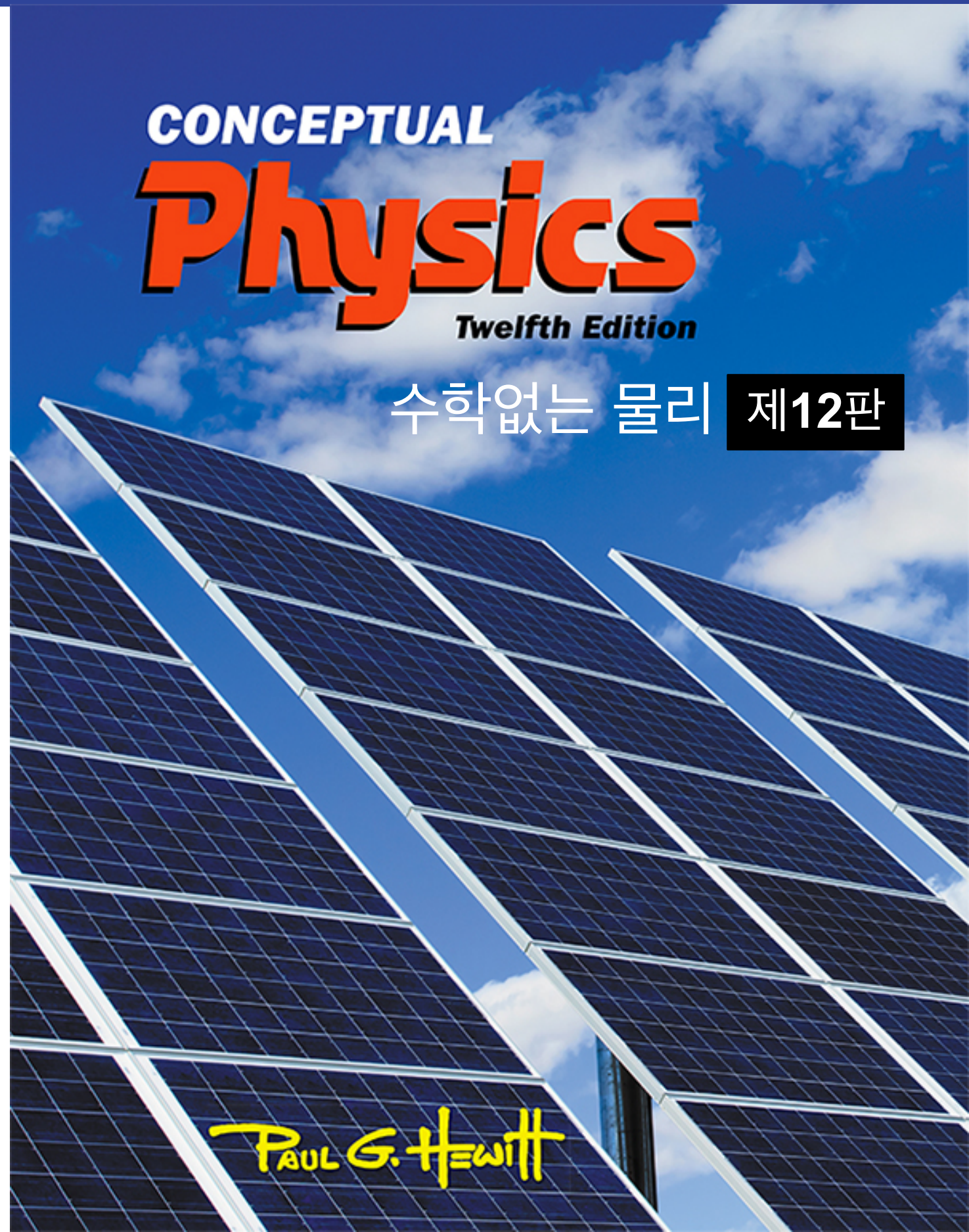


제7장:  
에너지  
Energy



# 학습 내용

- ◆ 에너지
- ◆ 일
- ◆ 일률
- ◆ 역학적 에너지: 퍼텐셜에너지와 운동에너지
- ◆ 일-에너지 정리
- ◆ 에너지 보존
- ◆ 기계
- ◆ 효율
- ◆ 재생에너지
- ◆ 생명에너지
- ◆ 에너지의 원천

# 에너지(Energy)

◆ 우주는 에너지와 물질의 조합으로 이루어져 있다.

◆ 에너지

- 물질을 움직이는 것
- 물질이며 진행과정
- 전달되거나 전환될 때 관측됨
- 보존되는 양

# 에너지

- ◆ 일할 수 있는 계의 능력
- ◆ 열로 전환될 수 있는 것
  - 예: 태양으로부터 오는 전자기파
- ◆ 물질
  - 보고, 냄새 맡고, 느낄 수 있는 실체
  - 공간을 차지

# 일(Work)

## ◆ 일

- 힘과 이동한 거리 모두에 관계
- 즉, (힘 x 거리)
- 수식:  $W = Fd$ .

## ◆ 일을 한다는 것은...

- 힘이 작용
- 그 힘에 의해 물체가 이동

# 일

◆ 예:

- 벽을 밀면서 에너지를 소모하지만 벽이 움직이지 않는다면 벽에 한 일은 없다.

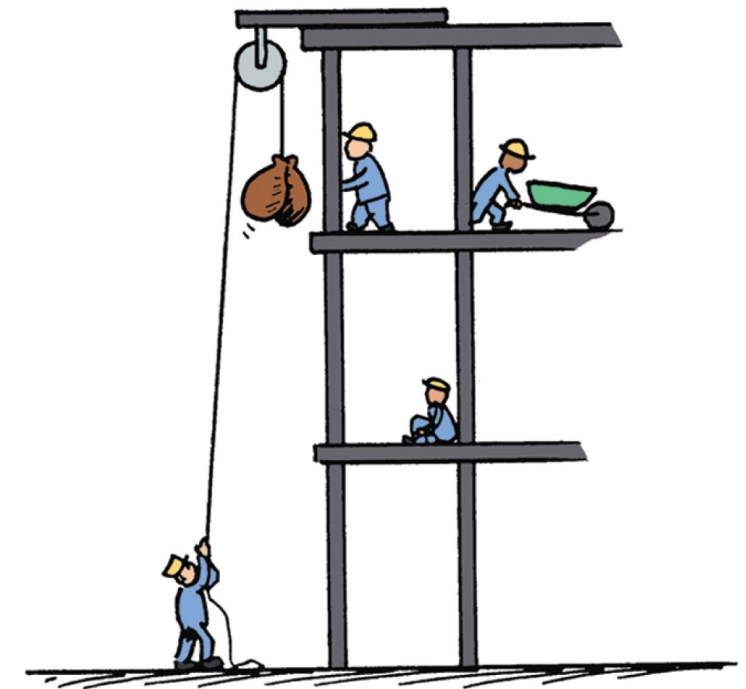




# 일

◆ 예:

