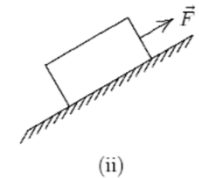
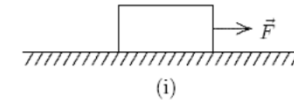


5. 아래 그림 (i)과 (ii)에서 보여주듯이 어떤 사람이 무거운 상자에 힘 \vec{F} 를 가해서 거친 면 위를 끌고 가고 있다. 아래 두 그림에서 힘의 크기는 같다. 그림 (i)의 상자에 작용하는 수직항력의 크기 N_1 과 그림 (ii)의 상자에 작용하는 수직항력의 크기 N_2 의 크기를 비교했을 때 옳은 답을 구하여라.

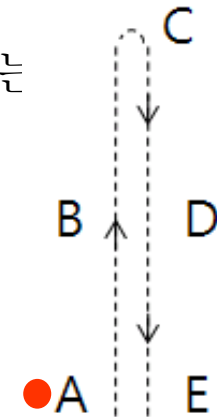
(1) $N_1 = N_2$ (●) $N_1 > N_2$ (3) $N_1 < N_2$

(4) 주어진 각에 따라 N_1 이 N_2 보다 작을 수도 있고 클 수도 있다.

(5) 힘의 크기 F 에 따라 다르다.



6. 그림에서와 같이 공을 A 지점에서 연직 상방으로 던져 올렸고, 공은 최고점 C를 거쳐 원래 높이인 E 지점으로 돌아왔다. 던져 올려진 공에는 $f = -bv$ 로 주어지는 저항력이 작용한다. (b 는 양의 상수이고, v 는 공의 속도이다.) 이때, A ~ E 지점 중 공에 작용하는 합력의 크기가 가장 큰 지점은?



$$v = v_0 - gt$$

$$\sum F = mg + bv = mg + b(v_0 - gt)$$

$$\sum F_A = mg + bv_0 \quad \sum F_C = mg \quad \sum F_E = mg - bv = mg - bv_0$$

7. 아래 그림과 같이 사람이 줄을 수레에 매달아 짐을 끌고 있다. M 은 수레와 짐을 더한 질량이고, θ 는 줄이 수평면과 이루는 각도이다. 수레바퀴와 지면 사이의 마찰 계수가 μ 이고 $\theta=45^\circ$ 라고 할 때, 줄의 장력 T 를 M , μ 와 중력가속도 g 의 함수로 나타내어라.

운동방정식

$$x\text{축} ; \sum F_x = T \cos \theta - f_k$$

$$y\text{축} ; \sum F_y = T \sin \theta + N - mg$$

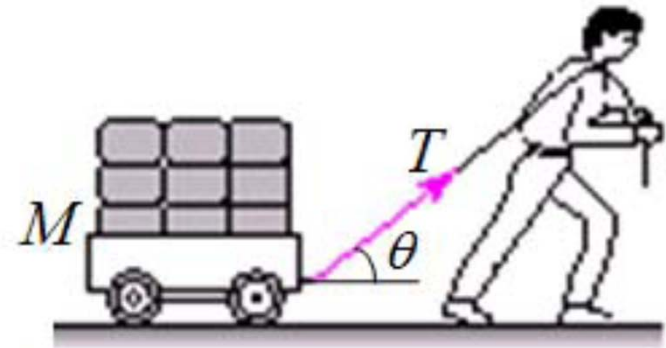
$$f_k = \mu N$$

$$\vec{a} = 0 \text{ (등속운동)}$$

$$T \cos \theta = \mu(mg - T \sin \theta)$$

$$T(\cos \theta + \mu \sin \theta) = \mu mg$$

$$T = \mu mg / (\cos \theta + \mu \sin \theta) \therefore T = \mu mg / (\cos 45^\circ + \mu \sin 45^\circ) = \frac{\sqrt{2} \mu mg}{1 + \mu}$$



6. 그림과 같이 도르래를 통하여 연결된 두 물체가 있다. 수평면에 놓인 물체의 질량은 M 이고, 줄로 매달린 물체의 질량은 m 이다. 수평면에 놓인 물체와 수평면 간의 최대정지 마찰계수가 0.25라고 할 때 이 물체가 미끄러지지 않게 하기 위한 M 의 최소값은 m 의 몇 배인가?

