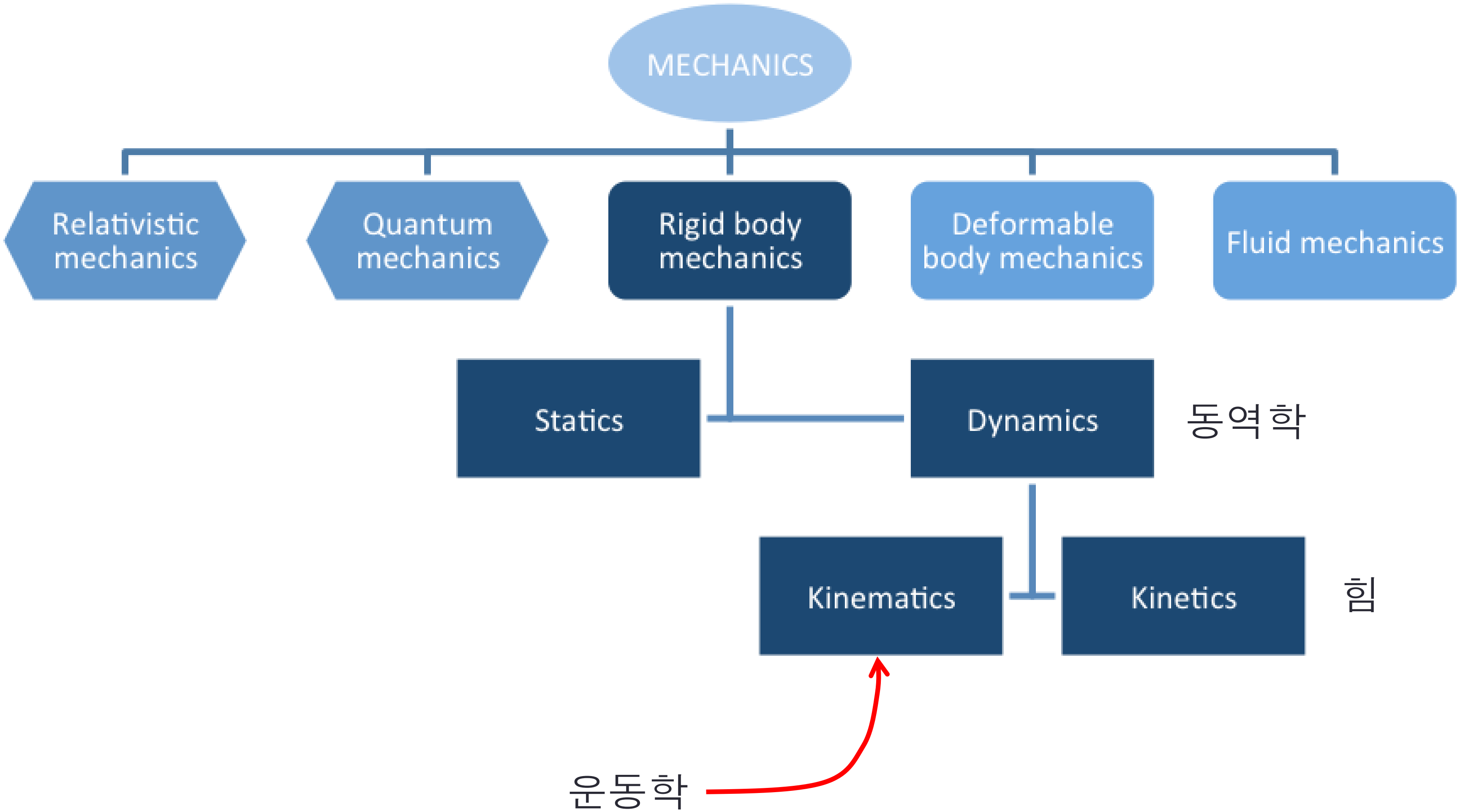
