



중단원 도입부

이 단원의 도입 부분은 추운 밖에서 들어오는 아이들과 햇빛이 비치는 창이 있는 집 안에서 보일러를 틀고 따뜻한 차를 준비하는 엄마가 대화하는 장면이다. 따뜻한 차와 난방기 위로 따뜻해진 공기가 올라가면서 대류에 의해 열이 전달되고, 햇빛에서 복사에 의해 열이 전달되는 장면을 이야기할 수 있다. 겨울철 집 안을 따뜻하게 해야 하는 상황을 제시하여 액체와 기체 상태의 물질에서 대류, 빛에서 복사에 대한 개념을 얻게 될 것임을 암시해 준다.

핵심 질문

★ 물은 어떻게 데워질까요?

찬 물에 열을 가하면 따뜻한 물이 위로 올라가고, 위에 있던 차가운 물이 아래로 내려오는 순환이 계속되면서 전체의 온도가 높아진다.

★ 난방기를 틀면 집 안이 왜 따뜻해질까요?

난방기를 틀면 따뜻한 공기가 위로 올라가고, 위에 있던 차가운 공기가 아래로 내려오는 순환이 계속되면서 전체의 온도가 높아진다.

학습 용어

- ▣ **대류:** 액체나 기체 상태에서 가열된 물질이 직접 이동하여 열이 전달되는 방법.
- ▣ **복사:** 빛이 열을 전달하는 방법.

배경 지식



1. 대류

대류는 액체나 기체처럼 자유롭게 움직일 수 있는 유체에서 열이 전달되는 방식이다. 액체나 기체 상태의 물질이 있을 때 부분적으로 가열하면 가열된 부분의 부피가 팽창하면서 상대적으로 밀도가 작아져 위로 올라가고, 위에 있던 차갑고 밀도가 큰 부분의 유체는 내려온다. 열원으로부터 계속 열이 공급되면 이런 과정을 되풀이하면서 액체나 기체의 전체가 고르게 따뜻해진다. 이런 식으로 가열된 물질이 직접 이동하여 열을 전달하는 방식을 ‘대류’라고 한다.

액체나 기체는 대부분 대류에 의해 열이 전달되지만, 전도가 전혀 일어나지 않는 것은 아니다. 유체의 경우 대개 열전도율이 작으므로 전도에 의한 열 전달 효과가 작을 뿐이다. 작게는 물이 끓는 주전자 안이나 난로를 켜 집 안에서 대류가 일어나는 예를 찾을 수 있다. 크게는 대기와 바닷물의 대류 현상을 찾아볼 수 있다. 대류는 지구 상에서 일어나는 각종 기상 현상의 가장 중요한 원인이다.

2. 복사

물체를 구성하는 입자들이 높은 에너지 상태가 되어 전자기파를 방출하는 것을 ‘복사’라고 한다. 이 전자기파가 다른 물체에 흡수되어 열로 변할 경우 그 에너지를 ‘복사열’이라고 한다. 모든 물체는 다양한 파장의 전자기파, 즉 빛의 형태로 복사열을 내놓기도 하고 흡수하기도 한다. 태양을 비롯한 별(항성)처럼 스스로 타면서 높은 온도를 유지하는 경우 눈에 보이는 빛(가시광선)과 함께 열을 많이 내놓는다. 촛불이나 난로의 불꽃, 전구의 불빛 근처에서 뜨거움을 느끼는 것은 복사에 의한 열 전달의 예이다. 태양에 비하면 아주 온도가 낮은 사람의 경우도 복사열을 내놓는다. 그러나 눈에 보이지 않는 빛(적외선 등)에 의한다. 추운 겨울날 사람이 많이 모인 곳에서 온기를 느끼는 것은 사람의 몸에서 나오는 복사열 때문이다.

전자기파는 전달해 주는 물질(매질)이 없이도 이동한다. 즉, 물질이 없는 진공 상태의 우주에서도 빛의 속도로 열이 전달된다. 또한, 복사열은 매끄러운 표면에서는 대부분 반사되고 검은색 표면에서는 대부분 흡수된다.

3. 태양

지구 상의 모든 에너지의 근원은 태양이다. 태양은 지름 140만km, 지구 질량의 약 33만 배나 되는 거대한 항성이다. 태양은 질량의 73%가 수소, 25%가 헬륨으로 이루어진 기체 덩어리이다. 특히 태양 중심으로부터 반지름의 약 23% 정도 되는 공간은 매초 약 500만 톤의 수소의 핵들이 헬륨으로 바뀌는 핵융합 반응을 통해 $3.9 \times 10^{23} \text{ kW}$ 의 에너지를 방출하고 있다.

복사에 의해 지구 상에 전달된 태양 에너지는 식물의 광합성 작용을 통해 지구 상 모든 생물들의 삶의 원천이 되고, 대류와 기상 현상 등의 각종 지구 상의 변화를 일으킨다. 우리가 많이 사용하고 있는 화석 연료도 태양 에너지가 누적된 결과라고 할 수 있다.

3 / 10
차시

교과서_ 92~93쪽
실험 관찰_ 42~43쪽

물은 어떻게 데워질까요?

- | 학습 목표 | 1. 물이 든 시험관을 가열할 때 물의 움직임을 설명할 수 있다.
2. 물에서 열이 전달되는 방법을 추리할 수 있다.

92

물은 어떻게 데워질까요?

주변자에 물을 넣고 끓일 때를 생각해 봅시다. 끓어 있는 곳은 주변의 바깥쪽이 아닌 시간이 지나면 물 전체가 데워집니다. 물에서는 열이 어떻게 전달되는지 알아봅시다.

무엇이 필요할까요?

시험관, 물, 스탠드, 시험관 집게, 집게, 불꽃, 온도계, 약수, 약수, 약수, 약수

어떻게 할까요?

1. 시험관을 물을 충분히 담습니다.
2. 시험관을 물을 담고, 중간 부분을 가열하면 물의 움직임을 관찰해 봅시다.
3. 물의 움직임을 어떻게 관찰할까요?
- 물의 움직임을 어떻게 관찰할까요?
4. 시험관의 바닥 부분을 가열하면서 물의 움직임을 관찰해 봅시다.
5. 가열하는 시험관의 위치를 따라 물의 움직임을 어떻게 달라지는지 지켜봐 봅시다.

생각해 볼까요?

- 물에서 열이 어떻게 전달되는지 물의 움직임을 설명해 봅시다.
- 온도를 측정하는 방법을 생각해 봅시다. 열을 측정할 때 물과 접촉하는 부분을 한 다음, 가열한 부분을 가열한다면 어떻게 될까요? 왜 그렇게 생각하는지 써 봅시다.

