

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

바이메탈을 이용한 화재경보기

고체의 열팽창과 '바이메탈'에 대해 알아보고, 이를 이용하여 화재경보기를 만들어 봅시다.

실험키트구성

플라스틱 케이스, 바이메탈, LED, 부저, 엔드캡, 볼트 2개(긴 볼트 1개, 짧은 볼트 1개), 너트 6개, 커넥터, 커넥터용 전선, 전지+전지끼우개, 양초

준비물

송곳, 칼, 유성펜, 가위, 라이터 또는 성냥

생각해보기

겨울의 기차레일을 보면 어느 정도 간격을 두고 끊어져 있습니다. 또 여름철에 전선줄은 길게 쳐져 있는 반면, 겨울철의 전선줄은 팽팽한 것을 관찰할 수 있습니다.

그 이유는 무엇일까요?

실험방법

[바이메탈 설치하기]

1 바이메탈의 모서리 부분은 매우 날카롭습니다. 가위로 모서리를 둥글게 오립니다.

★ point
 바이메탈과 작은 볼트의 머리 사이의 간격은 약 1~1.5cm 정도가 적당합니다.

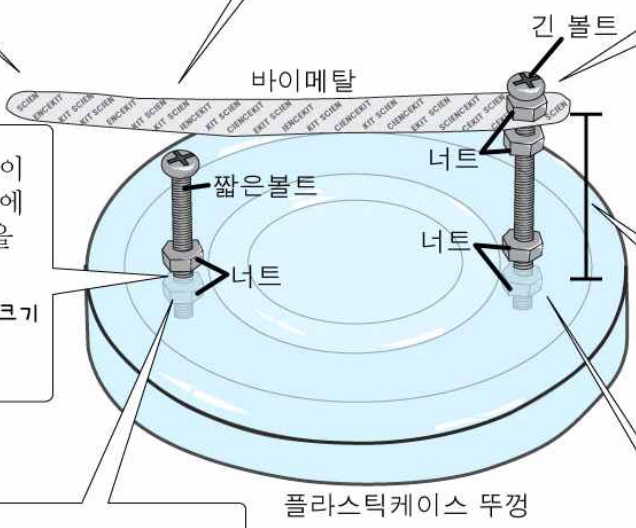
2 그림의 볼트위치와 같이 플라스틱 케이스 뚜껑에 송곳으로 2군데 구멍을 뚫습니다. 볼트가 들어갈 수 있는 크기로 작업합니다.

3 긴 볼트에 너트 하나를 끝까지 끼웁니다. 여기에 바이메탈을 끼우고, 다시 너트 하나를 끼워서 바이메탈을 고정시킵니다.

★ point
 바이메탈과 케이스 사이의 간격은 약 3cm 정도가 적당합니다.

5 짧은 볼트에 너트 하나를 끼우고, 뚫어놓은 케이스의 구멍에 넣은 다음 다시 너트를 끼워 고정시킵니다.

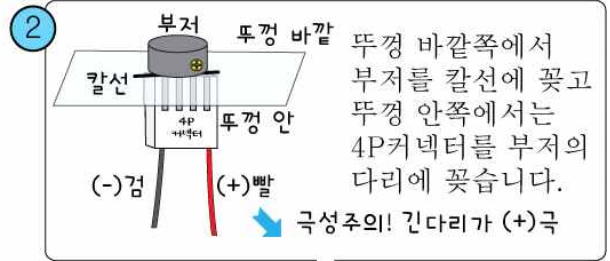
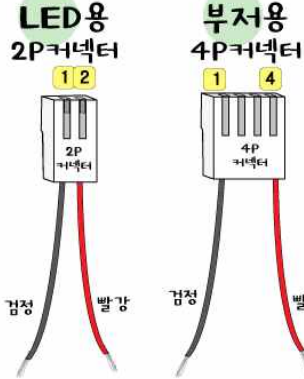
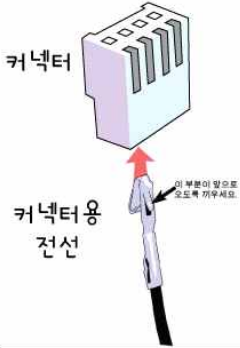
4 바이메탈을 고정시킨 볼트에 너트 하나를 끼우고 케이스 구멍에 넣은 다음 다시 너트를 끼워 고정시킵니다.



[부저와 LED 연결하기]

★ 꽂는 방법!!

각 커넥터에 전선을
딸깍 소리가 날 때
까지 밀어 꽂습니다.



