



## 중단원 도입부

이 단원의 도입 부분은 음식을 만들고 준비하는 장면이다. 불에 달아 있는 냄비 아랫부분에서 윗부분으로 전도에 의해 열이 전달되는 장면을 보여 준다. 감자를 익히면서 냄비가 점점 뜨거워져 손으로 잡지 못한다거나, 열이 잘 전달되는 금속 젓가락 대신 나무젓가락을 사용하는 장면에서 전도와 전도율 차이에 대한 개념을 얻게 될 것임을 암시해 준다.

## 핵심 질문

## ★ 냄비 속의 감자는 어떻게 익게 된 것일까요?

뜨거운 불꽃에서 냄비 바닥으로, 다시 감자로 열이 전달되어 익게 된다.

## ★ 뜨거운 물건을 만질 때는 어떻게 해야 할까요?

주방 장갑처럼 열이 전달되는 데 오래 걸리는 물건으로 감싸야 한다.

## 학습 용어

▣ 전도: 주로 고체에서 물질을 따라 열이 차례차례 전달되는 방법.

## 배경 지식

## 1. 열에너지

따뜻함, 뜨거움 등으로 표현되는 열은 물체의 온도를 변하게 하거나 물질의 상태를 변화시키는 원인이 되는 에너지이다. 그릇에 물을 넣고 가열했을 때 처음에는 물의 온도가 점점 올라가고, 100℃가 넘으면 물이 수증기로 바뀌는 상태 변화를 하게 된다.

에너지의 한 형태인 열은 다른 형태의 에너지로 변환할 수도 있고 일을 할 수도 있다. 예를 들어, 부싯돌을 쳐서 불을 붙일 때 마찰 에너지가 열에너지로 바뀌고, 자동차 엔진에서 연료를 태워 차가 움직일 때 열에너지가 운동 에너지로 변화한다. 이런 식의 열과 일의 관계를 다루는 학문을 '열역학'이라고 한다.

18세기 초에는 열을 물질이라고 생각하여 열소(熱素)라는 입자 개념을 가졌었다. 그러나 19세기 이후 열소설(caloric theory)의 잘못을 밝혀내었고, 오늘날에는 열은 물질의 일종이 아니라 에너지의 한 종류라는 견해가 확립되었다.

## 2. 온도

온도는 물체의 차고 따뜻한 정도를 나타낸 것이다. 따뜻한 물체와 차가운 물체를 접촉시키면 따뜻한 물체의 온도는 점점 내려가고, 차가운 물체의 온도는 점점 올라간다. 이는 따뜻한 물체에서 차가운 물체로 열이 전달되기 때문이다. 시간이 많이 지나서 두 물체의 온도가 같아지면 더 이상 열이 전달되지 않는데, 이를 '열평형 상태'라고 한다.

열학이 현대적 의미를 확립하기 전에는 열기와 냉기가 섞여서 온도를 만들어 낸다는 생각이 지배적이었다. 실제로 온도를 의미하는 라틴어 'temperatura'는 원래 '섞이는 방식'이라는 뜻이었다고 한다. 17세기 이후 온도를 측정하는 기구로 알코올 온도계, 수은 온도계 등이 제작되었다. 1717년 파렌하이트는 얼음의 녹는점을 32°F, 체온을 96°F로 하는 화씨온도 눈금을 고안하였고, 1742년 셀시우스는 얼음의 녹는점을 0℃, 물의 끓는점을 100℃로 하는 섭씨온도 눈금을 고안하여 현재까지 사용하고 있다.

## 3. 전도와 전도율

고체 상태의 물질에서는 '전도'라는 방식으로 열이 전달된다. 전도란 구성 입자들이 충돌에 의해 에너지가 전달되는 방식이다. 고체를 이루는 물질 자체는 이동하지 않고 에너지만 전달되는 것이다.