93

2 따뜻한 우리 집

가열된 물의 움직임

1. 시험관의 중간 부분을 가열하면서 물의 움직임을 관찰해 봅시다.
- 물의 움직임을 어떻게 관찰할까요? 그림이나 글로 나타내어 봅시다.

예상	결과
• 물은 가열하는 중간 부분에서 움직임을 보일 것입니다. 물	• 가열된 물이 위로 올라가고 위에 있던 차가운 물이 아래로 내려오기 때문에 가열하는 중간 부분에서 물의 움직임이 일어납니다. 물

2. 시험관의 바닥을 가열하면서 물의 움직임을 관찰해 봅시다.
- 물의 움직임을 어떻게 관찰할까요? 그림이나 글로 나타내어 봅시다.

예상	결과
• 물은 가열하는 바닥 부분에서 움직임을 보일 것입니다. 물	• 가열된 물이 위로 올라가고 위에 있던 차가운 물이 아래로 내려오기 때문에 가열하는 바닥 부분에서 물의 움직임이 일어납니다. 물

42

생각해 볼까요?

▶ 물에서 열이 어떻게 전달되는지 물의 움직임을 설명해 봅시다.

- 가열된 물이 위로 올라가고 위에 있던 차가운 물이 아래로 내려오기 때문에 가열하는 중간 부분에서 물의 움직임이 일어납니다. 물

▶ 다음 그림과 같은 실험을 한다면 어떤 결과가 나올지 예상해 봅시다.

• 열을 시험관의 물 위쪽과 아래쪽에 넣습니다.	• 시험관 중간 부분을 가열합니다.
----------------------------	---------------------

▶ 열은 어떻게 될까요?

- 위쪽 열을 먼저 넣을 것 같다.

▶ 위와 같은 결과를 예상한 이유는 무엇일까요?

- 가열된 물이 위로 올라가고 위에 있던 차가운 물이 아래로 내려오기 때문에 가열하는 바닥 부분에서 물의 움직임이 일어납니다. 물

43

수업의 흐름

- [1] 물을 데워 본 경험 나누기
 - 물을 끓이거나 데워 본 경험에 대하여 발표한다.
- [2] 물이 든 시험관 가열하기
 - 물과 톱밥이 들어 있는 시험관을 가열하며 관찰한다.
- [3] 물의 움직임 해석하기
 - 톱밥의 움직임에서 액체의 대류 현상을 이해한다.
- [4] 물이 데워지는 과정 이해하기
 - 물과 얼음이 들어 있는 시험관을 가열할 경우, 어떤 변화가 일어날지 그 결과를 추리한다.

준비물

모둠(개인): 시험관 1개, 톱밥 약간, 물, 알코올램프 1개, 집화기 1개, 보안경 1개, 스탠드 1개, 스탠드 집게 1개, 약수가락 1개, 장갑 1개

유의점

- 톱밥은 크기가 작고 고르며 가벼운 것이면 된다.
- 시험관은 최대한 큰 것으로 고른다.

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

학생들에게 삽화를 보여 주고, 마지막 장면을 예상하여 보게 한다.

1. 새벽에 수영장 물속에 들어가다가 “앗, 차가워!”, “어제는 이렇게 차갑지 않았는데…….”

2. “이리 와 봐. 바닥에서 따뜻한 물이 올라와.”

3. 밖에 있던 동생이 들어다보며 “정말! 따뜻한 물이 풍풍 솟네. 그러면 어떻게 되는데?”

- 전체가 따뜻해진다.
- 찬물과 따뜻한 물이 섞인다.
- 나중에는 온도가 일정해질 것이다.
- 전체 물을 데우기에는 너무 적은 양이다.

❖ 유의점 • 다양한 이야기가 자유롭게 오가도록 한다.

[1] 물을 데워 본 경험 나누기

① 실생활에서 물을 데워 본 경험을 이야기한다.

- 주전자에 물을 끓이는 경우
- 국이나 라면을 끓이는 경우
- 한약을 달이는 경우
- 아기를 목욕시키며 물이 식지 않게 따뜻한 물을 가끔 붓는 경우

[2] 물이 든 시험관 가열하기

① 시험관에 물과 톱밥을 넣고 중간 부분을 가열하며 관찰한다.

- 불꽃이 닿는 중간보다 위쪽의 물에서 톱밥이 위아래로 움직인다.
- 가열되는 부분보다 위쪽으로 물이 움직인다.



1 물체를 가열하면 질량이 증가하나요?

물체를 가열한다는 것은 글자 그대로 ‘물체에 열을 가한다.’는 뜻이다. 그러면 물체가 열을 받아들였을 때 물체의 질량은 받아들인 열의 양만큼 증가하는 것일까? 열의 본성은 무엇일까?

열 현상은 아주 오래전부터 인간 생활과 밀접한 관계를 가지고 있었지만 열에 관한 과학적 연구의 역사는 그다지 깊지 않다. 17세기의 과학자들은 열을 하나의 물질로 이해했다. 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 열이 이동하는 것을 어떠한 물질이 흘러가는 것으로 생각했고, 이것을 일종의 원소로 생각하여 ‘열소(熱素; caloric)’라고 하였다. 라부아지에는 그의 주기율표에 이 열소를 포함시켰으며, 19세기까지 200년간은 대부분의 학자들이 열을 물질로 알고 있었다.

그러나 1798년 군인이자 과학자인 럼퍼드가 대포의 포신을 뚫는 작업을 하다 새로운 사실을 발견하였다. 마찰에 의한 열이 끊임없이 발생한다는 것이다. 물질이 끊임없이 만들어질 수는 없으므로 여기서 모순이 생겼다. 하지만 열이 물질이라는 생각은 아직도 대부분 과학자들의 지지를 받고 있었다. 1840년 줄이 실험을 통해 열이 에너지의 한 형태임을 밝히고 나서야 비로소 열이 물질이라는 주장이 쇠퇴하기 시작하였다.

열은 에너지의 한 형태이다. 물체를 가열한다는 말은 곧 에너지를 제공한다는 뜻이 된다. 물체를 가열하면 물체의 온도가 증가하기도 하고 고체에서 액체, 액체에서 기체로 그 상태가 변화하기도 한다. 물체의 온도는 곧 분자 운동 에너지의 척도이다. 분자들의 운동이 활발해질 때 외부에서는 온도가 증가하는 것으로 관찰된다. 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 열이 이동

하는 과정은 활발하게 운동하는 분자가 그 옆의 덜 활발한 분자에게 자신의 운동 에너지를 나누어 주는 과정이다.

