



1. 일과 운동에너지

봄이 되면 농사를 짓기 위하여 사람들은 곡괭이나 갈퀴 등을 사용하고 소에는 쟁기를 걸어 밭을 간다. 소는 사람보다 더 큰 힘을 낼 수 있고 소가 하는 일이 사람이 하는 일보다 많다. 많은 일을 한 소는 에너지를 많이 소비하여 사람보다 많이 먹는다. **일은 무엇이며, 에너지와 어떤 관련이 있을까?**



<학습목표>

- ① **힘**의 방향과 힘이 물체에 하는 **일**의 관계를 설명할 수 있다.
- ② 등가속도 운동에서 **일-운동에너지** 관계를 설명할 수 있다.

“일”

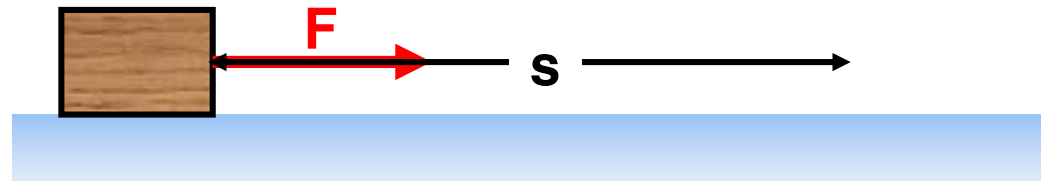
- ❖ 지금 무슨 일을 하고 계십니까?
- ❖ 물리 들어본 일 있어요?
- ❖ 그 일 치르느라 고생 많구나!
- ❖ 무슨 일로 오셨지요?
- ❖ 이번 일은 성공률 100%
- ❖ 수업에 출석하지 못할 일이 생겼어요.

일(W) (= 힘이 작용하여 활동한 정도를 비교하기 위한 개념)

1. 일(W) : 물체에 힘을 작용하여 [물체가 힘의 방향으로 이동하였을 때] 물체에 작용한 힘이 일을 하였다고 한다.

① 한 일의 양: 물체에 크기가 F 인 힘을 작용하여 물체가 힘의 방향으로 s 만큼 이동하였을 때 [힘(F)이 물체에 한 일] W 는 다음과 같다.

$$W = F \cdot s \quad [\text{단위 : J(줄)}]$$



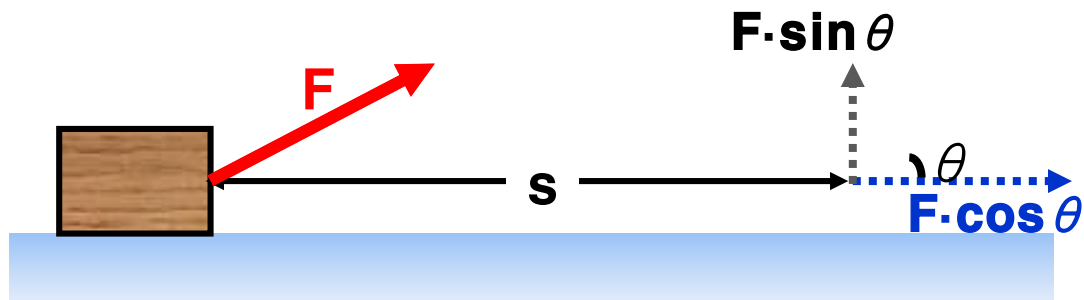
▲ 힘과 물체의 이동 방향이 같은 경우

일(W)

2. 물체에 크기가 F 인 힘을 수평면과 θ 의 각을 이루며 작용하여 수평 방향으로 s 만큼 이동하였을 때 힘이 물체에 한 일 W 는 다음과 같다.

