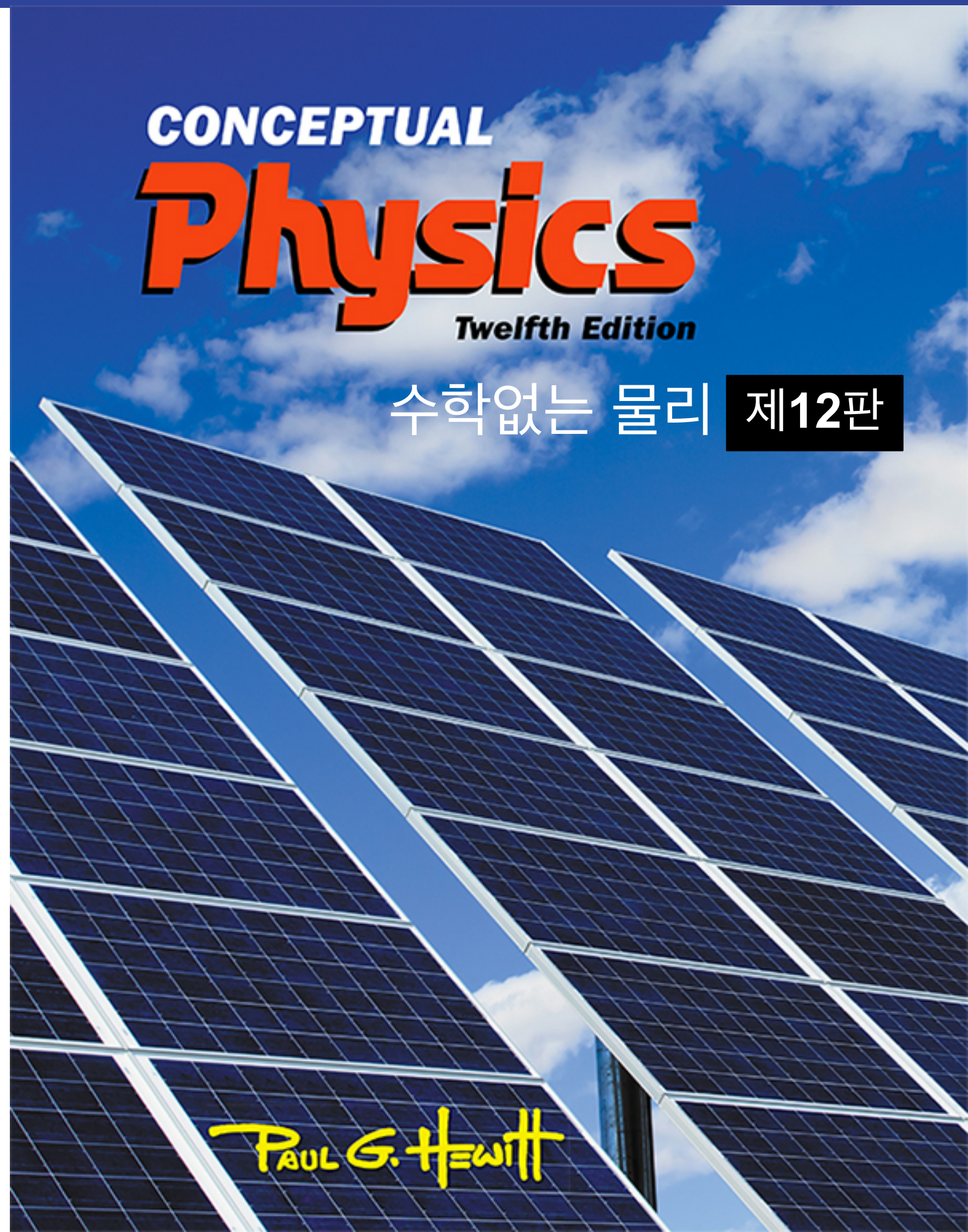


## 제15장

## 온도, 열, 팽창

## Temperature, Heat, and Expansion



# 강의 내용

◆ 온도

◆ 열

◆ 비열

◆ 열팽창

# 온도

## ◆ 온도

- 물체의 뜨거운 정도에 대응하는 숫자
- 온도계로 측정
- 상한이 존재하지 않음
- 가장 낮은 온도가 존재

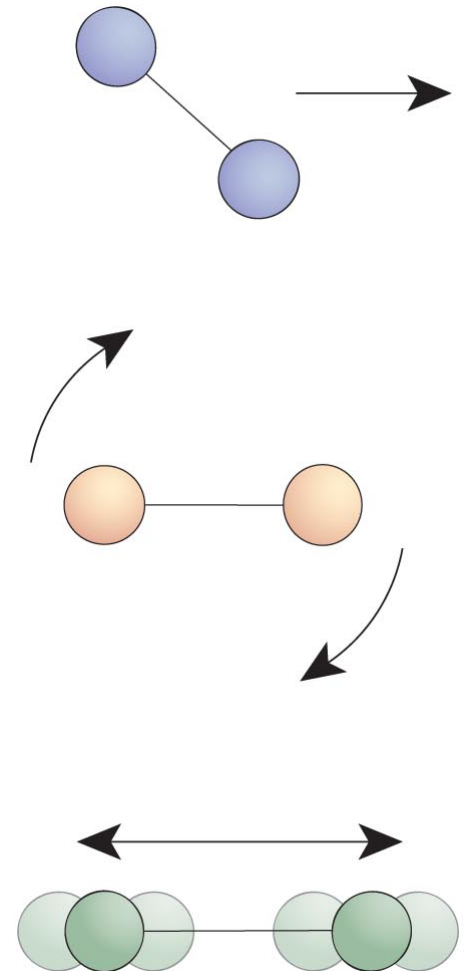


# 온도

◆ 분자 운동의 평균 “병진”운동에너지에 비례

◆ 온도계

- 수은이나 색 알코올 같은 유리관 속 액체의 팽창과 수축을 이용하여 온도를 측정
- 온도계를 물체에 접촉하여 에너지가 교환되어 서로의 온도가 같아지게 됨  
→ 열적 평형상태
- 적외선 온도계는 적외선 복사를 감지하여 온도를 측정



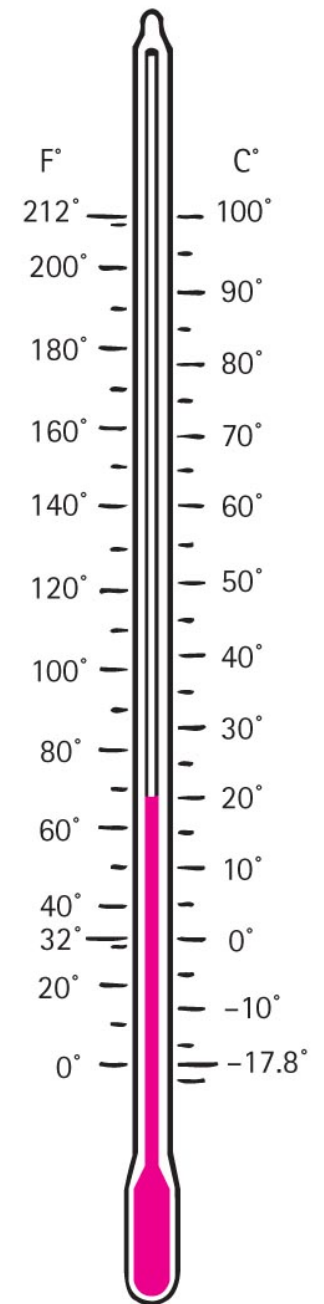
병진, 회전, 진동



# 온도

## ◆ 온도 척도

- 섭씨온도 ~ 안데르스 셀시우스(1701-1744)가 제안
  - ▶ 물이 어는 온도를  $0^{\circ}\text{C}$ , 물이 끓는 온도를  $100^{\circ}\text{C}$ 로 정함
