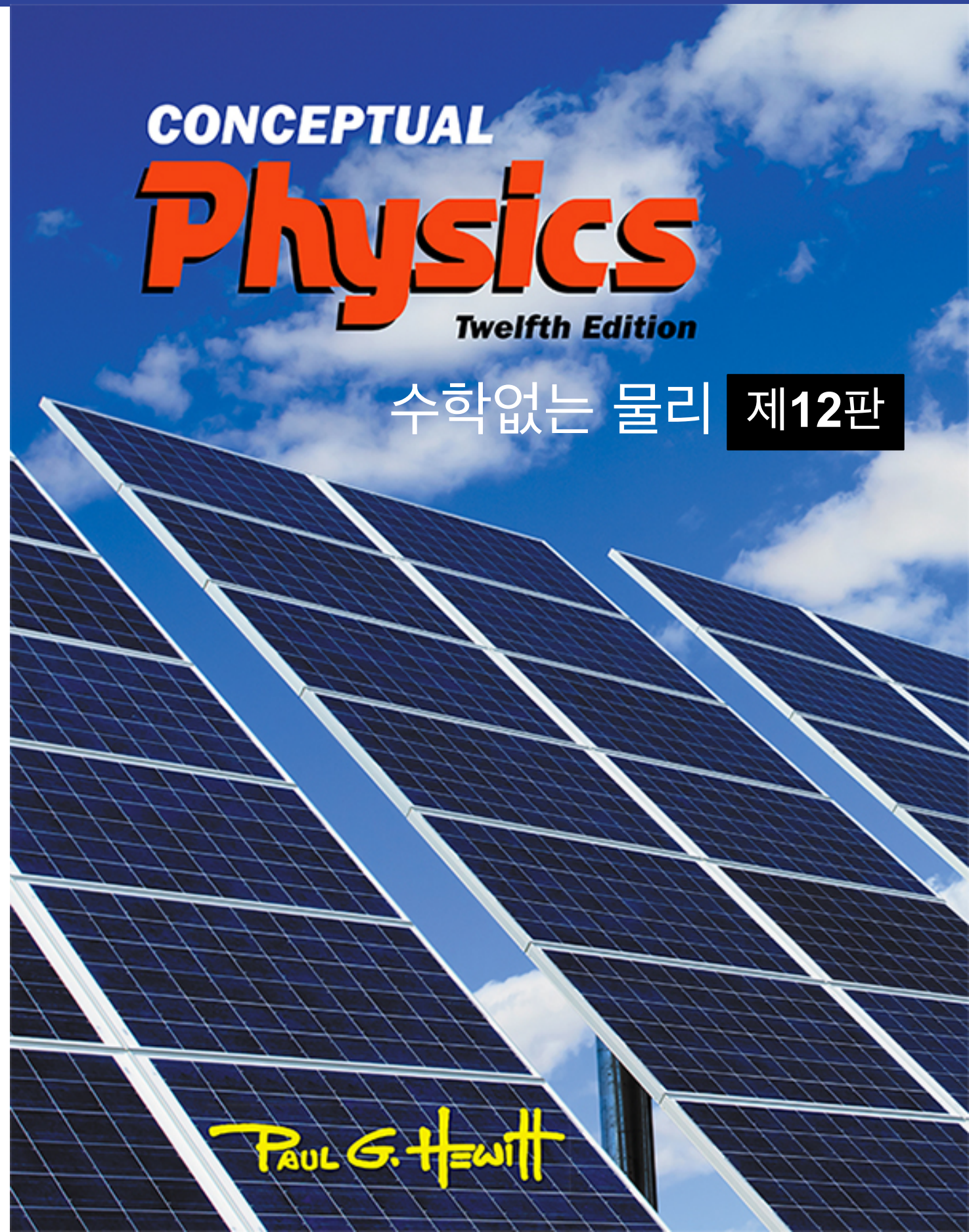


제16장 열전달

Heat Transfer



강의 내용

- ◆ 전도
- ◆ 대류
- ◆ 복사
- ◆ 뉴턴의 냉각법칙
- ◆ 온실효과

열전달과 상변화

◆ 열전달

- 다른 온도를 갖는 두 물체가 열적 접촉을 할 때 열을 전달하여 같은 온도로 되려는 경향이 있음

◆ 세 가지 열전달 방법:

- 전도
- 대류
- 복사

전도

◆ 전도

- 물질(특히 고체)사이에서 전자와 분자의 충돌로 내부에너지가 전달되는 것



전도

◆ 전도체

- 좋은 전도체는 열을 빨리 전달한다.
 - ▶ “약하게” 결합된 하나 이상의 외각전자들을 가진 고체는 열(또한 전기)을 잘 전도
 - ▶ 금속에는 충돌로 에너지를 자유롭게 전달할 수 있는 “약하게” 결합된 외각전자들이 많음
 - ▶ 예: 은, 구리, 알루미늄, 철 등의 금속

