 데이터를 수집합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)
 수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)
 수중/접촉 온도센서를 D2 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)
 수중/접촉 온도센서를 D3 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

데이터 전송

센서 데이터 추가하기 + -

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값
 D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값
 D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값
 D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

20 초 동안 기다리기



보드에 어떤 포트에 연결된 센서가 어떤 조건의 페트병에 해당하는지 헷갈리지 않도록 주의해야 합니다.

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 가져온 뒤, 포트를 D0, D1, D2, D3로 각각수정하여 총 4개를 추가합니다.
- 센서 데이터 4개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 데이터 전송 블록에 'D0~D3에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 각각 추가합니다.
- 20초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 후 숫자를 20으로 수정합니다.



활동 4

실험하기



- 1 수중/온도 센서를 이용해 완성한 온도 측정 장치를 준비합니다.
- 2 각 페트병의 온도 변화를 측정합니다.
- 3 아무것도 끼우지 않은 페트병 속 온도가 상온과 비슷해지면, 실험을 마무리합니다.
- 4 시간에 따른 온도 그래프에서 각 조건의 페트병 속 온도 변화를 비교합니다.



활동 5

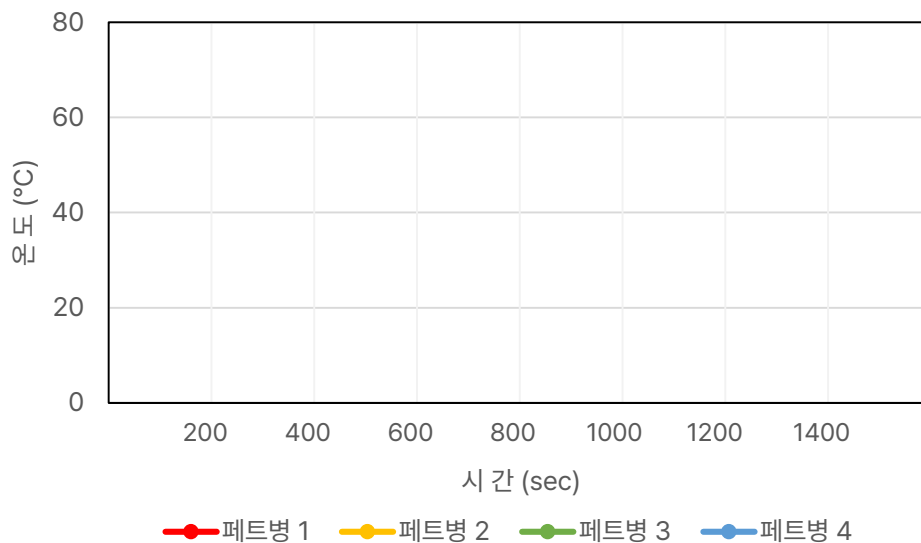
데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 얻은 수치를 아래 표에 꼼꼼히 기록하고, 기록한 데이터를 바탕으로 그래프로 나타내 봅시다.

시간(sec)	페트병 1	페트병 2	페트병 3	페트병 4

시간에 따른 온도 변화 그래프



TIP. 그래프 그리기

- 1 축 설정하기 : 가로축(x축)은 독립 변인인 시간(min 또는 sec)으로, 세로축(y축)은 종속 변인인 온도(°C)로 설정합니다.
- 2 데이터 점 찍기 : 기록한 표를 보고 시간과 온도가 만나는 지점에 점을 찍습니다.
- 3 선 연결 및 추세선 그리기 : 찍힌 점들을 자를 대고 직선으로 연결하거나, 전체적인 흐름을 보여주는 부드러운 곡선으로 연결합니다.
- 4 범례 및 제목 작성하기 : 그래프가 무엇을 의미하는지 표시하고, 실험 내용을 한눈에 알아볼 수 있도록 제목을 붙입니다.

2. 데이터 분석하기

- ① 네 개의 페트병 중 시간에 따른 온도 변화가 가장 적은 것과 많은 것은 어느 것인가요?



- ② 양말을 씻은 세 페트병(2, 3, 4번)은 아무것도 씻우지 않은 1번 페트병과 비교했을 때 어떤 공통적인 특징이 있나요?



- ③ 젖은 양말을 씻은 페트병 2번과 마른 양말을 씻은 페트병 3번을 비교했을 때 온도 변화가 어떠 했나요? 그 이유를 생각해 적어 봅시다.

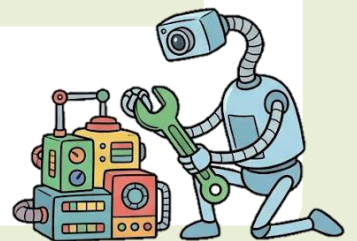


3. 가설 검증하기

실험 전 내가 예상했던 순서와 실제 실험을 통해 얻은 순서를 적어 비교해 봅시다.

내가 세운 가설 : () > () > () > ()

실제 실험 결과 : () > () > () > ()

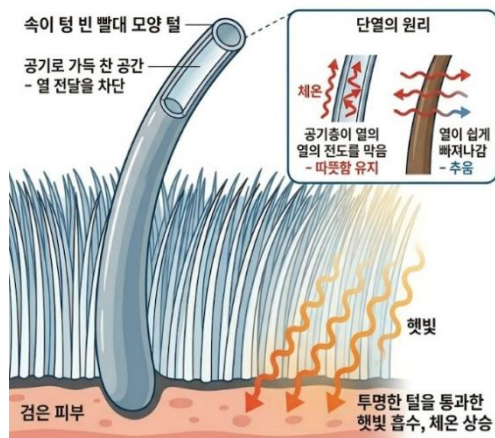




북극곰의 털은 사실 '흰색'이 아니다???



세상에서 가장 추운 곳 중 하나인 북극, 영하 40도의 강추위 속에서도 북극곰은 얼음 위를 평온하게 걸어 다닙니다. 북극곰은 추위를 안타는 걸까요? 어떻게 몸의 열을 뺏기지 않고 따뜻함을 유지할 수 있는 걸까요? 여기에는 놀라운 '단열의 과학'이 숨어 있습니다.



① 투명한 빨대 모양의 털

북극곰의 털을 현미경으로 들여다보면, 마치 빨대처럼 속이 텅 비어 있는 구조로 되어 있습니다. 이 빈 공간에는 무엇이 들어 있을까요? 바로 '공기'입니다. 공기는 열을 전달하는 성질(전도율)이 매우 낮아서, 북극곰의 체온이 밖으로 빠져나가는 것을 완벽하게 막아주는 천연 단열재 역할을 합니다.

② 털 아래 숨겨진 검은 피부

북극곰의 털은 우리 눈에는 흰색으로 보이지만, 사실은 빛을 잘 통과시키는 투명한 상태입니다. 그리고 털 아래 숨겨진 피부는 놀랍게도 검은색입니다. 검은색 피부는 햇빛을 잘 흡수하여 체온을 높이는 데 도움을 줍니다.

우리가 앞선 페트병 실험에서 사용했던 '두꺼운 양말'도 북극곰의 털 원리와 비슷합니다. 양말의 섬유 조직 사이사이에 갇힌 공기들이 페트병 속 뜨거운 물 속 열이 밖으로 전도되는 것을 막아주었기 때문에 오랫동안 온도가 유지될 수 있었던 것이죠. 북극곰이 추위를 이겨내기 위해 선택한 '단열'의 지혜처럼, 우리가 무심코 지나치는 자연 현상 속에는 놀랍고도 정교한 과학의 원리가 숨겨져 있습니다.



5 모래와 물의 시간에 따른 냉각 곡선 비교하기

실험 주제	모래와 물의 시간에 따른 냉각 곡선		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과03-03] 물질에 따라 비열과 열팽창 정도가 다를 것을 알고, 이러한 성질이 일상생활에서 유용하게 활용됨을 인식할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.98 II. 비열과 열팽창 / 01. 비열		

1. 실험 개요

디지털 수온 센서를 사용하여 같은 질량(100g)의 물과 모래가 같은 초기 온도에서 식을 때 온도 변화가 어떻게 다른지 비교합니다. 물과 모래를 각각 시험관에 담아 뜨거운 물 속에 넣어 온도를 약 80°C로 동일하게 맞춘 뒤, 동시에 받침대 위로 옮겨 식히며 각 시험관에 수온 센서를 꽂고 온도 변화를 기록합니다. 이를 통해 물질의 특성에 따른 냉각 속도 차이를 확인하는 것이 실험의 목적입니다. 또한, 센서를 활용한 데이터 수집 과정과 시간 - 온도 그래프 해석을 경험함으로써, 실험 결과를 근거로 과학적 결론을 도출하는 능력을 기르는 데 중점을 둡니다.

2. 이론적 배경

물과 건조 모래는 밀도와 비열이라는 고유한 물리적 성질이 서로 다릅니다. 물의 밀도는 약 $1.0g/cm^3$, 건조 모래는 $1.5\sim 1.7g/cm^3$ 정도로, 차이가 있습니다. 하지만 본 실험은 두 물질의 질량을 각각 100g으로 동일하게 설정하여 진행하므로, 밀도 차이는 온도 변화 비교에 큰 영향을 주지 않습니다.

비열은 물이 약 $1kcal/kg \cdot ^\circ C$, 모래가 약 $0.2kcal/kg \cdot ^\circ C$ 정도로, 물의 비열이 모래보다 약 5배 정도 큼니다. 즉, 같은 질량의 두 물질을 동일한 온도만큼 변화시키는 데 물이 모래보다 5배 더 많은 열에너지가 필요합니다. 따라서 초기 온도를 같게 맞춘 뒤 냉각을 시작하면, 비열이 상대적으로 작은 모래는 더 빠르게 식고, 비열이 큰 물은 천천히 식는 차이가 나타납니다. 이 실험을 통해 이러한 비열의 차이가 실제 온도 변화 패턴에 어떻게 반영되는지 확인하는 데 목적이 있습니다.

5

모래와 물의 시간에 따른 냉각 곡선 비교하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 모래와 물의 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 물질의 종류에 따라 식는 속도가 다른 이유를 '비열'의 개념을 활용하여 설명할 수 있다.
- 센서를 이용해 모래와 물의 온도 변화 데이터를 수집하고, 이를 냉각 곡선 그래프로 그려 분석할 수 있다.
- 우리 주변의 기후 현상을 과학적인 시각으로 바라보려는 태도를 지닌다.



생각 열기



한여름 낮, 뜨겁게 달궈진 모래사장을 맨발로 걷다가 너무 뜨거워서 발을 동동 구른 적이 있나요? 그런데 바로 옆 바닷물에 발을 담그면 신기하게도 아주 시원합니다. 똑같은 햇빛 아래 있었는데, 왜 모래는 뜨겁고 바닷물은 시원할까요?

그 비밀은 물질마다 가진 고유한 성질인 '비열'에 있습니다. 비열은 어떤 물질 1kg의 온도를 1°C 올리는데 필요한

열량을 말합니다. 수중/접촉 온도 센서를 이용해 물과 모래의 냉각 실험을 진행하고, 냉각 곡선을 그려 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

같은 질량의 물과 모래를 똑같은 조건에서 냉각시킬 때, 냉각 속도가 더 빠른 것은 무엇일까요? 비열의 차이와 관련 지어 빈칸을 채워 봅시다.

물과 모래 중 냉각 속도가 빠른 물질은 (물 / 모래)일 것이다. 왜냐하면 비열은 물질의 온도가 변하는 데 필요한 열량인데, 물은 모래보다 비열이 (크기 / 작기) 때문에, 같은 시간 동안 냉각했을 때 온도가 더 (빠르게 / 천천히) 변할 것이다.

2. 변인 통제

실험의 공정한 설계를 위해 주어진 조건들을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

물질의 종류 질량 처음 온도 뜨거운 물에 담그는 시간
시간에 따른 온도 변화 실험 환경 센서의 위치 시험관의 종류

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

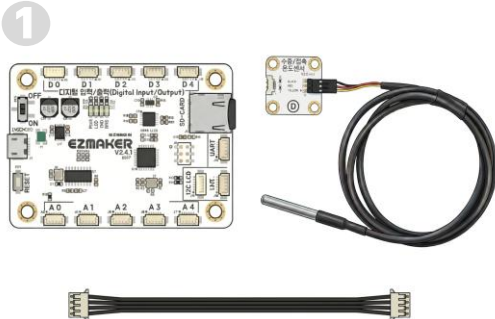
유리 시험관 2개, 비커 500mL 1개, 시험관 집게 2개와 나무거치대, 모래 100g, 물 100g (필요시, 전자저울), 스탠드&클램프, 커피포트, 디지털 온도계, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

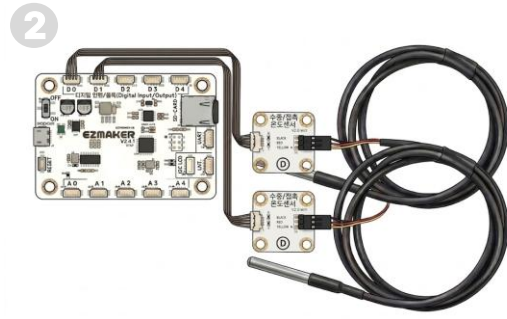
- 실험을 진행할 때에는 뜨거운 물을 사용하므로 화상에 주의하고 반드시 내열 장갑을 착용해야 합니다.
- 물과 모래의 비열을 비교하는 실험에서는 부피가 아닌 질량을 같게 맞추어야 공정한 비교가 가능합니다.
- 물과 모래의 초기 온도가 동일하게 맞춰진 상태에서 냉각을 시작해야 하며, 시험관을 옮길 때는 깨짐과 화상을 방지하기 위해 반드시 시험관 집게를 사용합니다.
- 온도 측정 시에는 센서를 물과 모래가 담긴 시험관에 최대한 빠르게 꽂아야 하며, 공기 중에서 열이 빠르게 빠져나갈 수 있으므로 센서를 꽂은 상태로 데이터 수집을 시작한 뒤 시험관을 옮겨 냉각을 진행하는 것이 오차를 줄일 수 있습니다.
- 센서는 물과 모래의 깊이와 넓이 모두 중앙에 위치하도록 꽂고, 실험 중에 흔들리지 않도록 고정해야 합니다.



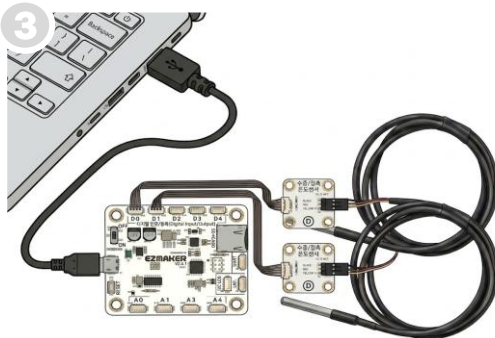
활동 2 실험 장치 만들기



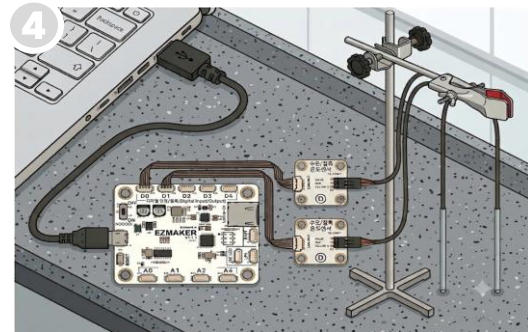
수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.



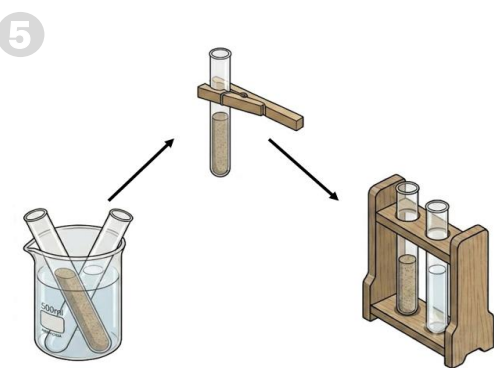
수중/접촉 온도 센서 2개를 각각 EZMAKER 보드의 D0, D1 포트를 연결합니다.



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

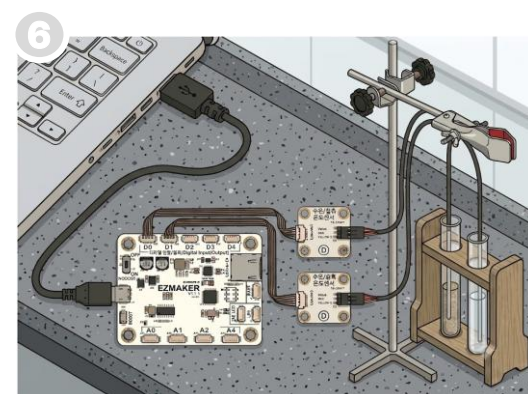


스탠드에 클램프를 이용해 두 개의 수중/접촉 온도 센서를 고정시킵니다.



뜨거운 물을 넣은 비커에 동일한 질량의 모래와 물이 담긴 시험관을 넣습니다.

모래와 물의 온도가 같아지면, 센서를 꽂고 시험관 집게를 이용하여 나무거치대에 시험관을 배치합니다.



모래의 온도가 더 이상 내려가지 않을 때까지 시간에 따른 온도 변화를 관찰합니다.



활동 3 코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

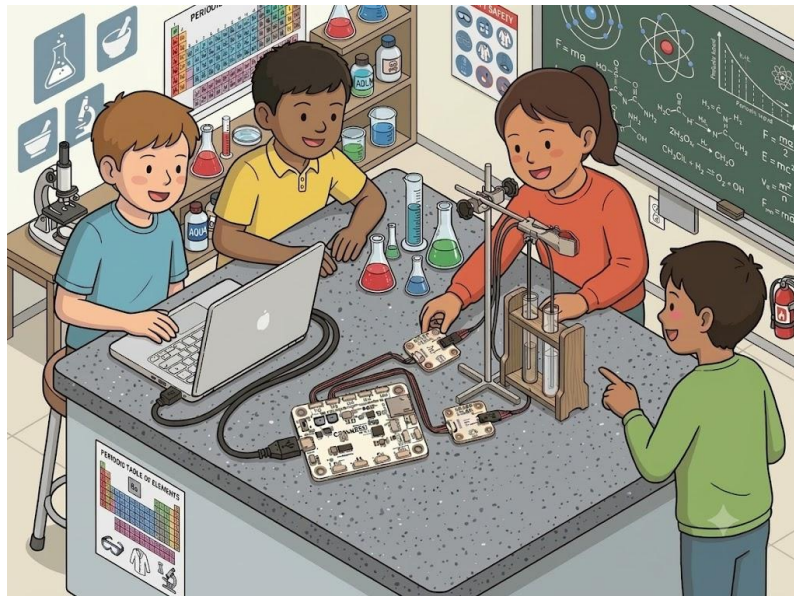
1 초 동안 기다리기

'수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 가져온 뒤, 포트를 D0, D1으로 각각 설정하여 총 2개를 추가합니다.

- 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 데이터 전송 블록에 'D0, D1에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 각각 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4 실험하기



- 1 두 개의 시험관에 모래와 물 100g을 각각 넣고, 뜨거운 물이 담긴 500mL 비커에 넣습니다.
- 2 물과 모래의 온도가 동일해 진 것을 디지털 온도계로 확인하고, 시험관 거치대로 두 개의 시험관을 옮깁니다.
- 3 각각의 시험관에 수중&접촉 온도 센서의 막대를 넣고, EZON의 '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- 4 모래의 온도가 더 이상 내려가지 않으면, 데이터 수집을 멈추고 결과를 확인합니다.

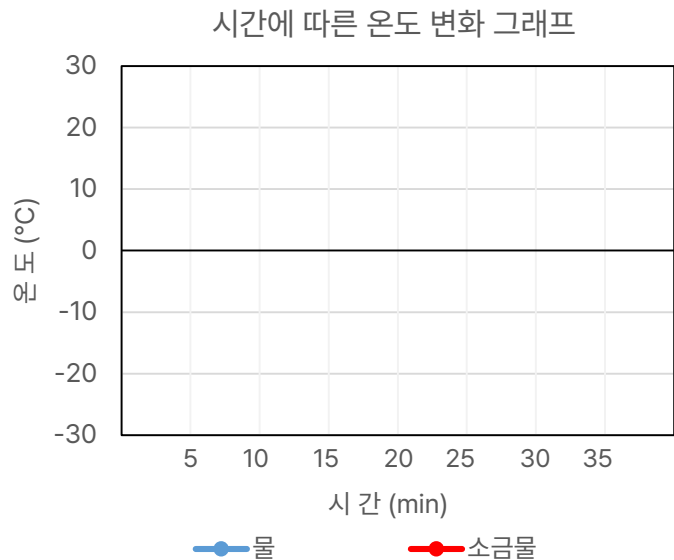


활동 5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

시간(sec)	물	모래



2. 데이터 분석하기

- ① 물과 모래 중 시간에 따른 온도 변화가 더 큰 물질은 무엇인가요?



- ② 실험을 통해 알 수 있는 '비열과 온도 변화 사이의 관계'를 한 문장으로 정리해 봅시다.



3. 가설 검증하기

물과 모래 중 냉각 속도가 빠른 물질은 (물 / 모래) 일 것이다. 왜냐하면 비열은 물질의 온도가 변하는 데 필요한 열량인데, 물은 모래보다 비열이 (크기 / 작기) 때문에, 같은 시간 동안 냉각했을 때 온도가 더 (빠르게 / 천천히) 변할 것이다.

Search



낙타의 혹에는 무엇이 있을까?



사막의 생존 전문가인 낙타의 혹에는 물이 아니라, 사실 거대한 '지방 덩어리'입니다. 이 지방은 단순히 에너지를 저장하는 용도를 넘어, '비열'의 원리를 이용해 사막의 극심한 일교차를 견디게 해주는 핵심 장치입니다.

일반적으로 우리 몸의 70%를 차지하는 물은 비열이 매우 커서 체온을 일정하게 유지하는데 유리합니다. 하지만 물이 귀한 사막에서 낙타는 정반대의 전략을 선택했습니다. 혹 속의 지방은 물보다 비열이 절반 정도로 낮아, 적은 열로도 온도가 아주 쉽게 변하는 성질을 가지고 있습니다.

낙타는 이 낮은 비열을 이용해 낮 동안 뜨거운 햇볕을 받으면 자신의 체온을 의도적으로 41°C까지 빠르게 끌어올립니다. 이렇게 체온을 외부 온도와 비슷하게 높이면, 외부의 열이 몸 안으로 들어오는 흐름이 늦춰질 뿐만 아니라 무엇보다 소중한 몸속 수분을 땀으로 흘려 버릴 필요가 없게 됩니다. 비열이 낮은 지방 덕분에 체온을 주변 환경에 맞춰 유연하게 변화시켜 수분 손실을 최소화하는 것입니다.

또한, 낙타의 혹은 스스로 물을 만들어내기도 합니다. 오랫동안 물을 마시지 못하면, 혹 안의 지방이 산소와 결합하여 분해되는데, 이 과정에서 에너지와 물이 생성합니다. 실제로 지방 1kg을 분해하면 약 1.1kg의 물을 얻을 수 있습니다.

결국 낙타의 혹은 단순한 에너지 창고가 아니라, 비열의 원리를 활용해 주변 환경에 따라 체온을 능동적으로 변화시키는 최첨단 온도 조절 장치인 셈입니다. 이처럼 자연 속 생명체들은 저마다의 환경에 가장 적합한 과학적 전략을 선택하며 살아가고 있습니다.



MEMO

6 물과 소금물의 냉각 곡선 비교하기

실험 주제	물과 소금물의 냉각 곡선 비교하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과08-02] 물질의 특성을 근거로 우리 주변의 물질을 순물질과 혼합물로 분류할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.98 I. 물질의 특성 / 05. 순물질과 혼합물		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 디지털 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물이 얼어 가는 동안의 온도 변화를 연속적으로 측정하고, 이를 바탕으로 물의 냉각 곡선을 그리는 것을 목적으로 한다. 시험관에 증류수를 담아 얼음과 소금을 섞은 냉각 환경에 넣고, 시간에 따라 변화하는 수온을 디지털 센서로 기록한다. 수집한 데이터를 그래프로 나타내어 물이 식는 과정과 얼기 시작할 때의 온도 변화를 관찰함으로써, 상태 변화가 일어날 때 온도가 어떻게 나타나는지를 이해하고 센서를 활용한 데이터 해석 능력을 기른다.

2. 이론적 배경

순물질인 물은 일정한 압력에서 어는점이 일정하며, 어는 동안 온도가 일정하게 유지되는 특징을 가집니다. 이는 물이 액체에서 고체로 상태가 변하는 과정에서 방출되는 에너지가 온도를 낮추는 데 사용되지 않고, 상태 변화를 일으키는 데 사용되기 때문입니다. 따라서 물의 냉각 곡선에서는 어는 동안 온도가 일정한 구간이 나타납니다. 반면, 소금물은 물과 소금이 섞인 혼합물로, 순물질과 달리 어는점이 일정하지 않습니다. 소금이 물에 녹아 있으면 물 분자의 배열을 방해하므로 얼음이 형성되기 위해 더 낮은 온도가 필요합니다. 이로 인해 소금물의 어는점은 물보다 낮아지는 어는점 내림 현상이 나타납니다. 소금물이 얼기 시작하면, 얼음은 주로 물 분자로만 이루어져 형성되고 소금은 얼음 결정에 거의 포함되지 않습니다. 그 결과 남아 있는 액체 속 소금물의 농도는 점점 높아지게 됩니다. 농도가 높아질수록 어는점은 더욱 낮아지므로, 소금물이 어는 동안에도 온도가 계속해서 내려가게 됩니다. 이 때문에 소금물의 냉각 곡선에서는 물과 달리 온도가 일정하게 유지되지 않고 점차 감소하는 모습이 나타납니다.

본 실험에서는 물과 소금물에 각각 설치한 수중/접촉 온도 센서를 통해 이러한 냉각 과정을 시간에 따른 온도 변화로 직접 측정합니다. 이를 통해 순물질과 혼합물의 차이뿐만 아니라, 혼합물의 농도 변화가 어는점과 냉각 곡선에 어떤 영향을 미치는지 까지 함께 이해할 수 있습니다.

6

물과 소금물의 냉각 곡선 비교하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물과 소금물의 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 시간 - 온도 그래프를 분석하여 순물질과 혼합물의 차이를 설명할 수 있다.
- 센서를 이용하여 물과 소금물의 냉각 실험을 진행하고, 데이터를 기반으로 냉각 곡선을 그릴 수 있다.
- 일상에서 마주하는 문제를 과학적인 시각으로 바라보고, 과학의 유용성을 가치 있게 인식한다.



생각 열기

"꽁꽁 얼어붙은 한강 위로 고양이가 걸어 다닙니다~ 🐾"

화제가 된 뉴스 장면처럼, 매서운 한파가 찾아오면 강물은 고양이가 여유롭게 산책할 수 있을 만큼 두꺼운 얼음판으로 변합니다. 하지만 똑같은 영하의 추위 속에서도 바닷물은 얼지 않습니다. 이유가 무엇일까요? 그 원인은 바로 물속에 녹아 있는 '염류(소금 등)'에 있습니다.



수중/접촉 온도 센서를 이용한 물과 소금물의 냉각 실험을 통해 냉각 곡선을 그려보고, 어는점이 달라지는 과학적 이유를 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

같은 양의 물과 소금물을 동시에 냉각시킬 때, 어는점과 냉각 곡선의 모양은 어떻게 될지 예측해 봅시다.

순수한 물보다 소금물의 어는점이 더 (높을 / 낮을) 것이다. 또한, 물은 어는 동안 온도가 일정하게 유지되지만, 소금물은 온도가 (일정할 / 계속 낮아질) 것이다. 왜냐하면 소금 입자가 물이 얼음으로 변하는 것을 (도와주기 / 방해하기) 때문이다.

2. 변인 통제

실험의 공정한 설계를 위해 주어진 조건들을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

질량	초기 온도	냉각 환경	액체의 종류	어는점
시간에 따른 온도 변화	주변 환경	센서의 위치	시험관의 종류	

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

유리 시험관 2개, 플라스틱 컵 2개, 시험관 집게 2개와 나무거치대, 전자저울, 물, 소금, 얼음, 스트로폼 원통 2개, 스탠드&클램프(필요시, 디지털 온도계), 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

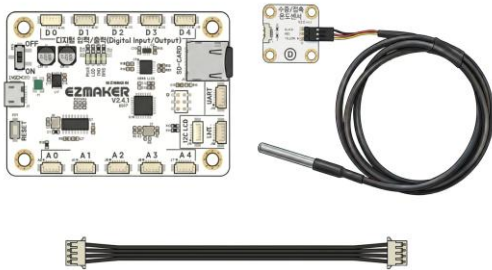
4. 실험 시 주의사항

- 실험 과정에서 얼음과 소금을 이용한 저온 환경이 만들어지므로 저온 화상을 예방하기 위해 반드시 내열 장갑을 착용하도록 합니다.
- 물과 소금물이 냉각되는 과정에서 부피가 증가할 수 있으므로, 시험관이나 용기가 깨지지 않도록 무리한 힘이 가해지지 않게 주의합니다.
- 실험의 공정성을 확보하기 위해서 물과 소금물의 초기 온도가 동일하게 맞춰진 상태에서 냉각을 시작해야 합니다.
- 냉각 과정 중 물이 이미 얼어 있는 경우 센서가 용기에서 잘 빠지지 않을 수 있습니다. 이때 억지로 당기지 말고 얼음을 충분히 녹인 후 천천히 센서를 꺼내 줍니다.
- 실험 중 과냉각 상태가 나타날 경우, 센서를 아주 살짝 건드렸을 때 물이 순간적으로 얼어붙는 현상을 관찰할 수 있습니다. 이 장면을 관찰하기 전에는 센서를 중간에 빼거나 세게 건드리지 않도록 주의합니다.
- 물과 소금물의 양이 지나치게 많을 경우 냉각 속도가 느려져 실험 진행이 어려울 수 있으므로, 비교적 소량을 사용하여 실험을 진행하도록 합니다.



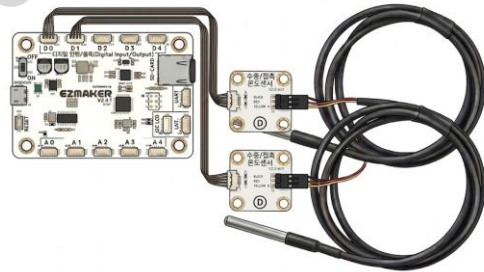
활동 2 실험 장치 만들기

1



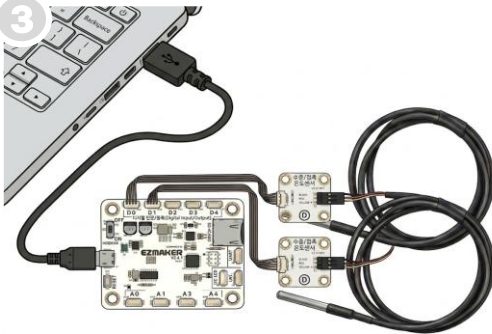
수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



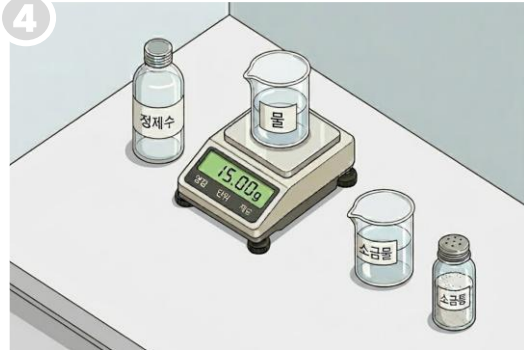
수중/접촉 온도 센서 2개를 각각 EZMAKER 보드의 D0, D1 포트를 연결합니다.

3



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다. 그리고 스탠드에 클램프를 이용하여 두 개의 수중/접촉 온도 센서를 고정시킵니다.

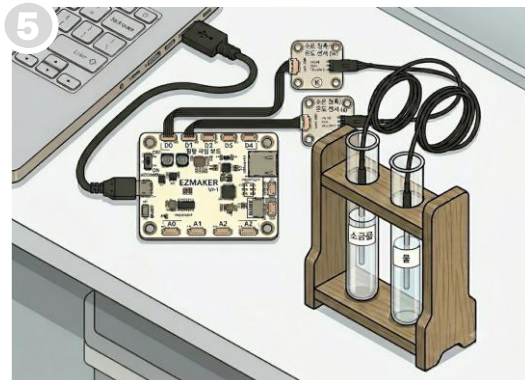
4



전자저울을 활용하여, 물과 소금물 각각 15g을 만듭니다.

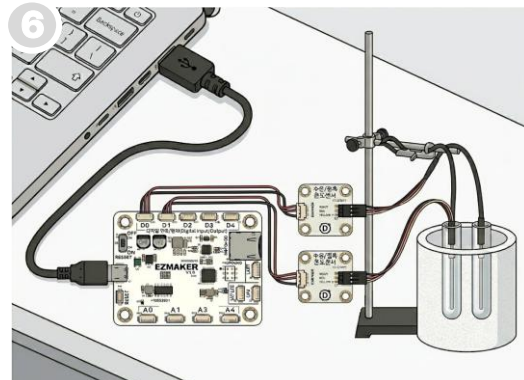
(* 물과 소금물의 양은 가능한 적을수록 냉각 곡선의 변화가 두드러지므로 좋습니다.)

5



물과 소금물을 시험관에 담아, 나무거치대에 놓고 수중/접촉 온도 센서를 각 시험관에 넣어둡니다. 물과 소금물의 온도가 같아질 때까지 기다립니다.

6



두 시험관을 얼음과 소금이 섞여 있는 스티로폼 원통에 최대한 빠르게 넣고 시간에 따른 온도 변화를 관찰합니다.



활동 3 코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

1 초 동안 기다리기

- ‘수중/접촉 온도 센서 연결하기’ 블록을 가져온 뒤, 포트를 D0, D1으로 각각 수정하여 총 2개를 추가합니다.
- 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 데이터 전송 블록에 ‘D0, D1에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값’ 블록을 각각 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 ‘1초 동안 기다리기’ 블록을 추가합니다.



활동 4 실험하기



- 1 두 개의 시험관에 물과 소금물을 각각 15g씩 넣고, 센서를 넣습니다.
- 2 물과 소금물의 온도가 주변 공기와 같아질 때까지 기다립니다.
- 3 스티로폼 원통에 얼음과 소금을 담아 섞고 온도가 영하 10°C가 될 때까지 기다립니다.
- 4 ‘수집 시작’ 버튼을 누르고, 나무거치대에 있던 물과 소금물이 담긴 시험관을 동시에 최대한 빠르게 스티로폼 원통 안으로 옮깁니다.
- 5 물의 온도가 0°C 아래로 내려가는 경우, 센서를 살짝 흔들면 물이 얼면서 온도가 0°C로 유지됩니다. 다시 0°C 아래로 내려갈 때, 데이터 수집을 멈추고 결과를 확인합니다.

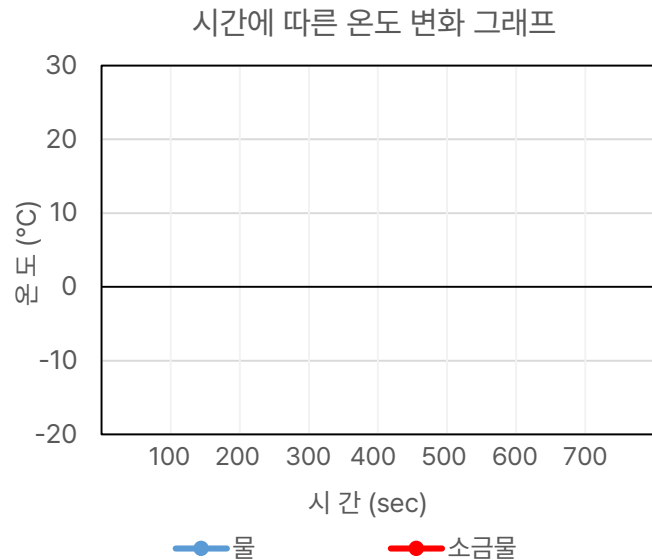


활동 5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

시간(sec)	물	소금물



2. 데이터 분석하기

- 1 물과 소금물 중 어느 것이 더 먼저 얼기 시작했나요? 실험 데이터를 확인하여 각 물질의 어는점은 약 몇 °C였는지 기록해 봅시다.



- 2 물이 어는 구간과 소금물이 어는 구간의 그래프 모양(기울기)은 어떤 차이가 있나요? 온도가 일정하게 유지되는 구간(평탄면)이 있는지 비교하여 서술해 봅시다.



- 3 2와 같이 물과 소금물의 냉각 곡선에 차이가 발생하는 이유는 무엇일까요?

(힌트: 소금물이 얼어가는 과정에서의 농도 변화와 관련 지어 생각해 보세요.)





Search



투명한 피를 가진 남극빙어



남극 바다는 물의 큰 비열 덕분에 내륙과 비교해서 덜 춥다고 하지만, 겨울철 평균 수온은 영하 1.9°C까지 떨어집니다. 이 수온은 바닷물이 얼기 시작하는 매우 차가운 온도입니다. 하지만 이 극한의 환경 속에서도 여유롭게 헤엄치는 물고기가 있습니다. 바로 '남극빙어(Icefish)'입니다.

생존 비결 ① 천연 부동액, 결빙 방지 단백질

영하의 수온에도 남극빙어가 얼지 않는 이유는 혈액 속에 '결빙 방지 단백질'이라는 특별한 성분이 들어 있기 때문입니다. 이 단백질은 우리가 실험에서 사용한 소금처럼, 물 분자가 단단한 얼음 결정을 만드는 것을 방해합니다. 덕분에 빙어의 혈액은 영하의 날씨에도 액체 상태를 유지하며 온몸에 흐를 수 있습니다.

생존 비결 ② 에너지를 아끼기 위한 선택, '투명한 피'

보통 동물의 피가 붉은 이유는 산소를 운반하는 헤모글로빈 때문입니다. 하지만 남극빙어는 헤모글로빈이 거의 없어 피가 투명합니다.

온도가 매우 낮아지면 액체는 끈적끈적해지는 성질이 있는데, 피 속에 헤모글로빈이 많으면 피가 너무 걸쭉해져서 심장에 무리가 갈 수 있습니다. 따라서 남극빙어는 헤모글로빈을 없애 피를 묽게 만들어 차가운 몸속에서도 혈액이 쉽게 흐를 수 있도록 진화한 것입니다.

생존 비결 ③ 산소 부족을 이겨내는 거대한 심장

헤모글로빈이 없으면 산소 운반 효율은 떨어지지만, 다행히 차가운 남극 바다에는 산소가 풍부하게 녹아 있습니다.

남극빙어는 부족한 산소 운반 능력을 보완하기 위해 일반 물고기보다 약 3배나 큰 심장을 가지고 있습니다. 덕분에 한 번의 펌프질로 더 많은 양의 피를 온몸으로 순환시켜 온몸에 충분한 산소를 공급할 수 있습니다.



MEMO

7 물과 식용유의 비열 비교 실험

실험 주제	물과 식용유의 비열 비교 실험		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과03-03] 물질에 따라 비열과 열팽창 정도가 다름을 알고, 이러한 성질이 일상생활에서 유용하게 활용됨을 인식할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.98, 100 I. 물질의 특성 / 05. 순물질과 혼합물		

1. 실험 개요

이번 실험을 통해서 물과 식용유를 가열하면서 온도의 변화를 디지털 센서를 이용하여 측정·관찰하고, 물질에 따라 비열이 다르게 나타남을 인식하는 것을 목적으로 합니다. 이를 통해 동일한 조건에서 가열하였을 때 물과 식용유의 온도 상승 속도가 어떻게 달라지는지를 분석하며, 이러한 차이가 비열이라는 물리적 성질에서 비롯됨을 이해합니다. 또한 센서를 활용한 데이터 수집 과정과 시간-온도 그래프 해석을 경험함으로써, 실험 결과를 근거로 과학적 결론을 도출하는 능력을 기르는 데 중점을 둡니다.

2. 이론적 배경

비열은 물질 1g의 온도를 1°C 올리는 데 필요한 열의 양을 의미하며, 물은 약 $1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ 의 매우 큰 비열을 가지고 있습니다. 이는 물 분자 사이의 강한 수소 결합 때문에 같은 열을 받아도 분자 운동이 쉽게 활발해지지 않아 온도가 천천히 오르는 특성에서 비롯됩니다. 반면 식용유는 약 $0.5 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ 정도의 비열을 가지며, 분자 간 결합이 약해 열을 받으면 분자 운동이 빠르게 증가하므로 온도가 쉽게 상승합니다.

이러한 비열의 차이는 동일한 열량을 공급해도 물과 식용유의 온도 변화가 다르게 나타나는 현상을 설명하며, 바다가 낮에는 많은 열을 흡수해도 온도가 크게 오르지 않고 밤에는 서서히 열을 방출하여 기온 변화를 완만하게 만드는 데 기여합니다. 또한 물은 많은 열을 저장하고 천천히 식는 특성으로 음식과 환경의 온도를 안정시키는 열 저장고 역할을 하며, 세포 내부의 대부분을 차지하는 물은 생명체의 체온 변화를 완충하여 안정적인 생명 활동을 가능하게 하는 중요한 물질로 작용합니다.

7

물과 식용유의 비열 비교 실험

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물과 식용유의 가열 시 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 물질의 종류에 따라 온도가 변하는 정도가 다름을 이해하고, '비열'의 정의를 설명할 수 있다.
- 센서를 이용하여 물과 식용유의 온도 변화 데이터를 수집하고 분석하여 비열을 비교할 수 있다.
- 일상 생활 속 비열과 관련된 현상에 호기심을 갖고 과학적으로 탐구하려는 자세를 지닌다.



생각 열기



한여름 뜨거운 햇볕이 내리쬐는 해변을 상상해 봅시다. 맨발로 모래사장을 걷다 보면 발바닥이 데일 듯한 뜨거움에 깜짝 놀라곤 합니다.

그런데 이상한 점이 있습니다. 모래와 바닷물은 아침부터 똑같은 태양 빛을 받았는데, 왜 모래는 건디기 힘들 만큼 뜨겁고 바닷물은 여전히 시원한 걸까요?

실험을 통해 물질의 종류에 따라 시간 - 온도 그래프의 기울기가 어떻게 달라지는지 확인하고, 그 이유를 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

같은 양의 물과 식용유를 동시에 가열할 때, 온도가 더 빠르게 오르는 물질은 무엇인지 예측해 보고 그 이유를 적어 봅시다.

순수한 물보다 소금물의 어는점이 더 (높을 / 낮을) 것이다. 또한, 물은 어는 동안 온도가 일정하게 유지되지만, 소금물은 온도가 (일정할 / 계속 낮아질) 것이다. 왜냐하면 소금 입자가 물이 얼음으로 변하는 것을 (도와주기 / 방해하기) 때문이다.

2. 변인 통제

실험의 공정한 설계를 위해 주어진 조건들을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

질량 초기 온도 가열 환경 액체의 종류 끓는점
시간에 따른 온도 변화 주변 환경 센서의 위치 시험관의 종류

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

금속 컵 2개, 물 100g, 식용유 100g(필요시, 전자저울), 스탠드&클램프, 핫플레이트, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

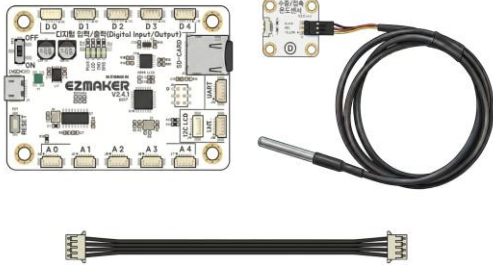
- 실험을 수행할 때에는 수중/접촉 온도 센서의 금속 탐침이 컵의 벽면이나 바닥에 닿지 않도록 하여 정확한 수온 측정이 이루어지도록 합니다. 센서의 고무 보호 부분이 핫플레이트에 직접 닿아 손상되지 않도록 주의합니다.
- 실험 전에 핫플레이트의 성능과 가열 속도를 미리 확인하고, 학생들에게 조절할 수 있는 온도 단계를 적절히 제한하여 과도한 가열이 발생하지 않도록 합니다.
- 실험 중에는 물이나 식용유가 컵 밖으로 흘러 넘치지 않게 조심하며, 가열 중인 핫플레이트의 검정 원판은 매우 뜨거우므로 절대 손이나 물체로 접촉하지 않습니다.
- 화상을 예방하기 위해 모든 실험 과정에서 반드시 내열 장갑을 착용하고, 장비를 조작할 때에도 주변 상황과 안전을 항상 확인합니다.
- 가열된 식용유는 식는 데 시간이 걸립니다. 실험 직후 바로 버리지 말고 충분히 식힌 후 지정된 폐유 수거함에 버려야 합니다.



활동 2

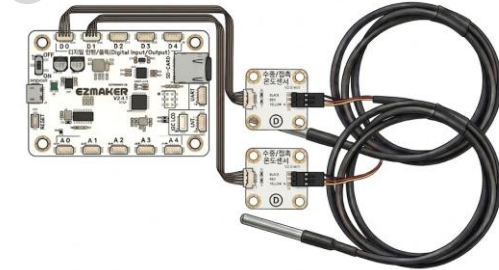
실험 장치 만들기

1



수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



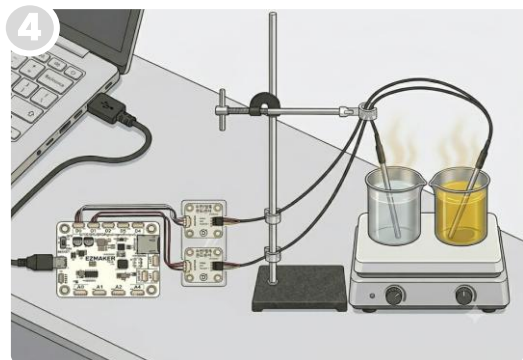
수중/접촉 온도 센서 2개를 각각 EZMAKER 보드의 D0, D1 포트를 연결합니다.

3



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다. 그리고 스탠드에 클램프를 이용해 두 개의 수중/접촉 온도 센서를 고정시킵니다.

4



스탠드에 클램프를 이용해 두 개의 수중/접촉 온도 센서를 고정시킵니다. 핫플레이트에는 물과 식용유가 담긴 금속 컵 2개를 동시에 올려두고 가열 준비를 합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

D1 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

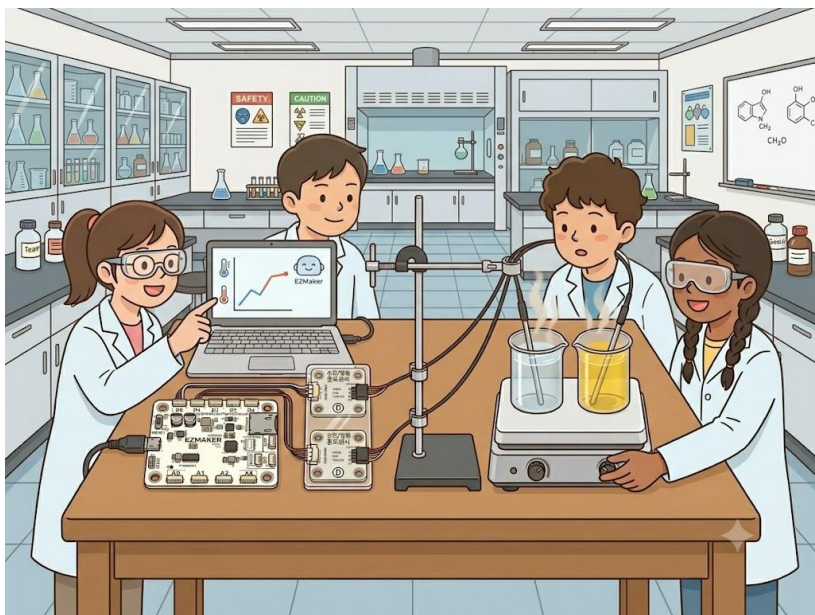
15 초 동안 기다리기

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 가져온 뒤, 포트를 D0, D1으로 각각 설정하여 총 2개를 추가합니다.
- 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 데이터 전송 블록에 'D0, D1에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 각각 추가합니다.
- 15초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 뒤 15초로 수정합니다.



활동 4

실험하기



- 1 두 개의 금속 컵에 같은 질량의 물과 식용유를 넣습니다.
- 2 두 컵에 수중/접촉 온도 센서를 각각 꽂고, 핫플레이트 위에 올려둡니다.
- 3 두 액체의 초기 온도가 같아지면 '수집 시작' 버튼을 누르고, 핫플레이트의 전원을 켭니다.
- 4 식용유의 온도가 80°C 정도가 되면, 핫플레이트의 가열을 멈추고 실험 결과를 확인합니다.



