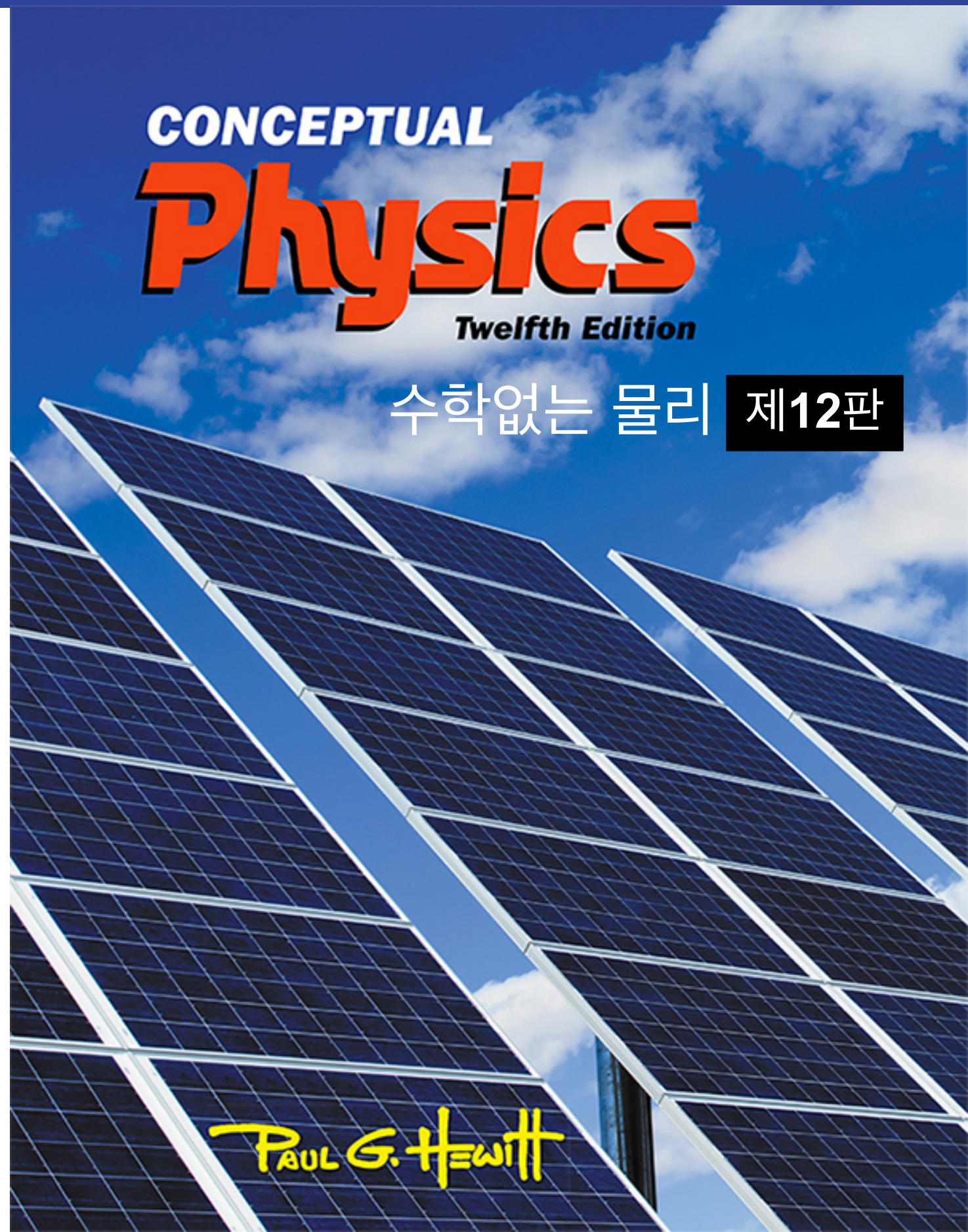


# 제17장 상변화

## Change Of Phase



# 차례

- ◆ 물질의 상
- ◆ 증발
- ◆ 응축
- ◆ 끓임
- ◆ 녹임과 얼림
- ◆ 에너지와 상변화

# 물질의 상

- ◆ 물질의 상(상태)는 네 가지가 있다.
  - 상 변화에는 내부 에너지 전달을 수반
- 고체 상태 (얼음)
- 액체 상태 (물)
- 기체 상태 (수증기)
- 플라스마 상태 (분자들이 이온과 전자로 분리된 것)