for m

$$mg - T = ma$$

for M

$$T - f = Ma, \quad N - Mg = 0$$

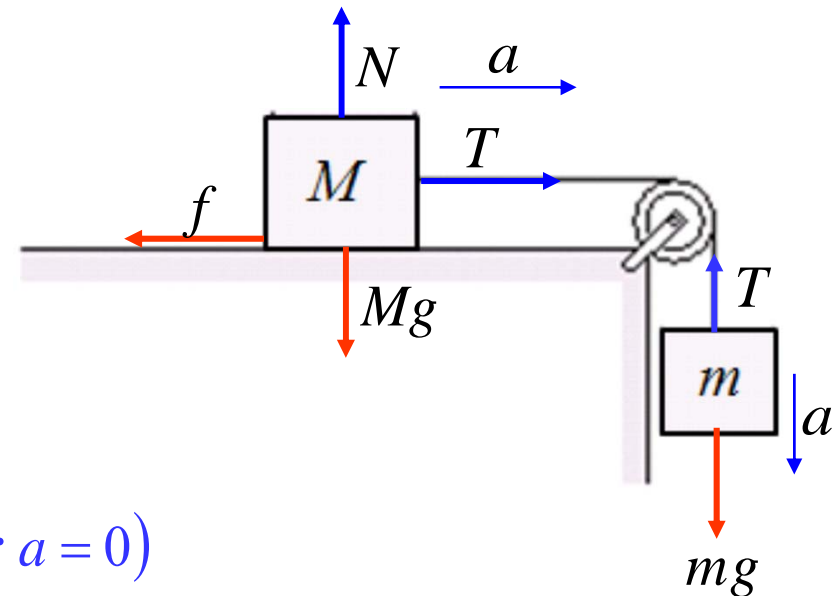
합

$$mg - f = (m + M)a$$

$$f = mg \leq f_{\max} = \mu_s N = \mu_s Mg \quad (\because a = 0)$$

$$\frac{m}{M} \leq \mu_s = 0.25$$

$$\therefore M = 4m$$





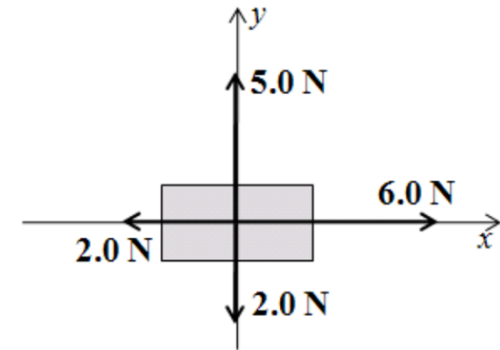
2011년

5. 아래 그림에서와 같이 어떤 물체에 x-y 평면 상에서 4개의 힘이 작용하고 있다. 이 물체의 질량이 2.0 kg이라고 할 때, 이 물체의 가속도의 크기는 얼마인가?

$$\sum F_x = 6.0 \text{ N} - 2.0 \text{ N} = 4.0 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 5.0 \text{ N} - 2.0 \text{ N} = 3.0 \text{ N} \quad F_{net} = 5 \text{ N}$$

$$a = (5.0 \text{ N}) / (2.0 \text{ kg}) = 2.5 \text{ m/s}^2$$



6. 그림과 같이 각도 θ 로 경사진 빗면에 질량이 m 인 물체가 놓여 있다. 물체와 면 사이의 운동마찰계수는 μ 이다. 이때 빗면과 평행하게 크기가 F 인 힘을 가한다. 이 물체가 빗면 위쪽으로 일정한 속력으로 미끄러져 올라가고 있다면, 이때 가해진 힘 F 의 크기를 m , θ , μ 와 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라.

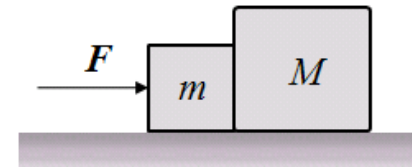
연습문제 4-10

7. 화물이 실린 비행기의 무게가 $3 \times 10^6 \text{ N}$ 이다. 그 비행기의 엔진 추진력이 $6 \times 10^6 \text{ N}$ 이라면 최저 이륙 속력인 100 m/s 에 도달하기 위해 필요한 활주로의 길이는 최소 몇 m가 되어야 하는가? (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이다.)