- 화씨온도 ~ 가브리엘 파렌하이트(1686-1736)가 고안
  - ▶ 물이 어는 온도를  $32^{\circ}\text{F}$ , 물이 끓는 온도를  $212^{\circ}\text{F}$ 로 정함
- 켈빈온도 ~ 켈빈(1824-1907)경을 기념하여 명명
  - ▶ 절대온도라고도 함 - 과학에서 주로 사용
  - ▶ 가장 낮은 온도를  $0\text{K}$ 로 표시 → 절대영도
  - ▶ 눈금 간격은 섭씨온도와 같음
  - ▶  $0\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$



## 온도 확인문제

1 L의 끓는 물과 2 L의 끓는 물이 있다. 다음 중 어느 것이 옳은가?

- A. 온도가 같다
- B. 열에너지가 같다
- C. 온도와 열에너지 모두 같다
- D. 온도와 열에너지 모두 다르다

## 온도 확인문제

1 L의 끓는 물과 2 L의 끓는 물이 있다. 다음 중 어느 것이 옳은가?

- A. 온도가 같다
- B. 열에너지가 같다
- C. 온도와 열에너지 모두 같다
- D. 온도와 열에너지 모두 다르다

## 온도 확인문제

물체 A의 온도가 물체 B의 온도보다 높다. 다음 중 같은 표현은?