# 물질의 상

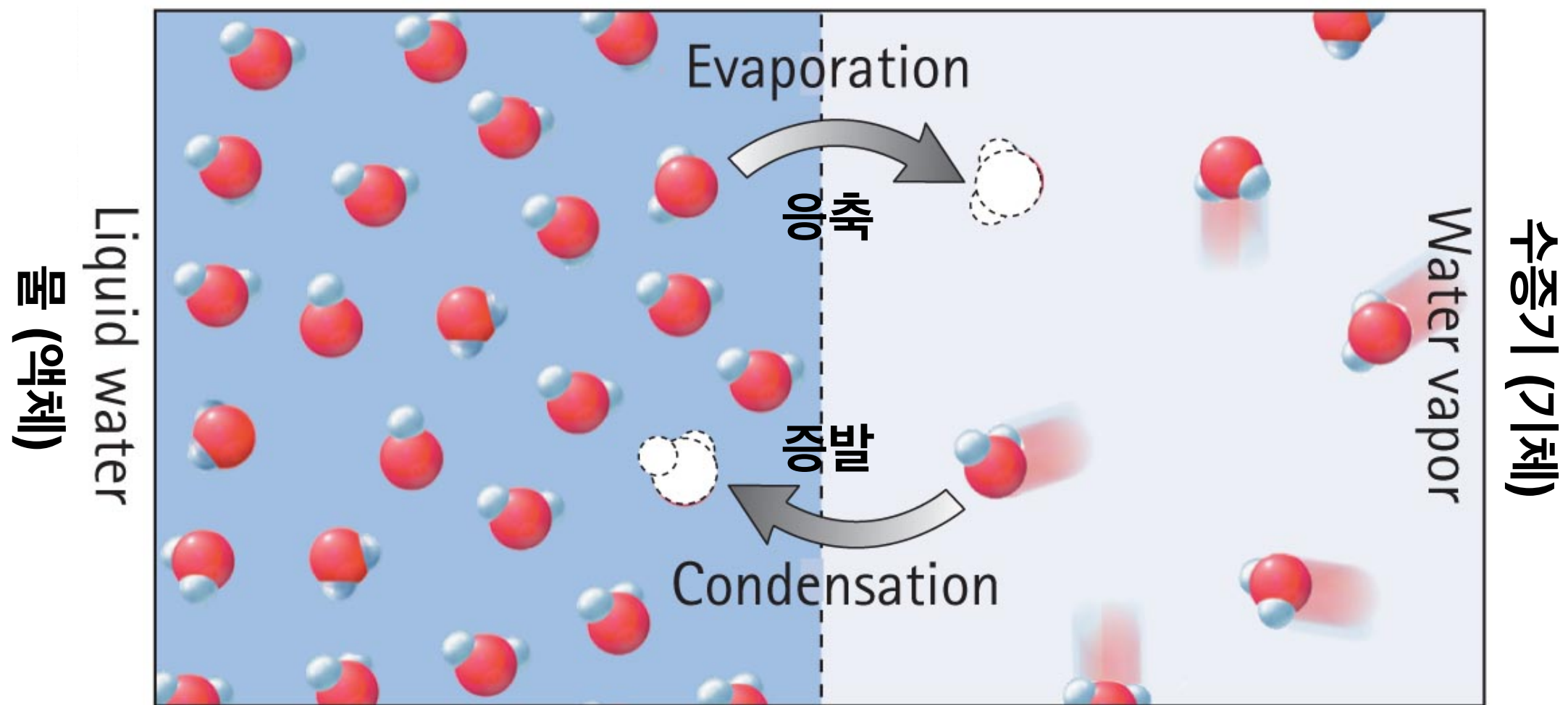
- ◆ 물질의 상태는 주어진 온도와 가해진 압력에 의존
- ◆ 에너지를 더하면 고체 → 액체 → 기체 → 플라즈마로 상이 변한다.
- ◆ 에너지가 많아질 수록 분자는 더 빨리 움직이게 된다.



# 증발

## ◆ 증발 (기화)

- 액체에서 기체로 상변화



# 증발

- ◆ 액체의 분자는 다양한 속력으로 무작위로 움직이며, 계속해서 서로 충돌한다.
- ◆ 충돌하면서 어떤 분자는 운동에너지를 얻지만, 다른 분자는 운동에너지를 잃어버리게 된다.
- ◆ 활발한 분자들 중 일부는 액체에서 빠져나와 기체가 된다.
- ◆ 액체에 남아 있는 평균 운동에너지가 감소하여 액체가 더 차갑게 된다.