$$W = F \cdot s \cdot \cos \theta$$

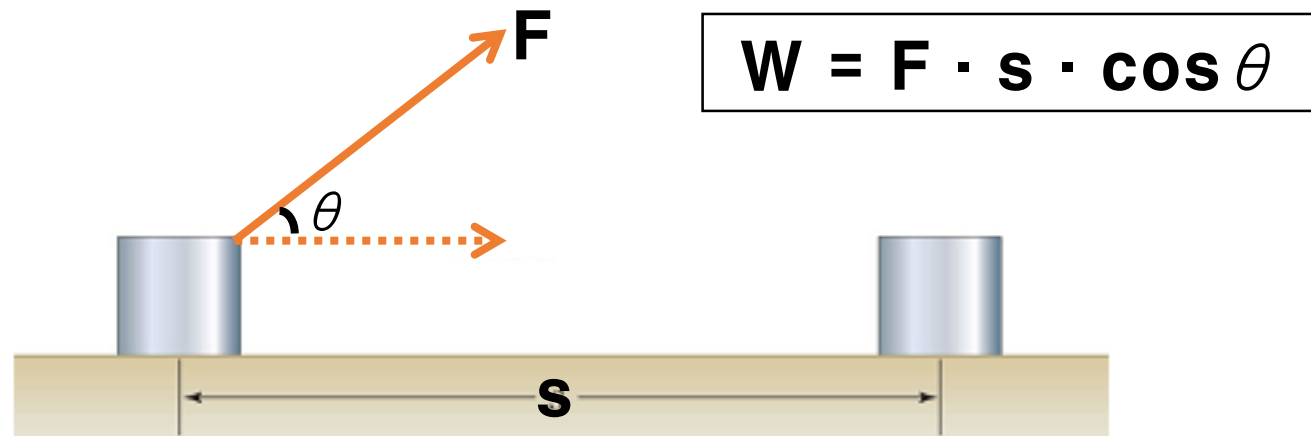
- ❖ 이동 거리: s
- ❖ 이동 거리 방향으로 작용한 힘 : $F \cos \theta$
- ❖ 일 = 힘 X 이동거리



▲ 힘과 물체의 이동 방향이 다른 경우

◎ 일이 0인 경우

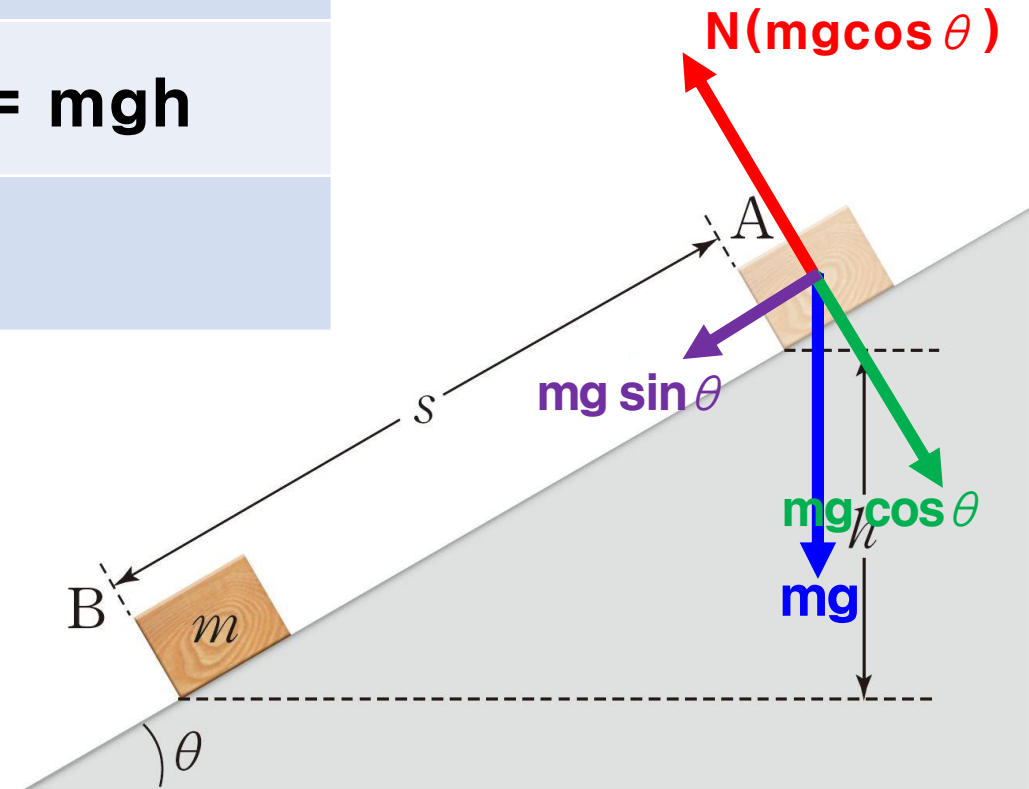
- ① 이동거리가 0인 경우 : 물건을 들고 가만히 있을 때, 벽을 밀고 있지만 벽이 움직이지 않을 때
- ② 작용한 힘이 0인 경우 : 마찰이 없는 곳에서 물체가 등속도 운동을 하는 경우
- ③ 힘과 물체의 이동 방향이 수직일 경우 : 물건을 들고 수평으로 이동할 때



