

PART I: 고전역학의 세계

1장: 운동과 관성

2장: 힘과 운동 - 뉴턴의 운동법칙

3장: 역학적 에너지

4장: 강체의 회전운동

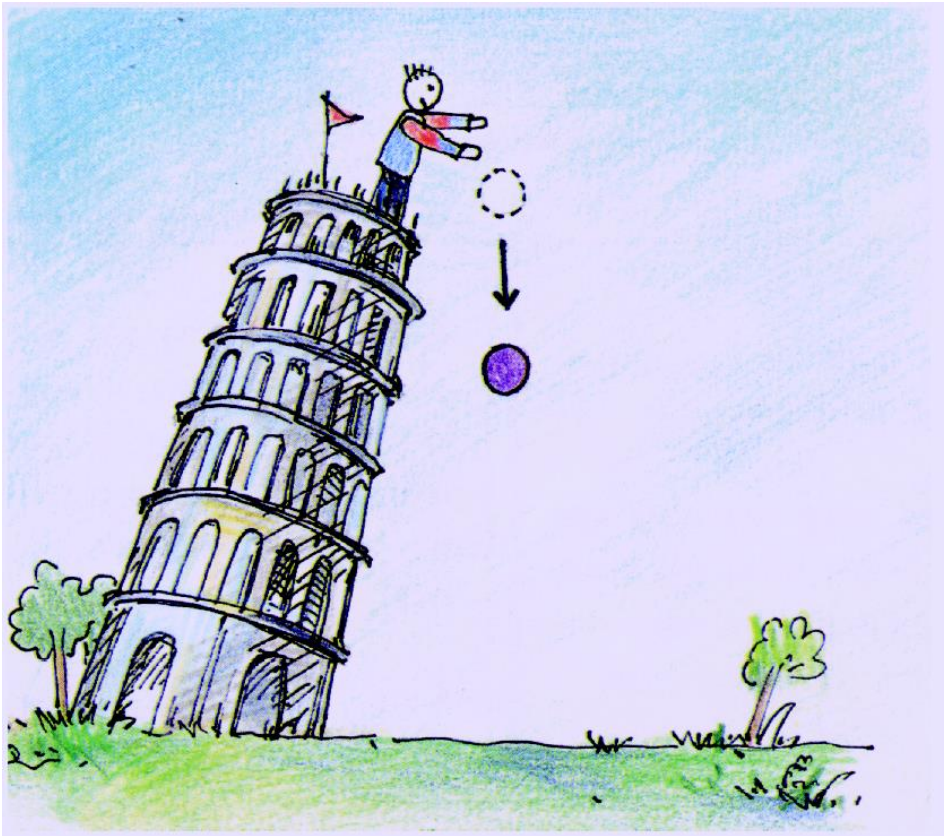
5장: 만유인력

6장: 진동과 파동

7장: 파동의 성질

8장: 유체

1장: 운동과 관성



1. 속도와 가속도
2. 포물선 운동
3. 원운동과 가속도

운동학이란?

운동을 일으키는 원인을 생각하지 않고
“위치”, “속도”, “가속도” 등이 시간에 따라
어떻게 변하는가를 관찰하고 알아낸다.

운동하는 물체의 처음 위치, 처음 속도, 가속도를
알면 일정한 시간이 지난 뒤의 물체의 위치와
속도를 정확하게 알 수 있다!

운동의 분류 : 병진 운동, 회전 운동, 진동, ...

물체의 운동

$$v(t) = v_0 + at$$

$$s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

(v_0 : 초속도, s_0 : 처음위치)

2차원 운동 (예: 포물선 운동)

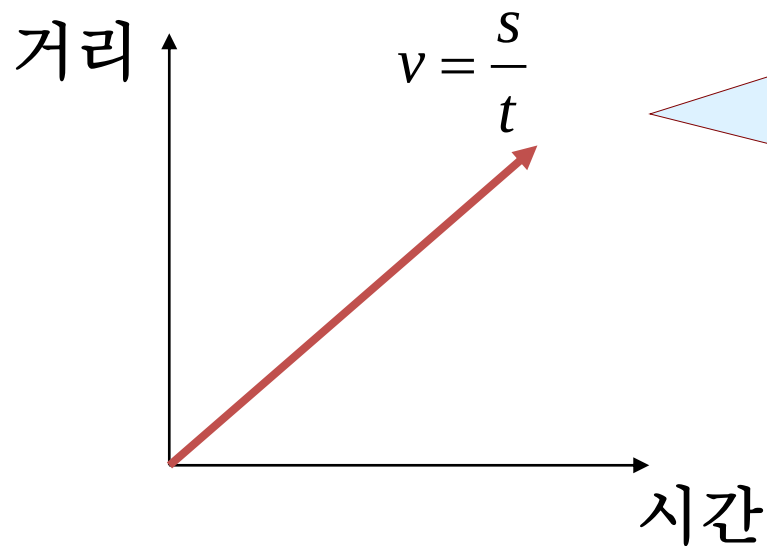
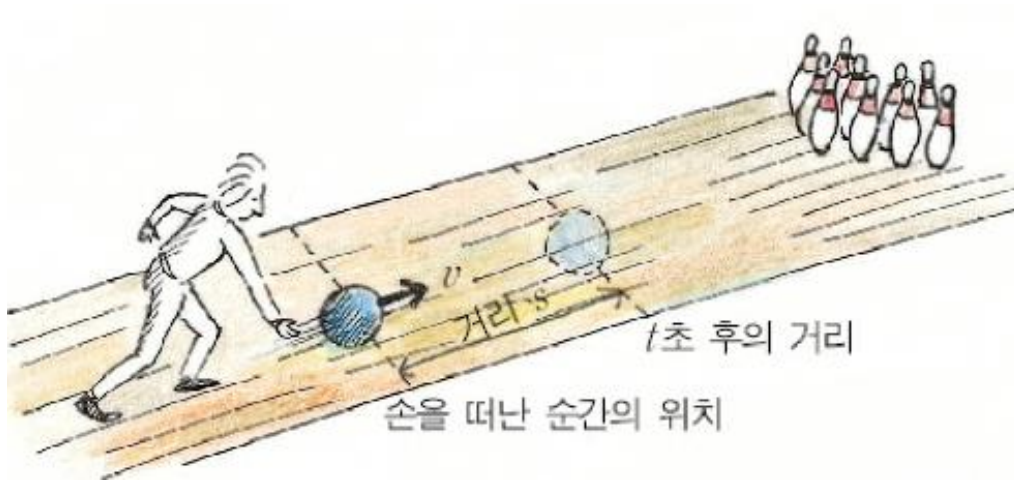
$$v_x = v_{0x} + a_x t = v_0 \cos \theta$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t = v_0 \sin \theta - gt$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2 = x_0 + (v_0 \cos \theta) t$$

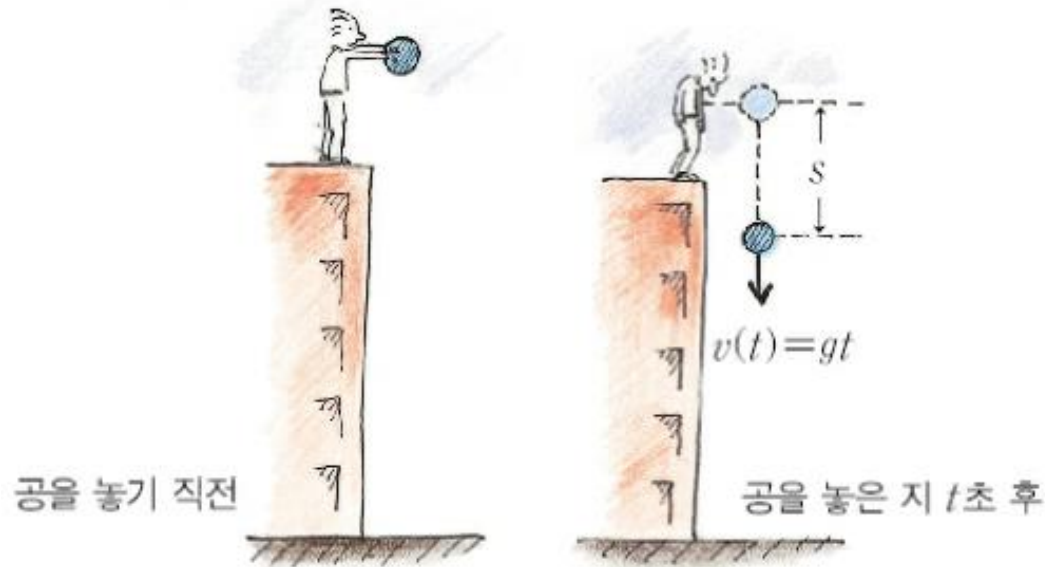
$$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2 = y_0 + (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} gt^2$$

1차원 등속도 운동



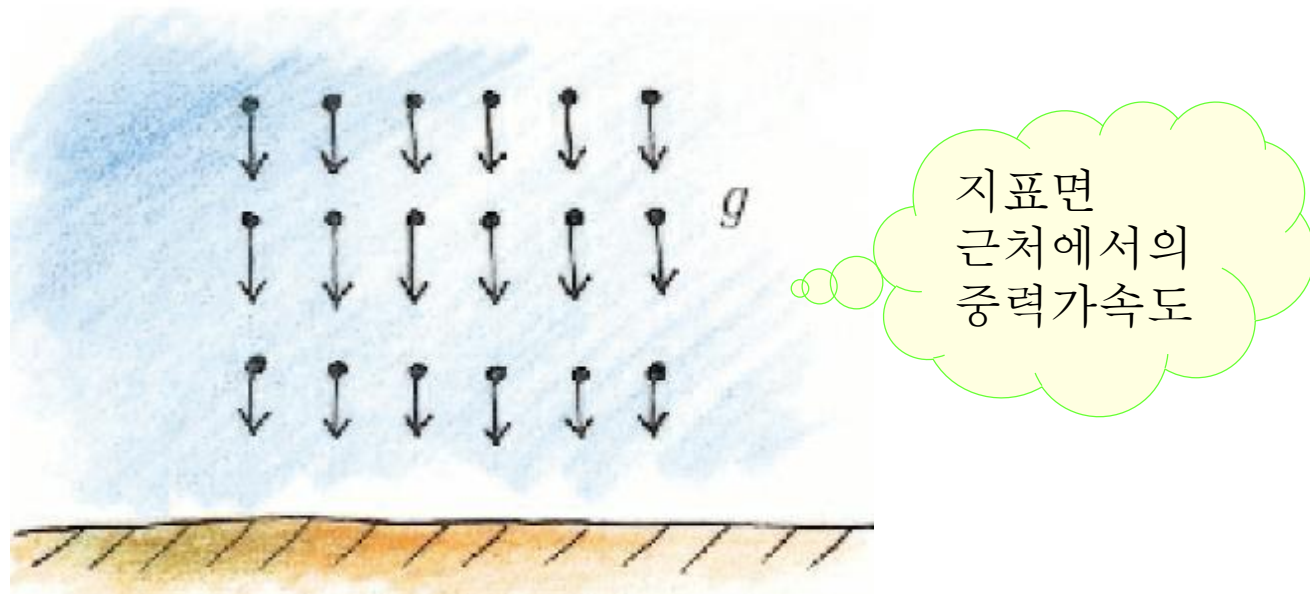
볼링 공이
움직인 거리는
시간에 따라
일정하게
증가한다.

