

제6장 뉴턴 법칙의 응용

뉴턴 법칙을 이용한 문제풀이 방법

1. 힘 구하기 (물체에 작용하는 모든 힘을 구한다.)

$$\mathbf{F}_1(\text{외력}), \mathbf{F}_2(\text{중력}), \mathbf{F}_3(\text{마찰력}), \dots$$

2. 방정식 세우기 (뉴턴의 법칙을 적용하여 방정식을 세운다.)

$$\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}, \text{ 평형상태면 } \mathbf{a} = 0$$

3. 힘 벡터 구하기 (각 힘에 대한 성분을 계산하여 벡터로 나타낸다.)

$$\vec{F}_1 = F_x \hat{i} + F_y \hat{j} + F_z \hat{k}, \vec{F}_2 = \dots$$

4. 성분별로 분해 (방정식을 각 성분별(x, y, z)로 분해하여 정리한다.)

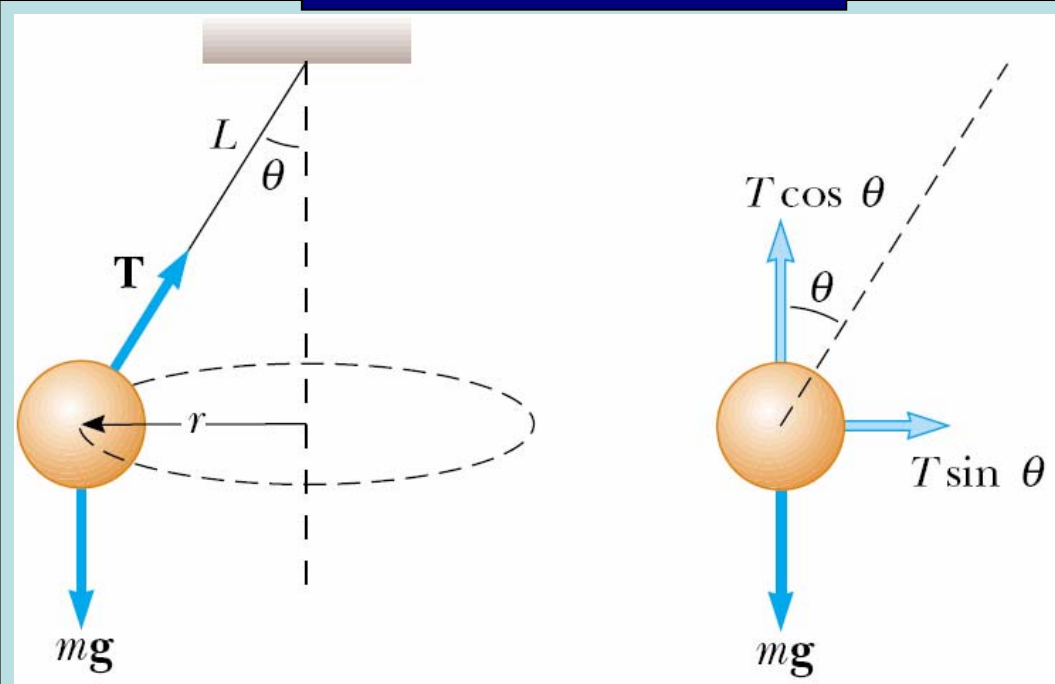
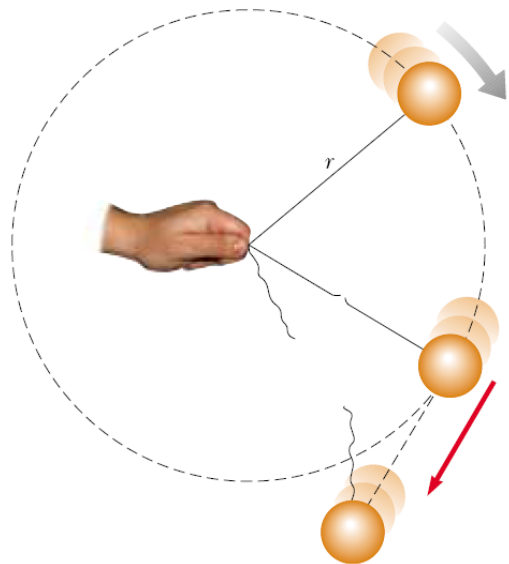
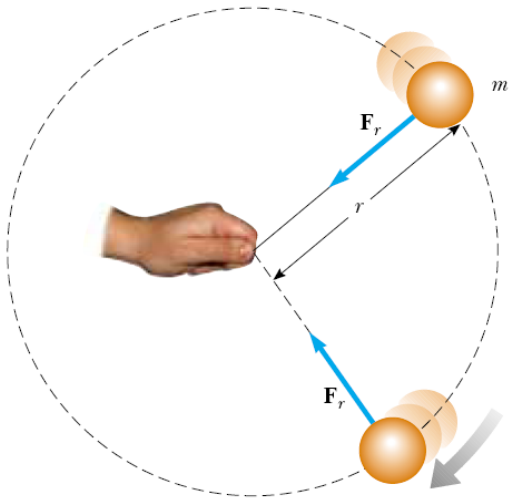
$$\Sigma F_x = ma_x, \Sigma F_y = ma_y, \Sigma F_z = ma_z$$