- A. 물체 A의 내부 에너지가 더 많다.
- B. 물체 A의 질량이 더 많다.
- C. 물체 A의 평균 운동에너지가 더 많다.
- D. 물체 A의 퍼텐셜 에너지가 더 많다.



## 온도 확인문제

물체 A의 온도가 물체 B의 온도보다 높다. 다음 중 같은 표현은?

- A. 물체 A의 내부 에너지가 더 많다.
- B. 물체 A의 질량이 더 많다.
- C. 물체 A의 평균 운동에너지가 더 많다.
- D. 물체 A의 퍼텐셜 에너지가 더 많다.

# 열

◆ 내부에너지: 물질 내 모든 에너지의 총합

◆ 열

- 물체 사이의 온도 차이에 따라 옮겨 다니는 에너지

◆ 내부에너지의 흐름

- 열평형에 도달할 때까지 온도가 높은 물질에서 온도가 낮은 물질로 내부에너지가 이동
- 열은 결코 온도가 낮은 물질에서 높은 물질로 흐르지 않음

# 열량

## ◆ 열량

- 줄(J) 또는 칼로리(cal)의 단위로 측정
- 1 cal = 물 1 g의 온도를 1 °C 높이는 데 필요한 열의 양
- $4.19 \text{ J} = 1 \text{ cal}$

# 열량

- ◆ 식품이나 연료의 에너지 등급은 이들을 태울 때 나오는 에너지를 측정하여 결정
- ◆ 에너지 단위: Cal
- ◆ 1 Cal
  - 1 kcal 또는 1000 cal
  - 물 1 kg의 온도를 1°C 높이는 데 필요한 열량



# 비열

## ◆ 비열

- 물질의 온도를 1°C 올리는 데 필요한 단위 질량당 열량
- 열적 관성 — 온도의 변화에 대한 저항

$$Q = cm\Delta T \quad (\text{전달된 열량} = \text{비열} \times \text{질량} \times \text{온도변화})$$

# 비열

◆ 물질의 종류에 따라 열에너지를 저장하는 용량이 다름

- 부분적으로는 에너지를 흡수하는 방법이 다르기 때문  
(**병진운동**, 내부진동, 회전운동, PE(퍼텐셜 에너지))

◆ 예:

- 난로에서 물을 끓이려면 약 15분 정도 걸림
- 같은 질량의 쇠조각을 같은 온도로 올리는 데 2분, 은인 경우에는 불과 1분이면 충분

# 비열

## ◆ 물의 높은 비열

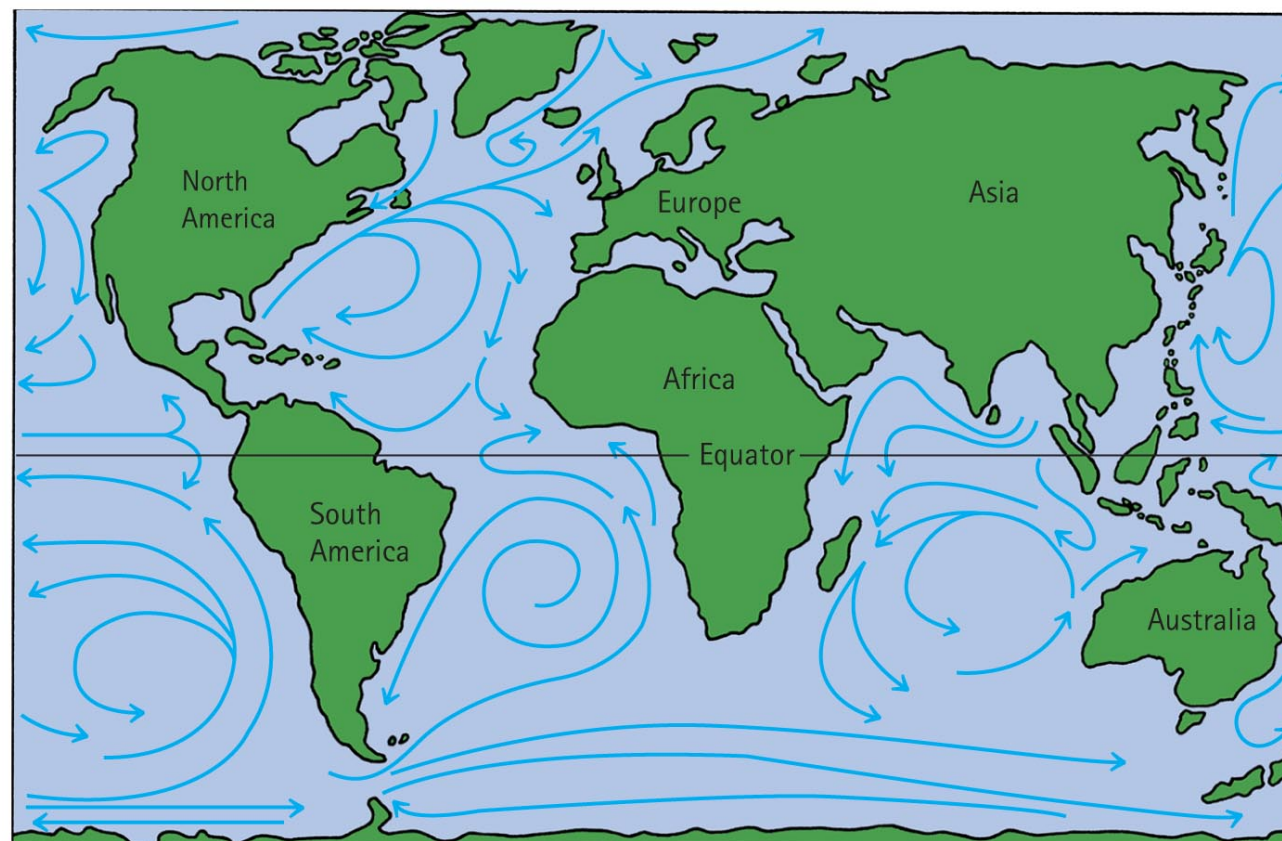
- 거의 대부분의 물질보다 물의 비열이 높음
- 에너지를 다양한 방법으로 흡수
  - ▶ 분자의 병진 운동 증가 – 온도 상승
  - ▶ 분자의 내부 진동 운동 또는 회전 운동 증가 – 퍼텐셜 에너지가 되어 온도를 상승시키지 못함