자유 낙하 운동



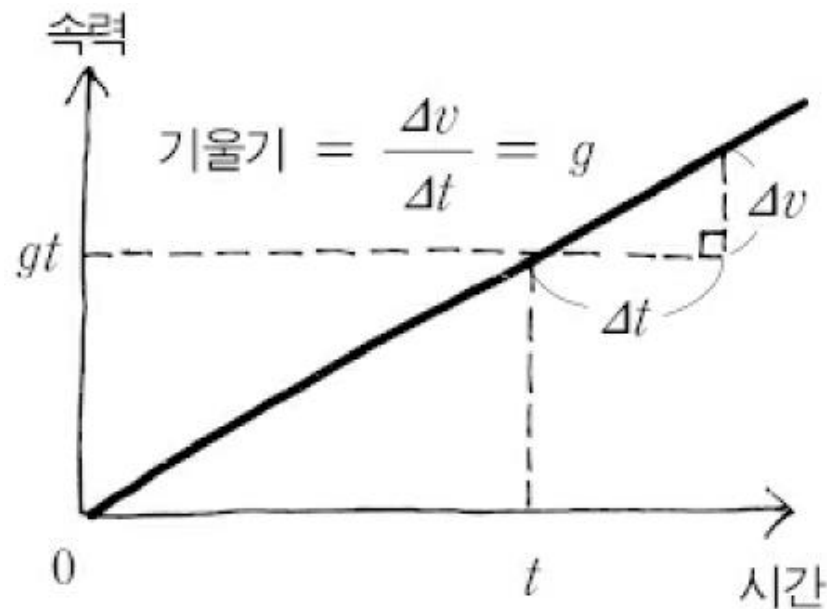
자유 낙하하는 공의 속도는
시간이 지남에 따라 일정하게 증가한다.

중력가속도



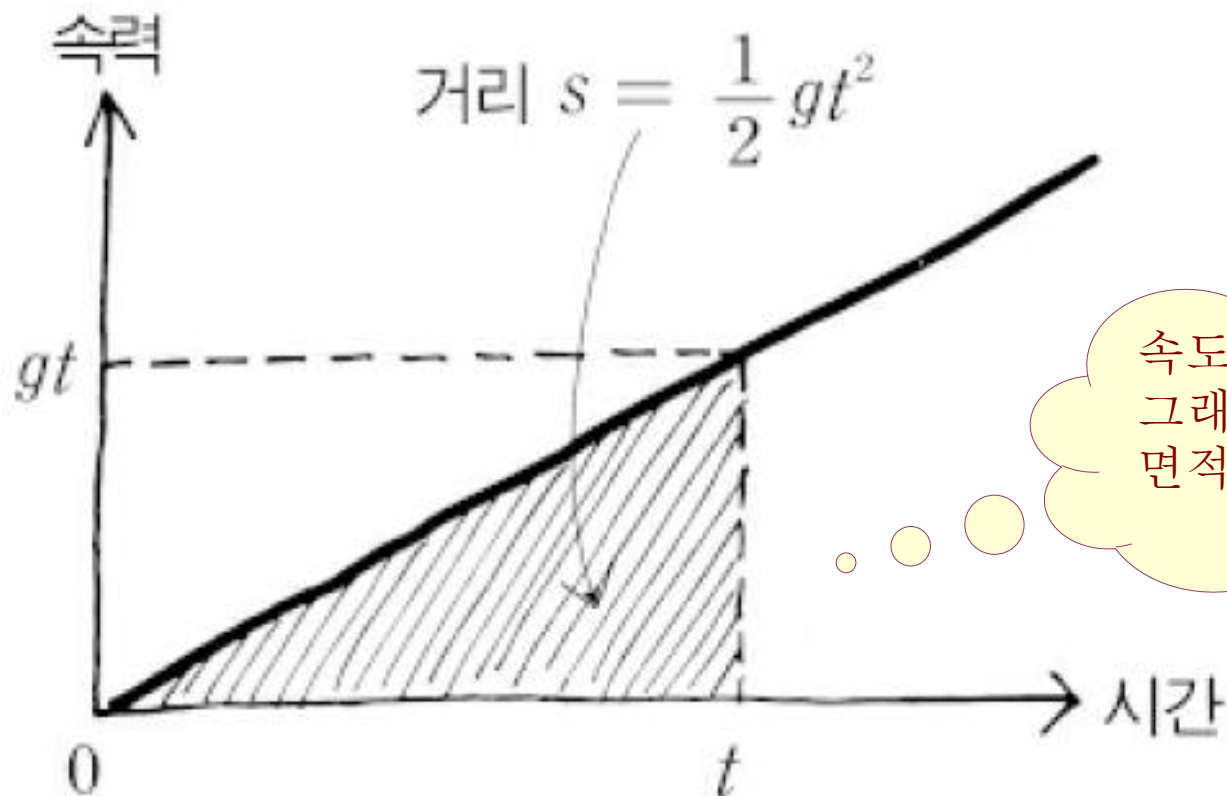
높이에 상관없이 어느 점에서나 거의 일정하다.

자유 낙하 운동



자유낙하운동은 등가속도 운동이다.

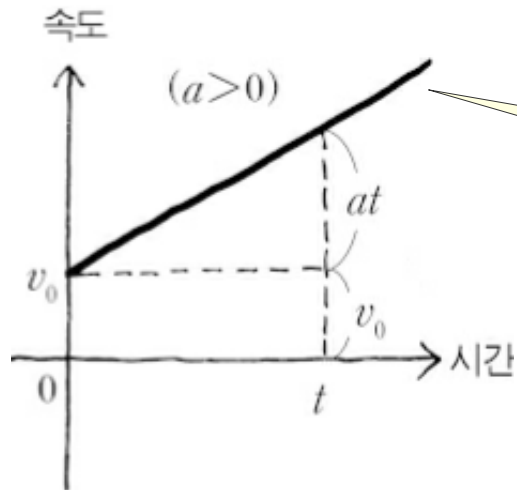
자유 낙하하는 공이 떨어진 거리



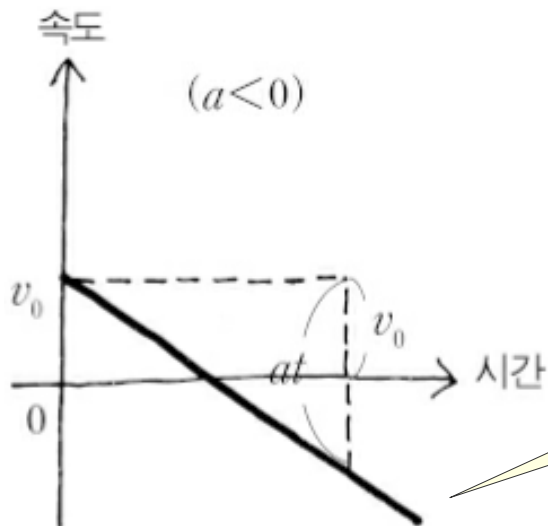
속도-시간
그래프에서
면적에 해당된다.

자유 낙하하는 공이 떨어진 거리는 시간의 제곱에 비례한다.

속도와 가속도의 방향



속도가 계속 **증가**한다.
(가속)



속도가 계속 **감소**한다.
(감속)

등가속운동의 경우 속도의 계산

- ◆ 가속도는 속도가 시간에 따라 변화하는 율을 표시한다.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

- ◆ 속도의 변화율을 시간에 따라 적분하면 다음과 같다.

$$\Delta v = v(t) - v_0$$

$$\Delta v = \int_0^t dv = \int_0^t a dt = a \int_0^t dt = at$$



$$v(t) = v_0 + at$$

등속운동의 경우 움직인 거리

- ◆ 속도는 위치 x 가 시간 t 에 따라 변화하는 율을 표시한다.