- 자갈이 들어있는 자루를 1층으로 올리는 데 한 일과 비교하면 2층으로 올리는 데 한 일은 2배이다.
  - ▶ 이유: 거리가 2배이기 때문
- 적재량이 2배인 자갈 자루를 같은 높이로 들어 올릴 때 한 일은 2배이다.
  - ▶ 이유: 힘이 2배로 들기 때문



# 일

- ◆ 예:
  - 역기를 들어 올리면 일을 하게 된다.
- ◆ 일의 단위:
  - 뉴턴-미터 (Nm) 또는 줄 (joule, J)





# 일 확인문제

역기를 들어 올리는 경우를 생각하자. 역기가 두 배 무거워지면, 같은 거리만큼 역기를 들 때 한 일은 얼마가 되는가?

- A. 두 배 많다
- B. 절반이 된다
- C. 같다
- D. 들어올리는 속력에 따라 다르다.

# 일 확인문제

역기를 들어 올리는 경우를 생각하자. 역기가 두 배 무거워지면, 같은 거리만큼 역기를 들 때 한 일은 얼마가 되는가?

- A. 두 배 많다
- B. 절반이 된다
- C. 같다
- D. 들어올리는 속력에 따라 다르다.

# 일 확인문제

일정한 힘으로 카트를 밀고 있다. 두 배 멀리 카트를 밀면 일은 어떻게 되는가?

- A. 두 배보다 적다
- B. 두 배이다
- C. 두 배보다 많다
- D. 한 일은 없다

# 일 확인문제

일정한 힘으로 카트를 밀고 있다. 두 배 멀리 카트를 밀면 일은 어떻게 되는가?

- A. 두 배보다 적다
- B. 두 배이다**
- C. 두 배보다 많다
- D. 한 일은 없다

# 일률

## ◆ 일률:

- 일이 얼마나 빠르게 행해지는가에 대한 것
- 수식:

$$\text{일률} = \frac{\text{한 일}}{\text{시간 간격}}$$





# Power

◆ 예:

- 계단을 천천히 올라가는 사람보다 뛰어 올라가는 사람의 일률이 더 크다.
- 엔진의 일률이 2배가 되면 같은 양의 일을 하는 데 시간이 반 밖에 걸리지 않거나 같은 시간에 2배의 일을 한다.

# Power

## ◆ 일률의 단위

- J/s 또는 W(와트, watt)
  - ▶  $1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$
  - ▶  $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$
  - ▶  $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$
- James Watt: 18세기 증기기관 개발자
- 미국: HP(마력) – 엔진의 일률의 경우
  - ▶  $1 \text{ HP} = 3/4 \text{ kW}$

# 일률 확인문제

똑같은 양의 일을 천천히 하는 경우와 빨리 하는 경우에서 달라지는 양은 무엇인가?

- A. 에너지.
- B. 운동량.
- C. 일률.
- D. 충격량.

## 일률 확인문제

똑같은 양의 일을 천천히 하는 경우와 빨리 하는 경우에서 달라지는 양은 무엇인가?

A. 에너지.

B. 운동량.

C. 일률.

D. 충격량.

# 역학적 에너지

- ◆ 역학적 에너지는 위치와 운동에 의한 것이다.
- ◆ 역학적 에너지의 두 형태:
  - 퍼텐셜 에너지 (Potential energy)
  - 운동에너지 (Kinetic energy)



# 퍼텐셜 에너지(Potential Energy)

◆ 일할 수 있는 잠재력을 지니고 있는 저장된 에너지

- 상대적인 위치에 따라 에너지가 저장됨

◆ 예:

- 당겨진 활에는 에너지가 저장되어 있어서 화살에 일을 할 수 있게 된다.
- 새총의 늘어난 고무줄에는 에너지가 저장되어 있어서 일을 할 수 있다.

# 중력 퍼텐셜에너지

◆ 올라간 높이에 의한 퍼텐셜 에너지

◆ 예:

- 높은 곳의 저수지에 있는 물
- 말뚝 박는 기계가 들어 올린 망치

# 중력 퍼텐셜에너지

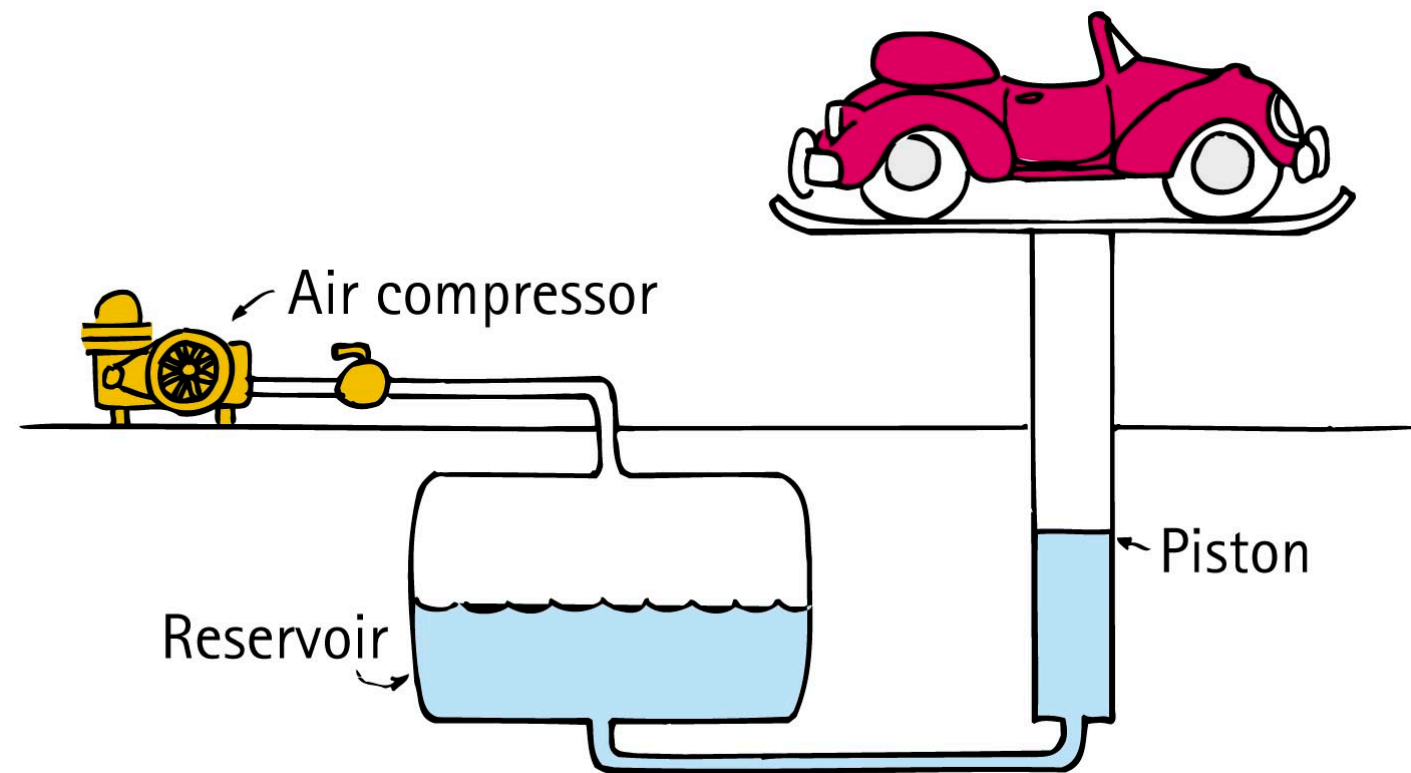
- ◆ 물체를 중력에 거슬리면서 한 일과 같다.  
(위로 들어 올리는데 필요한 힘 x 중력을 거슬러 움직인 수직 거리)
- ◆ 수식:
  - 퍼텐셜에너지 = 질량 x 중력가속도 x 높이