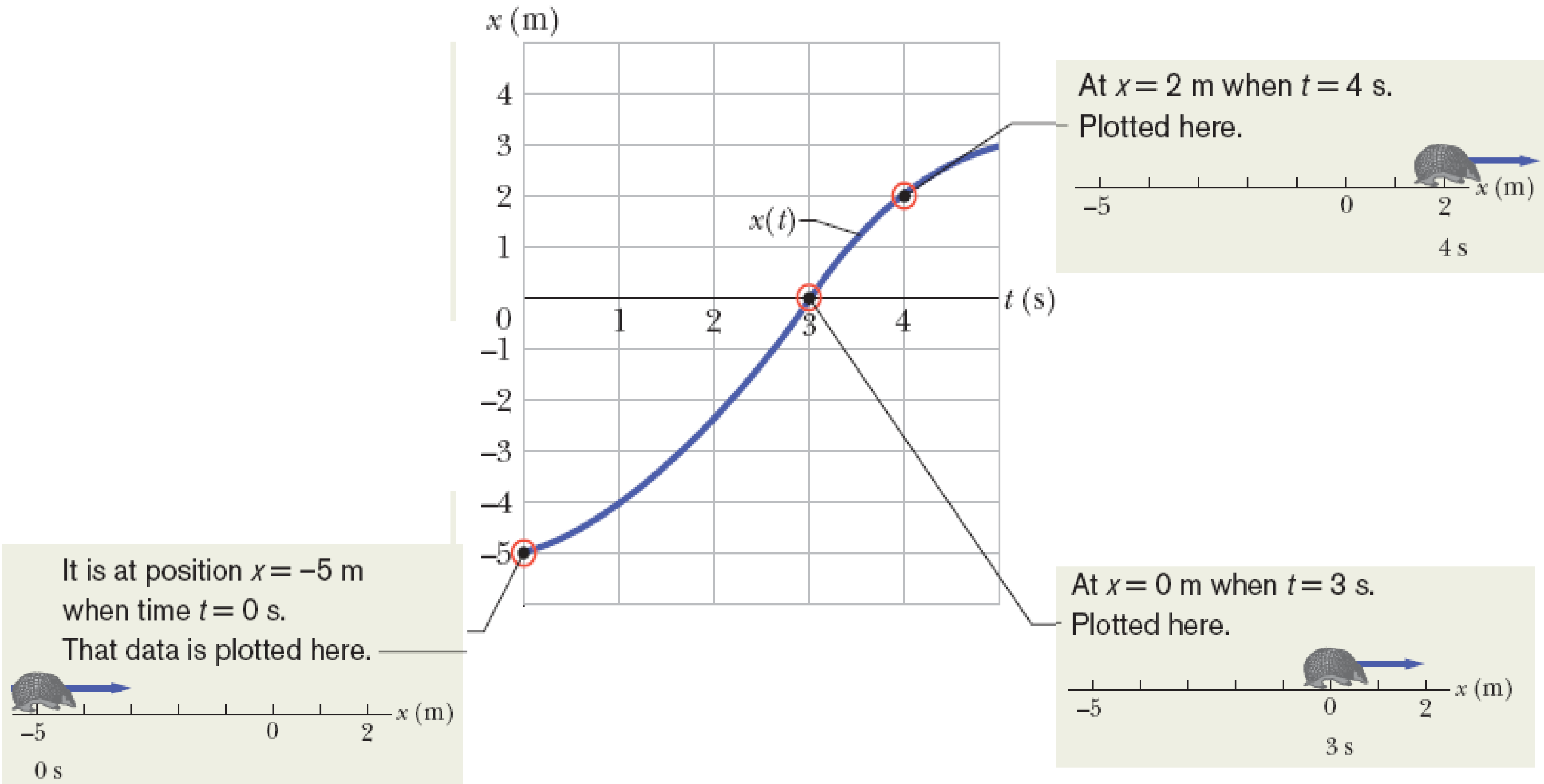
# CHAPTER 2