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

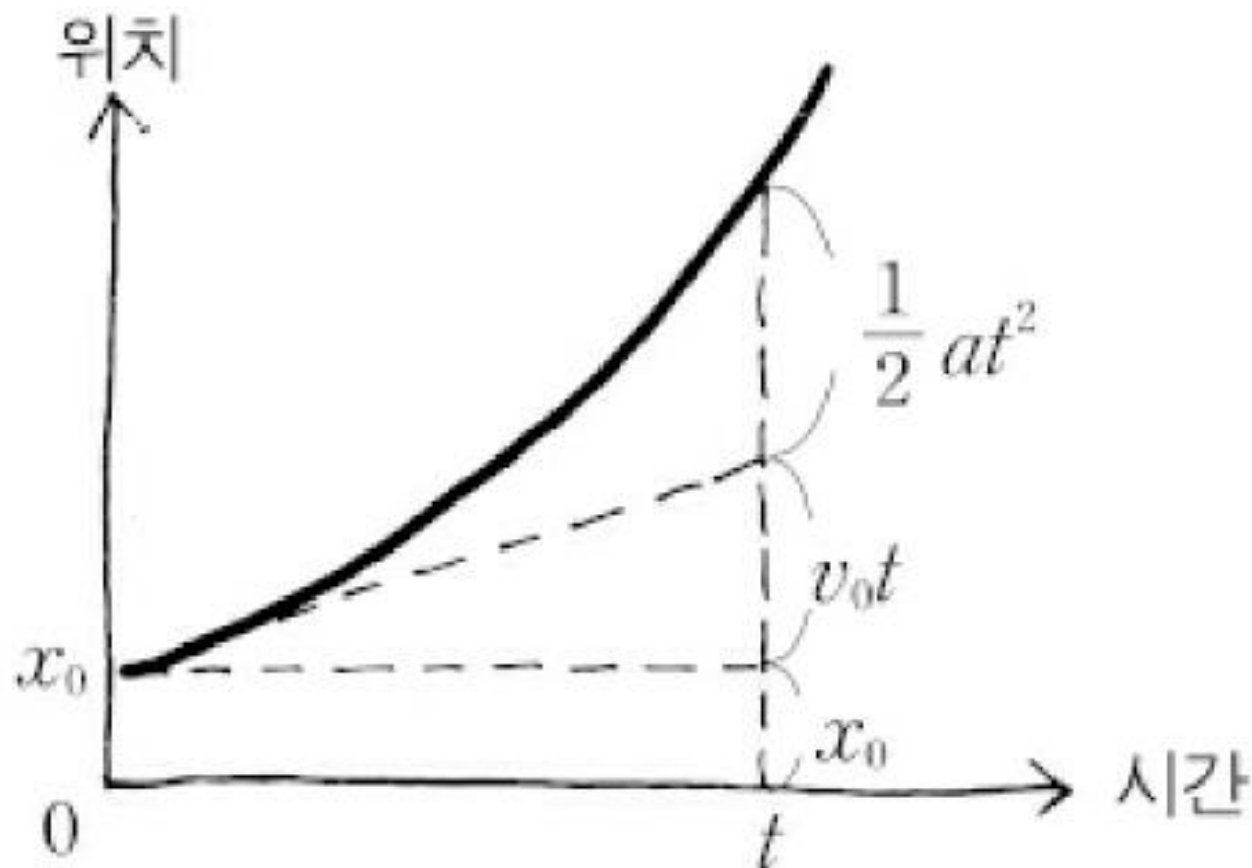
- ◆ 속도의 변화율을 시간에 따라 적분하면 다음과 같다.

$$\Delta x = x(t) - x_0$$

$$\Delta x = \int_0^t v dt = \int_0^t (v_0 + at) dt = v_0 t + a \int_0^t t dt = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

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

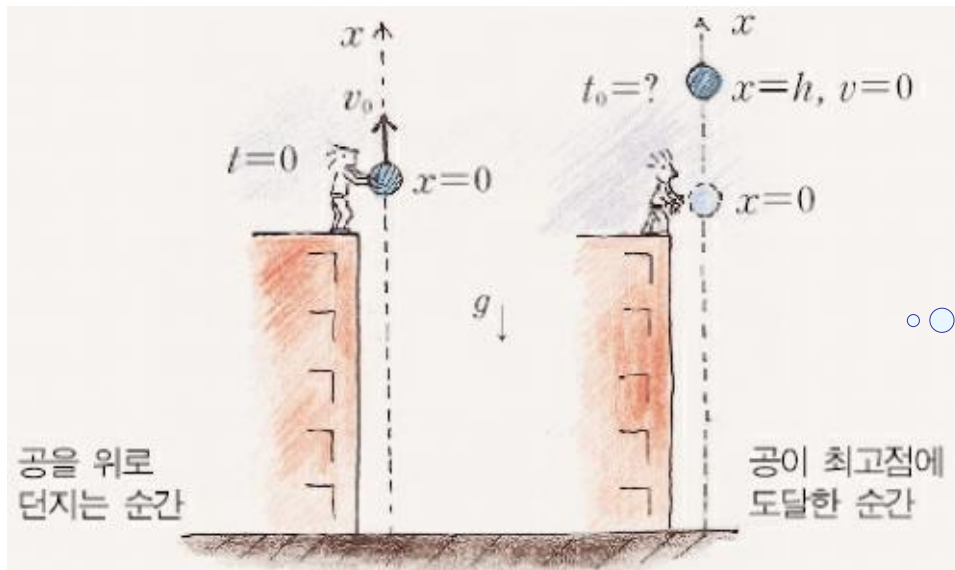
자유 낙하하는 공의 위치 변화



자유 낙하하는 공이 떨어진 거리는 시간의 제곱에 비례한다.

위로 던져 올려진 야구공

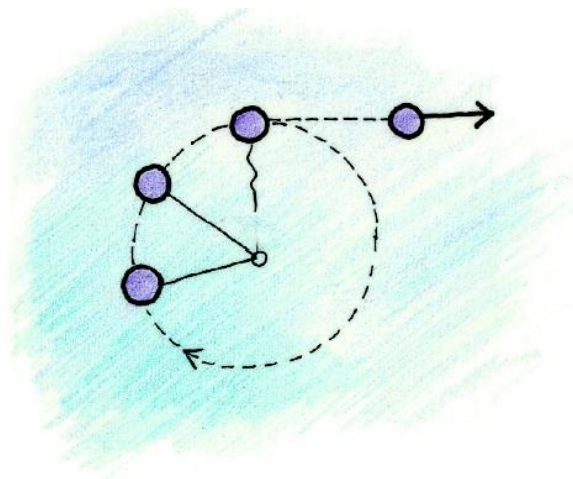
- ◆ 생각해 보기: 야구공을 초속도 60 km/h로 위로 던질 때 야구공은 얼마나 올라간 후 다시 내려오기 시작할까?



가속도의 방향은
항상 아래이다.

가속도 운동

- ◆ 물체의 가속도가 없다면 물체의 속도는 변하지 않는다.
- ◆ 마루바닥을 움직이는 볼링공의 속도는 거의 변하지 않지만 자유 낙하하는 물체는 지구의 중력 때문에 속도가 변한다.
- ◆ 원운동 하고 있던 돌팔매를 놓는 순간 원운동 하던 돌은 직선으로 날아가면서 가속의 영향을 받지 않는다.
- ◆ 속도가 변하려면 원인이 있어야 한다.

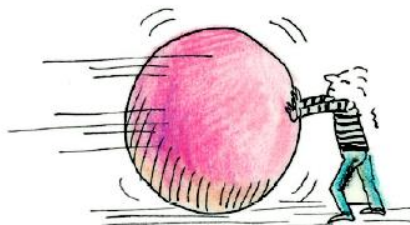


운동의 제1법칙 - 관성

- ◆ 속도가 변하려면 원인이 있어야 한다.
- ◆ 아리스토텔레스는 물체가 정지하려는 속성을 지니고 있다고 주장하였다.
- ◆ 갈릴레이는 물체가 정지하는 이유를 외부에서 작용하는 마찰력이 작용하기 때문으로 이해했다.
- ◆ 갈릴레이는 물체가 외부의 영향을 받지 않는다면 정지한 상태에 있거나 일정한 속도로 직선운동을 해야 한다는 사실을 발견했다.
- ◆ 뉴턴은 이러한 관성의 속성을 운동의 제1법칙으로 삼았다.



움직이기 시작한다.



멈추게 한다.



방향을 바꾼다.

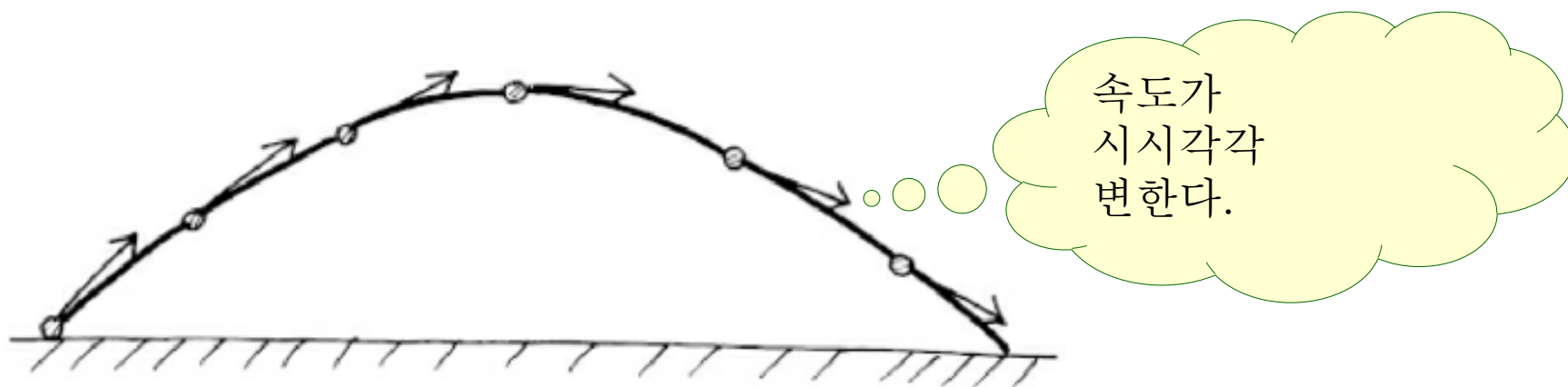
포물선운동

<동영상>



포물선운동

포물선을 그리는 축구공의 운동

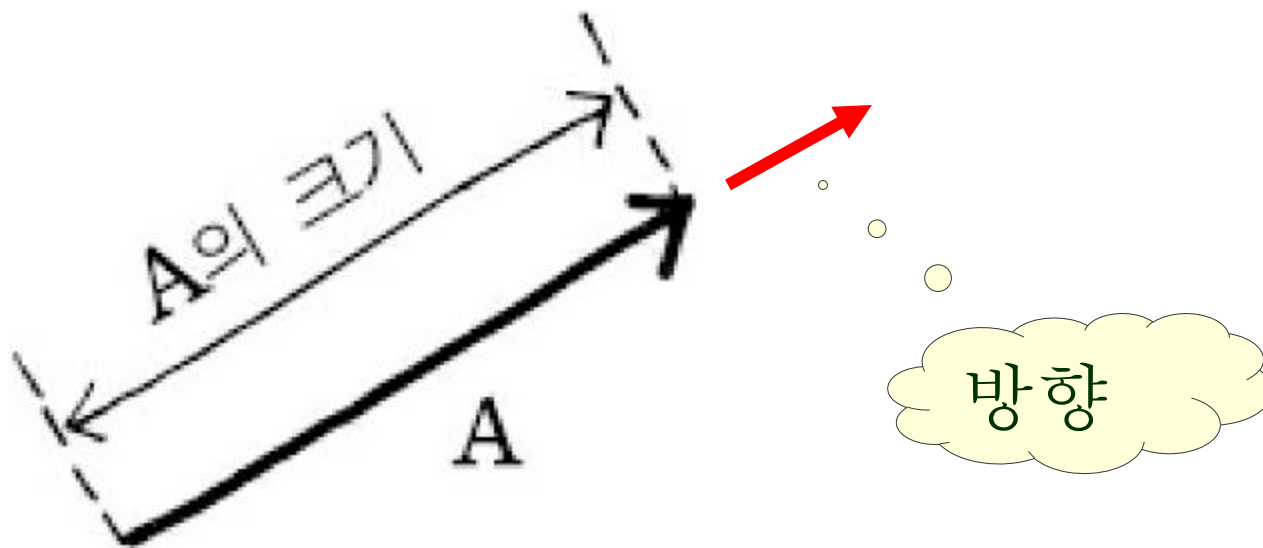


공의 운동은 직선운동이 아니다. 2차원 운동이다.