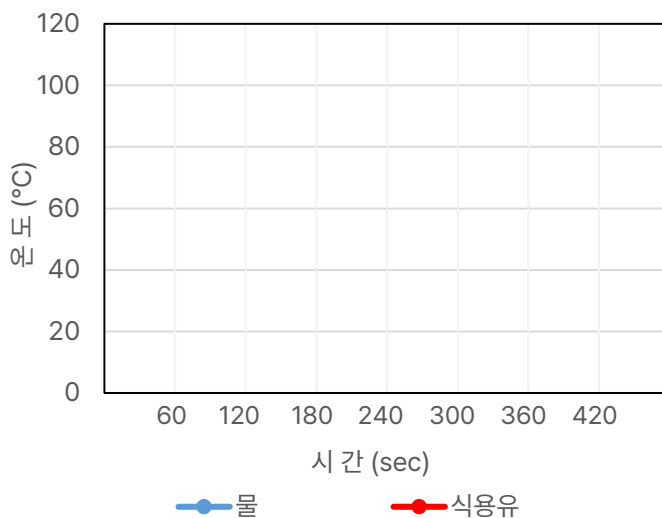
활동 5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

시간(sec)	물	소금물

시간에 따른 온도 변화 그래프



2. 데이터 분석하기

- ① 물과 식용유 중 비열이 큰 물질을 고르고, 그 이유를 시간 - 온도 변화 그래프를 바탕으로 서술해 봅시다.



- ② 만약 물과 식용유의 질량을 **2배**로 늘려서 실험한다면, 시간 - 온도 변화 그래프의 기울기는 어떻게 달라질까요?



3. 가설 검증하기

같은 질량의 물과 식용유를 동일한 시간 동안 가열한다면, (물 / 식용유)의 온도가 (물 / 식용유)보다 더 많이 상승할 것이다. 그 이유는 물이 식용유보다 (밀도 / 비열 / 용해도)이(가) (크기 / 작기) 때문이다.



생각 넓히기



온도를 지켜라! 비열이 큰 물과 체온 유지의 비밀

여름철 햇볕 아래에서 아스팔트는 발을 디딜 수 없을 정도로 뜨거워지지만, 우리 몸은 항상 36.5°C를 일정하게 유지합니다. 그 비밀은 우리 몸의 약 70%를 차지하는 '물'에 있습니다.

과학에서 비열이란 어떤 물질 1g의 온도를 1°C 올리는 데 필요한 열량을 말합니다. 물은 비열이 1로 다른 물질에 비해 매우 큰 물질입니다. 비열이 크다는 것은 온도를 변화시키는 데 많은 에너지가 필요하다는 뜻으로 쉽게 말해 '온도가 잘 변하지 않는 성질'을 가졌다는 의미입니다.

만약 우리 몸이 비열이 작은 금속으로 되어 있었다면, 더울 땐 체온이 금방 끓어오르고 추울 땐 얼어붙어 생명이 위험했을 것입니다. 하지만 우리 몸은 비열이 큰 물로 채워져 있기 때문에, 외부 날씨가 급격히 변해도 체온을 일정하게 조절할 수 있습니다.



8 물과 에탄올의 혼합물 분리하기

실험 주제	물과 에탄올의 혼합물 분리하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과08-03] 물질의 특성을 이용하여 혼합물이 분리되는 원리를 이해하고, 이를 이용한 사례를 주변에서 찾을 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.37		

1. 실험 개요

이 실험은 물과 에탄올의 혼합물을 가열하면서 수중/접촉 온도 센서를 이용해 온도 변화를 연속적으로 측정하고, 가열 곡선을 통해 혼합물의 끓는 과정과 분리 원리를 이해하는 것을 목적으로 합니다.

플라스크에 물과 에탄올의 혼합물을 넣고 가열 장치 위에 올린 뒤, 혼합물 내부에 수중/접촉 온도 센서를 설치하여 가열 중 온도를 일정한 시간 간격으로 측정합니다. 혼합물을 가열하면서 발생한 기체는 관을 따라 이동하여 다른 용기에 모이도록 하고, 이때 플라스크 내부의 온도 변화와 끓는 상태를 함께 관찰합니다. 수집한 온도 데이터를 그래프로 나타내어 가열 곡선을 분석하고, 특정 온도 구간에서 온도가 일정하게 유지되는 이유와 그 의미를 해석합니다. 이를 통해 혼합물이 가열될 때 각 성분이 어떻게 분리되는지를 센서를 이용해 수집한 데이터를 바탕으로 이해합니다.

2. 이론적 배경

순물질은 일정한 압력에서 끓는점이 일정하여, 끓는 동안 온도가 일정하게 유지되는 특징을 가집니다. 이는 액체가 기체로 상태가 변하는 동안 공급되는 열에너지가 온도를 높이는 데 사용되지 않고, 상태 변화를 일으키는 데 사용되기 때문입니다. 이러한 특징은 가열 곡선에서 온도가 일정하게 유지되는 구간으로 나타납니다.

반면, 물과 에탄올처럼 두 가지 이상의 물질이 섞인 혼합물은 각 성분의 끓는점이 서로 다릅니다. 에탄올은 약 78°C에서 끓고, 물은 약 100°C에서 끓기 때문에 혼합물을 가열하면 먼저 끓는점이 낮은 에탄올이 주로 기체 상태로 변합니다. 이 과정에서 혼합물의 조성이 점차 변하면서 끓는 동안의 온도가 일정하게 유지되지 않고, 온도가 서서히 상승하는 구간이 나타납니다. 이후 에탄올이 대부분 제거되면, 물이 주성분이 되어 약 100°C 부근에서 다시 온도가 일정해 지는 구간이 관찰될 수 있습니다.

본 실험에서는 센서를 사용하여 가열 중 온도 변화를 연속적으로 측정함으로써, 혼합물의 가열 곡선이 순물질과 다르게 나타나는 이유를 정량적인 데이터로 확인할 수 있습니다. 이를 통해 끓는점의 차이를 이용한 혼합물 분리 원리와 가열 곡선의 의미를 보다 명확하게 이해할 수 있습니다.

8

물과 에탄올의 혼합물 분리하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물과 에탄올의 혼합물 온도 측정하기

이 실험에서 나는

- 끓는점이 물질의 특성임을 알고, 이를 이용하여 물과 에탄올의 혼합물 분리 원리를 설명할 수 있다.
- 혼합물 분리 장치를 구성해 실험을 수행하고, 얻어진 가열 곡선을 분석하여 혼합물을 분리할 수 있다.
- 끓는점을 이용한 혼합물 분리가 실생활의 문제 해결에 유용하게 쓰임을 깨닫고, 탐구 활동에 적극적으로 참여한다.



생각 열기

우리가 마시는 물, 자동차를 움직이는 휘발유, 소독용 알코올까지. 이들의 공통점은 무엇일까요? 바로 자연 상태 그대로가 아닌, 여러 물질이 섞인 혼합물을 과학의 힘으로 정교하게 분리해낸 결과물이라는 점입니다.

섞여 있는 물질을 어떻게 분리할 수 있을까요? 그 열쇠는 바로 물질이 가진 '고유한 성질', 즉 물질의 특성에 있습니다. 사람마다 저마다의 지문이 다르듯이, 물질도 자신만의 고유한 끓는점을 가지고 있습니다. 물질의 특성 중 하나인 끓는점 차이를 이용해, 물과 에탄올의 혼합물을 분리해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

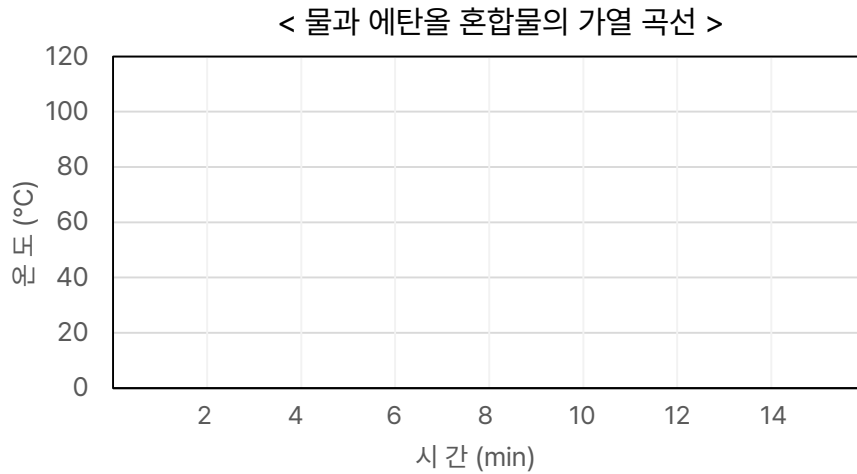
- ① 물과 에탄올의 혼합물을 가열할 때 온도가 일정한 구간의 개수와 먼저 분리되어 나오는 물질은 무엇인지 예측해 봅시다.

[가설] 온도가 일정한 구간은 ()개이고, ()(이)가 먼저 분리될 것이다.

[이유]

② 가열을 바탕으로 물과 에탄올 혼합물의 가열 곡선을 예상해 그려 봅시다.

(물의 끓는점 : 100°C, 에탄올의 끓는점 : 약 78°C)



2. 실험 준비물

가지 달린 삼각 플라스크, 고무 튜브, 유리관, 물, 에탄올, 끓임쪽, 고무마개, 핫플레이트, 유리 시험관 4개, 나무거치대, 찬 물이 담긴 비커, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

3. 실험 시 주의사항

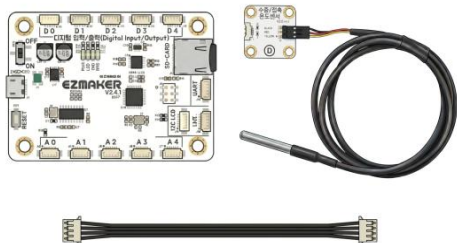
- 유리관이나 연결된 고무 튜브가 핫플레이트에 직접 닿지 않도록 위치를 충분히 확인하여, 튜브가 녹거나 실험 장치가 손상되는 일이 없도록 주의합니다.
- 플라스크, 시험관, 유리관 등 유리 기구는 충격이나 급격한 온도 변화로 쉽게 깨질 수 있으므로, 설치와 조작 과정에서 항상 조심하여 다루어야 합니다.
- 실험을 수행하는 모든 학생은 내열 장갑을 착용하여 화상이나 파손 사고에 대비해야 합니다.
- 증류 과정에서 가열 곡선의 구간에 따라 시험관을 적절한 시점에 교체하여 각 구간에서 나오는 물질을 따로 받아야 합니다. 이때 온도 변화에 주의를 기울이지 않으면 서로 다른 물질이 섞일 수 있으므로, 온도 확인이 매우 중요합니다.
- 액체가 갑자기 끓어 넘치는 '돌비 현상'을 막기 위해 가열 전 반드시 끓임쪽을 넣어줍니다.
- 혼합물을 너무 많이 사용할 경우 끓는점 도달에 시간이 너무 오래 걸리므로 수업 시간을 고려하여 적절한 질량을 사용합니다.



활동 2

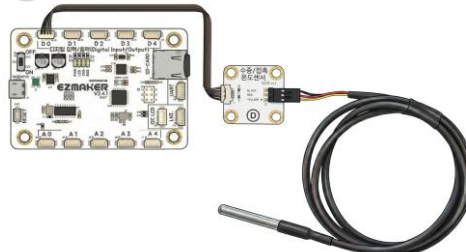
실험 장치 만들기

1



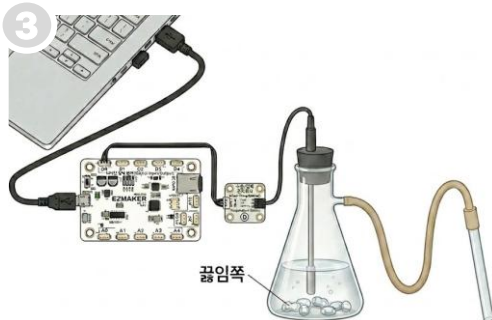
수중 온도 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



수중 온도 센서와 EZMAKER 보드의 D0 포트를 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



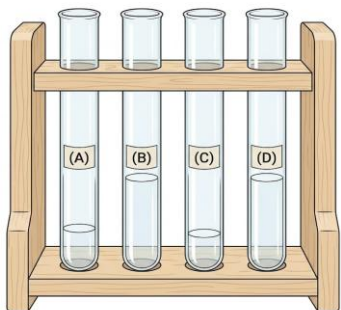
가지 달린 삼각 플라스크와 유리관을 고무 튜브로 연결합니다. 플라스크 안에 물과 에탄올을 각각 50mL씩 넣어 액체 혼합물을 만들고, 끓임쪽을 넣습니다.

4



가지와 연결한 유리관을 시험관에 넣고, 시험관을 찬물이 담긴 비커에 넣습니다.

5



핫플레이트를 가열합니다. 온도 변화에 주의하며 나오는 물질을 시험관 A~D에 나눠 담습니다.



활동 3

코딩하기



- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 '수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 추가합니다.
- 30초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 뒤, 30으로 숫자를 수정합니다.



활동 4

실험하기

- 1 혼합물 분리 실험 장치를 준비하고, '수집 시작' 버튼을 누르고, 핫플레이트를 작동시켜 삼각 플라스크를 가열합니다.
- 2 혼합물을 가열할 때 나오는 물질을 시험관에 아래와 같이 모아줍니다.

시험관	수집 구간 및 기준
A	가열 시작 후 첫 번째 수평 구간이 나타나기 전까지 나오는 물질
B	첫 번째로 온도가 일정하게 유지되는 동안 나오는 물질
C	온도가 다시 올라가기 시작하여 두 번째 수평 구간 전까지 물질
D	두 번째로 온도가 일정하게 유지되는 동안 나오는 물질



- 3 물의 온도가 100°C를 유지하고 3분 정도 시간이 흐른 뒤, 실험을 종료합니다.
- 4 실험 결과를 바탕으로 물과 에탄올의 가열 곡선을 그려 봅니다.



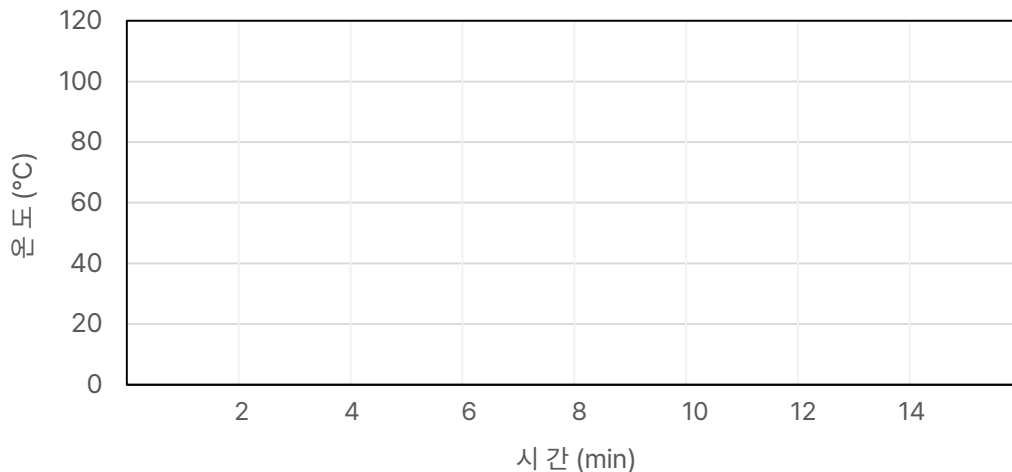
활동 5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

실험 데이터를 바탕으로 가열 곡선을 그리고, 시험관 A~D 구간을 나누어 표시해 봅시다.

< 물과 에탄올 혼합물의 가열 곡선 >



2. 데이터 분석하기

- ① 가열 곡선에서 온도가 일정하게 유지되는 구간은 총 몇 군데였으며, 각각 몇 °C 였나요?



- ② 혼합물을 가열하는데 왜 온도가 일정하게 유지되는 구간(수평 구간)이 나타날까요?



- ③ 시험관 B와 D에서 모은 액체는 각각 무엇이라고 생각하는지 근거를 들어 설명해 봅시다.



3. 가설 검증하기

물과 에탄올의 혼합물을 가열할 때, () 차이에 의해
온도가 일정한 구간은 ()개이고, ()(이)가 먼저 분리된다.

Search



우주에서는 소변을 마신대요!

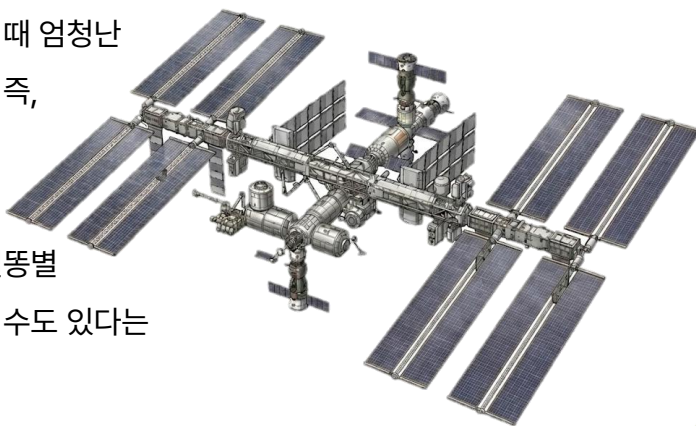


국제우주정거장(ISS)은 지구에서 수백 km 떨어진 곳에 있습니다. 이곳에서 가장 귀한 대접을 받는 것은 금도, 기름도 아닌 '물'입니다. 생존에 필수인 물 1L를 우주로 보내려면 수천만 원의 비용이 들기 때문입니다. 그래서 우주에서는 아주 특별한 방법으로 물을 만들어냅니다. 바로 자신들이 내보낸 소변을 깨끗한 물로 재활용하여 마시는 것입니다.

사람의 소변은 95%의 물과 5%의 각종 노폐물(나트륨, 칼륨, 요소 등)로 이루어져 있습니다. 이 5% 성분만 걸러내면 우리가 지구에서 마시는 물과 똑같아집니다. 이 과정에는 우리가 실험으로 배운 '**끓는점 차이를 이용한 분리(증류)**'가 사용됩니다.

우주 정거장에서는 에너지를 아끼기 위해 장치 내부의 기압을 아주 낮게 만듭니다. 기압이 낮아지면 끓는점도 낮아져서, 평소보다 훨씬 낮은 온도에서 물이 끓기 시작합니다. 특히 진공에 가까운 우주의 환경에서는 실온(20~25°C)에서도 물이 끓을 수 있습니다. 이렇게 모인 수증기를 차갑게 식히면 깨끗한 물이 됩니다. 여기에 한 번 더 정밀한 정화 과정을 거치면 사람이 안심하고 마실 수 있는 식수가 완성됩니다.

그렇다면 수분이 적은 대변은 어떻게 처리할까요? 대변은 특수 용기에 모아 압축한 뒤, 지구에서 온 화물선이 임무를 마치고 돌아갈 때 함께 실어 보냅니다. 이 화물선은 지구로 바로 착륙하는 것이 아니라 대기권에 진입할 때 엄청난 마찰열로 타버리게 설계되어 있습니다. 즉, 우주비행사의 대변은 밤하늘을 가르는 '별뚥별'이 되어 사라지는 셈입니다. 우리가 밤하늘을 보며 소원을 빌었던 별뚥별 중 일부는 사실 우주비행사의 배설물일 수도 있다는 아주 기막힌 반전이 숨어 있습니다.



MEMO

9 물의 끓는점 측정하기

실험 주제	물의 끓는점 측정하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과04-04] 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 관계를 이해하고, 이를 실생활에 적용하여 과학의 유용성을 인식할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.134, p.135		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 디지털 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물을 가열할 때의 온도 변화를 연속적으로 측정하고, 물의 끓는점을 확인하는 것을 목적으로 합니다. 비커에 물을 담아 핫플레이트 위에서 가열시키면서 시간에 따른 수온 변화를 기록하고, 온도 - 시간 그래프를 분석하여 물이 끓기 시작할 때의 온도를 측정합니다. 이를 통해 가열 과정에서 물의 온도가 어떻게 변화하는지를 이해하고, 디지털 센서를 활용한 데이터 수집과 그래프 해석 능력을 기르는 데 중점을 둡니다.

2. 이론적 배경

물은 가열되면 온도가 점차 상승하다가 일정한 온도에 도달하면 끓기 시작합니다. 이때 물의 끓는점은 액체 상태의 물이 기체 상태로 변하기 시작하는 온도를 의미하며, 대기압 하에서는 약 100 °C 입니다. 물이 끓는 동안에는 계속 열을 공급하더라도 온도가 더 이상 상승하지 않고 일정하게 유지되는데, 이는 공급된 열에너지가 온도를 높이는 데 사용되지 않고 상태 변화를 위해 사용되기 때문입니다.

디지털 수중/접촉 온도 센서를 이용하면 이러한 온도 변화 과정을 연속적인 수치와 그래프로 확인할 수 있으며, 온도 - 시간 그래프에서 나타나는 온도 상승 구간과 일정 온도 구간을 통해 물의 끓는점을 명확하게 파악할 수 있습니다.

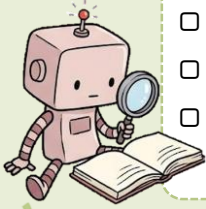
9

물의 끓는점 측정하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물의 끓는점 측정하기

이 실험에서 나는

- 물이 끓는 동안 온도가 일정한 이유가 흡수한 열에너지를 상태 변화에 사용 때문임을 설명할 수 있다.
- 시간에 따른 물의 온도 변화를 직접 측정하여 그래프로 나타내고, 끓는점 구간의 특징을 해석할 수 있다.
- 우리 주변에서 일어나는 상태 변화 현상에 열에너지가 어떻게 이동하는지 관심을 가지고 탐구하며, 과학적 원리가 일상생활의 문제를 해결하는 데 유용함을 인식한다.



생각 열기



100°C의 물과 100°C의 수증기 중 누가 더 뜨거울까요? 온도가 같으니 비슷할 것 같지만, 정답은 수증기입니다.

액체인 물이 기체인 수증기로 변신하려면 입자 사이의 결합을 끊기 위해 주변에서 엄청난 양의 에너지를 흡수해야 합니다. 이때 흡수한 열에너지는 온도를 높이는 대신, 수증기 입자 속에 차곡차곡 쌓여 '숨은 열(잠열)'이 됩니다. 즉, 수증기는 물보다

훨씬 더 많은 에너지를 품고 있습니다. 물을 가열하여 끓는점을 측정하고, 가열 곡선을 그려보며 그 특징을 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

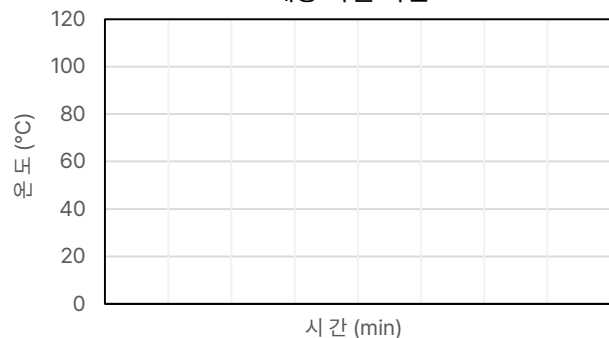
1. 가설 설정

물의 끓는점을 예상해보고 예상 가열 곡선을 그려 봅시다.

[가설]

물은 약 ()°C에서 끓기 시작하며 그 이후 계속 가열할 때 온도는 (높아질 / 일정할 / 낮아질) 것이다.

< 예상 가열 곡선 >



2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

물의 양 물의 온도 가열 시간 가열 세기 액체의 종류

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

증류수 300mL, 끓임쪽, 스탠드&클램프, 500mL 비커, 핫플레이트, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

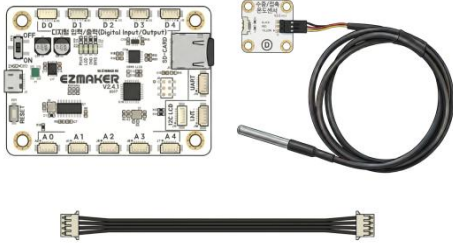
4. 실험 시 주의사항

- 실험을 수행할 때에는 수중/접촉 온도 센서의 금속 탐침 끝부분이 비커의 벽면이나 바닥에 닿지 않도록 하여 정확한 수온 측정이 이루어지도록 합니다. 또한 센서의 고무 보호 부분이 핫플레이트에 직접 닿아 손상되지 않도록 주의합니다.
- 물을 가열할 때는 액체가 끓는점 이상으로 가열되어 갑자기 끓어 넘치는 현상을 방지하기 위해 끓임쪽을 반드시 넣어줍니다.(가열 시작 전에 미리 넣어주세요!)
- 실험 전에 핫플레이트의 성능과 가열 속도를 미리 확인하고, 학생들에게 조절 가능한 온도 단계를 제한하여 과도한 가열이 일어나지 않도록 합니다.
- 실험 중에는 끓는 과정에서 물이 비커 밖으로 넘치지 않도록 지속적으로 관찰해야 하며, 가열 중인 핫플레이트의 검정 원판은 매우 뜨거우므로 절대 손이나 물체로 접촉하지 않습니다.
- 화상을 예방하기 위해 모든 실험 과정에서 반드시 내열 장갑을 착용하고, 끓는 물과 가열 기구를 다룰 때에는 주변 안전을 항상 확인하며 실험을 진행합니다.



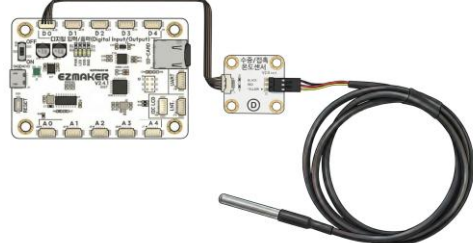
활동 2 실험 장치 만들기

1



수중 온도 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



수중 온도 센서와 EZMAKER 보드의 D0 포트를 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



비커에 증류수와 끓임쪽을 넣고, 스탠드에 센서를 고정시켜 비커 바닥에 센서 끝 부분이 닿지 않도록 합니다.

4



핫플레이트를 작동시킨 후 시간에 따른 온도 변화를 관찰합니다.



활동 3 코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

1

초 동안 기다리기

• '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.

• 데이터 전송 블록에 'D0에 수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 추가합니다.

• 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4 실험하기



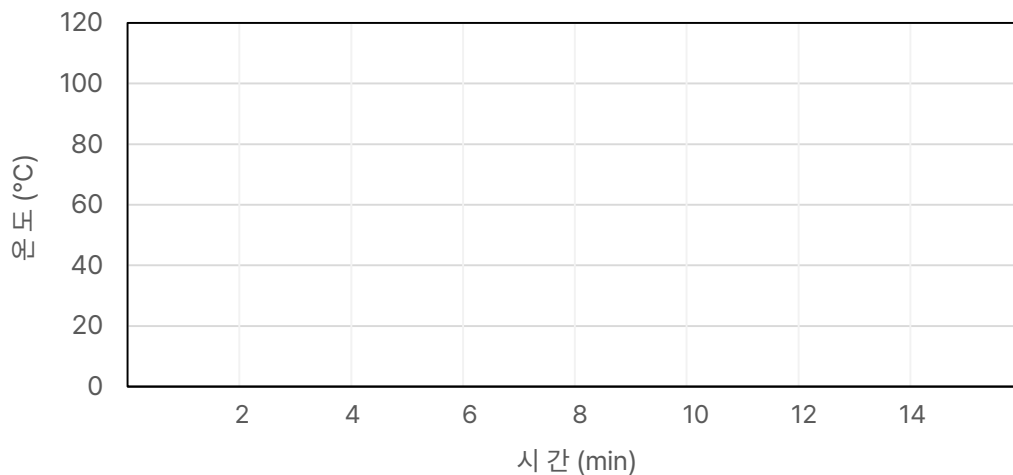
- ❶ 500mL 비커에 증류수 300mL와 끓임쪽을 넣습니다.
- ❷ 비커를 핫플레이트 위에 올려두고, 스탠드에 고정한 수중/접촉 온도 센서를 넣습니다.
- ❸ 핫플레이트의 전원을 켜고 '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- ❹ 물이 끓기 시작하고 온도가 일정해지면 약 2분 정도 더 관찰하며 실험을 종료합니다.



활동 5 데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

< 물의 가열 곡선 >



2. 데이터 분석하기

- ① 물의 끓는점은 몇 °C 인가요?



- ② 물이 끓기 시작한 뒤, 계속 가열할 때 물의 온도는 어떻게 변하나요?



- ③ ②와 같은 결과가 나온 이유를 상태 변화와 열에너지를 근거로 이야기해 봅시다.



3. 가설 검증하기

물은 약 ()°C에서 끓기 시작 하며 그 이후 계속 가열할 때 온도는
(높아질 / 일정할 / 낮아질) 것이다.



상태 변화와 열에너지

물질들이 온도가 변함에 따라 다른 상태로 변하는 것을 '상태 변화'라고 하는데, 이때 가장 중요한 역할을 하는 것이 바로 열에너지입니다. 열을 흡수하는 상태 변화 시에는 주변의 열을 빼앗아 가므로 주위 온도는 낮아집니다. 반대로 열을 방출하는 변화 시에는 열을 내보내 주위 온도를 높입니다.

마지막으로 기억해야 할 특징은 물질이 상태 변화를 일으키는 동안에는 아무리 가열하거나 냉각해도 온도가 변하지 않고 일정하게 유지된다는 점입니다. 가열할 때는 공급된 열이 온도를 높이는 대신 분자 사이의 결합을 끊어 상태를 바꾸는 데 모두 쓰이고, 냉각할 때는 상태가 변하며 나오는 열이 온도가 떨어지는 것을 막아주기 때문입니다.

Search



음펨바 효과



1963년, 탄자니아의 중학생이었던 에라스토 음펨바(Erasto Mpemba)는 아이스크림을 만드는 실습을 하고 있었습니다. 시간이 부족했던 음펨바는 충분히 식히지 않은 뜨거운 우유 혼합물을 냉동실에 바로 넣었는데, 놀랍게도 미리 식혀서 넣은 친구들의 것보다 음펨바의 아이스크림이 훨씬 먼저 얼어붙었습니다. 이 신기한 현상은 1969년 논문이 발표되면서 이 현상은 세상에 '음펨바 효과'로 알려지게 되었습니다.

왜 이런 현상이 일어날까요? 사실 음펨바 효과는 현대 과학으로도 명확한 원인을 100% 규명하지 못한 미스터리 중 하나입니다. 과학자들은 이 현상을 설명하기 위해 다음과 같은 가설들을 제시하고 있습니다.

가설 1. 증발

뜨거운 물은 찬 물보다 증발이 훨씬 잘 일어납니다. 냉동실 안에서 뜨거운 물의 표면이 빠르게 증발하면서 물의 전체 질량이 줄어들기 때문에, 남은 물이 더 빨리 얼어버린다는 이론입니다.

가설 2. 대류 현상

뜨거운 물은 위아래로 활발하게 움직이는 '대류 현상'이 잘 일어납니다. 뜨거운 물을 냉동실에 넣으면 이 격렬한 움직임(대류)이 유지되면서 찬 물보다 표면의 열을 냉동실 내부로 더 빠르게 빼앗기게 된다는 이론입니다.

가설 3. 용존 기체

물속에는 눈에 보이지 않는 기체들이 녹아 있습니다. 이 기체들은 물이 어는 것을 방해합니다. 하지만 물을 끓이면 녹아 있던 기체들이 밖으로 빠져나가므로, 방해꾼이 없는 뜨거운 물이 더 쉽게 얼 수 있다는 이론입니다.

가설 4. 수소 결합과 에너지 방출

가장 최근 싱가포르 과학자들이 제시한 물리적 가설입니다. 물 분자들은 서로 당기는 '수소 결합'을 하고 있습니다. 뜨거운 물에서는 이 결합 간격이 변하면서 에너지를 축적하는데, 냉동실에 들어가면 축적되었던 에너지를 순식간에 방출하며 온도가 급격하게 떨어진다는 설명입니다.



MEMO

10 물의 어는점 측정하기

실험 주제	물의 어는점 측정하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과04-04] 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 관계를 이해하고, 이를 실생활에 적용하여 과학의 유용성을 인식할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.138, p.139		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 디지털 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물이 얼어 가는 동안의 온도 변화를 연속적으로 측정하고, 이를 바탕으로 물의 냉각 곡선을 그리는 것을 목적으로 합니다. 시험관에 증류수를 담아 얼음과 소금을 섞은 냉각 환경에 넣고, 시간에 따라 변화하는 수온을 디지털 센서로 기록합니다. 수집한 데이터를 그래프로 나타내어 물이 식는 과정과 얼기 시작할 때의 온도 변화를 관찰함으로써, 상태 변화가 일어날 때 온도가 어떻게 나타나는지를 이해하고 센서를 활용한 데이터 해석 능력을 기를 수 있습니다.

2. 이론적 배경

물은 냉각되면 온도가 점차 내려가다가 일정한 온도에서 얼기 시작합니다. 이때 물의 어는점은 대기압에서 0 °C이며, 물이 액체 상태에서 고체 상태로 변하는 동안에는 계속 열을 방출하지만 온도는 일정하게 유지되는 구간이 나타납니다. 이는 방출되는 에너지가 온도를 낮추는 데 사용되지 않고 상태 변화를 위해 사용되기 때문입니다.

얼음과 소금을 함께 사용하면 어는점이 낮아져 물이 더 빠르게 냉각되며, 디지털 수중/접촉 온도 센서를 이용하면 이러한 온도 변화와 어는 과정에서 나타나는 온도 변화 구간과 일정한 온도 구간을 냉각 곡선으로 명확하게 확인할 수 있습니다.

물의 어는점 측정하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 물의 어는점 측정하기

이 실험에서 나는

- 물질이 상태 변화를 할 때 열에너지를 흡수·방출함을 알고, 이를 입자의 운동과 연결하여 설명할 수 있다.
- 실험 데이터를 바탕으로 냉각 곡선을 그려보고, 온도가 일정한 구간이 나타나는 이유를 분석할 수 있다.
- 일상 속 상태 변화 현상을 탐구하며 과학 지식의 유용성을 인식할 수 있다.



생각 열기



차가운 얼음 벽으로 둘러싸인 이글루 안에서 에스키모들은 어떻게 추위를 이겨낼까요? 놀랍게도 그들은 이글루 안에 너무 추워지면 바닥에 물을 뿌립니다.

“얼음으로 만든 집에 물을 뿌리면 더 추워지지 않을까?”라고 생각할 수 있지만, 정답은 그 반대입니다.

물의 냉각 실험을 통해 냉각 곡선을 그려 보고 이글루 속 비밀의 이유를 찾아봅시다.



활동 1

실험 설계하기

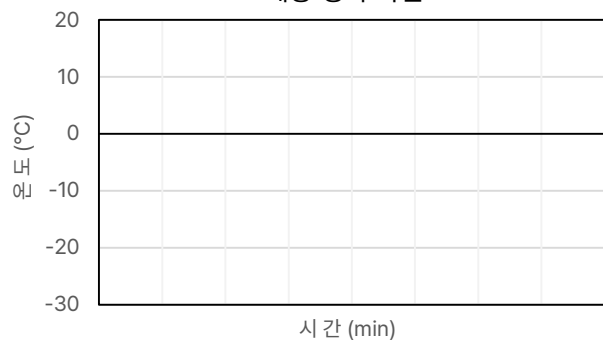
1. 가설 설정

물의 어는점을 예상해보고 예상 가열 곡선을 그려 봅시다.

[가설]

물은 약 ()°C에서 얼기 시작하며 그 이후 계속 냉각시킬 때 온도는 (높아질 / 일정할 / 낮아질) 것이다.

< 예상 냉각 곡선 >



2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]				
냉각 시간	액체의 종류	물의 양	물의 온도	냉각 온도
다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)		

3. 실험 준비물

증류수 15g, 잘게 부순 얼음, 전자저울, 소금, 약손가락, 시험관, 플라스틱 컵, 스티로폼 원통, 디지털 온도계, 스탠드&클램프, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

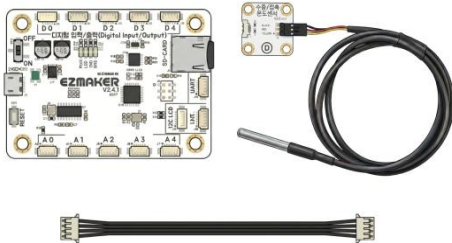
4. 실험 시 주의사항

- 실험을 진행할 때에는 얼음과 소금을 사용하여 매우 낮은 온도가 형성되므로 저온 화상을 방지하기 위해 반드시 내열 장갑을 착용합니다.
- 얼음과 소금의 양(약 5:1)을 적절히 조절하여 $-10^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ 사이의 냉각 온도를 형성해야 합니다.
- 과냉각 현상을 관찰하기 원하지 않는 경우에는 순수한 증류수를 사용하는 것과 더불어, 시험관 내부에 응결핵 역할을 할 수 있는 먼지나 이물질이 없도록 주의합니다.
- 물은 냉각 과정에서 부피가 증가하므로 시험관이 깨질 수 있으니 주의해야 합니다.
- 실험 후 센서를 꺼낼 때 이미 얼어 있는 물 때문에 센서가 잘 빠지지 않아 시험관이 파손될 수 있으므로 무리하게 당기지 않아야 합니다. 이 경우에는 센서가 꽂힌 상태로 시험관을 물에 담가 얼음을 서서히 녹인 뒤 센서를 분리하는 것이 보다 안전합니다.



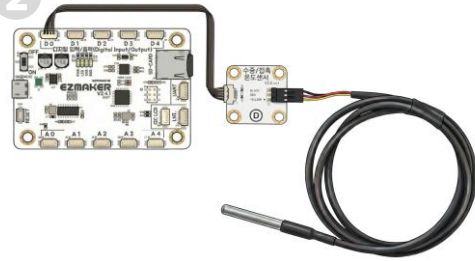
활동 2 실험 장치 만들기

1



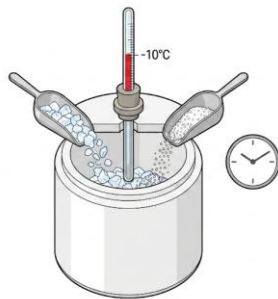
수중 온도 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



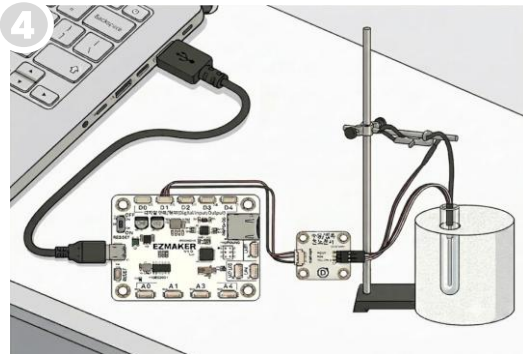
수중 온도 센서와 EZMAKER 보드의 D0 포트를 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



스티로폼 원통에 소금과 얼음을 넣고 -10°C 정도 될 때까지 기다립니다.

4



물을 담은 시험관에 센서를 꽂아 둔 상태에서, 스티로폼 원통에 시험관을 넣습니다.



활동 3 코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

데이터 전송

센서 데이터 추가하기 + -

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

1 초 동안 기다리기

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 '수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동4 실험하기



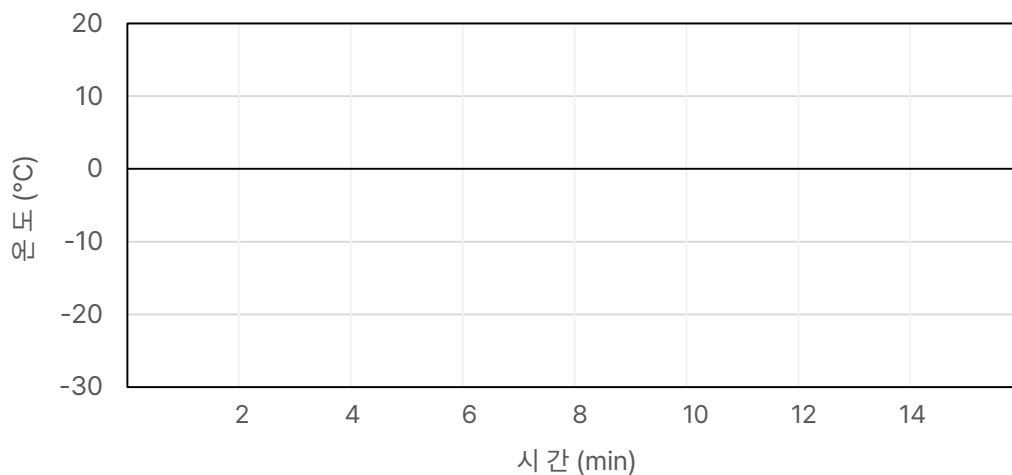
- ① 플라스틱 컵에 시험관을 넣고 영점 조절을 합니다. 물(증류수) 15g을 계량하여 시험관에 넣습니다.
- ② 스티로폼 원통에 소금과 얼음을 넣고, -10°C 정도가 될 때까지 기다립니다.
- ③ 물을 담은 시험관에 센서를 꽂아 둔 상태에서 '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- ④ 시험관을 스티로폼 원통에 꽂아두고, 시간에 따른 시험관 속 물의 온도 변화를 관찰합니다.



활동5 데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

< 물의 냉각 곡선 >



2. 데이터 분석하기

- ① 물의 어는점은 몇 °C 인가요?



- ② 물이 얼기 시작한 뒤, 계속 냉각시킬 때 물의 온도는 어떻게 변하나요? 열에너지의 이동을 바탕으로 설명해 봅시다.



- ③ 이글루 안에 물을 뿌리는 이유를 실험 결과를 바탕으로 이야기해 봅시다.



3. 가설 검증하기

물은 약 ()°C에서 얼기 시작 하며 그 이후 계속 냉각시킬 때 온도는 (**높아질** / **일정할** / **낮아질**) 것이다.



얼음은 사실 훌륭한 '단열재'다!

이글루가 -40°C에서도 따뜻한 이유는 얼음 속에 숨겨진 공기 주머니 덕분입니다. 수많은 눈송이가 겹겹이 쌓여 굳어진 것이라 그 사이사이에 미세한 공기층이 들어 있습니다. 이 공기층은 열 이동을 막는 훌륭한 단열재 역할을 하여 실내 온기가 밖으로 빠져나가지 못하게 꼭 잡아줍니다.

이글루 안쪽 벽이 녹았다가 다시 얼 때 발생하는 상태 변화 에너지(응고열)까지 더해지면, 이글루는 차가운 얼음으로 지었음에도 외부보다 무려 50 °C 이상 높게 유지되기도 합니다.

Search



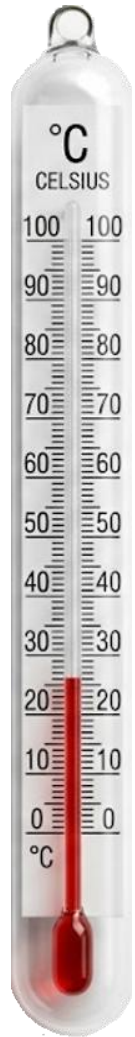
뒤바뀐 100°C의 비밀



우리가 일기예보를 보거나 요리를 할 때 매일 사용하는 온도 단위는 바로 섭씨온도(°C)입니다. 섭씨온도는 순수한 물이 어는 온도를 0°C, 끓는 온도를 100°C로 정하고 그 사이를 100등분 한 것입니다. 그런데 이 익숙한 기준 뒤에 엉뚱한 비하인드 스토리가 숨겨져 있다는 사실을 알고 있나요?

섭씨온도는 1742년 스웨덴의 천문학자 안데르스 셸시우스(Anders Celsius)가 처음 만들었습니다. 그의 이름 앞 글자를 한자로 따서 '섭씨(Celsius)'온도라고 부르게 되었습니다. 흥미롭게도 셸시우스가 처음 이 온도계를 발표했을 때는 물이 끓는 점을 0°C, 물이 어는점을 100°C로 정했습니다. 왜 그랬을까요? 당시 셸시우스는 겨울철 기온이 영하로 내려가 마이너스 부호를 붙여야 하는 번거로움을 피하고 싶었고, "차라리 날씨가 추워질수록 온도의 숫자가 커지게 하자!"라는 독특한 생각을 한 것입니다.

하지만 온도가 높아지는데 오히려 숫자가 작아지는 이 방식은 너무 헷갈렸습니다. 결국 셸시우스가 세상을 떠난 후, 동료 과학자들은 "아무래도 뜨거울 때 숫자가 큰 것이 자연스럽다"라며 어는점을 0°C, 끓는점을 100°C로 기준을 뒤집었습니다. 이것이 바로 오늘날 우리가 사용하고 있는 섭씨 온도가 된 것입니다.



MEMO

11 발열 반응 관찰하기

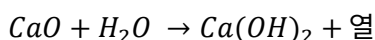
실험 주제	발열 반응 관찰하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과16-06] 화학 반응에서 열에너지가 출입함을 알고, 생활 속 사례를 조사하여 발표할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학3 (노태희) p.43 (2015 개정 교과서)		

1. 실험 개요

이 실험은 산화 칼슘과 물이 반응할 때 발생하는 발열 현상을 수중/접촉 온도 센서를 이용해 측정함으로써, 화학 반응에서 에너지 변화가 어떻게 나타나는지를 이해하는 것을 목적으로 합니다. 작은 종이컵에 일정량의 산화 칼슘을 넣고, 종이컵 안에 수중/접촉 온도 센서를 설치하여 반응 중 온도를 측정할 수 있도록 준비합니다. 이후 산화 칼슘이 담긴 종이컵에 소량의 물을 천천히 넣고, 반응이 일어나는 동안의 온도 변화를 시간에 따라 기록합니다. 반응 전후의 온도 변화를 비교하고 이를 그래프로 나타내어, 산화 칼슘과 물의 반응이 발열 반응임을 확인합니다. 이를 통해 화학 반응에서 물질의 변화와 함께 열에너지가 방출될 수 있음을 이해합니다.

2. 이론적 배경

산화 칼슘(CaO)은 물(H_2O)과 반응하여 수산화 칼슘(Ca(OH)_2)을 생성하는데, 이 과정에서 많은 양의 열이 방출됩니다. 이 반응은 다음과 같은 화학 반응식으로 나타낼 수 있습니다.



이 반응은 반응 과정에서 주변으로 열에너지가 방출되므로 발열 반응에 해당합니다. 이는 반응 전 물질들이 가지고 있던 화학 에너지의 총합보다, 반응 후 생성된 물질의 화학 에너지가 더 낮기 때문에 남는 에너지가 열의 형태로 방출되기 때문입니다. 그 결과 반응이 진행되는 동안 주변의 온도가 급격히 상승하게 됩니다.

본 실험에서는 수중/접촉 온도 센서를 이용해 산화 칼슘과 물의 반응 중 온도 변화를 연속적으로 측정함으로써, 발열 반응의 특징인 온도 상승을 정성적인 관찰이 아닌 수치와 그래프로 확인할 수 있습니다. 이를 통해 화학 반응에서 에너지의 출입과 발열 반응의 개념을 보다 명확하게 이해할 수 있습니다.

발열 반응 관찰하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 발열 반응일 때 온도 측정하기

이 실험에서 나는

- 산화 칼슘과 물이 반응할 때 열을 방출하여 주변의 온도가 높아지는 '발열 반응'을 설명할 수 있다.
- 온도 센서를 이용하여 화학 반응이 일어날 때 온도 변화를 실시간 그래프로 측정하고 해석할 수 있다.
- '발열 도시락'의 원리를 통해, 우리 주변에서 화학 반응이 일어날 때 에너지가 출입하는 현상에 호기심을 갖는다.



생각 열기



겨울철 캠핑을 가거나 등산을 할 때 혹은 군대의 야전 식량으로 쓰이는 찬물만 부으면 연기가 펄펄 나면서 스스로 따뜻해지는 '발열 도시락'을 본 적이 있나요?

비밀은 도시락 바닥에 깔려 있는 하얀색 가루인 '산화 칼슘'에 있습니다. 이 가루에 찬물을 붓는 순간, 두 물질이 만나 새로운 물질이 생성되는 화학 반응이 일어나기 시작합니다. 이때 엄청난 양의 열이 발생하는데,

이를 발열 반응이라고 부릅니다. 이번 실험에서는 온도 센서를 이용해 산화 칼슘과 물의 화학 반응이 일어날 때 나타나는 온도 변화를 실시간으로 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

① 화학 반응

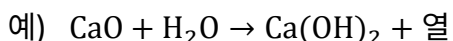
물질이 처음과 전혀 다른 새로운 물질로 변하는 현상을 **화학 변화**라고 하며, 이 화학 변화가 일어나는 과정을 **화학 반응**이라고 합니다.