## 직선운동


MECHANICS
Relativistic mechanics
Quantum mechanics
Rigid body mechanics
Deformable body mechanics
Fluid mechanics
Statics
Dynamics
동역학
Kinematics
Kinetics
힘
운동학

- **위치(Position)와 변위(Displacement)**
  - Position: $x_1$ and $x_2$
  - Displacement: $\Delta x = x_2 - x_1$



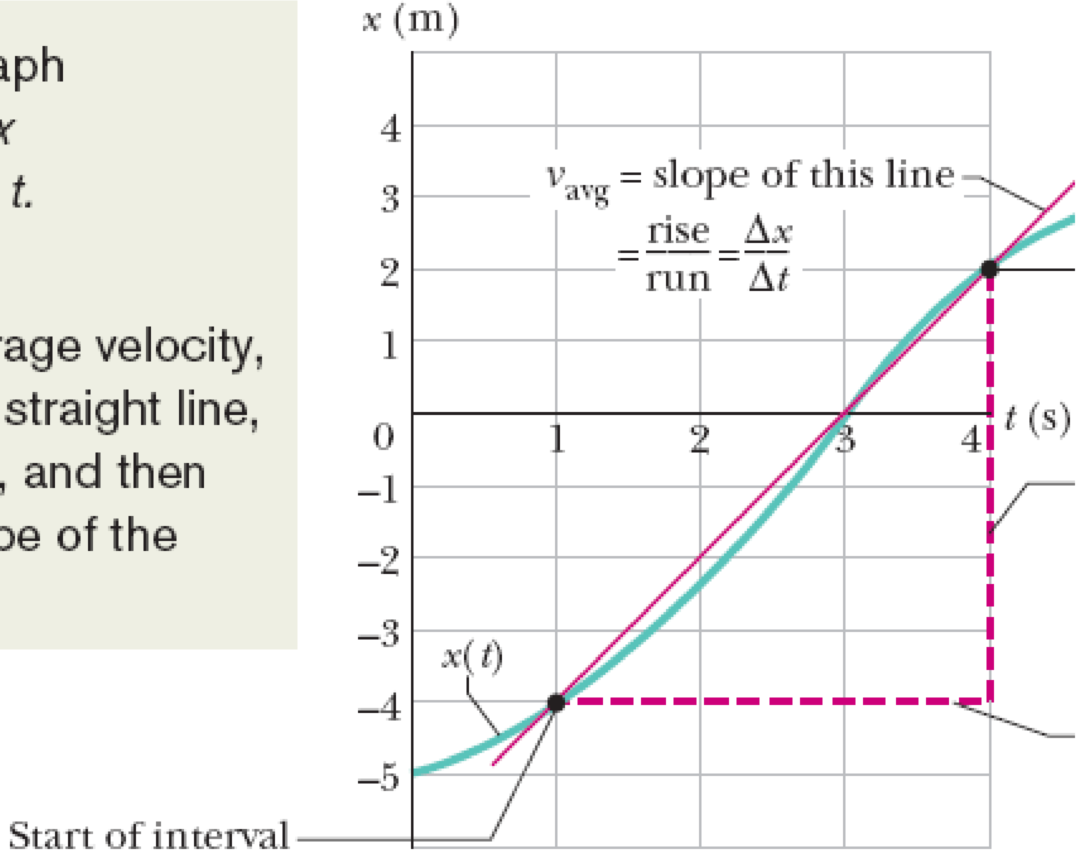

**평균속도(Average Velocity)**

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}.$$

## x-t 그래프의 기울기 → 평균속도

This is a graph of position *x* versus time *t*.

To find average velocity, first draw a straight line, start to end, and then find the slope of the line.




$$v_{avg} = \frac{6\text{ m}}{3\text{ s}} = 2\text{ m/s}.$$

**평균속력(Average speed):** 총 이동거리/시간

$$S_{avg} = \frac{\text{총 이동거리}}{\Delta t} \geq \frac{|\Delta x|}{\Delta t} \geq 0$$

순간속도: (Instantaneous) velocity

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

순간속력: (Instantaneous) speed

$$s = |v| \geq 0$$

단위: m/s

속도가 시각 $t_1$에 $v_1$에서 시각 $t_2$에 $v_2$로 변했다고 할 때,

평균가속도(average acceleration):

$$a_{avg} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

순간가속도(Instantaneous acceleration):