속도는 크기와 방향으로 표시된다.

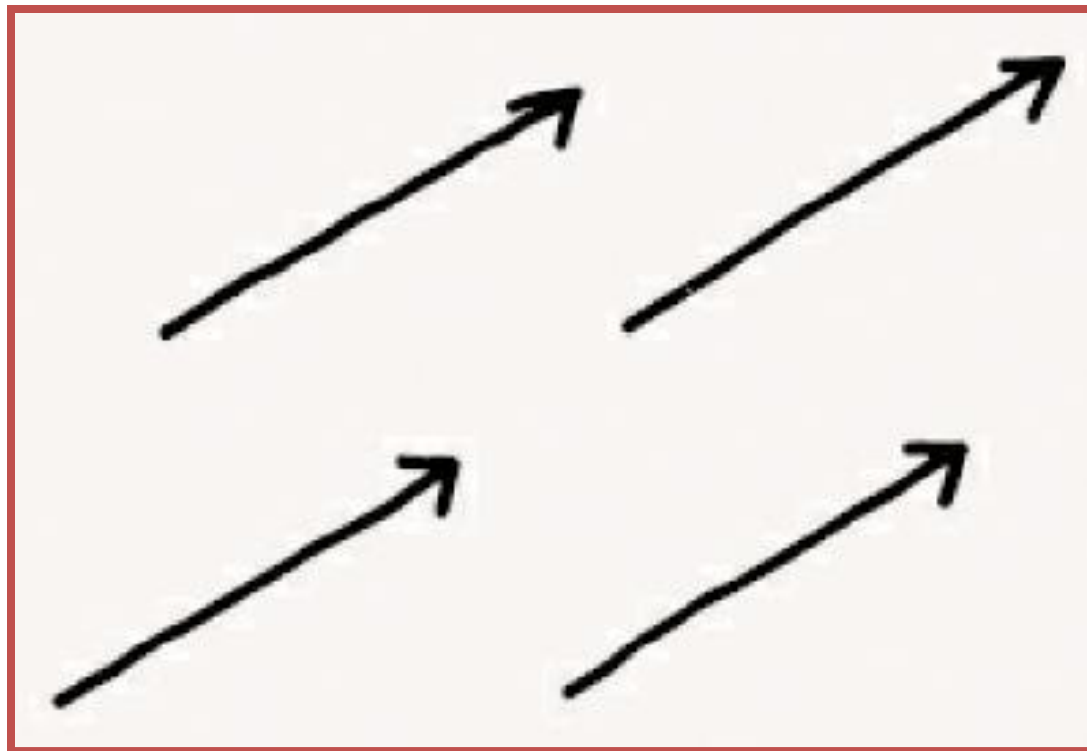
벡터

크기와 방향을 가진 물리량을 벡터로 표시한다.



벡터는 **방향과 크기**가 있는 기하학적인 양이다.

벡터의 성질

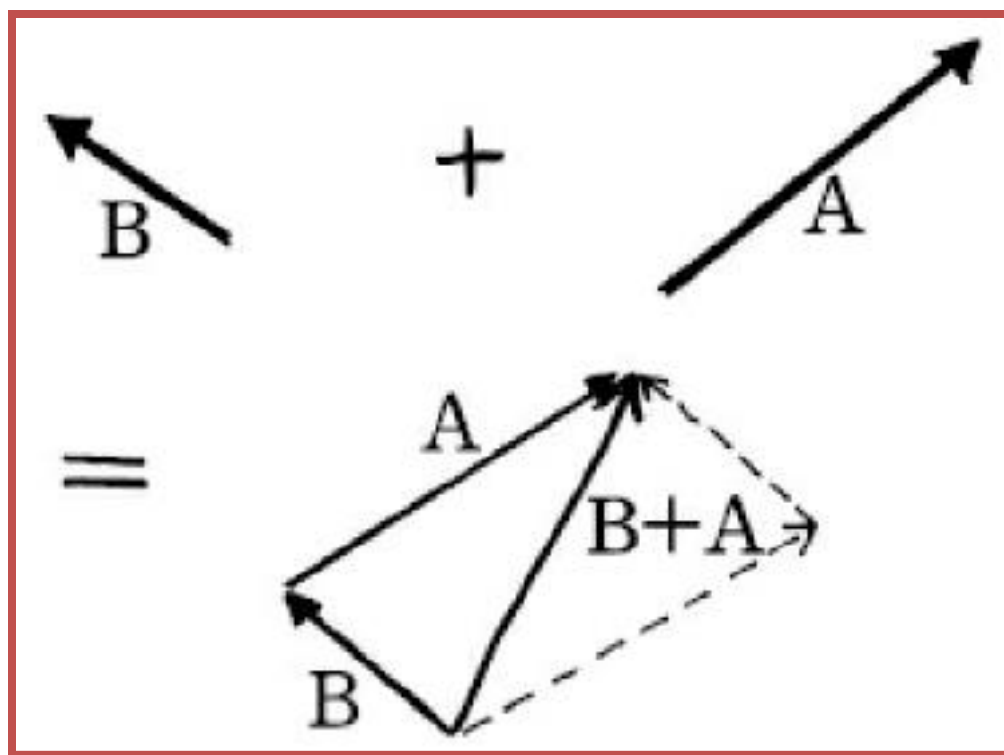
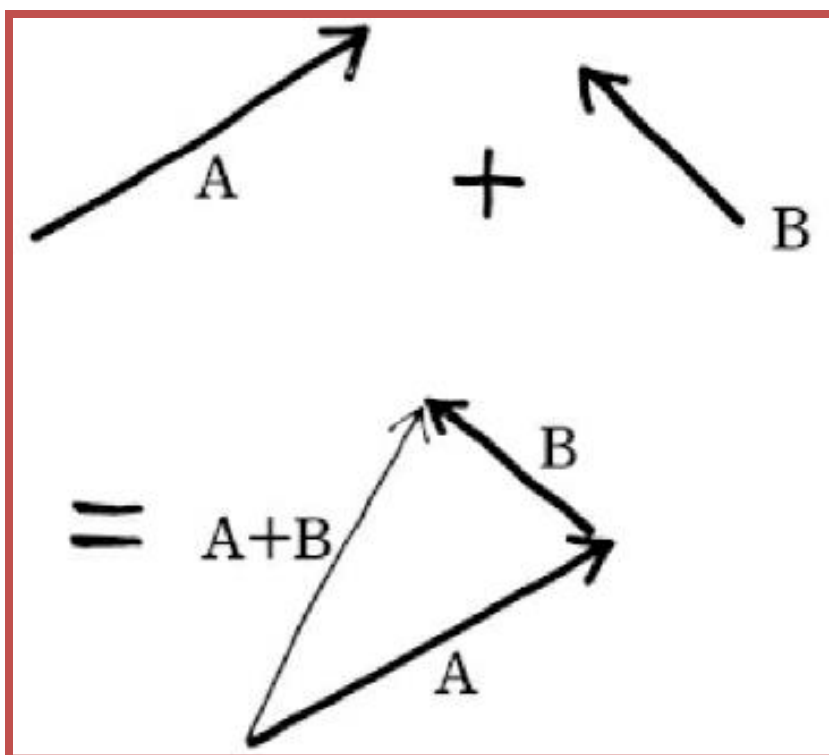


두 벡터의
크기와 방향이 같으면
어디에 놓여도
같은 벡터이다.