  - ▶ 물 분자는 병진 운동에너지를 증가시키지 않고도 에너지를 흡수할 수 있음



# 비열

## ◆ 기후에 영향을 주는 비열

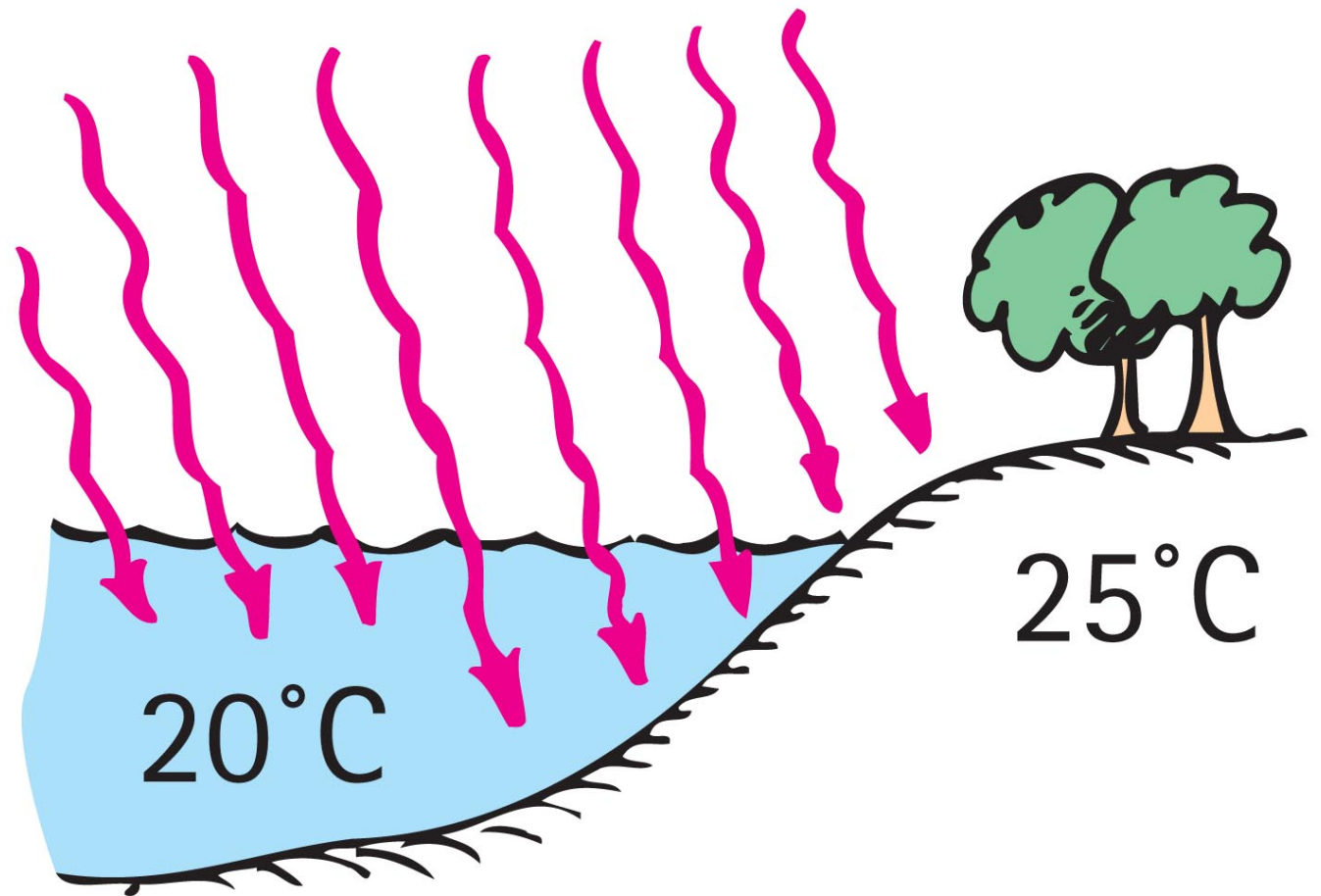
- 유럽과 캐나다는 위도가 같아서, 물의 비열이 높지 않다면 유럽의 날씨는 북쪽 캐나다처럼 매우 추워야 함. 그러나, 대서양의 걸프 해류는 따뜻한 카리브해에서 형성된 많은 양의 내부에너지를 지닌 채 대서양 북부해안에 도달한 후에 식게 됨.