전도

◆ (열)전도체 (계속)

- 나쁜 전도체 – 좋은 절연체
 - ▶ 물질의 분자들이 외곽전자와 단단히 결합되어 있음.
 - ▶ 예: 유리, 나무, 종이, 코르크, 플라스틱, 공기 등
- 작은 공간이 많은 다공성 물질도 나쁜 전도체
 - ▶ 예: 양모, 모피, 오리털, 눈 등

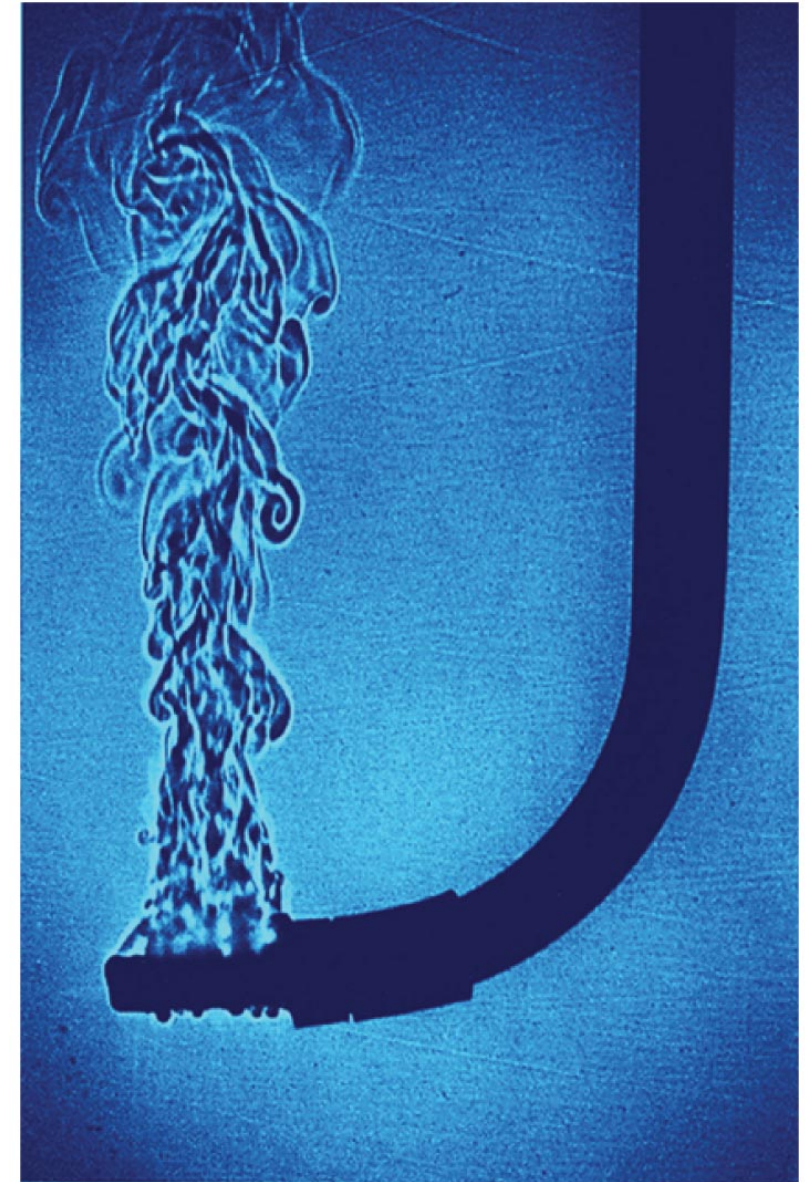
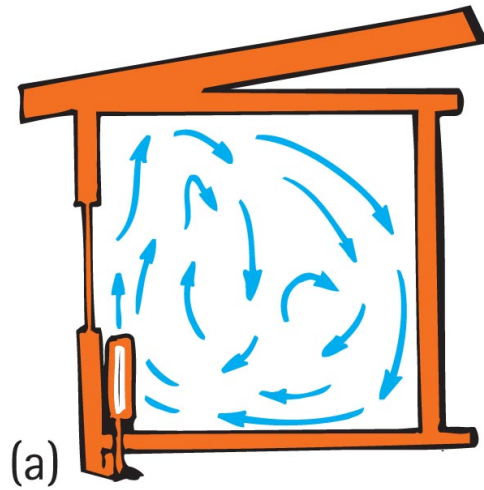
◆ 절연