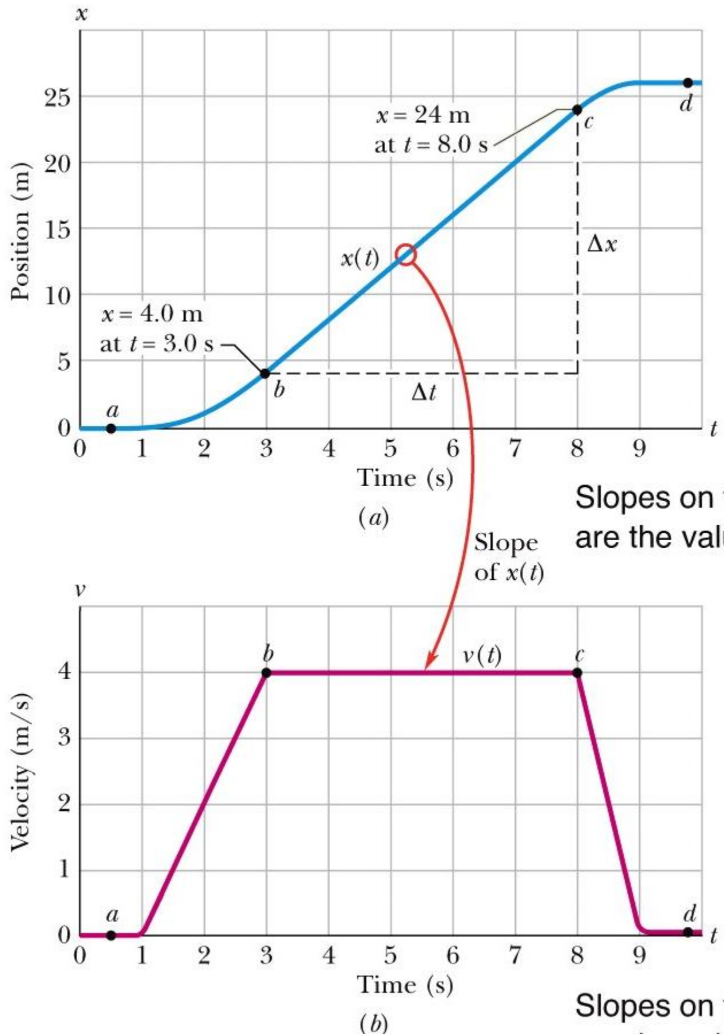
$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

$$a = \frac{d}{dt} v = \frac{d}{dt}\frac{dx}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

단위: $m/s^2$

# 보기문제 2.02

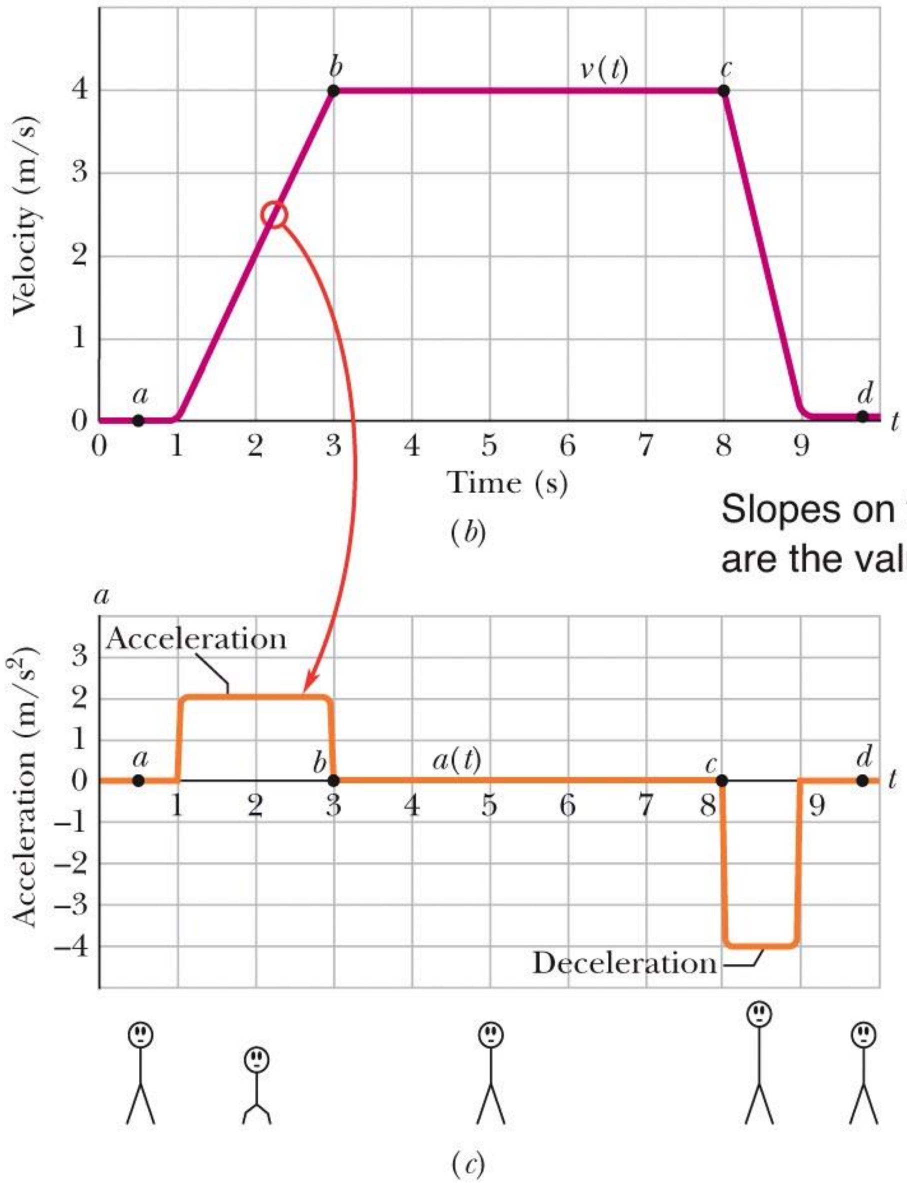
정지해 있던 승강기가 양의 방향인 위쪽으로 움직이다가 다시 정지한다. 오른쪽 그림은 승강기의 위치함수 $x(t)$의 그래프이다. $v(t)$의 그래프를 그려라.