분자들의 운동이 완전히 정지하는 것은 어느 때일까? 섭씨 약 -273°C 로, 더 이상 온도는 낮아지지 않는다. 물체를 가열하면 온도가 계속 높아지다가 더 이상 온도가 높아지지 않는 순간이 있다. 가해 주는 열에너지가 물질의 상태를 변화시키는 데에 사용되기 때문이다. 고체에서 액체로 변할 때는 가해 준 열에너지가 고체 상태의 독특한 결정 구조를 흐트러 놓는 데에 사용되며, 액체에서 기체로 변할 때는 위치 에너지를 증가시키는 데에 사용된다.

물체의 온도는 반드시 가열, 즉 열의 이동에 의해서만 높아지는 것은 아니다. 고체를 마찰시키거나 기체를 갑자기 압축시켜도 온도는 올라간다. 이처럼 열과 역학적인 일이 물체의 온도를 높이는 데에 똑같은 역할을 한다는 것은 열이 에너지의 한 가지 형태에 불과하다는 것을 말하여 준다. 거꾸로 생각하여 물체가 열을 가지고 있다는 것은 단지 열을 다른 물체에 제공할 수 있다는 것 외에 역학적인 일을 할 수 있음을 의미한다. 적절한 방법을 사용하면 열을 일로 변환시킬 수 있는데, 그 예로 증기 기관이나 디젤, 가솔린 기관 등이 있다.

그러나 역학적 일은 전부 열로 바꿀 수 있는 반면, 열은 전부 일로 바꿀 수는 없다. 물체의 속력(운동 에너지)이 증가하더라도 물체의 질량이 증가하지 않는 것과 마찬가지로 물체가 열에너지를 받아들여 온도가 높아지더라도 질량은 증가하지 않는다.

❖ 유의점

- 톱밥은 아주 적게 넣어야 움직임을 관찰하기 좋다.
- 시험관의 물이 가열되면 갑자기 넘칠 수 있으므로 주의해야 한다.

② 물과 톱밥을 넣은 시험관의 바닥 부분을 가열하며 관찰하게 한다.

- 불꽃이 닿는 바닥보다 위쪽의 물에서 톱밥이 위아래로 움직인다.
- 시험관의 중간부분을 가열할 때보다 톱밥이 움직이는 공간이 늘어났다.
- 가열되는 부분보다 위쪽으로 물이 움직인다.

❖ 유의점

- 톱밥을 물에 넣으면 처음에는 물에 뜨나 잠시 후 물이 스며들어 무거워지면 가라앉는다. 이후 가열되면서 팽창해진 물이 올라가고 가벼운 톱밥도 따라 움직이게 된다.
- 실험 관찰에 쓴 관찰 결과에 대하여 발표하게 한다.

[3] 물의 움직임 해석하기

① 물에서 열이 어떻게 전달되는지 톱밥의 움직임으로 설명한다.

- 가열하는 위치보다 위쪽에서 톱밥이 위아래로 움직인다.
- 가열하는 위치보다 위쪽으로 물이 직접 움직여서 열이 전달된다.
- 따뜻해진 물이 위로 올라가서 열을 전달한다.

❖ 유의점

- 물로 대표되는 액체에서의 열 전달 방법이 고체에서의 전도와 다르다는 것을 이해하도록 한다.
- 고체에서는 물질 입자가 움직이지 않고 열에너지만을 전달하지만, 액체에서는 열에너지에 의해 흥분된 물질 입자가 직접 위쪽으로 움직여 열을 전달하게 된다.

[4] 물이 데워지는 과정 이해하기

① 시험관의 위쪽과 아래쪽에 얼음이 있게 하고 중간 부분을 가열하는 교과서 사진을 보여 주고 결과를 예상해 본다.

- 위쪽의 얼음이 먼저 녹는다.
- 위쪽의 물이 먼저 데워지고 끓는다.
- 아래쪽의 얼음이 나중에 녹는다.

◆ 유의점

- 나중에는 시험관 전체의 물 온도가 같아지게 된다. 그러나 처음에는 대류에 의해 위쪽의 물이 먼저 데워지고 끓게 되어 얼음도 먼저 녹는다는 것을 예상할 수 있게 한다.
- 사진을 보고 결과를 예상하여 보는 단계이나 시간을 내어 실제로 실험해 볼 수도 있다. 그러면 얼음을 가라앉히기 위하여 철사로 묶거나 돌을 넣어 얼리는 등의 조작을 해야 한다.

평가 문항

1 물이 담겨 있는 냄비 바닥을 가열하면 물 전체가 따뜻해지는 까닭을 모두 고르시오. (②, ③, ⑤)

- ① 가열된 물의 부피가 줄어든다. ② 열이 물을 통해 이동한다.
③ 열이 냄비를 따라 전달된다. ④ 불꽃과 냄비 바닥이 직접 닿지 않는다.
⑤ 가열된 물이 돌면서 열을 전달한다.

4

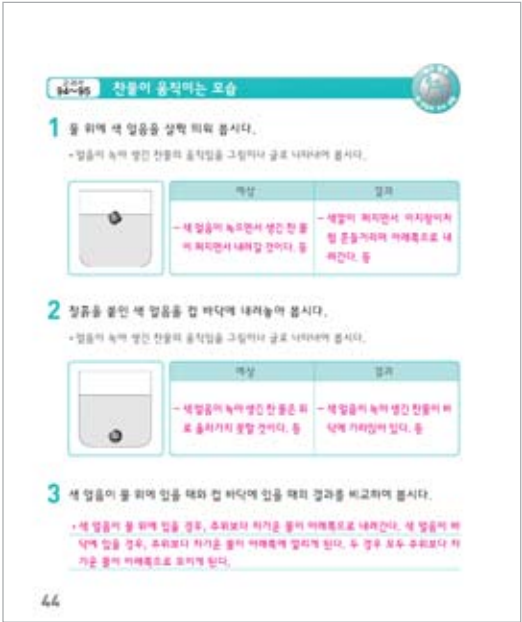
10

차시

교과서_ 94~95쪽
실험 관찰_ 44쪽

액체에서 열은 어떻게 전달될까요?

- | 학습 목표 |
1. 주위보다 온도가 낮은 물의 움직임을 확인할 수 있다.
2. 액체에서 열이 전달되는 방법을 설명할 수 있다.



수업의 흐름

[2] 대류 개념 이해하기

- 액체 속에서 일어나는 대류 현상의 원인을 알고 개념을 이해한다.