- 내부에너지의 흐름을 막지는 않음.
- 그러나 내부에너지의 흐름은 느리게 일어남

대류

◆ 대류

- 유체 자체의 운동으로 열을 전달
- 액체나 기체



대류

◆ 뜨거운 공기가 올라가는 이유

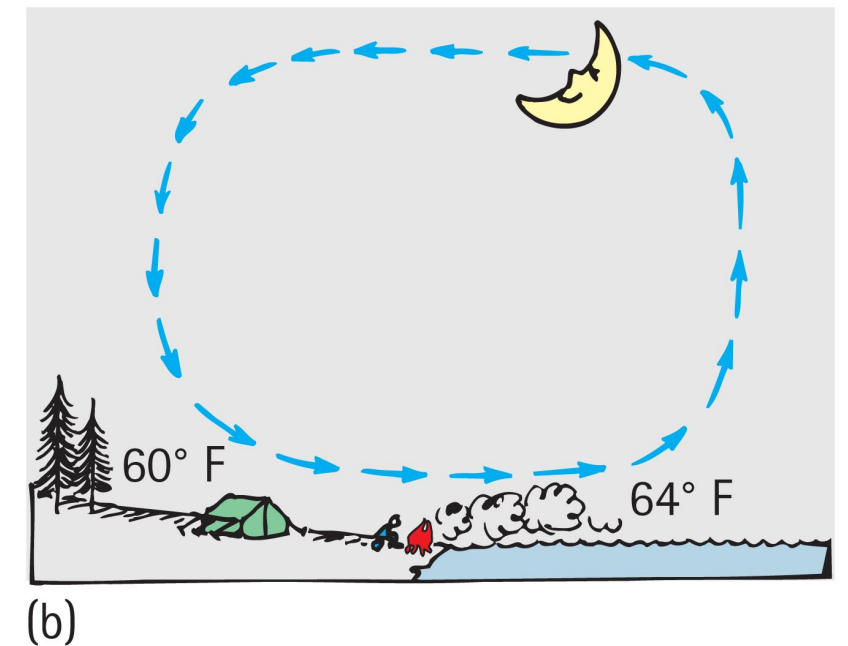
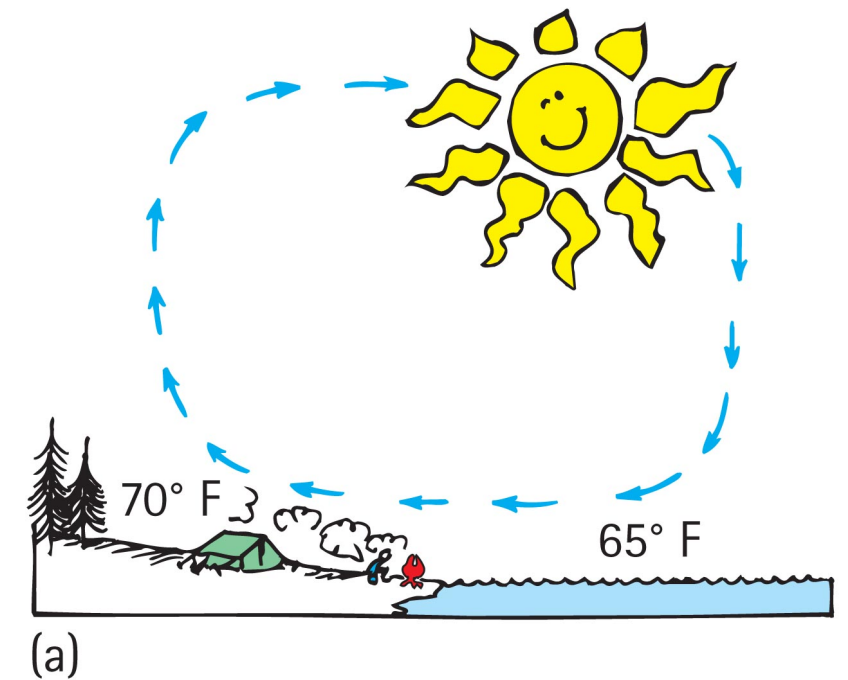
- 뜨거운 공기는 팽창하여 밀도가 낮아져, 부력에 의해 위로 상승
- 주변 공기와 밀도가 같아질 때까지 상승
- 예: 모닥불 연기