연습문제 4-2

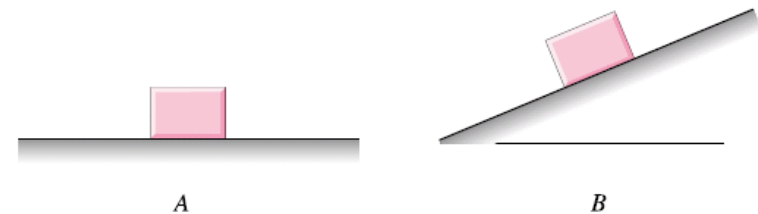
5. 마찰이 없는 책상 위에 두 물체가 그림과 같이 서로 접촉해 있다. 두 물체의 질량은 각각 $m = 1.0 \text{ kg}$, $M = 3.0 \text{ kg}$ 이다. 그림에서와 같이 작은 물체의 왼쪽에 크기가 2.0 N 인 힘을 수평으로 작용시킬 때, 두 물체 사이에 작용하는 힘의 크기는 몇 N인가?

연습문제 4-4



6. 아래 그림 A와 같이 널빤지 위에 질량이 m 인 상자가 놓여 있다. 이제 널빤지를 B와 같이 기울였더니 지면과 30° 의 각도를 이룰 때 상자가 미끄러지기 시작하였다. 널빤지가 지면과 나란한 A의 상황에서 상자를 움직이는 최소 힘의 크기를 m 과 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라.

연습문제 4-8





2013년

4. 어떤 수평면 위에 질량 5.0 kg인 물체가 놓여 있다. 이 물체에 30 N의 힘을 수평 방향으로 작용하였을 때 이 물체의 가속도가 2.0 m/s^2 이었다. 이 때 이 물체와 수평면 사이의 운동마찰계수는 얼마인가? (단, 중력가속도의 크기는 10 m/s^2 으로 가정한다.)

운동 법칙

$$\sum F = F - f_k = ma \quad f_k = F - ma = 30 \text{ N} - (5 \text{ kg})(2.0 \text{ m/s}^2) = 20 \text{ N}$$

$$f_k = \mu_k N = \mu_k mg = 20 \text{ N} \quad \mu_k = \frac{f_k}{mg} = \frac{20 \text{ N}}{(5 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)} = 0.4$$

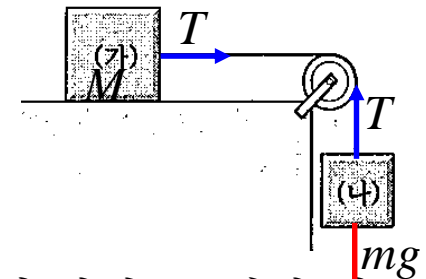
5. 질량이 인 사람이 엘리베이터 안에 서 있다. 그 사람이 타고 있는 엘리베이터가 중력가속도의 $1/4$ 의 크기로 올라가고 있다면, 엘리베이터 내에서 측정한 그 사람의 무게는 얼마가 되겠는가? (단, 중력가속도의 크기는 이다.)

예제 4.7

5. [단위표시 필수] 그림과 같이 마찰이 없는 평면에 도르래로 연결된 두 물체가 있다. (가)의 질량은 3 kg이고, 줄로 매달린 물체 (나)의 질량은 2 kg이다. 이때 줄에 걸리는 장력은 얼마인가?(단, 중력가속도의 크기는 10 m/s^2 이다.)

운동 법칙 $\sum F = mg - T = ma \quad T = Ma$

$$mg = (m + M)a \quad a = \frac{mg}{m + M} \quad T = Ma = \frac{mMg}{m + M} = 8 \text{ N}$$

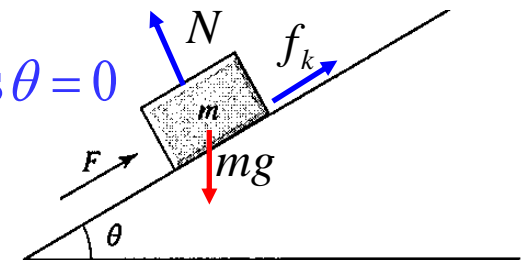


6. 그림과 같이 각도 θ 로 경사진 빗면에 질량이 m 인 물체가 놓여 있다. 물체와 면 사이의 운동마찰계수는 μ 이다. 이때 빗면과 평행하게 크기가 F 인 힘을 가한다. 이 물체가 빗면 아래쪽으로 일정한 속력으로 내려오고 있다면, 이때 가해진 힘 F 의 크기를 m , θ , μ 와 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라.