고체에서 열이 전달되는 빠르기를 '전도율'이라고 하는데, 이는 구성 물질에 따라 다르다. 은, 구리, 금, 알루미늄, 철 등의 금속 물질에서 열이 빨리 전달된다. 상대적으로 콘크리트, 유리, 나무, 고무, 플라스틱, 천, 종이 등의 비금속 물질에서 열이 천천히 전달된다. 이것은 금속에서 이동이 자유로운 자유 전자가 많이 들어 있기 때문이다. 액체와 기체 상태의 물질에서도 고체에서처럼 전도를 통해 열이 이동할 수 있지만 입자 사이의 거리가 멀기 때문에 충돌할 수 있는 기회가 적어 전도에 의한 열 전달 속도는 매우 느리다. 따라서 물이나 공기 등은 열전도율이 낮으며 특히 공기층은 좋은 단열재가 된다. 액체와 기체에서는 다른 방식(대류)으로 열이 전달되며, 이는 '중단원 2'에서 학습하게 된다.

1 / 10  
차시

# 고체에서 열은 어떻게 전달될까요?

교과서\_ 84~85쪽  
실험 관찰\_ 39~40쪽

- | 학습 목표 |**
1. 고체에서 열이 전달되면서 일어나는 현상을 관찰할 수 있다.
  2. 고체에서 열이 전달되는 방향을 말할 수 있다.

**고체에서 열은 어떻게 전달될까요?**

갑자기 실은 물만 끓는 냄비 벽에는 열이 전달되는 현상을 관찰할 수 있다. 왜 냄비 손잡이가 뜨거워졌을까요? 고체에서 일어나는 열의 전달 방식을 알아봅시다.

**고체에서 열이 전달되는 모습**

**무엇이 필요할까요?**  
동작 접시, 양초, 접화기, 알루미늄판, 밀가루, 밀가루 반죽, 부엌용, 쇠구슬

**어떻게 할까요?**

1. 동작 접시 두 개에 양초를 켜고 준비합니다.
2. 알루미늄판으로 동작 접시의 한 부분을 가립니다.
3. 동작 접시의 가운데를 가릴 때만 관찰하여 봅시다.

**열의 전달 모습**

▲ 1. 알루미늄판이 없을 때의 모습

▲ 2. 알루미늄판이 있을 때의 모습

**1 뜨거운 냄비**

**84-85 고체에서 열이 전달되는 모습**

1. 여러 곳에 양초를 켜고 알루미늄판으로 가림하여 봅시다.

▲ 알루미늄판으로 가림하는 부분은 가림을 준비한 알루미늄판으로 가림하여 봅시다.

▲ 알루미늄판이 없을 때의 모습과 알루미늄판이 있을 때의 모습을 비교하여 봅시다.

▲ 알루미늄판이 있을 때의 모습과 알루미늄판이 없을 때의 모습을 비교하여 봅시다.

▲ 알루미늄판이 있을 때의 모습과 알루미늄판이 없을 때의 모습을 비교하여 봅시다.

## 수업의 흐름

- [1] 고체에서 열의 전달 경험 말하기
  - 뜨겁거나 차가운 고체를 만졌을 때의 느낌을 이야기하여 본다.
- [2] 고체에서 열의 전달 방향 관찰하기
  - 열원으로부터 열이 전달되는 모습을 관찰한다.
- [3] 고체에서 열의 전달 방법 이야기하기
  - 실험 결과를 통해 고체 상태의 물질에서 열이 전달되는 방법을 이해한다.

## 준비물

**모둠(개인):** 은박 접시 2개, 양초 1개, 접화기 1개, 알코올램프 1개, 집게 1개, 삼발이 1개, 장갑 1개, 보안경 1개, 쇠구슬 1개,

### ❖ 유의점

- 색 양초 등으로 눈에 잘 띄는 재료를 사용하는 것도 좋은 방법이다.
- 접화기를 사용하므로 안전사고에 유의한다.

## 학습 내용 및 활동

### | 수업을 위한 동기 유발 |

붕어빵을 사 먹으려고 기다리는 아이들을 함께 생각하며 열에 대하여 경험한 바를 이야기한다.

