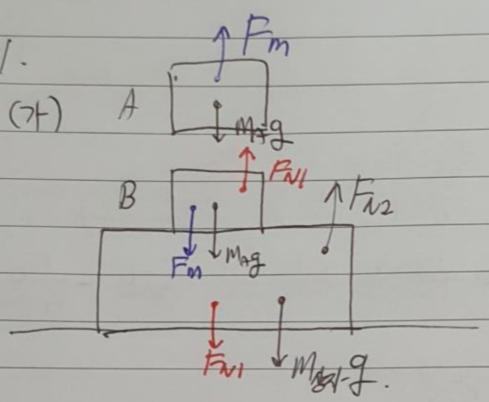
Goo 쌤의 뿌리물리

1강 – 힘과 운동 숙제 3

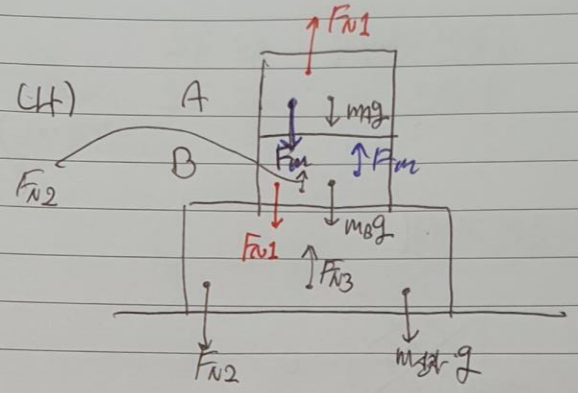
1-3

1.

(가)



(나)



A 중력 : $m_A g$

A에 작용하는 자기력 : F_m

A는 정지 → $F_A = F_m - m_A g = 0$

$\therefore F_m = m_A g$

B 중력 : $m_B g$

B에 작용하는 자기력 : $F_m = m_A g$ (작용/반작용).

상자가 B를 받쳐주는 힘 : F_{N1}

$F_B = F_{N1} - m_B g - F_m = 0$

$\therefore F_{N1} = m_B g + F_m$

$= (m_A + m_B) g$.

상자 중력 : $m_{상자} g$.

B가 상자를 누르는힘 : F_{N1} (작/반)

수평면이 상자를 받쳐준 힘 : F_{N2}

$F_{상자} = F_{N2} - F_{N1} - m_{상자} g$

$F_{N2} = F_{N1} + m_{상자} g$

$= (m_A + m_B + m_{상자}) g$.

(1) 힘의 평형 관계

(2) $F_{N1} > m_B g$.

F_{N1} : A가 B를 누르는 힘

= B가 A를 받쳐주는 힘

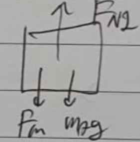
F_{N2} : B가 상자를 누르는 힘

= 상자가 B를 받쳐주는 힘

F_{N3} : 상자가 수평면을 누르는 힘

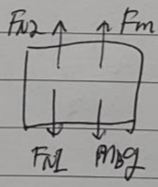
= 수평면이 상자를 받쳐주는 힘

A 입장



$F_{N1} = F_m + m_A g$

B

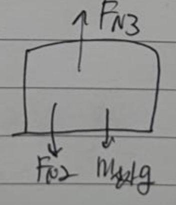


$F_{N2} + F_m = F_{N1} + m_B g$

$F_{N2} = F_{N1} - F_m + m_B g$

$= (m_A + m_B) g$.

상자



$F_{N3} = F_{N2} + m_{상자} g$

$= (m_A + m_B + m_{상자}) g$

$\boxed{\therefore \text{(가)의 } F_{N2} = \text{(나)의 } F_{N3}}$

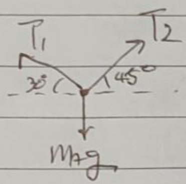
시사점 : A와 B끼리 주고 받는 자기력은

한 물체에서

상자나 수평면에 전달 ✗

(내부 힘을 무시하는 이유)

2.



$$F_x = T_2\cos 45^\circ - T_1\cos 30^\circ = 0$$

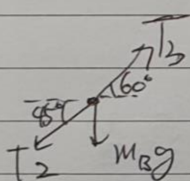
$$\frac{\sqrt{2}}{2}T_2 - \frac{\sqrt{3}}{2}T_1 = 0$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{3}{2}}\,T_1$$

$$F_y = T_2\sin 45^\circ + T_1\sin 30^\circ - m_A g = 0$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2}T_2 + \frac{1}{2}T_1 - m_A g$$

$$m_A g = \frac{1}{2}T_1 + \frac{\sqrt{2}}{2}T_2 = \left(\frac{1+\sqrt{3}}{2}\right)T_1$$



$$F_x = T_3\cos 60^\circ - T_2\cos 45^\circ = 0$$

$$\frac{1}{2}T_3 = \frac{\sqrt{2}}{2}T_2$$

$$T_3 = \sqrt{2}\,T_2 = \sqrt{2}\cdot\sqrt{\frac{3}{2}}\,T_1 = \sqrt{3}\,T_1$$

$$F_y = T_3\sin 60^\circ - T_2\sin 45^\circ - m_B g = 0$$

$$m_B g = T_3\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - T_2\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\sqrt{3}\,T_1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\sqrt{\frac{3}{2}}\,T_1$$

$$= \left(\frac{3-\sqrt{3}}{2}\right)T_1$$

$$\boxed{\therefore\ \frac{m_A}{m_B} = \frac{m_A g}{m_B g} = \frac{1+\sqrt{3}}{3-\sqrt{3}} = \frac{3+2\sqrt{3}}{3}}$$

3.