# 비열 확인문제

물과 육지 중 어느 것이 더 비열이 높은가?

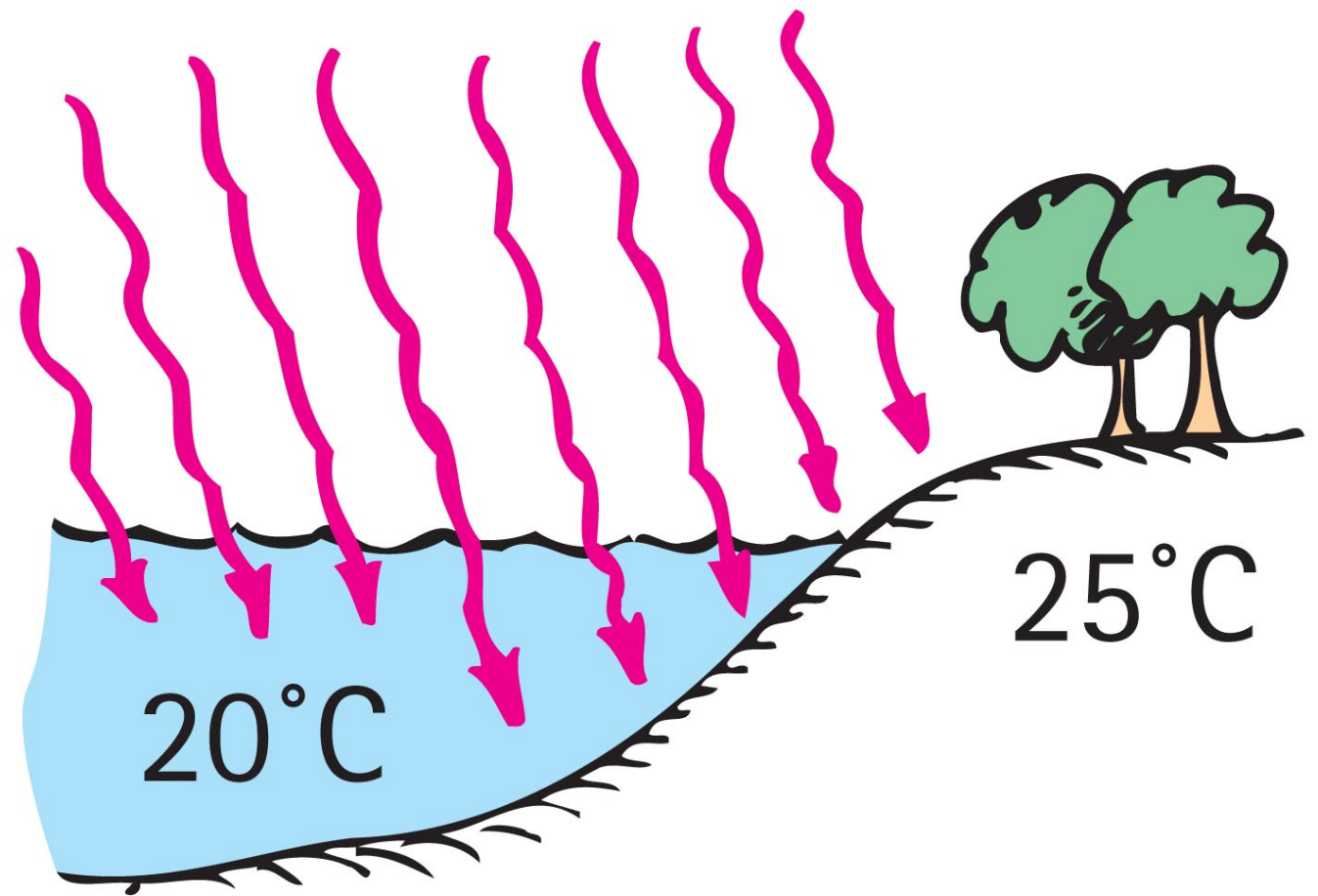
- A. 물
- B. 육지
- C. 같다



# 비열 확인문제

물과 육지 중 어느 것이 더 비열이 높은가?

- A. 물
- B. 육지
- C. 같다



# 열팽창

## ◆ 열팽창

- 물질의 온도가 올라가면 원자나 분자들의 평균운동이 활발해져서 그들 사이의 간격이 늘어남  
→ 물질이 팽창
- 대부분의 물질은 가열하면 팽창하고 냉각시키면 수축

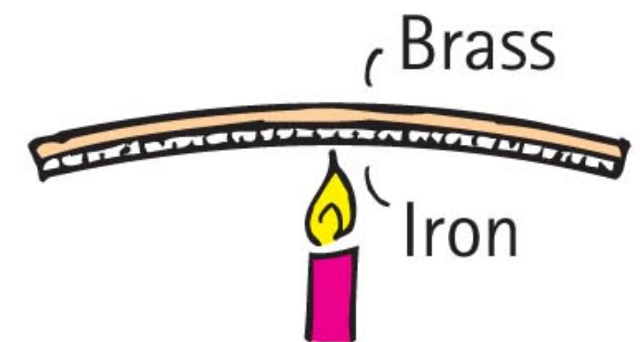
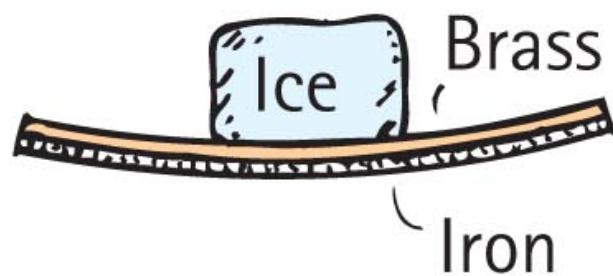
# 열팽창

## ◆ 열팽창(계속)

- 물질에 따라 팽창률이 다름

## ◆ 예:

- 이중합금띠 – 한 쪽은 낫쇠로 다른 쪽은 보통의 쇠로 복합띠를 만들면 한 쪽 금속이 팽창하여 함께 휘어짐.  
냉각시키면 한 쪽이 더 수축하여 반대 방향으로 휘어짐
- 가마의 온도조절기, 전기토스터 등에 활용



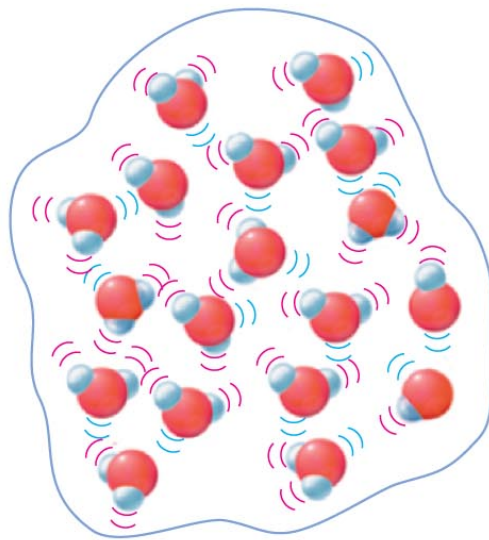
# 열팽창

- ◆ 대부분의 액체가 고체보다 많이 팽창
  - 예: 매우 더운 날 자동차 연료탱크의 가솔린이 흘러 넘침
    - 탱크와 가솔린이 같은 비율로 팽창하면 가솔린이 넘치지 않을 것임