$$PE = mgh$$

# 퍼텐셜에너지 확인문제

주유소에서 수리를 위해 자동차를 위로 끌어 올렸다. 퍼텐셜 에너지는 증가하였는가?

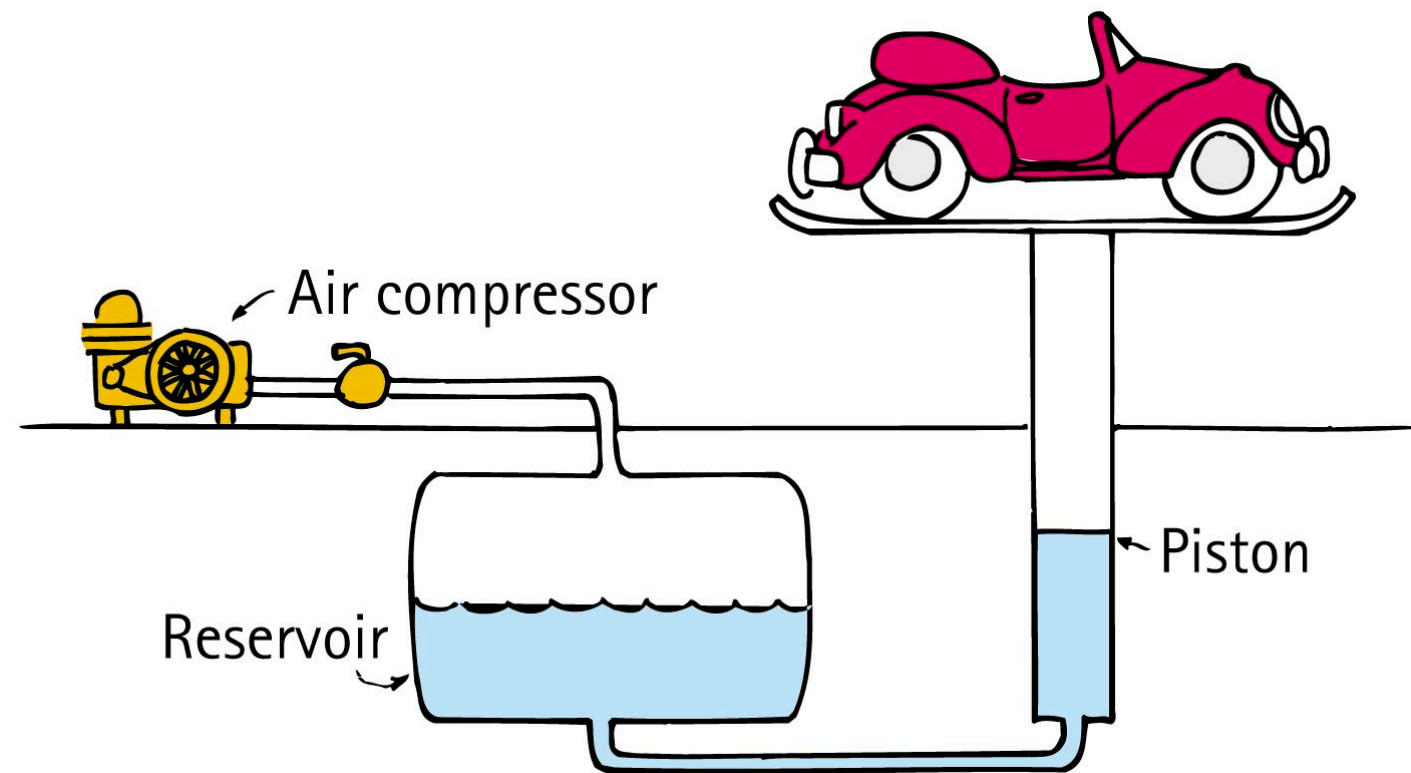
- A. 그렇다
- B. 아니다
- C. 어떤 때는
- D. 정보가 충분하지 않다



# 퍼텐셜에너지 확인문제

주유소에서 수리를 위해 자동차를 위로 끌어 올렸다. 퍼텐셜 에너지는 증가하였는가?