1. 아이들이 추운 날씨에 붕어빵을 사 먹으려고 기다린다. 만들어진 것이 몇 개 안 되어 기다리며 만드는 과정을 구경한다.
2. 아저씨가 뜨겁게 달군 붕어빵 틀에 밀가루 반죽을 넣자, 틀에 닿아 있는 걸 부분부터 익기 시작한다.
3. 아저씨가 다 만든 붕어빵을 바구니에 내놓자, 급하게 잡던 아이가 “앗! 뜨거워.” 하고 놀란다.
4. 조금 지난 뒤 붕어빵을 집은 다른 아이는 “안 뜨거운데…….” 하며 말한다.

### ❖ 유의점

- 자유롭게 이야기할 수 있도록 지도한다.
- 불꽃 → 밀가루 반죽 바깥 부분 → 밀가루 반죽 안쪽 부분의 순서로 열이 전달된다. 갓 구운 붕어빵은 뜨겁지만, 시간이 지나면서 뜨거운 붕어빵의 열이 차가운 바구니로 전달되어 붕어빵과 바구니의 온도가 비슷해지는 것을 수업 끝 부분에 다시 한 번 언급할 수 있다.

### [1] 고체에서 열의 전달 경험 말하기

#### ① 뜨겁거나 차가운 고체를 만졌을 때의 느낌을 이야기한다.

- 뜨거운 군고구마를 먹으려고 잡았을 때
- 뜨거운 차를 마시려고 컵을 들었을 때
- 차가운 아이스크림콘을 잡았을 때
- 시원한 팔빙수 그릇을 잡았을 때

② 일상생활에서 경험한 열이 전달되는 예를 생각하여 발표한다.

- 뜨거운 국이나 찌개에 담가 둔 숟가락
- 프라이팬 위의 뒤집개
- 따뜻한 손을 댄 차가운 문손잡이

[2] 고체에서 열의 전달 방향 관찰하기

① 두 개의 은박 접시 위에 촛농을 떨어뜨리도록 한다.

❖ 유의점

- 이때, 여러 개의 동심원에 비슷한 간격으로 떨어뜨리도록 지도한다.
- 촛농을 피부에 떨어뜨리지 않도록 주의한다.

② 알코올램프 위에 삼발이를 놓고 그 위에 은박 접시를 올려놓은 후, 한 부분을 가열한다.

❖ 유의점

- 은박 접시의 가운데 혹은 가장자리를 가열하면서 결과를 비교·관찰하도록 한다. 양초가 녹는 시간은 오래 걸리지 않으므로 은박 접시를 삼발이 위에 놓는 대신 집게로 들고 있어도 무방하다. 단, 가열하는 위치가 흔들리지 않도록 해야 한다.

③ 관찰 결과를 실험 관찰에 써 보고 발표한다.

❖ 유의점

- 은박 접시의 가운데 혹은 가장자리를 가열하였을 때 양초가 녹는 모습이 다르다고 느낄 수 있으나, 열원으로부터 가까운 곳에서 먼 곳으로 녹는 공통점을 찾을 수 있도록 한다.

[3] 고체에서 열의 전달 방법 이야기하기

① 고체에서 열이 전달되는 방향에 대한 관찰 결과를 일반화하여 이야기한다.

- 은박 접시 위의 촛농은 알코올램프에서 가까운 곳부터 먼 곳의 순서로 녹기 시작한다.
- 온도가 가장 높은 곳은 가열하는 곳이고, 온도가 가장 낮은 곳은 가열하는 곳에서 가장 먼 곳이다.
- 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 열이 전달된다.

② 전도의 개념을 설명하고 이해한다.

- 고체를 이루고 있는 물질을 통하여 열이 직접 전달되는 방법을 '전도'라고 한다.
- 불꽃 → 냄비 바닥 → 냄비 중간 부분 → 냄비 손잡이

❖ 유의점

- 초등학교 수준에서는 원자나 분자 등의 입자 개념이 도입되지 않은 상태이므로, 가급적 입자 개념으로 설명하지 않도록 주의한다.
- 열의 전도는 교과서 85쪽 '열의 전달 모습'에서 냄비의 일부분이 파란색에서 붉은색으로 변화되는 모습으로 표현하여 설명하였다.