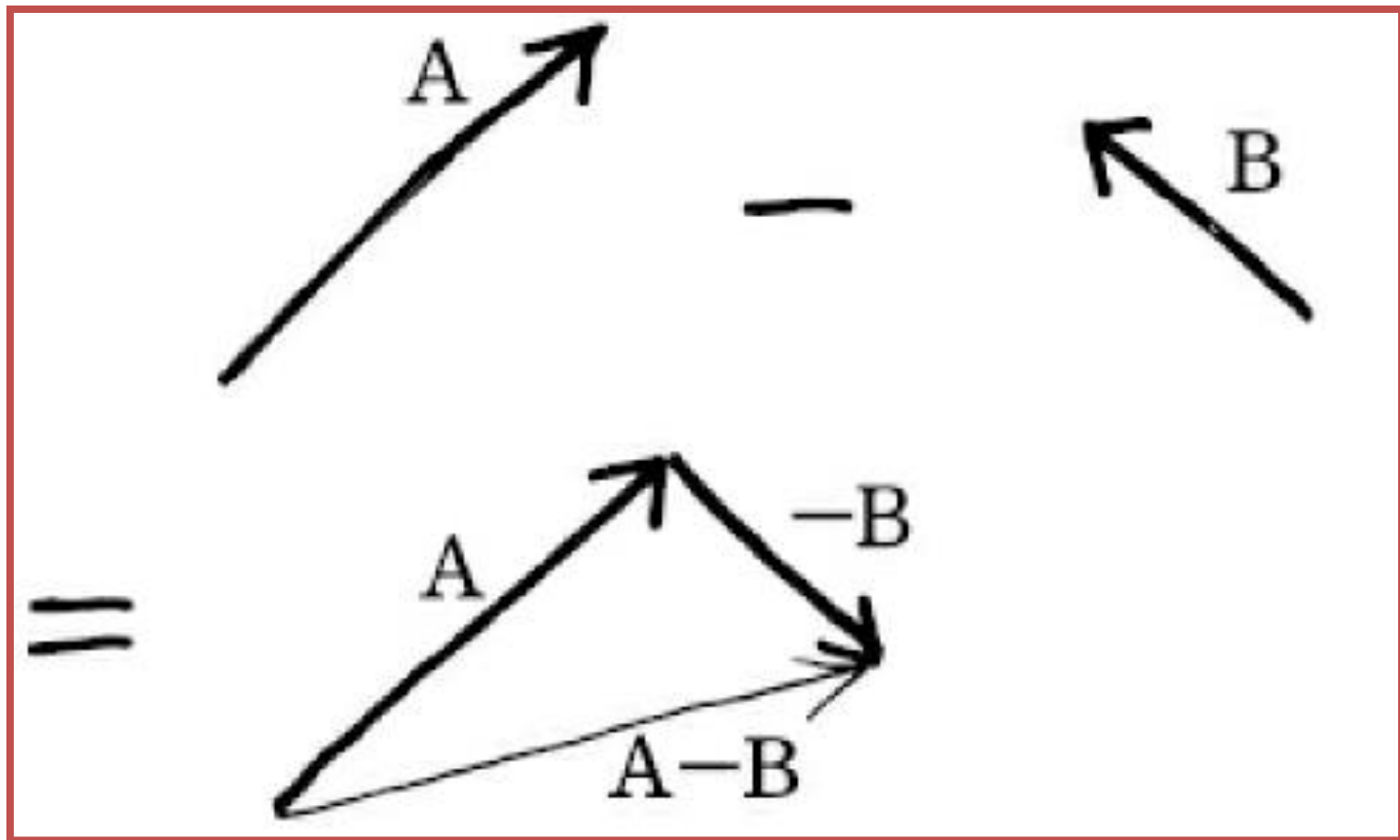
평행 이동된 벡터는 같은 벡터이다

벡터의 덧셈

$$\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{B} + \mathbf{A}$$

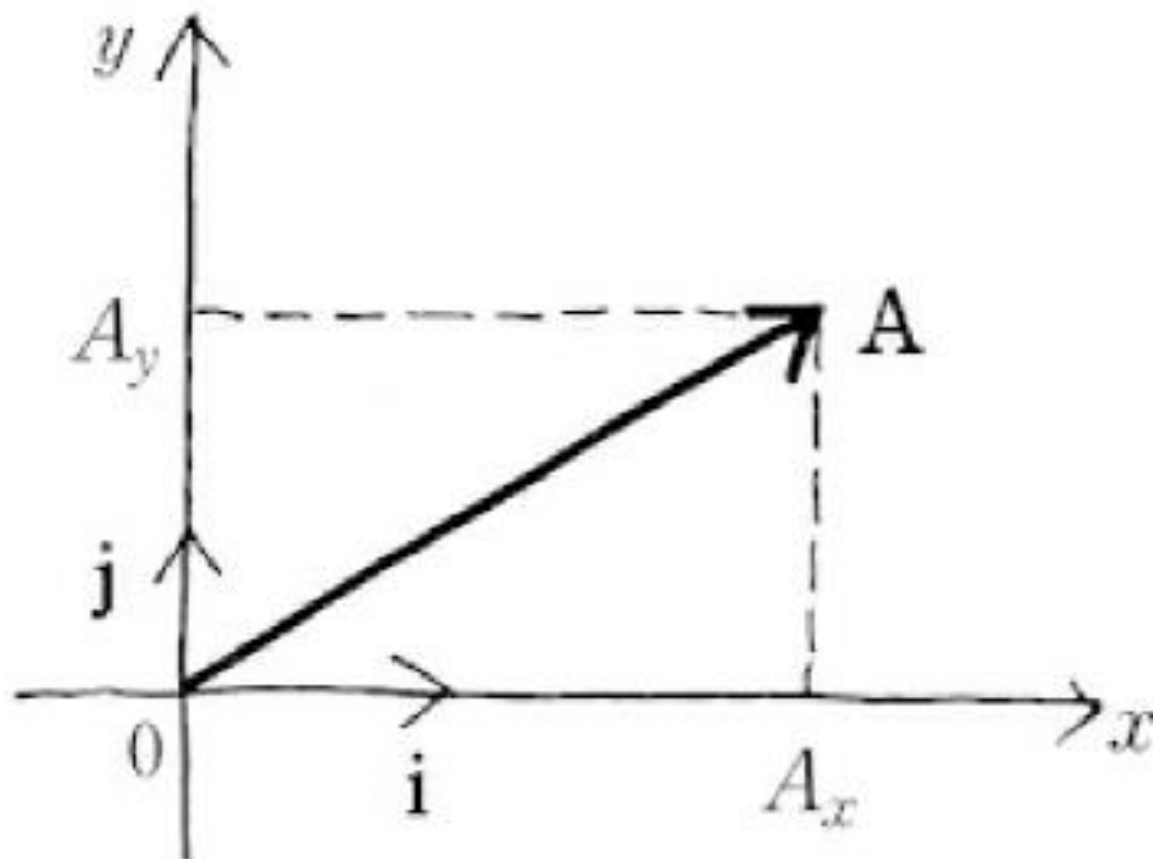


벡터의 뺄셈



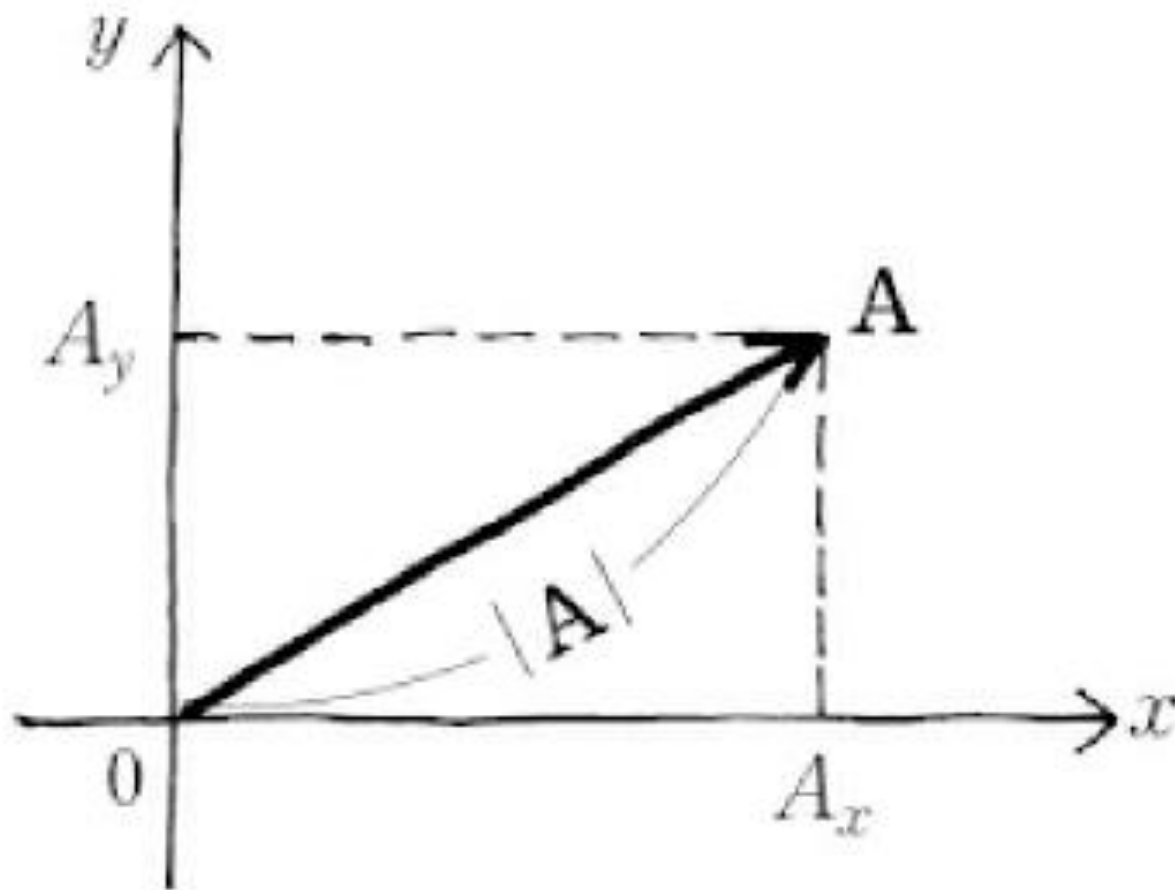
벡터의 성분

$$\mathbf{A} = (A_x, A_y) = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j}$$