◆ 팽창하면 냉각됨

대류

◆ 바람

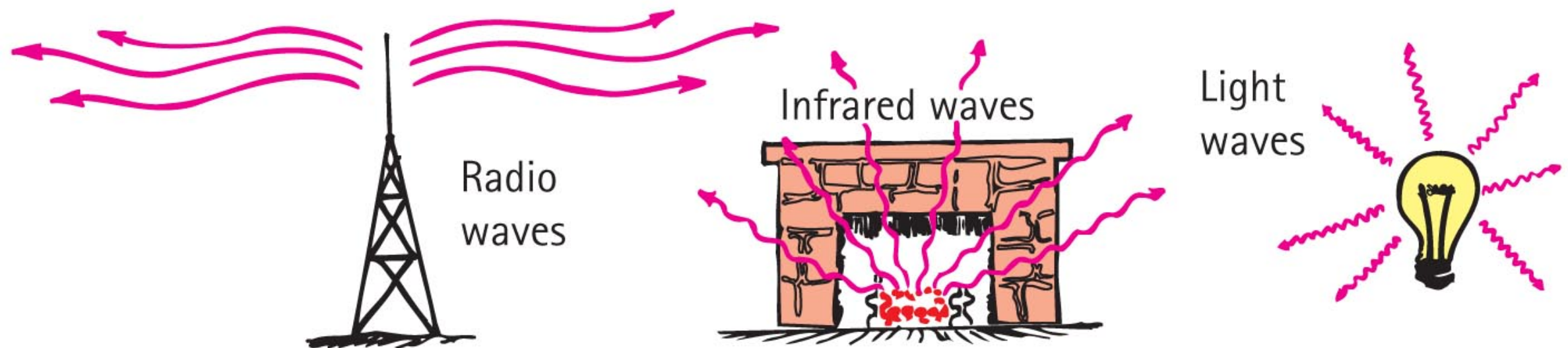
- 지표면의 공기 온도의 차이에 의해 발생
 - ▶ 지역마다 태양열을 흡수하는 정도가 다름
- 해풍
 - ▶ 낮에는 육지가 더 따뜻함
 - ▶ 육지의 따뜻한 공기는 위로 올라가고,
 - ▶ 바다의 차가운 공기가 그 자리로 밀려 들면서 바닷바람이 불어옴



복사

◆ 복사

- 태양에서 빈공간을 지나는 에너지의 전달



복사

◆ 복사에너지

- 전자기파 형태
- 라디오파, 마이크로파, 적외선, 가시광선, 자외선, 엑스선, 감마선
(파장이 긴 전자기파부터 나열)

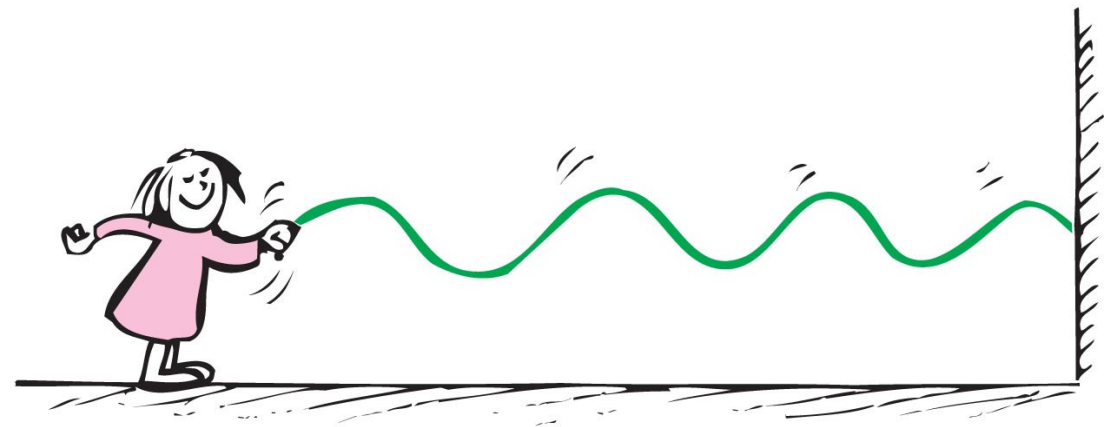
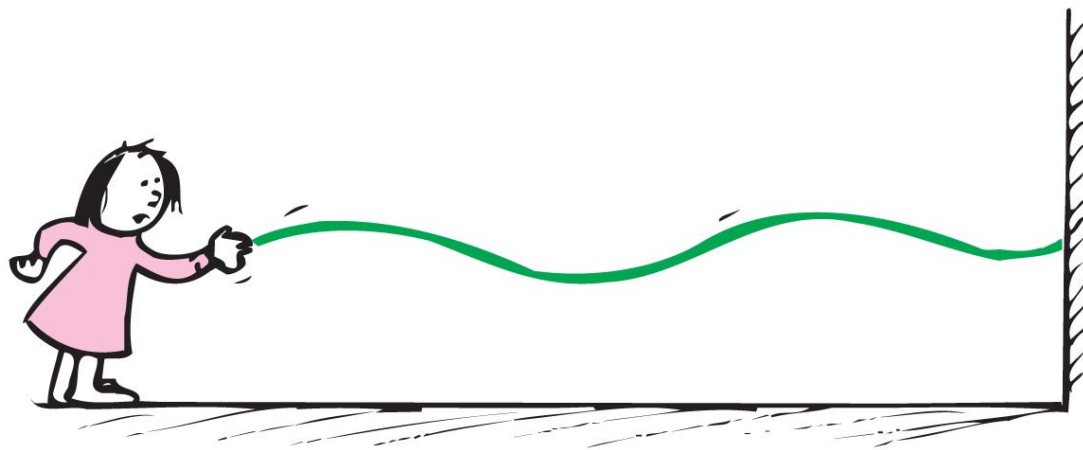
복사

◆ 파장 (19장에서 자세히 다룰 예정)

- 진동수와 관련

- ▶ **진동수 또는 주파수:** 1초동안 파동의 진동횟수
- ▶ 진동수가 낮으면 파장이 길고,
진동수가 높으면 파장이 짧다.