③ 고체에서 열이 전도되는 예를 실생활에서 찾아 발표한다.

- 뜨거운 컵 → 차가운 손    • 뜨거운 손 → 차가운 컵    • 뜨거운 프라이팬 → 차가운 뒤집개

평가 문항

1

열이 잘 전달되지 않는 경우는 어느 것입니까? ( ① )

- ① 양손을 마주 잡을 경우
- ② 찬 음료를 마실 경우
- ③ 뜨거운 국에 숟가락을 담가 두었을 경우
- ④ 뜨거운 물이 든 컵을 공기 중에 놓아두었을 경우
- ⑤ 불이 켜진 가스레인지 위에 냄비를 올려놓았을 경우

2

열을 얻었을 때 일어날 수 있는 변화를 쓰시오.

( 녹는다, 늘어난다, 부드러워 진다, 등 )

3

손으로 잡고 먹는 아이스크림이 녹을 때 열을 잃는 것은 어느 것입니까? ( ③ )

- ① 손    ② 공기    ③ 손과 공기    ④ 아이스크림    ⑤ 아이스크림과 공기

자료실



1 열기처럼 냉기도 존재하나요?

열기에 대응하는 개념으로 냉기 또는 한기가 있다고 생각하는 경우가 많다. 그러나 찬 물체를 손으로 잡고 있을 때 물체가 차게 느껴지는 것은 물체의 냉기가 손으로 전해지는 것이 아니라 손에 있는 열이 물체에 전해지는 것이다.

생활 속에서 쓰이는 '보온병'은 온도를 유지한다는 점에서는 적절한 용어이나 '보온·보냉'은 적합한 용어가 아니다. 왜냐하면 '보냉'이라는 말은 냉기를 유지해 준다는 의미가 포함되므로 오개념의 대표적인 예라고 할 수 있다.

우리가 물체를 만졌을 때 느끼는 차고 따뜻한 감각은 열의 흐름에 따라 달라지는 것이다. 즉, 물체로부터 손으로 열이 이동하면 뜨겁게, 손으로부터 물체 쪽으로 열이 이동하면 차갑게 느낀다. 이때, 열의 흐름이 더 많

으면 더 차갑거나 더 뜨겁게 느낀다. 야외에 오랫동안 두어서 온도가 같아진 나무와 철봉을 만질 때, 손으로부터 철봉으로 전해지는 열량이 더 많기 때문에, 즉 철의 열전도율이 더 크기 때문에 철봉이 더 차갑게 느껴진다. 열이 얼마나 잘 전도되느냐를 보여 주는 물리량이 바로 열전도율이다.

우리는 종종 바닥에서 냉기가 올라오는 것처럼 느낀다. 이와 같이 차가움을 나타내는 무엇인가가 전해지는 것으로 생각할 때가 있다. 그러나 차가움의 실체는 존재하지 않는다. 열의 정체는 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 전해지는 에너지이다. 즉, 바닥에서 냉기가 올라오는 것이 아니라 내 엉덩이로부터 바닥으로 열에너지가 빠져나가고 있는 것이다.



2 / 10  
차시

# 어느 것이 먼저 뜨거워질까요?

교과서\_ 86~87쪽  
실험 관찰\_ 41쪽

- | 학습 목표 |**
1. 고체의 종류에 따라 열이 전달되는 빠르기가 다름을 말할 수 있다.
  2. 열이 전달되는 빠르기에 따라 쓰이는 곳이 달라짐을 이해할 수 있다.

**어느 것이 먼저 뜨거워질까요?**

뜨거운 음식을 만들 때 사용하는 프라이팬의 손잡이는 무엇으로 만들면 좋을까요? 여러 가지 고체에서 열이 전달되는 정도가 어떻게 다른지 알아봅시다.