[2] 찬물의 움직임 알아보기

- 온도 차에 따른 액체의 밀도로 대류의 원인을 알아본다.

준비물

모둠(개인): 투명한 컵 2개, 물(컵 2개, $\frac{2}{3}$ 분량), 색 얼음 2조각, 찰흙 한 덩어리

❖ 유의점

- 컵 대신 수조를 사용할 수 있다.
- 색 얼음은 색깔이 진하게 나올 수 있도록 수성 물감이나 식용 색소를 넣어 하루 전에 미리 얼려 둔다.
- 찰흙 대신 지점토나 철사 등을 사용할 수도 있고 돌이나 구슬, 와셔를 넣어 물을 얼릴 수도 있다. 얼음이 무거워져 가라앉게 되고, 막혀 있지 않아 녹으면서 퍼지는 상태를 만들어 주기만 하면 된다.
- 얼음과 무거운 물체를 고무줄로 묶어 주면 얼음이 녹으면서 작아져 무거운 물체에서 빠져나와 물 위로 떠오르는 일을 방지할 수 있다. 투명한 플라스틱 집게가 있다면 고무줄과 무거운 물체의 역할을 동시에 해 줄 수 있어 편리하다.
- 상온의 물을 사용한다.

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

따뜻한 물이 차가운 물에서 퍼지는 사진을 보여 주며 이야기를 나눈다.

- 병 속의 붉은색이 따뜻한 물이다.
- 병 입구로 나온 물이 병을 따라 아래로 내려가지 않고 위로 올라간다.
- 따뜻한 물은 위로 올라간다.
- 따뜻한 물이 찬물의 위쪽에서 퍼진 후 아래쪽으로 내려오고 있다.
- 자유롭게 이야기가 오가는 가운데 자연스럽게 열과 관련된 개념이 나오도록 유도한다.



따뜻한 물이 찬 물에서 퍼지는 모습

[1] 대류 개념 이해하기

① 대류의 개념을 설명하고 이해한다.

- 액체를 이루고 있는 물질이 직접 이동하여 열이 전달되는 방법을 대류라고 한다.
- 가열하여 따뜻해진 액체가 위로 올라가면서 열을 전달한다.
- 위쪽의 차가운 액체는 아래쪽으로 내려오게 된다.
- 물의 순환이 계속되면서 열이 전체 공간으로 전달된다.

❖ 유의점

- 대류가 일어나는 원인으로 온도에 따른 밀도 차이를 들 수 있다. 같은 물이라도 열이 가해지면 에너지가 커진 입자의 운동이 활발해져서 입자 간 거리가 멀어지게 된다. 부피가 커지고 밀도가 작아져 주위의 차가운 물보다 상대적으로 가벼워져서 위로 올라가게 되는 것이다. 위에 있던 차가운 물은 상대적으로 무거워져서 내려오게 된다. 이러한 순환이 계속되면서 열이 전체 공간에 전달된다.
- 초등학교 수준에서 입자나 밀도 개념을 직접적으로 다루는 대신 따뜻해진 액체가 주위보다 가벼워져서 위로 올라간다는 정도로 간단히 설명한다.



1 해류와 바람은 대류에 의한 것인가요?

지구를 덮고 있는 바닷물이 모두 같은 온도는 아니다. 태양열을 많이 받는 적도 부근의 바닷물은 온도가 높고 반대로 극지방의 바닷물의 온도는 낮다. 그래서 바닷물의 표면에 흐름이 생긴다. 따뜻한 바닷물은 적도 부근에서 극지방으로 흐르면서 물의 온도를 바꾸고 날씨의 변화나 어류의 생활에도 영향을 준다.

우리 주위의 공기에서도 대류가 일어난다. 바로 바람이다. 바다와 육지 사이에 부는 바람이나 산과 평지 사이에 부는 바람은 온도 차 때문에 일어난다. 따뜻한 공기가 가벼워져서 위로 올라가고 차가운 공기가 그 자리로 들어오면서 바람이 된다. 그래서 햇빛에 땅이 더 빨리 뜨거워지는 낮에는 바다에서 육지 쪽으로 바람이 불고, 밤에는 반대 방향으로 바람이 분다.



바닷물의 대류(해류)

큰 규모의 대류도 있다. 바로 계절풍이다. 계절풍은 대륙과 바다 사이의 온도 차 때문에 발생한다. 즉, 여름에는 바다에 비해 육지가 더 따뜻해지고 겨울에는 더 차가워지기 때문에 1년 동안 바람의 방향이 반대가 된다.



바다와 육지 사이의 대류



공기의 대류

2 액체에서 대류 현상이 일어나는 예를 실생활에서 찾아 발표한다.

- 목욕물을 데울 때
- 보일러 속의 물을 데울 때
- 물이나 차, 국을 끓일 때

[2] 찬물의 움직임 알아보기

1 투명한 컵 안의 물에 색 얼음을 띄우고 관찰한다.

- 색깔이 퍼지면서 아지랑이처럼 아래쪽으로 내려간다.
- 얼음이 녹아 생긴 물은 컵 안의 물보다 차다.
- 주위보다 온도가 낮은 물이 아래쪽으로 내려간다.

❖ 유의점

- 따뜻한 물에 얼음을 넣으면 너무 빨리 녹으므로 상온 또는 그 이하의 시원한 물을 사용한다. 그래도 얼음의 온도가 더 낮으므로 실험 결과에는 이상이 없다.

2 다른 투명한 컵의 물 아래쪽에 찰흙으로 잘 감싼 색 얼음을 살짝 넣어 가라앉힌 후 관찰한다.

- 색깔이 퍼지면서 아래쪽에 고인다.
- 얼음이 녹아 생긴 물은 컵 안의 물보다 차다.
- 주위보다 온도가 낮은 물이 아래쪽에 고인다.

❖ 유의점

- 얼음을 넣을 때 약손가락 등으로 최대한 살짝 넣어서 색소가 확산되지 않도록 한다.

3 색 얼음이 물 위에 있을 때와 바닥에 있을 때의 결과를 비교한다.

- 얼음이 물 위에 있을 때, 얼음이 녹아서 생긴 찬물이 아래쪽으로 내려간다.
- 얼음이 바닥에 있을 때, 얼음이 녹아서 생긴 찬물은 아래쪽에 고여 있다.
- 얼음이 위에 있거나 아래에 있어도 찬물이 아래쪽으로 향하는 것은 마찬가지이다.
- 주위보다 온도가 낮은 물은 아래쪽으로 내려간다.
- 이런 식으로 온도 차에 의해 밀도 차가 나고 물질의 움직임이 일어나게 된다. 이때, 한곳의 열 원으로부터 계속 열에너지가 공급되면 움직임이 계속되어 순환이 일어난다. 즉, 대류 방식으로 열이 전달되는 것이다.