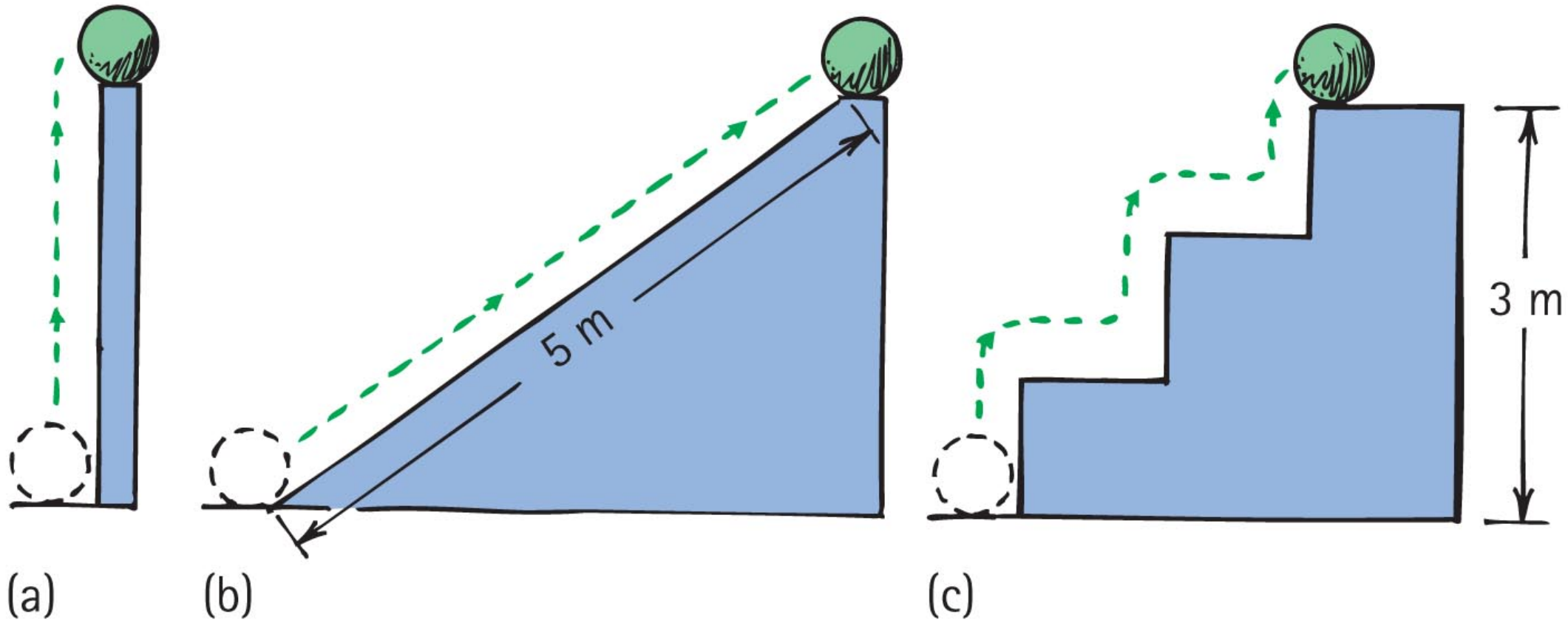
- A. 그렇다
- B. 아니다
- C. 어떤 때는
- D. 정보가 충분하지 않다





# 퍼텐셜에너지

- ◆ 예: 세 그림에서 무게가 10 N인 공의 퍼텐셜 에너지는 똑같이 30 J이다.



# 운동에너지

- ◆ 움직임의 에너지
- ◆ 물체의 질량과 속력의 제곱에 의존
- ◆ 비례상수는  $\frac{1}{2}$
- ◆ 운동에너지 =  $\frac{1}{2}$  x 질량 x 속력 x 속력

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

- ◆ 물체의 속력이 2배가 되면  
⇒ 운동에너지는 4 배

# 운동에너지

## ◆ 움직이는 물체의 운동에너지와 일

- 정지상태로부터 어떤 속도를 갖도록 하는데 필요한 일, 또는 물체가 정지할 때까지 할 수 있는 일
- 수식: 알짜힘 x 거리 = 운동에너지

$$Fd = \frac{1}{2}mv^2$$

# 일-에너지 정리

## ◆ 일-에너지 정리

- 에너지 증가 또는 감소는 일의 결과이다.
- 수식: 일 = 운동에너지의 변화

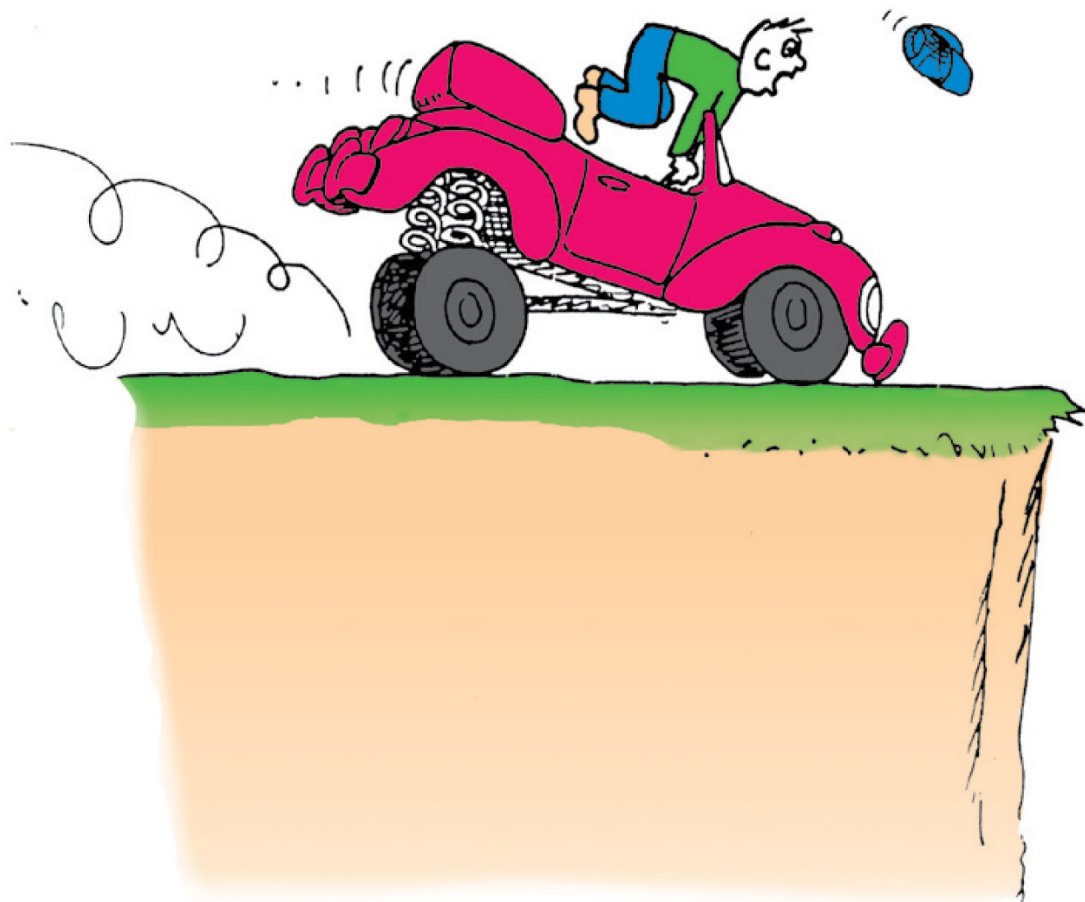
$$W = \Delta (KE)$$

- 물체의 속력이 2배가 되면 일은 4배

# 일-에너지 정리

## ◆ 감속 문제에서의 응용:

- 물체의 속력을 줄이거나 멈추게 하기



- 예: 자동차의 브레이크를 밟아서 자동차가 미끄러질 때 도로가 자동차에 일을 하게 된다. 이 일의 값은 마찰력과 미끄러진 거리의 곱이다.