고체에서 열이 전달되는 정도는 물질마다 다릅니다. 은, 구리, 철과 같은 금속은 열이 잘 전달되지만, 나무, 플라스틱, 분 등 금속이 아닌 물질은 열이 잘 전달되지 않습니다. 그래서 냄비나 프라이팬의 바닥 부분은 열이 잘 전달되는 금속으로 만들어 사용합니다. 손잡이 부분은 열이 잘 전달되지 않는 플라스틱이나 나무 등으로 만듭니다. 이 밖에도 물질마다 열이 전달되는 정도가 다른 성질을 이용한 생활용품들을 주변에서 많이 볼 수 있습니다.

**고체의 종류에 따라 열이 전달되는 정도**

**무엇이 필요할까요?**  
좁고 긴 구리판, 좁고 긴 유리판, 초콜릿, 알코올램프, 실험대, 집게, 장갑, 보안경

**어떻게 할까요?**

1. 좁고 긴 구리판과 유리판의 중간에 초콜릿을 한 개씩 놓습니다.
2. 구리판과 유리판을 실험대 위에 놓아줍니다.
3. 알코올램프를 두 한쪽 한쪽 끝 부분을 가열합니다.
4. 초콜릿이 녹기 시작하는 순간을 관찰합니다.  
- 어느 쪽의 초콜릿이 먼저 녹기 시작하나요?
5. 다른 친구들과 관찰 결과를 비교합니다. 꼭 실험을 통해 어떤 사실을 알 수 있는지 이야기해 봅시다.

**어느 것이 먼저 뜨거워질까요?**

뜨거운 음식을 만들 때 사용하는 프라이팬의 손잡이는 무엇으로 만들면 좋을까요? 여러 가지 고체에서 열이 전달되는 정도가 어떻게 다른지 알아봅시다.

고체에서 열이 전달되는 정도는 물질마다 다릅니다. 은, 구리, 철과 같은 금속은 열이 잘 전달되지만, 나무, 플라스틱, 분 등 금속이 아닌 물질은 열이 잘 전달되지 않습니다. 그래서 냄비나 프라이팬의 바닥 부분은 열이 잘 전달되는 금속으로 만들어 사용합니다. 손잡이 부분은 열이 잘 전달되지 않는 플라스틱이나 나무 등으로 만듭니다. 이 밖에도 물질마다 열이 전달되는 정도가 다른 성질을 이용한 생활용품들을 주변에서 많이 볼 수 있습니다.

**고체의 종류에 따라 열이 전달되는 정도**

**1 초콜릿이 녹는 모습을 그림이나 글로 나타내어 봅시다.**

**2 다른 친구들과 관찰 결과를 비교하여 봅시다.**

**3 이 실험을 통하여 알 수 있는 사실을 써 봅시다.**

## 수업의 흐름

- [1] 유리판과 구리판에서 열의 전달 빠르기 관찰하기
  - 유리판과 구리판에서 열의 전달 빠르기가 다름을 안다.
- [2] 여러 가지 고체에서 열의 전달 빠르기 비교하기
  - 열이 잘 전달되는 고체와 그렇지 않은 고체가 있음을 비교하여 안다.
- [3] 생활 속에 적용된 예 찾기
  - 고체의 열전도율 차이에 따라 이용되는 예를 찾아 설명한다.

## 준비물

**모둠(개인):** 좁고 긴 유리판 1개, 좁고 긴 구리판 1개, 알코올램프 1개, 초콜릿 2개, 삼발이 1개, 집게 1개, 장갑 1개, 보안경 1개, 집게 1개

- ※ 유의점**
- 초콜릿은 일정한 크기와 자르기 쉬운 것으로, 상온에서 보관하여야 활동하기 좋다.
  - 초콜릿 대신 버터나 양초 등으로 대체하여도 된다.
  - 유리판과 구리판은 2mm 굵기에 2×20cm 크기 정도로 물질 종류 이외의 조건을 동일하게 하는 것이 실험 결과를 이야기하기 좋다.

## 학습 내용 및 활동

**| 수업을 위한 동기 유발 |**

라면을 냄비에 끓여 먹을 때와 컵라면으로 먹을 때, 또는 뜨거운 음식을 먹을 때 쇠로 된 젓가락을 사용할 때와 나무젓가락을 사용할 때의 느낌이 어떠하였는지 이야기를 나눈다.