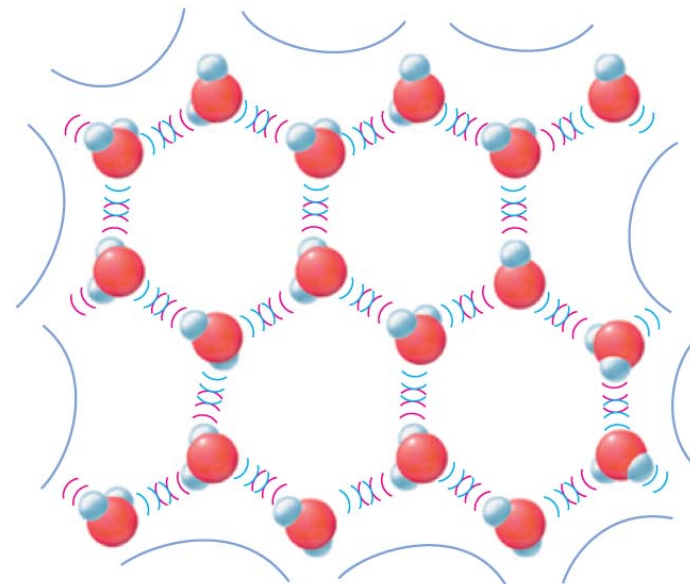
# 열팽창

## ◆ 물의 팽창

- 물이 얼 때 팽창한다. 얼음은 육각형의 열린 결정구조를 갖는다. 이런 열린 구조에서는 분자들이 액체상태보다 넓은 공간을 점유하기 때문에 얼음의 밀도가 물보다 낮다



Liquid water  
(dense)



Ice  
(less dense)



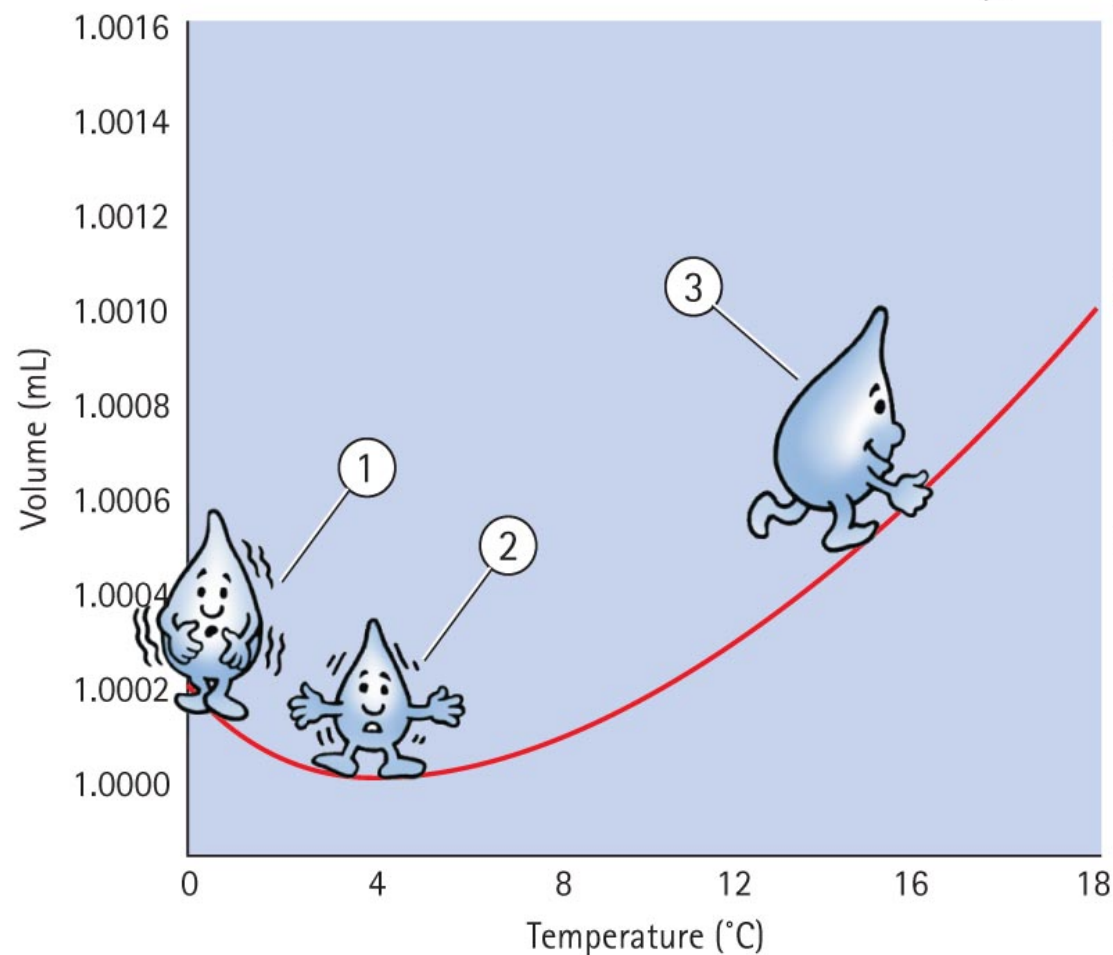
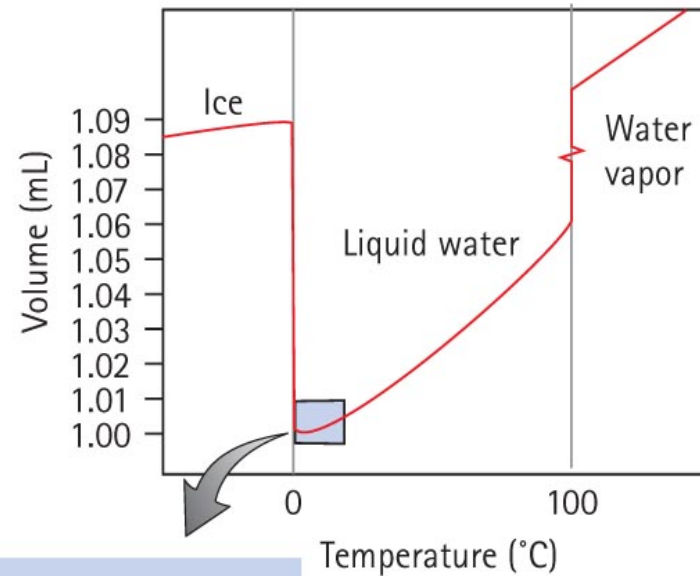
# 열팽창