# 증발

- ◆ 올라간 체온을 정상 온도로 내릴 때 중요
  - 땀샘에서 땀이 생성
  - 피부에 있는 물이 증발할 때 체열을 흡수하여 몸을 식히게 됨
  - 이것은 안정적인 체온을 유지할 수 있게 하는 도움이 됨



# 증발

## ◆ 승화

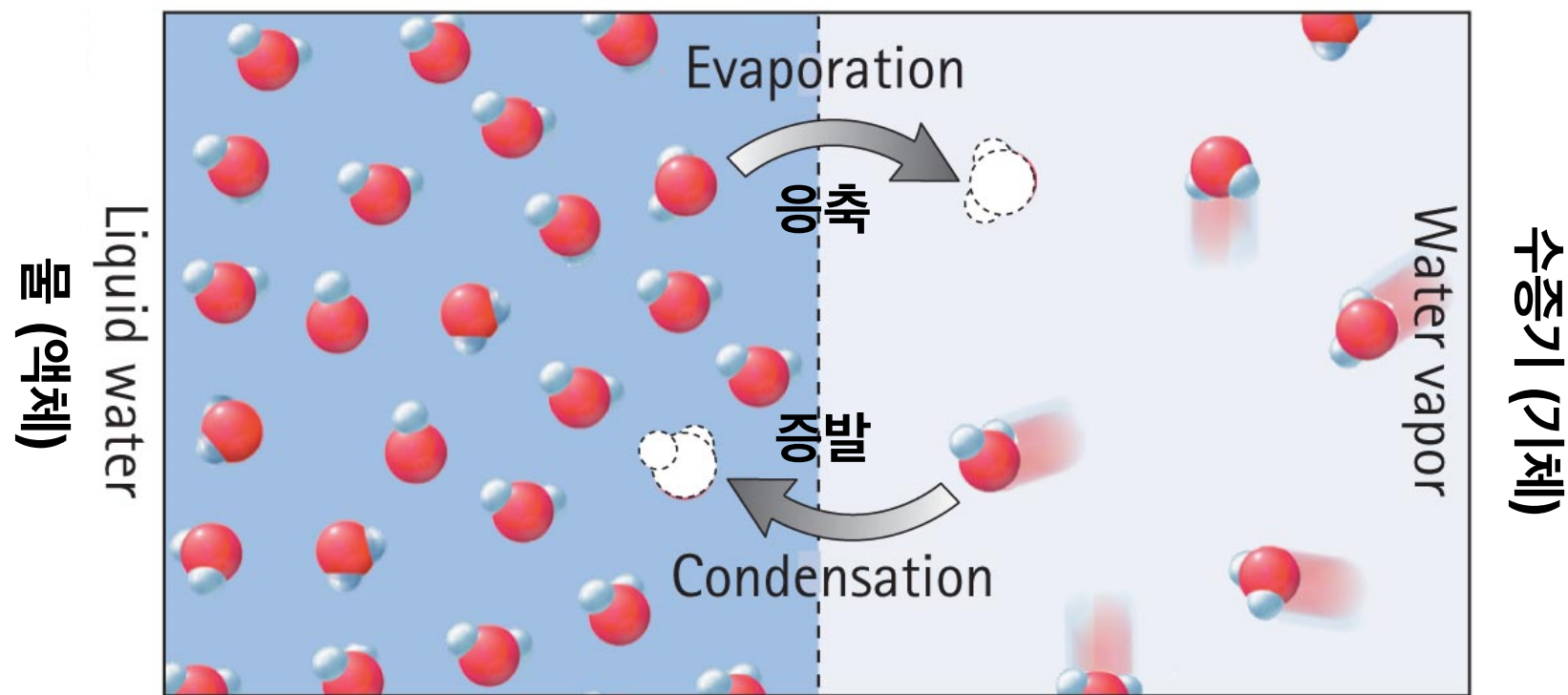
- 고체 상태에서 기체 상태로 직접 상변화 하는 것
  - ▶ 예: 드라이 아이스 (고체 이산화탄소 분자), 쯤약 등



# 응축

## ◆ 응축 (액화)

- 증발의 반대
- 기체 상태에서 액체 상태로의 상변화
- 액체 표면에 가까이 있던 기체 분자가 액체 쪽으로 끌려 들어와서 표면의 액체 분자와 충돌하여 운동에너지를 잃어 버리고 액체의 일부분이 된다.



# 응축

## ◆ 응축 과정 (계속)

- 이러한 충돌로 얻게 된 운동에너지를 액체 분자들이 나눠 가져서 액체의 온도가 올라간다.
- 예:
  - ▶ 증기가 액체로 응축하여 피부가 촉촉해질 때 증기는 많은 에너지를 방출하므로, 같은 온도  $100^{\circ}\text{C}$ 의 끓는 물보다 훨씬 심한 화상을 입게 된다.
  - ▶ 수증기가 가득 찬 샤워실 안에서는 증발 효과보다 응축 효과가 더 강해서 따뜻하게 느껴진다.