- **원자의 재배열**: 화학 반응이 일어날 때, 물질을 이루는 원자 자체가 없어지거나 새로 생기지는 않습니다. 대신 원자들 사이의 결합이 끊어지고 새롭게 재배열되면서 완전히 다른 성질을 가진 새로운 분자가 만들어집니다.
- **물리 변화와의 차이점**: 모양이나 상태만 바뀌는 것은 성질이 변하지 않는 물리 변화입니다. 반면 성질이 완전히 바뀌는 것은 화학 변화입니다.

② 화학 반응과 에너지의 출입

물질은 저마다의 고유한 양의 에너지를 가지고 있습니다. 화학 반응을 하면 **반응 전 물질들이 가진 에너지의 총합**과 **반응 후 물질들이 가진 에너지의 총합**에 차이가 생기게 됩니다. 이 차이만큼 열에너지가 출입하게 됩니다.

- **발열 반응:** 반응 전 물질들이 가진 에너지가 반응 후 물질들보다 더 많을 때 남는 열에너지를 방출합니다. 주변의 온도가 올라갑니다.



산화 칼슘 물 수산화 칼슘

- **흡열 반응:** 반응 후 물질들이 가진 에너지가 반응 전 물질들보다 더 많을 때 일어납니다. 부족한 에너지를 채워야 하므로 주변으로부터 열을 흡수합니다. 따라서 주변 온도가 내려갑니다,

3. 실험 준비물

발열 팩 속 산화 칼슘, 소량의 물, 작은 종이컵, 500mL 비커, 스탠드&클램프, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

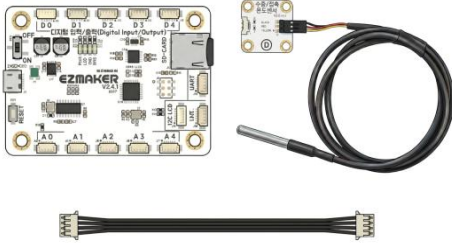
- 산화 칼슘과 물의 반응은 강한 발열을 동반하므로 실험을 수행할 때에는 반드시 내열 장갑을 착용해야 합니다.
- 작은 종이컵을 500mL 비커 안에 넣어 사용하는데, 이는 반응으로 인한 열과 물질이 튀는 것을 차단하기 위한 안전 장치입니다. 그럼에도 불구하고 반응 중 수증기가 발생하거나 부글거림과 함께 반응 물질이 주변으로 튈 수 있으므로 실험 중에는 항상 주의를 기울여야 합니다.
- 산화 칼슘과 물의 반응은 사용량에 따라 위험성이 크게 달라질 수 있으므로, 산화 칼슘과 물의 양은 교사가 사전에 예비 실험을 통해 안전한 수준을 판단한 후 결정해야 합니다.
- 이 반응은 겉보기와 달리 열 발생과 화학 반응이 비교적 오랜 시간 지속될 수 있으므로, 실험이 끝난 직후에 반응 용기를 바로 처리하지 않고, 반응이 충분히 종료되고 온도가 완전히 낮아질 때까지 하루 정도 방치한 후 처리해야 합니다.



활동 2

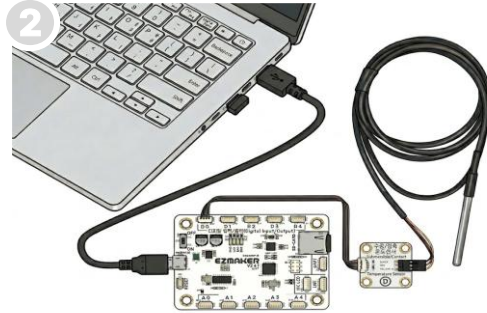
실험 장치 만들기

1



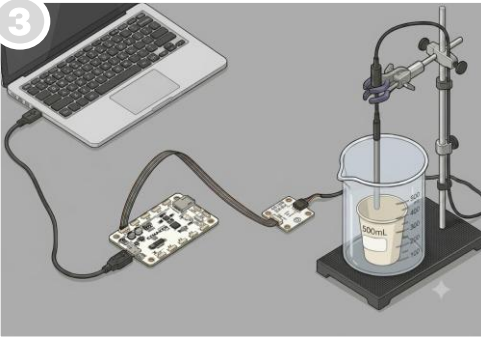
수중 온도 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



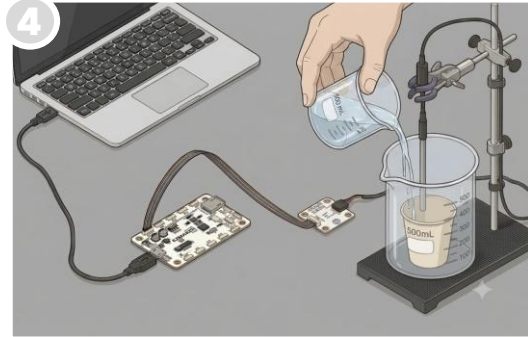
수중/접촉 온도 센서를 EZMAKER 보드의 D0 포트에 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



발열제에서 산화 칼슘을 빼내, 소형 종이컵에 티스푼의 절반 정도를 넣습니다. 소형 종이컵을 500mL 비커에 쓰러지지 않게 놓고 스탠드에 고정한 센서를 설치해줍니다.

4



실험 시작 직전, '수집 시작' 버튼을 누른 후 소량의 물을 종이컵에 넣고 나타나는 온도 변화를 측정합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

1

초 동안 기다리기

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 '수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동4 실험하기

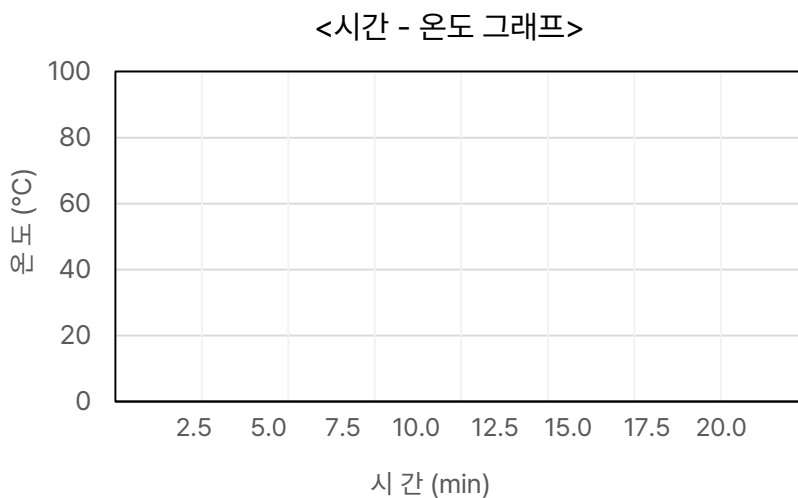
- 1 발열제에서 산화 칼슘을 빼내서, 소형 종이컵에 티스푼 절반 정도의 양을 넣습니다.
- 2 소형 종이컵을 500mL 비커 안에 놓고, 스탠드에 고정시켜 놓은 센서를 종이컵에 들어갈 수 있도록 위치를 조정합니다.
- 3 '수집 시작' 버튼을 누르고, 종이컵 안으로 소량의 물을 넣습니다.
- 4 대략 20분 정도 산화 칼슘과 물의 반응을 지켜본 뒤, 데이터 수집을 멈추고 실험 결과를 확인합니다.



활동5 데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

시간(min)	온도(°C)



2. 데이터 분석하기

- ① 산화 칼슘과 물이 반응했을 때 관찰한 현상을 적어봅시다.



- ② 산화 칼슘과 물의 반응이 일어날 때 열에너지의 이동 방향을 포함하여, 이 현상이 일어난 원인을 설명해 봅시다.



3. 가설 검증하기

산화 칼슘과 물이 반응할 때 주변 온도는 (**높아질** / **일정할** / **낮아질**) 것이다.
그 이유는 산화 칼슘과 물이 반응하면 열에너지를 (**흡수** / **방출**) 하기 때문이다.

TIP. 발열 반응 vs 흡열 반응

비교 항목	발열 반응 🔥	흡열 반응 ❄️
정의	열에너지를 방출하는 과정	열에너지를 흡수하는 과정
주위 온도 변화	상승	하강
반응물과 생성물의 에너지 크기 비교	반응물 E > 생성물 E	반응물 E < 생성물 E
예	휴대용 핫팩, 연소 과정, 세포 호흡	광합성, 냉각 팩, 물의 전기 분해

Search



뽕뽕! 방귀뀌는 폭탄먼지벌레



우리가 흔히 '방귀벌레'라고 부르는 노린재는 적을 만나면 지독한 냄새가 나는 액체를 뽕 겁니다. 하지만 여기, 차원이 다른 역대급 매운맛 방귀를 끼는 진짜 '폭탄 방귀벌레'가 있습니다. 바로 몸길이가 1~2cm에 불과한 작은 곤충인 '폭탄먼지벌레'입니다. 이 벌레는 개구리나 새 같은 무서운 천적에게 붙잡히는 순간, 공무니에서 "퍽!" 하는 큰 소리와 함께 약 100°C에 달하는 뜨거운 화학 가스 폭탄을 쏘아 냅니다. 공격을 받은 포식자들은 깜짝 놀라 벌레를 뱉어내고 고통스러워하며 도망치게 되죠.

작은 벌레의 몸속에서 어떻게 끓는 물 수준의 열기가 순식간에 만들어질 수 있을까요? 그 비밀은 폭탄먼지벌레 뱃속에 있는 두 개의 방에 숨어 있습니다. 이 벌레의 몸 안에는 '하이드로퀴논'과 '과산화수소'라는 화학 물질이 각각 다른 방에 분리되어 저장되어 있습니다. 평소에는 아무런 일도 일어나지 않지만, 생명의 위협을 느끼는 순간 벌레는 두 물질을 하나의 방으로 뽕어 냅니다. 이때 방 안에 있던 특수한 효소가 촉매 역할을 하여 두 물질을 폭발적으로 반응시키는데, 이 과정이 바로 엄청난 열과 에너지를 뽕어내는 '발열 반응'입니다.

이 화학 반응이 일어나는 순간, 발생하는 엄청난 열에너지 때문에 내부의 온도는 순식간에 100°C까지 치솟고 물은 기체(수증기)로 변하게 됩니다. 액체가 기체로 변하면 부피가 수백 배로 늘어나면서 방 안의 압력이 엄청나게 높아지는데, 이 강력한 압력 덕분에 뜨거운 독성 물질이 마치 로켓 엔진처럼 공무니 밖으로 세차게 뽕어져 나오는 것입니다. 폭탄먼지벌레는 화학 반응으로 온도를 높이는 발열 반응과, 압력을 이용한 상태 변화의 원리를 몸속에 모두 지니고 스스로 지키며 살아가는 자연의 신비로운 생존 지혜를 보여줍니다.



MEMO

12 복사 평형 상태 관찰하기

실험 주제	복사 평형 상태 관찰하기		
학교급	중학교	영역	지구과학
관련 성취기준	[9과17-01] 지구 대기권을 4개 권역으로 구분하며, 온실효과와 지구온난화를 복사 평형의 관점으로 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학3 (노태희) p.61, p.62 (2015 개정 교과서)		

1. 실험 개요

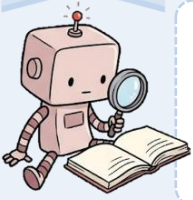
이번 실험에서는 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 적외선 전등을 켜 상태에서 알루미늄 컵 내부 온도가 시간에 따라 어떻게 변하는지 관찰합니다. 컵 위에 뚜껑을 덮고 센서를 꽂은 뒤, 일정한 거리에서 적외선 전등으로 복사 에너지를 지속적으로 비추면서 일정 시간 간격으로 온도를 측정합니다. 이렇게 측정된 온도 데이터를 그래프로 나타내어, 컵이 흡수하는 복사 에너지와 컵이 방출하는 복사 에너지가 서로 균형을 이루는 순간(온도가 더 이상 증가하지 않는 시점)을 찾고 복사 평형의 개념을 이해하는 것을 목표로 합니다.

2. 이론적 배경

적외선 전등을 켜면 컵은 전등으로부터 복사 에너지를 흡수하며 온도가 상승합니다. 그러나 컵이 따뜻해질수록 컵 역시 주변으로 향하는 복사 에너지의 방출량이 커지게 됩니다. 처음에는 컵이 흡수하는 복사 에너지가 방출하는 양보다 크기 때문에 온도가 계속 올라가지만, 시간이 지날수록 두 에너지의 양이 점점 가까워지고, 어느 순간부터는 흡수하는 복사 에너지와 방출하는 복사 에너지가 같게 되어 온도가 더 이상 증가하지 않습니다. 이 상태를 복사 평형(radiation equilibrium)이라 합니다. 이는 지구 역시 태양에너지의 흡수와 대기·지표에서의 복사 방출이 균형을 이루며 일정한 평균기온을 유지한다는 점과도 연결됩니다. 이번 실험은 이러한 복사 평형의 개념을 온도 센서 데이터로 직접 확인해보는 활동입니다.

복사 평형 상태 관찰하기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 복사 평형 상태의 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- ☐ 온실효과와 지구온난화를 지구 복사 평형과 관련 지어 설명할 수 있다.
- ☐ 디지털 센서를 활용하여 복사 평형 실험을 자기주도적으로 설계하고 수행할 수 있다.
- ☐ 기후 변화의 심각성을 인식하고, 이를 완화하기 위한 일상생활 속 실천 방안을 수립하여 실행할 수 있다.



생각 열기



한여름 낮, 햇볕이 내리쬐는 야외 주차장에 자동차를 세워 두면 차 안은 금세 뜨거워집니다. 그렇다면 태양 빛을 계속 받으면 자동차의 온도는 무한히 올라갈까요? 아니면 어느 순간부터는 더 이상 올라가지 않고 일정하게 유지될까요?

지구 역시 태양으로부터 매일 엄청난 양의 에너지를 끊임없이 받고 있습니다.

그럼에도 지구의 평균 온도가 일정한 수준을 유지할 수 있는 비밀은 무엇일까요? 검은색 알루미늄 컵과 디지털 온도 센서를 활용하여 물체가 에너지를 흡수하고 방출할 때 일어나는 온도 변화를 직접 설계하여 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

적외선 전등을 켜고 검은색 알루미늄 컵에 빛을 계속 비추면, 시간에 따라 물체의 온도는 어떻게 변할지 가설을 세워 봅시다.

[가설]

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

전등과 컵 사이의 거리 빛을 비추는 시간 컵의 종류와 크기
센서의 위치 전등의 밝기 알루미늄 컵의 온도 변화

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

검은색 알루미늄 컵과 뚜껑, 적외선 전등, 스티로폼 받침대, 줄자, 스탠드, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

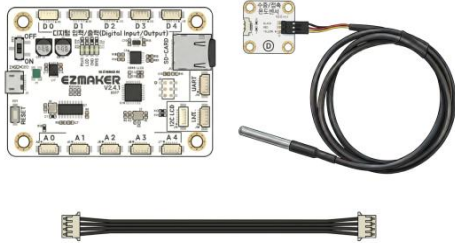
- 실험을 진행할 때에는 알루미늄 컵이 주변 환경에 열을 빼앗기지 않도록 스티로폼 받침대를 반드시 사용합니다. 또한, 에어컨이나 선풍기 바람이 실험 장치에 직접 닿으면 컵이 식어 정확한 복사 평형 상태를 관찰하기 어려우므로, 주변의 공기 흐름을 최소화 합니다.
- 적외선 전등으로 가열된 컵은 매우 뜨거울 수 있으므로 실험 후에는 내열 장갑을 착용해 화상을 방지합니다.
- 온도 측정의 정확성을 위해 수중/접촉 온도 센서가 컵의 벽면에 직접 닿지 않도록 위치를 조절하고, 실험 도중에는 센서를 빼거나 흔들지 않도록 주의하여 안정적인 데이터가 수집될 수 있도록 합니다.
- 적외선 전등을 직접 오랫동안 눈으로 바라보지 않도록 주의하고, 조별로 전등 빛이 서로의 실험 장치에 간섭을 주지 않도록 적절한 간격을 유지합니다.
- 그래프의 정확한 시작점을 관찰하기 위해, 프로그램의 '수집 시작' 버튼을 누르고 초기 온도가 일정하게 찍히는 것을 확인한 뒤에 전등을 켜줍니다.



활동 2

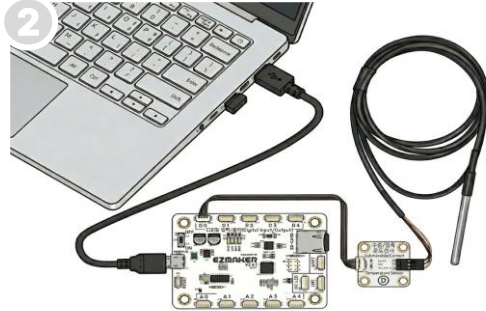
실험 장치 만들기

1



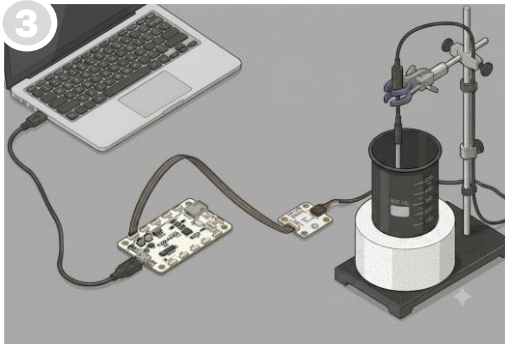
수중 온도 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



수중/접촉 온도 센서를 EZMAKER 보드의 D0 포트에 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



스탠드에 센서를 고정시키고 스티로폼 받침대에 검정색 알루미늄 컵을 올려둡니다.

4



뚜껑에 센서를 끼워 넣고, 적외선 전등을 컵과 30cm 거리에 배치합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

20

초 동안 기다리기

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 '수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 추가합니다.
- 20초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 뒤, 숫자를 20으로 수정합니다.



활동4

실험하기

- 1 노트북(또는 태블릿)과 보드에 연결한 센서를 검정 알루미늄 컵에 끼워 넣습니다.
- 2 센서를 스탠드에 고정시키고, 알루미늄 컵은 스티로폼 받침대 위에 놓습니다.
- 3 줄자로 30cm를 측정하여, 컵에서 30cm 거리에 적외선 전등을 배치합니다.
- 4 전등의 전원을 켜고, '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- 5 알루미늄 컵 속의 온도가 더 이상 변하지 않고 5분 이상 지속될 때, 전등의 전원을 끄고 결과를 확인합니다.



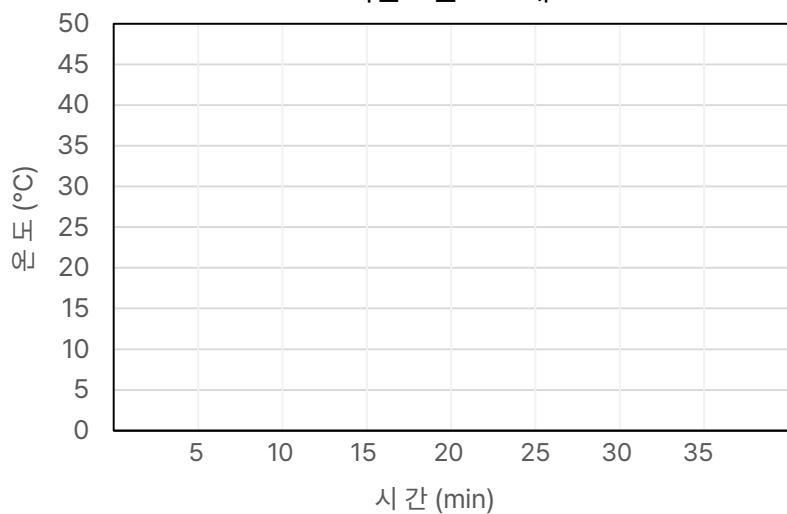
활동5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

시간(min)	온도(°C)

<시간 - 온도 그래프>



2. 데이터 분석하기

- ① 전등을 켜 후 알루미늄 컵의 온도는 어떻게 변했나요?



- ② 전등을 계속 비추고 있는데도 컵의 온도가 더 이상 올라가지 않고 일정하게 유지되는 이유는 무엇일까요? 컵이 흡수하는 에너지와 방출하는 에너지의 크기를 비교하여 설명해 봅시다.



- ③ 만약 알루미늄 컵에 '투명 플라스틱 뚜껑'을 씌우고 똑같이 실험한다면, 뚜껑을 씌우지 않았을 때보다 복사 평형 온도가 어떻게 달라질지 예측하고, 이를 지구의 '온실효과'와 관련 지어 설명해 봅시다.



※ 온실효과와 지구 온난화 비교하기

비교 항목	온실효과	지구온난화
정의	지구 대기에 의해 기온이 따뜻하게 유지되는 자연스러운 보온 현상	대기 오염으로 인해 지구의 평균 기온이 비정상적으로 높아지는 환경 문제
원인	대기 중에 존재하는 적당한 양의 온실 기체	화석 연료 사용 등으로 인해 과도하게 증가한 온실기체
지구에 미치는 영향	생명체가 살아가기에 적당한 환경을 제공함	해수면 상승, 이상 기후(폭염, 폭설, 가뭄) 발생, 생태계 파괴



우리가 일상생활 속에서 온실기체의 배출을 줄이고, 지구의 온도를 낮추기 위해 당장 실천할 수 있는 방안에는 어떤 것들이 있을지 친구들과 이야기해 봅시다.



우주복이 흰색(은색)인 이유



우리가 영화나 뉴스에서 접하는 인공위성이나 우주선은 온통 번쩍이는 금색이나 은색 필름으로 감싸여 있습니다. 우주비행사가 입는 우주복 역시 눈이 부실 정도로 하얀색이나 은색을 띠니다. 우주선과 우주복이 이처럼 밝고 빛나는 색을 갖추게 된 배경에는 바로 '복사 에너지'를 제어하기 위한 놀라운 과학적 비밀이 숨어 있습니다.

우주 공간은 지구와 달리 태양 빛을 막아줄 대기가 없습니다. 이 때문에 태양을 향하고 있는 쪽은 태양 복사 에너지를 날것 그대로 받아 온도가 120°C 이상으로 치솟고, 반대편 그늘진 쪽은 에너지를 우주 공간으로 방출만 하여 영하 120°C 이하로 떨어지는 극한의 환경이 펼쳐집니다. 이러한 환경에서 우주선 내부 장비와 우주비행사를 안전하게 보호하기 위해 복사 평형 온도를 생명체가 생존할 수 있는 적정 수준으로 유지해야만 합니다.

만약 우주선이나 우주복을 검은색으로 만든다면 어떻게 될까요? 검은색 물질은 모든 빛을 흡수하는 성질이 있어, 태양 복사 에너지를 과도하게 빨아들이게 됩니다. 결국 흡수하는 에너지의 양이 방출하는 양보다 수 없을 만큼 훨씬 많아져 우주선 내부의 복사 평형 온도는 사람이 버틸 수 없을 만큼 위험한 수준까지 상승하게 됩니다.

반면 흰색이나 번쩍이는 은색 필름(다층 단열재)은 태양 복사 에너지를 대부분 우주 공간으로 튕겨내는 '반사' 역할을 합니다. 외부에서 들어오는 에너지를 원천적으로 차단하여 우주선이 흡수하는 복사 에너지의 총량을 최소한으로 줄여주는 것입니다. 덕분에 우주선은 에너지를 적게 흡수하고 적게 방출하는 안정한 상태를 만들며, 인류가 활동하기 딱 좋은 상온에서 복사 평형을 이룰 수 있게 됩니다. 이처럼 색깔에 따라 복사 에너지를 흡수하고 반사하는 비율이 달라진다는 과학적 원리는 지금 이 순간에도 거친 우주 공간에서 인류의 생명을 지키는 핵심 기술로 활용되고 있습니다.



MEMO

13 불꽃색에 따른 온도 비교하기

실험 주제	불꽃색에 따른 온도 비교하기		
학교급	중학교	영역	지구과학
관련 성취기준	[9과15-01] 연주시차를 이용하여 별까지의 거리를 구할 수 있고, 별의 등급과 밝기의 관계 및 표면 온도와 색의 관계를 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.288 ~ 289		

1. 실험 개요

이 실험은 촛불의 서로 다른 영역(겉불꽃, 속불꽃, 불꽃심)의 색과 온도 차이를 고온 센서를 이용해 측정하여, 불꽃의 색이 온도와 관련 있음을 확인하는 것을 목적으로 합니다. 촛불을 안전하게 점화한 뒤, 고온 센서를 불꽃의 겉불꽃(바깥쪽 밝은 부분), 속불꽃(안쪽 불꽃 부분), 불꽃심(심지 주변의 어두운 부분) 위치에 각각 일정 시간 동안 가까이 대어 온도를 측정하고 데이터를 기록합니다. 측정 시에는 각 영역에서 센서가 위치하는 높이와 거리, 측정 시간 등을 가능한 한 동일하게 유지하여 비교의 공정성을 확보합니다. 수집한 온도 데이터를 영역별로 정리하고 그래프로 나타내어, 불꽃의 색(밝기·색조) 차이에 따라 온도가 어떻게 달라지는지 분석합니다. 이를 통해 “색이 다른 불꽃은 온도도 다르다”는 관점을 실험 데이터로 직접 확인합니다.

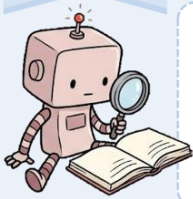
2. 이론적 배경

불꽃은 연료(촛농 기체)와 산소가 반응(연소)하며 빛과 열을 내는 현상이며, 불꽃 내부는 산소의 공급 정도와 연소가 일어나는 방식에 따라 여러 영역으로 나누어집니다. 일반적으로 산소가 충분히 공급되어 완전 연소가 잘 일어나는 겉불꽃에서는 에너지가 더 많이 방출되어 온도가 높게 나타나는 경향이 있습니다. 반대로 속불꽃이나 불꽃심 주변은 산소가 상대적으로 부족하거나 아직 연료가 충분히 섞이지 않은 상태여서 불완전 연소가 일어나기 쉬우며, 그 결과 온도가 더 낮을 수 있습니다. 또한, 빛의 색은 물체(또는 불꽃)가 내는 빛의 에너지와 관련이 있습니다. 온도가 높아질수록 방출되는 빛의 에너지가 커지면서 상대적으로 짧은 파장(푸른빛 계열)이 더 강해지고, 온도가 낮을수록 긴 파장(붉은빛·노란빛 계열)이 두드러질 수 있습니다. 별의 색으로 표면 온도를 추정하듯이 불꽃도 색과 밝기 분포가 온도 분포와 연결됩니다.

본 실험에서는 고온 센서로 촛불의 각 영역 온도를 직접 측정하여, 불꽃의 색 차이가 단순한 겉모습이 아니라 연소 조건과 온도 차이에서 비롯됨을 정량적으로 이해할 수 있습니다.

불꽃색에 따른 온도 비교하기

: 고온 센서를 이용하여 촛불의 불꽃 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 불꽃의 위치에 따라 불꽃색과 온도가 다른 이유를 완전 연소 및 불완전 연소와 관련 지어 설명할 수 있다.
- 센서를 이용하여 실험 장치를 알맞게 구성하고, 불꽃의 위치 별 온도를 정확하게 측정하여 비교할 수 있다.
- 고온의 불꽃을 다루는 실험 과정에서 안전 수칙을 철저히 준수하고, 협력하여 탐구에 성실히 참여한다.



생각 열기



밤하늘에 빛나는 별들을 유심히 보면 저마다 색이 다릅니다. 온도가 높은 별은 푸른색을 띠고, 온도가 상대적으로 낮은 별은 붉은색을 띠니다. 우주 공간의 별들처럼, 우리 주변에서 타오르는 불꽃 역시 색깔에 따라 온도가 다를까요?

촛불을 자세히 관찰해 보면 한 개의 불꽃 안에서도 푸른색, 노란색, 빨간색 등 다양한 색이 함께 나타나는 것을 볼 수 있습니다.

이 작은 불꽃 속에서도 위치와 색깔에 따라 온도가 다르게 나타나는 이유는 무엇일까요? 고온 센서를 활용해 촛불의 온도를 직접 측정해 보고, 불꽃색과 온도 사이의 관계를 확인해 봅시다.



활동 1

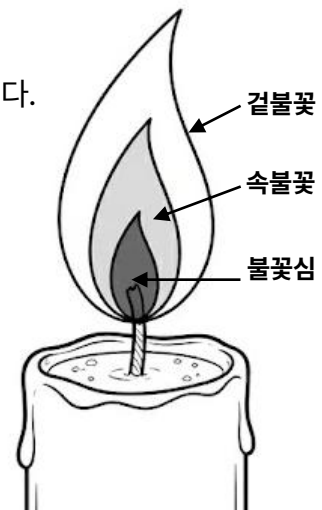
실험 설계하기

1. 가설 설정

촛불의 위치에 따라 불꽃색과 온도가 어떻게 나타날지 예측해 봅시다.

불꽃의 구조	불꽃색	온도(°C)가 높은 순서
겉불꽃		
속불꽃		
불꽃심		

▶ 촛불의 구조 중 ()색의 ()이 온도가 가장 높을 것이다.



2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

양초의 종류	불꽃의 색깔	주변 바람의 유무	센서의 종류
온도 측정 시간	불꽃의 위치	센서가 들어가는 깊이	불꽃의 온도

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

양초, 받침대, 점화기, 스탠드&클램프, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 고온 센서, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

- 이 실험은 불꽃의 위치(겉불꽃/속불꽃/불꽃심)에 따라 온도가 달라서 필요에 따라 수동 측정이 용이할 수 있습니다.



'수동 모드'를 선택한 후, 수동으로 입력할 부분은 '위치'로, 센서에서 측정하는 부분은 '온도'로 지정해 둡니다.

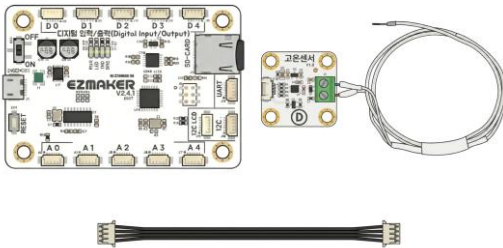
- 센서의 전선은 불꽃이 직접 닿으면 녹을 수 있습니다. 금속 탐침 부분만 불꽃에 넣도록 해야 합니다.

- 겉불꽃은 밝은 환경에서는 경계가 뚜렷하게 보이지 않을 수 있으므로, 관찰이 어려운 경우에는 주변 조명을 조절하거나 불꽃의 위치를 충분히 확인한 뒤 측정해야 합니다.
- 실험대 주변에는 종이, 천과 같은 잘 타는 물질을 두지 않도록 정리하여 화재 위험을 최소화해야 합니다.
- 실험을 수행할 때에는 불꽃과 고온 센서를 직접 다루게 되므로 화상 위험이 있음을 충분히 인지하고 주의해야 합니다. 특히 촛불의 겉불꽃과 가까이 센서를 위치시키는 과정에서 손이 불꽃에 닿지 않도록 조심해야 합니다.



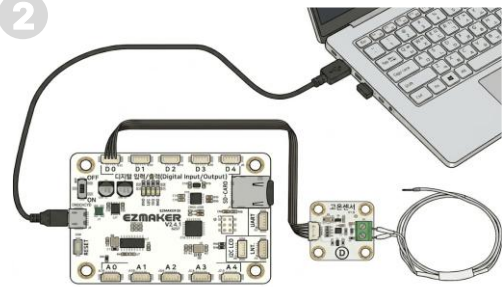
활동 2 실험 장치 만들기

1



고온 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



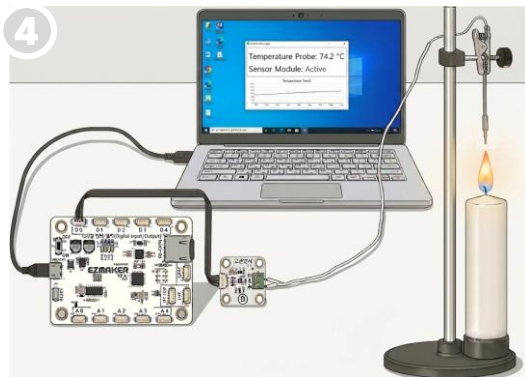
고온 센서를 EZMAKER 보드의 DO 포트에 연결합니다. 노트북과 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



스탠드에 센서를 걸고, 양초는 받침대에 쓰러지지 않도록 단단히 고정합니다.

4



고온 센서의 끝에 있는 금속 탐침이 측정하고자 하는 부분에 가까이 할 수 있도록 클램프로 위치를 조절합니다.



손으로 들고 실험할 수도 있지만, 미세한 떨림으로 온도가 일정하게 측정되지 않을 수 있고 화상의 위험이 있으므로 스탠드 고정을 권장합니다.



활동 3

코딩하기



- ‘고온 센서 연결하기’ 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 ‘고온 센서 온도 측정값’ 블록을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 ‘1초 동안 기다리기’ 블록을 추가합니다.



활동 4

실험하기

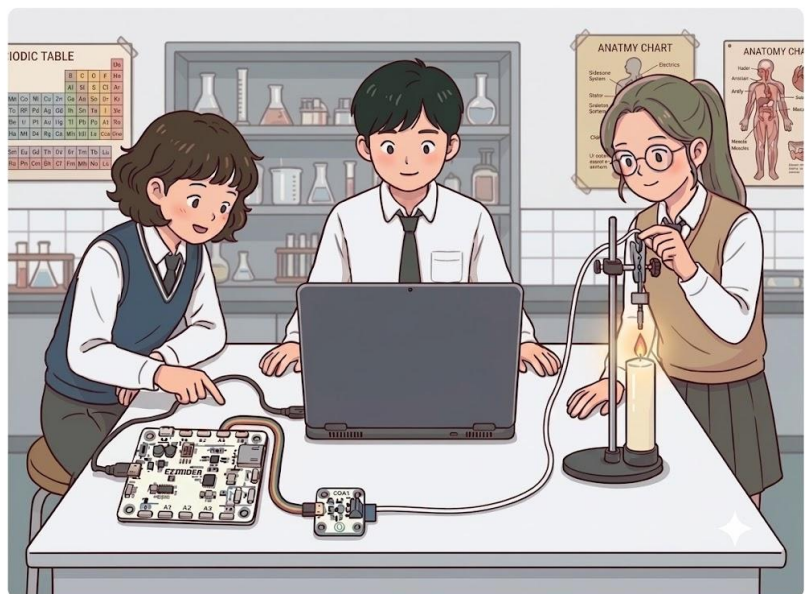
① 받침대에 양초가 넘어지지 않게 단단히 고정한 후 점화기를 이용하여 불을 붙입니다.

② 불꽃이 흔들리지 않고 일정한 모양이 될 때까지 약 10~20초 기다립니다.

(※ 에어컨이나 히터 바람이 없는 곳에서 실험하는 것이 좋습니다.)

③ 불꽃색을 관찰하여 기록합니다.

④ 스탠드의 클램프를 이용해 높이 조절을 하여 센서의 금속 탐침을 촛불의 불꽃심, 속불꽃, 겉불꽃에 가까이 가져가 온도를 측정합니다.





활동5

데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 막대 그래프로 정리해 봅시다.

불꽃의 구조	불꽃색	온도 측정값(°C)
겉불꽃		
속불꽃		
불꽃심		



2. 데이터 분석하기

- 1 불꽃에 위치에 따른 온도 측정 결과를 비교하여 온도가 가장 높은 곳과 가장 낮은 곳을 찾아 써 봅시다.



- 2 1과 같은 결과가 나온 이유를 주변 공기(산소)의 공급량 및 연소의 종류와 관련 지어 설명해 봅시다.



- ③ 밤하늘의 별은 표면 온도가 높을수록 푸른색을 띠고, 온도가 낮을수록 붉은색을 띵니다. 우리가 실험을 통해 관찰한 촛불의 온도는 별의 특징과 어떤 공통점이 있는지 이야기해 봅시다.



3. 가설 검증하기

불꽃의 구조	불꽃색	온도(°C)
겉불꽃		
속불꽃		
불꽃심		

- ▶ 촛불의 구조 중 ()색의 ()이 온도가 가장 높습니다.
그 이유는 ()(이)가 충분히 공급되어 () 연소하기 때문입니다.

※ 완전 연소 vs 불완전 연소 한눈에 비교하기

구분	완전 연소	불완전 연소
산소의 양	충분함	부족함
불꽃의 색깔	푸른색(열은 파란색)	노란색 또는 붉은색
불꽃이 온도	매우 높음	상대적으로 낮음
주요 생성물	이산화 탄소, 수증기	일산화 탄소, 수증기, 그을음(탄소)
그을음 유무	없음	있음(검은 연기 발생)

Search



소화기의 원리



물질이 타오르기 위해서는 세 가지 조건이 반드시 필요합니다. 태울 수 있는 연료인 '**탈 물 질**', 불을 붙여줄 '**발화점 이상의 온도**', 그리고 물질이 타도록 도와주는 '**산소**'입니다. 이를 과학에서는 '연소의 3 요소'라고 부르며, 어느 하나만 없어도 불은 붙지 않습니다. 반대로 말하면, 불을 끄고 싶다면 이 세 가지 요소 중 하나만 제거하면 됩니다.

그렇다면 일상에서 불이 났을 때 우리는 보통 어떻게 불을 끌까요? 가장 먼저 떠오르는 방법은 '물 뿌리기'입니다. 불 난 곳에 물을 뿌리면 물이 열을 흡수하면서 온도를 발화점 아래로 뚝 떨어뜨립니다. 하지만 기름이 타는 주방 화재나 전선이 타는 전기 화재에 물을 뿌리면 오히려 불길이 번지거나 감전 사고가 일어날 수 있습니다.

물 없이 안전하고 확실하게 불을 끌 수는 없을까요? 그 고민 끝에 탄생한 일상의 발명품이 바로 우리가 복도에서 매일 마주치는 '분말 소화기'입니다. 소화기의 안전핀을 뽑고 손잡이를 움켜쥐면, 내부의 고압 기체의 힘으로 밀가루처럼 고운 하얀색 화학 가루(인산암모늄)가 세차게 뿜어져 나옵니다. 마치 불타는 물건 위에 두꺼운 담요를 덮어씌운 것과 같은 효과를 내는 것입니다. 과학에서는 이처럼 산소를 차단하는 소화 방법을 '질식 소화'라고 부릅니다.

게다가 인산암모늄은 가루가 분해되면서 주변의 열을 흡수해 온도를 낮추는 냉각 소화와 가루가 뜨거운 불꽃의 열을 받으면 순간적으로 화학 분해가 일어나는데, 이때 불꽃이 계속 타오르려고 하는 연속적인 화학 반응을 중간에서 뚝 끊어버리는 '방해꾼(부촉매)' 역할까지 동시에 수행합니다.



14 빛의 역제곱 법칙 알아보기

실험 주제	빛의 역제곱 법칙 알아보기		
학교급	중학교	영역	지구과학
관련 성취기준	[9과15-01] 연주시차를 이용하여 별까지의 거리를 구할 수 있고, 별의 등급과 밝기의 관계 및 표면 온도와 색의 관계를 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.284 ~ 285		

1. 실험 개요

이 실험은 네오피셀 LED를 광원으로 사용하고, 밝기 센서를 이용해 광원으로부터의 거리 변화에 따른 빛의 세기 변화를 측정하는 것을 목적으로 합니다. 네오피셀 LED를 일정한 밝기로 켜 둔 상태에서, 자를 이용해 밝기 센서의 위치를 광원으로부터 점차 멀리 이동시키며 각 거리에서의 밝기 값을 측정합니다. 이때 밝기 센서는 빛의 세기를 아날로그 값으로 감지하며, 거리 변화에 따른 밝기 값의 변화를 데이터로 기록합니다. 수집한 데이터를 그래프로 나타내어, 광원과의 거리가 멀어질수록 빛의 세기가 어떻게 달라지는지를 정량적으로 분석합니다.

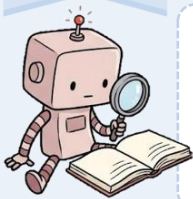
2. 이론적 배경

빛은 광원에서 사방으로 퍼져 나가며 전달되는데, 이때 빛의 세기는 거리의 제곱에 반비례하여 감소하는 특징을 가집니다. 이를 빛의 역제곱 법칙이라고 하며, 광원으로부터의 거리 r 이 증가할수록 빛의 세기 I 는 $I \propto \frac{1}{r^2}$ 의 관계를 따릅니다. 즉, 거리가 2배가 되면 빛의 세기는 $\frac{1}{2^2}$, 즉 $\frac{1}{4}$ 로 줄어듭니다.

본 실험에서는 네오피셀 LED를 점광원에 가깝게 간주하고, 밝기 센서를 통해 거리 별 빛의 세기를 측정함으로써 이 이론적 관계를 실제 데이터로 확인합니다. 이를 통해 빛의 전달 방식과 거리 - 세기 관계를 이해하고 학습할 수 있습니다.

빛의 역제곱 법칙 알아보기

밝기 센서를 이용하여 거리에 따른 빛의 밝기 변화 측정하기



이 실험에서 나는

- 거리에 따라 별의 밝기와 등급이 어떻게 변하는지 그 관계를 설명할 수 있다.
- 센서를 이용하여 거리에 따른 빛의 밝기를 직접 측정하고, 그래프로 그려 규칙성을 찾아낼 수 있다.
- 실험을 통해 우주를 탐사하는 첨단 과학 기술의 유용함을 느끼고, 우주에 대한 호기심을 키운다.



생각 열기



기원전 2세기 고대 그리스의 천문학자 히파르코스는 오직 맨눈으로 별의 위치와 밝기를 기록했습니다. 그는 가장 밝은 별을 1등급, 가장 어두운 별을 6등급으로 나누었습니다.

하지만 그의 규칙에는 치명적인 한계가 있었습니다. 거리를 고려하지 않고, 눈에 보이는 밝기인 '겉보기 등급'만을 기준으로 삼았기 때문입니다.

결국 히파르코스가 남긴 등급의 비밀을 풀고 별의 진짜 밝기(절대 등급)를 알아내려면, '거리에 따라 빛이 정확히 어떤 규칙으로 어두워지는가'를 알아야 합니다. 밝기 센서를 이용한 실험을 통해 거리에 따라 빛의 밝기가 어떻게 변하는지 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

거리에 따라 빛의 밝기가 어떻게 변하는지 예측해 봅시다.

[가설]

광원(LED)으로부터의 거리가 멀어질수록,
 밝기 센서로 측정되는 빛의 밝기는
 (거리 / 거리의 제곱 / 거리의 세제곱)에 (비례 / 반비례)하여 변할 것이다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

LED의 종류와 밝기 빛의 세기 측정값 암막 상태(주변 환경의 빛)
 센서의 각도와 높이 LED와 센서 사이의 거리

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

자(30cm 이상), 테이프, EZMAKER 레고 블록 연결판 2개, 연결 링크 4개, 연결 브릭 4개, EZMAKER 보드, 네오픽셀 LED, 밝기 센서, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

- LED부터 밝기 센서 사이의 거리는 따로 수동 측정이 필요합니다.

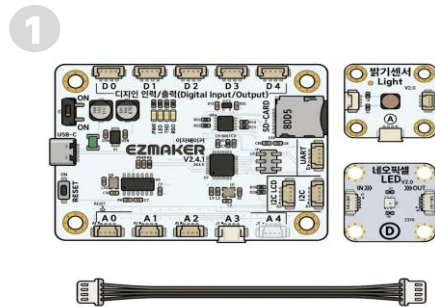


'수동 모드'를 선택한 후, 수동으로 입력할 부분은 '거리'로, 센서에서 측정하는 부분은 '밝기'로 지정해 둡니다.

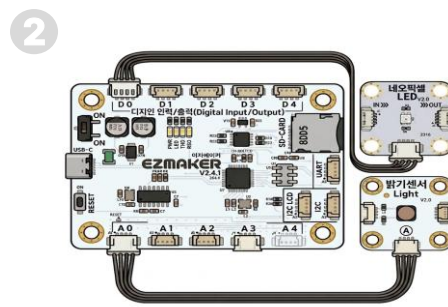
- 실험을 수행할 때 네오픽셀 LED 사용 여부는 자유롭게 선택할 수 있으나, 다른 광원을 사용할 경우 밝기 센서가 측정할 수 있는 최대 밝기 범위를 사전에 확인한 뒤 실험에 활용해야 합니다.

- 거리 변화에 따른 밝기 차이가 작아 역제곱 법칙의 경향이 뚜렷하게 나타나지 않을 경우에는 5cm 간격 대신 20cm 또는 30cm처럼 더 큰 간격으로 거리를 벌려 측정하는 것이 좋습니다.
- 광원(LED)과 센서의 중심축을 일직선이 되도록 고정한 뒤, 일직선 선상을 따라서만 거리를 조절해야 합니다.
- 수동 측정을 마치고 그래프를 그릴 때에는 x축을 단순히 거리로 설정한 경우와 거리의 제곱으로 설정한 경우를 모두 시도해 보도록 하여 다양한 방식으로 데이터를 해석해 볼 수 있도록 합니다. 이를 통해 완전하지는 않더라도 보일의 법칙과 유사한 반비례 형태의 그래프를 관찰 할 수 있음을 염두에 두고 실험을 진행하는 것이 바람직합니다.

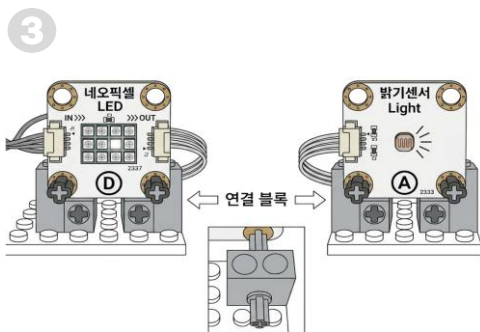
활동 2 실험 장치 만들기



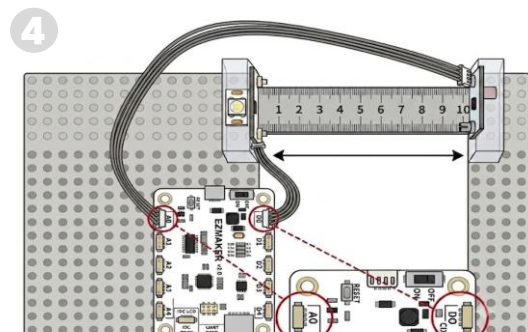
밝기 센서, 네오픽셀 LED, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.



밝기 센서는 보드의 A0 포트, 네오픽셀 LED는 D0 포트에 연결합니다.



EZMAKER 레고 블록 연결판 끝에 네오픽셀 LED와 밝기 센서를 연결 블록을 이용해 설치하고, 연결 링크를 이용해 보드를 연결판에 고정합니다.



네오픽셀 LED와 밝기 센서를 서로 마주 보도록 위치시키고, 두 연결판 아래에 자를 깔아 둡니다. 거리를 변화시키며 밝기를 측정합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

- D0 ▾ 에 네오픽셀 LED 1 개 연결하기 (필수블록)
- D0 ▾ 에 연결된 네오픽셀 1 번 LED를 ○ 으로 설정하기
- D0 ▾ 에 연결된 네오픽셀 LED 밝기를 200 으로 설정하기 (1 ~ 255)

EZMAKER 반복 실행

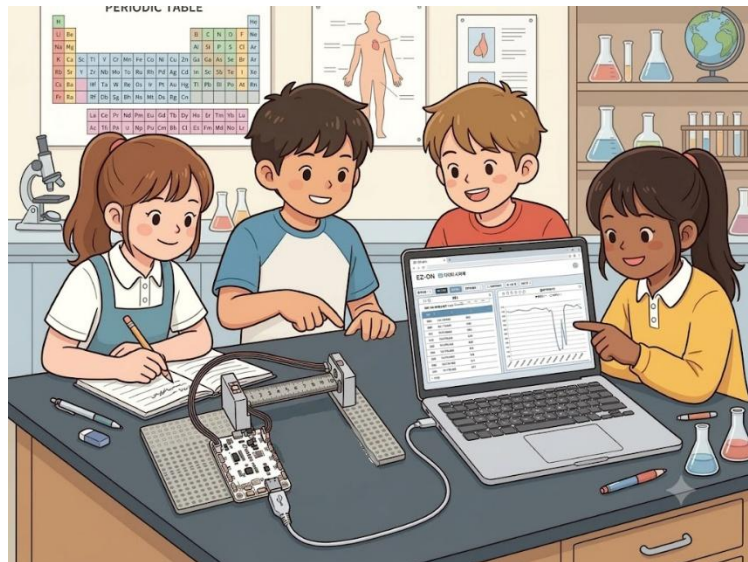
- 데이터 전송
 - 센서 데이터 추가하기 + -
 - A0 ▾ 에 연결된 밝기 센서 측정값 (0 ~ 1023)
- 1 초 동안 기다리기

- '네오픽셀 LED 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 연결된 네오픽셀의 LED 색과 밝기를 설정합니다.(흰색, 200)
- 데이터 전송 블록에 '밝기 센서 측정값(0~1023)' 블록을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4

실험하기



- 1 제작한 거리 - 밝기 측정기를 준비합니다.
- 2 책상에 30cm 자를 테이프를 사용해 고정시킵니다.
- 3 보드와 LED가 있는 연결판과 밝기 센서가 있는 연결판을 30cm 자 위에 5cm 띄워놓고 올려둡니다.
- 4 LED와 밝기 센서 사이의 거리를 5, 10, 15, ..., 30cm 간격으로 벌림에 따라 밝기 센서 측정값(아날로그 값)을 수동으로 측정합니다.