## 일-에너지 정리 확인문제

움직이는 자동차를 멈추게 하는 일은 타이어 마찰력과 제동거리의 곱이다. 초기속력이 2배가 되면 제동거리는 어떻게 되는가?

- A. 실제로는 작아진다.
- B. 거의 같다.
- C. 두 배가 된다.
- D. 위의 어떤 것도 답이 아니다.

## 일-에너지 정리 확인문제

움직이는 자동차를 멈추게 하는 일은 타이어 마찰력과 제동거리의 곱이다. 초기속력이 2배가 되면 제동거리는 어떻게 되는가?

- A. 실제로는 작아진다.
- B. 거의 같다.
- C. 두 배가 된다.
- D. 위의 어떤 것도 답이 아니다.**

설명:

속력이 두배가 되면 운동에너지가 4배가 되고 제동거리는 **4배가** 된다.

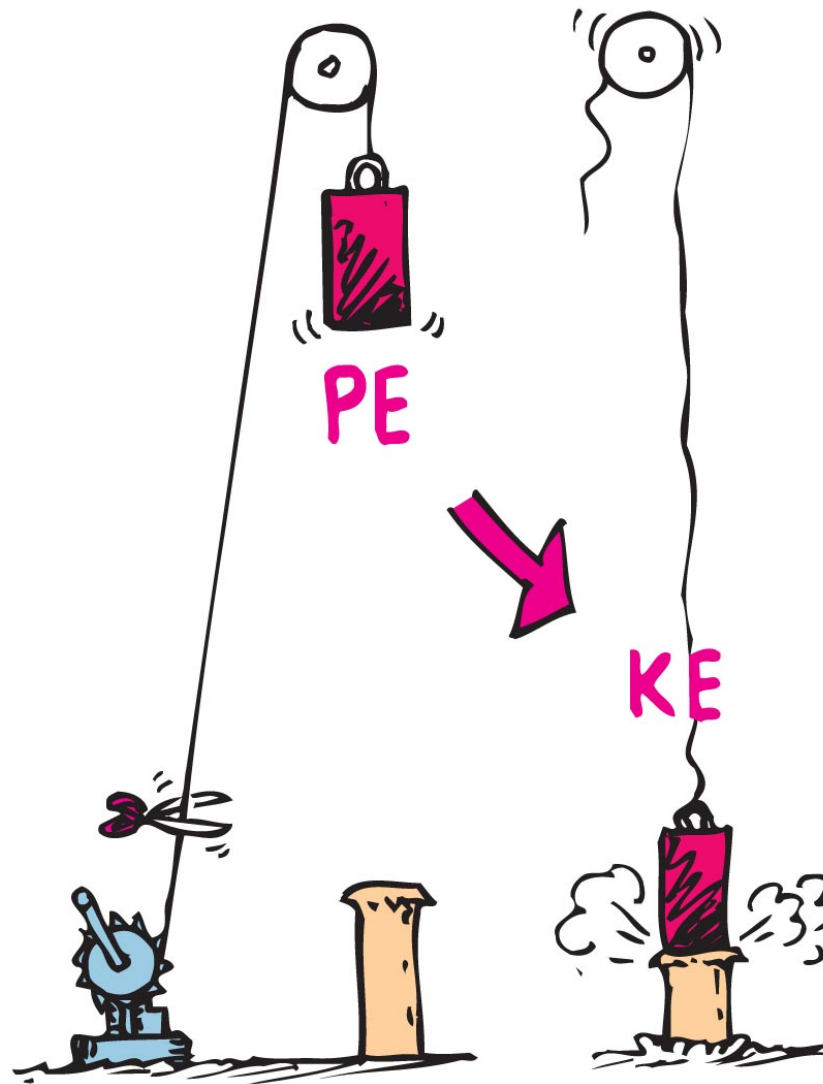
# 에너지 보존

## ◆ 에너지 보존 법칙

- 에너지는 생성되거나 소멸되지 않으며 한 형태에서 다른 형태로 변환 되더라도 전체에너지는 결코 변하지 않는다.

# 에너지 보존

- ◆ 예: 말뚝 박는 기계가 작동할 때 생성되거나 손실되지 않고 에너지가 변환된다.



# 에너지 보존 속고할 사항...

- ◆ 활과 화살로 이루어진 계를 생각하자. 활을 당겨서 계에 일을 하여 퍼텐셜 에너지를 준다. 활줄을 놓으면 퍼텐셜에너지의 대부분은 화살에 운동에너지로 전달되고 일부는 활에 열로 전달된다.

## 숙고할 사항... 확인문제

당겨진 활의 퍼텐셜에너지가 50 J이고 쏘아진 화살의 운동에너지가 40 J이라고 하자. 다음 중 올바른 것은?

- A. 에너지는 보존되지 않는다.
- B. 10 J로 활을 데웠다.
- C. 10 J로 표적을 데웠다.
- D. 10 J은 신비스럽게 없어졌다.



## 숙고할 사항... 확인문제

당겨진 활의 퍼텐셜에너지가 50 J이고 쏘아진 화살의 운동에너지가 40 J이라고 하자. 다음 중 올바른 것은?

- A. 에너지는 보존되지 않는다.
- B. 10 J로 활을 데웠다.**
- C. 10 J로 표적을 데웠다.
- D. 10 J은 신비스럽게 없어졌다.



# 운동에너지와 운동량 비교

## ◆ 운동량과 운동에너지의 유사점:

- 둘다 움직이는 것의 특성이다.

## ◆ 운동량과 운동에너지의 차이점:

- 운동량은 벡터량이다. 그래서 방향을 가지며 상쇄될 수도 있다.
- 운동에너지는 스칼라량이다. 그래서 결코 상쇄될 수 없다.



# 운동에너지와 운동량 비교

## ◆ 속도 의존

- 운동량은 속도에 의존
- 운동에너지는 속도(속력)의 제곱에 의존
- 예: 같은 질량으로 2배의 속도로 움직일 때, 운동량은 2배이고 운동 에너지는 4배가 된다.