# 응축

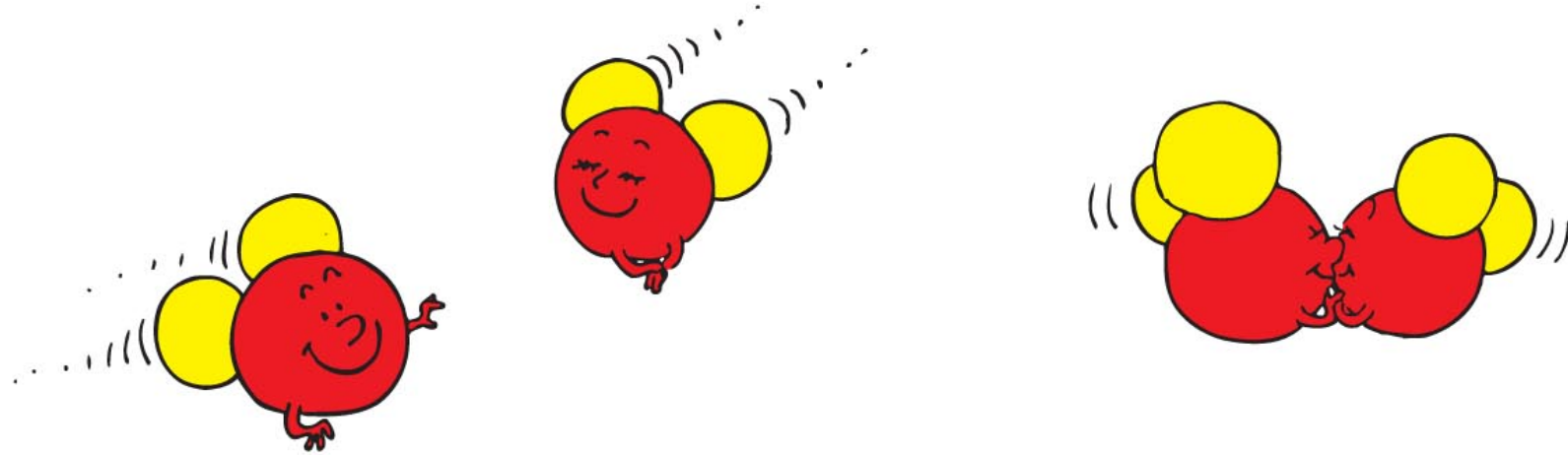
## ◆ 응축 과정 (계속)

- 예:
  - ▶ 건조한 지역에서는 증발 효과가 응축 효과보다 더 커서 더 시원하게 느껴진다.
  - ▶ 습한 곳에서는 증발 효과가 응축 효과보다 더 작아서 더 덥게 느껴진다.

# 응축

## ◆ 대기에서의 응축

- 기온이 낮을 때 공기 중에 있는 물 분자는 천천히 움직인다.
- 천천히 움직이는 물 분자가 서로 달라 붙어서 응축된다.



천천히 움직이는 물 분자는 충돌 후 합체된다.

- 예: 공기가 상승할 때, 안개와 구름이 만들어지게 됨

# Condensation

## CHECK YOUR NEIGHBOR

뜨거운 샤워 후 나갈 때 차가운 느낌이 들지만, 샤워실로 다시 들어가면 따뜻하게 느껴진다. 샤워실에서 따뜻하게 느껴지는 것은 다음 중 어느 것과 관련이 있는가?

- A. 증발
- B. 응축
- C. 둘 다
- D. 위 보기에는 없음





# Condensation

## CHECK YOUR NEIGHBOR

뜨거운 샤워 후 나갈 때 차가운 느낌이 들지만, 샤워실로 다시 들어가면 따뜻하게 느껴진다. 샤워실에서 따뜻하게 느껴지는 것은 다음 중 어느 것과 관련이 있는가?