$$\sum F_x = mg \sin \theta - f_k - F = ma = 0, \quad \sum F_y = N - mg \cos \theta = 0$$

$$F = mg \sin \theta - f_k = mg \sin \theta - \mu N$$

$$= mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = mg(\sin \theta - \mu \cos \theta)$$





2014년

7. 속력 v 로 내리는 비의 공기 마찰력의 크기는 bv 로 주어진다. (b 는 상수임) 빗방울의 평균 질량을 m 이라고 할 때, 비의 끝속도를 b, m 과 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라.

$$v = v_0 - gt$$

$$\sum F = mg + bv = mg + b(v_0 - gt)$$

$$\sum F_A = mg + bv_0 \quad \sum F_C = mg \quad \sum F_E = mg - bv = mg - bv_0$$

7. 아래 그림과 같이 질량이 $2m$, $3m$, m 인 세 벽돌이 줄로 연결되어 있다. 이 때 오른쪽에서 벽돌들을 잡아당겨 가속시킬 때, 세 장력의 크기 $T_1 : T_2 : T_3$ 는 얼마인가? (단, 바닥과의 마찰은 무시한다.)

예제 4.6

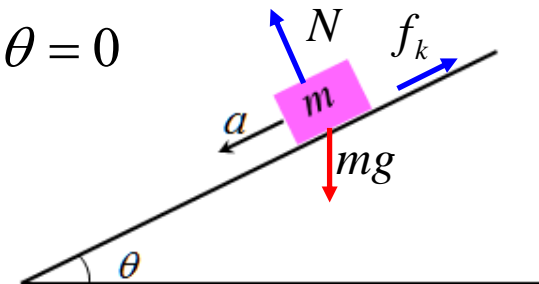


8. 그림과 같이 각도 θ 로 경사진 빗면에 질량이 m 인 물체가 미끄러져 내려오고 있다. 물체와 경사면 사이의 운동마찰계수는 μ_k 이다. 이때 가속도 a 의 크기를 θ , μ_k 와 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라.

$$\sum F_x = mg \sin \theta - f_k = ma, \quad \sum F_y = N - mg \cos \theta = 0$$

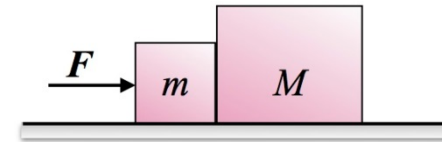
$$ma = mg \sin \theta - \mu_k N = mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta$$

$$a = g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$$



5. 마찰이 없는 책상 위에 두 물체가 그림과 같이 서로 접촉해 있다. 두 물체의 질량은 각각 $m = 1 \text{ kg}$, $M = 3 \text{ kg}$ 이다. 그림에서와 같이 1 kg 물체의 왼쪽에 크기가 4 N 인 힘을 수평으로 작용시킬 때, 3 kg 물체가 1 kg 물체에 작용하는 힘의 크기는 몇 N 인가? (책상과 물체 사이의 마찰은 무시한다.)

$$\sum F_m = F - F_{mM} = ma \quad \sum F_M = F_{Mm} = Ma$$



$$F = (m + M)a \quad a = \frac{F}{m + M} = \frac{4 \text{ N}}{4 \text{ kg}} = 1 \text{ m/s}^2 \quad F_{mM} = F_{Mm} = Ma = (3 \text{ kg})(1 \text{ m/s}^2) = 3 \text{ N}$$

6. 아래 그림 A와 같이 널빤지 위에 질량이 m 인 상자가 놓여 있다. 이제 널빤지를 B와 같이 기울여 지면과 30° 의 각도를 이룰 때 상자가 미끄러지기 시작하였다. 널빤지가 지면과 나란한 A의 상황에서 상자를 움직이는 최소 힘의 크기를 m 과 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라. 힘은 수평으로 작용하고 있다.