▲ 힘과 물체의 이동 방향이 다른 경우

일(W)-연습해보기 p70

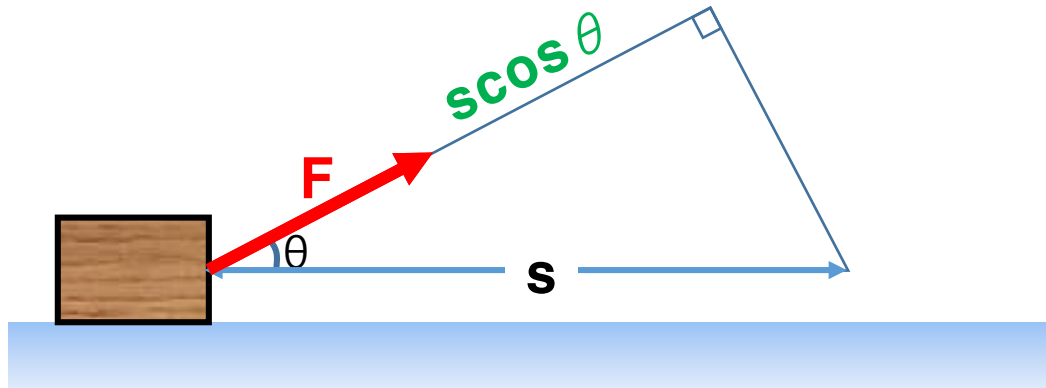
물체에 작용한 힘의 종류	힘이 물체에 한 일
중력- 빗변 수직 성분($mg \cos \theta$)	$mg \cos \theta * 0 = 0$
중력- 빗변 수평 성분($mg \sin \theta$)	$mg \sin \theta * s = mgh$
수직 항력(N)	$N * 0 = 0$



◎ 이동 경로와 일

1. 힘이 물체에 한일 : $W = F \cos \theta$ 이므로 그림과 같이 물체에 작용한 힘 F 의 방향으로 이동거리 $s \cos \theta$ 로 생각할 수 있다.

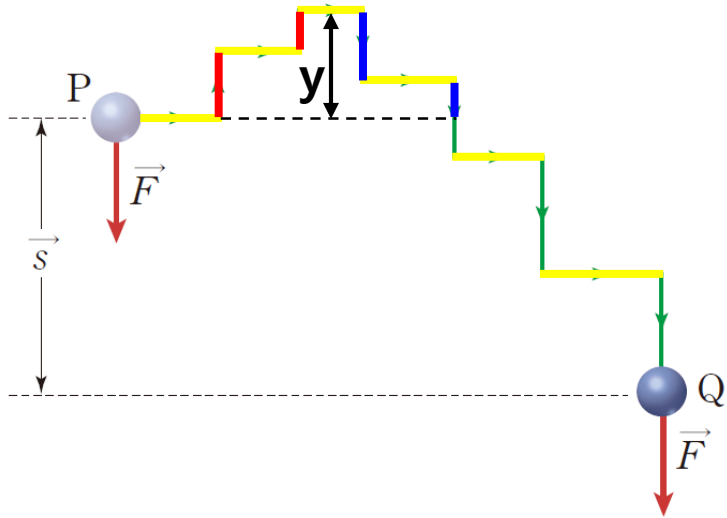
$$W = F \cdot s \cdot \cos \theta$$



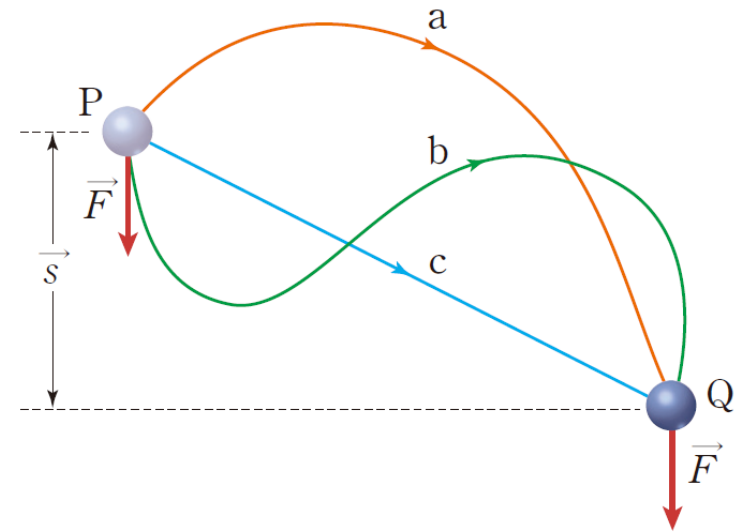
- ❖ 힘의 크기 : F
- ❖ 힘의 방향으로 이동 거리 : $s \cos \theta$
- ❖ 일 = 힘 X 이동거리