1 부저와 LED의 위치를 정하고
케이스에 칼로 선을 약 1cm
정도 긁습니다.(두 군데)

3 뚜껑 바깥쪽에서 LED를 칼선에 꽂고,
뚜껑 안쪽에서 LED용 2P커넥터를 LED
의 다리에 꽂습니다. ▶ 긴다리가 (+)극

[회로 연결하기]

2 전원의 검정선,
부저의 검정선,
LED의 검정선
을 모아 연결
하고 엔드캡
을 씌웁니다.

1 전지끼우개에 건전지를 극에
맞추어 끼웁니다.

4 전원의 빨강선을
긴볼트의 끝에
엔드캡을 이용하여
연결합니다.

3 LED의 빨강선,
부저의 빨강선을
모아 연결한 후
짧은 볼트의 끝에
엔드캡을 이용하여
연결합니다.

★ point
[볼트와 전선의 연결]
엔드캡에 전선의 금속
부분을 넣은 후, 함께
잡고 볼트 끝에 끼우면
쉽게 연결됩니다.

[작동하기]

1. 양초를 케이스 뚜껑의 중앙에 놓고 선생님과 함께 **주의!** 불을 붙이고 바이메탈의 변화를 관찰합니다.
 ▶ 바이메탈이 구부러지면서 짧은 볼트의 머리에 닿아 빛과 소리가 나는지 확인하고, 잘 작동되도록 조절합니다.

2. 양초의 불을 끄고 바이메탈의 변화를 관찰합니다.

3. 작동이 잘 되면, 플라스틱케이스의 외부, LED에 유성펜이나 스티커 등으로 장식합니다.



실험시 주의사항

1. 바이메탈의 모서리부분이 매우 날카롭습니다.
주의! 가위로 모서리를 둥글게 마무리하고, 손을 다치지 않도록 주의합니다.
2. 양초에 불을 붙일 때 화재 및 화상에 **주의!** 합니다.
3. 달구어진 바이메탈은 뜨겁습니다. 완전히 식은 후 만지세요.

확인학습

★[1~2] 다음 문장에서 맞는 답에 ○표 하시오.

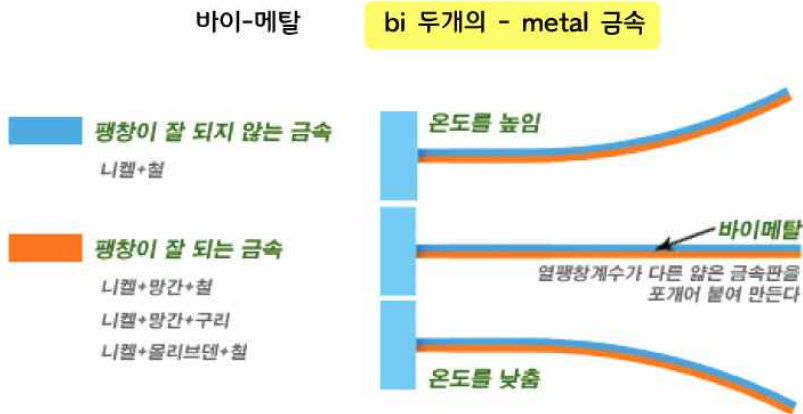
1. 이 실험에서 바이메탈에 열을 가하면 바이메탈이 **위쪽, 아래쪽** 으로 휘어집니다.
2. **바이메탈**이란 열을 가했을 때 **팽창, 변색** 하는 정도가 서로 다른 두 금속을 부착한 특수 금속으로, 열을 가하면 더 **많이, 적게** 팽창하는 방향으로 휘어지는 특성을 가지고 있습니다.
 이 실험에서 더 많이 팽창하는 금속면은 **윗면, 아랫면** 입니다.
3. 우리 주변에서 바이메탈을 이용하는 전자제품에는 어떤 것들이 있는지 생각해 봅시다.

원리학습

모든 물체는 대체로 온도가 올라가면 부피가 팽창하게 됩니다. 고체는 부피와 함께 길이, 면적도 팽창합니다. 온도가 올라가면서 길이가 팽창하는 현상을 **선팽창**, 부피가 팽창하는 현상을 **부피팽창**이라 하고 이들을 합해서 **열팽창**이라고 합니다.

온도가 올라가면서 열팽창이 일어나는 것은 분자 또는 원자들의 운동이 활발해져서 분자 또는 원자들의 평균거리가 멀어지기 때문입니다.

바이메탈(bimetal)은 열팽창계수 (온도의 변화에 따라 팽창, 수축하는 정도)가 매우 다른 두 종류의 얇은 금속판을 포개어 붙여 한장으로 만든 막대형태의 부품으로, 열을 가했을 때 휘는 성질을 이용하여 기기를 온도에 따라 제어하는 역할을 할 수 있습니다.