5. 해답 구하기 (방정식을 풀어서 미지수를 구한다.)

6-1 등속 원운동에 뉴턴 법칙의 적용

예제 6-1. 원뿔 진자

$$\sum F = ma_c = m \frac{v^2}{r}$$



$$\sum F_y = T \cos \theta - mg = 0, \quad T \cos \theta = mg \quad \text{--- (1)}$$

$$\sum F_r = T \sin \theta = ma = \frac{mv^2}{r} \quad \text{----- (2)}$$

(1)과 (2)식에서

$$\tan \theta = \frac{mv^2}{rmg} = \frac{v^2}{rg}, \quad v = \sqrt{rg \tan \theta}$$

$$v = \sqrt{Lg \sin \theta \tan \theta} \quad \text{"속도는 질량에 무관"}$$

6-2 비등속 원운동 (예제 6.3 풀어 볼 것)

6-3 가속된 계에서의 운동 $\sum \vec{F} = m\vec{a} : \sum F_x = ma_x, \sum F_y = ma_y$

예제 2차원 평형

스노우보드의 가속도와 속도 구하기

$$\sum \vec{F} = \vec{w} + \vec{n}$$

$$\vec{w} = mg \sin \alpha (\hat{i}) - mg \cos \alpha (\hat{j})$$

$$\vec{n} = mg \cos \alpha (\hat{j})$$

$$\sum F_x = mg \sin \alpha = ma_x$$

$$\sum F_y = 0 = ma_y$$

$$\therefore a_x = g \sin \alpha$$

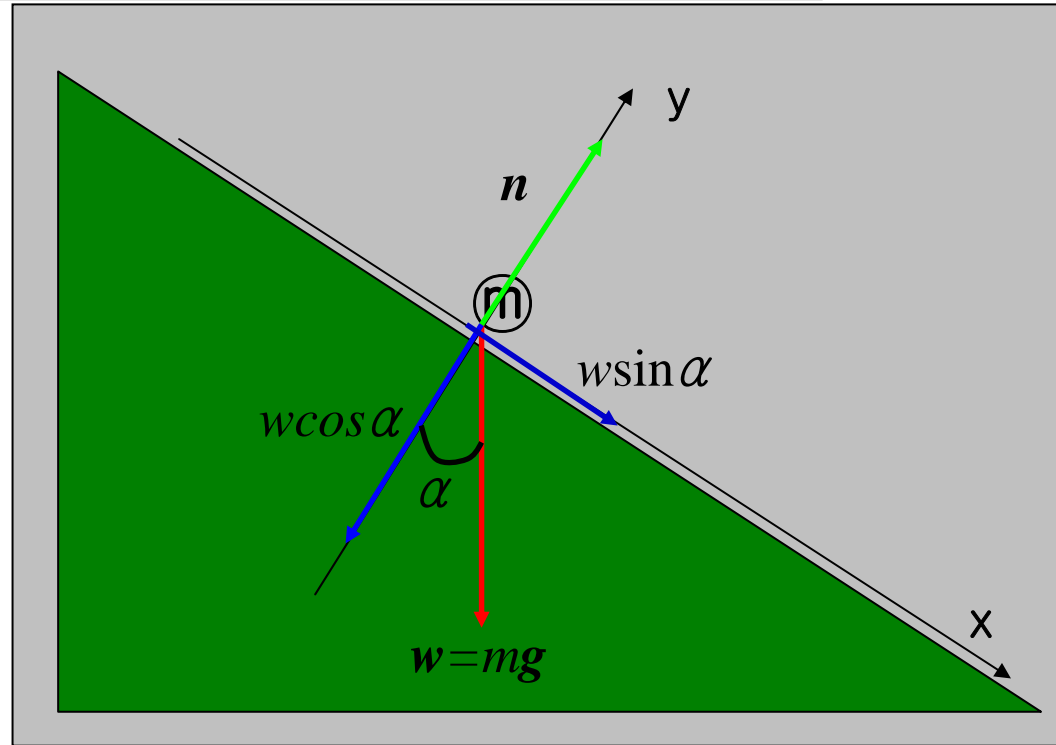
< 속도 구하기 >

$$\frac{dv}{dt} = g \sin \alpha$$

$$dv = (g \sin \alpha) dt$$

$$\int_0^v dv = (g \sin \alpha) \int_0^t dt ; \text{초기속도} = 0$$

$$v = (g \sin \alpha) t$$



- 마찰력을 무시하는 경우

 1. 스노우보드(스키, 썰매)의 가속도와 속도는 사람의 체중에 무관하다.
 2. 가속도는 일정하다.
 3. 속도는 시간이 감에 따라 증가한다.

6-4 저항력하에서의 운동

저항력이 속력에 비례하는 경우

Resistive Force: $\vec{R} = -b\vec{v}$

$$\sum F_y = mg - bv = ma = m \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{b}{m}v \text{ ----- (1)}$$