- ▶ 전자기파의 경우: $f = \frac{c}{\lambda}$ $\left(\text{진동수} = \frac{\text{빛의 속도}}{\text{파장}} \right)$



복사

◆ 복사에너지의 방출

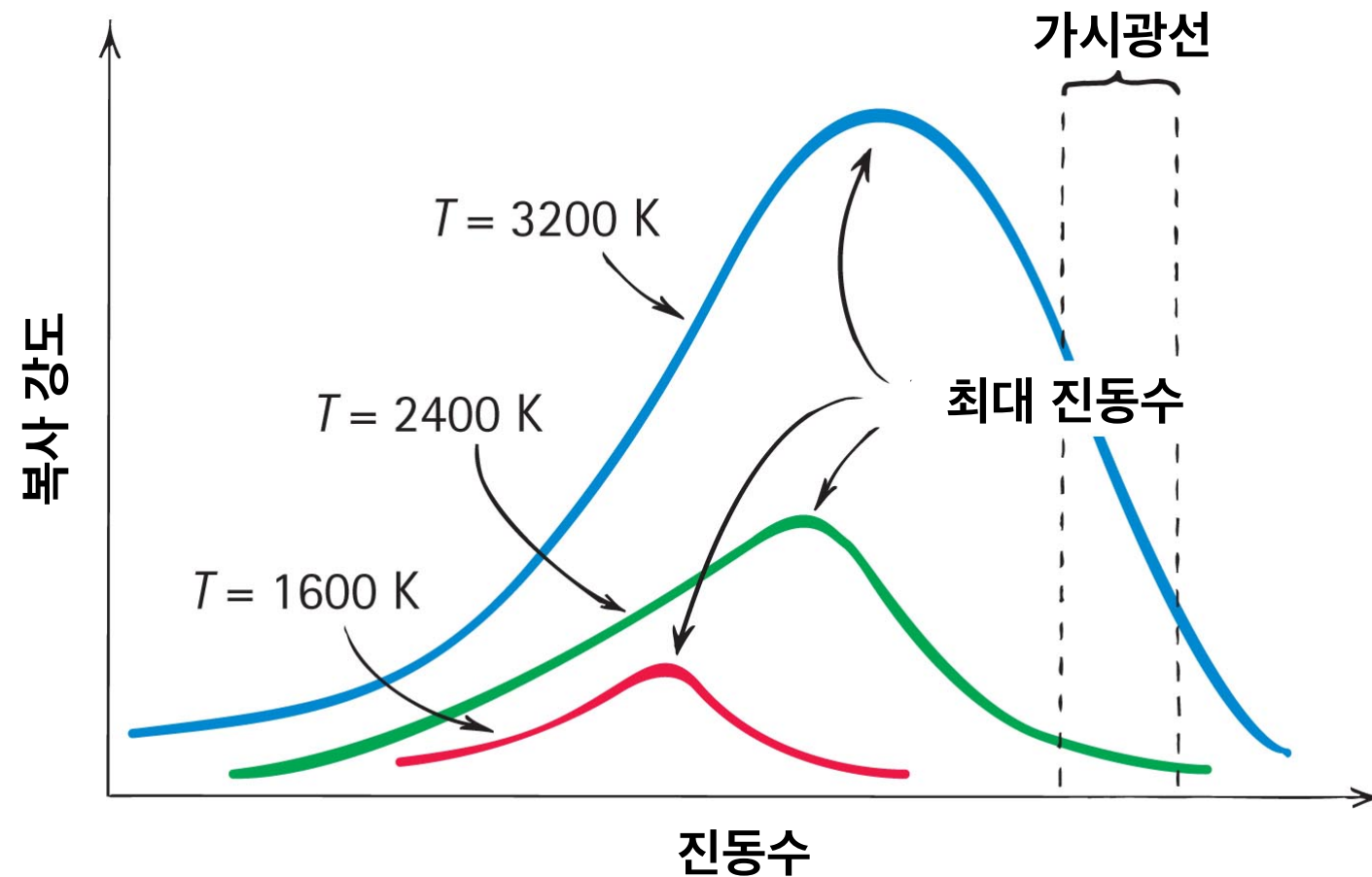
- 절대영도 이상의 모든 물체는 복사에너지를 방출
- 태양 표면에서 빛이 나오는 것을 **전자기복사** 또는 **태양복사**라고 함
- 지구표면에서는 적외선을 방출하며 **지구복사**라고 함

복사

◆ 복사에너지의 방출(계속)