Slopes on the $x$ versus $t$ graph are the values on the $v$ versus $t$ graph.

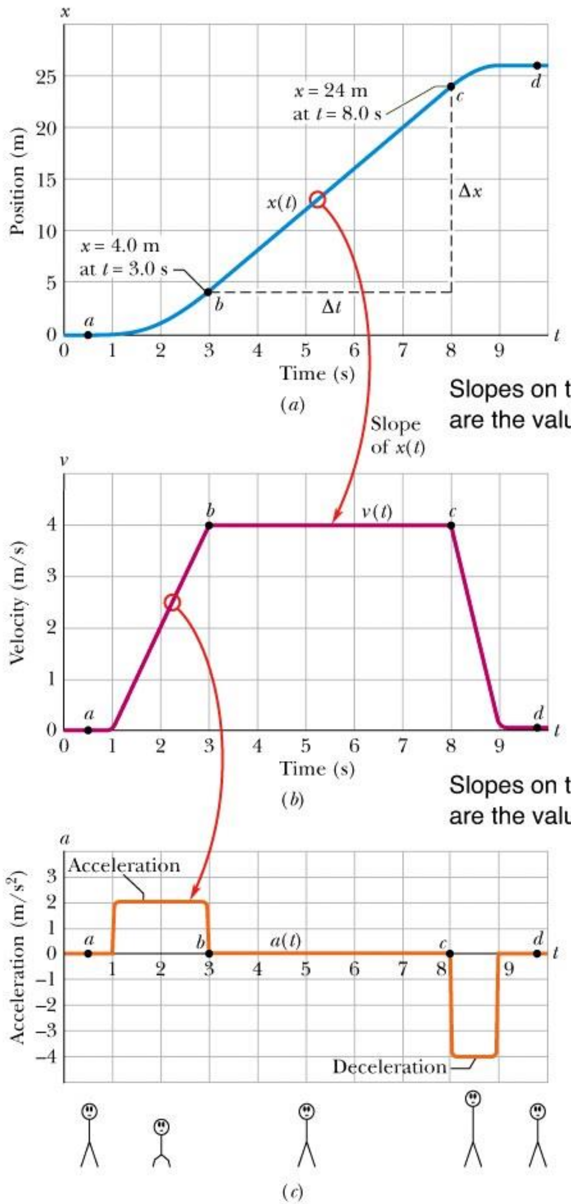
Slopes on the $v$ versus $t$ graph are the values on the $a$ versus $t$ graph.

# 보기문제 2.02




Slopes on the *v* versus *t* graph are the values on the *a* versus *t* graph.

What you would feel.




Slopes on the *x* versus *t* graph are the values on the *v* versus *t* graph.

Slopes on the *v* versus *t* graph are the values on the *a* versus *t* graph.

What you would feel.