$$\int_0^v \frac{1}{mg/b - v} dv = (b/m) \int_0^t dt$$

$$\ln(mg/b - v) = -(b/m)t$$

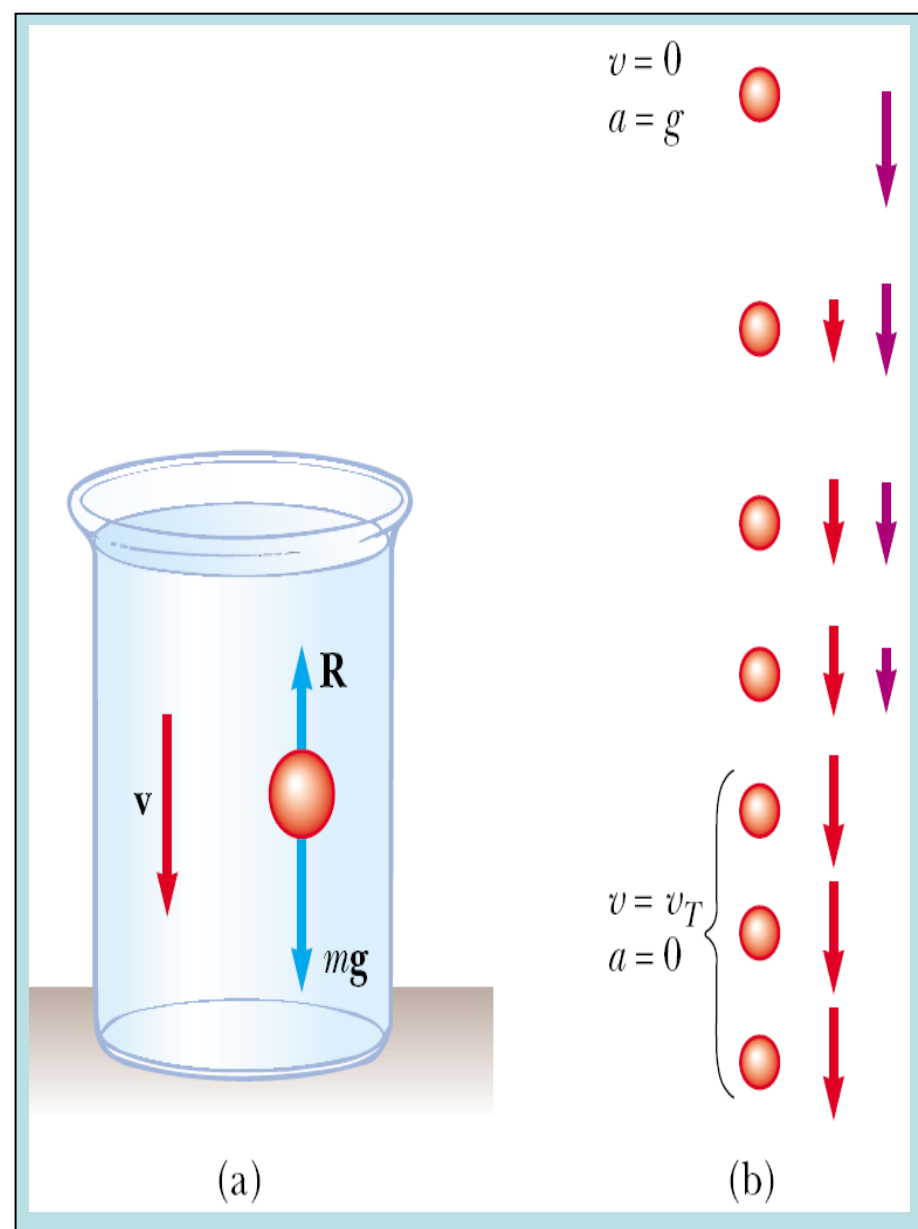
$$\frac{v - mg/b}{mg/b} = -e^{-bt/m}$$

$$v = (mg/b)(1 - e^{-bt/m}), \quad v = v_T(1 - e^{-bt/m})$$

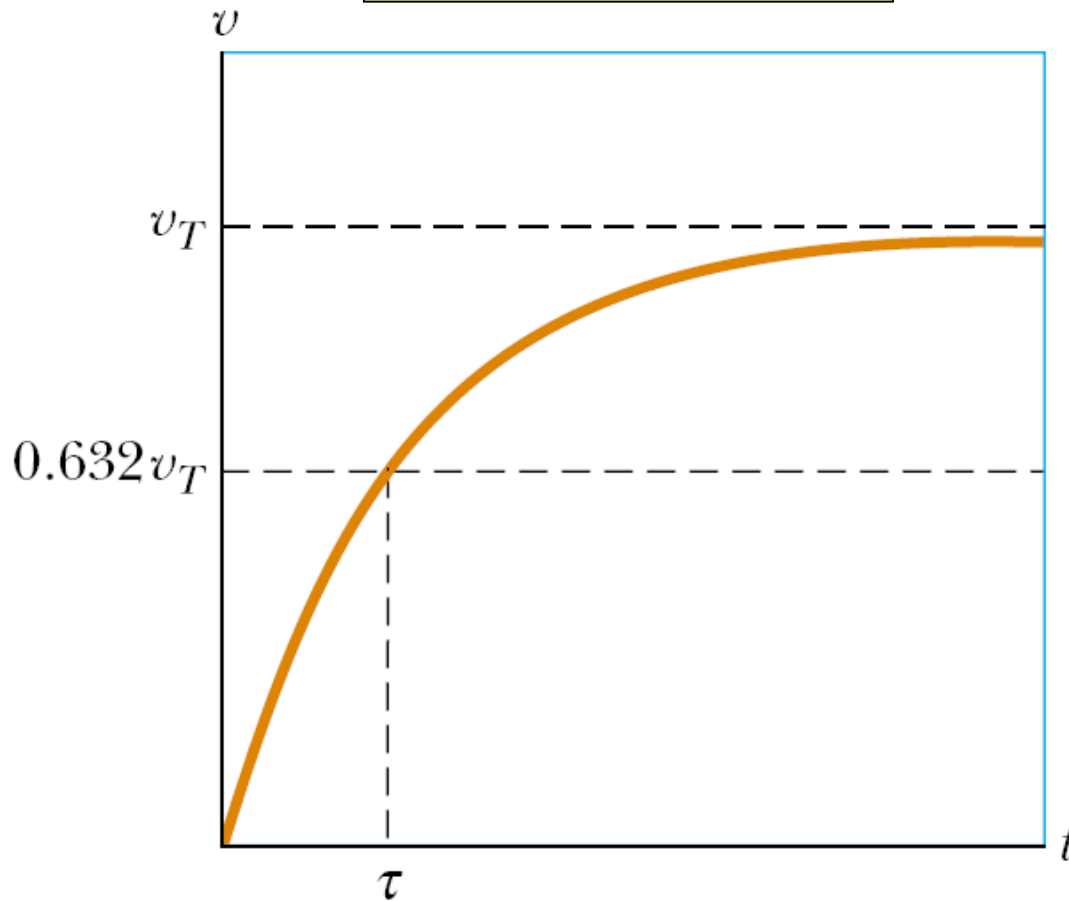
종단속력: $v_T = mg/b$ ($a=0$ 일때 속력)

시상수: $\tau \equiv m/b$

$$t = \tau, \quad v = v_T(1 - e^{-1}) = v_T[1 - 1/2.718] = 0.632v_T$$



시상수와 종단속력



Ex) $m = 0.5 \times 10^{-9} \text{ Kg}$, $k = 1.55 \times 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{s} / \text{m}$ 인
가랑비 ($r = 0.1 \text{ mm}$) 의 종단속도는?

$$v_t = \frac{(5 \times 10^{-10} \text{ Kg})(9.8 \text{ m} / \text{s}^2)}{1.55 \times 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{s} / \text{m}} = 3.2 \text{ m} / \text{s}$$