◎ 이동 경로와 일

2. 이동 경로에 따라 물체에 한일 :

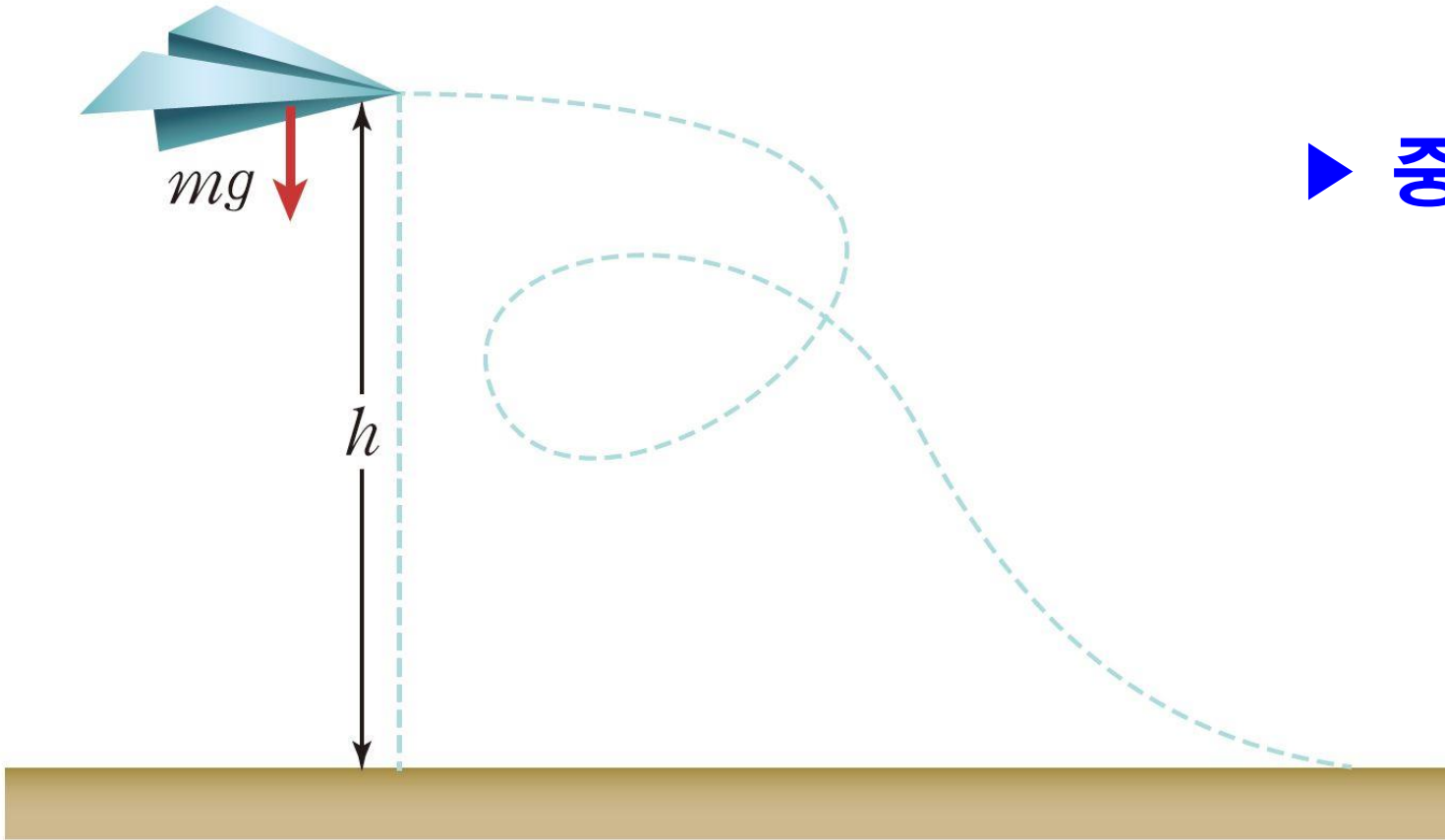


- ❖ 힘의 방향과 수직으로 이동할 때 한 일은 0이다.
- ❖ 힘의 방향과 같은 방향으로 이동할 때 한일은 (+), 반대 방향으로 이동할 때 한 일은 (-)로 상쇄 된다.
- ❖ 한 일 W는 F와 힘의 방향으로 이동한 거리 s의 곱이 된다. $W = Fs$



- ❖ a, b, c 경로를 따라갈 때 각각 경로가 아주 미세하게 반복된 것으로 생각할 수 있다.
- ❖ P에서 Q까지 이동하는 동안 힘이 한 일 W는 결국 경로에 관계 없이 힘 F와 힘의 방향으로 이동한 거리 s의 곱이 된다. $W = Fs$