- ※ 유의점**
- 뜨거운 냄비에 손이 닿았을 때 어떻게 해결하였는지도 함께 발표하게 한다.

## [1] 유리판과 구리판에서 열의 전달 빠르기 관찰하기

1. 동일한 조건의 유리판과 구리판에 같은 크기의 초콜릿을 한 개씩 놓고 끝부분을 가열한다.
  - ※ 유의점
    - 유리판과 구리판의 중간 부분에 초콜릿을 놓는다. 초콜릿이 불꽃에 닿으면 제품에 따라 타는 경우가 생길 수 있다.
2. 유리판과 구리판에서 초콜릿이 녹기 시작하는 순간을 비교해 본다.
  - 구리판에서 먼저 녹기 시작한다.
  - ※ 유의점
    - 판에 올려놓은 초콜릿이 전부 다 녹는 것이 아니라 가까운 부분의 초콜릿이 물렁해지는 모습을 관찰하면 된다.
    - 금속판이 과열되면 초콜릿이 타는 경우가 생기므로 너무 오래 가열하지 않도록 한다. 또한, 유리판이 깨지는 경우가 생길 수 있으므로 가능한 내열 강화 유리를 사용하고 오래 가열하지 않는다.



### ③ 관찰 결과를 실험 관찰에 쓰고 발표한다.

- 구리판에서 초콜릿이 더 빨리 녹기 시작한다.      • 구리판에 열이 더 빠르게 전달된다.
- 구리판과 유리판에서 열이 전달되는 빠르기가 다르다.

## [2] 여러 가지 고체에서 열의 전달 빠르기 비교하기

### ① 여러 가지 고체에서 열이 전달되는 빠르기에 대한 관찰 결과를 일반화하여 이야기한다.

- 고체를 이루는 물질에 따라 열이 전달되는 빠르기가 다르다.
- 금속이 아닌 고체보다 금속에서 열이 더 빠르게 전달된다.

#### ❖ 유의점

- 알루미늄, 구리, 철, 유리 등 종류를 다양하게 할 수도 있지만 여기서 얻어야 하는 결과는 전달되는 빠르기를 비교하는 것보다는 빠르기에 차이가 있다는 사실이므로 무리할 필요는 없다. 금속과 금속이 아닌 것을 비교하는 실험 정도면 충분하다.

### ② 교과서의 뜨거운 국 냄비에 담긴 여러 가지 재질의 국자 사진을 보고 이야기한다.

- 금속으로 만들어진 국자가 먼저 뜨거워질 것이다.
- 손으로 잡아 보았을 때 나무, 플라스틱, 금속 국자가 뜨거워진 정도에 차이가 있을 것이다.
- 국자의 재질에 따라 열이 전달되는 빠르기가 다르다.

## [3] 생활 속에 적용된 예 찾기

### ① 고체에서 열이 전달되는 빠르기의 차이를 이용한 예를 실생활에서 찾아 발표한다.

- 냄비나 프라이팬의 바닥은 열이 잘 전달되는 금속인 대신 손잡이는 열이 잘 전달되지 않는 플라스틱으로 되어 있다.
- 오븐에 넣는 빵 굽는 쟁반은 열이 잘 전달되는 금속이지만 꺼낼 때 사용하는 장갑은 열이 잘 전달되지 않도록 두꺼운 천으로 되어 있다.

## 평가 문항

1 프라이팬 옆면이 금속으로 만들어진 가장 중요한 까닭은 무엇입니까? ( ③ )

- ① 잘 부서지기 쉬우므로                      ② 세척하기 쉬우므로
- ③ 열이 잘 전달되므로                      ④ 불꽃과 닿는 곳이므로
- ⑤ 여러 모양으로 만들기 쉬우므로

2 따뜻한 국에 숟가락을 담가 두면 숟가락이 따뜻해지는 까닭은 무엇입니까? ( ⑤ )