활동5

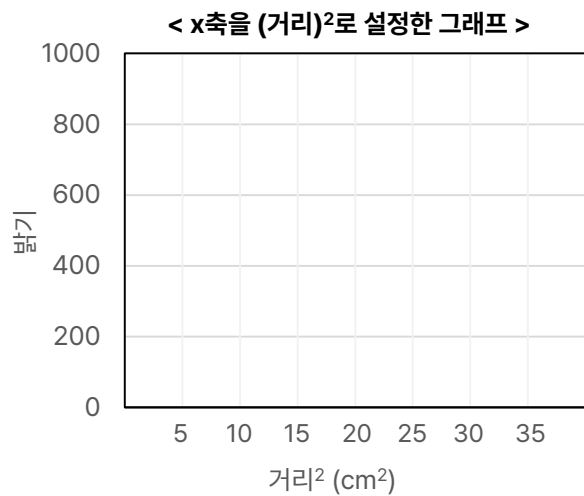
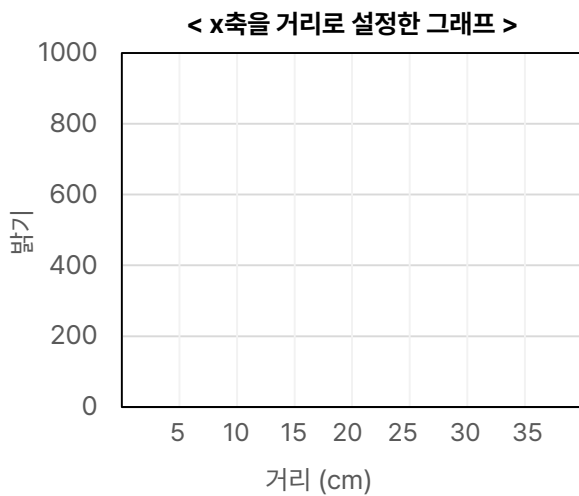
데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

거리(cm)	밝기 측정값(아날로그 값)	밝기 × (거리) ²
5		
10		
15		
20		
25		
30		

(※ 밝기 측정값은 아날로그 값이기 때문에 상대적으로 밝기 비교가 가능합니다.)



2. 데이터 분석하기

- 1 실험을 통해 수집한 거리에 따른 빛의 밝기 데이터를 보고, 거리가 멀어질수록 빛의 밝기는 어떻게 변하는지 서술해 봅시다.



- ② 전등(광원)과의 거리가 10cm 일 때의 밝기를 기준으로 잡았을 때, 거리가 2배(20cm), 3배(30cm) 멀어짐에 따라 밝기는 약 몇 배로 줄어들었는지 계산해 봅시다.



- ③ 거리를 r 이라고 할 때, 위 ② 번의 결과로 미루어 보아 빛의 밝기는 거리(r)과 어떤 관계를 가지고 있는지 기호나 문장으로 나타내 봅시다.



Search



50년째 순항 중, 보이저 1호



1977년에 발사된 우주선 '보이저 1호'는 지구에서 가장 멀리 날아간 물체이자 인류 최장수 탐사선입니다. 현재 보이저 1호는 태양에서 너무 멀어져 태양 빛의 세기가 거리의 제곱에 반비례하여 감소한 탓에, 태양광 패널로는 전기를 전혀 만들 수 없습니다.

그 대신 이 탐사선은 플루토늄이라는 방사성 물질이 붕괴할 때 나오는 '열(적외선)'을 전기로 바꾸는 원자력 배터리(RTG)를 동력원으로 사용합니다. 이 열 역시 빛의 일종이라 거리가 멀어질수록 세기가 제곱으로 급격히 약해지는 역제곱 법칙을 따릅니다.

따라서 우주 과학자들은 열이 사방으로 퍼져 낭비되는 것을 막기 위해, 전기를 만드는 소자를 열원에 최대한 바짝 붙여 에너지 흡수 효율을 극대화했습니다. 역제곱 법칙의 한계를 멋지게 극복한 이 첨단 기술 덕분에, 보이저 1호는 발사 후 약 50년이 지난 지금까지도 우주 곳곳을 순항하며 지구로 신호를 보내오고 있습니다.



MEMO

15 손 소독제 증발 실험

실험 주제	손 소독제 증발 실험		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과04-01] 확산 및 증발 현상을 관찰하여 물질을 구성하는 입자가 운동하고 있음을 추론할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.117		

1. 실험 개요

이번 실험을 통해서 는 무게 센서를 이용하여 손 소독제를 거름종이에 떨어뜨린 후 시간의 흐름에 따라 질량이 어떻게 변하는지를 측정·관찰하고, 액체가 증발할 때 질량이 감소한다는 사실을 이해하는 것을 목적으로 합니다. 이를 통해 증발이 액체 분자가 공기 중으로 빠져나가는 과정임을 확인하고, 증발 속도와 질량 변화의 관계를 그래프를 통해 분석합니다. 또한 센서를 활용한 디지털 데이터 수집과 시간 - 질량 그래프 해석을 경험함으로써, 증발 현상을 정량적으로 설명하는 능력을 기르는 데 중점을 둡니다.

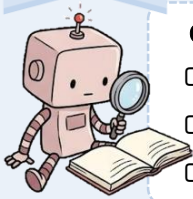
2. 이론적 배경

증발은 액체 표면의 분자들이 주변의 기체 분자와 충돌하거나 열에너지를 받아 기체 상태로 빠져나가는 과정을 의미합니다. 이때 액체 분자가 공기 중으로 탈출하면 더 이상 액체에 속하지 않기 때문에 남아 있는 액체의 질량은 점차 감소합니다.

손 소독제는 알코올 성분을 주로 포함하고 있어 끓는점이 낮고 분자 간 인력이 약하므로 공기 중으로 쉽게 증발합니다. 따라서 일정 시간이 지나면 소독제가 묻은 거름종이의 질량은 계속 줄어들며, 무게 센서를 이용해 이를 정량적으로 확인할 수 있습니다. 이러한 증발의 원리와 질량 변화의 관계는 액체의 성질, 기체로의 상태 변화, 알코올 소독제의 빠른 건조 원리를 이해하는 데 중요한 과학적 근거가 됩니다.

손 소독제 증발 실험

: 무게 센서를 이용하여 시간에 따른 손 소독제 질량 측정하기



이 실험에서 나는

- 모든 물질은 스스로 운동하는 입자로 이루어져 있음을 이해할 수 있다.
- 손 소독제 증발 실험을 통해 눈에 보이지 않는 입자의 운동에 관해 추론할 수 있다.
- 일상생활에서 일어나는 상태 변화를 과학적 원리로 풀어내며, 과학이 우리 생활에 주는 유용함을 느낀다.



생각 열기



젖은 수건이나 빨래를 건조대에 널어 두면 시간이 지나면서 물기가 사라지고 뽕뽕하게 마릅니다.

옷과 수건을 적시고 있던 그 많은 물은 도대체 어디로 사라진 걸까요? 그 비밀은 입자의 운동에 있습니다. 입자가 스스로 운동하여 액체 표면에서 기체로 변하는 현상인 증발이 일어나기 때문입니다.

오늘은 무게 센서를 이용한 손 소독제 증발 실험을 통해 눈에 보이지 않는 입자의 운동을 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 가설 설정

시간이 지남에 따라 무게 센서의 측정값은 어떻게 변할지 예측해 봅시다.

손 소독제가 (**확산** / **증발** / **끓음**)함에 따라
액체 입자가 스스로 운동하여 공기 중으로 날아가기 때문에,
무게 센서에 측정되는 전체 질량은 (**증가** / **일정** / **감소**)할 것이다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

페트리 접시 크기 거름종이의 종류 처음 분사한 손소독제의 질량
손 소독제의 질량 변화 주변 온도와 습도 시간

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

거름종이, 손 소독제, 페트리 접시, EZMAKER 보드, 무게 센서, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

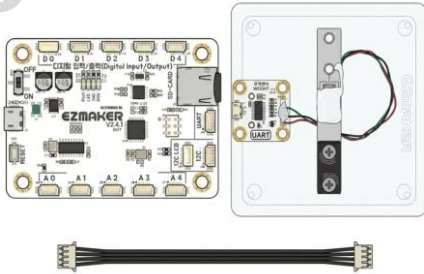
- 실험을 수행할 때에는 페트리 접시와 거름종이를 무게 센서 위에 올린 뒤 손 소독제를 뿌리기 전에 반드시 '수집 시작' 버튼을 눌러 초기 질량을 기록해야 합니다.
- 손 소독제를 분사할 때에는 액체가 눈이나 얼굴에 튀지 않도록 주의하며, 환기가 잘되는 환경에서 안전하게 진행합니다.
- 실험 중에는 무게 센서 주변으로 바람이 불지 않도록 에어컨이나 선풍기 방향을 조절하고, 필요시 가림막을 설치해서 바람을 차단합니다.
- 무게 센서는 EZMAKER 보드의 UART 포트와 단일 연결로만 사용할 수 있기 때문에, 한 번에 하나의 물질만 질량 변화를 측정할 수 있음을 이해하고 실험을 운영합니다.
- 실험 과정 전반에서 장비 손상 및 안전 사고를 예방하기 위해 기기를 충격 없이 다루고, 주변 정리를 철저히 해야 합니다.



활동 2

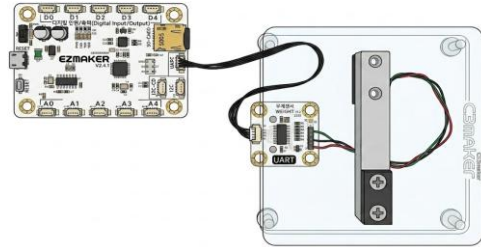
실험 장치 만들기

1



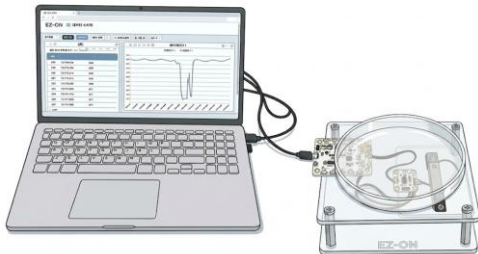
무게 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



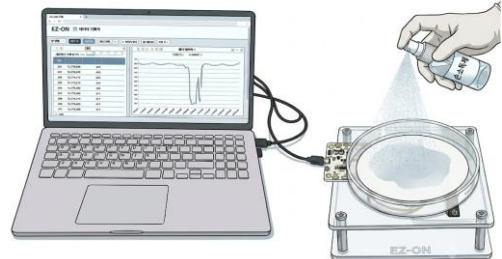
무게 센서와 EZMAKER 보드의 UART 포트를 연결합니다.

3



무게 센서 위에 페트리 접시를 올리고, 영점 조절이 되었는지 확인합니다.

4



페트리 접시 위에 올린 거름종이에 손 소독제를 뿌리고 시간이 지남에 따라 손소독제의 무게 변화를 관찰합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

무게 센서 연결하기 (필수 블록)

무게 센서 영점 설정하기

EZMAKER 반복 실행

데이터 전송
센서 데이터 추가하기 + -
무게 센서 측정값 (g)

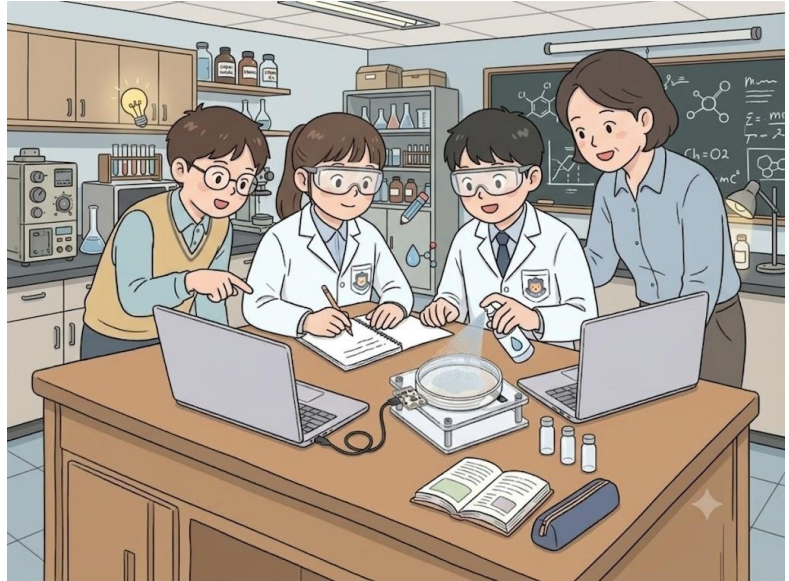
10 초 동안 기다리기

- '무게 센서 연결하기' 블록과 '무게 센서 영점 설정하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 '무게 센서 측정값(g)' 블록을 추가합니다.
- 10초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 후, 숫자를 10으로 수정합니다.



활동4 실험하기

- ① 무게 센서 위에 페트리 접시와 거름종이를 올려놓습니다.
- ② '수집 시작' 버튼을 누르고, 무게 센서의 값이 0이 되었는지 확인합니다. (영점 조절 확인하기)
- ③ 손 소독제를 거름종이 위에 뿌려줍니다.
- ④ 5~7분이 지나면, '수집 정지' 버튼을 누르고 결과를 확인합니다.

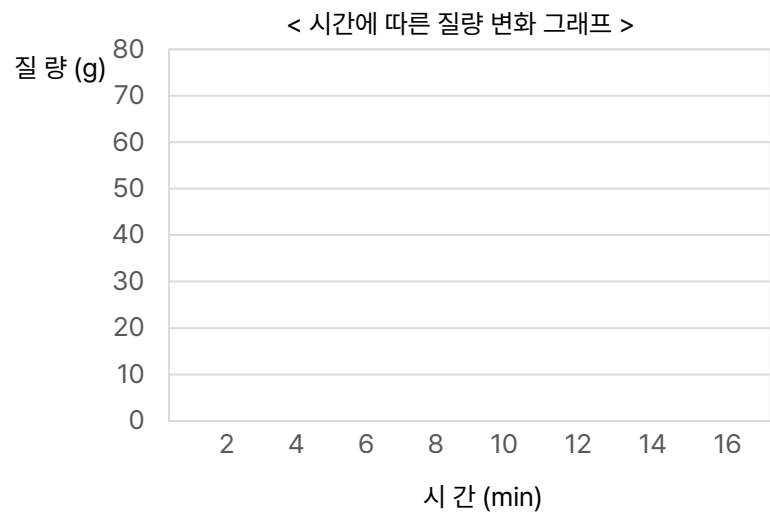


활동5 데이터 확인 및 가설 검증하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	질량(g)



2. 데이터 분석하기

- ① 실험 시작 후 시간이 지남에 따라 무게 센서에 측정된 손 소독제의 질량(g) 그래프는 어떤 형태로 변했고, 변하는 속도는 어떤지 이야기해 봅시다.



- ② 거름종이 위에 뿌려진 손 소독제의 질량이 시간이 지남에 따라 왜 변했는지, '입자'와 '운동'이라는 단어를 모두 포함하여 그 이유를 설명해 봅시다.



- ③ 비가 내리는 날에는 빨래가 유난히 잘 마르지 않습니다. 이번 실험에서 확인한 '입자의 운동' 관점에서 그 이유를 설명해 봅시다.



3. 가설 검증하기

- ▶ 손 소독제가 (확산 / 증발 / 끓음)함에 따라 액체 입자가 스스로 운동하여 공기 중으로 날아가기 때문에, 무게 센서에서 측정되는 전체 질량은 시간이 지남에 따라 (증가 / 일정 / 감소)합니다.

※ 증발 vs 끓음 한눈에 비교하기

구분	증발	끓음
일어나는 위치	액체의 표면에서만 일어남	액체의 표면과 내부 전체에서 일어남
일어나는 온도	모든 온도에서 일어남	반드시 특정 온도(끓는점) 이상에서만 일어남
기포 발생 여부	X	액체 내부에서 기체로 변해 부글부글 기포가 올라옴
입자의 운동	입자들이 스스로 끊임없이 운동하다가 표면에서 탈출함	외부에서 가해진 열에너지를 받아 입자들이 매우 격렬하게 운동함



Search



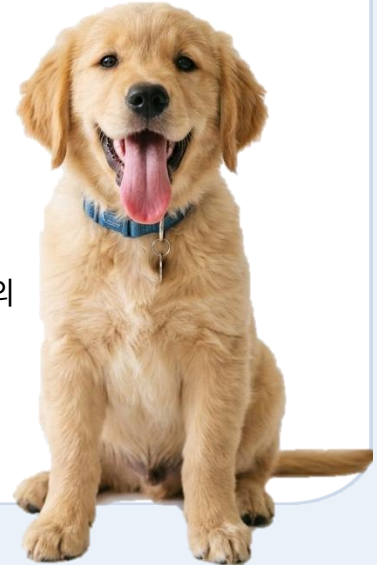
강아지가 “헹헹”거리는 이유



무더운 여름날, 두꺼운 털옷을 입은 강아지들을 보면 입을 크게 벌리고 혀를 길게 내민 채, “헹헹” 소리를 내며 거칠게 숨을 쉰다. 보기만 해도 숨이 차 보이지만, 사실 강아지는 지금 몸을 식히기 위해 과학의 원리를 활용하는 중입니다.

사람은 날씨가 더워지면 온몸에 있는 땀샘에서 땀(액체)을 내보냅니다. 이 땀이 피부 표면에서 기체로 증발할 때, 몸의 열에너지를 함께 빼앗아가기 때문에 체온이 낮아집니다. 하지만 강아지는 사람과 달리 온몸을 덮은 털 때문에 피부에 땀샘이 거의 없습니다. 대신 털이 없는 발바닥과 혀바닥에만 미세하게 땀샘이 발달해 있습니다. 따라서 강아지는 더위를 느끼면 혀를 길게 내밀어 공기와 닿는 표면적을 넓힙니다.

이때 혀 표면에 묻은 침 속의 물 입자들이 스스로 끊임없이 운동하며 공기 중으로 증발하기 시작합니다. 물 입자들이 증발할 때, 몸속 열에너지를 함께 흡수하여 날아가기 때문에 강아지는 시원함을 느끼게 됩니다. 동물들도 눈에 보이지 않는 ‘입자의 운동’이라는 과학의 법칙을 본능적으로 적용하며 무더운 여름을 뚝뚝하게 이겨내고 있는 것입니다.



MEMO

16 수권의 층상 구조 만들어보기

실험 주제	수권의 층상 구조 만들어보기		
학교급	중학교	영역	지구과학
관련 성취기준	[9과18-02] 해수의 수온과 염분의 분포 및 변화를 해석하여 해수의 특성을 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (노태희) p.244 (2015개정 교과서)		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 수조 속 물에 수온 센서를 서로 다른 깊이에 설치하고, 적외선 전등으로 수면을 가열한 뒤 시간에 따른 수온 변화를 측정하여 수온의 연직 분포가 어떻게 형성되는지를 관찰합니다.

먼저 각 깊이에서 초기 수온을 측정한 후, 수면 위에서 적외선 전등을 비추어 가열하면서 깊이에 따른 수온 변화를 기록합니다. 이후 휴대용 선풍기로 수면에 바람을 일으켜 수면 혼합이 일어났을 때 각 깊이의 수온이 어떻게 달라지는지를 비교합니다. 이 과정을 통해 태양 복사와 바람의 작용에 따라 물의 온도가 깊이 별로 다르게 분포하고, 혼합에 의해 수온 분포가 변화함을 센서 데이터를 통해 정량적으로 이해하는 것을 목적으로 합니다.

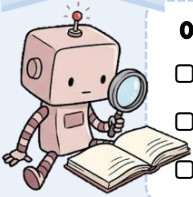
2. 이론적 배경

자연의 호수나 바다에서는 태양 복사 에너지와 바람의 영향으로 물속에 혼합층, 수온 약층, 심해층으로 이루어진 수온의 연직 구조가 형성됩니다. 수면 부근의 혼합층은 태양 복사와 바람에 의해 물이 지속적으로 섞이므로 깊이에 따라 수온 차이가 거의 없고 비교적 일정한 온도를 유지합니다. 혼합층 아래에는 깊이가 증가함에 따라 수온이 급격히 감소하는 수온 약층이 형성되며, 이 층에서는 위아래 물의 혼합이 잘 일어나지 않습니다. 그보다 더 아래의 심해층은 태양 에너지가 거의 전달되지 않아 연중 낮고 안정적인 수온을 유지합니다.

본 실험에서는 수면을 적외선 전등으로 가열하고, 이후 바람을 가해 혼합을 유도함으로써 각 깊이에서 수온 변화가 어떻게 달라지는지를 수온 센서로 측정합니다. 이를 통해 혼합층의 형성, 수온 약층의 온도 변화 특성, 그리고 혼합에 따른 수온 분포 변화 과정을 실험적으로 이해할 수 있습니다.

수권의 층상 구조 만들어보기

: 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 수권의 층상 구조 만들기



이 실험에서 나는

- 태양 에너지와 바람의 영향에 따라 나타나는 해수의 연직 수온 분포(층상 구조)의 특성을 설명할 수 있다.
- 수중/접촉 온도 센서를 이용한 실험을 직접 설계 및 수행하고, 그 결과를 비교 분석할 수 있다.
- 우리 삶에 꼭 필요한 수자원으로서 물의 가치를 알고, 아끼고 보존하기 위한 실천 방안을 제시할 수 있다.



생각 열기



예쁜 산호초와 물고기를 찍으려고 방수 팩에 스마트폰을 넣고 바다 속으로 잠수해 사진을 찍어봅니다. 그런데 이상하게도 물속 깊이 들어갈수록 온 세상이 시퍼렇게 멎은 것처럼 필터를 낀 듯 파란색으로만 찍힙니다. 이를 수중 촬영 용어로 '블루 아웃(Blue-out)' 현상이라고 부릅니다.

태양 빛(에너지)이 깊은 바다 속까지 도달하지

못해 생기는 이 현상은, 바다의 온도를 바꾸고 결국 바다 속을 세 개의 커다란 층으로 나누는 층상 구조를 만드는 결정적인 원인이 됩니다. 수중/접촉 온도 센서를 이용해 수권의 층상 구조를 만들어 봅시다.



활동 1

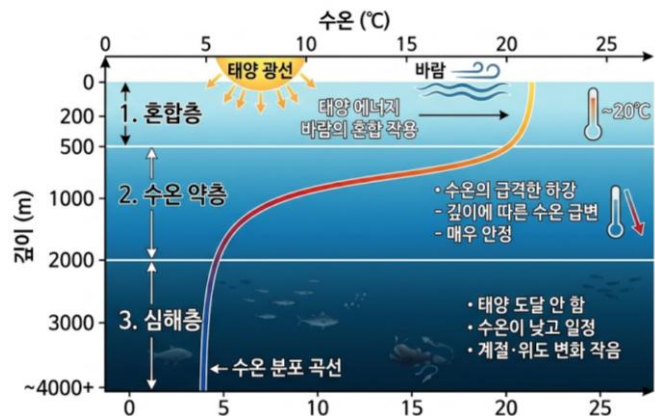
실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

수권은 크게 혼합층, 수온 약층, 심해층의 층상 구조를 가지고 있습니다.

① 혼합층

바람의 영향을 받아 수온이 일정하게 유지되는 층으로 바람이 강할수록 두꺼워 집니다.



② 수온 약층

혼합층 바로 아래에 위치하며 깊이가 깊어지면서 온도가 급격히 감소합니다. 혼합층과 심해층 사이의 물질과 에너지 교환을 차단하며 수온 약층의 수온 차가 클수록 안정합니다.

③ 심해층

심해층은 태양 복사 에너지가 거의 도달하지 않아 수온이 낮고 약 4°C 정도로 연중 수온 변화가 거의 없이 일정합니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]		
바람의 유무	물의 깊이	물의 온도 변화
초기 물의 온도	수조의 크기	수조 안 물의 양
전등의 세기와 거리		
다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰·측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

미니 선풍기, 적외선 전등, 물이 담긴 수조, 센서 고정 장치, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서 5개, 연결 케이블 5개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

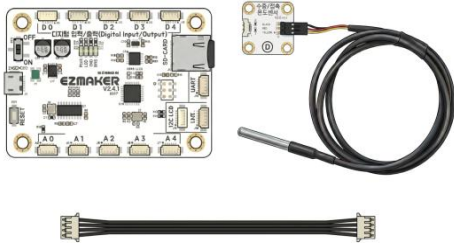
4. 실험 시 주의사항

- 실험을 진행할 때 적외선 전등이 매우 뜨거워질 수 있기 때문에 반드시 내열 장갑을 착용한 상태에서만 조작해야 합니다.
- 선풍기는 수면 부근의 물만 섞이도록 비교적 가까운 위치에서 바람을 불어야 하며, 깊은 물까지 강하게 교란되지 않도록 세기를 조절합니다.
- 실험 중에는 수조를 의도적으로 움직이거나 기울이지 않도록 하고, 손이나 도구로 물을 젖는 행위는 혼합층과 수온 분포를 왜곡할 수 있으므로 절대 해서는 안 됩니다.
- 수온 센서는 측정 위치가 변하지 않도록 고정한 상태에서 실험을 진행해야 합니다.



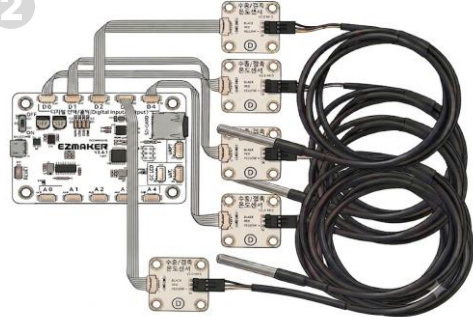
활동 2 실험 장치 만들기

1



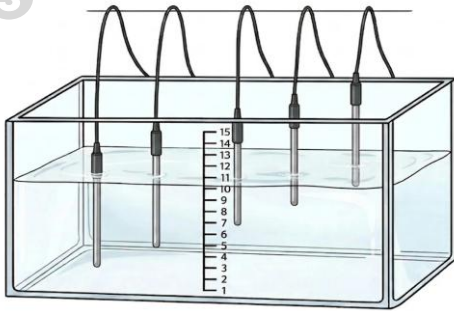
수중/접촉 온도 센서 5개, 연결 케이블 5개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



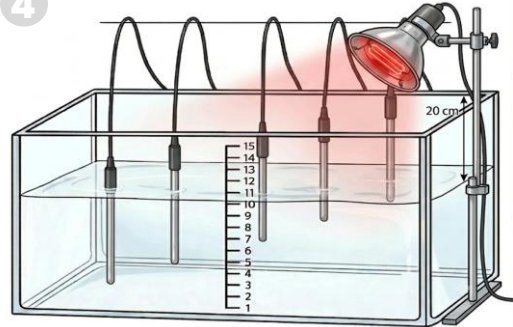
수중/접촉 온도 센서를 EZMAKER 보드의 D0~D4 포트에 각각 연결합니다.

3



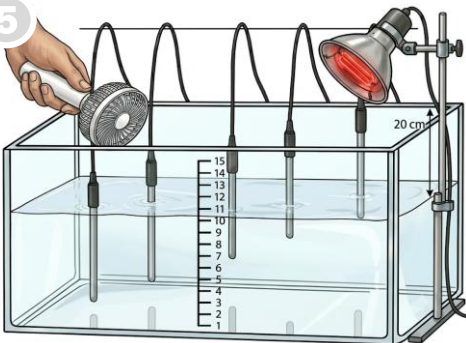
센서들이 수면으로부터 1, 3, 5, 7, 9cm가 되도록 수조에 설치합니다.

4



적외선 전등을 20cm 높이에서 비출 수 있도록 위치해 줍니다.

5



미니 선풍기를 이용해 수면 위에서 2분간 바람을 일으켜 줍니다. 처음 물의 깊이 별 온도를 측정하고, 실험 조건에 따라, 물의 깊이 별 온도 변화를 관찰합니다.



활동 3

코딩하기

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 가져온 뒤, 포트를 D0~D4로 수정하여 총 5개를 추가합니다.
- 센서 데이터 5개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 데이터 전송 블록에 '수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 5개 추가하고, 포트를 D0~D4로 수정합니다.
- 1분에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1분 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)
 수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)
 수중/접촉 온도센서를 D2 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)
 수중/접촉 온도센서를 D3 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)
 수중/접촉 온도센서를 D4 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값
 D1 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값
 D2 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값
 D3 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값
 D3 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값

데이터 전송

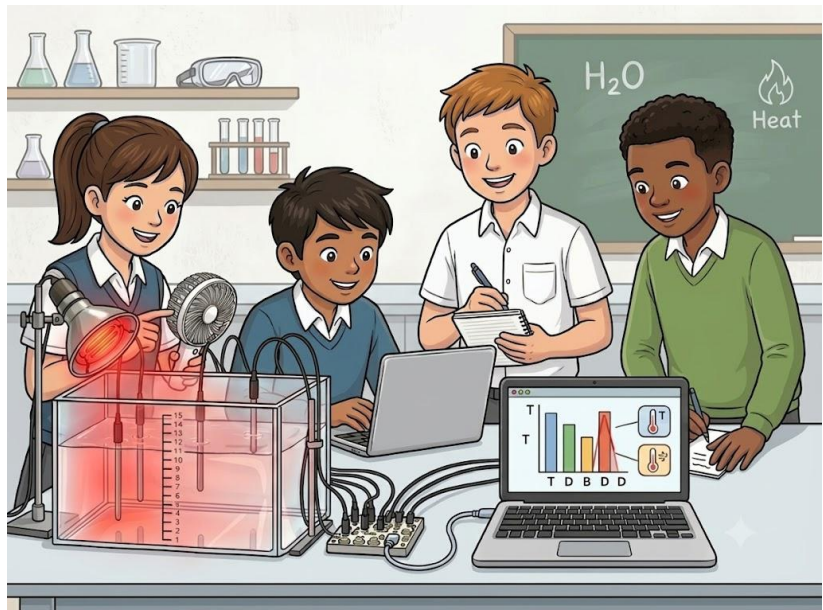
1 분 동안 기다리기



활동 4

실험하기

- 1 수조에 물을 10cm 높이 만큼 채우고 1, 3, 5, 7, 9cm 깊이에 센서를 설치합니다.
- 2 '수집 시작' 버튼을 누르고, 수면 위 약 20cm 높이에서 적외선 전등을 10분 동안 비춥니다.
- 3 적외선 전등은 그대로 켜 두고, 수면 위에서 2분 동안 미니 선풍기로 바람을 일으켜 줍니다.



- 4 처음 / 전등을 비춘 후 / 선풍기 바람을 일으킨 후, 각 상황에서 깊이 별 물의 온도를 측정하고 그래프로 그려 봅시다.



활동5

데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	센서 1	센서 2	센서 3	센서 4	센서 5

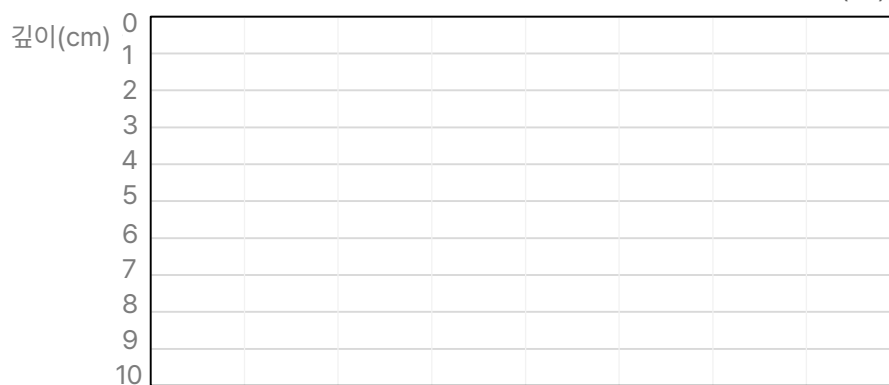
시간에 따른 온도 변화 그래프



시간 (min)

● 깊이 1cm ● 깊이 3cm ● 깊이 5cm ● 깊이 7cm ● 깊이 9cm

수온(°C)



—●— 처음 온도 —●— 가열 후 온도 —●— 선풍기 사용 후 온도

2. 데이터 분석하기

- 1 수조 위에서 전등만 켜었을 때와, 전등과 선풍기를 함께 켜었을 때 수면 근처의 수온은 어떻게 달라졌나요? 선풍기의 역할과 관련 지어 설명해 봅시다.



- 2 깊이 - 수온 그래프에서 성질이 다른 3개의 층이 나타납니다. 각 층의 수온 변화 특징을 설명하고, 실제 바다의 어떤 층에 해당하는지 연결해 봅시다.



- 3 우리가 실험으로 확인한 바다의 층상 구조 중 '수온 약층'이 지나치게 두꺼워지거나 얇아지면 어떻게 될지 수온 약층의 역할을 바탕으로 이야기해 봅시다.



해양 생태계를 보호하고 소중한 수자원 보존하기 위해 일상생활에서 우리가 실천할 수 있는 방안을 생각해 봅시다.



Search



바다속 투명 망토, 수온 약층



바다 속을 조용히 항해하는 잠수함의 가장 큰 무기는 '스텔스(눈에 보이지 않는 기술)'입니다. 수상 군함들은 바다속 잠수함을 찾아내기 위해 강력한 소리 에너지를 쏘아 보내는 음파 탐지기(소나, SONAR)를 사용합니다. 그런데 잠수함이 적의 음파를 완벽하게 피해 몸을 숨길 수 있는 '천연 투명 망토'가 바다속에 존재합니다. 그 비밀은 바로 '수온 약층'에 있습니다.

수온 약층은 위쪽의 따뜻한 물과 아래쪽의 차가운 물이 만나 깊이에 따라 온도가 급격하게 떨어지는 구간입니다. 이 층은 위아래 물이 섞이지 않는 매우 안정적인 특징을 가질 뿐만 아니라 소리와 관련해서도 아주 기묘한 성질을 부립니다. 음파는 온도가 급격하게 변하는 경계면을 지날 때, 성질이 전혀 다른 벽을 만난 것처럼 굴절되거나 반사되기 때문입니다. 잠수함이 이 수온 약층 아래쪽(심해층 부근)으로 쏙 들어가 숨어버리면 군함에서 잠수함을 잡으려고 아래를 향해 음파를 쏘더라도 수온 약층의 경계면에 부딪치는 순간 굴절되어 엉뚱한 방향으로 휘어져 버립니다. 결국 잠수함의 위치를 알 수 없게 됩니다.

급격한 온도 변화를 가졌지만 누구보다 안정적인 수온 약층은 실제 바다속에서 소리의 흐름을 완전히 바꾸는 거대하고 안전한 천연 요새 역할을 하고 있습니다.



17 시각 자극 반응 실험

실험 주제	시각 자극 반응 실험		
학교급	중학교	영역	생물
관련 성취기준	[9과20-02] 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 이해하고, 자극에서 반응이 일어나기까지의 과정을 모형으로 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학3 (노태희) p.163 (2015개정 교과서)		

1. 실험 개요

이 실험은 전기적 자극에 대한 사람의 반응 과정을 센서를 이용해 측정하는 것을 목적으로 합니다. EZMAKER 보드에 연결된 집게(전극)를 이용해 두 학생이 회로를 구성하고, 한 학생이 집게를 접촉하거나 떼는 순간을 전기적 자극으로 설정합니다. 다른 학생은 이 자극을 감지한 뒤 손의 움직임으로 반응하며, 이때 자극이 발생한 시점과 반응이 일어난 시점은 센서를 통해 각각 데이터로 기록됩니다. 실험은 자극을 예고하지 않고 주는 경우와 신호를 준 뒤 자극을 주는 경우로 나누어 반복 수행하며, 조건에 따라 반응 시간의 차이를 비교합니다. 이를 통해 자극의 종류와 인지 과정이 반응 속도에 어떤 영향을 미치는지 분석합니다.

2. 이론적 배경

사람의 반응은 자극이 감각 기관을 통해 받아들여진 뒤, 신경을 따라 전달되고 뇌에서 처리된 후 근육의 운동으로 나타나는 일련의 과정으로 이루어집니다. 이때 자극의 종류에 따라 반응 시간에는 차이가 나타나는데, 일반적으로 시각 자극은 뇌에서 해석하는 과정이 필요해 반응 시간이 길어지고, 전기적 자극이나 촉각 자극은 비교적 직접적으로 전달되어 반응 시간이 짧습니다. 또한 자극을 미리 예상하고 있을 경우에는 신경계가 준비된 상태가 되어 반응 속도가 더 빨라질 수 있습니다.

본 실험에서는 센서를 이용해 자극 발생 시점과 반응 시점을 정량적으로 측정함으로써, 자극-신경 전달-반응으로 이어지는 과정을 시간 개념으로 이해하고, 조건에 따른 반응 시간 차이를 과학적으로 해석할 수 있습니다.

시각 자극 반응 실험

: DIY-B 디지털 센서를 이용하여 시각 자극 반응 실험하기

이 실험에서 나는

- 시각 자극이 눈을 통해 대뇌를 거쳐 반응이 나타나기까지의 신경계 신호 전달 경로를 설명할 수 있다.
- 센서를 이용하여 시각 자극에 대한 반응 시간을 디지털 데이터로 정밀하게 측정하고 분석할 수 있다.
- 디지털 데이터를 기반으로 우리 몸의 자극 반응 속도의 한계를 객관적으로 인식하고, 일상생활 속 안전사고 예방을 위한 조심성 있는 태도를 가진다.



생각 열기



시속 350km로 달리는 F1 레이스!

드라이버들이 출발 신호등을 ‘눈’으로 보고 ‘발’로 엑셀을 밟기까지 걸리는 시간은 단 0.2초(200ms) 이하입니다.

이 찰나의 순간, 우리 몸속에서는 시각 자극이 대뇌를 거쳐 발 근육까지 이동하는 전기 신호 릴레이가 일어납니다. 눈으로 감지하기 힘들 만큼 짧은 이 반응 속도를 디지털 센서로 정밀하게 측정해 봅시다.

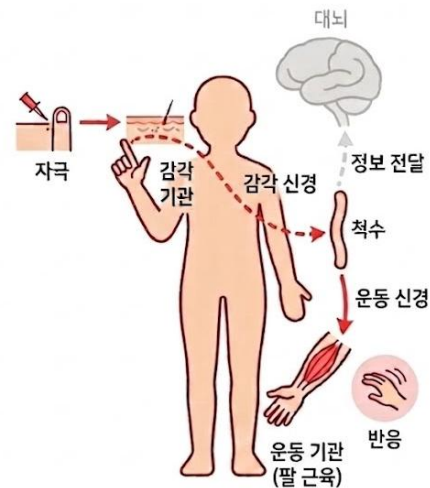
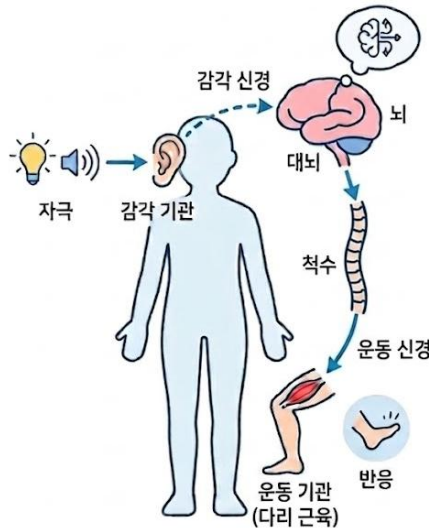


활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

자극은 생물에 변화를 일으키는 외부의 환경 변화를 뜻하며, 우리 몸의 반응은 중심이 되는 ‘**반응 중추**’가 어디인지에 따라 크게 **의식적 반응**과 **무의식적 반응**으로 나뉩니다. 의식적 반응은 대뇌의 판단을 거쳐 내 생각과 의지에 따라 행동하는 것이고, 무의식적 반응은 위험한 상황에서 몸을 지키기 위해 대뇌를 거치지 않고 본능적으로 일어나는 반응입니다. 두 반응은 명령을 내리는 중추가 다른 만큼, 전달 경로와 속도에서 큰 차이가 납니다.



구분	의식적 반응	무의식적 반응
정의	대뇌의 판단과 명령에 따라 자신의 의지로 일어나는 반응	대뇌의 판단을 거치지 않고 의지와 관계없이 일어나는 반응
반응 중추	대뇌	척수, 연수, 중간뇌
반응 속도	상대적으로 느림	빠름
반응 목적	상황에 맞는 선택적 행동	위험한 상황으로부터 우리 몸을 보호하는 본능적 방어
반응 경로	자극>감각 기관>감각 신경>대뇌>척수>운동 신경>운동 기관>반응	자극>감각 기관>감각 신경>척수/연수/중간뇌>운동 신경>운동 기관>반응

▶ 오늘 진행할 실험은 클립이 떨어지는 것을 눈으로 확인하고, 대뇌의 판단을 거쳐 손가락을 움직여 클립을 붙이므로 (**의식적 / 무의식적**) 반응에 해당합니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

학생 2의 시작 자세	반응 시간	실험 대상자
클립을 떼는 타이밍	클립 사이의 거리	실험 환경

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

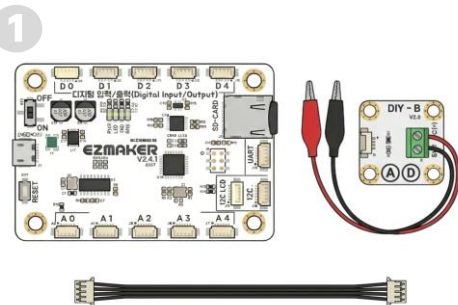
클립 4개, 장갑 2쌍, 학생 2인 1조(클립 떼는 학생, 클립 붙이는 학생), EZMAKER 보드, DIY-B 디지털 센서 2개, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

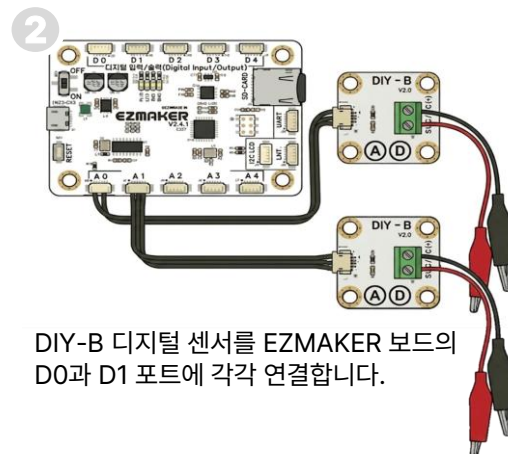
- 실험을 수행할 때에는 학생 1이 클립을 서로 떼는 정확한 시점을 학생 2에게 미리 알리지 않도록 지도해야 합니다. 자극이 예고될 경우 반응 시간이 인위적으로 짧아질 수 있으므로, 자극은 항상 학생 2가 예상하지 못하는 순간에 주어야 합니다.
- 실험 과정에서 블록 코딩 설정이 정확하지 않으면 자극 발생 시점이나 반응 인식 시점이 올바르게 기록되지 않을 수 있으므로, 교사는 학생들이 센서 포트 설정과 반복 블록 조건을 정확히 이해하고 구성할 수 있도록 충분한 지도를 제공해야 합니다.
- 전기 회로를 직접 손으로 접촉하는 실험인 만큼, 손이 젖은 상태에서는 실험을 진행하지 않도록 하고, 장갑을 착용하게 하여 감전 사고를 예방해야 합니다.



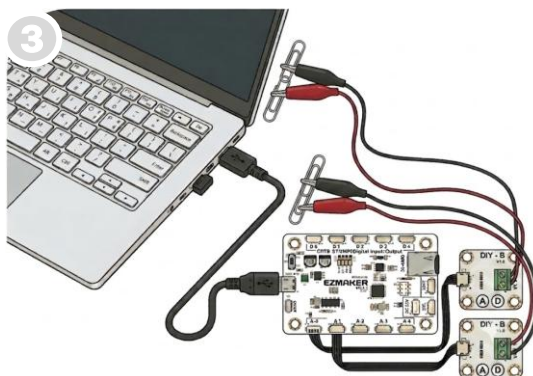
활동 2 실험 장치 만들기



DIY-B 디지털 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.



DIY-B 디지털 센서를 EZMAKER 보드의 D0과 D1 포트에 각각 연결합니다.



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다. 센서에 연결된 집게에 모두 클립을 연결합니다.



활동 3

코딩하기



- ‘~이 참일 때까지 기다리기’ 블록을 3개 추가합니다.
- D0에 연결된 클립들이 서로 닿아있는 상태에서 실험을 시작하므로 ‘D0에 연결된 DIY-B 센서 입력값’, ‘=’, ‘참’ 블록을 넣어줍니다.
- 0.5초 뒤에 다음 명령어가 작동할 수 있도록 ‘1초 동안 기다리기’ 블록을 추가한 후, 숫자를 0.5로 수정합니다.
- D0에 연결된 클립들이 떨어지면, 타이머가 작동하도록 ‘D0에 연결된 DIY-B 센서 입력값’, ‘=’, ‘거짓’ 블록을 넣어주고, ‘타이머 값 초기화하기’ 블록을 추가합니다.
- D1에 연결된 클립들이 서로 닿으면 타이머 작동이 멈추도록 ‘D1에 연결된 DIY-B 센서 입력값’, ‘=’, ‘참’ 블록을 넣어줍니다.
- 데이터 전송 블록에 ‘타이머 초기화부터 현재까지 경과된 시간(밀리초)’ 블록을 추가하고, 계속해서 실험을 진행할 수 있도록 ‘타이머 값 초기화하기’ 블록을 추가합니다.

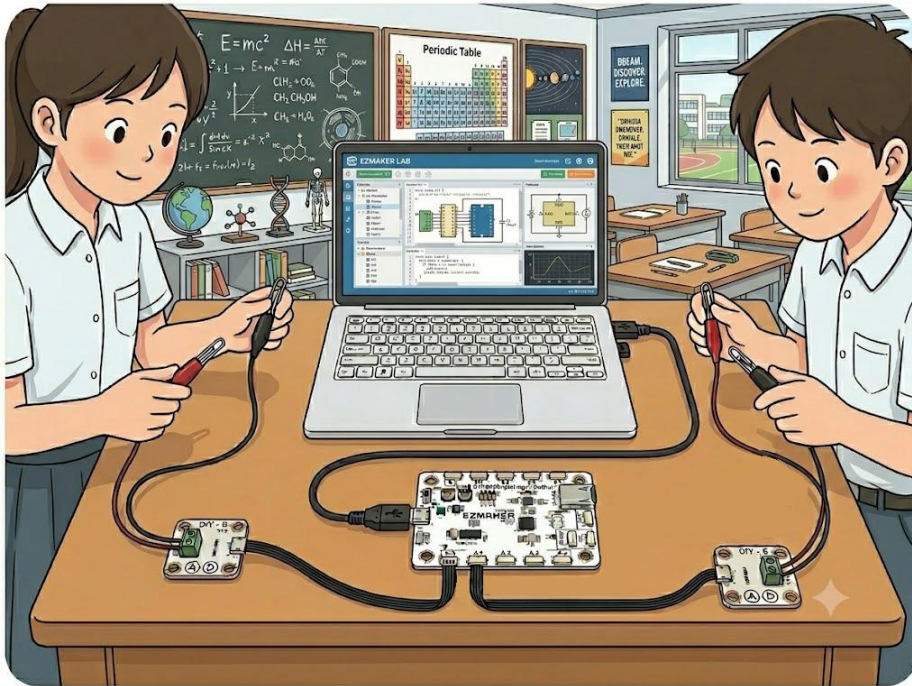


본 실험을 위해서는 DIY-B 센서 2개를 사용해야 합니다. 센서 입력값이 ‘참’이라는 것은 클립이 서로 맞닿아 전류가 통했다는 것을 의미하며, 반대로 센서 입력값이 ‘거짓’이라는 것은 전류가 통하지 않을 때를 말합니다.