평가 문항

1

미지근한 물이 담겨 있는 욕조의 물 전체 온도를 골고루 높이기 위해 뜨거운 물을 넣으려고 한다. 물의 온도를 가장 빨리 높일 수 있는 위치는 어디입니까? (④)

- ① 욕조의 물 밖
- ② 욕조의 위쪽
- ③ 욕조의 중간
- ④ 욕조의 바닥
- ⑤ 어느 위치나 마찬가지이다.

5

10

차시

교과서_ 96~97쪽
실험 관찰_ 45~46쪽

기체에서 열은 어떻게 전달될까요?

- | 학습 목표 |
- 따뜻한 공기와 찬 공기가 만났을 때 공기의 움직임을 확인할 수 있다.
 - 기체에서 열이 전달되는 방법을 설명할 수 있다.

기체에서 열은 어떻게 전달될까요?

겨울철에 난방 기구를 한 곳에만 써 놓아도 집 안 전체의 공기가 따뜻해집니다. 어떻게 이런 일이 일어났을까요? 기체에서 열은 어떻게 전달되는지 알아보겠습니다.

온도가 다른 공기의 움직임

무엇이 필요할까요?

향, 집화기

어떻게 할까요?

- 문과 휘파람과 아레독 함께 향 연기를 대입을 해, 연기는 어떻게 움직일지 예상해 보세요.
- 향에 물을 묻혀 연기가 나게 합니다.
- 주온 날 구멍 문을 살짝 엽니다.
- 향을 문의 위쪽 틈에 대고 연기가 움직이는 방향을 관찰해 보세요.
- 향을 문의 아래쪽 틈에 대고 연기가 움직이는 방향을 관찰해 보세요.

기체에서 열은 어떻게 전달될까요?

겨울철 실내에서 난방 기구를 틀면 따뜻한 공기는 주위 공간보다 가벼워져 위로 올라가고, 위에 있던 차가운 공기는 따뜻한 공기보다 무거워져 아래로 내려오게 됩니다. 이런 과정을 통해서 방 안 전체의 공기가 따뜻해집니다.

또, 여름철에 난방 기구를 틀면 차가운 공기는 주위 공간보다 무거워져 아래로 내려오고, 아래에 있던 따뜻한 공기는 가벼워져 위로 올라가면서 방 안 전체의 공기가 시원해집니다.

예제와 같이 기체도 열은 주로 대류 현상에 의하여 전달됩니다.

온도가 다른 공기의 움직임

1

향의 위치와 따라 연기의 움직임이 어떻게 될지 예상하고, 그 이유를 써 보세요.

예상

향을 문 위쪽에 대었을 때, 연기는 어떻게 움직일까요?
- 향 연기가 위로로 나옵니다. 따뜻한 공기가 위로 올라갈 것이다.
- 휘파람에서는 차가운 공기가 위로로 나가는 방향으로 움직일 것이다. 등

그렇게 생각한 이유

- 따뜻한 공기는 가벼워 위로 올라가고 휘파람에서 위로로 밀려날 것이다. 등

예상

향을 문 아래쪽에 대었을 때, 연기는 어떻게 움직일까요?
- 향 연기가 위로로 올라옵니다. 차가운 공기가 아래로 내려갈 것이다.
- 휘파람에서는 차가운 공기를 하향 공기가 위로로 밀려오는 방향으로 향 연기가 움직일 것이다.
- 향 연기가 위로로 나옵니다. 등

그렇게 생각한 이유

- 따뜻한 차가운 공기는 주위보다 무거워 아래로 내려가고 휘파람에서 위로로 밀려올까 등 것이다. 등

2

실험으로 향 연기의 움직임을 관찰하고, 그림이나 글로 나타내어 보세요.

예상

향을 문 위쪽에 대었을 때, 연기는 어떻게 움직일까요?
- 향을 문 위쪽에 대었을 때, 연기는 어떻게 움직일까요?
예상: 구멍 안의 차가운 공기가 휘파람에서 위로로 밀려나갈 것 같다. 향 연기가 위로로 흐르는 것처럼 보일 것 같다. 등
원인: 향 연기가 위로 움직인다. 등

예상

향을 문 아래쪽에 대었을 때, 연기는 어떻게 움직일까요?
예상: 구멍 안의 차가운 공기가 휘파람에서 위로로 밀려올 것 같다. 등
원인: 향 연기가 구멍 위로 올라온다. 등

수업의 흐름

- [1] 공기를 데우는 경험 나누기

겨울철에 사용하여 본 여러 가지 난방 기구에 대해 이야기한다.
- [2] 온도가 다른 공기의 움직임 알아보기

온도 차에 따른 기체의 밀도로 대류의 원인을 알아본다.
- [3] 기체의 대류 개념 이해하기

기체 속에서 일어나는 대류 현상의 원인을 알고 개념을 이해한다.

준비물

모둠(개인): 향 2개, 집화기 1개

- ❖ 유의점
- 집화기를 사용하므로 안전에 주의한다.

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

- 삽화를 보며 이야기를 나누게 한다.
- 곰곰증에 대한 이유를 나름대로 생각하여 발표하게 한다.

1. 난로 위에 손을 가져가다 “앗, 뜨거워!”

2. “왜 이렇게 뜨겁지? 난로 옆은 그렇게 뜨겁지 않은데…….”

3. “아!” 전에 구수한 냄새에 국 냄비를 열다 “앗, 뜨거워!” 했던 기억이 떠오른다.

4. “가열하는 위쪽이 아주 뜨겁네. 왜 그럴까?”

[1] 공기를 데우는 경험 나누기

❶ 교과서의 사진과 그림에서 시작하여 공기를 데워 본 적이 있는지 이야기한다.

- 보일러
- 전기 난로
- 온풍기

❷ 가열하는 위치와 전체 공간을 생각한다.

- 한군데에서 가열한다.
- 나중에는 전체가 데워진다.
- 방 전체를 데우는 것은 커다란 주전자에 물을 끓이는 것과 비슷하다.

[2] 온도가 다른 공기의 움직임 알아보기

❶ 향 연기를 문틈의 위쪽에 대었을 때 연기의 방향에 대하여 예상한다.

- 향 연기가 바깥쪽으로 나갈 것이다.
- 물을 끓일 때 보리나 톱밥처럼 따뜻한 공기와 함께 향 연기가 위로 올라갈 것이다.