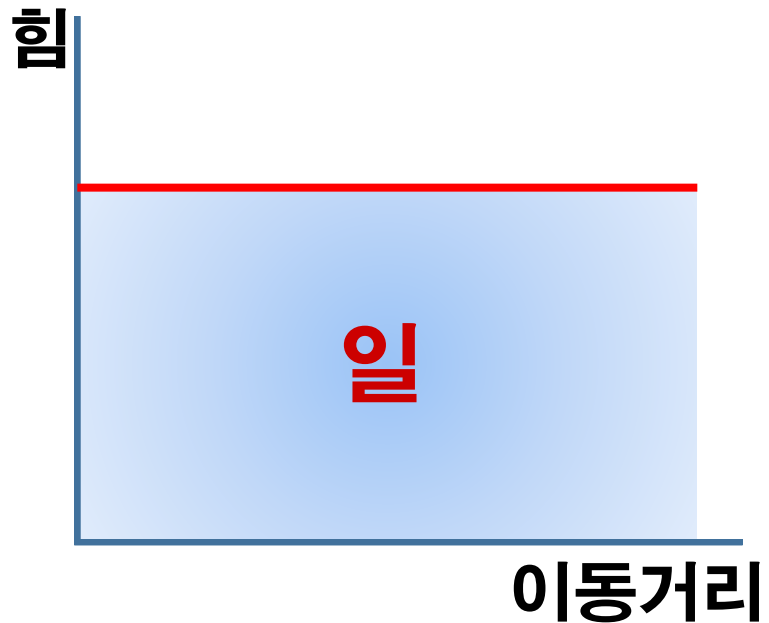
◎ 이동 경로와 일



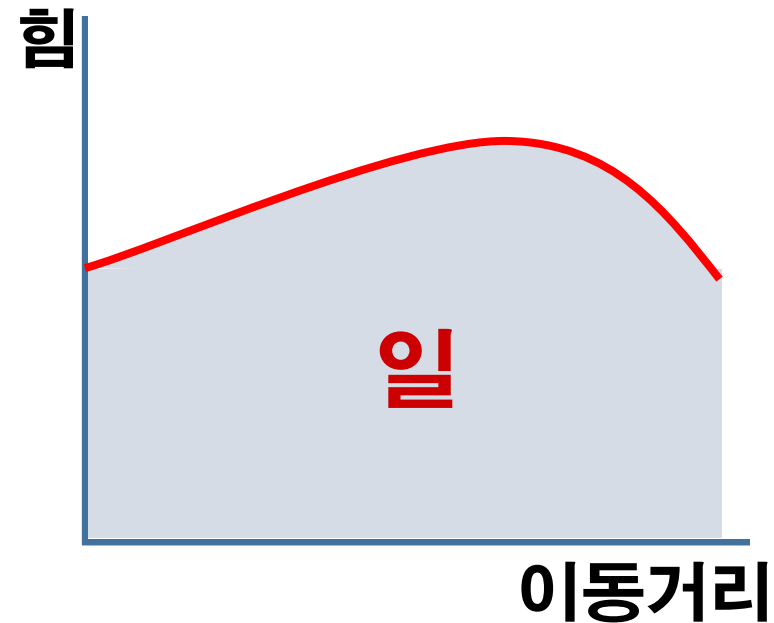
▶ 중력이 한 일 = $Fs = mgh$

◎ 힘-이동거리 관계 그래프

: 힘과 이동 거리의 곱이 한 일의 양이므로 **힘**과 **거리**의 관계 그래프에서 **넓이**는 **한 일**을 나타낸다.



(가) 힘이 일정할 때



(나) 힘이 일정하지 않을 때

◎ 직선상에서 일-운동에너지 정리 ($\sum W = \Delta E_K$)