활동 4

실험하기



- ① 센서를 이용해 제작한 장치를 준비합니다.
- ② 학생 1이 D0 포트에 연결된 클립 2개를 붙여 놓습니다. (이때, '수집 시작' 버튼을 누릅니다.)
→ [D0에 연결된 DIY-B 센서 입력 값='참'이 됩니다.]
- ③ 학생 2는 학생 1이 클립을 떼어 놓는 것을 기다리고, 학생 1은 무작위 타이밍에 클립을 떼어 냅니다.
→ [D0에 연결된 DIY-B 센서 입력 값='거짓'이 됩니다.]
- ④ 타이머 값이 초기화 되며, D1에 연결된 클립이 서로 닿을 때까지 타이머가 작동됩니다.
- ⑤ 학생 2는 학생 1이 클립을 떼어 놓는 것을 보고 D1 포트에 연결된 클립 2개를 붙입니다.
→ [D1에 연결된 DIY-B 센서 입력 값='참'이 됩니다.]
- ⑥ 결과적으로, D0에 연결된 클립을 떼는 것을 보고, D1에 연결된 클립을 붙이는 데까지의 시간을 측정합니다.



활동5

데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 막대 그래프로 정리해 봅시다.

횟수	반응 시간(초)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	



2. 데이터 분석하기

- 우리가 측정한 반응 시간은 왜 '0초'가 될 수 없는지, 신호 전달 경로를 바탕으로 서술해 봅시다.



- 친구들의 평균 반응 시간 데이터를 바탕으로, 운전 중이나 길을 걸을 때 스마트폰을 보면 왜 위험한지 자극과 반응의 관점에서 설명해 봅시다.





인간이 절대 넘을 수 없는 '물리적 한계의 벽': 100ms



올림픽의 꽃이라 불리는 육상 100m 경기에서는 출발 신호 총성이 울리는 순간 모든 선수가 번개처럼 스타팅 블록을 차고 나갑니다. 선수의 출발 반응은 스타트 블록 내부에 설치된 특수 센서가 측정합니다. 발이 블록에서 떨어지는 순간을 정확히 감지합니다. 그런데 만약 총성이 울린 후 0.1초(100ms) 이내에 스타팅 블록을 차고 나간 선수가 있다면, 컴퓨터 계측 시스템은 그 선수가 아무리 총소리를 듣고 움직였다고 주장하더라도 여지없이 부정출발(False start)로 판정하여 실격 처리합니다. 심지어 총소리보다 느리게 움직였는데도 왜 부정출발이 되는 걸까요?

여기에는 인간의 신경계가 가진 절대적인 물리적 한계의 벽이 숨어 있습니다. 귀를 통해 출발 총성이라는 자극이 들어오면, 이 신호가 청각 신경을 타고 대뇌에 도달하여 "총소리가 났으니 달려라!"라고 판단한 뒤, 다시 운동 신경을 거쳐 다리 근육에 전달되기까지는 생리학적으로 최소 0.1초 이상의 전달 시간이 무조건 소요됩니다. 아무리 뛰어난 능력을 가진 세계적인 올림픽 선수라 할지라도, 자극이 몸속 신경계를 통과하는 물리적인 시간 자체를 0초로 만들 수는 없기 때문입니다.

따라서 총성이 울리고 0.1초보다 빠르게 반응하여 출발했다는 것은, 소리를 진짜로 '듣고' 움직인 것이 아니라 총소리가 날 타이밍을 미리 '예측'해서 몸을 던졌다는 과학적인 증거가 됩니다. 올림픽 규정은 이처럼 인간의 감각기관과 신경계 전달 속도의 한계를 바탕으로 공정한 경기를 운영하고 있습니다. 모두에게 동등한 기회를 제공하고, 오직 실력으로만 승부를 가릴 수 있도록 하는 스포츠 과학의 정교한 장치인 셈입니다.



18 열량계 열평형 실험

실험 주제	열량계 열평형 실험		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과03-01] 온도와 열평형 과정을 물질을 구성하는 입자들의 배치나 움직임 등으로 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.87		

1. 실험 개요

이번 실험을 통해서는 열량계를 이용하여 뜨거운 물과 차가운 물을 접촉해 있을 때 나타나는 온도 변화를 디지털 센서를 활용해 측정·관찰하고, 서로 다른 온도를 가진 두 물체가 시간이 지나면서 열평형에 도달한다는 원리를 이해하는 것을 목적으로 합니다. 이를 통해 두 물체 사이에서 열이 어떻게 이동하는지 분석하고, 이러한 변화가 물질의 열에너지 이동과 관련된 물리적 과정에서 비롯됨을 이해한다. 또한 센서를 활용한 데이터 수집과 시간-온도 그래프 해석을 경험함으로써, 실험 결과를 근거로 열의 이동 방향과 열평형의 개념을 과학적으로 설명하는 능력을 기르는 데 중점을 둔다.

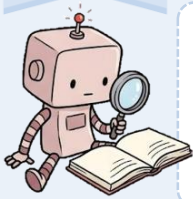
2. 이론적 배경

열평형은 서로 다른 온도를 가진 두 물질을 섞었을 때, 뜨거운 물질에서 차가운 물질로 열이 이동하여 시간이 지나면 두 물질이 같은 온도에 도달하는 현상을 말합니다. 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 자연스럽게 이동하며, 이 과정에서 뜨거운 물은 온도가 내려가고 차가운 물은 온도가 올라가게 됩니다.

열량계를 이용한 실험에서는 뜨거운 물이 잃은 열과 차가운 물이 얻은 열이 서로 균형을 이루는 지점에서 열평형이 형성되며, 이때 두 물질의 온도는 일정한 값으로 수렴합니다. 이러한 열평형 과정은 자연과 일상 곳곳에서 관찰됩니다. 예를 들어, 뜨거운 물에 찬 물을 부었을 때 온도가 서로 가까워지며 일정한 값으로 향하는 현상, 따뜻한 컵이 시간이 지나면서 주변 공기와 열을 주고받아 점차 식는 과정, 찬 음료가 방 안에서 서서히 미지근해지는 과정 모두 열평형의 원리로 설명됩니다.

열량계 열평형 실험

수중/접촉 온도 센서를 이용하여 열평형 과정 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 온도가 다른 두 물체가 만나 온도가 같아지는 '열평형 상태'와 열의 이동 방향을 설명할 수 있다.
- 센서를 이용하여 온도 변화를 측정하고, 열평형 도달 시점을 그래프에서 찾을 수 있다.
- 일상생활에서 열평형 현상에 호기심을 갖고 그 속에 숨은 과학적 원리를 탐구하려는 태도를 지닌다.



생각 열기



한겨울 영하의 얼음판 위에서 청둥오리들은 아무렇지도 않게 서서 잠을 잡니다. 오리의 발은 왜 동상에 걸리지 않을까요?

비밀은 오리 다리 속 혈관 구조에 있습니다. 심장에서 내려오는 뜨거운 피와 발끝에서 올라오는 차가운 피가 교차하면서 '열평형 상태'를 만들기 때문입니다. 열량계를 이용해 뜨거운 물과 차가운 물이 열평형에 도달할 때의 온도 변화를 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

열평형은 온도가 다른 두 물체가 접촉할 때, 열이 이동하여 두 물체의 온도가 같아진 상태를 말합니다. 온도가 높은 물체는 열을 잃어 입자의 운동이 둔해지고, 온도가 낮은 물체는 열을 얻어 입자의 운동이 활발해지기 때문입니다.

이때 외부와 열 교환이 차단된 공간이라면, 온도가 높은 물체가 잃은 열의 양과 온도가 낮은 물체가 얻은 열의 양은 항상 같습니다. 이를 '열에너지 보존'이라고 합니다.

뜨거운 물이 잃은 열량 = 차가운 물이 얻은 열량

열량계는 스티로폼이나 이중벽 구조 등으로 만들어져 있어 외부와의 열 교환을 최소한으로 차단해 줍니다. 즉, '이 안에서 일어나는 열의 이동은 오직 뜨거운 물과 차가운 물 사이에서만 일어난다'라는 통제된 환경을 만들어주기 위해 열량계를 사용하는 것입니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

물의 질량	센서의 측정 깊이	센서의 위치	물의 처음 온도
센서의 위치	액체의 종류	열량계의 밀폐 상태	물의 온도 변화

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

열량계 1개, 뜨거운 물 100g, 차가운 물 100g, 스탠드&클램프, 전자저울, 비커, 커피포트, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

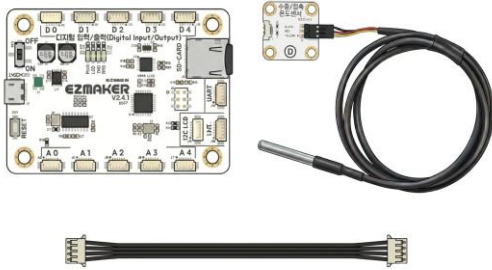
- 실험을 수행할 때에는 수중/접촉 온도 센서의 끝부분인 금속 탐침이 열량계 철 컵의 벽면이나 바닥에 닿지 않도록 하여 정확한 수온 측정이 이루어지도록 해야 합니다.
- 실험 도중에는 센서를 빼거나 흔들지 않도록 하여 데이터가 흔들리거나 오류가 발생하지 않도록 해야 합니다.
- 뜨거운 물을 열량계에 넣을 때에는 손이나 얼굴에 튀지 않도록 주의하며, 필요한 경우 교사의 지시에 따라 안전하게 옮겨야 합니다.
- 화상을 예방하기 위해 모든 실험 과정에서 내열 장갑을 착용하고, 장비를 조작할 때에도 주변 환경을 살펴 안전 확보를 우선적으로 고려합니다.
- 각 물의 초기 온도를 측정할 때는 반드시 차가운 물의 온도를 먼저 측정하고, 그 다음에 뜨거운 물의 온도를 측정해야 정확한 데이터를 얻을 수 있습니다.



활동 2

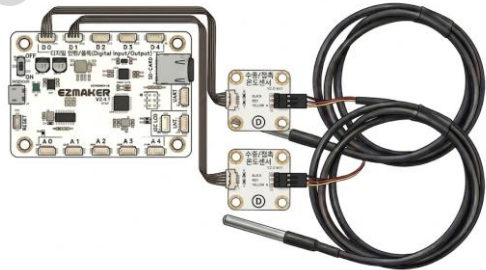
실험 장치 만들기

1



수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

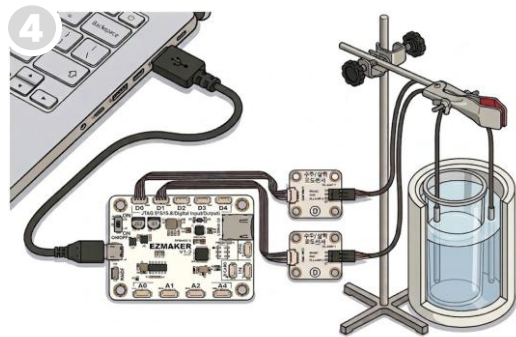
2



수중/접촉 온도 센서 2개를 각각 EZMAKER 보드의 D0, D1 포트를 연결합니다.



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다. 그리고 스탠드에 클램프를 이용해 두 개의 수중/접촉 온도 센서를 고정시킵니다.



열량계 안쪽에는 뜨거운 물, 바깥쪽에는 차가운 물을 넣고, 수중/접촉 온도 센서를 집어넣습니다. 시간이 지남에 따라 뜨거운 물과 차가운 물의 온도 변화를 관찰합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값

D1 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값

3

초 동안 기다리기

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 가져온 뒤, 포트를 D0, D1으로 각각 수정하여 총 2개를 추가합니다.
- 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 데이터 전송 블록에 'D0, D1에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 각각 추가합니다.
- 3초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 뒤 3으로 수정합니다.



활동4 실험하기

- 1 열량계 안쪽에는 뜨거운 물, 바깥쪽에는 찬 물을 100g 씩 넣습니다.
- 2 열량계 안쪽과 바깥쪽에 수중/접촉 온도 센서를 하나씩 꽂습니다.
- 3 '수집 시작' 버튼을 누르고, 시간에 따른 온도 변화를 측정합니다.



- 4 두 물의 온도가 비슷하게 되면, 실험 데이터 수집을 중지하고 결과를 확인합니다.



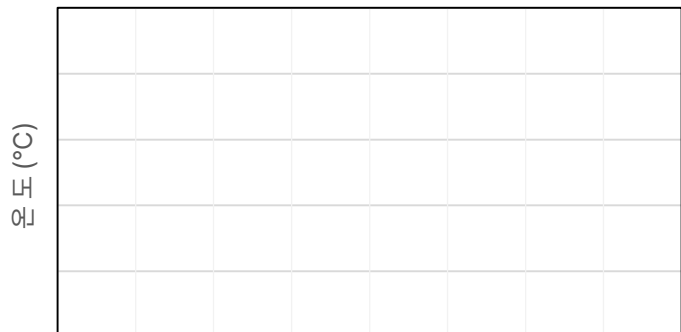
활동5 데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	뜨거운 물	차가운 물

시간에 따른 온도 변화 그래프



시간 (min)

—●— 뜨거운 물 —●— 차가운 물

2. 데이터 분석하기

- ① 시간에 따라 차가운 물과 뜨거운 물의 온도는 각각 어떻게 변하나요?



- ② ①의 이유를 '열에너지의 이동'과 연결하여 설명해 봅시다. 그리고 온도가 같아진 후, 더 이상 온도가 변하지 않고 일정하게 유지되는 이유를 생각해 봅시다.



- ③ 실험에서 뜨거운 물이 잃은 열량과 차가운 물이 얻은 열량의 크기를 비교해보고, 이 실험을 통해 알 수 있는 과학적 사실을 문장으로 완성해 봅시다.



열량이란 무엇일까?

열량(Amount of heat)은 온도가 다른 두 물체 사이에서 이동한 열(에너지)의 양을 뜻합니다. 열량은 칼로리(cal) 또는 킬로칼로리(kcal)라는 전용 단위를 사용합니다. 열량을 구하기 위해서는 물질의 종류(비열), 물질의 양(질량), 온도 변화 이렇게 세 가지 요소를 확인해야 합니다.

열량은 특별한 규칙을 가지고 있습니다. 외부와 열을 받지 않는 조건에서 고온의 물체가 잃은 열의 양과 저온의 물체가 얻은 열의 양이 항상 똑같습니다. 과학에서는 이를 '**열량 보존 법칙**'이라고 부릅니다.

$$\text{고온의 물체가 잃은 열량} = \text{저온의 물체가 얻은 열량}$$

Search



칼로릭(Caloric) 소동



오늘날 우리는 열을 '온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 이동하는 에너지'라고 배웁니다. 하지만 18세기 무렵, 세계를 뒤흔든 위대한 과학자들은 열의 정체를 전혀 다르게 생각했습니다. 그들은 열이 '칼로릭(caloric)'이라는 눈에 보이지 않고 무게도 없는 신비한 액체라고 굳게 믿었습니다.

뜨거운 물체에는 이 '칼로릭'이라는 열 액체가 가득 차 있고, 차가운 물체에는 칼로릭이 부족하다고 생각한 것입니다. 온도가 다른 두 물체를 붙여 놓으면, 마치 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르듯 칼로릭이 뜨거운 곳에서 차가운 곳으로 흘러 넘쳐 결국 두 물체의 칼로릭 높이가 같아진다고 설명했습니다. 우리가 오늘날 말하는 '열평형 상태'를 액체의 이동으로 설명한 것입니다.



이 흥미로운 '열 액체설'은 19세기 중반에 이르러 영국의 과학자 줄(Joule)을 비롯한 여러 학자가 "열은 액체가 아니라, 물질을 이루는 입자들의 활발한 움직임(에너지)"이라는 것을 증명해 내면서 역사 속으로 사라지게 되었습니다. 하지만 옛 과학자들이 남긴 흔적은 오늘날까지 우리 일상에 깊숙이 남아있습니다. 바로 우리가 맛있는 음식을 먹을 때 영양 성분표에서 항상 확인하는 '칼로리(calorie)'라는 단위입니다.

섭취한 영양소가 몸속에서 발생시키는 열량의 단위인 '칼로리'는 사실 옛 과학자들이 열을 흐르는 액체라고 착각해 붙였던 이름인 '칼로릭'에서 유래한 것입니다.

MEMO

19 서로 다른 물체에서 열의 전도 비교하기

실험 주제	서로 다른 물체에서 열의 전도 비교하기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과03-02] 열은 전도, 대류, 복사로 전달됨을 알고, 열전달 과정을 모형 등을 사용하여 다양하게 표현할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.89		

1. 실험 개요

이번 실험을 통해서는 뜨거운 물이 담긴 바이알(Vial)병을 나무판과 철판 위에 올려두고, 수중/접촉 온도 센서를 각각의 표면에 부착하여 시간에 따른 표면 온도의 변화를 측정·관찰합니다. 센서를 뜨거운 물과 가까운 지점과 먼 지점에 각각 설치함으로써, 두 위치에서 열이 전달되는 속도를 비교하고, 물질의 종류에 따라 열전도 특성이 어떻게 달라지는지를 분석하는 것을 목적으로 합니다. 또한 여러 센서를 동시에 사용하여 데이터를 수집하고, 시간 - 온도 그래프를 해석함으로써, 실험 결과를 근거로 열의 이동 방식과 전도 과정의 차이를 과학적으로 설명하는 능력을 기르는 데 중점을 둡니다.

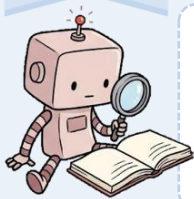
2. 이론적 배경

물체마다 열이 전달되는 속도는 다르고, 이는 물질 내부 구조에 의해 결정됩니다. 철과 같은 금속은 규칙적인 격자 구조와 열에너지를 빠르게 옮기는 자유전자가 많아 열전도가 매우 빠릅니다. 반면 나무는 분자 구조가 복잡하고 자유전자가 거의 없어, 열이 분자의 진동과 충돌을 통해서만 전달되므로 전도 속도가 매우 느립니다. 이러한 차이 때문에 철판은 뜨거운 물이 닿으면 빠르게 온도가 퍼지고, 나무판은 서서히 국소적으로만 온도가 오르게 됩니다. 이 원리는 일상에서도 나타납니다. 예를 들어, 책상에서 나무 부분과 철 부분이 실제로는 같은 온도라도, 철은 열을 빠르게 빼앗아 가기 때문에 더 차갑게 느껴지고, 나무는 열을 천천히 전달해 상대적으로 덜 차갑게 느껴집니다.

본 실험을 통해 수중/접촉 온도 센서를 활용하여 이러한 열전도 속도 차이를 시간에 따른 온도 변화로 직접 비교하고 확인해 봅시다.

서로 다른 물체에서 열의 전도 비교하기

수중/접촉 온도 센서를 이용하여 열전도 과정의 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 나무판과 철판의 종류에 따라 열전도 속도 차이를 입자의 운동으로 설명할 수 있다.
- 거리에 따른 온도 센서 데이터를 분석하여 나무판과 철판의 열전도 속도를 비교할 수 있다.
- 정밀한 디지털 센서 실험을 통해 변인 통제의 중요성을 깨닫고 탐구에 적극적으로 참여한다.



생각 열기

추운 겨울날, 공원에 있는 나무 의자와 철제 의자의 온도는 어떨까요? 같은 공간에 오랫동안 있었던 두 의자는 주변 공기와 열평형을 이루고 있어 실제 온도가 같습니다.



하지만 우리는 철제 의자에 앉았을 때 훨씬 차갑게 느낍니다. 그 이유는 철이 나무보다 우리 피부의 열을 더 빠르게 빼앗아 가기 때문입니다. 이처럼 물질에 따라 열이 이동하는 속도가 다릅니다.

수중/접촉 온도 센서를 이용해 나무판과 철판의 열전도 과정에서의 온도 변화를 관찰하여 속도 차이를 비교해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

열에너지는 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는데, 주변 물질의 상태에 따라 세 가지 방법으로 이동합니다.

- ① **전도**: 고체에서 일어나며, 열을 받은 입자가 제자리에서 진동하여 이웃한 입자에 열을 전달하는 방법입니다.
- ② **대류**: 액체와 기체에서 일어나며, 입자가 직접 이동하며 열을 전달하는 방법입니다.
- ③ **복사**: 입자의 운동 없이 열이 직접 전달되는 방법으로, 매질이 없는 진공 상태에서도 일어날 수 있습니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

판의 종류 시간에 따른 온도 측정값 바이알 병 속 물의 온도
 바이알 병 속 물의 양 바이알 병을 올리는 타이밍
 초기 판의 온도 실험실의 실내 온도 센서의 부착 거리

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

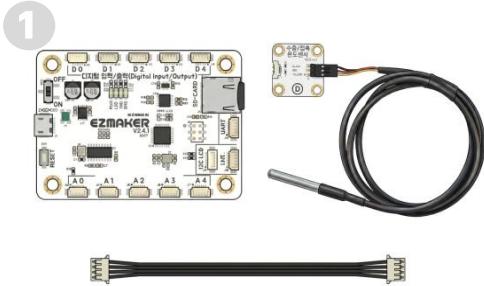
나무판, 철판, 뜨거운 물, 바이알(Vial) 병 2개, 테이프, 자, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서 4개, 연결 케이블 4개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

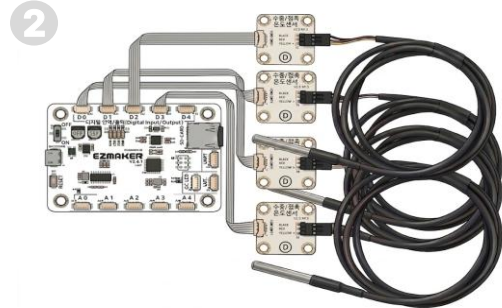
- 실험에서는 뜨거운 물이 담긴 바이알 병을 사용하므로 반드시 내열 장갑을 착용하여 화상을 예방해야 합니다.
- 센서 연결 시 자신이 사용하는 수중/접촉 온도 센서가 D0~D3 중 어느 포트에 연결되어 있는지 정확히 확인하여 데이터 해석 과정에서 혼동이 없도록 해야 합니다.
- 나무판과 철판의 초기 온도가 큰 차이를 보이면 열전도 비교 결과가 왜곡될 수 있으므로 두 판의 온도를 최대한 비슷하게 맞춘 뒤 실험을 시작해야 합니다.
- 총 4개의 수중/접촉 온도 센서를 동시에 사용해야 하는 실험이므로 EZMAKER 메인 보드를 반드시 사용해야 합니다.
- 실험 중에는 센서를 만지거나 옮기지 않도록 주의하여 정확한 온도 변화를 측정합니다.



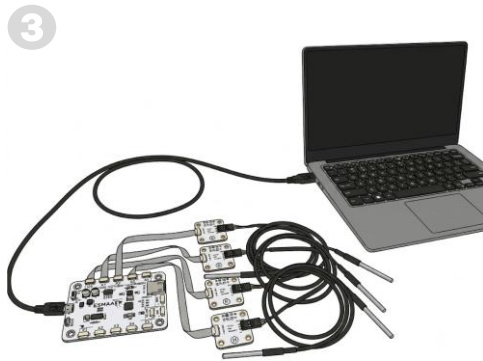
활동 2 실험 장치 만들기



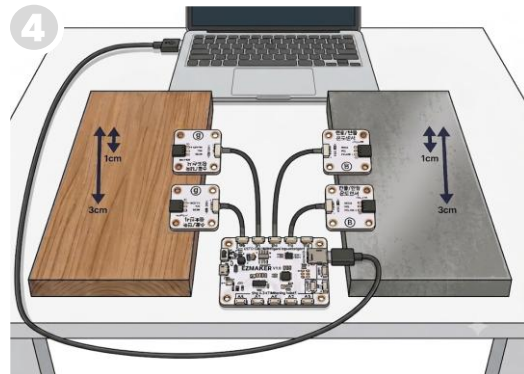
수중/접촉 온도 센서 4개, 연결 케이블 4개, EZMAKER 보드를 준비합니다.



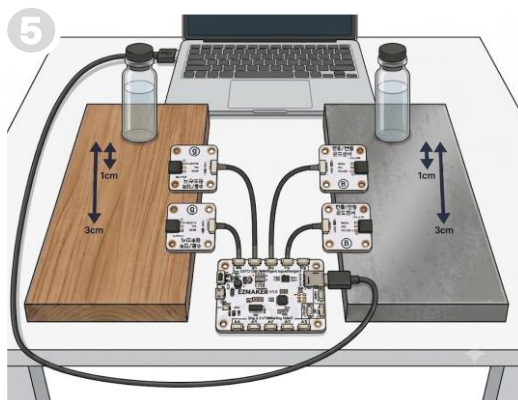
수중/접촉 온도 센서는 보드의 D0~D3 포트에 각각 연결합니다.



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.



나무판과 철판에 바이알 병을 놓을 곳과 1cm, 3cm 떨어진 곳에 수중/접촉 온도 센서를 테이프로 고정시킵니다.



뜨거운 물이 담긴 바이알 병을 나무판과 철판에 동시에 올려둡니다. 시간이 지남에 따라 온도 변화를 관찰합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D2 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D3 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

D1 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

D2 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

D2 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

데이터 전송

0.3 초 동안 기다리기

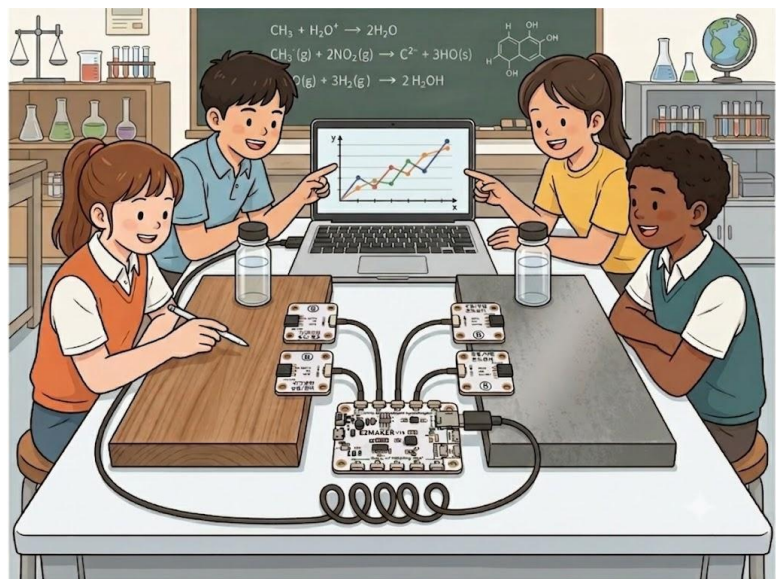
- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록을 가져온 뒤, 포트를 D0~D3로 수정하여 총 4개를 추가합니다.
- 센서 데이터 4개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 데이터 전송 블록에 '수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 4개 추가하고, 포트를 D0~D3로 수정합니다.
- 0.3초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 뒤, 숫자를 0.3으로 수정합니다.



활동 4

실험하기

- 1 나무판과 철판 위에 뜨거운 물이 담긴 바이알 병이 놓일 지점을 기준으로 각각 1cm, 3cm 떨어진 위치에 수중/접촉 온도 센서를 테이프로 고정합니다.
- 2 뜨거운 물을 담은 바이알 병을 두 판 위의 지정된 위치에 동시에 올리고 '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- 3 3분 간 D0~D3 포트에 연결된 센서의 온도 측정값을 수집하고 결과를 확인합니다.





활동5

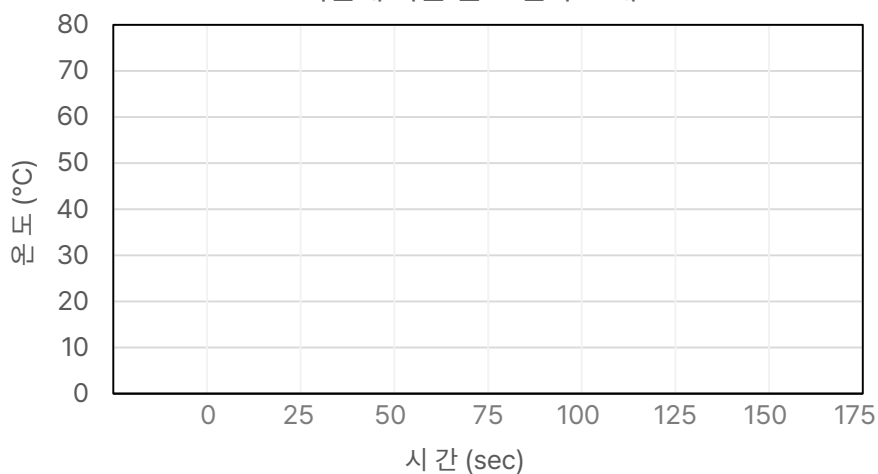
데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	센서 1	센서 2	센서 3	센서 4

< 시간에 따른 온도 변화 그래프 >



● 센서 1 ● 센서 2 ● 센서 3 ● 센서 4

2. 데이터 분석하기

- ① 나무판과 철판 중에서 3분 동안 온도가 더 가파르고 높게 상승한 곳은 어디인가요?
그 이유 물질의 성질(열전도)과 관련 지어 설명해 봅시다.



- ② 철판의 1cm 지점과 3cm 지점의 그래프를 비교했을 때, 열이 전도되는 과정의 특징을 거리에 따라 서술해 봅시다.



- ③ 실험이 계속 진행되어 오랜 시간이 흐른다면, 나무판과 철판 위의 센서 측정 값들은 결국 어떻게 변할지 '열평형'의 관점에서 예측해 봅시다.



Search



고대 페르시아의 얼음 창고, 야크찰



지금으로부터 약 2,500년 전, 낮 기온이 40°C를 넘나드는 뜨거운 고대 페르시아 (지구상에서 가장 건조하고 더운 사막 지역) 사람들은 한여름에도 시원한 얼음과 디저트를 즐겼습니다. 전기도, 냉장고도 없던 시절에 어떻게 이것이 가능했을까요? 비밀은 바로 진흙 벽돌로 만든 거대한 원뿔 모양의 건축물, '야크찰'에 있었습니다.

이 건물은 외부의 뜨거운 열이 내부로 들어오지 못하도록 열전도율이

매우 낮은 진흙, 모래, 양털, 계란 흰자 등을 섞은 특수 단열재로

두껍게 벽을 쌓았습니다. 밤이 되면 사막의 열이 하늘로 빠르게

방출되면서 기온이 뚝 떨어지는데, 이때 야크찰 내부로 흘러

들어온 물이 밤새 얼음이 되었습니다. 낮이 되어 바깥이

아무리 뜨거워져도, 외부와 열이 차단된 야크찰 내부는 밤의

차가운 온도를 그대로 유지하며 내부 공기와 열평형을 이뤘습니다.

철저한 단열(열 차단)을 통해 열평형 상태를 유지했던 고대인들의 놀라운 지혜입니다.



MEMO

20 온도에 따른 기체의 용해도 비교하기

실험 주제	온도에 따른 기체의 용해도 비교하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과08-01] 물질의 특성의 의미를 알고, 실험을 통해 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점 등을 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.19		

1. 실험 개요

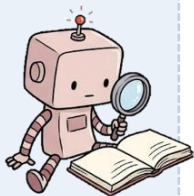
이 실험은 액체의 온도가 변할 때 기체의 용해도가 어떻게 달라지는지를 이산화탄소 센서와 수온 센서를 이용해 비교·분석하는 것을 목적으로 합니다. 열량계 뚜껑에 이산화탄소 센서와 수온 센서를 설치하고, 열량계 안쪽의 알루미늄 컵에는 콜라를 넣습니다. 알루미늄 컵의 바로 바깥쪽에는 따뜻한 물을 채워, 시간의 흐름에 따라 콜라의 온도가 점차 상승하도록 합니다. 이 과정에서 콜라의 온도 변화는 수온 센서로 측정하고, 콜라에서 방출되어 열량계 내부 공간에 축적되는 이산화탄소의 양은 이산화탄소 센서를 통해 연속적으로 측정합니다. 시간에 따른 온도 변화와 이산화탄소 농도 변화를 함께 기록하여, 온도가 올라갈수록 콜라 속에 녹아 있던 이산화탄소가 어떻게 방출되는지를 정량적으로 분석합니다.

2. 이론적 배경

기체의 용해도는 액체의 온도에 따라 달라지며, 일반적으로 액체의 온도가 높아질수록 기체의 용해도는 감소합니다. 이는 온도가 상승하면 액체 분자의 운동이 활발해져, 액체 속에 녹아 있던 기체 분자들이 액체를 벗어나 기체 상태로 이동하기 쉬워지기 때문입니다. 탄산음료인 콜라는 이산화탄소가 물에 녹아 있는 상태로 존재하며, 온도가 낮을수록 이산화탄소가 액체 속에 더 잘 유지됩니다. 반대로 온도가 올라가면 이산화탄소의 용해도가 감소하여 기포 형태로 방출되는 양이 증가합니다. 본 실험에서는 콜라의 온도를 점진적으로 높이는 조건을 만들고, 이산화탄소 센서를 이용해 방출되는 이산화탄소의 변화를 실시간으로 측정함으로써, 온도 변화가 기체의 용해도에 미치는 영향을 구체적인 데이터로 확인할 수 있습니다. 이를 통해 기체의 용해도와 온도 사이의 관계를 정성적 관찰을 넘어 정량적으로 이해할 수 있습니다.

온도에 따른 기체의 용해도 비교하기

이산화 탄소 센서와 수중/접촉 온도 센서를 이용하여 온도에 따른 용해도 측정하기



이 실험에서 나는

- 온도와 기체 용해도의 관계를 설명할 수 있다.
- 두개의 서로 다른 센서를 이용하여 온도에 따른 기체의 용해도 차이를 데이터로 비교하고 분석할 수 있다.
- 우리 주변의 다양한 물질이 저마다 고유한 성질을 가짐을 이해하고, 온도에 따른 기체의 용해도 변화를 물질의 특성 관점에서 호기심을 갖고 탐구할 수 있다.



생각 열기



무더운 여름, 냉장고에서 갓 꺼낸 차가운 콜라를 한 모금 마시면 입안 가득 톡 쏘는 청량감이 전해집니다. 하지만 이 콜라를 상온에 오래 두어 미지근해지면, 특유의 톡 쏘는 맛은 사라지고 밍밍한 단물만 남게 됩니다.

미지근한 콜라는 왜 맛이 없을까요? 비밀은 콜라 속에 녹아 있는 기체인 '이산화 탄소'에 있습니다. 온도 센서와 이산화 탄소 센서를 이용하여 온도에

따라 기체가 액체에 녹아 있는 정도, 즉 '기체의 용해도'가 어떻게 변하는지 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

① 물질의 특성

다른 물질과 구별되는 그 물질만이 가지는 고유한 성질을 '물질의 특성'이라고 합니다. 양에 관계없이 일정하므로 물질을 구별하는 기준이 되며, 밀도, 끓는점, 녹는점 등이 있습니다.

물질의 특성이 되기 위해서는 양에 관계 없이 일정해야 하며, 물질의 종류가 달라지면 그 특성도 달라져야 합니다. 따라서 질량, 부피, 넓이, 길이, 무게, 온도 등은 물질의 양이 많아지면 값도 커지므로 물질을 구별하는 특성이 될 수 없습니다.

② 기체의 용해도

어떤 온도에서 용매 100g에 최대로 녹일 수 있는 용질의 질량을 '**기체의 용해도**'라고 합니다. 용해도는 물질의 종류에 따라 고유한 값을 가지기 때문에, 물질을 구별할 수 있는 물질의 특성 중 하나입니다.

보통 고체 물질은 온도가 높을수록 액체에 잘 녹지만, 기체 물질은 액체의 온도가 낮을수록 더 잘 녹는 반대의 성질을 가지고 있습니다. 온도가 높아지면 액체 속에 녹아 있던 기체 입자들의 운동이 활발해집니다. 이 때문에 기체 입자들이 액체 분자와의 인력을 끊고 액체 밖으로 쉽게 빠져나가게 됩니다. 결과적으로 온도가 올라갈수록 액체 속에 남아 있는 기체의 양은 줄어들고, 반대로 액체 위 밀폐된 공간의 대기 중으로 빠져나온 이산화탄소의 농도는 높아집니다.

2. 실험 준비물

열량계, 테이프, 콜라(혹은 다른 탄산음료), 따뜻한 물(필요시 커피포트), 내열 장갑, EZMAKER 보드, 이산화 탄소 센서 1개, 수중/접촉 온도 센서 1개, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

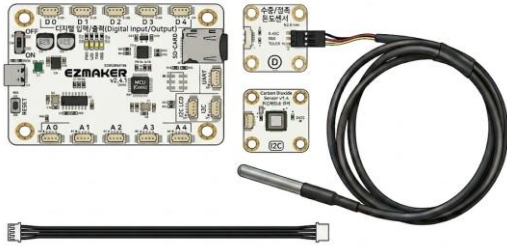
3. 실험 시 주의사항

- 실험을 시작할 때에는 열량계 뚜껑에 이산화 탄소 센서와 수중/접촉 온도 센서를 모두 설치한 뒤, 센서 주변의 틈을 테이프로 최대한 밀봉하여 이산화 탄소가 외부로 새어나가지 않도록 해야 합니다. 밀봉이 제대로 되지 않을 경우, 이산화 탄소 농도가 실제보다 낮게 측정되어 실험 결과의 신뢰도가 떨어질 수 있습니다.
- 알루미늄 컵에 콜라를 넣은 직후에는 콜라 속 이산화 탄소가 급격히 방출되며 부글거리는 현상이 나타나므로, 초기 반응이 충분히 끝나고 콜라가 안정된 상태가 된 이후에 다음 실험 단계를 진행해야 합니다.
- 뜨거운 물을 열량계 바깥쪽에 부을 때에는 화상 위험이 있으므로 물이 튀지 않도록 조심하고 내열 장갑을 반드시 착용하여 안전사고를 예방해야 합니다.



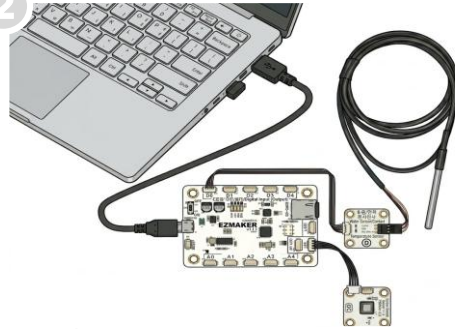
활동 2 실험 장치 만들기

1



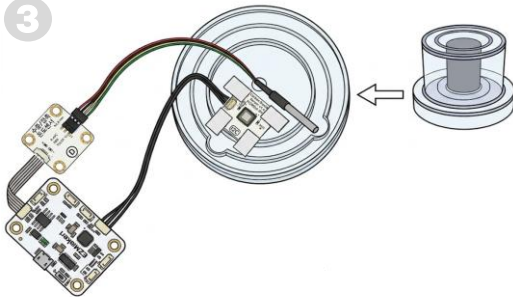
이산화 탄소 센서, 수중/접촉 온도 센서, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



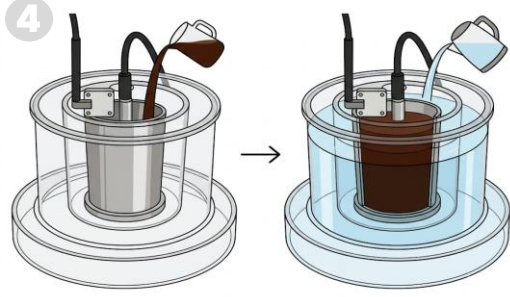
수중/접촉 온도 센서는 보드의 D0 포트, 이산화 탄소 센서는 I2C 포트에 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



열량계 안쪽에 이산화 탄소 센서 부분이 아래를 바라보도록 테이프를 붙여 설치하고, 수중/접촉 온도 센서도 뚜껑에 끼워 넣습니다.

4



안쪽 알루미늄 컵에는 콜라를 넣고, 알루미늄 컵 바로 바깥쪽 부분에는 뜨거운 물을 넣습니다.



활동 3 코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▾ 에 연결하기 (필수 블록)

이산화탄소 센서 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

데이터 전송

센서 데이터 추가하기 + -

D0 ▾ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

이산화탄소 센서 측정 값 (ppm)

10 초 동안 기다리기

- '수중/접촉 온도 센서 연결하기' 블록과 '이산화 탄소 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.

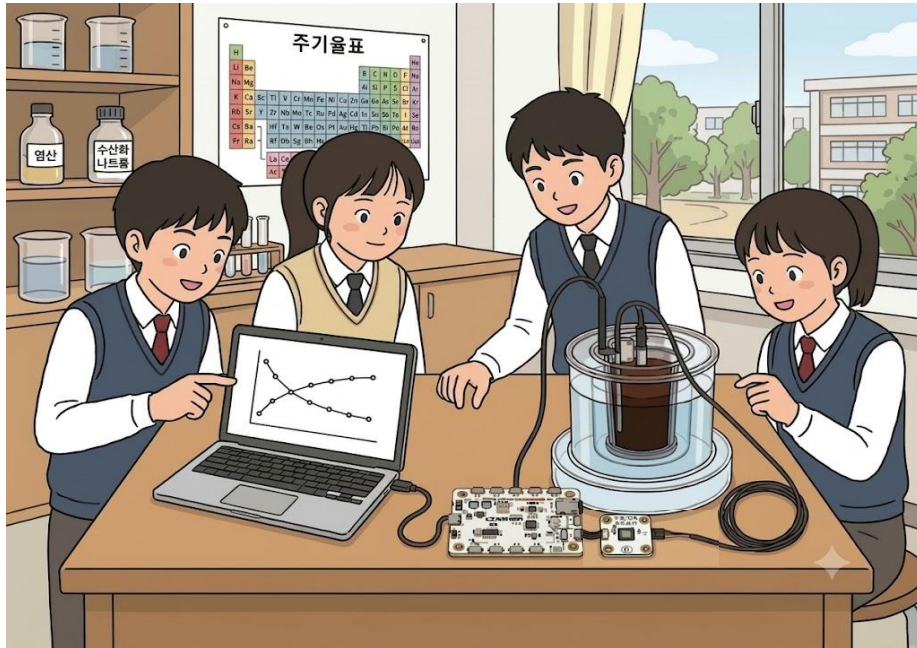
- 데이터 전송 블록에 '수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록과 '이산화 탄소 센서 측정값' 블록을 추가합니다.

- 10초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 뒤, 숫자를 10으로 수정합니다.



활동4

실험하기



- ① 열량계 뚜껑에 이산화 탄소 센서와 수중/접촉 온도 센서를 각각 끼워 넣고, 센서가 흔들리지 않도록 고정합니다. 이때 센서가 열량계 내부 공간과 콜라에 잘 노출되도록 위치를 확인해 주어야 합니다.
- ② 센서를 장착한 뒤, 열량계 뚜껑의 틈과 센서 주변을 테이프로 꼼꼼하게 밀봉하여 이산화 탄소가 외부로 새어나가지 않도록 합니다.
- ③ 알루미늄 컵에 콜라를 넣은 후, 컵을 열량계 안쪽 중앙에 놓습니다. 콜라를 넣은 직후에는 이산화 탄소가 급격하게 방출되면서 거품이 생길 수 있으므로, 부글거림이 충분히 사라지고 안정된 상태가 될 때까지 기다립니다.
- ④ 콜라가 안정되면, 열량계 바깥쪽 공간에 따뜻한 물을 천천히 부어 알루미늄 컵 주변을 감싸도록 합니다.
- ⑤ 따뜻한 물을 부은 직후부터 '수집 시작' 버튼을 누르고 콜라의 온도와 이산화 탄소의 농도를 측정합니다.
- ⑥ 일정 시간 동안 측정하여 데이터를 수집하고 측정이 끝나면 수집한 데이터를 분석하여 온도가 증가함에 따라 이산화 탄소 농도가 어떻게 변화하는지 확인합니다.



활동5

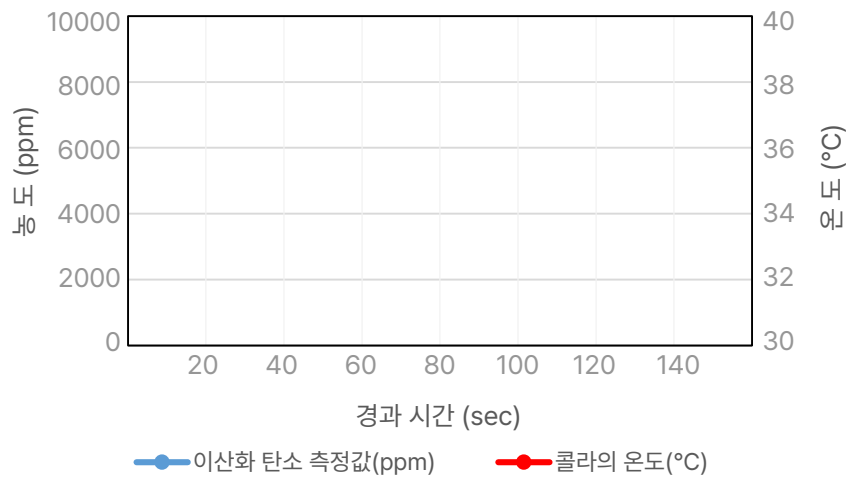
데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

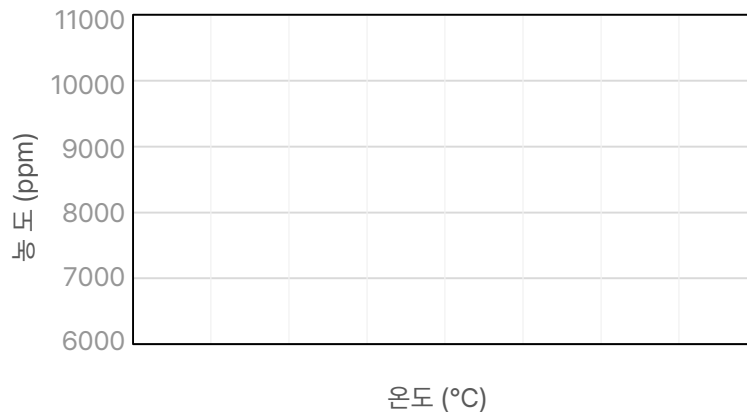
실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

경과 시간(초)	탄산음료 온도(°C)	이산화 탄소 농도(ppm)

시간에 따른 이산화 탄소 농도 & 콜라의 온도 그래프



온도에 따른 이산화 탄소 농도 그래프



2. 데이터 분석하기

- ① 시간이 경과함에 따라 열량계 속 콜라의 온도와 이산화탄소의 농도는 어떻게 변하나요?

그래프의 경향성을 바탕으로 서술해 봅시다.



- ② 온도에 따라 이산화 탄소의 농도가 이와 같이 변한 이유를 '기체의 용해도'와 연결 지어 설명해 봅시다.



- ③ 이 실험 결과를 바탕으로, 지구 온난화로 인해 해수면(바닷물)의 온도가 계속 상승할 때 대기 환경에 어떤 문제가 발생할지 토의해 봅시다.



※ 지구 온난화

지구 온난화는 대기 중 온실가스의 농도가 비정상적으로 높아지면서 지구의 평균 기온이 상승하는 현상을 뜻합니다. 그 주요 원인은 인류의 무분별한 화석 연료(석탄, 석유 등) 사용과 삼림 파괴로 인해 대기 중 이산화탄소와 같은 온실가스가 과도하게 늘어났기 때문입니다. 이 가스들이 우주로 방출되어야 할 열을 대기 속에 가두면서 지구를 거대한 찜통처럼 만들게 됩니다.

Search



니오스 호수의 비극

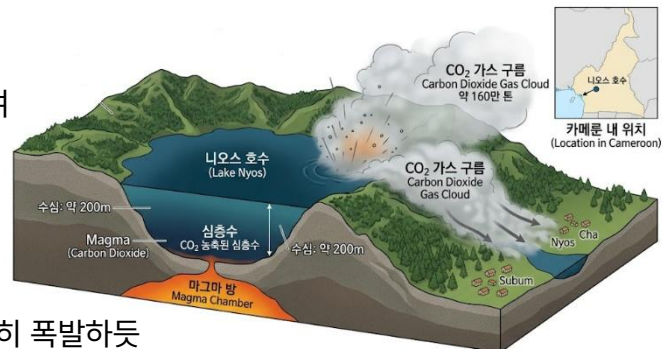


1986년 8월, 아프리카 카메룬의 니오스 호수 주변 마을에서 주민 1,700여 명과 가축 수천 마리가 아무런 외상도 없이 하룻밤 사이에 숨지는 비극적인 사건이 발생했습니다. 조사 결과 밝혀진 범인은 호수 밑바닥에 갇혀 있던 엄청난 양의 이산화 탄소였습니다.

본래 기체는 액체의 온도가 낮고 압력이 높을수록 더 잘 녹아 들어가는 성질이 있습니다. 니오스 호수의 깊은 바닥은 수온이 매우 낮고 수압이 높았기 때문에, 화산 활동으로 유입된 이산화 탄소들이 오랜 세월 동안 물속에 안전하게 녹아 갇혀 있을 수 있었습니다. 마치 뚜껑이 굳게 닫힌 거대한 탄산음료 캔처럼 말입니다.