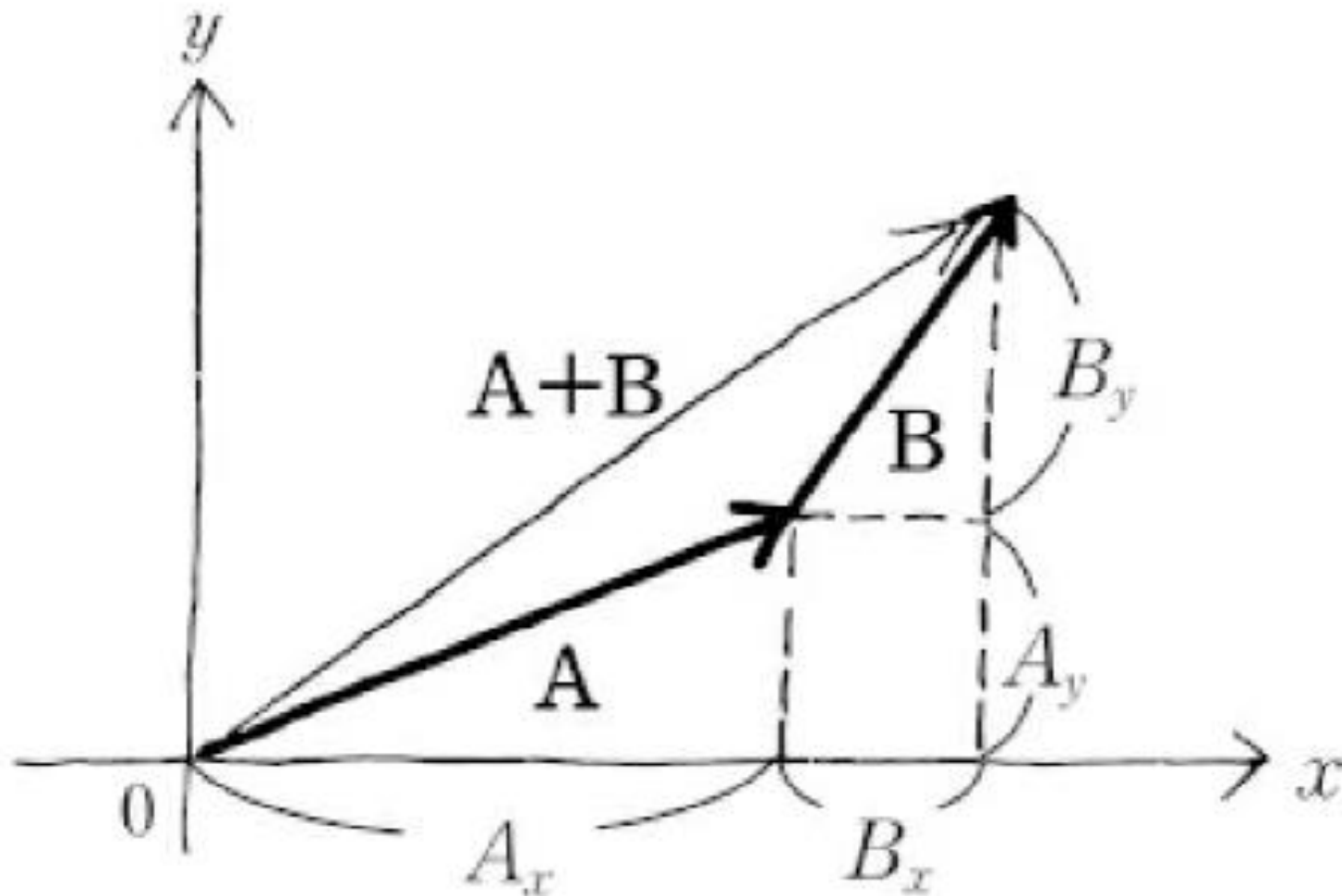


벡터의 크기

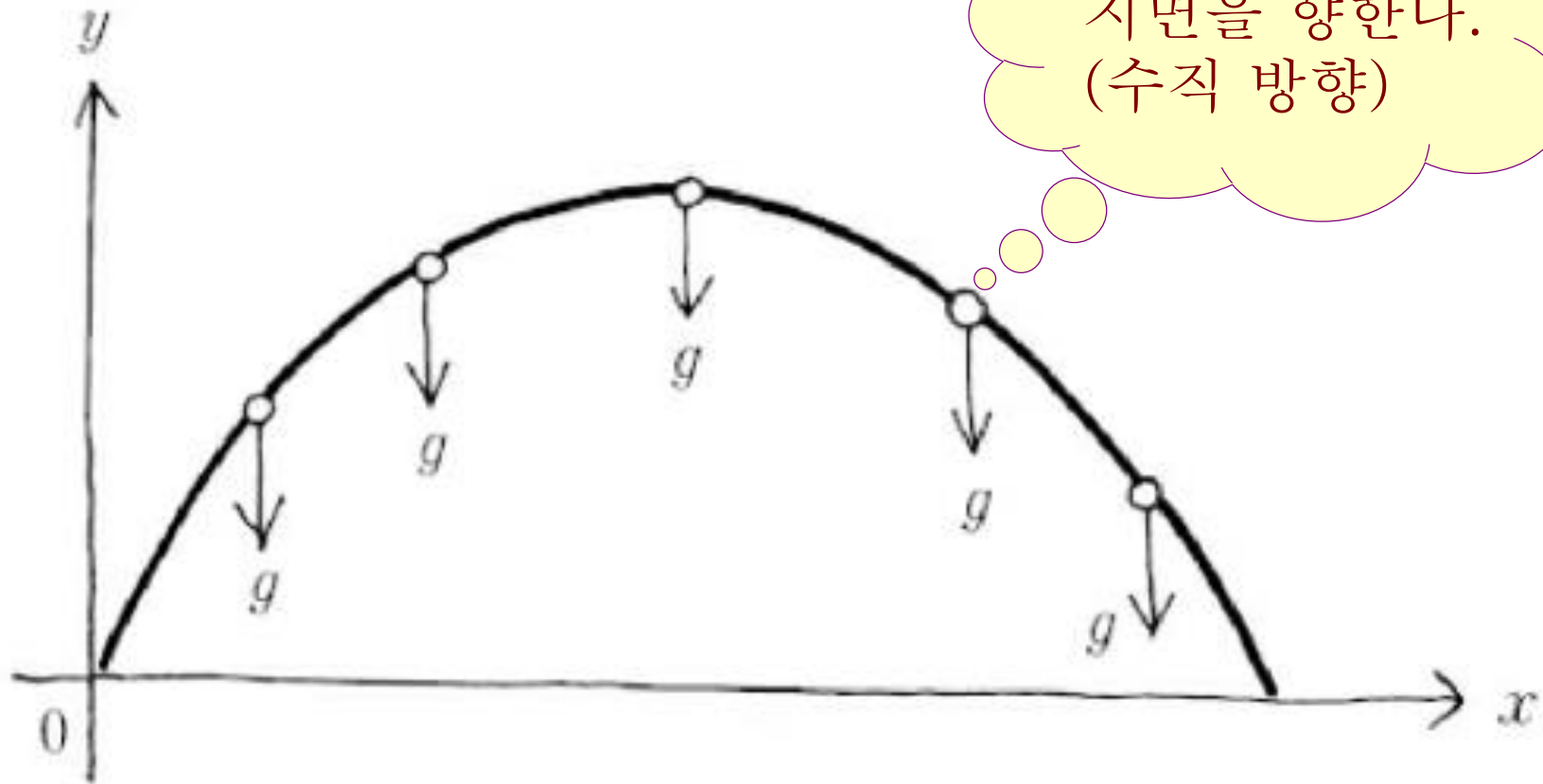
$$|\mathbf{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$



벡터의 성분과 더하기

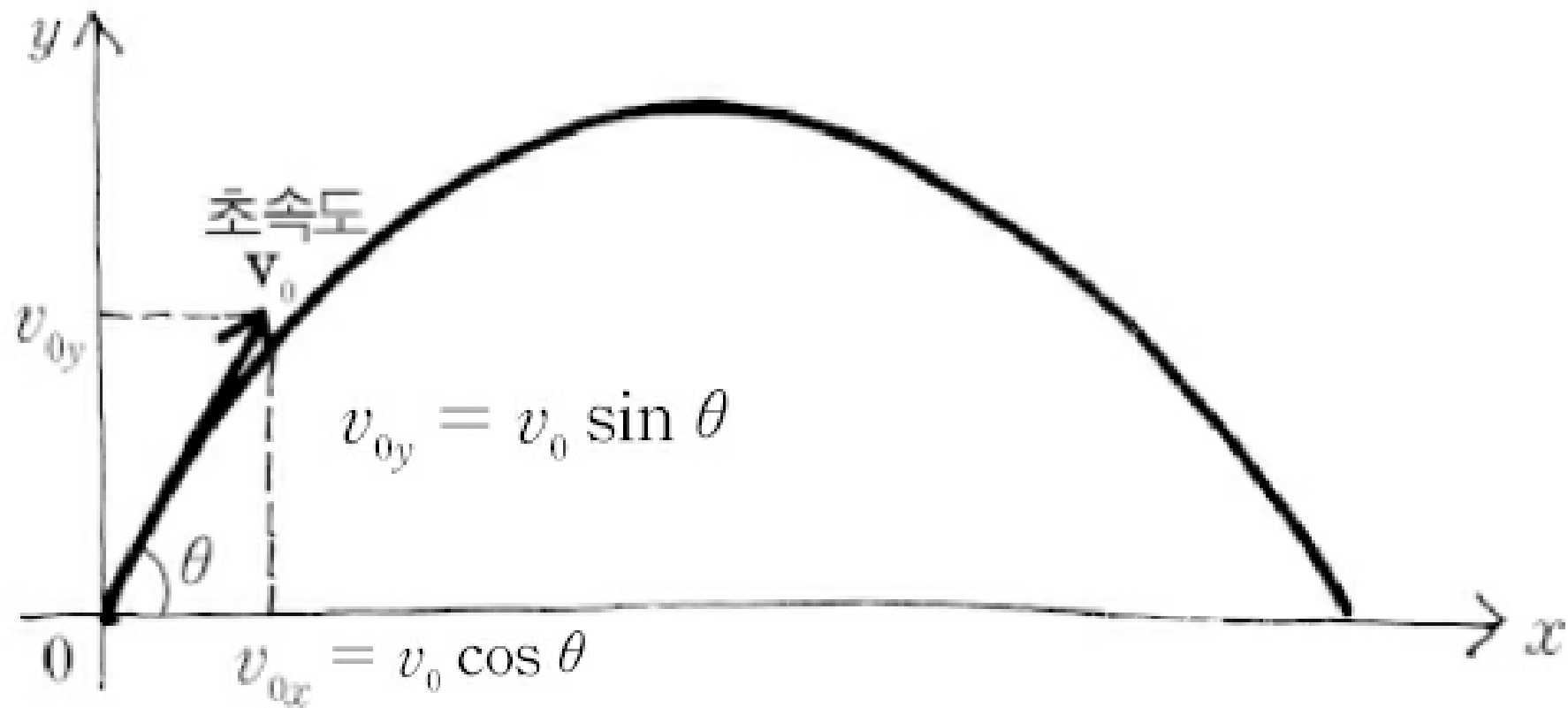


포물선 운동의 이해



포물선 운동은 중력 때문에 생기는 **등가속도 운동**이다.