# 기계

## ◆ 기계

- 힘을 배가시키거나 힘의 방향을 바꿔주는 장치
- 에너지를 생성할 수는 없으나 형태를 변환시키거나 다른 위치로 전송할 수 있다.
- 일이나 에너지를 증가시킬 수 없다.

# 기계

## ◆ 기계의 원리

- 에너지 보존 개념:

입력한 일 = 출력된 일

- 입력한 힘  $\times$  움직인 거리 =

출력된 힘  $\times$  움직인 거리

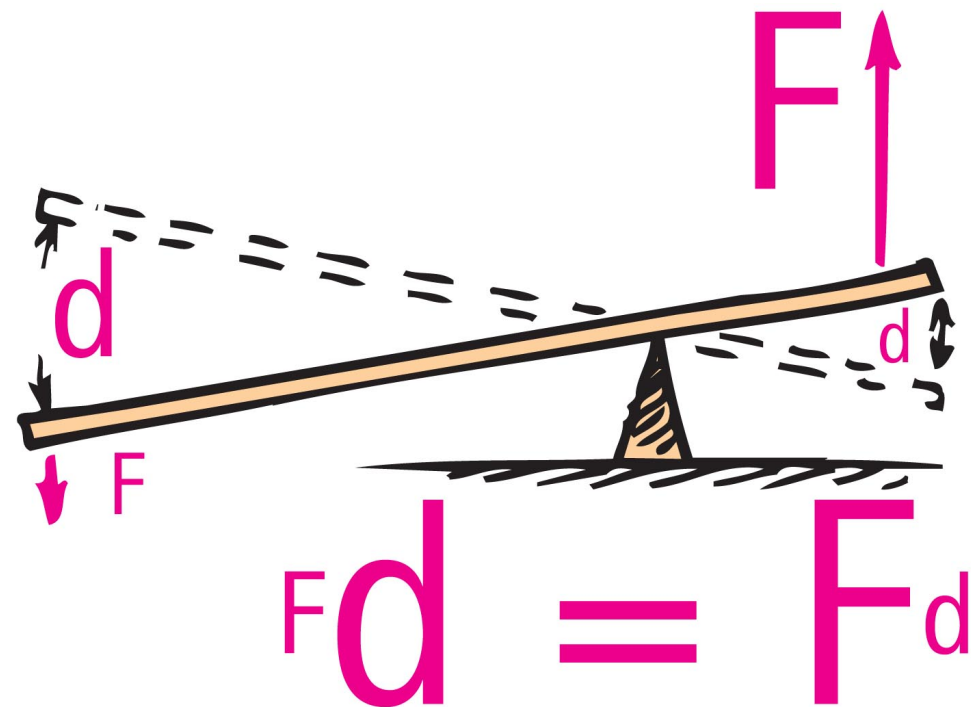
- $(\text{힘} \times \text{거리})_{\text{입력}} = (\text{힘} \times \text{거리})_{\text{출력}}$

# 기계

## ◆ 간단한 기계

### • 지렛대

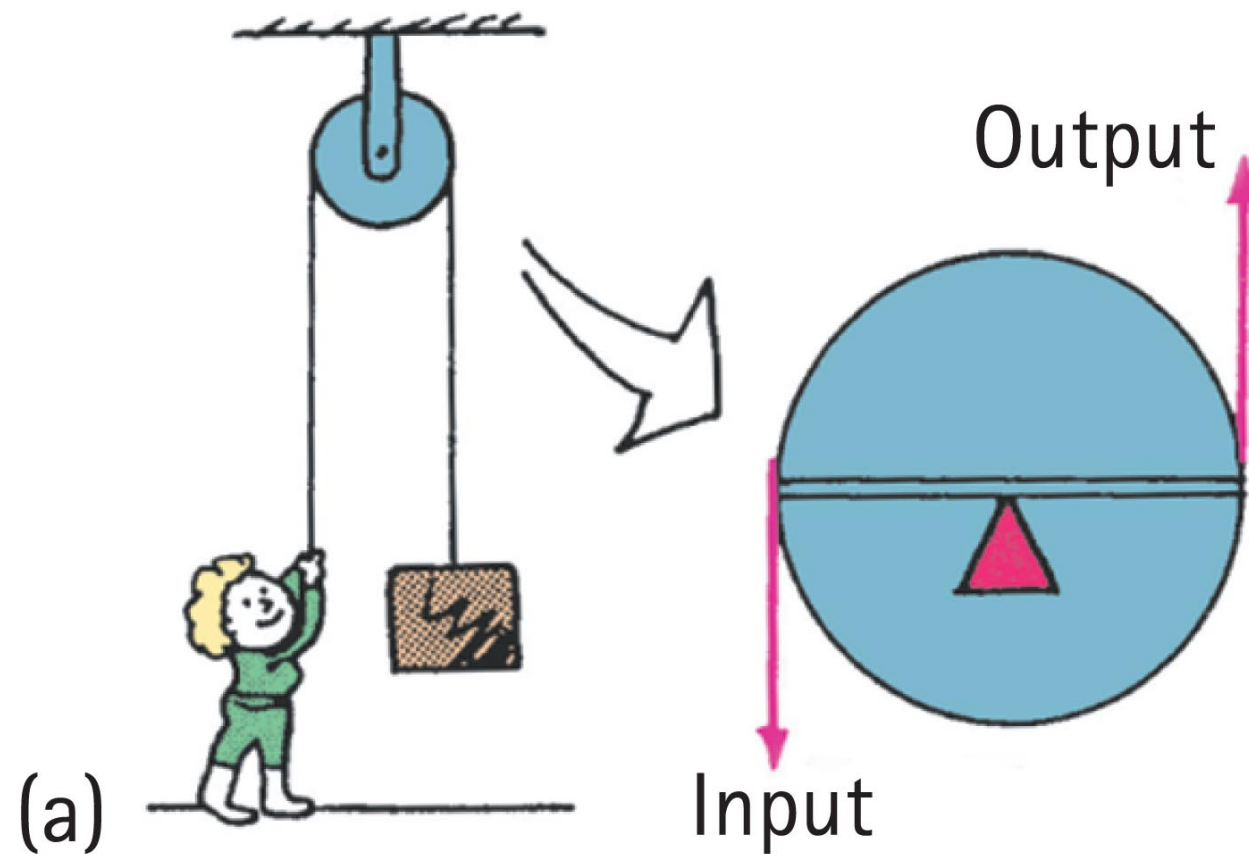
- ▶ 받침점: 지렛대가 회전하도록 받쳐 주는 점
- ▶ 받침점이 상대적으로 짐 쪽에 가까우면 작은 힘으로도 큰 힘을 얻을 수 있다.