하지만 사건 당일 밤, 산사태 등으로 호수 밑바닥의 물이 위로 세차게 뒤섞여 올라왔습니다. 물이 표면으로 올라오며 압력이 낮아지고 수온이 올라가자 기체의 용해도는 순식간에 떨어졌고, 물속의 이산화탄소들이 일제히 폭발하듯

뿜어져 나왔습니다. 사이다 캔을 마구 흔든 뒤 뚜껑을 열었을 때 탄산이 분출하는 현상이 호수 전체에서 일어난 것입니다. 공기보다 무거운 이산화탄소는 순식간에 인근 마을을 덮쳐 산소를 밀어내며 대규모 질식 사고를 일으켰습니다. 이 비극은 온도와 압력에 따른 기체의 용해도 원리가 자연계에서 얼마나 치명적으로 작용할 수 있는지 보여주는 대표적인 사례입니다.



21 온실 효과 관찰하기

실험 주제	온실 효과 관찰하기		
학교급	중학교	영역	지구과학
관련 성취기준	[9과17-01] 지구 대기권을 4개 권역으로 구분하며, 온실효과와 지구온난화를 복사 평형의 관점으로 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학3 (노태희) p.64, 65 (2015개정 교과서)		

1. 실험 개요

이 실험은 액체의 온도가 변할 때 기체의 용해도가 어떻게 달라지는지를 이산화탄소 센서와 수온 센서를 이용해 비교·분석하는 것을 목적으로 합니다. 열량계 뚜껑에 이산화탄소 센서와 수온 센서를 설치하고, 열량계 안쪽의 알루미늄 컵에는 콜라를 넣습니다. 알루미늄 컵의 바로 바깥쪽에는 따뜻한 물을 채워, 시간의 흐름에 따라 콜라의 온도가 점차 상승하도록 합니다. 이 과정에서 콜라의 온도 변화는 수온 센서로 측정하고, 콜라에서 방출되어 열량계 내부 공간에 축적되는 이산화탄소의 양은 이산화탄소 센서를 통해 연속적으로 측정합니다. 시간에 따른 온도 변화와 이산화탄소 농도 변화를 함께 기록하여, 온도가 올라갈수록 콜라 속에 녹아 있던 이산화탄소가 어떻게 방출되는지를 정량적으로 분석합니다.

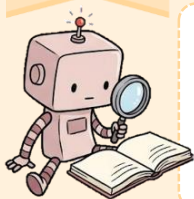
2. 이론적 배경

기체의 용해도는 액체의 온도에 따라 달라지며, 일반적으로 액체의 온도가 높아질수록 기체의 용해도는 감소합니다. 이는 온도가 상승하면 액체 분자의 운동이 활발해져, 액체 속에 녹아 있던 기체 분자들이 액체를 벗어나 기체 상태로 이동하기 쉬워지기 때문입니다. 탄산음료인 콜라는 이산화탄소가 물에 녹아 있는 상태로 존재하며, 온도가 낮을수록 이산화탄소가 액체 속에 더 잘 유지됩니다. 반대로 온도가 올라가면 이산화탄소의 용해도가 감소하여 기포 형태로 방출되는 양이 증가합니다. 본 실험에서는 콜라의 온도를 점진적으로 높이는 조건을 만들고, 이산화탄소 센서를 이용해 방출되는 이산화탄소의 변화를 실시간으로 측정함으로써, 온도 변화가 기체의 용해도에 미치는 영향을 구체적인 데이터로 확인할 수 있습니다. 이를 통해 기체의 용해도와 온도 사이의 관계를 정성적 관찰을 넘어 정량적으로 이해할 수 있습니다.

21

온실 효과 관찰하기

수증/접촉 온도 센서를 이용하여 시간에 따른 온도 변화 측정하기



이 실험에서 나는

- 이산화탄소로 인해 온도가 올라가는 온실 효과와 지구 온난화의 원리를 설명할 수 있다.
- 디지털 온도 센서 실험을 통해 온실 효과의 차이를 눈으로 확인하고 비교할 수 있다.
- 지구 온난화의 심각성을 느끼고, 기후 변화를 막기 위해 일상 속 실천 방안을 찾아 행동한다.



생각 열기



한여름 땀별 아래 주차된 자동차 문을 열면, 바깥보다 훨씬 뜨거운 열기에 숨이 턱 막힙니다. 태양 빛은 투명한 유리창을 뚫고 차 안으로 쉽게 들어오지만, 내부를 데우고 발생한 열은 유리창에 막혀 밖으로 빠져나가지 못하기 때문입니다. 실제 지구에서도 이 자동차 유리창과 똑같은 역할을 하는 대기층 때문에 지구가 따뜻하게 유지되는 '온실 효과'가

일어납니다. 오늘은 센서를 이용해 페트병과 비닐 랩을 이용해 온실 효과가 발생하는 원리와 조건에 따른 온도 변화를 직접 실험으로 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

온실 효과는 대기 중의 이산화 탄소, 메테인, 수증기와 같은 온실 기체가 지구가 내뿜는 열(지구 복사 에너지)을 흡수했다가 다시 방출하여, 지구의 온도를 따뜻하게 유지해 주는 고마운 현상입니다.

하지만 화석 연료 사용, 숲 파괴 등으로 온실 기체가 지나치게 많아지면서, 온실 효과가 필요 이상으로 강해져 지구의 평균 기온이 계속 상승하는 문제가 발생하는데, 이를 **지구 온난화**라고 합니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

이산화 탄소 함량 페트병의 종류와 크기 페트병 내부의 온도 변화
비닐 랩 밀폐 여부 전등과의 거리 처음 온도 빛의 세기

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

1.5L 페트병 2개, 칼, 가위, 테이프, 드라이아이스(필요시 뜨거운 물), 적외선 전등, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

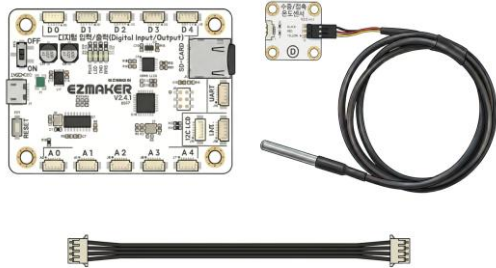
4. 실험 시 주의사항

- 실험을 준비하고 수행할 때에는 드라이아이스를 직접 손으로 만지지 않도록 하고, 반드시 장갑을 착용한 상태에서 다루도록 지도해야 합니다. 드라이아이스는 매우 낮은 온도를 가지므로 맨손으로 접촉할 경우 동상과 같은 안전사고가 발생할 수 있습니다.
- 페트병을 자르는 과정에서는 가위나 칼의 사용이 필요하므로, 손이 미끄러지지 않도록 주의하고 도구에 베이지 않도록 안전하게 작업하도록 합니다.
- 실험의 정확성을 높이기 위해서는 드라이아이스를 미리 충분히 승화시킨 뒤, 두 페트병 내부의 초기 온도가 동일한 상태임을 확인한 후에 적외선 전등을 비추는 것이 중요합니다. 초기 조건이 서로 다를 경우 온도 변화의 차이가 온실효과가 아닌 다른 요인에 의해 나타날 수 있으므로, 동일한 조건에서 실험을 시작하도록 각별히 신경 써야 합니다.



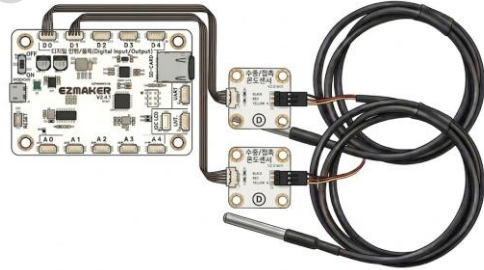
활동 2 실험 장치 만들기

1



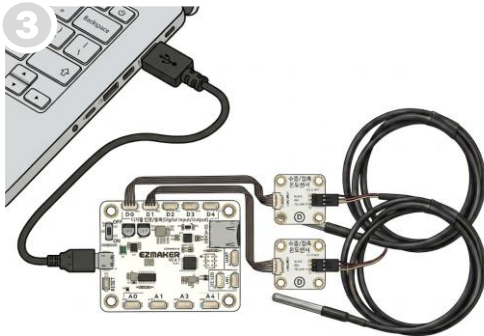
수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



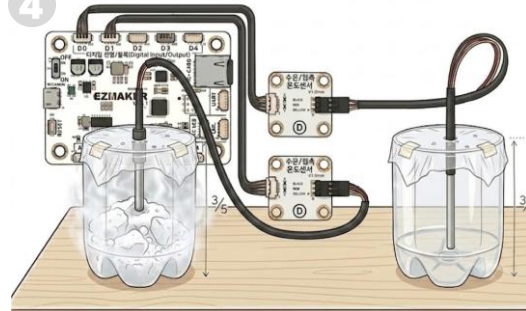
수중/접촉 온도 센서 2개를 각각 EZMAKER 보드의 D0, D1 포트를 연결합니다.

3



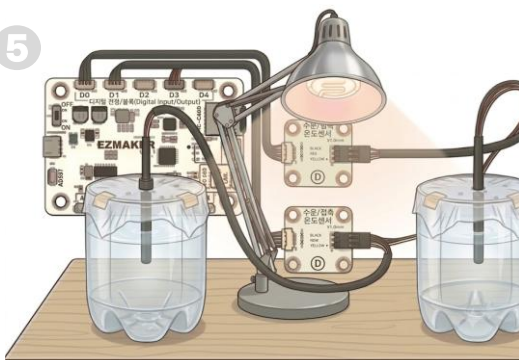
컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

4



페트병의 3/5 지점을 잘라내고, 그 속에 센서와 드라이아이스를 넣습니다. 비닐 랩을 씌운 후, 드라이아이스가 승화될 때까지 기다립니다. (혹은 뜨거운 물에 담가 놓습니다.)

5



드라이아이스가 모두 승화된 뒤, 두 페트병의 온도를 동일하게 맞춰준 후 적외선 전등을 비춰줍니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

수중/접촉 온도센서를 D1 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

D1 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

2 분 동안 기다리기

• '수중/접촉 온도 센서 연결하기'

블록을 2개 추가합니다.

• 데이터 전송 블록에 센서 데이터

2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 '**D0, D1에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값**'을 전송하도록 추가합니다.

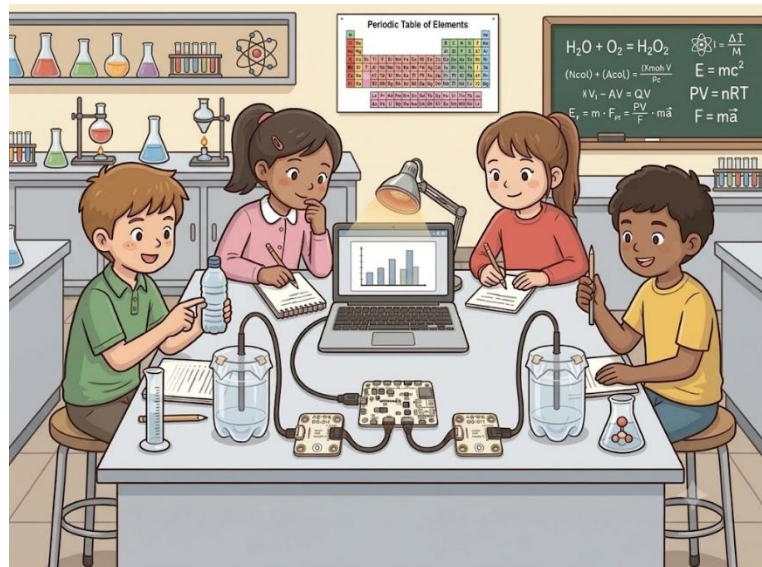
• 2분에 한 번씩 데이터를 전송하

기 위해 '**1분 동안 기다리기**' 블록을 추가한 뒤, 숫자를 2로 수정합니다.



활동 4

실험하기



- 1 제작한 실험 장치를 준비합니다.
- 2 '수집 시작' 버튼을 누르고, 두 페트병의 온도가 같아질 때까지 기다립니다.
- 3 두 페트병 속 공기의 온도가 동일해 진 것을 확인하고, 적외선 전등을 비추고 1시간 이상 데이터를 수집합니다.
- 4 두 페트병의 온도 차이가 어느 정도 나면, 데이터 수집을 멈추고 결과를 확인합니다.



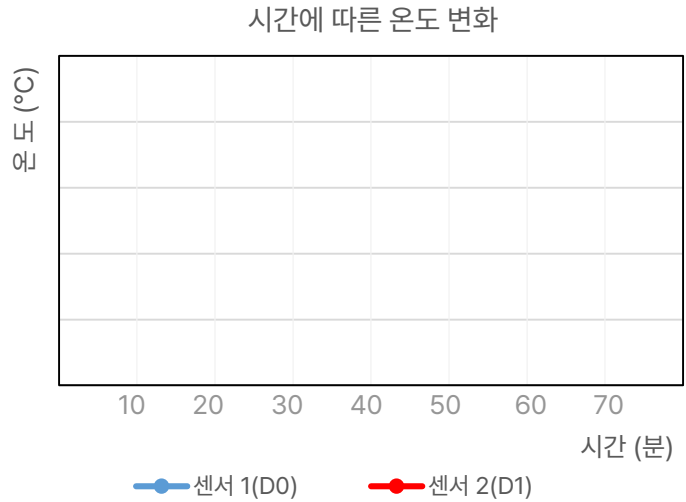
활동 5

데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간(분)	센서 1	센서 2



2. 데이터 분석하기

- 비닐 랩을 씌우지 않은 페트병과 비닐 랩을 씌운 페트병의 온도 변화는 어떻게 다른가요? 이를 통해 비닐 랩은 어떤 역할을 하는지 서술해 봅시다.



- 이 실험에서 '비닐 랩'과 '병 내부의 공기'는 실제 지구 환경에서 각각 무엇에 해당하며, 어떻게 지구를 따뜻하게 만드는지 온실 효과의 원리와 함께 서술해 봅시다.



- ③ 만약 실험에서 비닐 랩을 훨씬 두껍게 씌운다면 병 내부의 온도 변화는 어떻게 될까요?
지구의 온실 효과와 연결 지어 이야기해 봅시다.



기후 변화를 막기 위해 일상생활 속에서 실천 가능한 행동은 어떤 것들이 있을까요?
친구들과 토의하여 내가 실천할 행동을 서약서에 채워 봅시다.

서약서



본인 []은(는) 다음과 같이 약속합니다.

내가 실천할 3가지 행동

- 1.
- 2.
- 3.

지구의 미래를 보호하기 위해, 기후 변화를 막는 행동에
정극적으로 동참할 것을 엄숙히 서약합니다.

서약일: 2026년 ()월 ()일

서약자: () (서명/인)

MEMO

22 저항과 전류 사이의 관계 알아보기

실험 주제	저항과 전류 사이의 관계 알아보기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과14-02] 전기 회로에서 전류를 모형으로 설명하고, 실험을 통해 저항, 전류, 전압 사이의 관계를 이끌어낼 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.251		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 전압 센서와 전류 센서를 이용하여, 저항값을 변화시킬 때 회로를 흐르는 전류가 어떻게 달라지는지를 측정합니다. 전원 장치를 이용해 회로의 전압을 일정하게 유지하고, 저항값을 $10\Omega - 20\Omega - 30\Omega - 40\Omega - 50\Omega$ 로 단계적으로 바꾸면서 각 조건에서의 전류 값을 전류 센서로 기록합니다. 전압 센서는 실험 내내 전압이 일정하게 유지되고 있는지 확인하는 역할을 합니다. 이렇게 얻은 저항-전류 데이터를 분석하여 저항이 증가할수록 전류가 감소하는 반비례 관계를 이해하는 것을 목표로 합니다.

2. 이론적 배경

도선이나 저항을 흐르는 전류는 옴의 법칙(Ohm's Law) 으로 설명됩니다. 옴의 법칙은 다음과 같습니다.

$$I = \frac{V}{R}$$

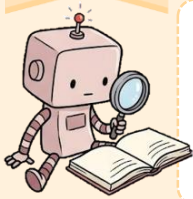
전압(V)을 일정하게 유지하면, 전류(I)는 저항(R)에 반비례합니다. 즉, 저항이 커질수록 전류는 작아지고, 저항이 작아질수록 전류는 크게 흐릅니다. 이는 저항이 전자의 이동을 방해하는 정도를 나타내며, 저항이 큰 회로일수록 전자가 흐르기 어려워 전류가 감소하기 때문입니다.

이번 실험은 이러한 이론적 관계를 직접 측정된 데이터로 확인하는 것에 의미가 있으며, 동일한 전압에서 저항값을 10Ω 에서 50Ω 까지 증가시킬 때 전류가 점점 감소하는 경향을 통해 전류 - 저항의 반비례 개념을 명확히 이해할 수 있습니다.

22

저항과 전류 사이의 관계 알아보기

전류 센서와 전압 센서를 이용하여 전류 - 저항의 데이터 측정하기



이 실험에서 나는

- 전압이 일정할 때, 저항의 크기에 따른 전류의 세기 변화를 실험을 통해 설명할 수 있다.
- 센서를 활용하여 전기 회로를 올바르게 구성하고, 실험 데이터를 수집하여 분석할 수 있다.
- 전기 에너지를 효율적으로 사용하는 방법을 이해하고, 일상생활에서 이를 실천할 수 있다.



생각 열기



우리가 스마트폰에 이어폰을 꽂고 볼륨 조절을 하면 소리가 커졌다 작아졌다 합니다. 스마트폰이 이어폰에 보내주는 전압(에너지)은 항상 일정한데, 어떻게 소리의 크기(전류의 세기)를 우리 마음대로 조절할 수 있는 걸까요? 비밀은 바로 볼륨 조절기 속에 숨겨진 '저항'에 있습니다.

디지털 센서를 이용해 전압을 똑같이 둔 상태에서, 저항을 바꾸면 전류가 어떻게 변하는지 실험을 통해 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

전압(V)	전기를 흐르게 하는 힘 또는 압력
전류(A)	도선이나 회로를 따라 전자가 이동하는 양
저항(Ω)	전류의 흐름을 방해하는 정도

이 세 가지 개념은 전기 회로에서 서로 연결된 톱니바퀴처럼 긴밀하게 연결되어 영향을 주고받습니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

전류의 세기 도선의 종류 니크롬선의 온도
니크롬선의 길이 직류전원장치의 전압의 크기 저항판의 재질

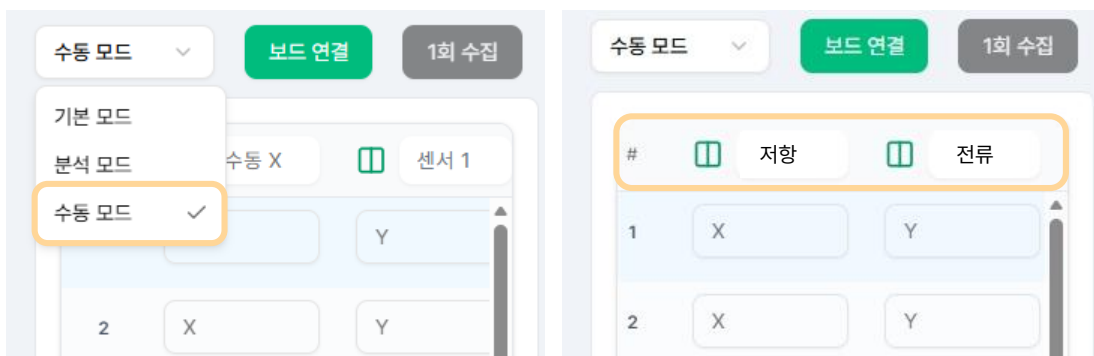
다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같이 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

직류전원장치, 검정&빨강 집게 전선 각각 3개, 니크롬선 저항판, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 전압 센서, 전류 센서, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

- 실험 특성상, 니크롬선의 저항값을 센서로 측정하지 않기 때문에, 수동 측정이 필요합니다. 따라서 EZON의 '수동 모드'를 선택해야 합니다.



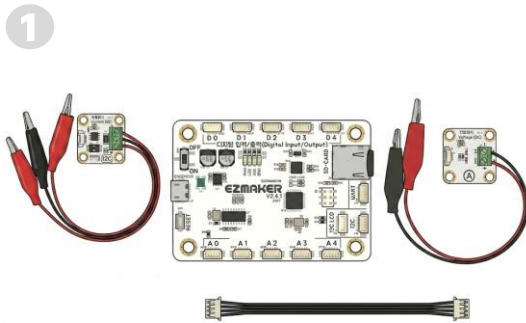
수동으로 입력할 부분은 '저항'으로 센서에서 측정하는 부분은 '전류'로 지정해 둡니다.

- 실험을 진행할 때 직류전원장치를 사용하므로 감전에 주의하고 가열된 니크롬선으로 인한 화상을 방지하기 위해 내열 장갑을 반드시 착용합니다.

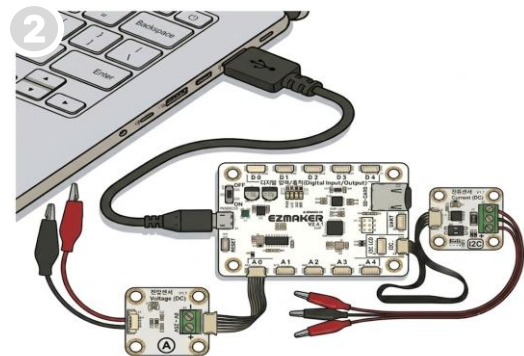
- 직류전원장치에 표시되는 전압과 실제 니크롬선에 걸리는 전압은 회로 저항과 연결 상태의 영향으로 일치하지 않을 수 있음을 유념해야 합니다.
- 전류는 니크롬선이 과열되지 않도록 신중히 조절해야 하며, 최대 전류 세기 조절 레버는 실험 상황에 맞춰 교사가 직접 조절하는 것이 안전합니다.
- 센서 연결 시 전압 센서는 니크롬선과 병렬, 전류 센서는 회로와 직렬로 연결해야 올바른 측정이 가능하므로, 회로 구성 시 잘못 연결되지 않도록 반드시 확인해야 합니다.



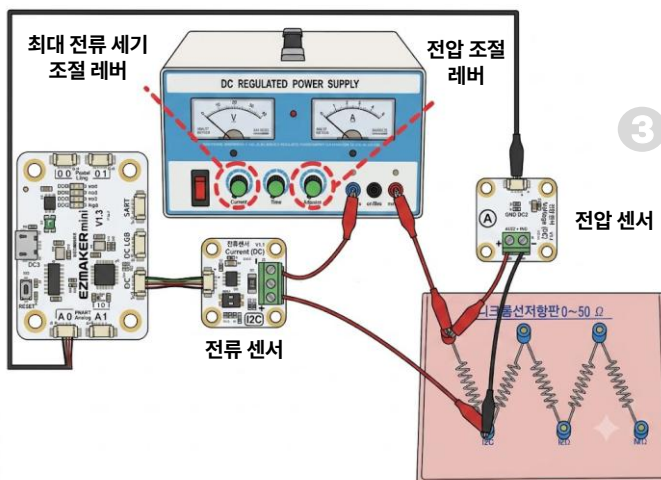
활동 2 실험 장치 만들기



전압 센서, 전류 센서, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.



전압 센서는 보드의 A0, 전류 센서는 I2C 포트에 각각 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.



3 회로를 모두 연결한 후, 직류 전원 장치의 전원을 켜고 최대 전류 세기를 조절하는 레버를 제일 오른쪽으로 돌립니다.

4 전원 장치를 조절하여 전압 센서에 측정되는 값을 20V로 고정되도록 하여, 전류 센서로 전류 값을 측정합니다.



활동 3

코딩하기

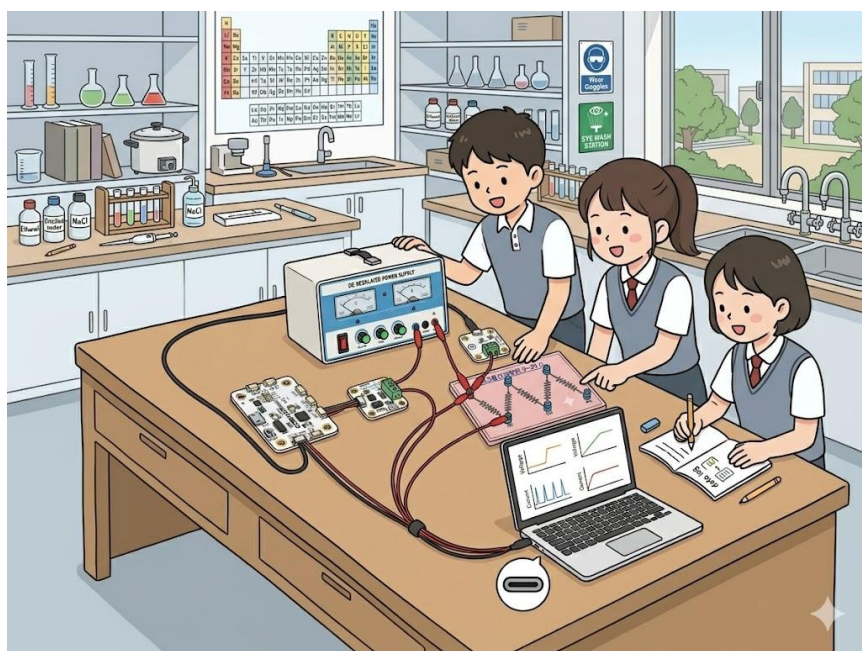


- '전압 센서 포트 연결하기', '전류 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 'A0에 연결된 전압 센서 측정값', 'I2C 채널 0에 연결된 전류 센서 측정값'을 전송하도록 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4

실험하기



- 1 실험 장치를 준비한 후, 최대 전류 세기를 조절하는 레버를 제일 오른쪽으로 돌립니다.
- 2 전압 센서로 실험 내내 전압이 20V로 일정하게 유지되고 있는지 확인해 줍니다.
- 3 회로에서 니크롬선 저항값을 10, 20, 30, 40, 50Ω 값으로 조절하며, 전류 센서로 전류 값을 측정합니다.



활동 5

데이터 확인 및 분석하기

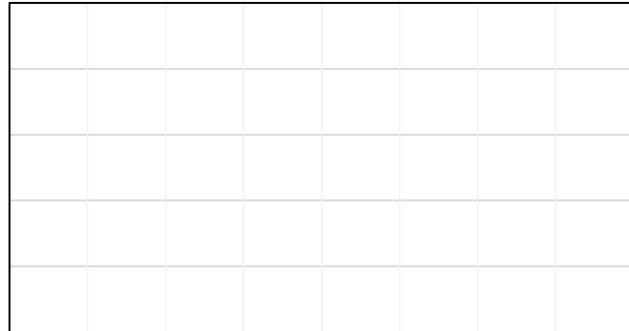
1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

저항(Ω)	전류(A)

저항 - 전류 그래프

(A)
전류



저항 (Ω)

2. 데이터 분석하기

- 전압을 일정하게 유지했을 때, 니크롬선의 저항(길이)이 커질수록 전류의 세기는 어떻게 변하나요?



- 실험을 통해 알 수 있는 '전류의 세기'와 '저항' 사이의 상관관계는 무엇인가요?



- 이번 실험에서 니크롬선의 '두께'는 똑같이 유지하고 '길이'만 바꾸어 가며 저항을 조절했습니다. 만약 니크롬선의 두께가 더 두꺼워진다면 전류의 세기는 어떻게 변할지 예측해 봅시다.





Search



방구석 실험실에서 태어난 전설의 공식, '옴의 법칙'



1827년, 독일의 한 가난한 야간학교 수학 교사였던 게오르크 옴(Georg Ohm)은 전선의 길이에 따라 전류의 세기가 어떻게 변하는지 수천 번의 실험을 거듭하고 있었습니다. 당시만 해도 전기는 눈에 보이지 않는 신비로운 유체로 여겨졌기 때문에, 아무도 전기 속에서 정확한 규칙성을 찾을 생각조차 하지 못했습니다.

하지만 수학 교사였던 옴은 자신이 발견한 실험 데이터를 바탕으로, 전류(I), 전압(V), 저항(R) 사이에는 완벽한 반비례와 정비례의 수학적 관계가 성립한다는 위대한 법칙인 '옴의 법칙($V = IR$)'을 세상에 발표했습니다. 그의 논문이 발표되자, 당시 권위 있던 대학교수들은 찬사는 커녕 엄청난 비난을 쏟아 부었습니다.

"신성하고 신비로운 과학을 천박하게 숫자로 딱 떨어지는 공식으로 표현하다니!"

"대학교수도 아닌 한낱 야간학교 수학 교사가 과학계를 망치고 있다!"

결국 옴은 과학자들의 거센 비난과 압박을 이기지 못하고, 어렵게 구했던 학교 교사 자리에서마저 쫓겨나고 말았습니다. 하지만 진실은 변하지 않는 법입니다. 시간이 흐르며 영국과 전 세계의 다른 과학자들이 똑같은 실험을 반복했고, 옴이 발견한 반비례 데이터가 단 하나의 오차도 없이 완벽하게 맞았다는 것이 증명되기 시작했습니다. 결국 학계는 뒤늦게 옴에게 사과하며 과학계 최고의 영예인 훈장을 수여했고, 그의 이름을 기려 저항의 단위로(Ω , 옴)를 사용하기로 약속했습니다.

MEMO

23 전압과 전류 사이의 관계 알아보기

실험 주제	전압과 전류 사이의 관계 알아보기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과14-02] 전기 회로에서 전류를 모형으로 설명하고, 실험을 통해 저항, 전류, 전압 사이의 관계를 이끌어낼 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.250		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 직류 전원 장치, 저항, 전압 센서, 전류 센서를 이용하여 전압을 단계적으로 변화시키면서 회로에 흐르는 전류가 어떻게 변하는지 측정합니다. EZMAKER 보드에 전압·전류 센서를 각각 연결하고, 전압 조절 레버를 조작하여 여러 전압 값을 만들며 그에 따른 전류 데이터를 기록합니다. 이후 전압 - 전류 그래프를 분석하여 전압이 증가하면 전류도 일정한 비율로 증가하는지 확인함으로써, 전압과 전류가 서로 비례 관계에 있음을 데이터 기반으로 파악하는 것을 목표로 합니다.

2. 이론적 배경

도선이나 저항에서 전류가 흐를 때의 기본적인 관계는 옴의 법칙(Ohm's Law)으로 설명됩니다. 옴의 법칙에 따르면 전류(I)는 전압(V)에 비례하고, 저항(R)에는 반비례하며 다음 식으로 표현됩니다.

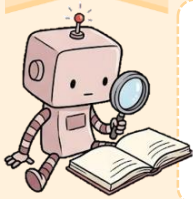
$$I = \frac{V}{R}$$

즉, 저항이 일정하게 유지되는 회로에서 전압을 두 배로 올리면 전류도 두 배로 증가합니다. 이는 전압이 전자를 움직이게 하는 '밀어주는 힘' 역할을 하고, 전류는 단위 시간 동안 흐르는 전자의 양을 나타내기 때문입니다. 따라서 전압을 높이면 전자를 밀어주는 힘이 커져 더 많은 전자가 흐르게 되며, 전류가 그에 비례해 증가합니다. 이번 실험은 이러한 비례 관계를 센서를 통해 정량적 데이터로 직접 관찰하는 데 의미가 있다.

23

전압과 전류 사이의 관계 알아보기

전류 센서와 전압 센서를 이용하여 전압 - 전류 데이터 측정하기



이 실험에서 나는

- 회로의 저항이 일정할 때, 전압과 전류가 서로 정비례 관계(옴의 법칙)에 있음을 설명할 수 있다.
- 센서를 활용하여 전기 회로를 올바르게 구성하고, 실험 데이터를 수집하여 분석할 수 있다.
- 우리가 사용하는 가전제품 내부의 전압 조절 원리에 호기심을 가지고, 이를 탐구하려는 자세를 갖는다.



생각 열기



아침마다 사용하는 헤어드라이어는 스위치를 이용해 세기를 조절할 수 있습니다. 선풍기도 마찬가지입니다. 우리는 어떻게 가전제품의 세기를 마음대로 조절할 수 있을까요?

스위치를 조작할 때 가전제품 내부 회로에 걸리는 전기적 압력인 '전압'이 바뀌기 때문입니다. 전압이 바뀔 때, 회로를 따라 흐르는 전기의 양인 '전류'는 어떻게 될까요?

내부 저항이 일정할 때, 전압과 전류 사이에 성립하는 물리 법칙을 실험을 통해 데이터로 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

전압(V , 단위: V)	전기를 흐르게 하는 힘 또는 압력
전류(I , 단위: A)	도선이나 회로를 따라 전자가 이동하는 양
저항(R , 단위: Ω)	전류의 흐름을 방해하는 정도

회로에 흐르는 전류의 세기는 전압에 비례하고, 저항에 반비례하는데 이를 '**옴의 법칙**'이라고 합니다.

$$I = \frac{V}{R} \text{ 또는 } V = IR$$

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

전류의 세기	니크롬선의 두께와 종류
니크롬선의 길이	회로에 걸어주는 전압
	도선의 종류와 연결 상태

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

직류전원장치, 검정&빨강 집게 전선 각각 3개, 니크롬선 저항판, 내열 장갑, EZMAKER 보드, 전압 센서, 전류 센서, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

- 실험 특성상, 직류전원장치에 걸어주는 전압과 니크롬선에 걸리는 전압의 값이 다르기 때문에, 수동 측정이 필요합니다. 따라서 EZON의 '수동 모드'를 선택해야 합니다. 첫 번째 줄에 직류전원장치에서 걸어주는 전압 값을 적어줍니다,

#	전원장치	전압	전류
1	5	Y	Y-2
2	10	Y	Y-2

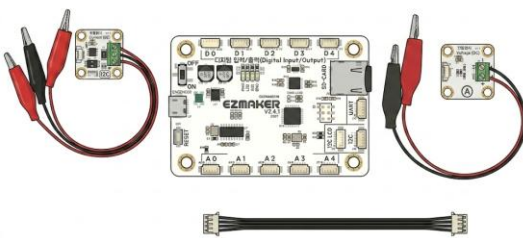
그리고 (+) 열 추가 버튼을 눌러서, 전압과 전류 센서에서 측정하는 '전압'과 '전류' 값을 받을 수 있도록 합니다,

- 실험을 진행할 때에는 직류전원장치를 사용하므로 감전에 주의하고, 가열된 니크롬선으로 인한 화상을 방지하기 위해 내열 장갑을 반드시 착용합니다.
- 직류전원장치에 표시되는 전압과 실제 니크롬선에 걸리는 전압은 회로 저항과 연결 상태의 영향으로 일치하지 않을 수 있음을 유념해야 합니다.
- 전류는 니크롬선이 과열되지 않도록 신중히 조절해야 하며, 최대 전류 세기 조절 레버는 실험 상황에 맞춰 교사가 직접 조절하는 것이 안전합니다.
- 센서 연결 시 전압 센서는 니크롬선과 병렬, 전류 센서는 회로와 직렬로 연결해야 올바른 측정이 가능하므로, 회로 구성 시 잘못 연결되지 않도록 반드시 확인해야 합니다.



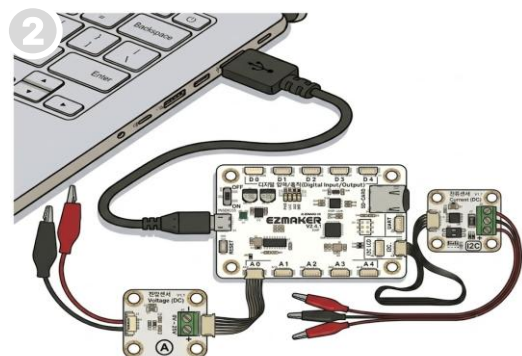
활동 2 실험 장치 만들기

1

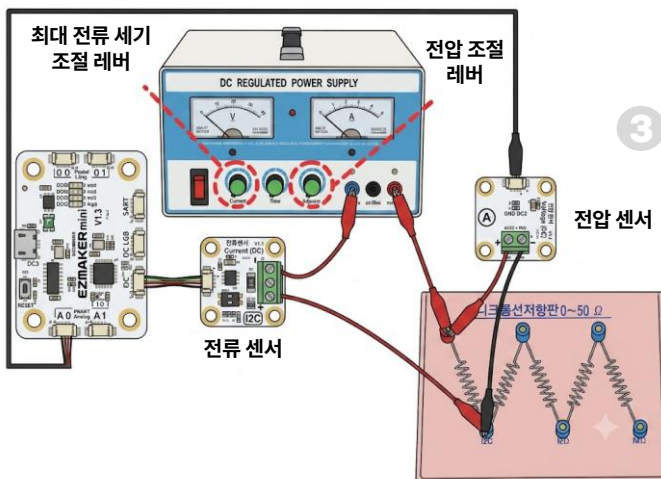


전압 센서, 전류 센서, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



전압 센서는 보드의 A0, 전류 센서는 I2C 포트에 각각 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.



3

회로를 모두 연결한 후, 직류 전원 장치의 전원을 켜고 최대 전류 세기를 조절하는 레버를 제일 오른쪽으로 돌립니다.

4

전원 장치를 조절하여 전압 센서에 측정되는 값을 5V, 10V, 15V, 20V, 25V로 조절하며, 전류 센서로 전류 값을 측정합니다.



활동 3

코딩하기

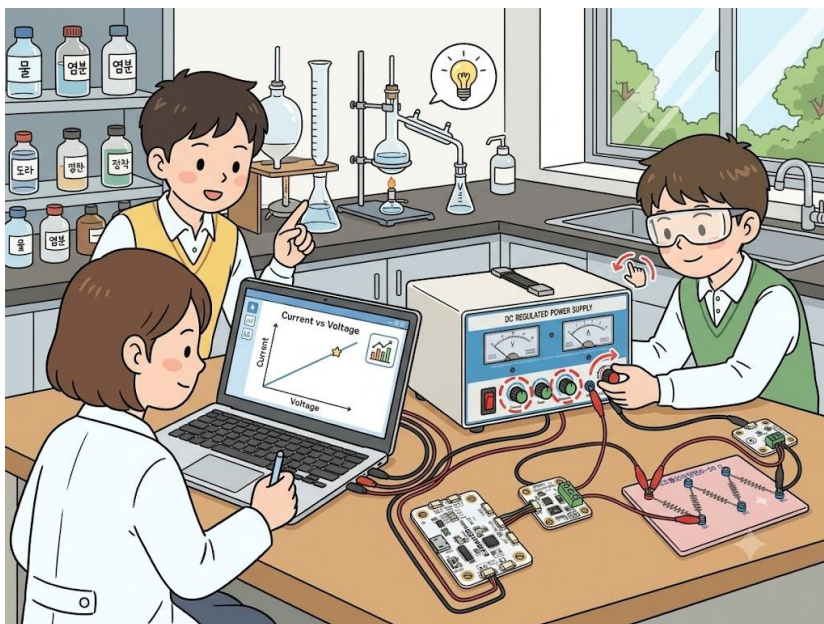


- '전압 센서 포트 연결하기', '전류 센서 연결하기' 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 'A0에 연결된 전압 센서 측정값', 'I2C 채널 0에 연결된 전류 센서 측정값'을 전송하도록 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4

실험하기



- 1 실험 장치를 준비하고, 최대 전류 세기를 조절하는 레버를 제일 오른쪽으로 돌립니다.
- 2 전원 장치를 조절하여 전압 센서에 측정되는 값을 5V, 10V, 15V, 20V, 25V로 조절하며, 전류 센서의 값을 측정합니다.

(단, 전원 장치에서 가해주는 전압과 실제 니크롬선에 걸리는 전압의 값은 다르므로 5V씩 늘어날 때마다 니크롬선에 걸리는 전압과 전류를 수동으로 측정해주어야 합니다.)



활동 5

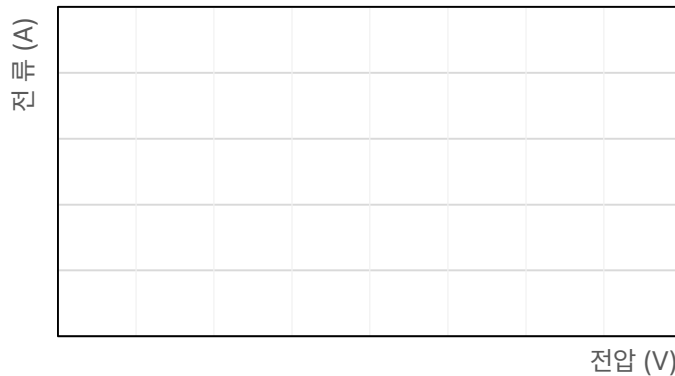
데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

전원 장치(V)	전압 센서(V)	전류 센서(A)	전압 ÷ 전류
5			
10			
15			
20			
25			

전압 - 전류 그래프



2. 데이터 분석하기

- 1 직류 전원 장치의 전압을 2배, 3배로 높였을 때, 회로에 흐르는 전류의 세기는 어떻게 변했나요? 앞서 그린 전압 - 전류 그래프의 모양과 연결 지어 설명해 봅시다.



- 2 실험 데이터 표에서 [전압 ÷ 전류]를 계산한 값은 각각 어떠한가요? 이 값이 이번 실험에서 어떤 값과 관련이 있는지 옴의 법칙을 활용해 서술해 봅시다.



Search



멀티탭 문어발 연결이 위험한 이유



우리는 다양한 전자제품들을 사용합니다. 벽에 붙은 콘센트에 비해 써야 할 전자제품이 많을 때 등장하는 물건이 바로 '멀티탭'입니다. 멀티탭은 하나의 콘센트에서 여러 개의 전기 길을 나누어 주어, 우리가 동시에 많은 가전제품을 편리하게 쓸 수 있도록 도와줍니다.

우리가 집에서 쓰는 멀티탭에 가전제품 코드를 하나씩 더 꽂을 때마다, 각 가전제품에 걸리는 전압은 어떻게 될까요? 정답은 "모두 똑같이 220V로 일정하다"입니다. 전압이 분산되지 않고 동일하게 걸리도록 모두 '병렬'로 연결되어 있기 때문입니다.

멀티탭에 문어발처럼 꽂으면 꽂을수록, 회로 전체의 '전체 저항'은 오히려 줄어들게 됩니다. 가정용 회로의 특징인 병렬연결에서는 저항(즉, 가전제품)을 추가할수록 전류가 흐를 수 있는 길들이 많아지기 때문입니다. 결국 옴의 법칙($I = \frac{V}{R}$)에 의해, 밀어주는 힘인 전압(V)은 220V로 똑같은데 저항(R)이 엄청 작아지면서, 멀티탭 전선에 흐르는 전류(I)의 세기가 폭발적으로 증가하게 됩니다. 전류가 너무 강하게 흐르면 전선 내부에서 입자들이 마구 부딪히며 엄청난 열이 발생하고, 결국 화재로 이어지게 됩니다. 따라서 멀티탭은 허용 전력에 맞게 과학적으로 안전하게 사용해야 합니다.



MEMO

24 종이 색에 따른 복사 에너지 흡수 차이 비교하기

실험 주제	종이 색에 따른 복사 에너지 흡수 차이 비교하기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과03-02] 열은 전도, 대류, 복사로 전달됨을 알고, 열전달 과정을 모형 등을 사용하여 다양하게 표현할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.91		

1. 실험 개요

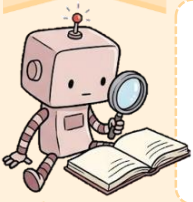
이 실험은 디지털 온도 센서를 사용하여 흰 종이와 검정 종이 복사 에너지를 흡수하는 정도의 차이를 비교하는 것을 목적으로 합니다. 동일한 거리와 조건에서 적외선 전등을 흰 종이와 검정 종이에 비추고, 각각의 종이 뒷면에 부착된 온도 센서를 통해 시간에 따른 온도 변화를 측정합니다. 두 종이는 직접 접촉하지 않으므로 전도와 대류의 영향을 최소화할 수 있으며, 주로 복사에 의한 열 전달만이 작용하도록 실험을 구성합니다. 이를 통해 종이의 색에 따라 복사 에너지 흡수량이 어떻게 달라지는지를 데이터와 그래프를 통해 비교·분석합니다.

2. 이론적 배경

열은 전도, 대류, 복사의 세 가지 방식으로 전달되며, 이 실험에서는 복사가 주된 열 전달 방식입니다. 복사는 물질의 매질 없이도 에너지가 전달되는 방식으로, 적외선 전등에서 방출된 복사 에너지가 종이 표면에 도달하여 흡수됩니다. 물체가 복사 에너지를 얼마나 흡수하는지는 반사율과 밀접한 관련이 있습니다. 일반적으로 검정색 물체는 반사율이 낮아 복사 에너지를 많이 흡수하고, 흰색 물체는 반사율이 높아 많은 에너지를. 따라서 같은 복사 에너지를 받아도 검정 종이의 온도는 더 빠르고 크게 상승하며, 흰 종이는 상대적으로 온도 상승이 작게 나타난다. 이러한 차이는 종이의 색이 복사 에너지의 흡수와 반사에 영향을 준다는 사실을 설명해 주며, 복사에 의한 열 전달의 특성을 이해하는 중요한 근거가 된다.

종이 색에 따른 복사 에너지 흡수 차이 비교하기

수중/접촉 온도 센서를 이용하여 종이 색에 따른 온도 변화 측정하기



이 실험에서 나는

- 복사로 열이 전달될 때, 물체의 색에 따라 흡수하고 반사하는 양이 다름을 설명할 수 있다.
- 센서를 이용해 탐구를 수행하고, 색에 따른 복사 에너지의 흡수 차이를 그래프로 분석할 수 있다.
- 색에 따른 복사의 흡수와 반사 원리가 일상생활에 어떻게 활용되는지 찾아보며 과학에 흥미를 갖는다.



생각 열기

“여름에 검은 옷을 입으면 정말 더 더울까?”



똑같은 햇빛을 받는데 옷 색깔 때문에 더위가 달라질 수 있는 걸까요?

그 비밀은 열이 빛의 형태로 직접 전달되는 ‘복사’ 현상에 있습니다. 태양이 내뿜는 에너지는 물체의 표면 색에 따라 반사가 일어나기도 하고 흡수가 일어나기도 합니다. 디지털 온도 센서를 이용해 흰색과 검은색 종이가 복사 에너지를 흡수하는 양에 어떤 차이가 있는지 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

열은 언제나 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며, 여기에는 세 가지 방법이 있습니다.

전도	주로 고체에서 일어나며 이웃한 입자들 사이의 충돌에 의해 열이 이동하는 방법
대류	액체나 기체에서 일어나며 입자가 직접 이동하면서 열이 이동하는 방법
복사	열이 물질의 도움 없이(매질 없이) 직접 이동하는 방법

오늘 관찰한 실험은 복사로, 대표적으로 태양 복사 에너지가 있습니다.

2. 가설 설정

전등을 켰을 때, 흰색 도화지와 검은색 도화지 중 어느 쪽의 온도가 더 빠르게 올라갈지 예측하고 그 이유를 적어 봅시다.

[가설] (**흰색 / 검은색**) 도화지의 온도가 더 빠르게 올라갈 것이다.



3. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

도화지의 두께와 재질 도화지의 초기 온도 도화지의 색깔
 도화지의 온도 변화 도화지의 크기 전등의 세기(밝기)
 센서의 부착 위치 전등과 도화지 사이의 거리

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

4. 실험 준비물

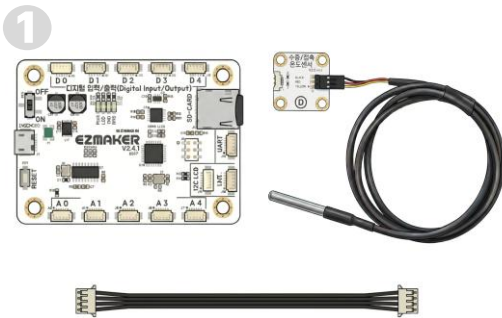
적외선 전등, 흰색&검은색 도화지, 내열 장갑, 수중/접촉 온도 센서 2개, EZMAKER 보드, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

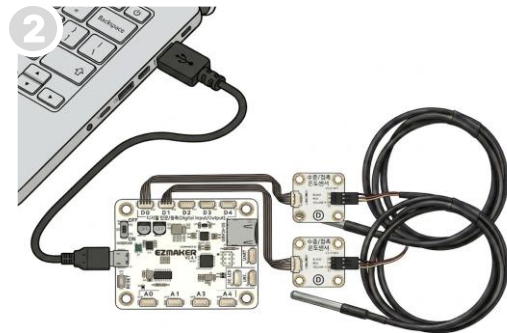
- 전등이 점등된 상태에서 높은 온도로 가열될 수 있으므로 전등 및 주변 부품을 다룰 때 반드시 내열 장갑을 착용하여 화상을 예방합니다.
- 수중/접촉 온도 센서로 온도를 측정할 때에는 측정 부위(온도 감지 부분)가 각 도화지의 중앙에 정확히 위치하도록 고정하여, 위치 차이로 인해 온도 측정값이 달라지는 오차를 줄여야 합니다.
- 실험 진행 중에는 측정 조건이 변하거나 안전사고가 발생할 수 있으므로 전등을 중간에 손으로 건드리거나 위치를 임의로 움직이지 않도록 주의하며, 전등에 접촉이 필요한 상황이 생기면 반드시 전원을 끄고 충분히 식은 뒤 작업합니다.