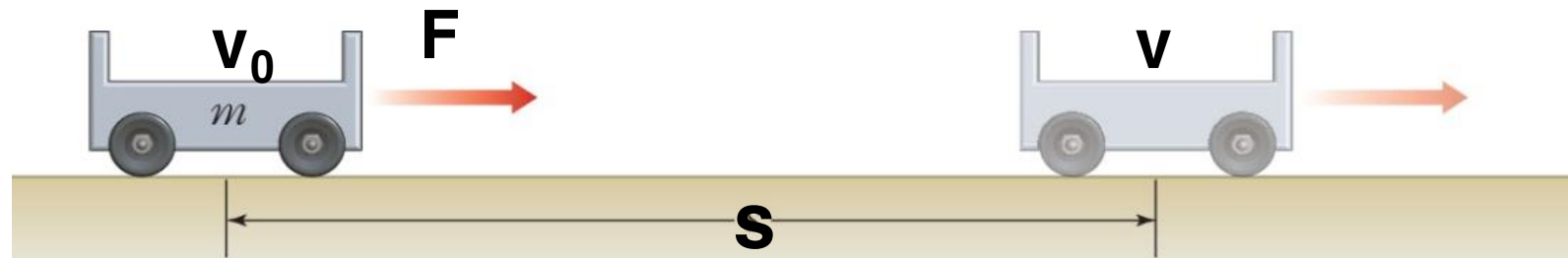
: 물체에 힘이 작용하여 일을 하면 일을 한 만큼 물체의 운동에너지가(E_k) 증가하거나 다른 형태의 에너지로 전환된다.

○ 속도 v_0 로 운동하는 질량 m 인 물체에 운동 방향으로 일정한 힘 F 가 작용하여 거리 s 만큼 이동하였을 때 속도가 v 가 되는 경우,

등가속도 직선 운동의 식에서 $2as = v^2 - v_0^2 = 2\left(\frac{F}{m}\right)s$ 이다.

거리 s 만큼 이동하는 동안 한 일 $W = Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 이다.

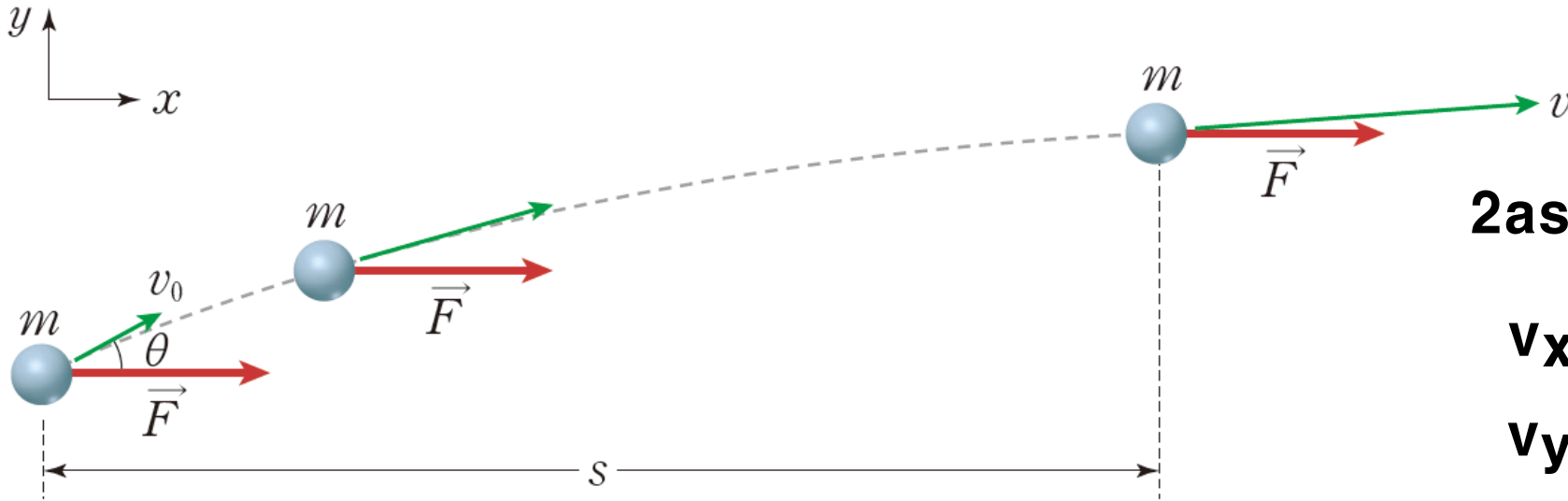
이때 물리량 $\frac{1}{2}mv^2$ 이 물체의 [운동 에너지(E_k)]이다.



알짜 힘 F 가 한 일 = 운동 에너지 변화량

$$W = Fs = mas = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \Delta E_K$$