- 복사에너지의 진동수는 물체의 온도에 비례

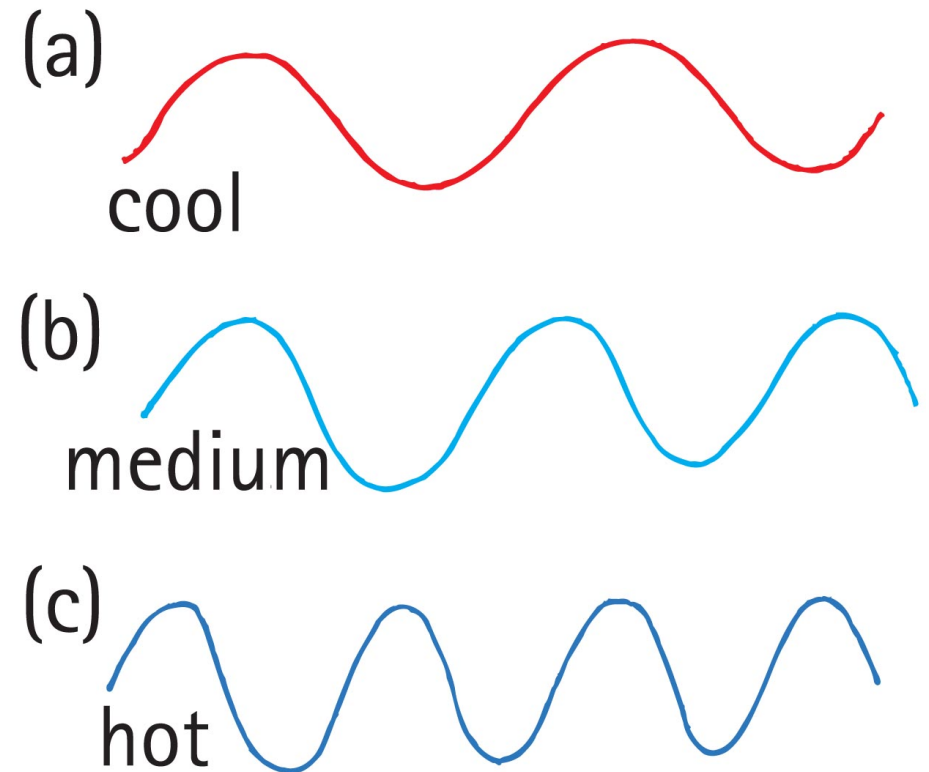
$$\bar{f} \sim T$$



복사

◆ 방출체의 온도의 범위

- 일상 온도에서 물체는 적외선을 방출
- 500°C 이상에서 빨간 빛이 방출
- 약 600°C 에서 노란색
- 약 1500°C 에서는 흰색 (가시광선의 전 범위)



복사

◆ 복사에너지의 흡수

- 복사에너지 방출과 함께 발생
- 복사에너지의 방출과 흡수
 - ▶ 방출하는 것보다 흡수량이 더 많으면 알짜 흡수체
 - ▶ 방출량이 더 많으면 알짜 방출체
 - ▶ 알짜 흡수 또는 알짜 방출은 주변의 온도와 관련 있음

복사

◆ 복사에너지의 흡수 (계속)

- 복사에너지의 방출과 함께 일어남
 - ▶ 좋은 흡수체는 좋은 방출체
 - ▶ 나쁜 흡수체는 나쁜 방출체

복사

◆ 복사에너지의 반사

- 흡수와 반대
- 복사에너지가 아주 적거나 거의 반사하지 않는 물체는 검게 보이게 됨
- 복사에너지를 전혀 반사하지 않는 흡수체는 완벽한 검정색

뉴턴의 냉각법칙

◆ 뉴턴의 냉각법칙

- 일상의 기온에서 전도, 대류 및 복사에 의한 냉각률은 물체와 주위 사이의 온도차에 비례
- 냉각률 $\sim \Delta T$
- 예:
 - ▶ 뜨거운 사과파이를 냉장고 안에 넣으면 식탁에서보다 빨리 식는다.
 - ▶ 파이프와 주변의 온도차가 크기 때문