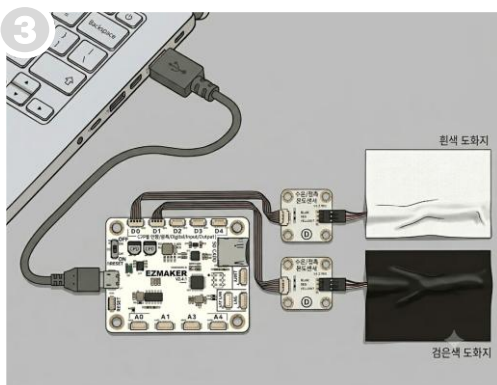
활동 2 실험 장치 만들기



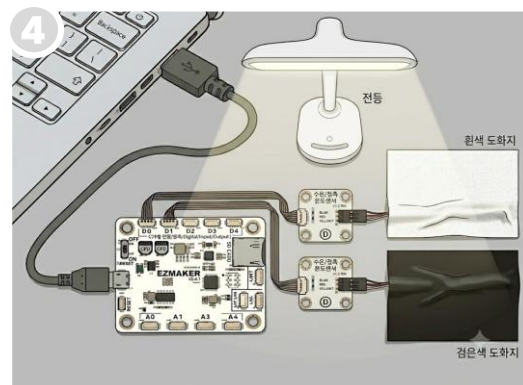
수중/접촉 온도 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.



수중/접촉 온도 센서 2개를 각각 EZMAKER 보드의 D0, D1 포트를 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.



흰색 도화지와 검정색 도화지 아래에 센서를 둡니다.

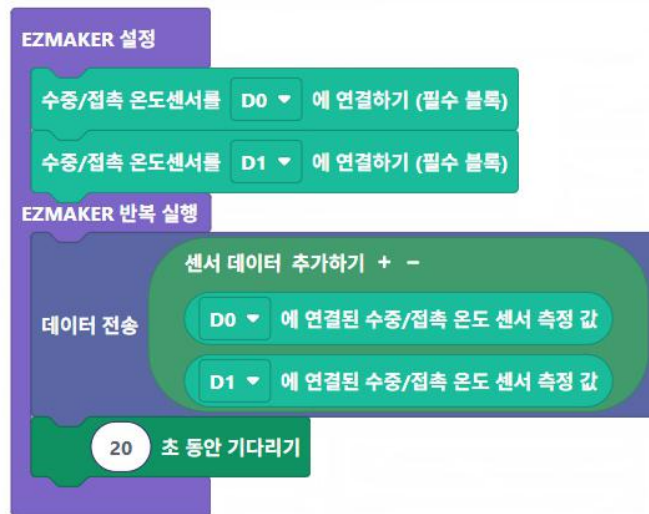


두 개의 도화지가 최대한 같은 양의 빛을 받을 수 있도록 전등의 위치를 조절합니다.



활동 3

코딩하기



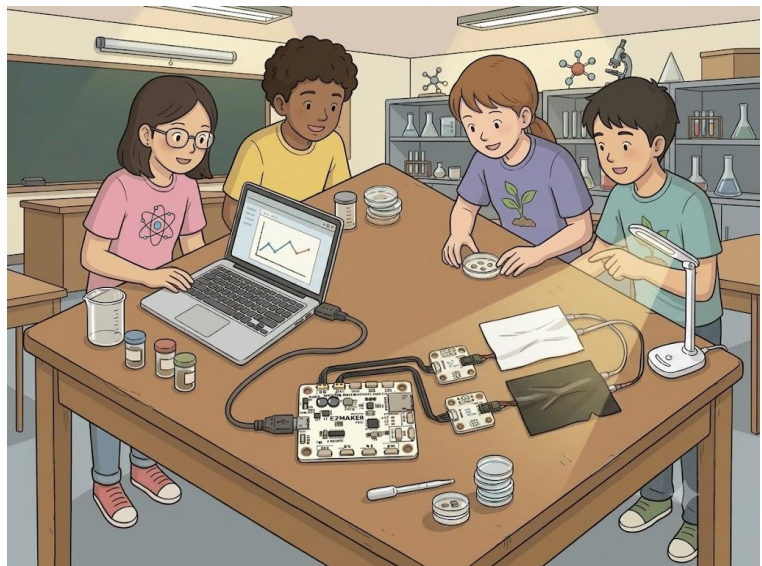
- ‘수중/접촉 온도 센서 D0, D1에 연결하기’ 블록 2개를 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 ‘D0, D1에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값’을 전송하도록 추가합니다.
- 20초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 ‘1초 동안 기다리기’ 블록을 추가한 후 숫자를 20으로 수정합니다.



활동 4

실험하기

- 1 제작한 실험 장치를 준비합니다.
- 2 각각의 도화지 아래에 센서의 검정 네모 부분이 닿을 수 있도록 위치시킵니다.
(검정 네모 부분은 물체를 접촉시켜, 온도를 측정하는 부분입니다.)
- 3 전등의 빛이 2개의 도화지에 최대한 동일하게 닿을 수 있도록 조정합니다.
- 4 전등을 켜고 EZON의 ‘수집 시작’ 버튼을 누릅니다.
- 5 20분간 실험을 진행하고, 결과를 확인합니다.





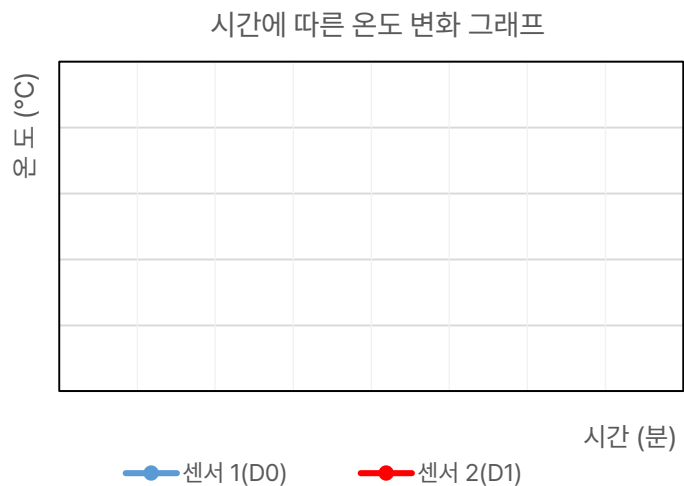
활동 5

데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	센서 1	센서 2



2. 데이터 분석하기

- 전등을 켜 후 시간이 지남에 따라 두 도화지의 온도는 어떻게 변했나요? 그래프를 보고 온도가 더 빠르게, 그리고 더 높게 올라간 도화지의 색깔을 써봅시다.



- 똑같은 전등 빛을 받았음에도 불구하고, 두 도화지의 온도 변화가 다르게 나타난 이유를 '복사 에너지의 흡수와 반사'라는 단어를 사용하여 설명해 봅시다.



3. 가설 검증하기

(흰색 / 검은색) 도화지의 온도가 더 빠르고 높게 올라갈 것이다. 왜냐하면
표면의 색이 (밝을수록 / 어두울수록) 복사 에너지를 더 잘 흡수하기 때문이다.

Search



바다 한가운데서 살아남은 색깔은?



제2차 세계대전 당시, 바다에 추락한 조종사들을 구하기 위한 '구명정'의 색깔을 두고 과학자와 군인들 사이에 격렬한 논쟁이 벌어졌습니다. 처음에 군인들은 푸른 바다와 가장 대비되어 하늘에 떠 있는 구조 비행기의 눈에 가장 잘 띄는 '검은색'으로 구명정을 만들자고 주장했습니다. 하지만 과학자들은 이 의견에 머리를 가로저으며 결사 반대했습니다. 이유가 무엇이였을까요?

과학자들은 햇빛이 열을 직접 전달하는 '복사 에너지'의 무서움을 알고 있었기 때문입니다. 그늘 하나 없는 바다 한가운데서 검은색 구명정을 타면, 태양의 복사 에너지를 그대로 다 '흡수'하게 됩니다. 결국 구조되기도 전에 구명정 내부 온도가 치솟아 일사병으로 사망할 위험이 너무 컸던 것이죠. 그렇다고 복사 열을 잘 '반사'하는 하얀색을 쓰기엔 바다 위의 파도 거품과 구별이 안 되어 구조대 눈에 띄지 않았습니다.

고민 끝에 과학자들이 찾아낸 최고의 생존 색깔이 바로 '주황색(또는 노란색)'이었습니다. 주황색은 태양 복사 에너지를 적당히 반사해 내부 온도가 너무 뜨거워지는 것을 막아주면서도, 푸른 바다 위에서 눈에 기가 막히게 잘 띄는 만능 색깔이었기 때문입니다.



MEMO

25 주사기와 공기압 센서로 면적과 압력의 관계 알아보기

실험 주제	주사기와 공기압 센서로 면적과 압력의 관계 알아보기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과06-01] 압력의 의미를 알고, 기체의 압력을 입자의 운동으로 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.250		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 단면적이 서로 다른 두 주사기를 서로 맞대어 밀었을 때, 각 주사기 내부 압력이 어떻게 달라지는지를 공기압 센서를 이용해 정량적으로 확인합니다. 두 주사기 손잡이를 서로 맞대면 작용 - 반작용의 원리에 의해 두 손잡이에 가해지는 힘의 크기는 동일하게 유지됩니다. 그러나 주사기마다 단면적이 다르기 때문에, 같은 힘을 받더라도 단면적이 작은 주사기에서는 더 큰 압력 변화, 단면적이 큰 주사기에서는 상대적으로 작은 압력 변화가 나타납니다. 센서 데이터를 통해 두 주사기의 단면적 비($A_1:A_2$)와 압력 변화량의 역수 비($\Delta P_2:\Delta P_1$)가 대응됨을 확인하며, 압력 - 면적 관계를 탐구하는 것이 이 실험의 목표입니다.

2. 이론적 배경

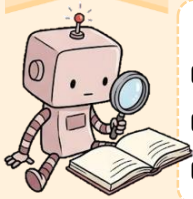
압력(Pressure)은 단위 면적당 작용하는 힘($P = F/A$)으로 정의됩니다. 즉, 동일한 힘이 가해질 때 면적이 작을수록 더 큰 압력, 면적이 클수록 더 작은 압력이 발생합니다. 두 주사기 손잡이를 서로 밀어 붙이면 두 손잡이에 작용하는 힘은 같습니다(작용·반작용 법칙).

이때 각 주사기 내부에서 생기는 압력은 주사기 단면적에 따라 달라집니다. 예를 들어, 단면적이 큰 주사기는 같은 힘이 작용해도 그 힘이 넓은 면적으로 분산되므로 압력 증가가 작고, 단면적이 작은 주사기는 동일한 힘이 좁은 면적에 집중되므로 압력 증가가 크게 나타납니다. 따라서 이 실험을 통해 $A_1/A_2 = \Delta P_2/\Delta P_1$ 즉, 단면적의 비가 압력 변화량의 역수 비로 나타나는 관계($P \propto 1/A$)를 실제 측정 데이터로 확인할 수 있습니다.

25

주사기와 공기압 센서로 면적과 압력의 관계 알아보기

공기압 센서를 이용하여 면적에 따른 압력의 변화 측정하기



이 실험에서 나는

- 누르는 힘이 일정할 때, 면적의 크기에 따라 압력에 어떻게 변하는지 실험을 통해 설명할 수 있다.
- 주사기와 공기압 센서를 올바르게 연결하고, 면적 변화에 따른 압력 데이터의 차이를 비교 분석할 수 있다.
- 면적과 압력의 관계가 일상생활에 어떻게 활용되는지 흥미를 갖고 찾아본다.



생각 열기



몸무게가 3톤(3,000kg)인 코끼리와 50kg인 사람이 신은 하이힐 중 어느 쪽에 밟히는 게 더 아플까요? 정답은 하이힐입니다. 비밀은 바로 면적에 있습니다. 과학에서 압력은 단위 면적당 누르는 힘의 크기를 뜻합니다. 코끼리는 발바닥이 넓어 무게가 골고루 분산되지만, 하이힐은 좁은 뒷굽 한 점에 온몸의 무게가 집중되기 때문에 압력이 상상을 초월할 정도로 강해집니다.

오늘 우리는 주사기와 공기압 센서를 이용해, 누르는 힘이 같을 때 면적이 좁아지면 기체의 압력이 어떻게 변하는지 눈으로 직접 확인해 봅시다!



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

- 압력은 단위 면적당 누르는 힘의 크기로, 같은 힘이라도 면적이 좁을수록 압력이 커집니다. 따라서 압력(P)과 단면적(A)은 서로 **반비례** 관계입니다.
- 왜 두 주사기 손잡이를 맞대고 밀까?
두 주사기의 손잡이를 서로 맞대어 마주 보게 한 뒤 밀면, **뉴턴의 작용-반작용 법칙**으로 인해 가해지는 힘이 동일해 집니다. 작용-반작용 법칙은 하나의 힘이 생기면, 그 즉시 크기는 같지만 방향이 반대인 힘이 세트로 생긴다는 법칙입니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

공기압 변화량 가해지는 힘의 크기 대기압의 크기
실험실 내부 온도 피스톤의 단면적

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

단면적이 다른 주사기 2개, OHP 필름에 프린트한 자, 투명 튜브 2개, 공기압 센서 2개, EZMAKER 보드, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

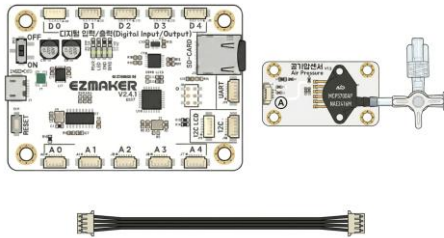
- 실험을 시작하기 전에 두 주사기의 초기 부피를 일정하게(절대적인 값은 중요하지 않음) 맞추어 놓은 상태에서 진행해야 하며, 분석 시에는 압력의 절댓값보다 압력의 변화량(ΔP)을 중심으로 해석해야 합니다.
- 데이터 수집 과정에서 실험 시작 직후 약 5초와 실험 종료 전 5초의 값은 주사기 내부 압력이 아직 안정되지 않아 부정확할 수 있으므로 제외하고 분석하는 것이 중요합니다.
- 두 주사기의 손잡이를 맞대어 밀 때에는 손잡이가 서로 떨어지지 않도록 단단히 잡고, 밀어내는 힘이 균일하게 유지되도록 조심스럽게 조작해야 합니다. 손잡이가 분리되면 압력이 순간적으로 급변하여 데이터가 왜곡될 수 있으므로 각별히 주의해야 합니다.



활동 2

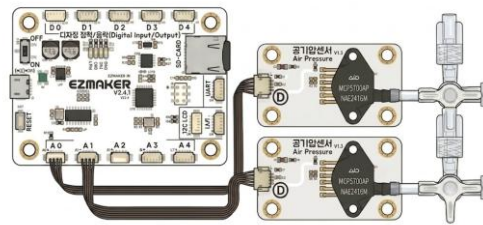
실험 장치 만들기

1



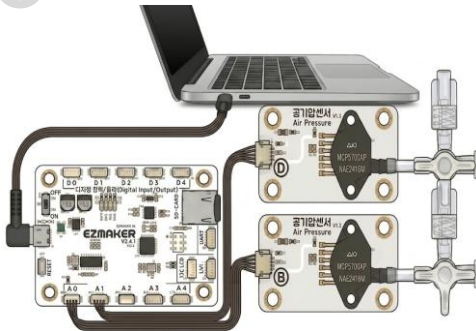
공기압 센서 2개, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



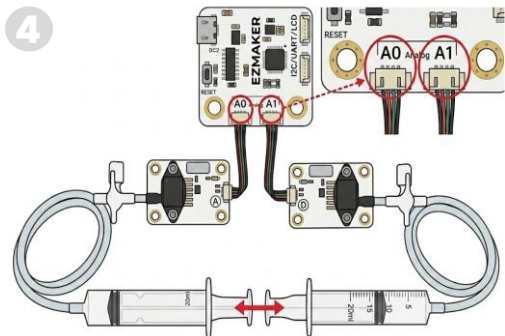
공기압 센서는 각각 보드의 A0, A1 포트에 연결합니다.

3



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

4



공기압 센서의 마개를 열어, 주사기의 부피를 조정합니다. (부피의 절대적인 수치는 중요하지 않습니다.) 두 주사기의 손잡이를 서로 맞대어 밀었다가 떼었다가 하며 시간에 따른 주사기 속 기체의 공기압을 측정합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

EZMAKER 반복 실행

데이터 전송

센서 데이터 추가하기 + -

A0

에 연결된 공기압 센서 측정 값

기압(atm)

A1

에 연결된 공기압 센서 측정 값

기압(atm)

0.3

초 동안 기다리기

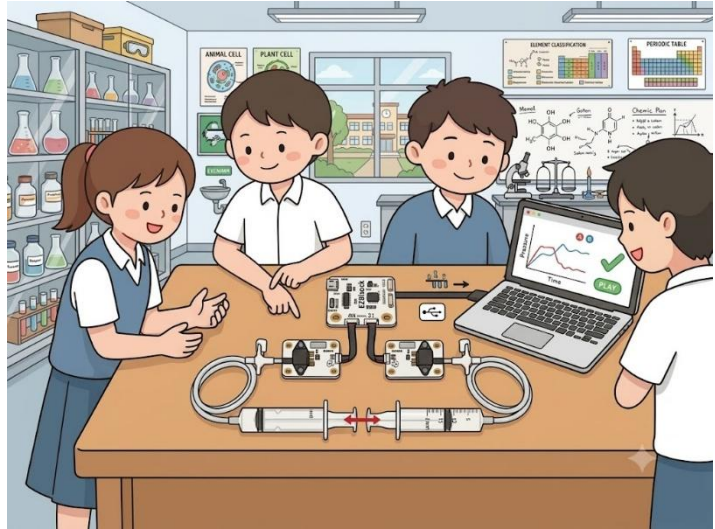
- 데이터 전송 블록에 센서 데이터 2개를 동시에 전송하기 위해 [+] 버튼을 눌러 'A0, A1에 연결된 공기압 센서 측정값'을 전송하도록 추가합니다.
- 0.3초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 후 숫자를 0.3으로 수정합니다.



활동 4

실험하기

- 1 실험을 시작하기 전, OHP 필름으로 만든 자로 두 주사기의 원주를 측정하여 단면적을 구합니다.
- 2 실험 장치 세팅을 완료하고, EZON의 '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- 3 단면적이 다른 두 주사기의 손잡이를 맞대어 천천히 밀고 당기며, 두 주사기의 시간에 따른 공기압의 변화를 측정합니다.



- 4 20초 정도 실험을 진행한 후, '구글 시트' 버튼을 활용하여 실험 데이터를 시트로 전송합니다.
- 5 수집된 공기압 데이터에서 1atm을 빼서(대기압 제거), 공기압의 변화량 데이터를 생성합니다.
- 6 $\frac{A_1}{A_2} = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}$ 즉, 단면적의 비가 압력 변화량의 역수 비로 나타나는지 확인합니다.



활동 5

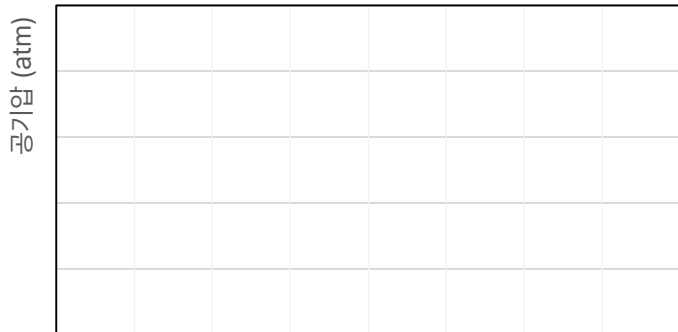
데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	센서 1	센서 2

시간에 따른 공기압 변화 그래프



—●— 센서 1(A0)

—●— 센서 2(D1)

시간 (초)

2. 데이터 분석하기

- 1 그래프를 바탕으로, 단면적이 넓은 큰 주사기와 단면적이 좁은 작은 주사기 중 공기압 변화량(ΔP)이 더 크게 나타난 주사기는 어느 것인지 쓰고, 두 주사기의 공기압 변화량 (ΔP) 값을 각각 구해 봅시다.



- 2 실험 전 OHP 필름 자로 구한 두 주사기의 단면적의 비($\frac{A_1}{A_2}$) 값과, 그래프에서 얻은 두 주사기의 압력 변화량의 역수의 비($\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}$) 값을 각각 계산하여 비교해 봅시다.
두 값은 서로 어떤 관계를 보이나요? (단, 대기압은 1atm으로 계산한다.)



- 3 작용 - 반작용 법칙에 의해 가해지는 힘의 크기가 일정할 때, '피스톤의 단면적'과 '기체의 압력 변화량' 사이에는 어떤 관계가 있는지 다음 문장의 괄호 안을 채워 봅시다.

▶ 기체가 받는 힘이 일정할 때, 힘을 받는 단면적이 (**좁을수록 / 넓을수록**) 내부의 기체의 압력 변화량은 더 커집니다. 즉, 단면적과 기체 압력 변화량은 서로 (**비례 / 반비례**) 관계입니다.



시간에 따른 공기압 변화 그래프에서 구한 기울기와 공기압 변화량(ΔP)은 다릅니다. 기울기는 시간에 따른 공기압 변화율로 $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ 으로 구합니다. 반면에 공기압 변화량(ΔP)은 최고 기압에서 대기압을 빼준 값으로 $P_{max} - 1\text{atm}$ 으로 구합니다.

Search



겨울철 조상들의 지혜, 설피



폭설이 내려 눈이 무릎까지 쌓이는 겨울이 되면, 강원도 오지나 울릉도 같은 산간 지역의 우리 조상들은 특별한 신발을 꺼내 신었습니다. 바로 우리나라 전통 눈 신발인 '설피(雪皮)'입니다.

설피는 짚신을 신은 채로 그 밑에 다래나무나 노간주나무를 둥글게 구부려 덧대어 묶는 뽕뽕하고 넓적한 나무 신발입니다. 모양을 보면 일반 신발보다 몇 배나 거대합니다. 그 이유는 바로 '가해지는 힘이 일정할 때, 단면적과 압력은 반비례한다.'는 과학적 원리에 있습니다. 몸무게(힘)는 그대로이지만, 발바닥 밑에 넓은 설피를 덧대어 땅과 닿는 단면적을 수십 배로 넓히면, 눈이 받는 압력이 낮아집니다. 덕분에 설피를 신으면 가슴까지 쌓인 눈발을 걸어도 발이 푹푹 빠지지 않고 평지처럼 성큼성큼 걸어 다닐 수 있었습니다. 겨울철 사냥을 하거나 이웃 마을로 이동할 때 없어서는 안 될 최고의 생존 아이템이었던 셈이죠.

자연 속에 사는 동물들도 이 비밀을 알고 있습니다. 북미의 눈발에 사는 캐나다스라소니는 몸집에 비해 발이 비정상적으로 거대합니다. 그리고 겨울이 되면 발가락 사이에 두꺼운 털이 촘촘하게 자라나 발바닥 단면적을 2배 이상 넓힙니다. 체중이 500kg에 육박하는 북극곰의 경우 발바닥이 30cm가 넘는 정도로 매우 넓고, 발바닥 전체가 까칠까칠한 돌기와 뾰뾰한 털로 뒤덮여 있습니다. 덕분에 눈발이나 얇은 얼음판 위를 안전하게 걸어 다닐 수 있습니다.



MEMO

26 주사기와 공기압 센서로 물체의 무게 측정하기

실험 주제	주사기와 공기압 센서로 물체의 무게 측정하기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과06-01] 압력의 의미를 알고, 기체의 압력을 입자 운동으로 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학1 (정대홍) p.194, p.195		

1. 실험 개요

본 실험은 주사기 내부의 기체 부피 변화에 따른 압력 변화를 측정하고, 그 압력 변화로부터 계산한 피스톤에 작용하는 이론적 힘이 실제로 매달린 추의 무게(중력에 의한 힘)와 얼마나 일치하는지 확인하는 것을 목적으로 합니다. 실험 장치는 주사기(입구를 막아 공기가 빠져나가지 않도록 함), 공기압 센서, 줄(실), 그리고 서로 다른 질량의 추로 구성합니다.

주사기 피스톤에 줄을 연결한 뒤 추를 매달면, 추의 무게에 의해 피스톤이 아래로 당겨지면서 주사기 내부 기체의 부피가 늘어나고 압력은 감소하게 됩니다. 이때 부피 변화(예: 30 mL에서 몇 mL로 변했는지)를 기록하고, 공기압 센서로 주사기 내부 압력 P 를 측정합니다.

각 추에 대해 최종 주사기의 부피 V , 내부 압력 P 를 측정한 뒤, 대기압과의 압력 차 ΔP 및 주사기 피스톤의 단면적 A 를 이용하여 피스톤이 실제로 받은 힘 ΔF 을 계산합니다. 마지막으로, 이론적 힘 ΔF 와 실제 추의 무게 mg 를 비교하고, 필요 시 오차를 고려하여 데이터를 fitting(이론과 실험 비교)함으로써 실험 결과를 분석합니다.

2. 이론적 배경

주사기 내부에 공기가 밀폐된 상태에서 피스톤이 이동하면 기체의 부피와 압력이 함께 변하며, 이때 압력 변화는 피스톤에 작용하는 힘으로 나타납니다. 압력은 단위 면적당 작용하는 힘으로 정의되므로 $P = \frac{F}{A}$ 이고, 이에 따라 압력 변화량에 따른 힘의 변화량은 $\Delta F = \Delta P \cdot A$ 로 표현됩니다.

본 실험에서 피스톤 바깥쪽에는 대기압 $P_{\text{외부}}$ 가, 안쪽에는 주사기 내부 압력 $P_{\text{내부}}$ 가 작용하므로 피스톤에 작용하는 순수한 힘은 두 압력의 차이 $\Delta P = P_{\text{외부}} - P_{\text{내부}}$ 에 의해 결정됩니다.

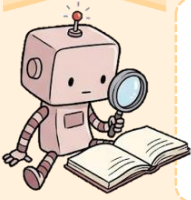
피스톤 단면은 원형으로 가정할 수 있으며, 원주의 길이를 C 라 하면 $C = 2\pi r$ 로부터 반지름 $r = \frac{C}{2\pi}$ 를 구할 수 있고, 단면적은 $A = \pi r^2 = \frac{C^2}{4\pi}$ 로 계산됩니다. 한편, 피스톤의 움직임이 천천히 이루어질 경우 주사기 내부 공기는 주변과 충분히 열교환을 하여 온도가 거의 일정하게 유지되므로, 기체는 등온 과정에서의 보일 법칙 $PV = \text{constant}$ 를 따릅니다. 따라서 초기 상태를 P_1, V_1 이라 하고, 피스톤이 이동한 후의 상태를 P_2, V_2 라 하면 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ 가 성립하며, 이를 통해 부피 변화에 따른 내부 압력 변화를 예측할 수 있습니다.

이처럼 계산된 압력 변화량과 피스톤 단면적을 이용해 구한 이론적 힘 $\Delta F = \Delta P \cdot A$ 는 피스톤을 당기는 추의 무게 mg 와 비교할 수 있으며, 이상적인 경우에는 $mg \approx \Delta P \cdot A$ 의 관계가 성립할 것으로 예상됩니다. 실제 실험에서는 마찰이나 고무 피스톤의 탄성 변형 등의 영향으로 차이가 발생할 수 있으나, 이러한 차이를 포함하여 데이터를 fitting 함으로써 압력과 힘의 관계를 실험적으로 검증할 수 있습니다.

26

주사기와 공기압 센서로 물체의 무게 측정하기

공기압 센서를 이용하여 압력과 힘의 관계를 바탕으로 물체의 무게 측정하기



이 실험에서 나는

- 기체의 압력과 부피의 반비례 관계를 이해하고, 설명할 수 있다.
- 압력과 부피 데이터를 분석하여 측정값과 이론값의 오차 원인을 추론할 수 있다.
- 실험 오차를 줄이기 위해 장치를 개선하려는 태도를 지니고, 실생활 속 현상에 호기심을 갖는다.



생각 열기

“물은 몇 도에서 끓을까요?”

물은 보통 100°C에서 끓지만, 불을 전혀 쓰지 않고도 미지근한 물을 주사기로 부글부글 끓일 수 있습니다.

그 비밀은 바로 ‘**압력**’과 ‘**부피**’에 있습니다. 주사기 끝을 밀봉하고 주사기의 피스톤을 당기면 내부 공간(부피)가 넓어지면서, 압력이 감소합니다. 물 분자들을 누르고 있던 압력이 감소하면서, 낮은 온도에서도 물이 끓을 수 있는 것입니다.

공기압 센서를 이용하여 기체의 부피와 압력 그리고 힘의 관계를 실험을 통해 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

온도가 일정할 때, 기체의 압력이 낮아지면 부피는 커지고, 압력이 높아지면 부피는 작아집니다. 온도가 일정할 때, 압력과 부피는 반비례 관계를 갖는데, 이것을 ‘**보일의 법칙**’이라고 합니다. 주사기 속 기체 분자들의 입장에서 이야기해 봅시다.

• 피스톤을 꼭 누를 때(압력 증가, 부피 감소)

주사기의 피스톤을 누르면 주사기 내부 공간(부피)이 줄어듭니다. 따라서 분자들이 주사기 벽면에 부딪히는 횟수가 많아져 내부 압력이 높아집니다. 외부에서 누르는 힘과 내부에서 버티는 힘이 같아질 때까지 부피가 줄어듭니다.

- **피스톤을 당길 때(압력 감소, 부피 증가)**

주사기의 피스톤을 당기면 주사기 내부 공간(부피)이 증가합니다. 따라서 분자들이 주사기 벽면에 부딪히는 횟수가 줄어들어 내부 압력이 낮아집니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

주사기 내 기체의 최종 부피 추의 개수 주사기 내부 압력
실험실 내부 온도 피스톤의 단면적

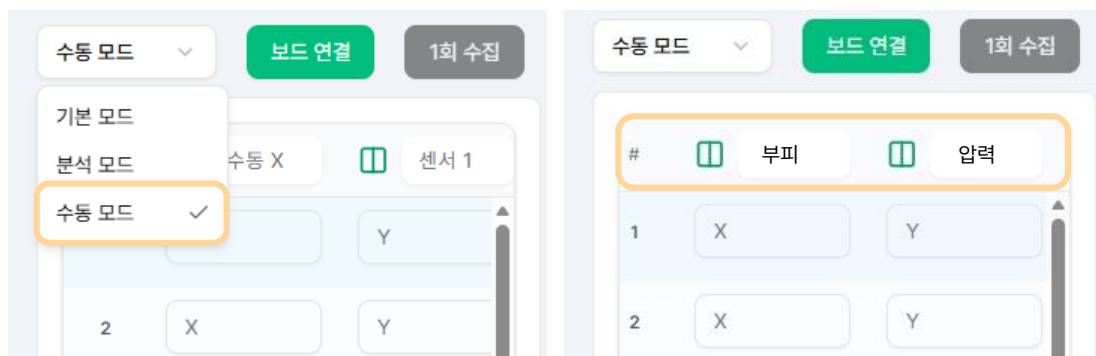
다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

60mL 주사기, OHP 필름에 프린트한 15cm 자, 투명 튜브(필요시), 500g 추 4개, 구리선 20cm, 공기압 센서, EZMAKER 보드, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

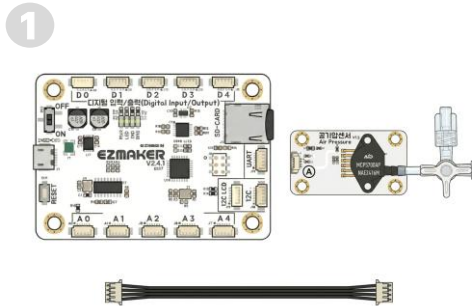
- 실험 특성상, 공기압 센서가 주사기의 부피까지는 측정할 수 없기 때문에, 수동 측정이 필요합니다. 따라서, EZON의 '**수동 모드**'를 선택해야 합니다.



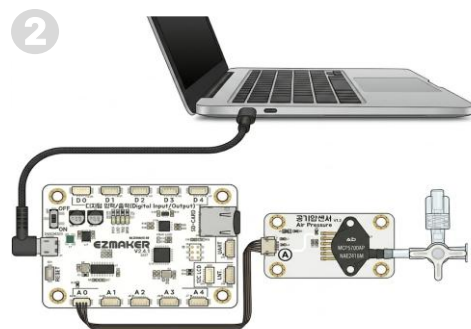
수동으로 입력할 부분은 '**부피**'로 센서로 측정하는 부분은 '**압력**' 또는 '**공기압**'으로 지정하면 됩니다.

- 실험을 진행할 때에는 공기압 센서를 보드의 A0 포트에 정확하게 연결하고, 실험 전후로 연결부가 느슨해지지 않았는지 반드시 확인해야 합니다.
- 실험 중 센서와 주사기 사이에서 공기가 새지 않도록 고무관과 연결 부위를 단단히 고정해야 합니다.
- 실험에 사용하는 500g 추가 비교적 무거우므로 발에 떨어지지 않도록 주의하고, 안전을 위해 운동화를 착용하는 것이 바람직합니다.
- 구리 선으로 고리를 만들 때에는 추가 안정적으로 매달릴 수 있도록 단단히 묶어야 하며, 주사기의 단면적에 따라 같은 추라도 압력 변화와 이론적 계산 결과가 달라질 수 있음에 유의해야 합니다.

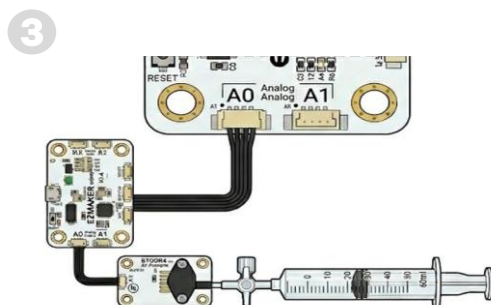
활동 2 실험 장치 만들기



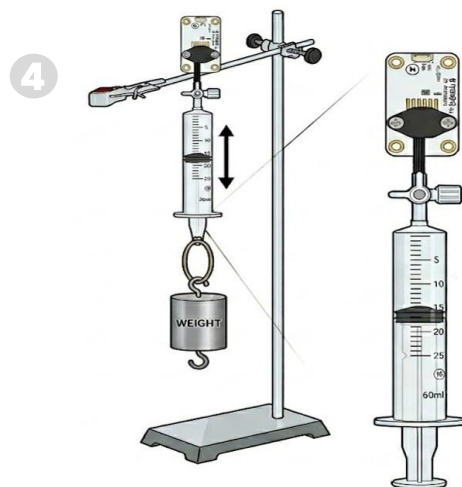
공기압 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.



공기압 센서는 보드의 A0 포트에 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.



공기압 센서의 마개를 열어, 주사기의 부피를 30mL로 조정합니다. 주사기 피스톤 부분에 구리 선을 묶어서, 추를 걸어놓을 고리를 만듭니다.



500g 추를 1개씩 고리에 걸면서, 주사기의 부피와 공기압 센서의 변화량을 동시에 측정합니다.



활동 3

코딩하기



- 데이터 전송 블록에 '**A0에 연결된 공기압 센서 측정값**'을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '**1초 동안 기다리기**' 블록을 추가합니다.



활동 4

실험하기



- 1 공기압 센서와 주사기를 연결합니다. (필요 시, 투명 튜브를 센서와 주사기 사이에 연결합니다.)
- 2 공기압 센서의 마개를 열고, 주사기 속 공기의 부피를 30mL 이 되도록 피스톤을 당깁니다.
- 3 피스톤에 구리 선을 묶어, 추를 걸어놓을 고리를 만든 후, 추를 1개씩 고리에 걸어 줍니다.
- 4 피스톤을 이용해 부피를 달리 하며, 주사기 속 기체의 부피에 따른 압력을 측정합니다.
(이미 측정할 기체의 부피를 정해두는 것을 추천합니다.)
- 5 측정하고자 하는 주사기 속 기체의 부피에 따른 압력을 모두 측정한 뒤, 실험 결과를 확인합니다.



활동5

데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표로 정리해 봅시다.

추의 질량(g)	내부 압력(atm)	최종 부피(mL)
0		
500		
1,000		
1,500		
2,000		

추의 질량(g)	무게(N)	압력 차(atm)	내부 압력(atm)	최종 부피(mL)
0				
500				
1,000				
1,500				
2,000				

* 무게(N)는 $9.8 \times \text{질량(kg)}$ 으로 계산합니다.

2. 데이터 분석하기

- 1 실험 결과를 바탕으로 측정값과 이론값을 표로 비교해 봅시다.

추의 질량(g)	측정값			이론값	
	내부 압력(atm)	최종 부피(mL)		내부 압력(atm)	최종 부피(mL)
0			⇔		
500					
1,000					
1,500					
2,000					

- ② 추의 질량이 무거워질수록 실제 주사기의 부피는 이론값과 비교하여 어떻게 변하나요?
그 이유가 무엇인지 함께 적어 봅시다.



- ③ 이번 실험에서 측정값과 이론값의 차이(오차)를 줄이고, 더 정확한 실험 결과를 얻으려면 어떻게 해야 할지 아이디어를 적어 봅시다.



Search



향유 고래가 심해에서 살아남는 방법



향유 고래는 수심 1,000m가 넘는 심해에서 살아갑니다. 그 비밀은 엄청난 수압을 견뎌내도록 몸의 구조가 진화했기 때문입니다.

고래의 갈비뼈와 폐는 인간과 달리 극도로 유연하고 말랑말랑합니다. 그래서 깊은 바다로 내려가면 수압에 의해 폐가 자연스럽게 찌그러지면서 내부의 공기가 압축됩니다. 이때 갈비뼈도 함께 유연하게 변형되기 때문에 장기가 손상되지 않습니다. 폐 속 공기는 폐포에 머무는 것이 아니라 기체 교환이 일어나지 않는 단단한 기도(기관지)쪽으로 밀어내어 잠수병(감압병)에 걸리는 것을 방지합니다.

그렇다면 폐가 찌그러진 상태에서 어떻게 숨을 쉴까요? 고래의 근육 속에는 산소를 저장하는 '미오글로빈'이라는 단백질이 인간보다 수십 배나 많습니다.

고래는 물속에서 폐로 숨을 쉬는 대신, 근육 속에 미리 저장해 둔 엄청난 양의 산소를 꺼내 쓰며 오랫동안 심해를 누빌 수 있는 것입니다.



27 철 솥에 불을 붙이고 무게 변화 측정하기

실험 주제	철 솥에 불을 붙이고 무게 변화 측정하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과16-01] 물리 변화와 화학 변화의 의미를 알고, 화학 변화에서 새로운 물질이 생성됨을 관찰할 수 있다. [9과 16-03] 화학 반응에서 질량이 보존됨을 실험을 통해 추론할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.250		

1. 실험 개요

이번 실험을 통해서 철 솥에 불을 붙여 연소가 일어나는 동안의 질량 변화를 무게 센서를 이용하여 측정·관찰하고, 연소 과정에서 물질의 질량이 어떻게 변하는지를 이해하는 것을 목적으로 합니다. 철이 연소하면 공기 중의 산소와 결합하여 산화 철을 생성하기 때문에, 연소 전과 후의 질량을 비교함으로써 화학 변화에서 질량의 증가가 나타날 수 있음을 확인합니다. 또한 무게 센서를 활용해 시간에 따른 질량 변화를 실시간으로 기록하고, 이를 그래프로 분석함으로써 연소 반응의 진행 과정과 물질 변화의 특성을 해석하는 능력을 기르는 데 중점을 둡니다.

2. 이론적 배경

철 솥이 연소하면 철이 공기 중의 산소와 결합하여 산화 철로 변하는 화학 변화가 일어납니다. 이 과정에서 철 자체만의 질량 변화를 측정하는 것으로는 질량 보존의 법칙을 완벽하게 확인하기 어렵습니다. 그러나 연소 후 철 솥의 질량이 오히려 증가한다는 관찰 결과를 통해, 연소 과정에서 주변 공기 속의 산소가 반응에 참여하여 새로운 물질을 형성했음을 알 수 있습니다. 즉, 외부에서 들어온 산소의 질량이 철 솥에 더해져 질량이 증가하는 형태로 나타나며, 이를 통해 화학 변화에서는 반응 전후의 총 질량이 보존된다는 원리를 간접적으로 추론할 수 있습니다. 이러한 관점은 연소가 단순히 “불이 붙는 현상”이 아니라, 물질과 공기 중 산소가 결합하여 새로운 물질로 바뀌는 화학 반응임을 이해하는 데 중요한 근거가 됩니다.

철 솜에 불을 붙이고 무게 변화 측정하기

무게 센서를 이용하여 연소 과정에서의 물질의 질량 변화 측정하기

이 실험에서 나는

- 철 솜이 연소할 때 산소와 결합하여 새로운 물질로 변하고, 이 과정에서 질량이 증가하는 이유를 질량 보존 법칙으로 설명할 수 있다.
- 무게 센서로 철 솜의 연소 전후 질량을 측정하고, 실험 조건에 따른 데이터 변화를 비교·분석할 수 있다.
- 눈에 보이지 않는 기체(산소)가 참여하는 화학 반응을 탐구하며, 주변 물질의 변화에 호기심을 갖는다.



생각 열기



밖에 세워둔 자전거나 길가의 철제 울타리는 시간이 지나면 붉은색으로 녹이 생깁니다. 철은 왜 녹이 생기는 걸까요? 철이 녹이 스는 이유는 공기 중의 산소 및 수분과 반응하여 산화 철이 되기 때문입니다.

이처럼 철이 산소와 결합하는 성질을 이용해, 철 솜이 연소하는 과정에서의 질량 변화를 무게 센서로 측정해 봅시다. 그리고 이 과정에서 질량이 변하는 이유를 질량 보존 법칙과 연관 지어 이야기해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

- ① 연소는 물질이 산소와 격렬하게 반응하면서 빛과 열을 내며 타는 현상입니다. 어떤 물질이 연소하기 위해서는 세 가지 요소가 필요합니다.

① 연료(타는 물질)

② 발화점* 이상의 온도

* 발화점: 불꽃이 직접 닿지 않고 열에 의해 스스로 불이 붙는 온도

③ 산소

세 가지의 조건 중 어느 하나라도 충족되지 못하면 연소 반응은 일어나지 않습니다.

② **질량 보존 법칙**은 화학 반응이 일어날 때, 반응하기 전 물질들의 총 질량과 반응 후에 새로 만들어진 물질들의 총 질량은 일정하게 유지된다는 법칙입니다. 반응 전후에 물질을 이루는 원자들이 사라지거나 새로 생기지 않기 때문에 전체 질량은 절대 변하지 않습니다.

③ **열린 공간과 닫힌 공간**

열린 공간은 주변 공기나 기체가 자유롭게 드나들 수 있도록 사방이 트여 있는 상태를 말합니다. 반대로 **닫힌 공간**은 기체를 포함한 그 어떤 물질도 안팎으로 절대 빠져나가거나 새로 들어올 수 없도록 밀폐한 상태를 말합니다. 오늘 우리가 진행할 실험은 '열린 공간'에서의 실험입니다.

2. 실험 준비물

철 스푼 50g, 9V 건전지, 페트리 접시, 내열 장갑, 무게 센서, EZMAKER 보드, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

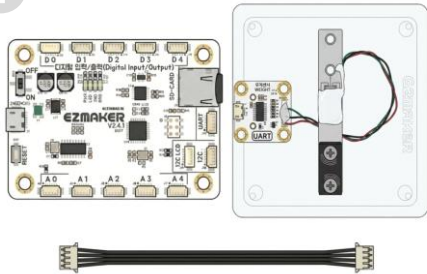
3. 실험 시 주의사항

- 철 스푼에 불을 붙일 때에는 반드시 내열 장갑을 착용하고, 9V 건전지를 철 스푼에 가져갈 때 손이나 주변 물체에 불꽃이 튀지 않도록 주의합니다.
- 실험 공간 주변에는 종이, 휴지, 박스 등 불이 쉽게 옮겨 붙는 물질을 제거하여 안전한 실험 환경을 마련합니다.
- 연소 과정에서 철 스푼 조각이나 불씨가 튈 수 있으므로 철 스푼을 가능한 한 중앙에 고정하고 얼굴을 가까이 대지 않습니다.
- 무게 센서는 보드의 UART 포트에 연결해야 하는데, 메인 보드와 미니 보드 모두 UART 포트가 1개씩만 존재하므로 한 번에 하나의 실험 장치만 사용할 수 있음을 고려해야 합니다.
- 실험 과정 전반에서 불이 번지지 않도록 주의하며, 장비는 절대 젖은 손으로 만지지 않습니다.



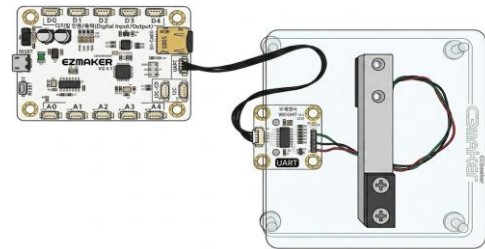
활동 2 실험 장치 만들기

1



무게 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



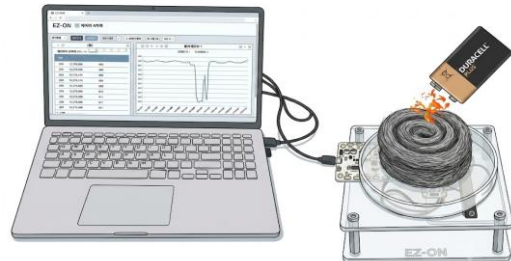
무게 센서와 EZMAKER 보드의 UART 포트를 연결합니다.

3



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다. 무게 센서 위에 페트리 접시를 올리고, 영점 조절이 되었는지 확인합니다.

4



페트리 접시 위에 올린 철 솜에 9V 건전지의 (+)/(-) 전극 부분을 닿게 하여 불을 붙이고 철 솜의 무게 변화를 관찰합니다.



활동 3 코딩하기

- '무게 센서에 연결하기' 블록과 '무게 센서 영점 설정하기' 블록을 추가합니다.
(실험에서 페트리 접시 질량은 무시합니다.)
- 데이터 전송 블록에 '무게 센서 측정값(g)' 블록을 추가합니다.
- 5초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가한 후 숫자를 5로 수정합니다.

EZMAKER 설정

무게 센서 연결하기 (필수 블록)

무게 센서 영점 설정하기

EZMAKER 반복 실행

데이터 전송

센서 데이터 추가하기 + -

무게 센서 측정값 (g)

5

초 동안 기다리기



활동 4

실험하기



- 1 무게 센서 위에 페트리 접시를 올려놓습니다.
- 2 EZON의 '수집 시작' 버튼을 누르고, 무게 센서의 값을 0으로 맞추어 영점 조절을 확인합니다.
- 3 페트리 접시 위에 철 솜을 올려 놓고, 9V 건전지를 접촉시켜 철 솜에 불을 붙입니다.
- 4 철 솜의 대부분이 연소하면, '수집 정지' 버튼을 누르고 질량 변화 결과를 확인합니다.



활동 5

데이터 확인 및 분석하기

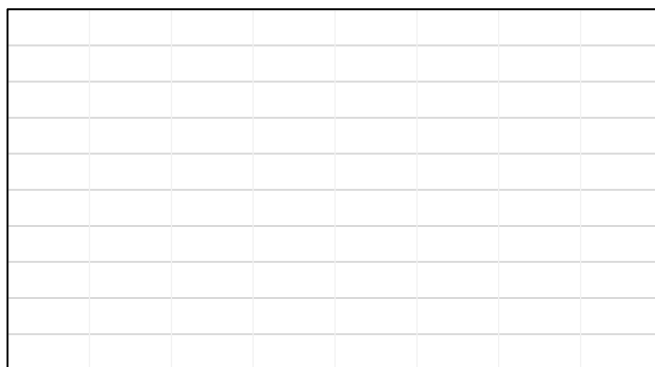
1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	센서 1

시간에 따른 질량 변화 그래프

질량 (g)



시간 (초)

2. 데이터 분석하기

- ① 철 솜이 연소하는 동안 무게 센서에 측정된 질량 값은 어떻게 변했나요?



- ② ①의 이유가 무엇인지 공기 중의 '어떤 기체'와 연관 지어 설명해 봅시다.



- ③ 만약 이 실험을 '**닫힌 공간**'에서 진행했다면, 연소 전과 후의 전체 질량은 어떻게 변했는지 '**질량 보존 법칙**'을 고려하여 이야기해 봅시다.