◎ 평면에서 운동



$$2as = v_x^2 - (v_0 \cos \theta)^2$$

$$v_x = \sqrt{(v_0 \cos \theta)^2 + 2as}$$

$$v_y = v_0 \sin \theta$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

$$= (v_0 \cos \theta)^2 + 2as + (v_0 \sin \theta)^2$$

$$= v_0^2 \cos^2 \theta + 2as + v_0^2 \sin^2 \theta$$

$$= v_0^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) + 2as$$

$$= v_0^2 + 2as$$

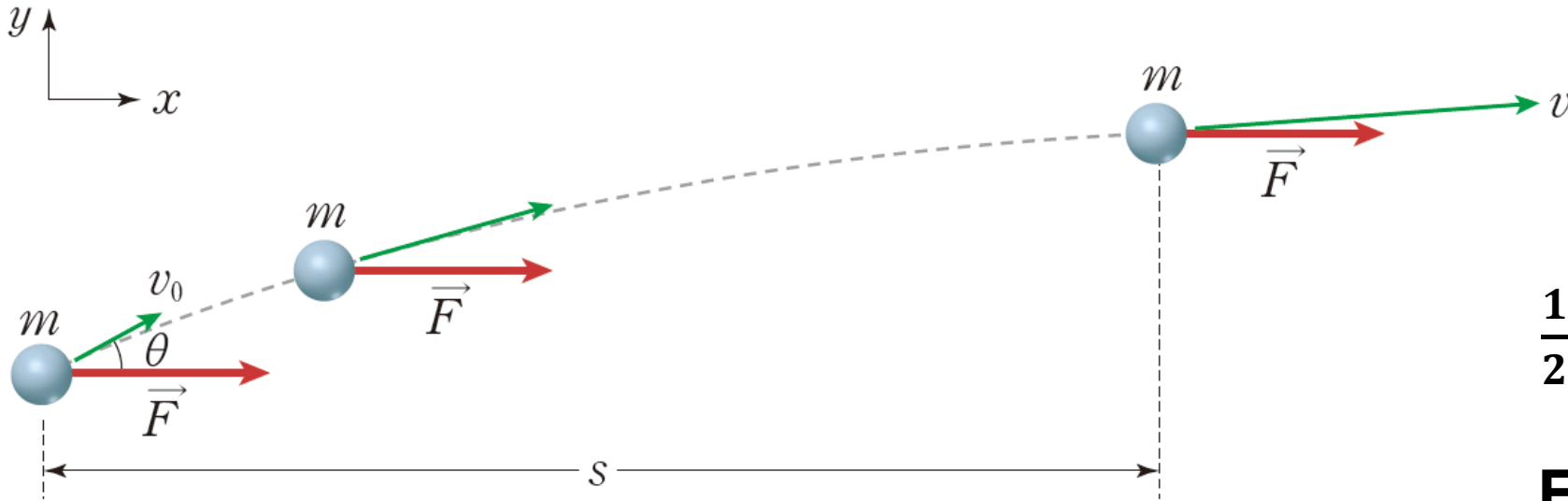
X축 방향

- ❖ 알짜 힘 F
- ❖ 등가속도 운동
- ❖ $v_{0x} = v_0 \cos \theta$
- ❖ $v_x^2 = v_{0x}^2 + 2as$

Y축 방향

- ❖ 알짜 힘 0
- ❖ 등속도 운동
- ❖ $v_{0y} = v_0 \sin \theta$
- ❖ $v_y = v_0 \sin \theta$

◎ 평면에서 운동



$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$v^2 = v_0^2 + 2\frac{F}{m}s$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + Fs$$

$$Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

X축 방향

- ❖ 알짜 힘 F
- ❖ 등가속도 운동
- ❖ $v_{0x} = v_0 \cos \theta$
- ❖ $v_x^2 = v_{0x}^2 + 2as$

Y축 방향

- ❖ 알짜 힘 0
- ❖ 등속도 운동
- ❖ $v_{0y} = v_0 \sin \theta$
- ❖ $v_y = v_0 \sin \theta$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \Delta E_K$$

☞ 일 운동에 정리가 직선 경로뿐 아니라 곡선 경로로 운동하는 경우에도 성립한다.

◎ 평면에서 운동

☞ 빗면에 물체를 가만히 놓아 10m 미끄러졌을 때 속력을 구하시오.

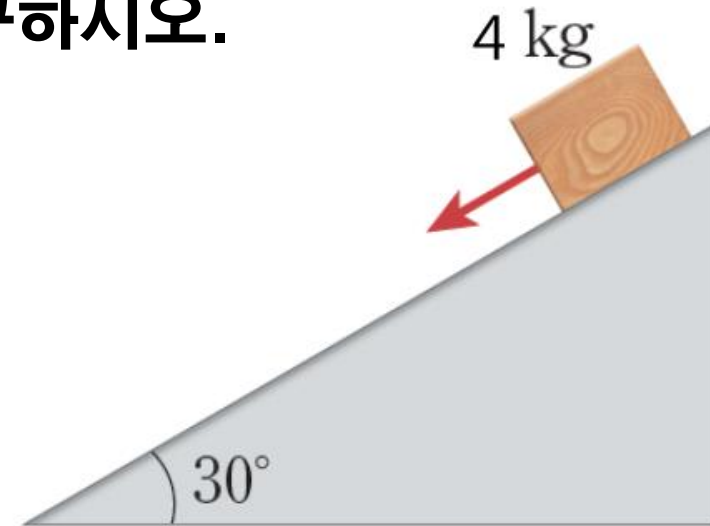
$$W_{\text{알}} = \Delta E_K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$W = Fs = mgsin\theta s = 4*10*\frac{1}{2}*10 = 200J$$