Special Case: $a$ = constant

t = 0일 때 속도는 $v_0$ 이라고 하고, t에서의 속도를 v라고 하면,

$$a = a_{avg} = \frac{v - v_0}{t - 0}$$

$$at = v - v_0$$

$$v = v_0 + at \qquad (1)$$

한편,

$$v_{avg} = \frac{x - x_0}{t - 0}$$

$$x = x_0 + v_{avg} t$$

그런데 v는 t의 일차함수이므로, $v_{avg} = \frac{1}{2}(v_0 + v)$

$$\therefore x = x_0 + v_{avg} t = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

(1)

$$= x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v_0 + at)t = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

이를 정리하면, $x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ (2)

식(1)을 다시 쓰면, $t = \frac{v-v_0}{a}$ 이므로, 이를 식(2)에 대입하면 다음과 같다.

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = v_0 \frac{v-v_0}{a} + \frac{1}{2}a\left(\frac{v-v_0}{a}\right)^2$$

$$= \frac{v_0 v - v_0{}^2}{a} + \frac{1}{2}\frac{v^2 - 2vv_0 + v_0{}^2}{a} = \frac{1}{2}\frac{v^2 - v_0{}^2}{a}$$

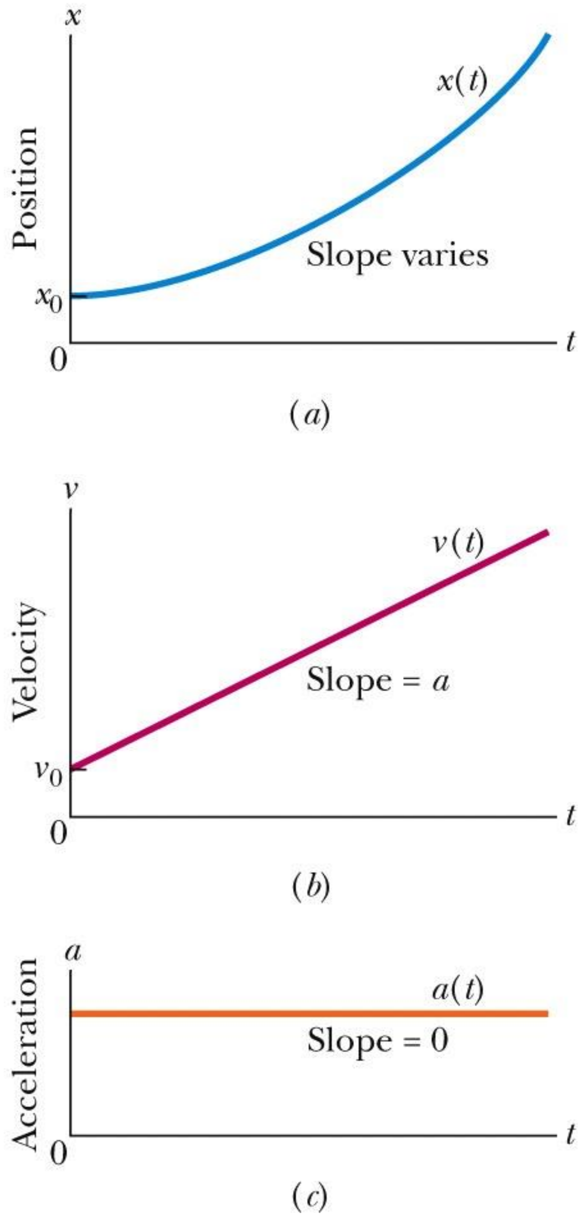
$$v^2 = v_0{}^2 + 2a\left(x - x_0\right) \quad (3)$$

$$v = v_0 + at \qquad (1)$$

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad (2)$$

$$v^2 = v_0^{\ 2} + 2a\left(x - x_0\right) \qquad (3)$$

# 2.4: 등가속도 운동




Slopes of the position graph are plotted on the velocity graph.