질량이 늘었는데도 질량 보존 법칙이 성립할까?

이번 실험에서 저울의 숫자가 늘어난 것을 보고 “질량 보존 법칙이 성립하지 않는다”고 생각하기 쉽습니다. 우리가 실험 한 곳은 사방이 트인 '**열린 공간**'이었습니다. 철 솜이 타기 전에는 공기 중에 떠돌던 산소의 질량을 저울이 잴 수 없었지만, 연소하면서 공기 중의 산소가 철과 결합한 것입니다. 즉, 늘어난 질량은 새로운 원자가 생긴 것이 아니라 '**결합한 산소의 질량**'이 더해진 것뿐입니다.

만약 눈에 보이지 않는 주변 산소의 질량까지 처음부터 포함해서 잸다면 반응 전후의 전체 질량은 똑같았을 것입니다. 따라서 화학 반응이 일어날 때 질량 보존 법칙은 언제나 예외 없이 성립합니다.



723년 독일의 화학자 슈탈은 《플로지스톤설(phlogiston theory)》을 발표합니다. 모든 타는 물질 안에는 '플로지스톤'이라는 입자가 들어있고, 물질이 타면 이 입자가 소모되기 때문에 가벼워진다고 믿었습니다. 이 이론은 수백 년간 절대 진리로 통했습니다.

그런데 어느 날, 몇몇 과학자들이 "어? 근데 철은 태우니까 왜 더 무거워지지?"라는 의문을 제기했습니다. 당시의 많은 과학자들은 이 법칙을 지키기 위해 기상천외한 주장을 펼쳤습니다.

"철 속에 있는 플로지스톤은 마이너스 무게를 가진다."

"부력을 운반할 수 있는 능력을 가지고 있다."

이 궤변을 반박한 사람이 바로 프랑스의 과학자 라부아지에입니다. 라부아지에는 밀폐된 용기 안에 수은을 넣고 무려 12일 동안 가열하는 정밀한 저울 실험을 진행했습니다.

그 결과, 수은이 타면서 붉은 재로 변할 때 용기 속 공기가 딱 사라진 만큼 금속의 질량이 정확히 늘어나는 것을 발견했습니다. 이를 통해 금속이 탈 때 질량이 늘어나는 진짜 이유는 공기 중의 '산소'가 금속과 결합했기 때문이라는 것을 완벽하게 실험을 통해 증명해

냈습니다. 라부아지에의 실험은 신비주의에 갇혀 있던 연금술을 정밀한 데이터 기반의 '현대 화학'으로 진화시킨 역사적 전환점(화학 혁명)입니다.



MEMO

28 청각 자극 반응 실험

실험 주제	청각 자극 반응 실험		
학교급	중학교	영역	생물
관련 성취기준	[9과20-02] 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 이해하고, 자극에서 반응이 일어나기 까지의 과정을 모형으로 설명할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학3 (노태희) p.163 (2015개정 교과서)		

1. 실험 개요

이 실험은 소리 자극에 대한 사람의 반응 과정을 센서를 이용해 측정하는 것을 목적으로 합니다. EZMAKER 보드에 연결된 소리 센서를 이용하여 학생 1이 소리를 내는 순간을 자극으로 설정하고, 학생 2는 소리를 듣고 두 개의 클립을 서로 붙히는 행동으로 반응합니다. 소리가 발생한 시점과 두 클립을 서로 접촉 시키는 반응 시점은 각각 센서를 통해 데이터로 기록됩니다. 실험은 소리를 예고하지 않고 갑작스럽게 내는 경우를 중심으로 여러 번 반복하여 반응 시간을 측정하고, 각 회 차의 값을 비교하거나 평균을 구합니다. 이를 통해 소리 자극이 신경을 통해 전달되고 행동으로 나타나기까지 걸리는 시간을 정량적으로 분석합니다.

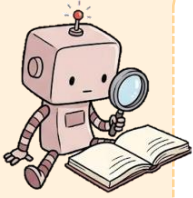
2. 이론적 배경

사람의 반응은 자극이 감각 기관을 통해 받아들여진 뒤, 신경을 따라 전달되고 뇌에서 처리된 후 근육의 운동으로 나타나는 과정으로 이루어집니다. 소리 자극의 경우, 소리는 공기를 통해 전달되어 귀의 고막을 진동시키고, 이 진동이 청각 신경을 통해 뇌로 전달됩니다. 뇌는 이를 소리 자극으로 인식한 뒤 반응 명령을 내려 손의 근육이 움직이게 됩니다. 일반적으로 청각 자극은 시각 자극보다 인식 과정이 비교적 단순하여 반응 시간이 짧게 나타나는 경향이 있습니다.

본 실험에서는 소리 센서와 반응 동작을 동시에 측정함으로써, 소리 자극이 신경계에 전달되어 반응으로 이어지는 과정을 시간의 관점에서 이해하고, 자극의 종류에 따른 반응 시간 차이를 탐구할 수 있습니다.

청각 자극 반응 실험

DIY-B 디지털 센서와 소리 센서를 이용하여 반응 시간 측정하기



이 실험에서 나는

- 소리 자극이 귀를 통해 대뇌에 전달되고 반응이 나타나기까지의 자극과 반응 경로를 설명할 수 있다.
- 센서를 활용하여 청각 자극에 대한 반응 시간을 정량적으로 측정할 수 있다.
- 눈에 보이지 않는 신경계의 신호 전달 과정을 센서로 시각화하여 확인하며, 우리 몸의 자극과 반응 현상에 탐구 호기심을 갖는다.



생각 열기



우리 몸은 자극의 종류에 따라 대뇌가 정보를 처리하는 속도가 다릅니다. 시각이나 촉각은 반응 시간이 약 0.2초로 매우 빠릅니다. 반면 후각이나 미각은 물리적 자극(빛, 소리)을 받는 감각과 달리 화학적 자극을 받기 때문에 은 평균 반응 시간이 느립니다.

센서를 이용한 청각 자극 반응 실험을 통해 얼마나 빠르게 신호를 주고받는지 데이터로 직접 확인해 봅시다!



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

- 우리 몸은 눈, 코, 귀, 입, 피부와 같은 감각 기관을 통해 주변의 변화를 받아들이는데, 이를 **자극**이라고 합니다. 그리고 이 자극에 대해 몸이 움직이거나 대처하는 행동을 **반응**이라고 합니다. 자극은 정해진 경로를 통해 반응으로 나타납니다.

자극 ⇨ 감각 기관 ⇨ 감각 신경 ⇨ 대뇌 ⇨ 운동 신경 ⇨ 운동 기관 ⇨ 반응

자극을 받아들인 순간부터 반응이 나타날 때까지 걸리는 시간을 **반응 시간**이라고 합니다. 신경을 타고 신호가 이동하고 대뇌가 판단하는 데는 반드시 시간이 걸리기 때문에, 반응 시간은 절대 '0초'가 될 수 없습니다.

- 인간이 주변 환경을 인지하는 가장 기본적인 5가지 감각을 **오감(五感)**이라고 합니다.

- 1 **시각**은 눈의 망막에 있는 시각 세포가 빛 자극을 받아들여 물체의 모양, 색깔, 거리 등을 인식하는 감각입니다.
- 2 **청각**은 공기의 진동인 소리 자극이 고막과 귓속뼈를 거쳐 달팽이관으로 전달되어 소리를 느끼는 감각입니다.
- 3 **후각**은 코 상피의 후각 세포가 공기 중의 기체 상태의 화학 물질을 자극으로 받아들여 냄새를 맡는 감각입니다.
- 4 **미각**은 혀의 맛봉오리에 있는 맛세포가 액체 상태의 화학 물질을 자극으로 받아들여 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛을 느끼는 감각입니다.
- 5 **피부 감각**은 피부에 분포한 다섯 가지 감각점을 통해 물체의 접촉이나 압력, 통증 그리고 차갑고 뜨거운 온도 변화를 느끼는 감각입니다.

2. 변인 통제

정확한 실험 결과를 얻기 위해, 여러 가지 조건을 알맞은 변인 칸에 분류해 봅시다.

[보기]

클립 사이의 거리	소리의 크기와 종류	반응 행동
반응 시간	자극이 주어지는 타이밍	

다르게 해야 할 조건(조작 변인)	같게 해야 할 조건(통제 변인)	관찰 · 측정할 결과(종속 변인)

3. 실험 준비물

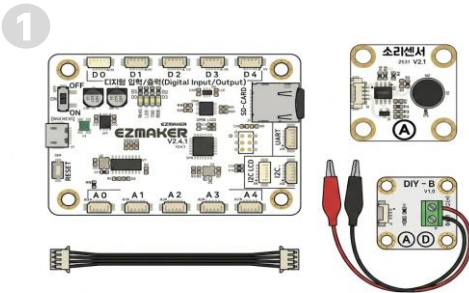
클립 2개, 장갑 1쌍, 학생 2인 1조(소리를 내는 학생, 클립을 붙이는 학생), 소리 센서, DIY-B 디지털 센서, EZMAKER 보드, 연결 케이블 2개, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

4. 실험 시 주의사항

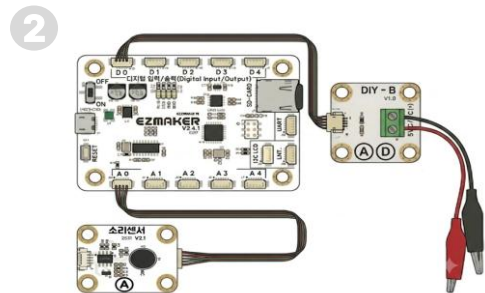
- 실험 데이터의 신뢰도를 높이기 위해 실험은 여러 번 반복하여 수행하되, 학생 10이 일정한 주기로 소리를 내지 않도록 하고 매 회 차마다 불규칙한 간격으로 자극을 제시해야 합니다.
- 실험 과정에서 블록 코딩 설정이 정확하지 않으면 소리 자극 발생 시점이나 반응 인식 시점이 올바르게 기록되지 않을 수 있으므로, 교사는 센서 연결 상태와 블록 코딩 구조를 학생들이 충분히 이해할 수 있도록 사전에 안내하고 실험 중에도 지속적으로 지도해야 합니다.
- 전기 회로를 다루는 실험이므로, 손이 젖은 상태에서는 실험을 진행하지 않도록 하고 필요 시 장갑을 착용하게 하여 감전 사고를 예방해야 합니다.



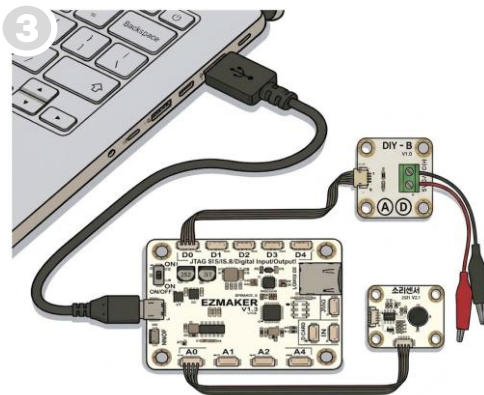
활동 2 실험 장치 만들기



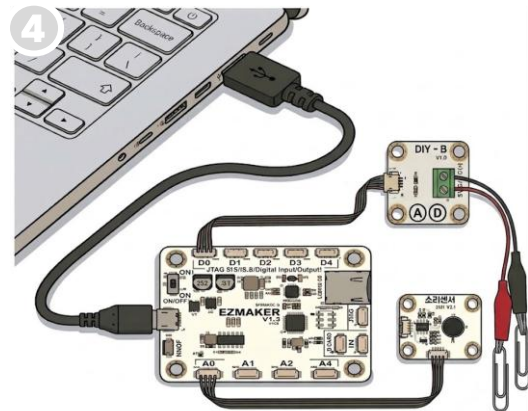
소리 센서, DIY-B 디지털 센서, 연결 케이블 2개, EZMAKER 보드를 준비합니다.



소리 센서는 보드의 A0 포트, DIY-B 디지털 센서는 D0 포트에 연결합니다.



컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.



DIY-B 디지털 센서의 집게에 클립을 꽂고 학생 1이 소리를 냅니다. 학생 2는 그 소리를 듣고 클립 2개를 붙여 줍니다. 이 실험을 여러 번 반복합니다.



활동 3

코딩하기



- ‘~이 참일 때까지 기다리기’ 블록을 추가합니다.
- 일정 세기 이상의 소리가 소리 센서에 측정이 되어야 참으로 인식하도록 ‘A0에 연결된 소리 센서 측정값(0~1023)’, ‘>’, ‘100’ 블록을 넣어줍니다.
- ‘타이머 값 초기화 하기’ 블록을 추가합니다.
- D0에 연결된 클립들이 서로 닿으면 타이머 작동이 멈추도록 ‘D0에 연결된 DIY-B 센서 입력값’, ‘=’, ‘참’ 블록을 넣어주고, ‘타이머 값 초기화하기’ 블록을 추가합니다.
- 데이터 전송 블록에 ‘타이머 초기화부터 현재까지 경과된 시간(밀리초)’ 블록을 추가하고, 계속해서 실험을 진행할 수 있도록 ‘타이머 값 초기화하기’ 블록을 추가합니다.
- 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 ‘1초 동안 기다리기’ 블록을 추가합니다.

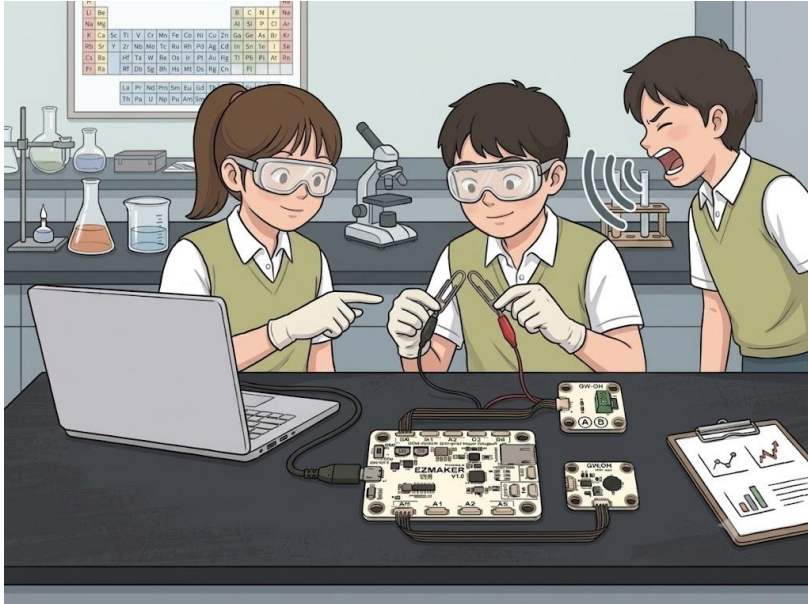


DIY-B 디지털 센서의 입력 값이 ‘참’이라는 것은 센서에 연결된 빨간색과 검정색 집게 사이에 전류가 흐르게 되었음을 의미합니다. 즉, 학생 1의 소리 자극에 반응하여 학생 2가 D0 포트에 연결된 두 클립을 맞붙이는 반응이 일어난 순간입니다.



활동 4

실험하기



- 1 제작한 청각 자극 반응 장치를 준비하고, EZON의 '수집 시작' 버튼을 누릅니다.
- 2 학생 2는 학생 1이 소리 내기를 기다리고, 학생 1은 예고 없이 소리를 냅니다.
- 3 타이머 값이 초기화 되며, D0 포트에 연결된 클립이 서로 닿을 때까지 타이머가 작동됩니다.
- 4 이 실험을 여러 번 불규칙한 간격으로 반복합니다.



활동 5

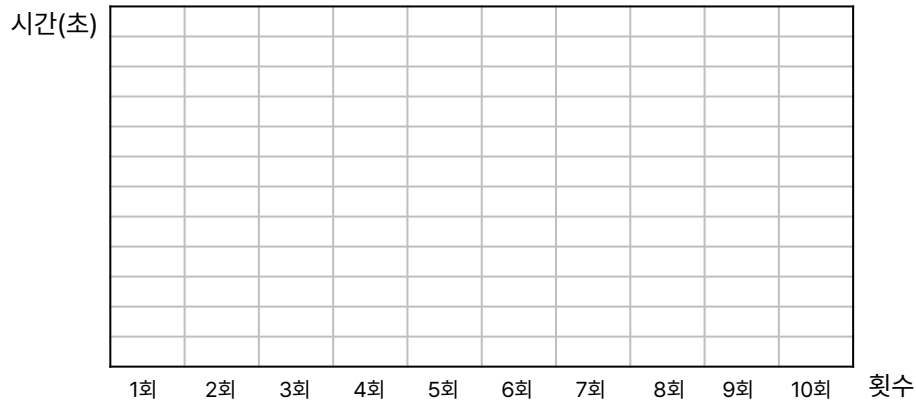
데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 막대 그래프로 정리해 봅시다.

횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
반응 시간(초)										

청각 반응 시간 그래프



2. 데이터 분석하기

- 1 소리를 듣고, 클립을 붙이기까지, 우리 몸 안에서 자극이 전달되는 경로를 순서대로 적어보고, 이 과정에서 '대뇌'는 어떤 역할을 했는지 설명해 봅시다.



- 2 실험을 여러 번 반복했을 때 반응 시간이 매번 똑같았나요? 만약 다르다면 그 원인이 무엇인지 우리 몸의 상태나 실험 환경과 관련 지어 설명해 봅시다.



“ 짹!” 소리를 듣기도 전에 도망치는 모기의 비밀

모기를 잡으려고 손뼉을 치면, 모기는 소리가 나기도 전에 이미 도망치고 없는 경우가 많습니다. 어떻게 이렇게 빠를 수 있을까요?

비밀은 **자극의 종류**와 **신경계의 경로**에 있습니다. 모기는 귀로 소리를 듣는 것이 아니라, 온몸의 미세한 털로 손뼉이 부딪히기 직전 발생하는 공기의 미세한 진동(바람)을 감지합니다. 또한, 모기는 이 자극을 뇌로 보내 판단하는 시간을 아끼기 위해 뇌를 거치지 않고 날개 근육으로 명령을 바로 전달하는 '무의식적 반사' 경로를 가지고 있습니다. 이 덕분에 모기가 진동을 느끼고 탈출하는 데 걸리는 시간은 인간보다 10배 이상 빠른 고작 0.01초 내외입니다. 우리가 대뇌로 “손을 움직여야지!”하고 판단하는 사이, 모기는 대뇌를 패스하는 반사 신경으로 위기를 탈출하는 것입니다.

MEMO

29 초음파 센서로 물체의 운동 분석하기

실험 주제	초음파 센서로 물체의 운동 분석하기		
학교급	중학교	영역	물리
관련 성취기준	[9과19-01] 직선상에서 움직이는 물체의 운동을 그래프로 나타내고 해석할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학2 (정대홍) p.250		

1. 실험 개요

이 실험은 초음파 센서를 이용하여 장난감의 운동을 거리 - 시간 데이터로 측정하고, 이를 통해 등속 운동의 특징을 분석하는 것을 목적으로 합니다. 초음파 센서를 고정한 뒤, 뒤쪽에 우드락을 부착한 오리 태엽 장난감을 일정한 방향으로 움직이도록 합니다. 초음파 센서는 장난감의 우드락 면을 향하도록 설치하고, 시간이 지남에 따라 센서와 장난감 사이의 거리를 일정한 시간 간격으로 측정합니다. 측정한 거리 값을 시간에 따라 그래프로 나타내어, 시간이 지날수록 거리가 일정한 비율로 증가하는지 확인합니다. 이를 통해 장난감이 같은 속력으로 이동하는 등속 운동을 하고 있음을 분석합니다.

2. 이론적 배경

등속 운동이란 물체가 일정한 속력으로 운동하는 경우를 말합니다. 등속 운동을 하는 물체의 거리 - 시간 그래프는 기울기가 일정한 직선 형태로 나타납니다. 이 그래프에서 기울기는 물체의 속력을 의미하며, 기울기가 클수록 속력이 크다는 것을 뜻합니다.

초음파 센서는 초음파를 내보낸 뒤 물체에 반사되어 돌아오는 데 걸리는 시간을 측정하여 센서와 물체 사이의 거리를 계산합니다. 장난감 뒤에 우드락을 붙이는 이유는 초음파가 잘 반사되도록 하여 거리 측정의 정확성을 높이기 위함입니다.

본 실험에서는 초음파 센서를 사용해 시간에 따른 거리 변화를 연속적으로 측정함으로써, 등속 운동의 핵심 특징인 '시간에 따라 거리가 일정하게 증가한다'는 개념을 데이터와 그래프로 확인할 수 있습니다.

29

초음파 센서로 물체의 운동 분석하기

초음파 센서를 이용하여 등속 운동의 시간에 따른 거리 측정하기

이 실험에서 나는

- 시간이 지남에 따라 물체의 거리가 일정하게 증가하는 등속 운동의 특징을 설명할 수 있다.
- 센서를 활용하여 장난감의 위치 변화를 실시간으로 측정하고, 이를 시간 - 거리 그래프로 나타낼 수 있다.
- 물체의 움직임을 센서 데이터로 시각화하여 확인하며, 운동 현상을 정량적으로 분석하려는 탐구 태도를 지닌다.



생각 열기



무빙워크나 에스컬레이터는 느려지거나 빨라지지 않고 항상 일정한 속력으로 움직입니다. 우리는 일상에서 이처럼 속력이 일정한 운동을 자주 보지만, 물체의 위치가 정확히 어떻게 변하는지 눈으로만 봐서는 알기 어렵습니다. 이 일정한 움직임을 실시간 그래프로 나타내면 과연 어떤 모양이 그려질까요?

초음파 센서로 일정한 속력으로 달리는 장난감의 시간에 따른 거리 변화를 측정하여 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

- 등속 운동은 물체가 이동할 때 속력의 크기가 변하지 않고 일정하며, 방향도 바뀌지 않고 곧게 나아가는 운동을 말합니다. 등속 운동은 크게 세 가지 특징이 있습니다.

- ① 속력이 일정합니다.
- ② 이동 거리는 시간에 비례합니다.
- ③ 알짜힘이 0입니다.

물체의 속력이나 방향을 바꾸려면 외부에서 힘이 가해져야 합니다. 하지만 등속 운동은 아무런 변화가 없으므로 물체에 작용하는 모든 힘의 합(알짜힘)이 0인 상태입니다.

● 초음파 센서의 거리 측정 원리

초음파 센서는 사람이 들을 수 없는 높은 주파수의 소리(초음파)를 앞으로 쏜 뒤, 물체에 부딪혀 돌아오는 시간을 측정합니다. [소리의 속도 $\times$ 걸린 시간 $\div 2$]를 계산하여 물체까지의 거리를 실시간으로 알아내는 원리입니다.

(※ 소리의 속력은 약 340m/s 입니다.)

2. 실험 준비물

오리 태엽 장난감, 테이프, 연결 브릭 2개, 연결 링크 4개, EZMAKER 레고 블록
연결판 1개(필요시, 20g 혹은 50g 추), 초음파 센서, EZMAKER 보드, 연결 케이블,
USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

3. 실험 시 주의사항

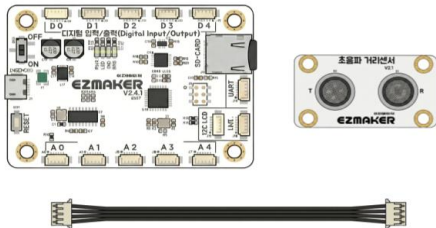
- 태엽 장난감은 운동 초기에 가속하는 경우가 있으므로, 가능한 한 등속 운동에 가까운 움직임을 보이는 장난감을 사용하는 것이 바람직합니다. 필요하다면 장난감에 무게 추를 추가하여 속도가 보다 일정해지도록 조정할 수 있습니다.
- 초음파가 잘 반사되도록 우드락을 부착하는데, 이때 우드락의 크기는 초음파 센서의 너비보다 조금 더 크게 만들어 주는 것이 좋습니다. 우드락은 가벼워서 장난감의 속도 변화에 영향을 주지 않으면서도, 넓고 평평한 면을 제공하여 초음파 신호가 확실하게 반사되어 거리 측정의 정확도를 높여줍니다.
- 초음파 센서 바로 앞에서는 거리 측정이 불안정할 수 있으므로, 장난감은 센서와 적당한 거리(약 5~10cm)를 둔 지점에서 출발시킵니다.
- 실험 중 장난감이 책상 끝까지 이동하여 떨어지지 않도록 이동 범위를 미리 확인하고, 바닥에 떨어진 장난감이나 실험 도구를 밟고 넘어지는 사고가 발생하지 않도록 주변 정리를 철저히 합니다.



활동 2

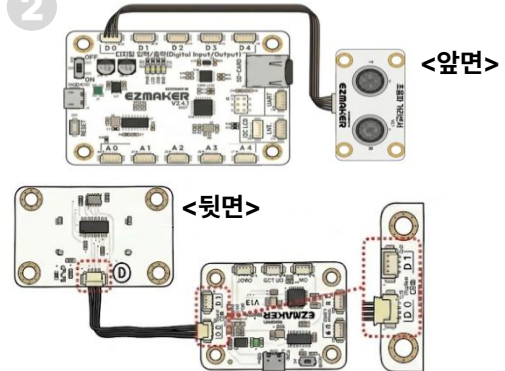
실험 장치 만들기

1



초음파 거리 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



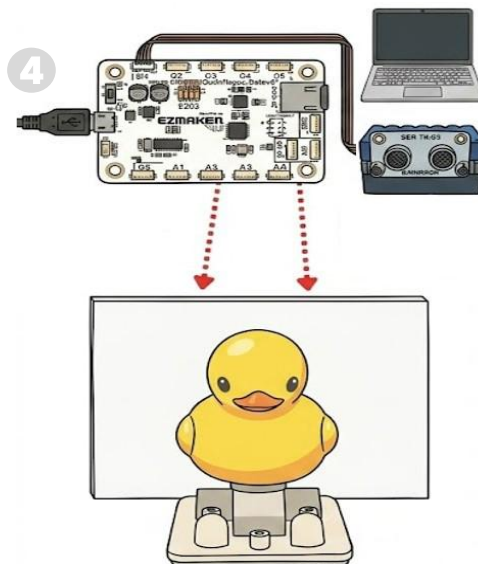
초음파 거리 센서와 EZMAKER 보드의 D0 포트를 연결합니다.
(초음파 거리 센서는 뒷면에 연결 부위가 있습니다.)

3



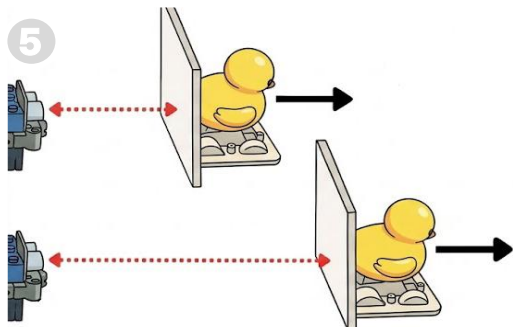
컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

4



오리 태엽 장난감 뒤에 우드락을 설치하고,
테이프로 초음파 센서의 위치를 고정시킵니다.

5



태엽 장난감을 당겼다가 놓으면, 장난감이 앞으로 이동하게 되는데, 시간에 따른 거리 변화를 측정합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 초음파 센서 측정 값 (cm)

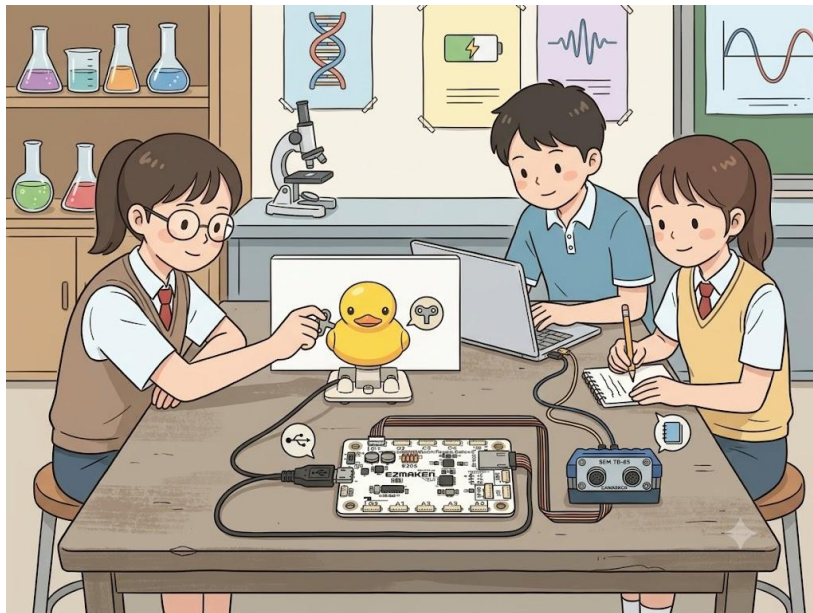
0.05 초 동안 기다리기

- 데이터 전송 블록에 '**D0에 연결된 초음파 센서 측정값(cm)**' 블록을 추가합니다.
- 0.05초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '**1초 동안 기다리기**' 블록을 추가한 후 숫자를 0.05로 수정합니다.



활동 4

실험하기



- 1 노트북 또는 태블릿과 EZMAKER 보드를 연결하고, 초음파 센서를 연결합니다.
- 2 연결 브릭과 연결 링크를 사용하여 레고 블록 연결판에 고정시킵니다.
- 3 오리 태엽 장난감의 태엽을 감고 센서와 오리의 우드락 판이 서로 정면으로 일직선이 되도록 위치를 조정합니다.
- 4 EZON의 '수집 버튼'을 누르고, 2초 뒤에 장난감을 놓습니다.
- 5 장난감이 책상 끝에 도달하면, 손으로 장난감을 잡고 데이터 수집을 중지합니다.



활동 5

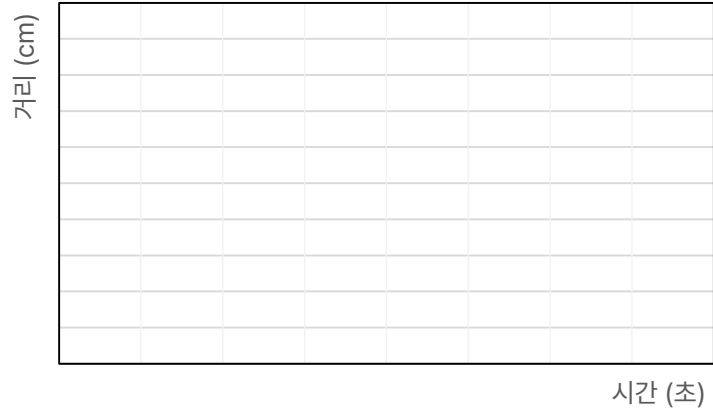
데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간	센서 1

시간에 따른 거리 변화 그래프



2. 데이터 분석하기

- 1 시간이 0.5초, 1.0초, 1.5초로 일정하게 흘러감에 따라 오리 태엽 장난감의 이동거리는 어떻게 변하나요? 표와 그래프를 바탕으로 서술해 봅시다.



- 2 완성된 시간 - 거리 그래프의 전체적인 형태는 어떠한가요? 이 그래프에서 기울기가 의미하는 물체의 물리량은 무엇인지 설명해 봅시다.



- 3 만약 오리 장난감의 태엽을 처음보다 훨씬 더 많이 감아서 빠르게 달리게 한 후 실험을 진행한다면, 그래프의 모양은 어떻게 달라질지 추론해 봅시다.





Search



높은 곳에서 떨어지는 빗방울은 왜 안 아플까?



보통 구름은 땅에서 수 킬로미터(km)나 되는 아주 높은 곳에 있습니다. 여러분은 이런 생각을 해보지 않았나요? 높은 구름에서 떨어지는 빗방울은 왜 맞아도 안 아플까? 높은 곳에서 떨어지는 물체는 지구 중력 때문에 초마다 속력이 약 9.8m/s씩 속력이 계속해서 빨라집니다. 만약 방해하는 힘이 없다면, 빗방울이 땅에 부딪히는 순간의 속력은 무려 시속 300km가 넘게 됩니다. KTX가 역과 역 사이를 최고 빠르기로 질주할 때의 속도가 바로 시속 300km입니다. 이는 하늘에서 쏟아지는 수천만 개의 단단한 총알과 같아서, 우산을 뚫는 것은 물론 길을 걷는 사람과 자동차, 심지어 건물에도 큰 피해를 주는 무시무시한 무기가 되었을 겁니다.

하지만 다행히도 그런 일은 일어나지 않습니다. 바로 공기 때문입니다. 빗방울이 아래로 떨어질 때, 반대 방향으로 방해하는 공기의 힘인 '공기 저항'이 함께 작용하기 때문입니다. 빗방울이 떨어지면서 속력이 빨라질수록 공기가 방해하는 힘도 점점 더 커지게 됩니다. 그러다 어느 순간, 아래로 당기는 중력의 크기와 위로 밀어 올리는 공기 저항의 크기가 완벽하게 같아지는 순간이 오게 됩니다. 이때 두 힘은 서로 반대 방향으로 작용해 힘의 합이 0이 됩니다. 따라서 더 이상 빗방울에 힘이 작용하지 않아 속도는 변하지 않게 됩니다. 더 늘지 않고 일정해진 속도를 '종단 속도'라고 합니다. 공기의 종단 속도는 매우 느린데 이는 물방울의 무게가 매우 작기 때문입니다.

하늘 높은 곳에서 출발한 빗방울이 공기의 고마운 방해 덕분에 등속 운동으로 성질을 바꾸어 부드럽게 내려앉는 것입니다. 빗방울이 보여주는 안전한 등속 운동 덕분에 우리는 오늘도 안심하고 우산을 쓴 채 비 오는 날의 낭만을 즐길 수 있습니다.



MEMO

30 흡열 반응 관찰하기

실험 주제	흡열 반응 관찰하기		
학교급	중학교	영역	화학
관련 성취기준	[9과16-06] 화학 반응에서 열에너지가 출입함을 알고, 생활 속 사례를 조사하여 발표할 수 있다.		
관련 교과서	천재교과서 과학3 (노태희) p.46, 47 (2015개정 교과서)		

1. 실험 개요

이번 실험에서는 비커에 반응 물질을 넣고 화학 반응이 일어나는 동안의 온도 변화를 온도 센서를 이용해 실시간으로 측정합니다. 반응 전후의 온도를 비교하여 화학 반응이 진행될 때 주변으로부터 열에너지를 흡수하는지 관찰하고, 온도 변화 그래프를 통해 흡열 반응의 특징을 정량적으로 확인합니다. 이를 통해 화학 반응에서 에너지의 출입이 어떻게 나타나는지를 이해하고, 센서를 활용한 데이터 수집과 해석 능력을 기르는 것을 목표로 합니다.

2. 이론적 배경

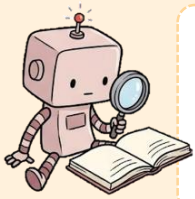
화학 반응이 일어날 때는 에너지의 출입이 함께 일어나며, 주변으로부터 열에너지를 흡수하는 반응을 흡열 반응이라고 합니다. 흡열 반응이 진행되면 반응계의 온도가 낮아지거나 주변의 온도가 감소하는 현상이 나타납니다. 예를 들어, 수산화 바륨과 염화 암모늄이 비커 안에서 반응할 때 다음과 같은 흡열 반응이 일어납니다.



이 반응은 진행 과정에서 많은 열에너지를 흡수하므로 비커 내부의 온도가 눈에 띄게 감소하며, 온도 센서를 이용하면 이러한 온도 변화를 시간에 따른 그래프로 명확하게 확인할 수 있습니다. 이를 통해 흡열 반응이 물질의 변화뿐만 아니라 에너지 이동과 밀접하게 관련되어 있음을 이해할 수 있습니다.

흡열 반응 관찰하기

온도 센서를 이용하여 화학 반응이 일어날 때의 온도 측정하기



이 실험에서 나는

- 화학 반응이 일어날 때 에너지 출입이 함께 일어남을 이해하고, 흡열 반응을 설명할 수 있다.
- 온도 센서를 이용하여 화학 반응이 일어날 때의 온도 변화를 측정하고 그래프로 나타낼 수 있다.
- 우리 주변에서 흡열 반응이 활용되는 다양한 예시를 찾아 관심을 가질 수 있다.



생각 열기

상온에 두었던 자일리톨 껌을 씹으면 금방 입안이 얼음을 머금은 것처럼 시원해 집니다. 냉장고에 넣지도 않은 껌이 어떻게 입안을 차갑게 만드는 걸까요?

비밀은 자일리톨이 침에 녹으면서 입안의 열에너지를 빼앗아 가는 '흡열 반응'에 있습니다. 자일리톨 성분이 침에 녹으면서 우리 입안의 열을 흡수하기 때문입니다.

온도 센서를 이용해 흡열 반응이 일어날 때 온도 변화를 직접 확인해 봅시다.



활동 1

실험 설계하기

1. 핵심 개념 콕콕!

① 물리 변화 vs 화학 변화

구분	물리 변화	화학 변화
정의	물질의 고유한 성질은 변하지 않으면서 모양이나 상태 등이 변하는 현상	어떤 물질이 처음과 성질이 전혀 다른 새로운 물질로 변하는 현상
변하는 것	분자의 배열	원자의 배열 분자의 종류와 개수 물질의 성질
변하지 않는 것	원자의 배열, 원자의 종류와 개수 분자의 종류와 개수 물질의 성질과 총 질량	원자의 종류와 개수 물질의 총 질량
성질 변화	물질의 성질은 변하지 않는다.	물질의 성질이 변한다.

2 화학 반응: 흡열 반응 vs 발열 반응

구분	발열 반응	흡열 반응
에너지의 이동	물질 → 주변(방출)	주변 → 물질(흡수)
주변 온도 변화	온도 상승	온도 하강
에너지의 크기	반응 물질 > 생성 물질	반응 물질 < 생성 물질
예시	연소 반응, 철의 산화, 산 염기 반응, 호흡	광합성, 탄산수소 나트륨의 열분해

3 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응

수산화 바륨과 염화 암모늄이 비커 안에서 만나면 격렬한 화학 반응이 일어납니다. 이 과정에서 염화 바륨과 암모니아 기체 그리고 물이 발생합니다. 또한 이 반응은 주변의 열을 많이 흡수하는 대표적인 흡열 반응으로 주변의 열을 흡수해 비커 내부의 온도가 눈에 띄게 감소합니다.



수산화 바륨 염화 암모늄 염화 바륨 암모니아 기체 물

2. 실험 준비물

수산화 바륨, 염화 암모늄, 약포지, 전자저울, 소량의 물, 펌프형 물병, 300mL 비커, 얇은 나무판, 실험용 니트로 장갑, 마스크, 수중&접촉 온도 센서, EZMAKER 보드, 연결 케이블, USB 케이블, 노트북 또는 태블릿

3. 실험 시 주의사항

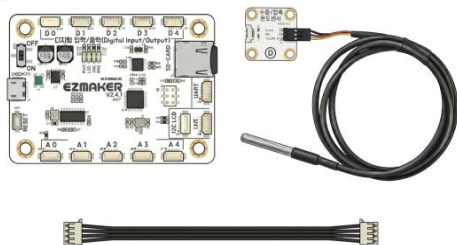
- 실험을 진행할 때에는 약품이 피부에 직접 닿지 않도록 반드시 실험 장갑을 착용해야 하며, 반응 과정에서 발생하는 암모니아 기체는 냄새가 매우 강하므로 마스크를 착용하고 실험실의 환기 상태가 충분히 확보되어 있는지 반드시 확인해야 합니다.
- 흡열 반응으로 인해 비커의 온도가 예상보다 크게 낮아질 수 있으므로 저온 화상에 주의하여 맨손으로 비커를 만지지 않도록 합니다.
- 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응은 질량비가 약 1.6: 1이지만, 반응이 원활히 진행 되도록 여유를 두어 약 2: 1의 질량비로 실험하는 것이 바람직합니다.



활동 2

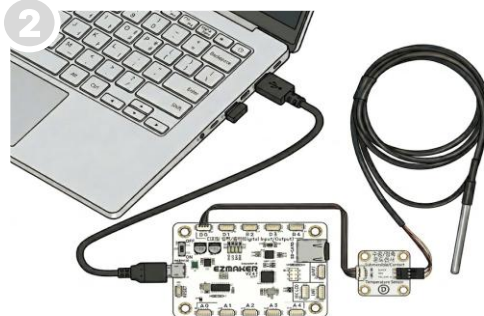
실험 장치 만들기

1



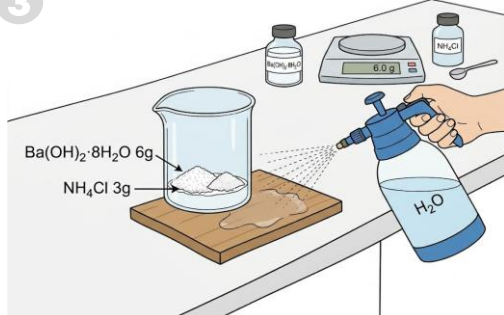
수중/접촉 온도 센서, 연결 케이블, EZMAKER 보드를 준비합니다.

2



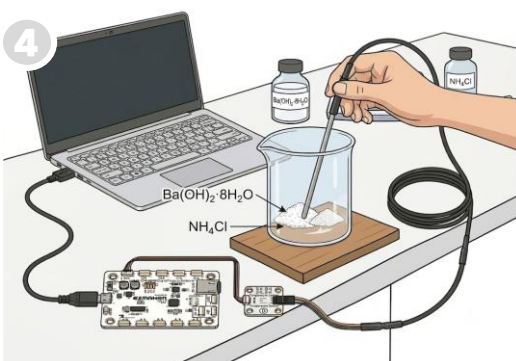
수중/접촉 온도 센서와 EZMAKER 보드의 D0 포트를 연결합니다. 컴퓨터와 연결한 USB 케이블을 EZMAKER 보드에 연결합니다.

3



수산화 바륨 6g과 염화 암모늄 3g을 비커에 담습니다. 나무판에 펌프형 물병으로 소량의 물을 뿌리고 약품이 담긴 비커를 올려둡니다.

4



센서의 막대로 비커 속 약품을 잘 섞어 주며 온도 변화를 측정합니다.



활동 3

코딩하기

EZMAKER 설정

수중/접촉 온도센서를 D0 ▼ 에 연결하기 (필수 블록)

EZMAKER 반복 실행

센서 데이터 추가하기 + -

데이터 전송

D0 ▼ 에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정 값

1

초 동안 기다리기

• '수중/접촉 온도 센서를 D0에 연결하기' 블록을 추가합니다.

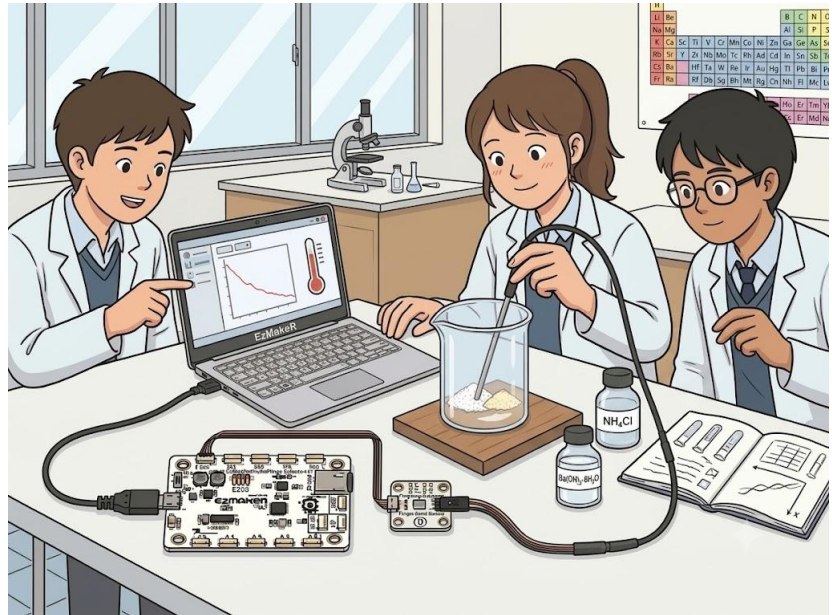
• 데이터 전송 블록에 'D0에 연결된 수중/접촉 온도 센서 측정값' 블록을 추가합니다.

• 1초에 한 번씩 데이터를 전송하기 위해 '1초 동안 기다리기' 블록을 추가합니다.



활동 4 실험하기

- 1 전자 저울을 사용하여 수산화 바륨과 염화 암모늄을 각각 6g, 3g씩 계량 후, 비커에 넣습니다.
- 2 소량의 물을 뿌린 나무판 위에 약품들이 둔 비커를 올려 놓습니다.
- 3 EZON의 '수집 시작' 버튼을 누르고, 센서의 막대로 비커 속 약품들을 섞어주며 온도 변화를 측정합니다.
- 4 나무판과 비커 사이의 물이 얼어서, 서로 붙게 되었을 때 실험 결과를 확인합니다.



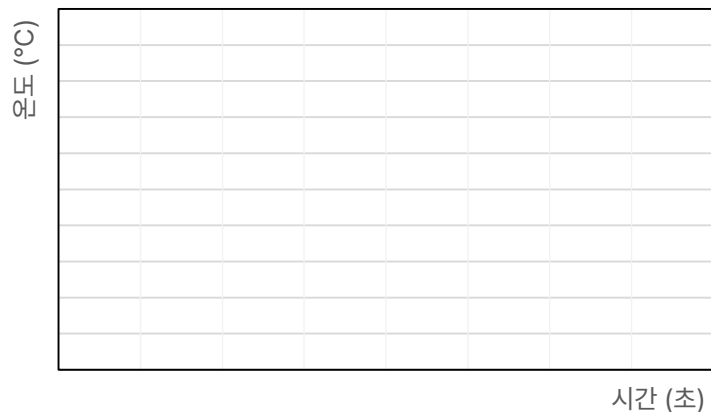
활동 5 데이터 확인 및 분석하기

1. 데이터 확인하기

실험을 통해 수집한 데이터를 표와 그래프로 정리해 봅시다.

시간(초)	온도(°C)

시간에 따른 온도 변화 그래프



2. 데이터 분석하기

- ① 두 물질을 섞은 후, 시간에 따라 비커 내부이 온도는 어떻게 변했나요?



- ② 비커를 올려둔 물을 뿌린 나무판이 얼게 된 이유를 '에너지 이동'과 관련 지어 설명해 봅시다.



- ③ 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응이 '물리 변화'가 아니라 '화학 변화'인 증거를 이번 실험 과정에서 찾아 적어 보시다.



- ④ 다음 [보기]의 현상들을 발열 반응과 흡열 반응으로 바르게 분류하여 기호를 적어 봅시다.

[보기]

- ㄱ. 겨울철 휴대용 손난로를 흔들면 따뜻해진다.
- ㄴ. 상온에 둔 자일리톨 껌을 씹으면 입안이 시원해진다.
- ㄷ. 캠핑장에서 장작불을 피우면 주변이 밝고 따뜻해진다.
- ㄹ. 얼음 주머니 대신에 휴대용 냉찜질 팩을 흔들어 사용했다.
- ㅁ. 식물은 빛에너지를 이용해 이산화 탄소와 물로 양분을 만든다.
- ㄹ. 염산과 수산화 나트륨 수용액을 섞었더니 비커의 온도가 올라갔다.
- ㅅ. 빵을 구울 때 베이킹 파우더를 넣었더니 빵이 부풀었다.



발표 내용 : ()

표본량 : ()

SCHOOL TALK



주변이 시원해지면 모두 흡열 반응인가요?



학생

선생님! 더운 여름날 마당에 물을 뿌리면 물이 주변 열을 흡수해서 시원해지잖아요?
그럼 이것도 오늘 배운 '흡열 반응'이 맞나요?

선생님



주변 온도가 낮아지는 현상을 '열에너지 흡수'와 아주 잘 연결했구나!
하지만 아쉽게도 마당에 물을 뿌리는 것은 흡열 반응이라고 부를 수 없다.



학생

흐음,,, 주변 열을 흡수해서 시원해지는 원리는 똑같은데 왜 다른가요?

선생님



중요한 건 '새로운 물질이 생겼는가'에 있어. 마당에 뿌린 물은 액체에서 기체(수증기)로 상태 변화했을 뿐, 물질의 성질은 그대로인 '물리 변화'란다.

반면, 오늘 우리가 실험한 수산화 바륨과 염화 암모늄은 냄새가 나는 '암모니아 기체'라는 새로운 물질을 만들어냈지? 이렇게 물질의 성질이 변하는 '화학 반응'이 일어나면서 주변의 열을 흡수할 때 '흡열 반응'이라고 부를 수 있는 거란다.



학생

아하! 흡열 반응과 발열 반응은 새로운 물질이 만들어지는 화학 반응에서 사용하는 용어구나~

MEMO