- ① 주위 공기가 따뜻하기 때문에
- ② 따뜻한 손으로 잡고 있기 때문에
- ③ 김이 숟가락을 따라서 전달되기 때문에
- ④ 국물이 숟가락을 따라서 전달되기 때문에
- ⑤ 따뜻한 국의 열이 숟가락을 따라서 전달되기 때문에

## 1 왜 찌개를 끓일 때 뚝배기를 사용할까요?

뚝배기는 우리 조상들이 찌개 등을 끓일 때 쓰던 그릇이다. 이것은 흙으로 만들어졌는데, 쇠로 만든 냄비처럼 빨리 끓지 않지만 일단 뜨거워진 음식은 쉽게 식지 않는다. 쇠로 만든 냄비보다 흙으로 만든 뚝배기는 열을 천천히 전달하기 때문이다. 그래서 여러 가지 종류의 찌개나 설렁탕 같은 음식을 담아서 뜨겁게 먹는

데에 적당하다. 뚝배기는 지금도 널리 사용되고 있다. 요즈음 고기를 구워 먹을 때 돌판을 사용하기도 하는데, 이것도 뚝배기와 비슷한 원리이다. 돌판은 쇠로 만든 프라이팬보다 열을 천천히 전달해서 천천히 뜨거워지며 천천히 식는다.



뚝배기

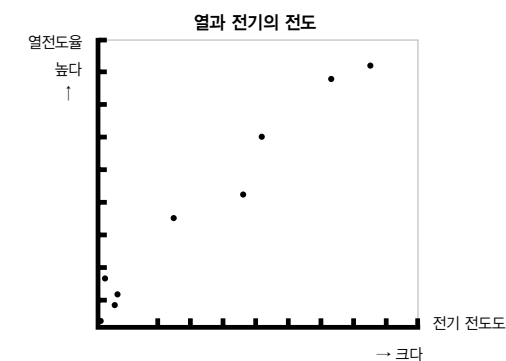


돌판

## 2 전기가 잘 통하는 물질이 열도 잘 전달하나요?

전기 전도도는 어떤 물질이 전류를 얼마나 잘 통하는가를 나타내는 양으로 저항과 반대의 개념이다.

오른쪽 그림은 전기 전도도에 따른 열전도율을 나타낸 그래프이다. 그래프에서는 전기가 잘 통할수록 열도 잘 통한다는 것을 보여 주고 있다. 금속이 전기가 잘 통하는 것은 자유 전자를 가지고 있기 때문인데, 금속이 열도 잘 전달하는 것으로 보아 열의 전달에도 자유 전자가 관여한다는 것을 알 수 있다.





교과서 88~89쪽

[ 생활 속의 과학 ]

# 눈으로 보는 열의 전달

과학 이야기 활용 방법



열의 전달 상태를 쉽게 알아볼 수 있는 기구들이나 열이 전달되면서 일어나는 변화들을 활용한 상품들이 생활 속 여러 곳에서 사용되고 있다. 과학 이야기에서는 이러한 기구들이나 상품들을 소개하였다. 학생들이 열의 전달 현상을 생활과 관련지어 생각할 수 있게 안내하고, 흥미로운 기구나 상품들의 소개를 통하여 학생들이 열의 전달에 대해 관심을 가지게 하는 데 목적이 있다. 실제로 해당 기구나 상품을 학생들에게 보여 줄 수 있다면 더욱 효과적인 지도가 가능할 것이다.

심화 정보

맥주병이 차갑거나 프라이팬이 뜨거워지면 숨어 있던 표시가 나타나고, 컵에 뜨거운 커피를 따르면 마술처럼 사랑의 메시지가 드러난다. 얇은 플라스틱 조각을 이마에 대면 체온이 숫자로 표시되기도 하고, 입고 있는 옷에 손을 대면 옷의 색깔이 변하기도 한다. 낮은 온도에서 선명한 파란색을 나타내는 굴 포장지도 있다. 이들은 대부분 온도에 따라 색이 달라지는 시온(示溫) 잉크를 사용한 것이다.