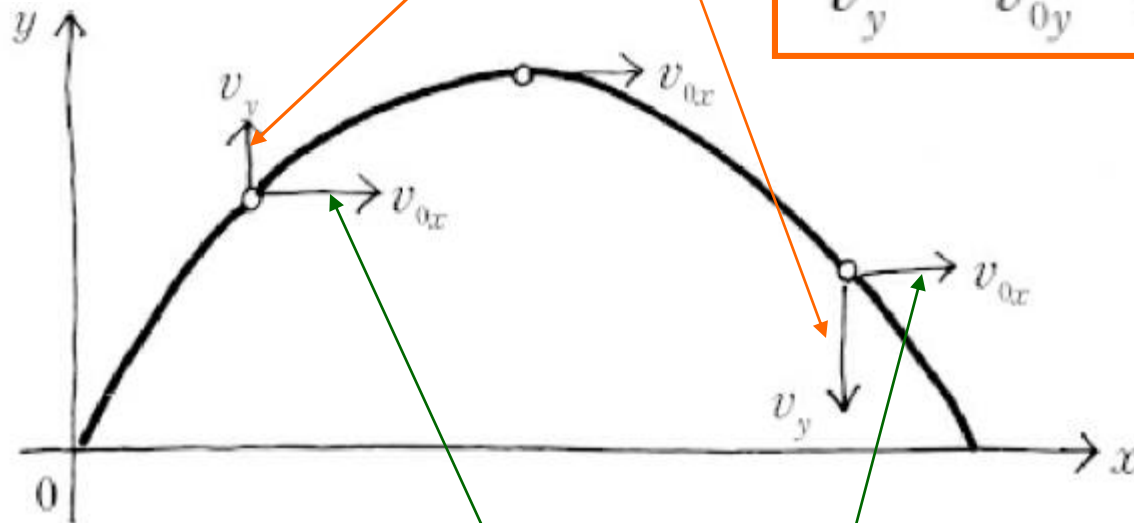
포물선 운동의 초속도



등속도와 등가속도운동의 합성

속도의 y 성분은 등가속도 운동 한다.

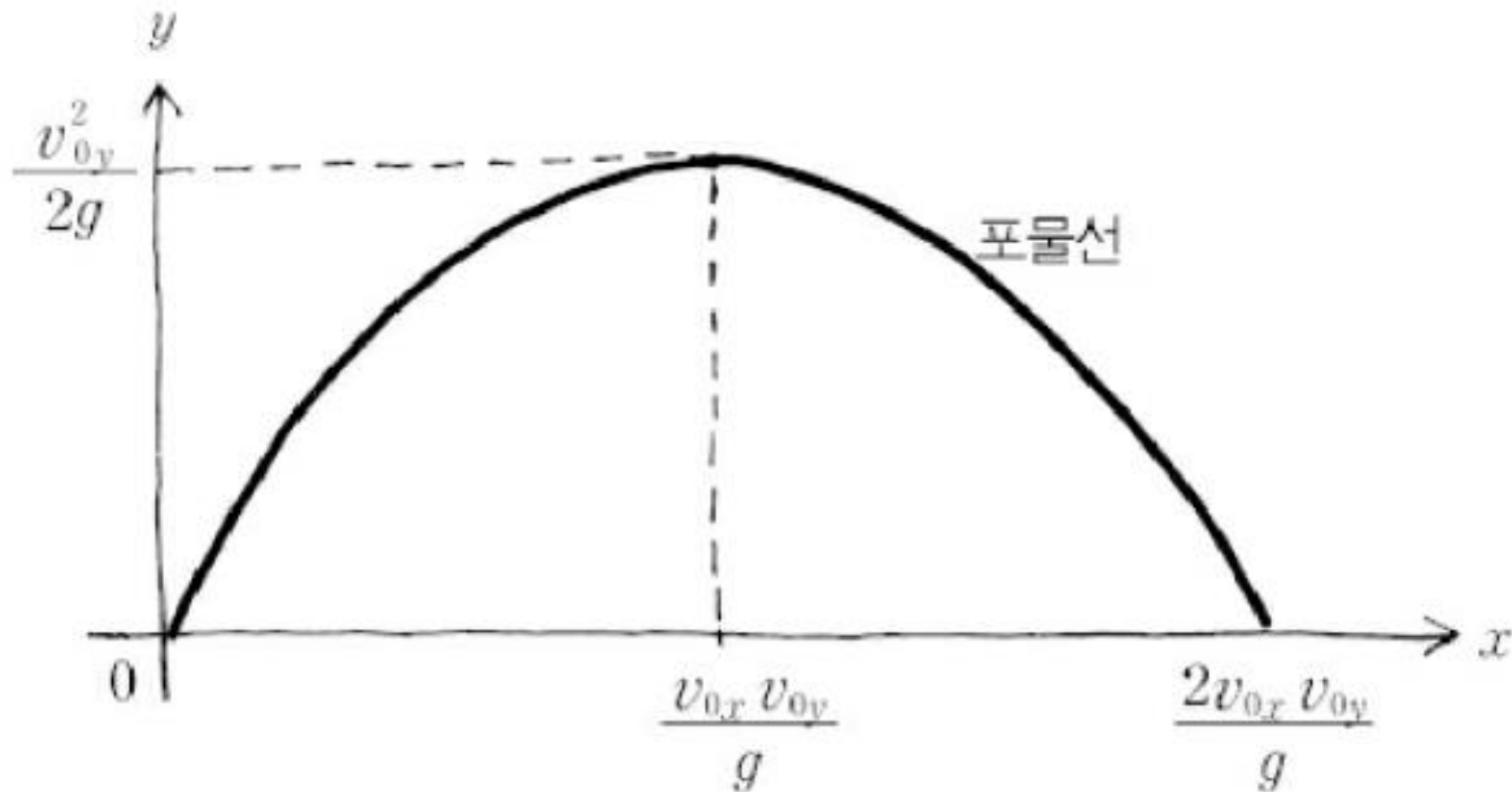
$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \theta - gt$$



속도의 x 성분은 변하지 않는다. (등속도운동)

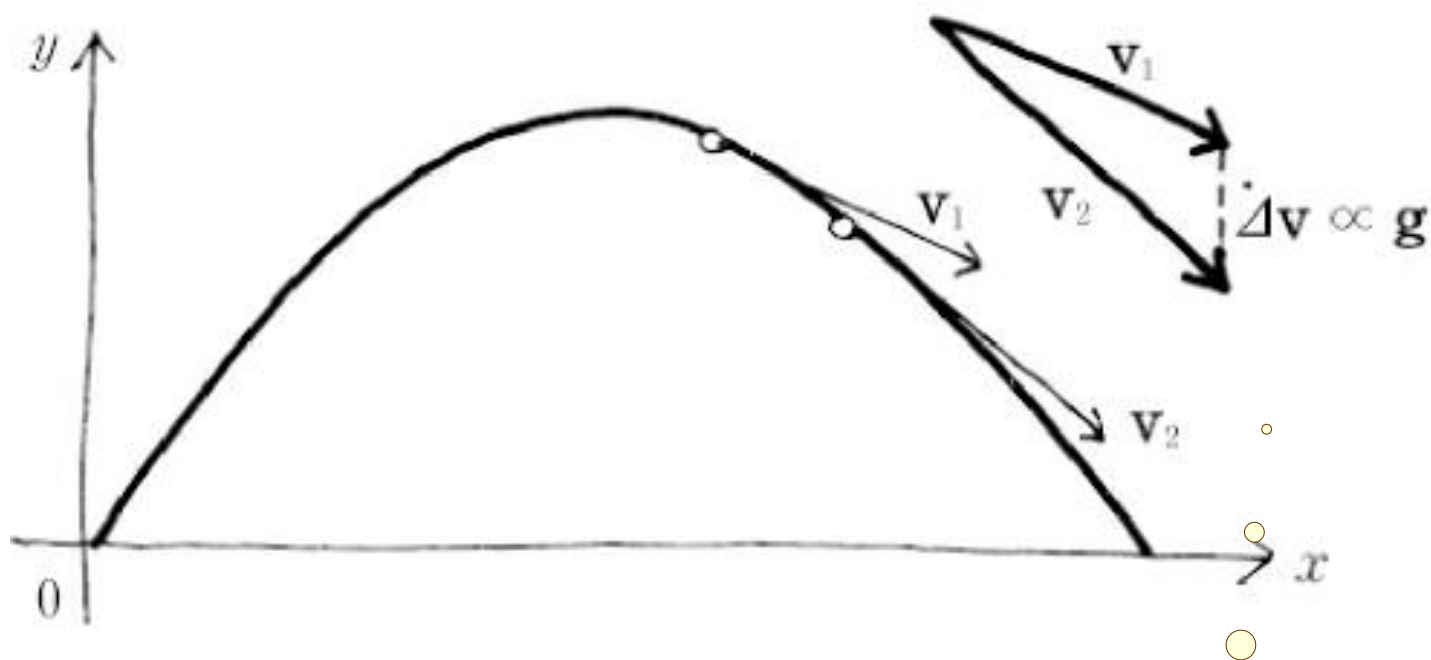
$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta = \text{일정}$$

공의 궤적



정점에서의 위치: $(x, y) = \left(\frac{v_{0x} v_{0y}}{g}, \frac{v_{0y}^2}{2g} \right)$

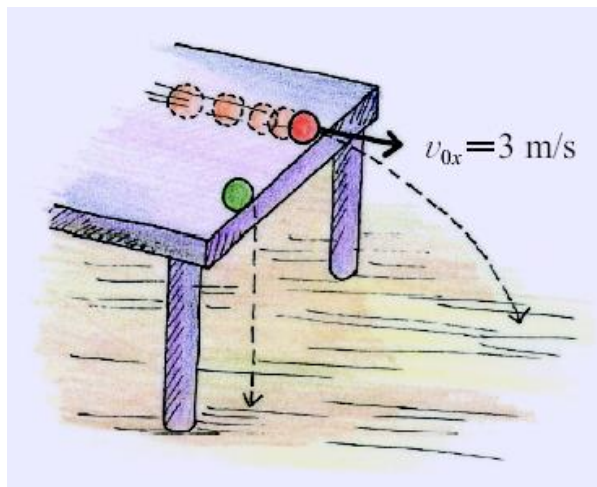
포물선 운동의 이해



중력가속도가 속도 차이를 만든다.