## ◆ 물의 팽창

- $0^{\circ}\text{C}$ 에서  $4^{\circ}\text{C}$  사이에서는 팽창하지 않고 수축한다.
- $4^{\circ}\text{C}$ 에서 물의 밀도가 가장 크다.
- 얼음이  $0^{\circ}\text{C}$ 에서 녹기 시작할 때 열린 구조가 점차 사라지면서 물의 밀도가 커지게 된다.
- $4^{\circ}\text{C}$ 까지는 얼음결정이 남아 있어서 물의 밀도가 미지근한 물보다 밀도가 크다.
- 이 온도를 넘어서면 더이상 얼음 결정이 없으므로 팽창하기 시작하여 밀도가 작아진다.

# 열팽창

## ◆ 1그램의 물의 부피 변화



- ① 4°C 이하의 물은 얼음결정 때문에 팽창
- ② 온도가 상승하면 결정이 사라지면서 부피가 감소
- ③ 4°C 이상에서는 온도가 상승할 때 활발한 분자운동으로 부피가 증가

# 열팽창

## ◆ 물의 열팽창

- 얼음이 얼 때, 얼음의 밀도가 물보다 낮아서 얼음은 수면 위로 떠오름
- 호수의 물은 표면부터 얼면서 점차 수면 아래로 얼어 들어감
- 물은 비열이 높고 열전도도가 낮기 때문에 추운 지방에서도 호수바닥의 온도가  $4^{\circ}\text{C}$  이상으로 유지됨

# 열팽창 확인문제

0°C의 물을 가열하면, 물은 어떻게 되는가?

- A. 팽창한다.
- B. 수축한다.
- C. 변하지 않는다.
- D. 정보가 충분하지 않다.

# 열팽창 확인문제

0°C의 물을 가열하면, 물은 어떻게 되는가?

- A. 팽창한다.
- B. 수축한다.
- C. 변하지 않는다.
- D. 정보가 충분하지 않다.

“본 강의 동영상 및 자료는 대한민국 저작권법을 준수합니다. 본 강의 동영상 및 자료는 상명대학교 재학생들의 수업목적으로 제작·배포되는 것이므로, 수업목적으로 내려받은 강의 동영상 및 자료는 수업목적 이외에 다른 용도로 사용할 수 없으며, 다른 장소 및 타인에게 복제, 전송하여 공유할 수 없습니다. 이를 위반해서 발생하는 모든 법적 책임은 행위 주체인 본인에게 있습니다.”