우리가 만든 [바이메탈 화재경보기]의 양초에 불을 붙이면, 바이메탈의 열팽창계수가 큰 쪽(위쪽)이 더 많이 팽창하면서 반대쪽(아래쪽)으로 휘게 됩니다. 그리고 다시 온도가 내려가면 원래상태로 돌아옵니다

전기밥솥에 바이메탈을 사용하면 특정 온도 범위를 유지하게 만들 수 있는데 이러한 장치를 '서모스탯' (thermostat- 자동온도조절장치)이라 합니다. 냉장고, 전기다리미, 전기 주전자와 같은 가정용 전기기구 등 온도조절이 필요한 각 방면에 널리 사용하고 있으며 주택이나 건물의 특정 부위에 부착하여 열을 감지하면 경보를 울리는 화재경보기에도 사용되고 있습니다.

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	화재경보기		실험 원리	바이메탈의 원리와 내부 구조이해	
실험 시간	40분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	플라스틱 케이스, 고휘도 LED, LED캡, 부저, 볼트 2개, 너트 6개, 엔드캡, 2p커넥터, 4p커넥터, 커넥터용 전선 4개, 전지끼우개, 건전지 2개, 양초				
교사준비물	라이터 또는 성냥		학생준비물	칼, 가위, 송곳	
실험 결과	화재경보기 1개를 가지고 갈 수 있습니다.				
실험 팁	<p>TIP 1. 바이메탈의 위치를 제외한 LED와 부저의 위치는 임의로 결정해도 무방합니다.</p> <p>TIP 2. 바이메탈의 모서리가 매우 날카로우므로 모서리를 둥글게 오린 후 실험합니다.</p> <p>TIP 3. 짧은 볼트와 긴 볼트의 높이차가 적을수록 접촉이 잘 됩니다.</p> <p>TIP 4. 양초에 불을 켜거나 끌때 화재 및 화상에 유의하시기 바랍니다.</p>				

생각해보기

겨울의 기차레일을 보면 어느 정도 간격을 두고 끊어져 있습니다. 또 여름철에 전선줄은 길게 쳐져 있는 반면, 겨울철의 전선줄은 팽팽하게 되어 있습니다. 그 이유는 무엇일까요?

온도가 올라가면 분자 또는 원자들의 운동이 활발해져서 분자 또는 원자들의 평균 거리가 커지기 때문에 부피가 팽창됩니다. 따라서 여름에 기차레일이 늘어나 휘지 않도록 간격을 두고 설치하고, 전선줄이 겨울에 수축하여 끊어지지 않게 하려고 전선줄을 늘어지게 설치하는 것입니다.

확인학습

- 이 실험에서 바이메탈에 열을 가하면 (위쪽, **아래쪽**)으로 휘어집니다.
- 바이메탈이란 열을 가했을 때 (**팽창**, 변색)하는 정도가 서로 다른 두 금속을 부착한 특수한 금속으로, 열을 가하면 더 (많이, **적게**) 팽창하는 방향으로 휘어지는 특성을 가지고 있습니다. 이 실험에서 더 많이 팽창하는 금속면은 (**윗면**, 아랫면)입니다.
- 우리 주변에서 바이메탈을 이용하는 전자제품에는 어떤 것들이 있을까요?
전기밥솥, 다리미, 냉장고, 전기주전자 등 온도조절이 필요한 다양한 곳에 사용되고 있습니다.

바이메탈

열팽창계수가 매우 다른 두 종류의 얇은 금속판을 포개어 붙여 한 장으로 만든 막대 형태의 부품으로, 열을 가했을 때 휘는 성질을 이용하여 기기를 온도에 따라 제어하는 역할을 할 수 있다.

열팽창계수, 즉 온도의 변화에 따라 팽창·수축하는 정도가 다른 두 종류의 얇은 금속을 포개어 붙여서 만든다. 온도가 높아지면 열팽창계수가 큰 쪽이 더 많이 팽창하면서 반대쪽으로 휘다. 그리고 다시 온도가 내려가면 원래 상태로 돌아온다. 팽창이 잘 되지 않는 금속으로 니켈(Ni)과 철(Fe)의 합금이 사용되며, 팽창이 잘 되는 금속은 니켈·망가니즈·철의 합금, 니켈·몰리브데넘·철의 합금, 니켈·망가니즈·구리의 합금 등 여러 가지가 있다.