운동을 시작하는 각도의 \tan 값 = 정지마찰계수

$$F \geq F_{s,\max} = \mu N = mg \tan \theta = \frac{mg}{\sqrt{3}} \quad F_{\min} = \frac{mg}{\sqrt{3}}$$



6. 아래 그림 A와 같이 널빤지 위에 질량이 m 인 상자가 놓여 있다. 이제 널빤지를 B와 같이 기울여 지면과 30도의 각도를 이룰 때 상자가 미끄러지기 시작하였다. 널빤지가 지면과 나란한 A의 상황에서 상자를 움직이는 최소 힘의 크기를 m 과 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라. 힘은 수평으로 작용하고 있다.

운동을 시작하는 각도의 \tan 값 = 정지마찰계수

$$F \geq F_{s,\max} = \mu N = mg \tan \theta = \frac{mg}{\sqrt{3}}$$

$$F_{\min} = \frac{mg}{\sqrt{3}}$$

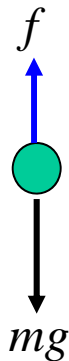


5. 속력 v 로 내리는 비의 공기 마찰력의 크기는 bv 로 주어진다. (b 는 상수임)
빗방울의 평균 질량을 m 이라고 할 때, 비의 끝속도 (종단속도, terminal velocity)의 크기를 b, m 과 중력가속도 g 를 이용하여 표현하시오.

$$\sum F = mg - f = ma$$

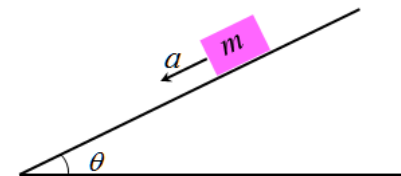
$$mg - bv_t = 0 \quad \text{속력이 증가하면 공기저항이 증가하여 } F=0 \text{이 된다.}$$

$$v_t = \frac{mg}{b}$$



8. 그림과 같이 각도 θ 로 경사진 빗면에 질량이 m 인 물체가 미끄러져 내려오고 있다. 물체와 경사면 사이의 운동마찰계수는 μ_k 이다. 이때 가속도 a 의 크기를 θ, μ_k 와 중력가속도 g 를 이용하여 표현하시오.

2015년 기출문제 8번 참고



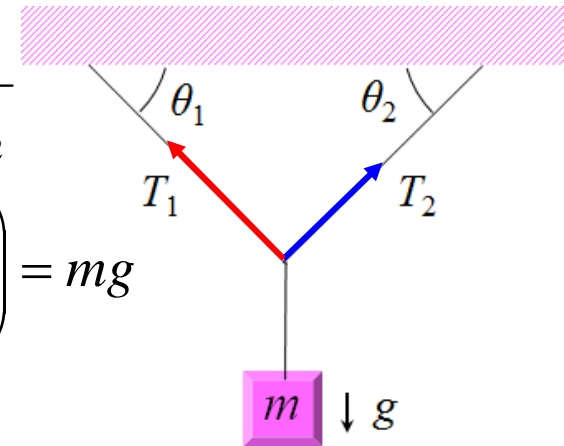
5. 오른쪽 그림과 같이 질량 m 인 물체가 두 줄에 매달려서 중력가속도 g 의 영향 하에 평형상태를 이루고 있다고 하자. 두 줄은 수평에 대해 각각 θ_1, θ_2 의 각도를 이루고 있다. 이때 장력 T_1 을 변수 (θ_1, θ_2, m, g)로 나타내시오.

$$\sum F_x = -T_1 \cos \theta_1 + T_2 \cos \theta_2 = 0$$

$$\sum F_y = -mg + T_1 \sin \theta_1 + T_2 \sin \theta_2 = 0 \quad T_2 = T_1 \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

$$T_1 \sin \theta_1 + T_1 \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} \sin \theta_2 = T_1 \left(\sin \theta_1 + \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} \sin \theta_2 \right) = mg$$

$$T_1 = \frac{mg \cos \theta_2}{(\sin \theta_1 \cos \theta_2 + \cos \theta_1 \sin \theta_2)} = \frac{mg \cos \theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$



10. 아래 그림과 같이 질량이 $2m, 3m, m$ 인 세 벽돌이 줄로 연결되어 있다. 이 때 오른쪽에서 벽돌들을 잡아당겨 가속시킬 때, 세 장력의 크기의 비 $T_1 : T_2 : T_3$ 는 얼마인가? (단, 바닥과의 마찰은 무시한다.)

예제 4.6