모든 물질은 고유한 색을 가지고 있다. 물질을 구성하는 분자가 우리 눈에 보이는 가시광선 중에서 일부를 흡수하고 나머지를 반사하기 때문이다. 가시광선을 모두 흡수하는 물질은 검은 색으로 보이고, 모두 반사하는 물질은 흰색으로 보인다. 가시광선을 전혀 흡수하지 않고 통과시켜 버리는 물질은 투명하게 보인다.



온도와 색의 마술사, 시온(示溫) 잉크



온도를 색으로 보여 주는 포장지

분자가 어떤 색의 빛을 흡수하는지는 분자를 둘러싸고 있는 전자들의 분포 특성에 의해서 결정된다. 대부분의 경우에는 분자를 구성하는 원자들의 공간적인 배열에 따라서 전자의 분포 특성이 크게 달라진다. 그래서 분자의 모양이 변하지 않으면 전자의 분포 특성도 달라지지 않고, 색깔도 변하지 않는다. 붉은색 물감은 언제나 붉게 보이고, 푸른색 물감은 언제나 푸른색으로 보이게 된다는 뜻이다.

그러나 모든 물질이 변하지 않는 분자 구조를 가지고 있는 것은 아니다. 주변의 상황에 따라서 전자의 분포 특성이 크게 달라지는 분자들도 있다. 고체 결정에서 원자 핵들의 배열이 달라지거나, 수용액의 수소 이온 농도가 변하기도 한다. 또 원래 붙어 있던 물 분자가 떨어져 나가거나 반대로 물 분자가 달라붙기도 한다. 이러한 변화는 물질의 색깔도 변화하게 한다. 과자 봉지에 들어 있는 방습제(防濕劑)가 수분을 충분히 흡수하면 푸른색으로 바뀌는 것이 그런 현상을 이용한 것이다.

시온 잉크는 온도에 따라 색깔이 변하는 물질이다. 온도에 따라 분자의 구조, 물 분자의 결합 정도, 분자들의 배열 방법과 전자의 분포 특성이 달라지면서 고유한 색깔도 달라진다. 원래의 온도로 되돌아오면 본래의 색깔을 되찾는 경우도 있고, 한번 색깔이 변하면 다시 본래의 색으로 돌아오지 않는 경우도 있다. 분자의 구조가 본래의 모습으로 되돌아올 수도 있고, 그렇지 않을 수도 있

기 때문이다.

온도에 따라 색깔이 변하는 물질은 1940년대에 처음 개발되었고, 제2차 세계대전 이후에 독일에서 본격적으로 상업적으로 판매되기 시작했다. 초기에는 주로 중금속 이온의 화합물이 이용됐다. 요즘은 고체와 액체의 중간 성질을 가지고 있는 액정이 주로 이용된다. 온도에 따라 막대 모양의 액정 분자들의 배열이 달라지면서 빛이 통과하는 특성이 달라지는 현상을 이용한 것이다. 1970년대부터는 전자를 주고받는 특성이 크게 다른 두 종류의 극성 화합물의 혼합물을 이용한 시온 잉크도 개발되기 시작했다.

시온 잉크의 용도는 다양하다. 컵이나 펜던트와 같은 장식품이나 편리한 온도계로 이용되기도 하고, 맥주병이나 캔에 붙여 시원한 정도를 알려 주기도 한다. 또, 기계의 복잡한 구조 때문에 온도계를 사용하기 어려운 곳에도 간단하게 사용할 수 있다. 그래서 대용량 전기 장치에서 전동기, 변압기, 저항, 스위치, 또는 도선의 접촉 부위 등이 안전 기준 이상으로 과열되면 생기는 문제를 예방하는 목적으로 활용된다. 과일 기능성이 높은 곳에 시온 잉크를 이용하면 위험을 미리 알려 주는 수단이 되기 때문이다.

자료: 이덕환, '과학 에세이'에서 발췌 ([http://chemistry.sogang.ac.kr/~duckhwan/essay/digitaltimes/Times\\_76.htm](http://chemistry.sogang.ac.kr/~duckhwan/essay/digitaltimes/Times_76.htm))