뉴턴의 냉각법칙

◆ 뉴턴의 냉각법칙

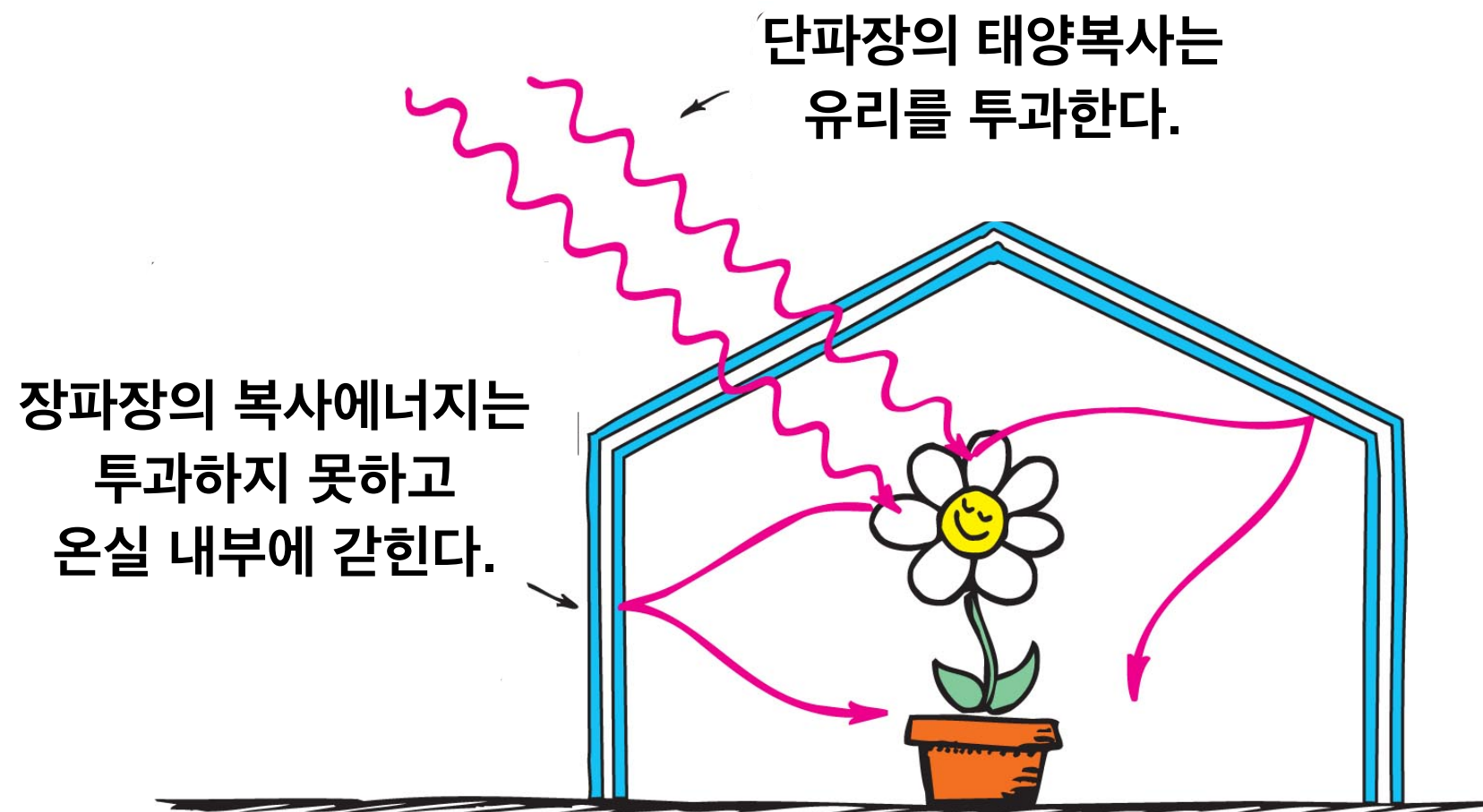
- 더워지는 비율에의 적용
 - ▶ 물체가 주위보다 차가우면 더워지는 비율도 ΔT 에 비례
 - ▶ 예: 냉동식품은 추운 방보다는 더운 방에서 더 빨리 해동된다.

지구온난화와 온실효과

◆ 온실효과

• 용어의 기원

- ▶ 화원의 유리 온실에서 온도가 올라가는 효과로부터 비롯됨



지구온난화와 온실효과

◆ 온실효과를 이해하기 위한 두 개념

- 모든 물체는 복사를 방출하고, 복사의 진동수와 파장이 물체의 온도에 의존한다.
 - ▶ 고온의 물체는 단파장의 복사를 방출
 - ▶ 저온의 물체는 장파장의 복사를 방출
- 공기나 유리의 투과성이 복사의 파장에 의존한다.
 - ▶ 공기는 적외선(장파장)과 가시광선(단파장)을 투과시킨다.
 - ▶ 유리는 가시광선을 투과시키지만 적외선을 투과시키지 못한다.