# 기계

## ◆ 도르래 (고정도르래)

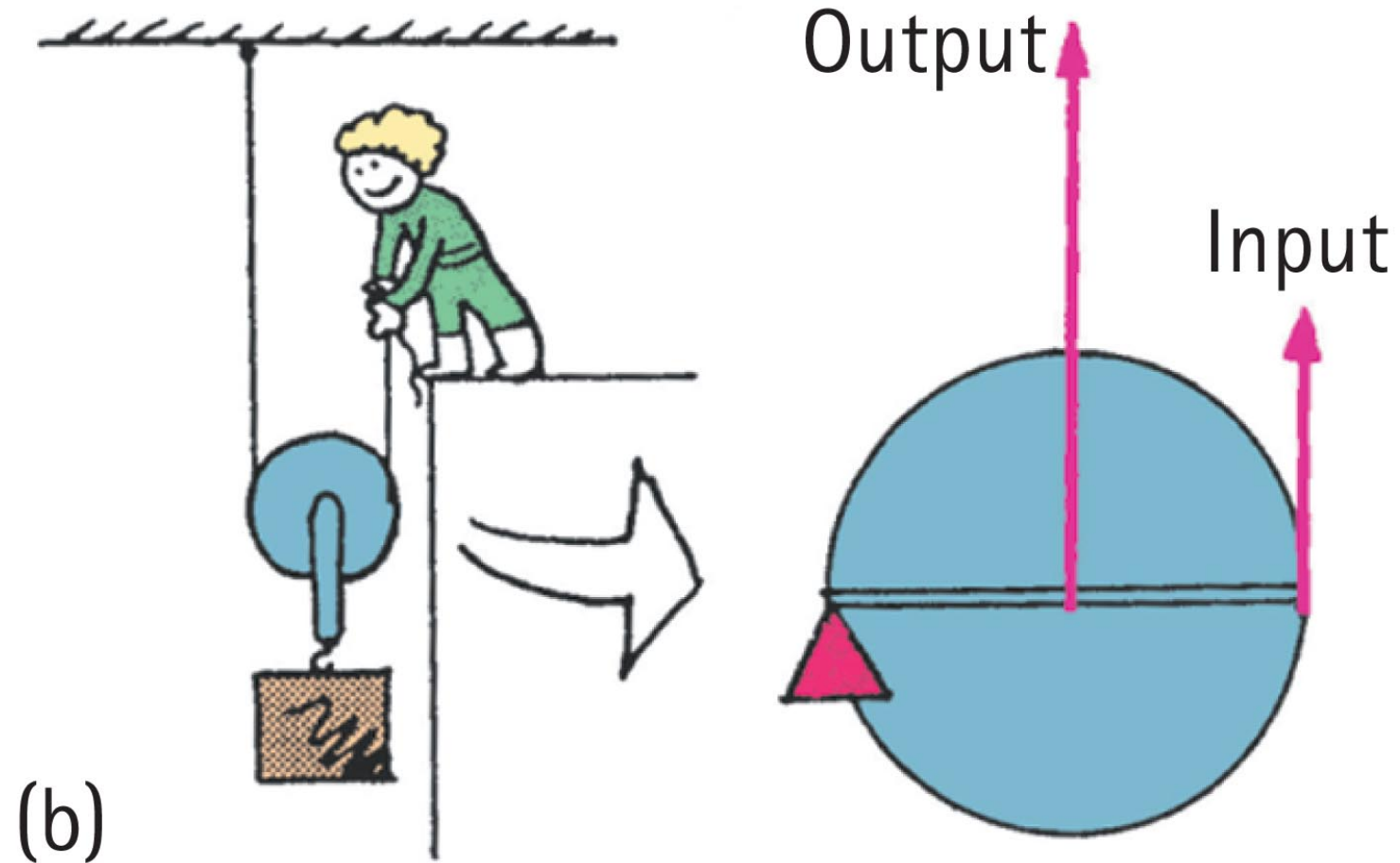
- 동일한 길이의 지렛대와 같다 — 힘의 방향만 바꿈



# 기계

## ◆ 움직도르래

- 반의 힘으로 짐을 들어 올릴 수 있다.



# 효율

◆ 에너지를 변환할 때 일부는 마찰열과 같이 사용할 수 없는 에너지로 변환된다.

◆ 효율

$$\text{효율} = \frac{\text{쓸모 있는 에너지}}{\text{사용한 전체 에너지}}$$

# 재생에너지

- ◆ 낭비될 수도 있는 에너지의 재사용
- ◆ 에디슨은 뉴욕시에 있는 발전소에서 나오는 열을 건물을 난방하는데 사용



# 생명에너지

- ◆ 인체는 일종의 기계이어서 에너지가 필요하다.
- ◆ 우리의 세포는 탄화수소를 섭취하여 산소와 반응시켜 에너지를 얻는다. (자동차에서 타는 가솔린처럼)
- ◆ 신진대사로 만들어지는 것보다 더 많은 에너지가 음식에 축적되어 있다.

# 에너지의 원천

## ◆ 에너지의 원천

- 태양

- ▶ 예:

- 햇빛은 물을 증발시킴 → 수증기는 비가 되어 떨어짐 → 비는 강과 발전기의 터빈으로 흐름 → 그리고나서 바다로 돌아가 이 순환을 계속 반복
    - 햇빛은 광전지에 의해 전기로 변환 가능
    - 바람의 힘은 발전기 터빈을 돌림