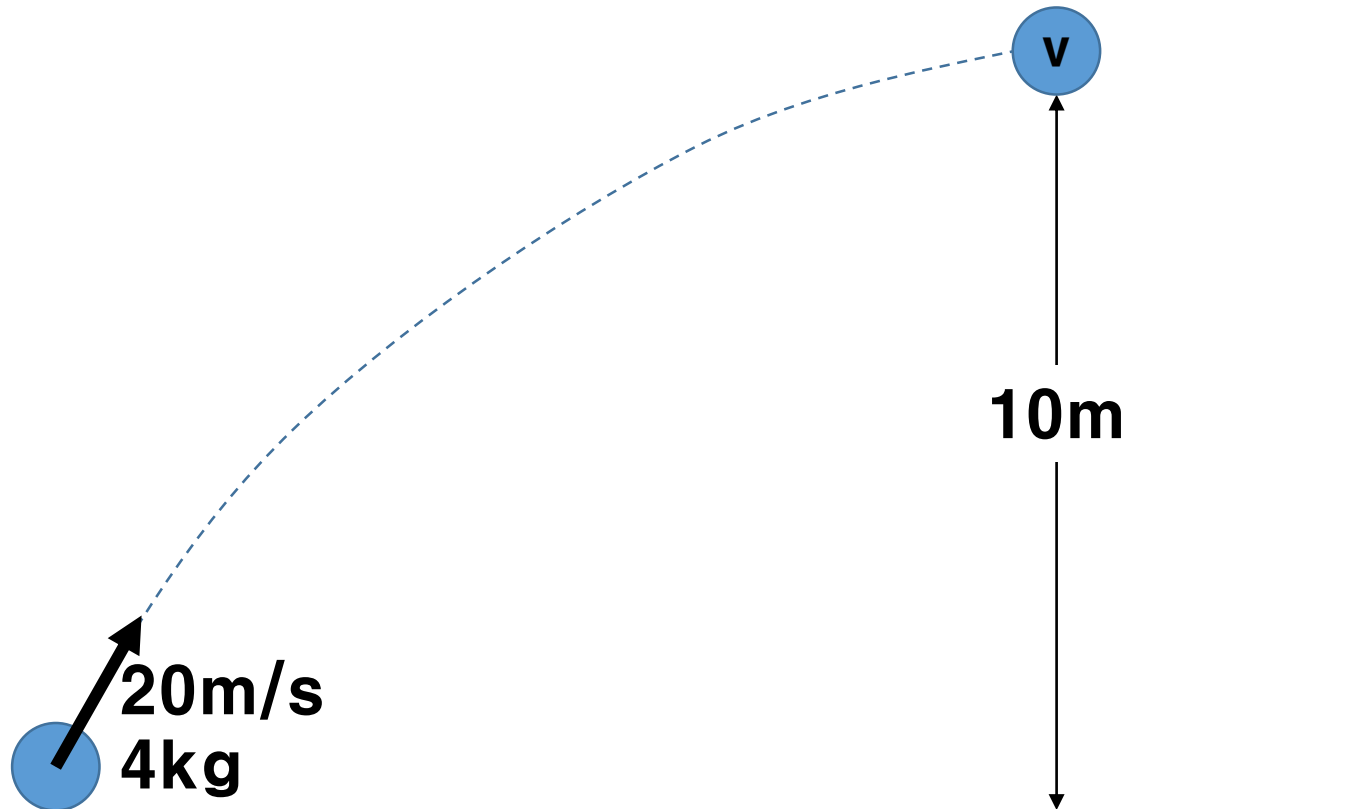
$$\Delta E_K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}*4*v^2 - 0 = 2v^2$$

$$2v^2 = 200$$

$$\therefore v = 10m/s$$



◎ 평면에서 운동



$$W_{\text{알}} = \Delta E_K$$

$$-mgs = Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$-4 \cdot 10 \cdot 10 = \frac{1}{2}4 \cdot v^2 - \frac{1}{2}4 \cdot 20^2$$

$$2v^2 = 400$$

$$\therefore v = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$$