지구온난화와 온실효과

◆ 온실효과를 이해하기 위한 두 개념 (계속)

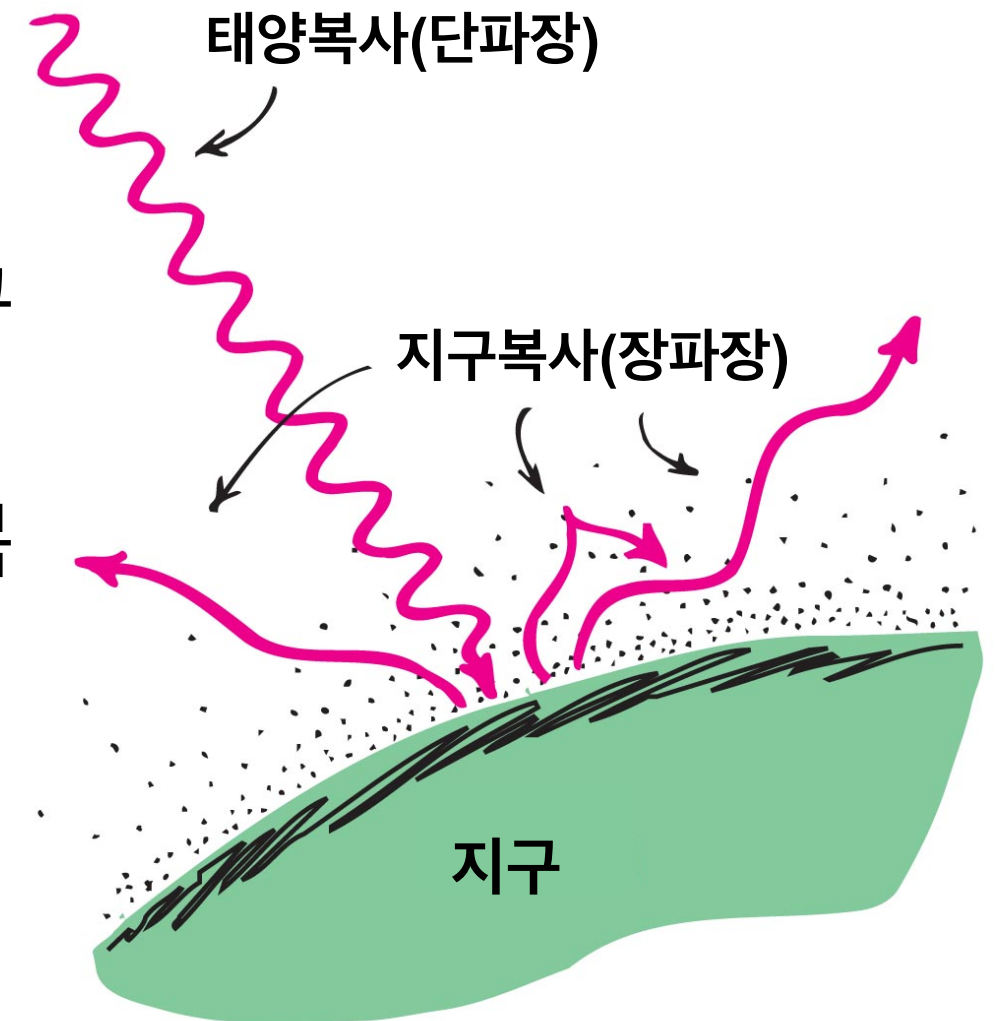
● 예:

- ▶ 자동차보다 태양의 온도가 훨씬 높다.
- ▶ 즉, 태양 복사의 파장은 매우 짧고, 단파장의 복사는 대기권과 자동차 창문 유리를 쉽게 투과한다.
반사되는 빛을 제외하고 거의 모든 태양에너지를 흡수한다.
- ▶ 자동차 내부도 복사를 방출하지만 방출하는 복사의 파장이 길다. 이 장파장의 복사는 유리를 통과하지 못한다.
- ▶ 태양의 복사에너지가 자동차 안에 남아 자동차 내부가 뜨거워진다.

지구온난화와 온실효과

◆ 지구온난화

- 지표면이 태양 복사 흡수
- 장파장의 지구복사를 방출
- (수증기나 이산화탄소 같은) 온실가스 물질들은 흡수한 대부분의 장파장 지구 복사를 지표면으로 재방출
- 결국 대기를 빠져나가지 못하는 지구복사 때문에 지표면의 온도가 올라감



지구온난화와 온실효과 확인문제

지구온난화에 영향을 미치는 “온실가스”에 대한 설명으로 옳은 것은?

- A. 적외선보다 가시광선을 더 많이 흡수
- B. 가시광선보다 적외선을 더 많이 흡수
- C. 가시광선과 적외선 복사를 거의 같게 흡수
- D. 어떤 종류의 복사도 거의 흡수하지 않음

지구온난화와 온실효과 확인문제

지구온난화에 영향을 미치는 “온실가스”에 대한 설명으로 옳은 것은?

- A. 적외선보다 가시광선을 더 많이 흡수
- B. 가시광선보다 적외선을 더 많이 흡수**
- C. 가시광선과 적외선 복사를 거의 같게 흡수
- D. 어떤 종류의 복사도 거의 흡수하지 않음

태양에너지

- ◆ 1년 내내 인간이 소비하는 전체 에너지량보다 1시간 동안 지구에 쏟아지는 태양에너지가 더 많다.
- Nathan S. Lewis, California Institute of Technology



“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.”