A. 증발

B. 응축

C. 둘 다

D. 위 보기에는 없음

설명:

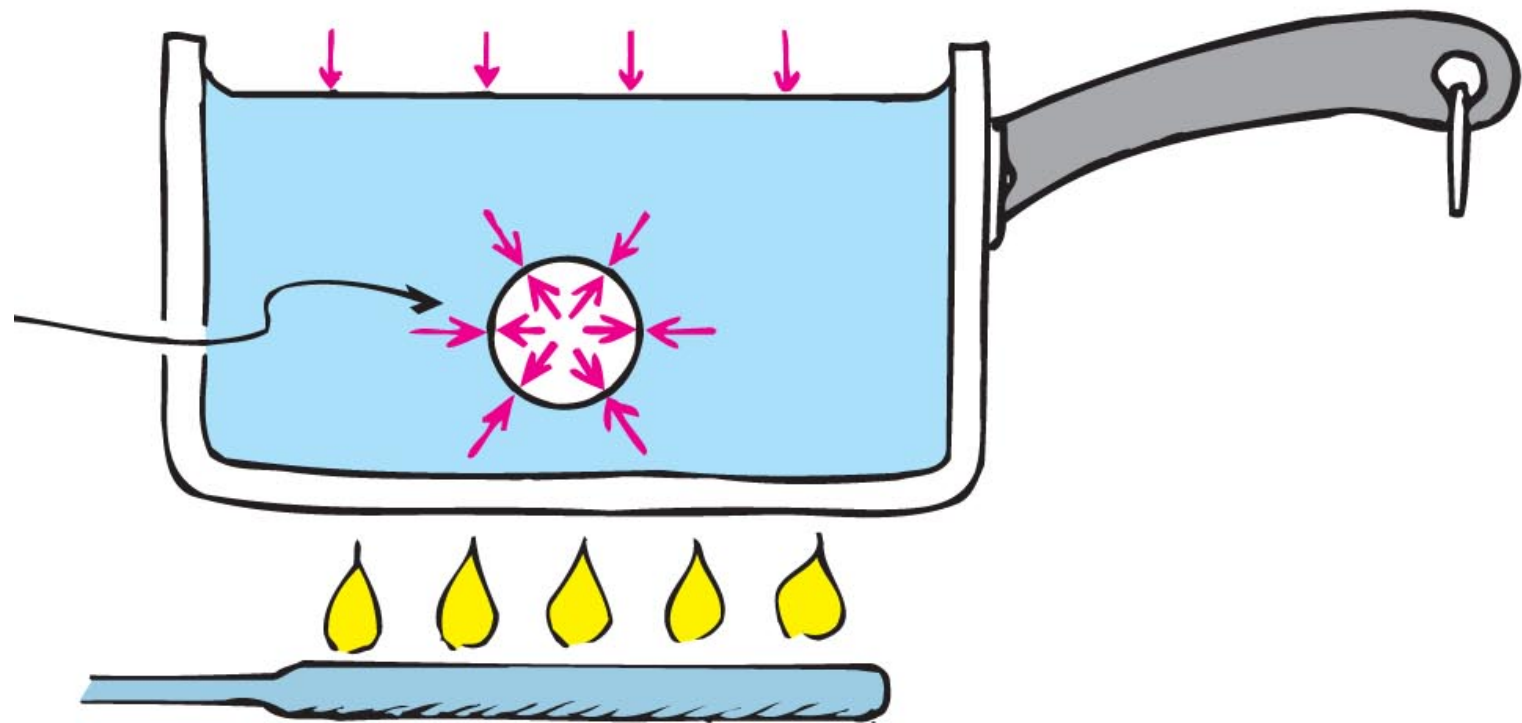
샤워실로 들어가면 몸에 증기가 응축되어 몸을 따뜻하게 만듦

# 끓임

## ◆ 끓는 과정

- 액체 표면 아래에서 빠르게 증발하는 것

대기압과 수압이  
합쳐진 힘



# 끓임

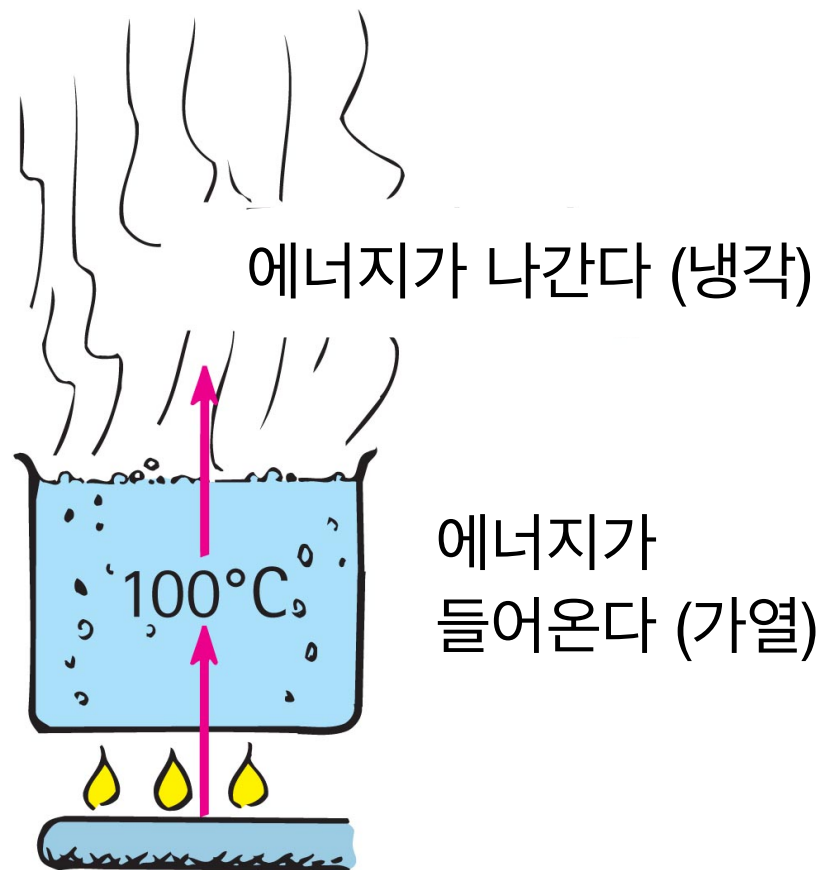
## ◆ 끓는 과정 (계속)

- 액체 내에서 빠르게 증발이 일어나서 수증기 방울이 형성
- 방울은 표면으로 올라옴
- 방울 안의 수증기 압력이 주변의 압력보다 작다면 방울을 수축한다.
- 그러므로, 끓는 점보다 낮은 온도에서는 방울이 형성되지 않는다.
  - 수증기 압력이 충분하지 않음

# 끓임

## ◆ 끓는 과정 (계속)

- 100°C에서 끓는 물은 열적 평형 상태에 있다.  
— 끓는 물은 데워지는 동시에 식는다.
- 이런 의미에서, 끓임은 냉각 과정이다.



# 끓임

## ◆ 끓는 점은 압력에 의존

- 예:

- ▶ 수증기가 밀폐된 압력솥 안에 쌓이면서 압력이 증가하여 끓는 것을 방지하여, 더 높은 온도에서 음식이 조리되게 한다.

## ◆ 대기압이 낮은 곳에서는 끓는점이 낮아진다.

- 예:

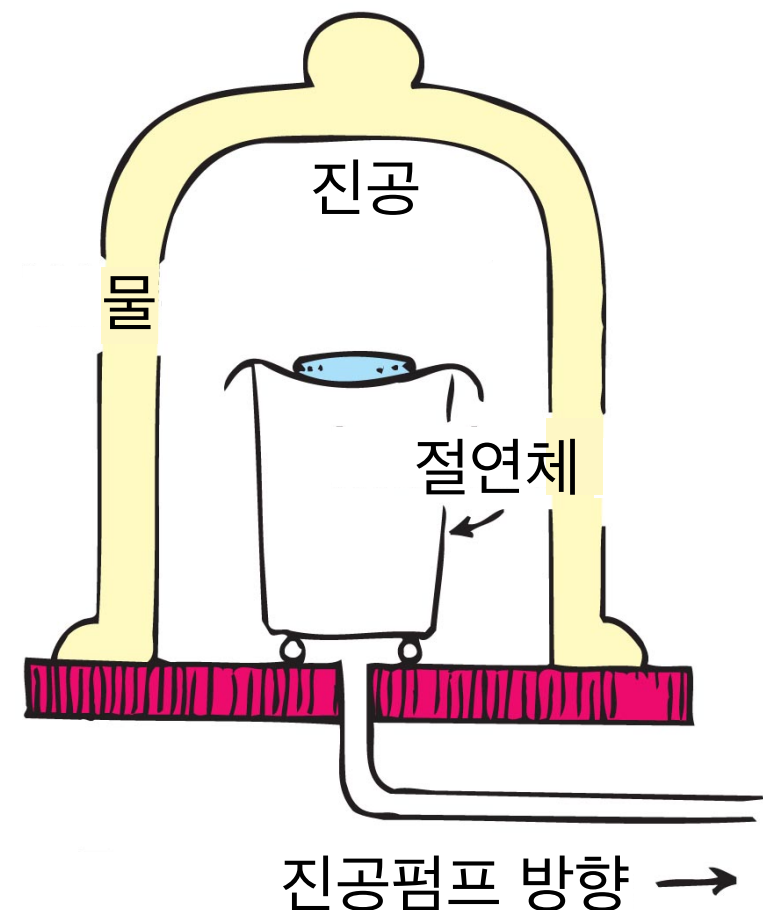
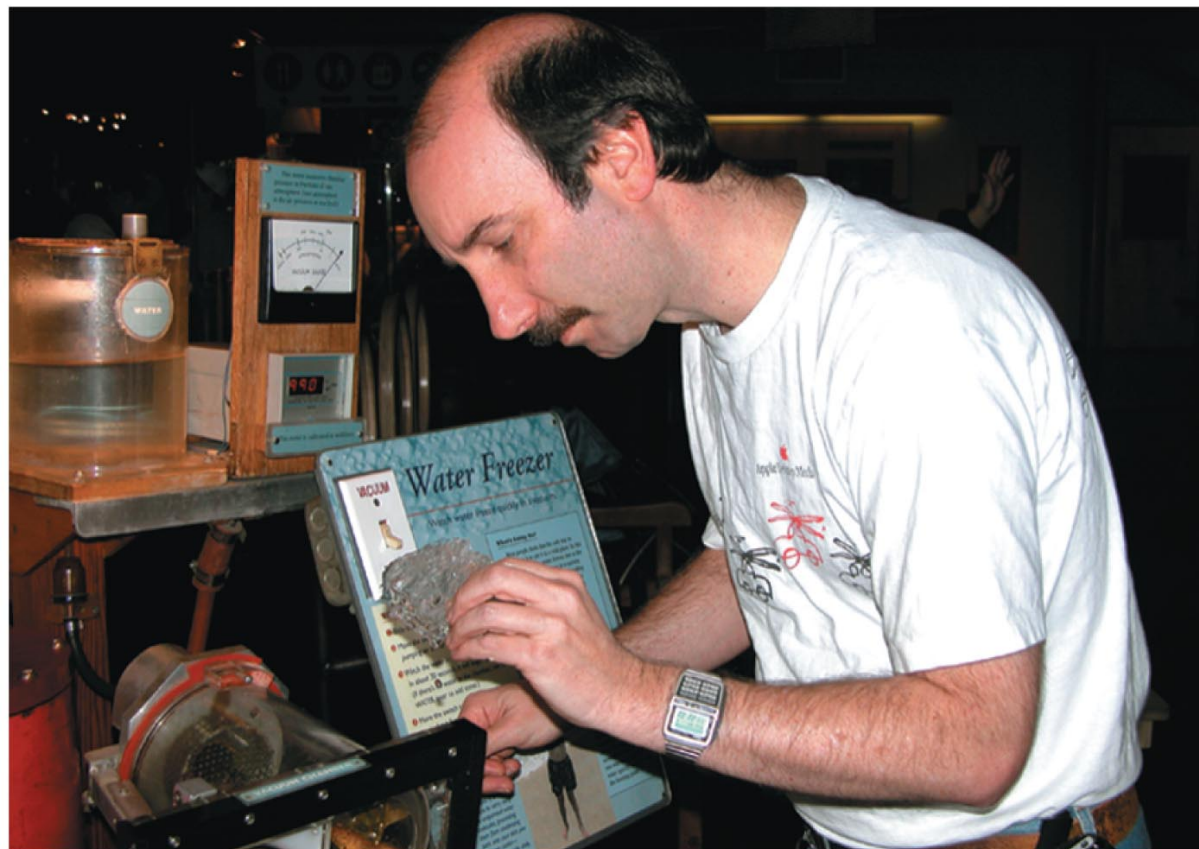
- ▶ 미국 콜로라도 주의 덴버 시(높은 고도)에서 물은  $100^{\circ}\text{C}$ 가 아니라  $95^{\circ}\text{C}$ 에서 끓는다. (1기압에서 물의 끓는점은  $100^{\circ}\text{C}$ )



# 끓임

## ◆ 같은 온도에서의 끓임과 얼림

- 실온 상태의 물을 진공 병에 넣고 압력을 낮추면 물이 끓기 시작한다.
- 끓임으로 물이 물 밖으로 빠져 나오므로 물의 온도가 내려가기 시작한다.
- 압력을 더 낮추면 더 많은 열이 빠져 나와서 어느 점인  $0^{\circ}\text{C}$ 까지 내려간다.
- 압력을 더 낮추면 끓는 물의 표면부터 얼기 시작한다.
- 즉, 끓임과 얼림이 같은 온도에서 일어난다.



# 녹임과 얼림

## ◆ 녹임 (융해)

- 물질이 고체에서 액체로 상이 변하는 것
- 얼림의 반대 과정
- 열을 흡수하면 고체분자들의 진동 운동이 점점 활발해져서 분자들 사이의 결합이 느슨해져서 끊어지게 된다. 즉, 고체가 녹기 시작한다.