Slope of the velocity graph is plotted on the acceleration graph.

$$a = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\int a dt = \int \frac{d^2x}{dt^2} dt = \frac{dx}{dt} + C$$

$$at = v + C$$

$$v = at + v_0$$

한번 더 적분하면,

$$\int v dt = \int \frac{dx}{dt} dt = x$$

$$= \int (at + v_0) dt = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0 \quad \rightarrow (2)$$

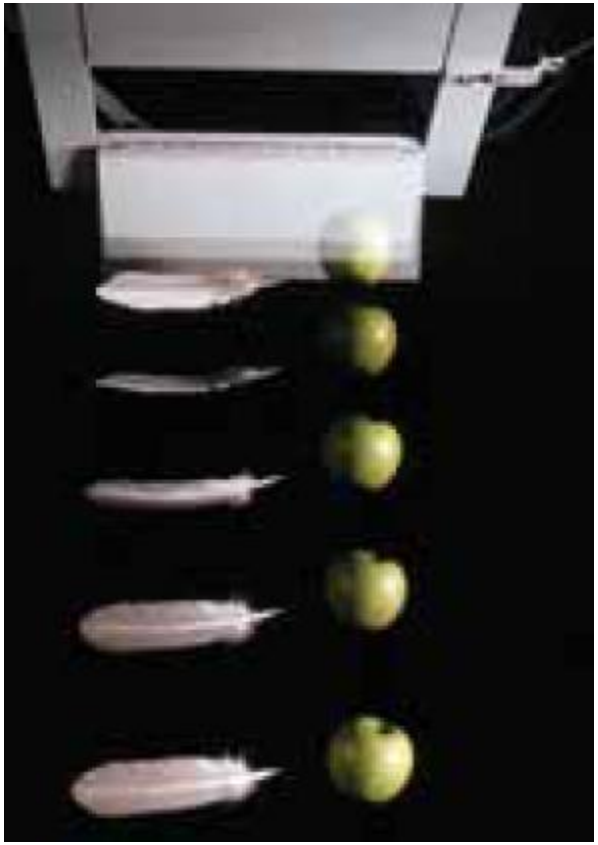
# 2.5: 자유낙하 가속도

$$a = -g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$$

$$v = v_0 + at \qquad (1)$$

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad (2)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\left(x - x_0\right) \qquad (3)$$



# 보기문제 2.05

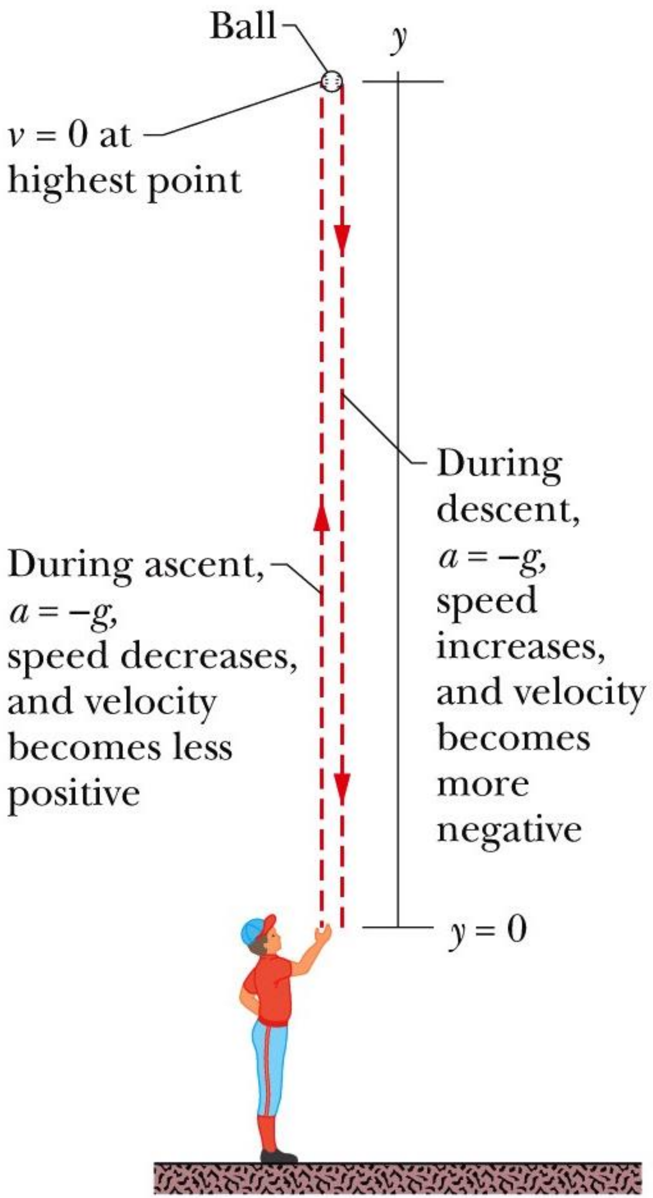
투수가 초기속력 12 m/s로 야구공을 y축 방향으로 던져 올렸다.