포물선 운동의 이해

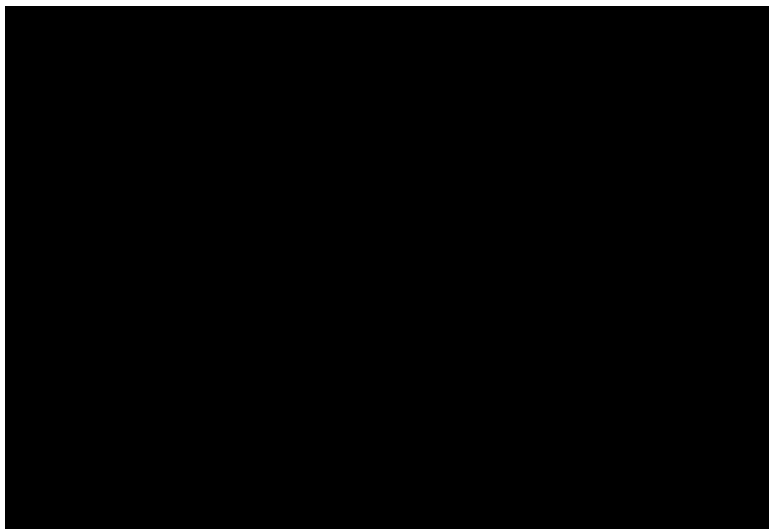
- ◆ 생각해 보기: 높이 1.0 m 인 탁자에서 공이 떨어진다. 자유낙하 하는 경우와 수평초속도가 3 m/s인 경우 지면에서의 속도는 ?



피카추 사냥

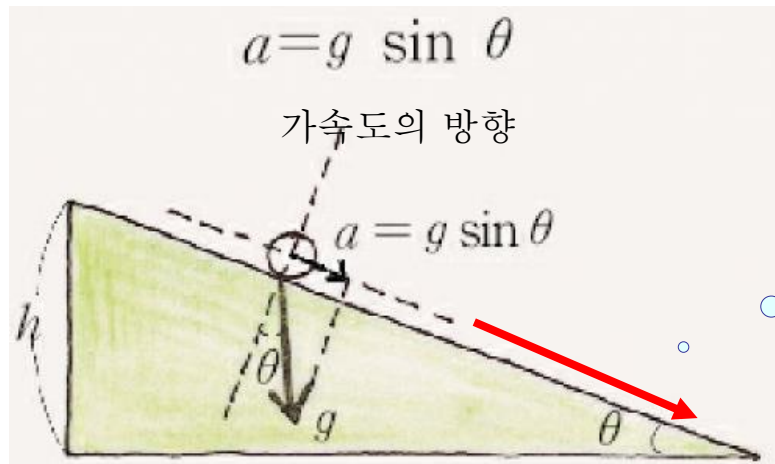
- ◆ 생각해 보기: 나무 위에 앉아 있는 원숭이의 어디를 겨냥해서 사과를 던지면 원숭이가 받을 수 있을까? 사과를 던짐과 동시에 원숭이가 나무에서 자유낙하한다고 하자.

<동영상>



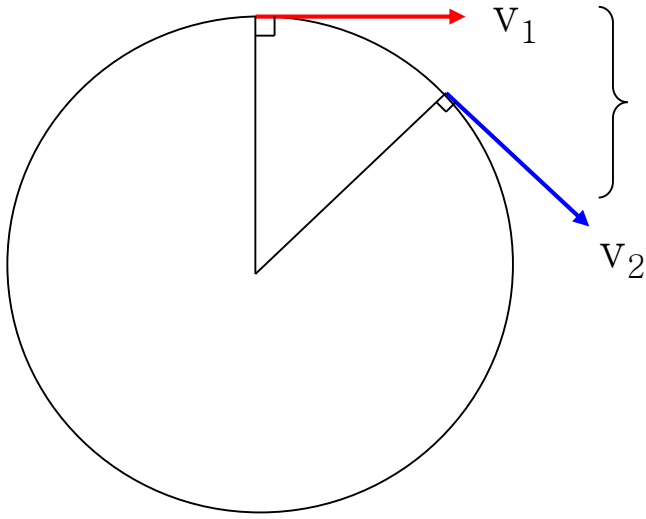
마찰이 없는 경사면에서의 운동

생각해 보기: 마찰이 없는 경사면을 따라 공이 내려간다.
자유낙하의 경우와 비교할 때 바닥까지 걸리는 시간은
어떻게 다를까?

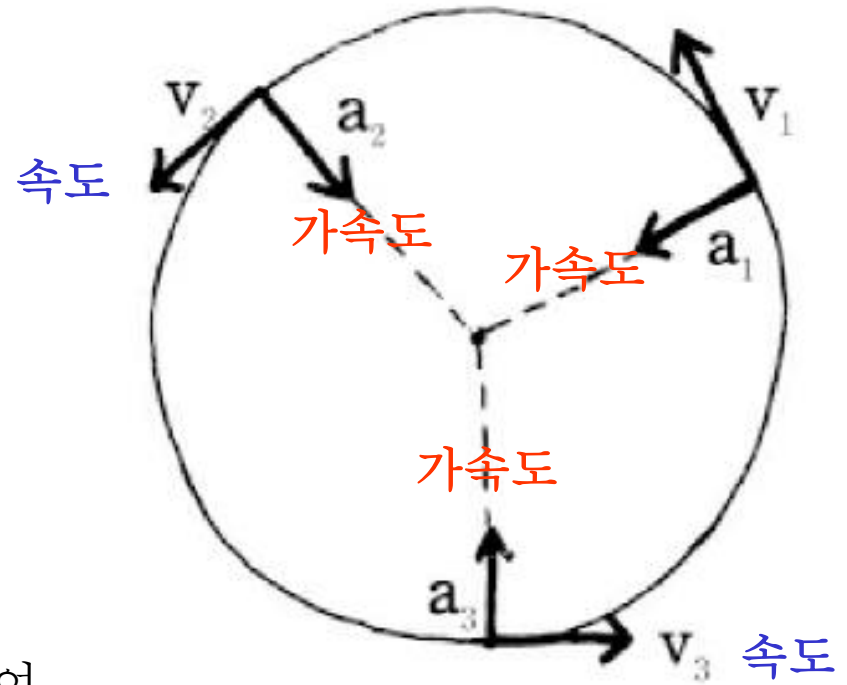
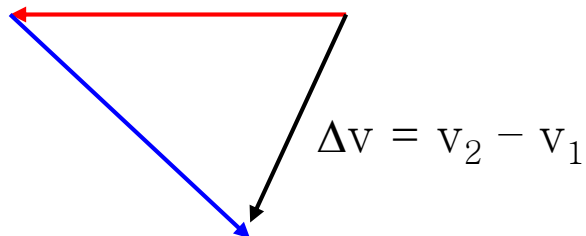


빗면 방향으로
가속이 천천히 된다.

원 운동의 이해

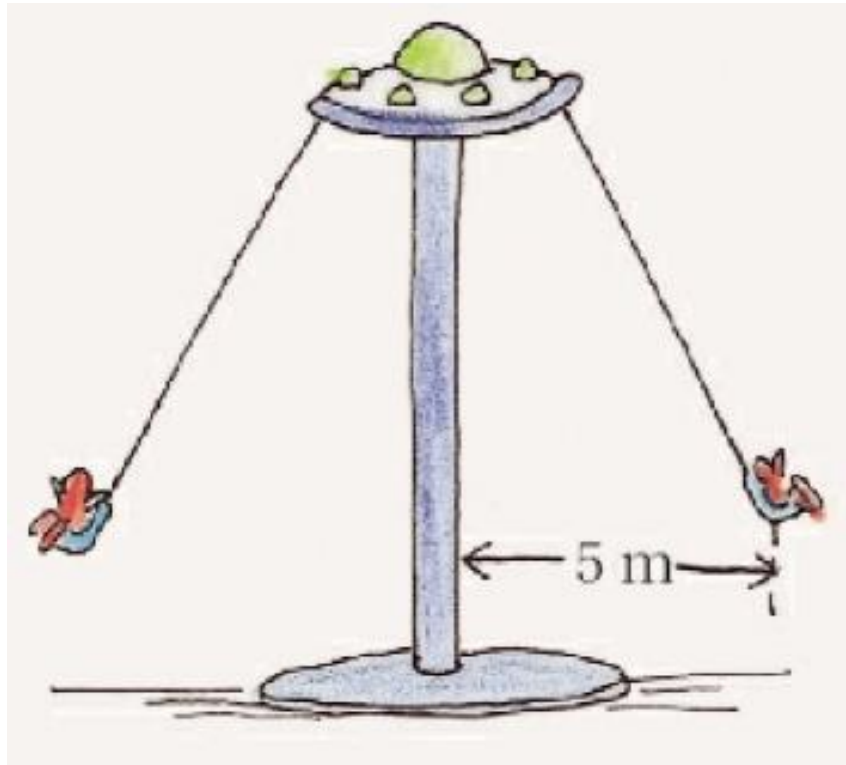


속력의 양은 같지만 방향의 차이로 인하여
원의 중심을 향하는 구심가속도가 생긴다.



원 운동의 이해

생각해 보기: 회전반지름이 5 m인 속력 6 m/s로 움직이는 회전그네에 탄 어린이에게 작용하는 구심가속도는?



단원요약

- ◆ 초속도 v_0 , 지면과 각도 θ 로 던져진 물체의 포물선 운동을 풀 때에는 지면에 수평, 수직인 성분으로 나누어 생각한다.

- 수평성분: $v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta$

$$x = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \theta t$$

- 수직성분: $v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \theta - gt$

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = x_0 + v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

- ◆ 1차원운동은 포물선 운동의 수직성분에서 $\sin \theta = 1$ 로 놓고 $-g$ 를 가속도 a 로 대체한다.

- ◆ 자유낙하 운동은 포물선 운동의 수직성분에서 $v_0 = 0$ 으로 놓으면 얻어진다.

- ◆ 원운동을 할 때 회전속력이 일정하더라도 속도의 방향이 수시로 바뀌며 이로 인해 구심가속도가 생긴다.

- 구심력: $F_c = mv^2/r$

- 구심가속도의 크기: $a = v^2/r$