# 녹임과 얼림

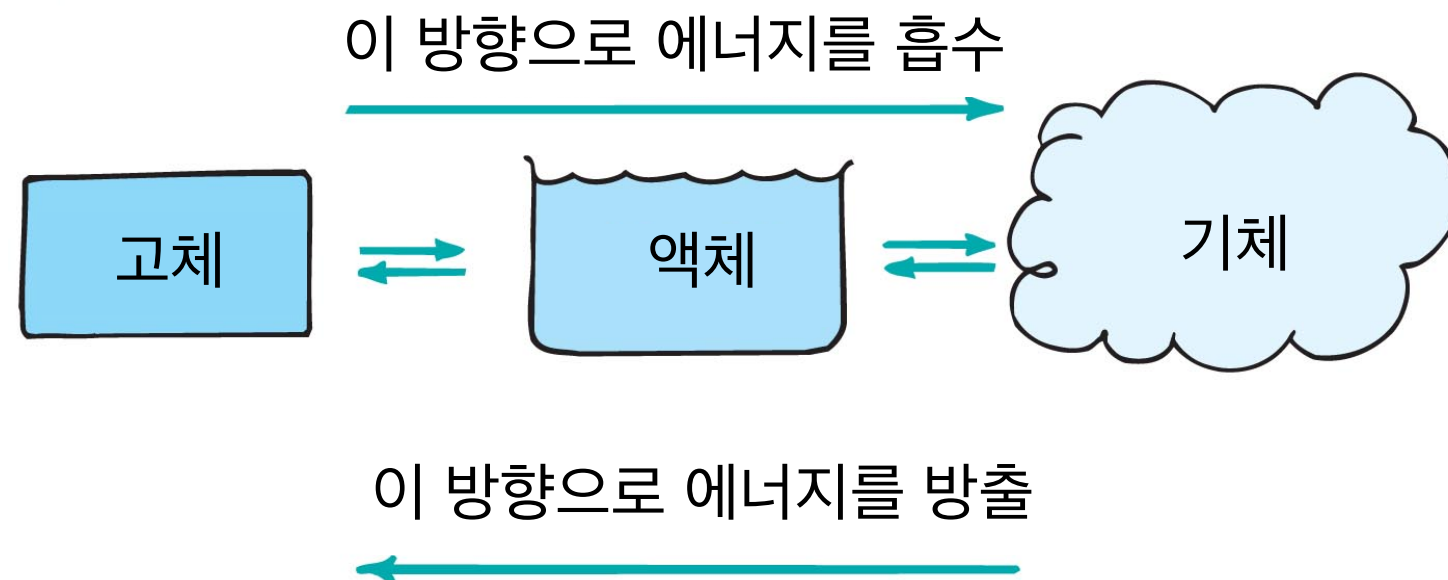
## ◆ 얼림 (응고)

- 액체가 고체로 변하는 것
- 녹임의 반대 과정
- 액체로부터 계속해서 에너지를 빼내면 분자 운동이 감소하게 되고, 분자들 사이의 인력으로 인해 서로 결합하여 얼음과 같은 고체 상태가 된다.

# 에너지와 상변화

## ◆ 에너지와 상변화

- 고체 → 액체 → 기체
  - ▶ 에너지 공급
- 기체 → 액체 → 고체
  - ▶ 에너지 추출



# 에너지와 상변화

## ◆ 녹음열(융해열)

- 고체를 액체로 또는 액체를 고체로 물질을 변화시키는 데 필요한 에너지
- 예:
  - ▶ 물의 녹음열:  $334 \text{ J/g}$



# 에너지와 상변화

## ◆ 증발열 (기화열)

- 액체를 기체로 또는 기체를 액체로 물질을 변화시키는 데 필요한 에너지
- 예:
  - ▶ 물의 증발열:  $2256 \text{ J/g}$ .

# 에너지와 상변화

## 확인문제

구름에서 눈이 형성되면, 주변 공기는 어떻게 되는가?

- A. 차가워진다.
- B. 따뜻해진다.
- C. 온도 변화가 없다.
- D. 열전도가 발생한다.

# 에너지와 상변화

## 확인문제

구름에서 눈이 형성되면, 주변 공기는 어떻게 되는가?

- A. 차가워진다.
- B. 따뜻해진다.
- C. 온도 변화가 없다.
- D. 열전도가 발생한다.

**설명:**

기체에서 고체로 상변화가 일어나므로,  
물 분자는 에너지를 방출한다.

“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.”