(a) 최고 높이까지 걸린 시간은 얼마인가?

(a) 식(1) 을 이용하면,

$$v = v_0 + at \qquad (1)$$

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 12\ \mathrm{m/s}}{-9.8\ \mathrm{m/s^2}} = 1.2\ \mathrm{s}$$



# 보기문제 2.05

투수가 초기속력 12 m/s로 야구공을 y축 방향으로 던져 올렸다.

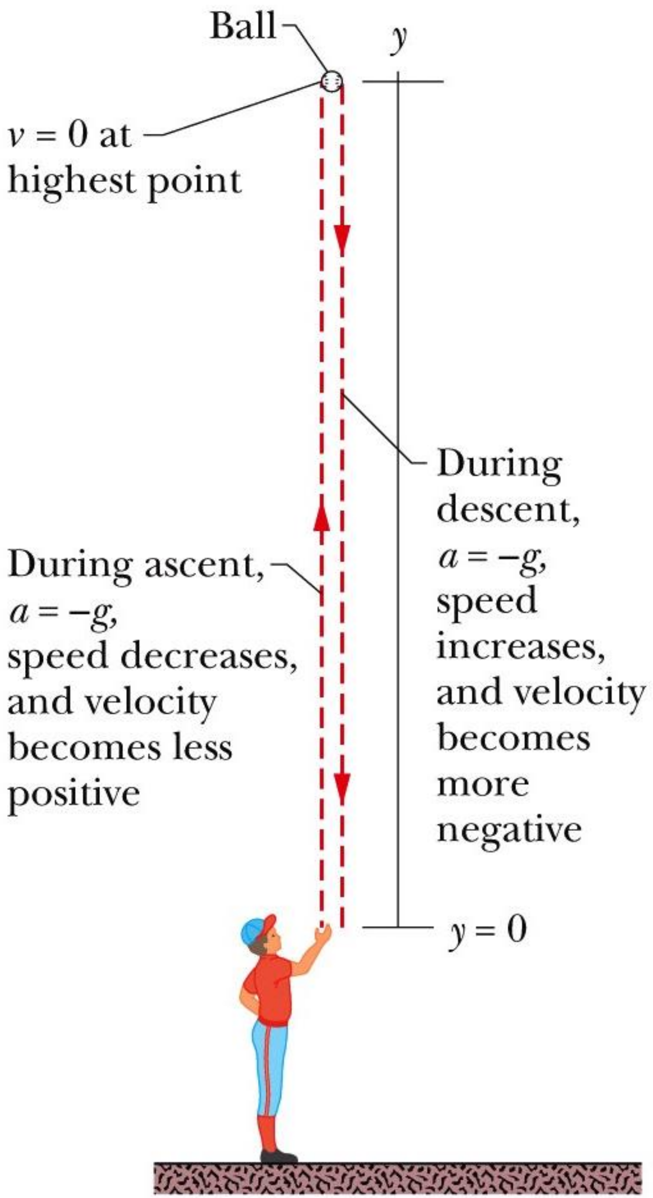
(a) 최고 높이까지 걸린 시간은 얼마인가?

(b) 공이 도달하는 최고 높이는 얼마인가?

(b) 식(3) 을 이용하면,

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \qquad (3)$$

$$y = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - (12\ \mathrm{m/s})^2}{2(-9.8\ \mathrm{m/s^2})} = 7.3\ \mathrm{m}$$



# 보기문제 2.05



투수가 초기속력 12 m/s로 야구공을 y축 방향으로 던져 올렸다.

(a) 최고 높이까지 걸린 시간은 얼마인가?

(b) 공이 도달하는 최고 높이는 얼마인가?

(c) 공이 투수의 손으로부터 5 m 높이에 도달할 때까지 걸린 시간은 얼마인가?

**(c)** 식(2) 을 이용하면,

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$5.0\ \mathrm{m} = (12\ \mathrm{m/s})t - \frac{1}{2}(9.8\ \mathrm{m/s^2})t^2$$

$$4.9t^2 - 12t + 5.0 = 0$$

$$t = 0.53\ \mathrm{s},\ 1.9\ \mathrm{s}$$