# 에너지의 원천

## ◆ 에너지의 원천

- 태양
  - ▶ 예:
    - 지붕 위의 태양전지는 태양에너지를 전기에너지로 변환시킴

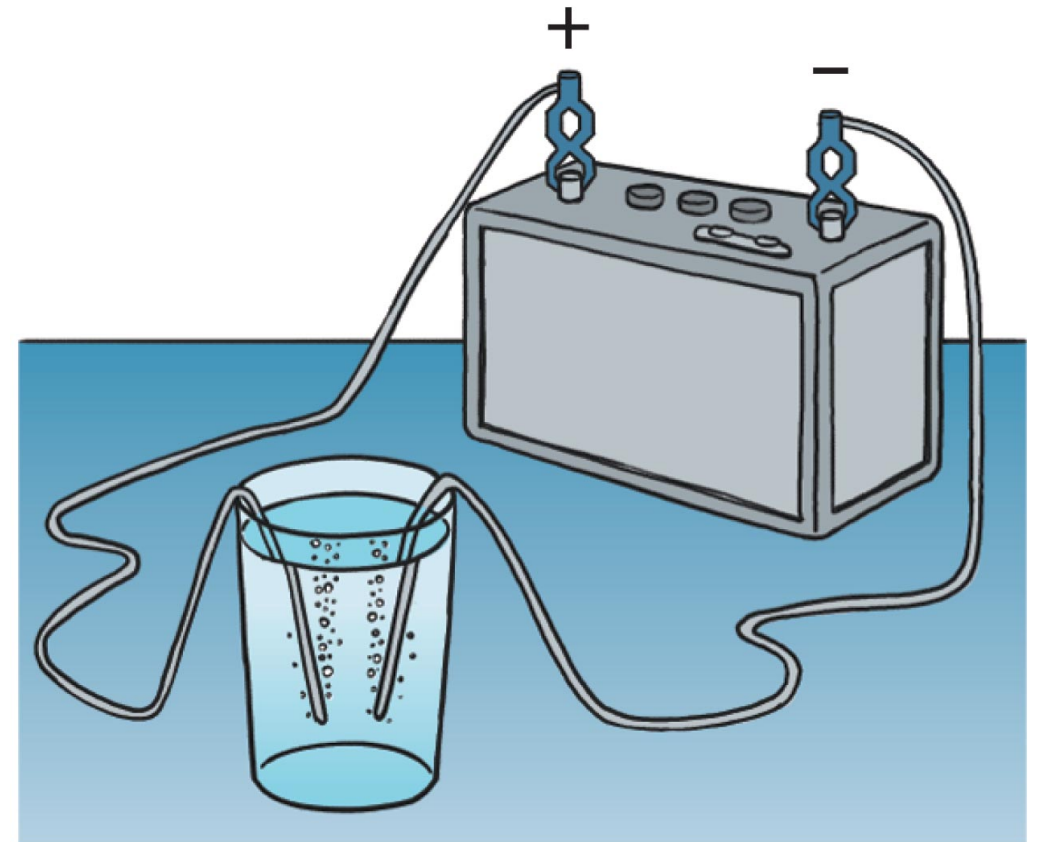


- ◆ 1시간 동안 태양에서 지구에 도착하는 에너지는 1년 동안 인간이 소비하는 전체 에너지보다 훨씬 많다.

# 에너지의 근원

## ◆ 연료전지

- 그림과 반대로 작동(그림에서는 전기가 물을 수소와 산소로 분해)
- 연료전지에서 수소와 산소를 전극에서 압축하여 물과 함께 전류를 생산



# 에너지의 근원

## ◆ 응축된 에너지

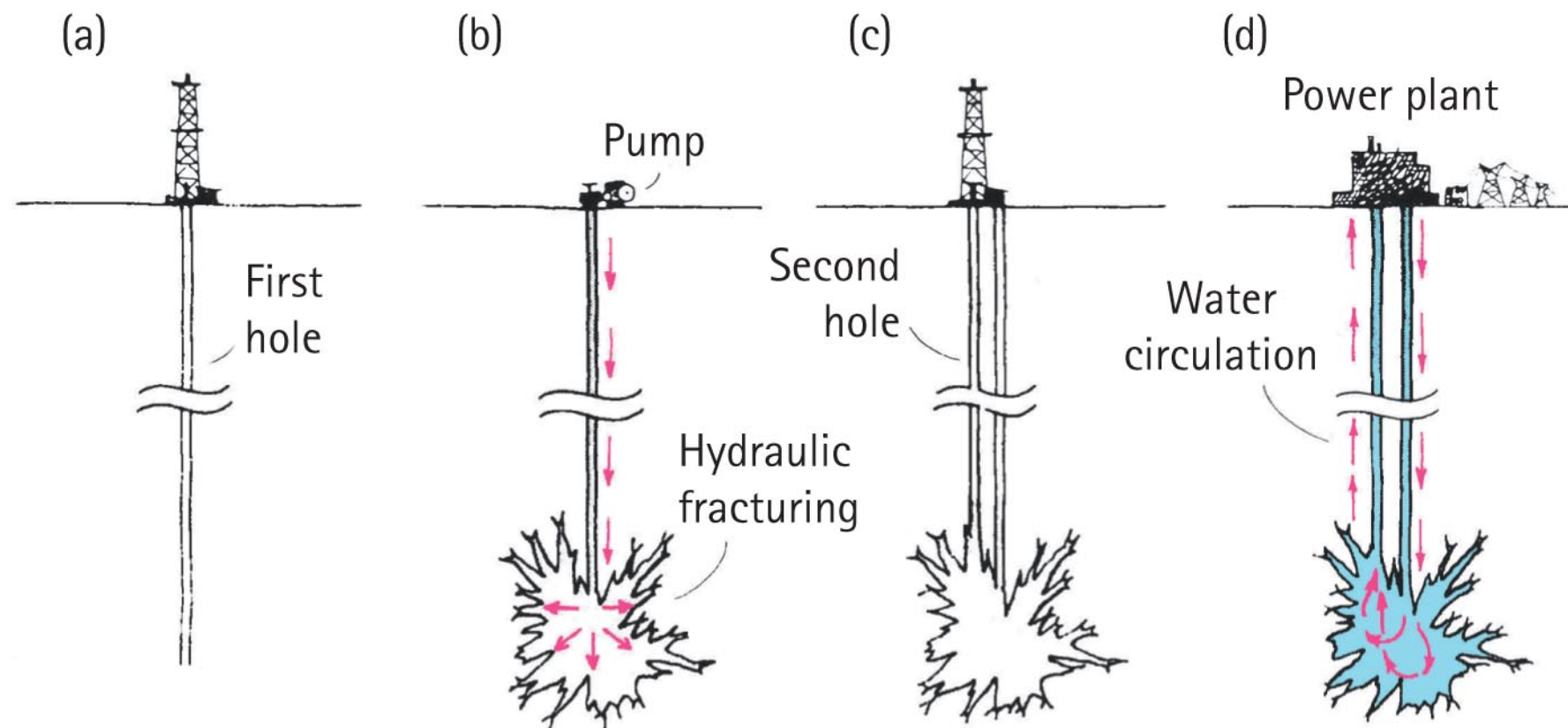
- 핵에너지

- ▶ 우라늄이나 플루토늄 등에 저장되어 있음
- ▶ 부산물인 지열에너지도 있음
  - 지표면 아래의 뜨거운 지하수로부터 뽑은 증기로 터보 발전기를 작동

# 에너지의 근원

## ◆ 건암지열발전

- 건조하고 뜨거운 암반에 구멍을 뚫어 물을 주입하면, 암반의 공동에서 물이 가열되면서 발생한 수증기가 관을 통해서 지표면까지 올라와 터빈 발전기를 돌린다. 사용한 증기는 다시 공동으로 되돌려 보낸다.



“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.”