250

3. 열 전달과 우리 생활

251



1 온돌은 어떻게 열을 전달하나요?

온돌은 돌을 사용하여 방을 따뜻하게 한다. 방고래에 불을 넣거나 숯 또는 가마에 불을 지피기 위해 만든 구멍을 ‘아궁이’라고 하는데, 이 아궁이에 장작을 넣고 불을 때면 뜨거운 공기가 구들장의 돌을 데워 열이 방안 전체에 전달된다. 이때, 방바닥에 깔았던 돌은 얇은 판처럼 쪼개지고 열을 잘 전달할 수 있는 종류의 것이었다. 예전에는 돌과 흙으로 채웠던 방바닥을 요즈음은 동파이프와 시멘트가 대신하여 사용되고 있다.

열이 전달되는 전도, 대류, 복사의 방법이 완전히 분리되어 있지 않고 동시에 이루어지는 경우가 보통이다.

단, 고체인 돌에서는 전도에 의해서, 기체인 공기에서는 대부분 대류에 의해서 열이 전달된다고 보는 것이다.

우리나라 보물 제811호로 지정된 경복궁 아미산의 굴뚝은 옛 왕실의 온돌 구조를 보여 준다. 아궁이에서 불을 지핀 장작이 타면서 나온 연기가 온돌방 밑을 통과하여 굴뚝으로 나가게 된다.

지금 남아 있는 것은 고종 2년(1865) 경복궁을 고쳐 세울 때 만든 것인데, 굴뚝 벽에는 학, 봉황, 소나무 따위의 무늬를 조화롭게 배치하여 아름답다.



가마솥과 아궁이



온돌 구조의 방바닥



경복궁 아미산 굴뚝



경복궁 아미산 굴뚝의 장식

② 향 연기를 문틈의 아래쪽에 대었을 때 연기의 방향에 대하여 예상한다.

- 향 연기가 안쪽으로 들어올 것이다.
- 찬 공기와 함께 향 연기가 아래로 내려갈 것이다.

③ 실제로 향 연기의 움직임을 관찰한다.

- 향 연기를 문틈의 위쪽에 대었을 때 바깥쪽으로 나간다.
- 향 연기를 문틈의 아래쪽에 대었을 때 안쪽으로 들어온다.

❖ 유의점

- 바람이 없는 날, 향의 위치 외의 조건은 동일하게 하여 실험하게 한다.
- 교실 안의 문, 창문, 냉장고 문 등을 이용하여 여러 모듬이 실제로 해 볼 수 있게 한다.

[3] 기체의 대류 개념 이해하기

① 액체와 비교하며 대류의 개념을 설명하고 이해한다.

- 액체에서처럼 기체를 이루고 있는 물질이 직접 이동하여 열이 전달되는 방법을 대류라고 한다.
- 가열하여 따뜻해진 기체가 위로 올라가면서 열을 전달한다.
- 위쪽의 차가운 기체는 아래쪽으로 내려오게 된다.
- 순환이 계속 되면서 열이 전체 공간으로 전달된다.



공기의 대류

❖ 유의점

- 같은 공간의 기체라도 열이 가해지면 에너지가 커진 입자의 운동이 활발해져서 입자 간 거리가 멀어지게 된다. 부피가 커지고 밀도가 작아져 주위의 차가운 공기보다 상대적으로 가벼워져서 위로 올라가게 되는 것이다. 위에 있던 차가운 공기는 상대적으로 무거워져 내려오게 된다. 이러한 순환이 계속되면서 열이 전체 공간에 전달된다.
- 초등학교 수준에서 입자나 밀도 개념을 직접적으로 다루는 대신, 따뜻해진 기체가 주위보다 가벼워져 위로 올라간다는 정도로 간단히 설명한다.

② 기체에서 대류 현상이 일어나는 예를 실생활에서 찾아 발표한다.

- 난로
- 에어컨
- 여러 가지 냉난방기
- 음식을 할 때 조리 기구 위

평가 문항

1

더운 여름날 냉장고 문을 조금 열고 향을 피웠을 때 문의 위쪽과 아래쪽의 연기의 방향으로 옳은 것은 어느 것입니까? (③)

- ① 냉장고 안 ➡ 밖
- ② 냉장고 안 ← 밖
- ③ 냉장고 안 ➡ 밖
- ④ 냉장고 안 ← 밖
- ⑤ 사방으로 퍼진다.

2

주변에서 찾아볼 수 있는 기체 대류의 예로 알맞은 것은 어느 것입니까? (④)

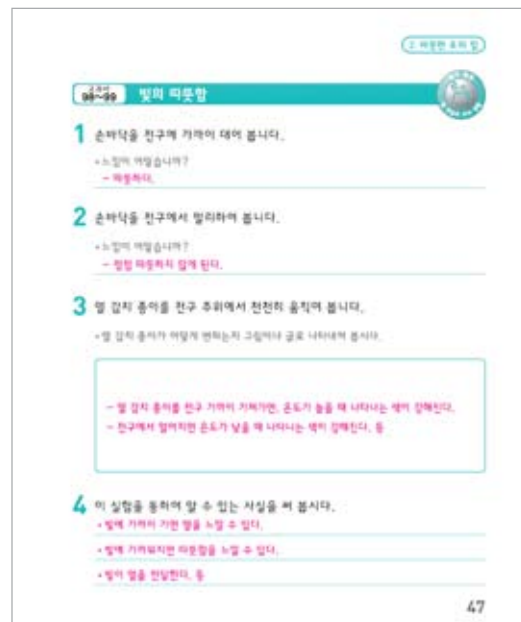
- ① 해류의 순환
- ② 보리차를 끓일 때
- ③ 프라이팬의 음식이 익을 때
- ④ 지구 표면의 대기 순환
- ⑤ 햇빛이 눈사람을 녹일 때

6 / 10
차시

교과서_ 98~99쪽
실험 관찰_ 47쪽

햇빛을 받으면 왜 따뜻해질까요?

- | 학습 목표 |
1. 빛을 받고 있는 물체의 온도를 관찰할 수 있다.
 2. 빛에 의해 열이 전달됨을 이해할 수 있다.



수업의 흐름

- [1] 빛의 따뜻함 느껴 보기 • 전구 주위에서 열을 느껴 보는 활동을 한다.
- [2] 복사의 개념 이해하기 • 빛에 의한 열의 전달 방법을 이해한다.
- [3] 여러 가지 빛 알아보기 • 눈에 보이지 않는 빛도 있음을 알아본다.