온도에 따라 휘는 성질을 이용하여 온도에 따라 스위치를 단거나 여는 장치를 만들 수 있다. 또는 바이메탈 자체를 스위치로 사용하여 회로를 조절할 수도 있다. 그러나 이런 경우 점점에서 떨어질 때 불꽃이 발생하여 온도조절이 느려질 수도 있으므로 점점의 동작이 빨라지게 만들어야 한다.

예를 들어, 전기밥솥에 바이메탈을 사용하면 특정 온도 범위를 유지하게 만들 수 있다. 상온에서 바이메탈의 한쪽 끝이 스위치의 약간 아래쪽에 오도록 다른 쪽 끝을 고정한다. 밥솥 내부의 열선에 전류가 흐르면서 온도가 올라가고, 이에 따라 바이메탈은 조금씩 위로 휘어진다. 특정 온도가 되면 바이메탈이 스위치를 열어 전류를 끊는다. 서서히 밥솥이 식으면 바이메탈도 다시 아래로 내려가면서 스위치가 닫히고 다시 가열된다. 이외에도 전기다리미, 전기주전자와 같은 가정용 전기기구 등 온도조절이 필요한 각 방면에 널리 사용하고 있으며 전류제한기, 자동개폐기 등에도 사용한다.

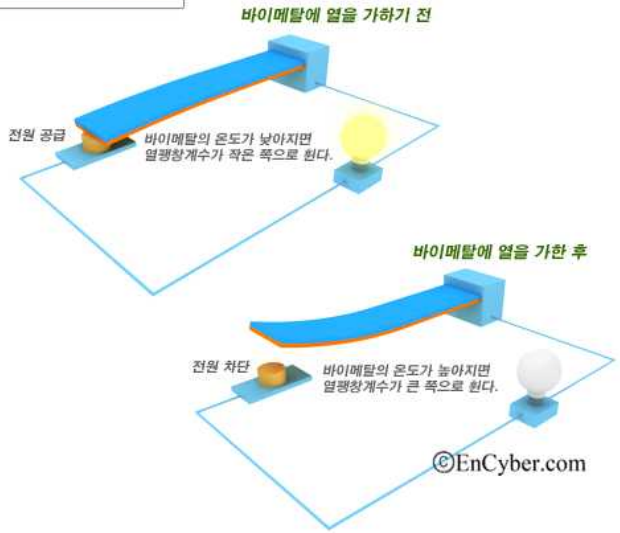
열팽창

모든 물체는 대체로 온도가 올라가면 부피가 팽창하게 된다. 고체는 부피와 함께 길이, 면적도 팽창한다. 온도가 올라가면서 길이가 팽창하는 것을 선팽창, 부피가 팽창하는 것을 부피 팽창이라 하고 이들을 합해서 열팽창이라고 한다.

온도가 올라가면 열팽창하는 것은 분자 또는 원자들의 운동이 활발해져서 분자 또는 원자들의 평균 거리가 커지기 때문이다.

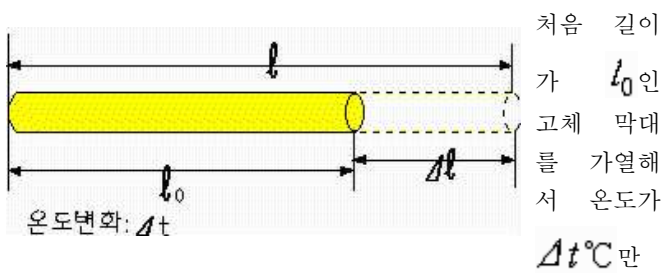


바이메탈 적용 실험



고체의 열팽창

1. 선팽창



$$l = l_0 + \Delta l = l_0 + \alpha l_0 \Delta t = l_0(1 + \alpha \Delta t) \text{이다.}$$

여기서 늘어난 길이 Δl 은 처음 길이에 비례하고 상승한 온도에 비례한다. 선팽창 계수로 단위 길이당 1°C 상승할 때 늘어난 길이이다.

2. 부피 팽창

처음 부피가 V_0 인 물체를 가열해서 온도가 $\Delta t^\circ\text{C}$ 만큼 변했을 때 물체의 부피는 V 가 되었다. 이 때의 부피 V 는 다음과 같다.

$$V = V_0 + \Delta V = V_0 + \beta V_0 \Delta t = V_0(1 + \beta \Delta t)$$

여기서 β 는 부피 팽창 계수로 단위 부피당 1°C 상승할 때 늘어난 부피로 선팽창 계수의 약 3배이다. $\beta \approx 3\alpha$ 다음 그림들은 고체의 팽창의 예이다