준비물

모둠(개인): 갓 없는 백열전구 스탠드 1개, 열 감지 종이(10 X 10cm) 1개

❖ 유의점

- 열 감지 종이는 Liquid Crystal Sheet, Heat Sensitive Paper 등으로 불리는 재료를 사용할 수 있다. 액정 온도계의 재료 또는 온도에 민감한 잉크를 바른 판 등을 이용하면 된다.



여러 가지 열 감지 종이

학습 내용 및
활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

- 양달과 응달을 오가며 놀았던 경험을 발표하게 한다.
- 더운 여름날, 또는 추운 겨울날 밖에서 놀다가 너무 덥거나 추울 때 어떻게 더위와 추위를 이겨냈는지 함께 발표하게 한다.

[1] 빛의 따뜻함 느껴 보기

- ① 백열전구에 불을 켜고 손바닥을 전구 가까이 대어 손의 느낌을 알아본다.
 - 따뜻하다. • 전구에 가까이 갈수록 더 따뜻하다.
 - 전구에서 멀어질수록 덜 따뜻하다. • 빛이 나는 곳에서 열을 느낄 수 있다.

② 백열전구에 불을 켜고 열 감지 종이의 반응을 관찰한다.

- 전구에 가까이 가져가면 색깔이 진하고 넓게 변한다.
- 전구에서 멀어지면 색깔이 조금 변한다.
- 빛이 나는 곳의 온도가 올라간다. • 빛과 열이 함께 있다.

❖ 유의점

- 충분한 시간 동안 열 감지 종이를 가지고 탐구할 수 있도록 한다.

[2] 복사의 개념 이해하기

- ① 복사의 개념을 설명하고 이해한다.
 - 빛으로 열이 전달되는 방법을 '복사'라고 한다.



1 별의 온도는 어떻게 알 수 있나요?

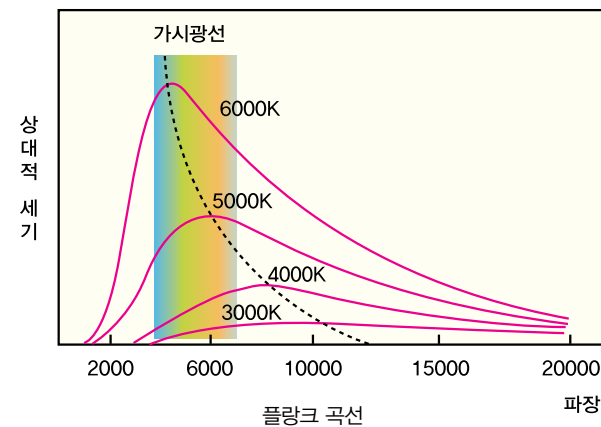
난로나 백열전구, 뜨거운 물체에 손을 가까이하면 따뜻하게 느껴진다. 또한 뜨거운 물체와 손 사이에 책과 같은 장애물을 넣으면 열이 곧 차단된다. 이와 같이 열은 전도나 대류에 의하지 않고서도 전달될 수 있다. 태양과 지구 사이는 거의 진공 상태인데도 태양열 에너지가 지구에 도달한다. 이처럼 진공 상태인 곳에서도 열의 전달이 가능한데, 열이 어떤 중간 매질을 거치지 않고 직접 전달되는 현상을 '복사'라고 한다. 지구의 주된 에너지 공급원은 태양의 열복사에 의하여 이루어진다.

모든 물체는 열복사를 하고 있으며, 그 복사량은 물체 표면의 성질과 온도에 따라 다르다. 열복사를 받으면 완전히 흡수하고, 가열하면 열복사가 가장 잘 되는 가상적인 물체를 '흑체'라고 한다. 그림은 흑체가 방출하는 빛의 세기를 파장별로 나타낸 그래프이다. 슈테

판은 그래프의 넓이를 측정하여 흑체의 전체 복사 에너지는 흑체 절대온도의 4제곱에 비례한다는 것을 발견하였다. 나중에 볼츠만이 이 결과를 수식으로 유도하였다.

단위 표면적에서 단위 시간에 방출하는 복사 에너지 'E'는 그 복사체의 표면의 절대온도 'T'의 4제곱에 비례한다. 이러한 관계를 '슈테판-볼츠만 법칙'이라고 한다.

또한 복사체에서 방출하는 여러 복사선 중 에너지가 가장 큰 열복사선의 파장은 복사체의 표면 온도에 반비례한다. 즉, 복사체의 온도가 높을수록 파장이 짧은 복사선의 에너지가 많이 방출된다. 이러한 관계를 '빈의 변위 법칙'이라고 한다. 빈의 변위 법칙을 이용하면 별의 표면 온도를 구할 수 있다. 별의 온도가 높아질수록 별의 색깔이 붉은색에서 청백색 쪽으로 변하기 때문에 별의 색깔을 조사하면 표면 온도를 추정할 수 있다.



색	표면 온도(℃)	별
청색	30000 이상	라세태10
청백색	10000~30000	리겔, 스피카
백색	7500~10000	베가, 시리우스
황백색	6000~7500	카노푸스, 프록시온
황색	5000~6000	태양, 카펠라
주황색	3500~5000	알데바란
적색	3500 이하	베텔규스, 안타레스

별의 표면 온도

- 전도처럼 물질을 통해 열이 전달되는 것이 아니다.
- 대류처럼 물질이 움직이면서 열을 전달하는 것이 아니다.
- 빛과 함께 열에너지가 전달된다.

❖ 유의점

- 빛은 여러 가지가 있으며, 특히 눈에 보이지 않는 빛이 있음을 알려 준다.

② 실생활에서 복사의 예를 찾아본다.

- 햇빛을 받은 양달이 따뜻하다.
- 무대 위의 조명등 아래가 뜨겁다.
- 여름에 빛을 반사하는 흰옷을 입으면 복사열을 덜 흡수해 검은 옷보다 덜 덥다.

[3] 여러 가지 빛 알아보기



적외선 얼굴 사진

① 여러 가지 빛이 있음을 이해한다.

- 눈에 보이지 않는 빛과 보이는 빛이 있다.
- 눈에 보이는 빛을 '가시광선'이라고 한다.
- 몸이나 난로, 전구 등 모든 물체에서 열이 나오는 데, 이것이 빛에 의해 전달되는 것이 복사이다.
- 온도가 높은 전구나 별에서는 눈에 보이는 빛이 나오고, 온도가 낮은 사람의 경우에는 눈에 보이지 않는 빛이 나온다.

❖ 유의점

- 빛은 전자기파이다. 눈에 보이는 가시광선 중 붉은색 파장 안쪽으로는 눈에 보이지 않는 적외선이 존재한다. 반대로 보라색 바깥쪽으로는 자외선이 존재한다. 이런 여러 종류의 빛들은 모두 복사열을 동반하지만 전달하는 양에는 차이가 있다.
- 빛이 열을 전달한다는 사실을 알고 특수 카메라를 이용하여 적외선을 촬영할 수 있는데, 이를 통해 물체의 부분 온도가 다름을 보여 주는 사진을 얻을 수 있다.

평가 문항

1

빛에 의한 열의 전달에 대한 설명 중 옳지 않은 것은 어느 것입니까? (③)

- ① 눈에 보이지 않는 빛도 있다.
- ② 모인 빛은 더 많은 열을 전달한다.
- ③ 빛에 의해 전달된 열은 빛과 함께 사라진다.
- ④ 같은 빛을 받아도 색깔에 따라 온도가 달라진다.
- ⑤ 사람이 많은 곳에 가면 따뜻한 까닭은 빛에 의한 열의 전달 때문이다.

2

난로 옆면에 깃발을 가까이할 경우 나타나는 현상으로 옳은 것은 어느 것입니까? (③)

- ① 깃발이 펄럭이며 따뜻하다.
- ② 깃발이 펄럭이며 따뜻하지 않다.
- ③ 깃발이 펄럭이지 않지만 따뜻하다.
- ④ 깃발이 펄럭이지 않으며 따뜻하지 않다.
- ⑤ 처음에는 깃발이 펄럭이지 않지만 나중에는 펄럭인다.





교과서 100~101쪽

[과학과 진로]

주택 설계사는 열의 전달도 알아야 한다

과학 이야기
활용 방법



이 과학 이야기에서는 더위와 추위로부터 사람들을 보호하기 위해 열의 전달을 감안하여 건축물들을 설계하는 건축 설계사나 주택 설계사를 소개하였다. 건축 설계사나 주택 설계사가 하는 일을 알아봄으로써 학생들이 과학 기술자의 꿈을 키울 수 있도록 진로 지도와도 연계하여 지도할 수 있다. 또 적외선 촬영기 등의 과학 기기를 보여 줌으로써 첨단 과학에도 관심을 가질 수 있게 유도한다. 단, 적외선과 같이 어려운 용어를 설명하기보다는 '맨눈으로는 보이지 않는 열을 눈으로 볼 수 있게 해 주는 기기'라는 점에 초점을 맞추어 지도하는 것이 좋을 것이다.

심화 정보

(1) 건축사가 하는 일

흔히 건축 설계사로 불리기도 하는 건축사는 국가 공인의 전문 자격을 취득해야 한다. 건축사는 건축주의 의뢰를 받아 해당 건축물을 구성하고 전문 지식을 바탕으로 조형미와 경제성, 안전성, 기능성 등이 투영된 가장 이상적인 건축 계획안 및 설계도를 작성하여 제 공하는 일을 한다. 또, 설계도의 내용들이 시

공 과정에 정확히 반영되는지를 확인하는 감리 업무를 통해 건축주 및 시공자에게 공정한 조언과 기술 지도를 한다.

건축사는 다양한 조사 및 기획 업무도 수행한다. 예를 들어, 부지 선정을 위한 대지 분석 및 조사 연구, 건축 계획 및 재원 확정을 위한 조사 연구, 공사비 예산 확정을 위한 조사 연구, 환경영향에 관한 조사 연구, 건설 공정을 위한 프로

그램 개발 등의 일을 한다.

또, 건축사는 건축 허가 신청, 수도권·미관 심의, 중간·준공 검사 등 각종 인허가 및 검사와 관련된 업무를 건축주와 행정 관서를 대신해 수행하기도 하고, 건축주를 대신해 시공자에게 설계도면에 대한 기술적 지도 및 교육을 실시하는 한편, 공사 진행 상황을 지도 감독하여 최종적으로 공사 완료 확인 업무를 수행한다. 특히 시공자 선정 및 공사 조건 등에 관한 조언을 비롯해 공사비 지불 심사 및 승인에 관여하며 시공 계획을 검토하여 건축주 및 시공자에게 조언하는 업무도 수행한다.

건축사는 갈수록 복잡해지는 현대 사회에서 건축과 관련한 이해 당사자 간의 갈등을 전문 지식을 통해 조정하는 역할을 수행한다. 그뿐만 아니라 구조 안전 진단, 피해 보상 대책 및 건축물 감정을 위한 기술적인 조사 확인 업무 등도 수행하여 아름다운 건축물뿐만 아니라 안전하고 편리한 건축물을 세우는 데 중요한 역할을 하는 전문가이다. 실제로 건물에 다 지어진 후 단열재로 사용된 이중창 등이 역할을 못하는 경우 추운 날 창에 이슬이 맺혀 흘러내리는 결로 현상이 생겨 피해 보상을 해야 하는 경우도 있다.

1965년에 창립된 대한건축사협회(<http://www.kira.or.kr/>)의 강령은 건축사가 어떤 일들을 하고 있는지를 단적으로 잘 보여 주고 있다.

〈건축사 헌장〉

- ① 건축사는 조형 창작 예술인으로서 창의력을 발휘하여 건축 문화 창달에 이바지한다.
- ② 건축사는 국민의 쾌적한 생활 공간과 환경의 개선을 위하여 건축사 업무를 성실히 수행한다.
- ③ 건축사는 기술 개발과 건축물의 질적 향상을 위하여 전문인으로서의 사명을 다한다.
- ④ 건축사는 우애와 신의를 바탕으로 회원 상호 간에 협동하여 명예와 품위를 보전한다.
- ⑤ 건축사는 공지와 자부심을 가지고 국가 건설의 선봉이 되어 국가와 사회에 헌신적으로 봉사한다.

(2) 적외선 사진 촬영기

태양 광선은 빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라 등 일곱 가지 색으로 이루어진 가시광선과 우리 눈에 보이지 않는 적외선, 자외선, 엑스(X)선, 마이크로파 등 불가시 광선으로 구성되어 있다. 이 중에서 적외선은 빨간색을 띠는 빛보다 더 긴 파장을 가지고 있다. 적외선 사진 촬영기는 이렇게 사람의 눈에는 감지가 되지 않는 파장을 감지할 수 있는 전하 결합 소자(CCD)를 가진 촬영기이다. 최근에는 레이저를 이용한 근적외선 광원과 일체형 적외선 카메라가 시험 제작되고 있다.



적외선 사진 촬영기