+x축 방향으로 등가속도 운동

$\rightarrow F_{y,net} = 0$

$= F_{1y} + F_{2y}$

$= -2 + F_{2y}$

(1) $\therefore \boxed{F_{2y} = 2N}$

(2) $|\vec{F_1}| = \sqrt{1^2+(-2)^2} = \sqrt{5}\ N$

$|\vec{F_2}| = \sqrt{(-3)^2+2^2} = \sqrt{13}\ N$

$\boxed{|\vec{F_1}| < |\vec{F_2}|}$

(3) $F_x = F_{1,x} + F_{2,x}$

$= 1 + (-3)$

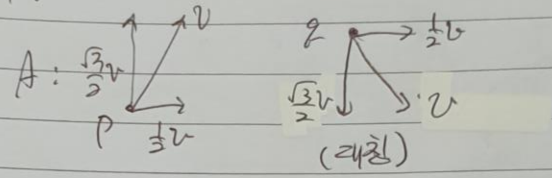
$= -2\ N$

$= ma$

$= 2 \cdot a$

$\therefore a = -1 m/s^2$
(−x축 방향으로 $1 m/s^2$ 가속운동)

4.



(1) A는 $\frac{1}{2}v$의 속력으로 등속운동.

B는 $0 \sim v'$로 등가속도 운동

→ $\frac{1}{2}v'$의 평균속력으로 등속 운동

A, B가 운동한 시간, 이동거리가 동일

→ A, B의 평균속력도 동일 (등속운동)

$\therefore \frac{1}{2}v = \frac{1}{2}v'$

$\boxed{v = v'}$

(2) $v_y = \frac{\sqrt{3}}{2}v - gt$

최고점에서 $v_y = 0 \rightarrow t = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{v}{g}$

$\frac{\sqrt{3}}{2}v \sim 0$ 으로 등가속도 운동

$= \frac{\sqrt{3}}{4}v$로 등속운동.

$H = \left(\frac{\sqrt{3}}{4}v\right) \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{v}{g}\right)$

$= \frac{3}{8} \cdot \frac{v^2}{g}$

x축으로 2t만큼 이동한 거리가 d

$\rightarrow v_A \cdot 2t = \left(\frac{1}{2}v\right) \cdot \left(\sqrt{3}\frac{v}{g}\right) = d$

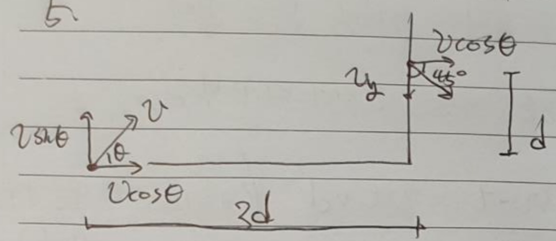
$\therefore v^2 = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot gd$

$\boxed{\therefore H = \frac{3}{8}\frac{1}{g} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}gd = \frac{\sqrt{3}}{4}d}$

(3) B는 2t초 동안 v만큼 속도 증가

$a = \frac{v}{2t} = \frac{v}{2\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{v}{g}\right)} = \boxed{\frac{\sqrt{3}}{3}g}$

5.



충돌 후 각이 45° 이므로 $|v_y| = |v\cos\theta|$

$\therefore v_y = -v\cos\theta$

3d 동안 이동한 시간을 t라 하면

$(v\cos\theta)\cdot t = 3d$

$t = \frac{3d}{v\cos\theta}$

t초 동안 y방향으로는 등가속도 운동

$v\sin\theta \sim -v\cos\theta \to \frac{v\sin\theta + (-v\cos\theta)}{2}$ 의

평균 속력으로 등속 운동.

→ t초 동안 변위는 d

$d = \left(\frac{v\sin\theta - v\cos\theta}{2}\right)\cdot t$

$= \frac{v}{2}(\sin\theta - \cos\theta)\cdot\frac{3d}{v\cos\theta}$

$= \frac{3}{2}(\tan\theta - 1)\cdot d$

$\tan\theta = \frac{5}{3} \to$ $\sqrt{34}$, 5, 3, θ $\quad \sin\theta = \frac{5}{\sqrt{34}}$

$\cos\theta = \frac{3}{\sqrt{34}}$

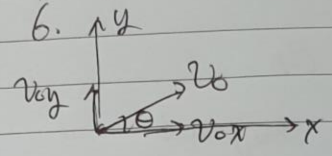
$v\sin\theta - gt = -v\cos\theta$ 이므로

$v = \frac{gt}{\sin\theta + \cos\theta} = \frac{g}{\sin\theta+\cos\theta}\cdot\frac{3d}{v\cos\theta}$

$v^2 = 3gd\,\frac{1}{\cos\theta(\sin\theta+\cos\theta)}$

$= \frac{17}{4}gd$ $\quad \therefore \boxed{v = \sqrt{\frac{17}{4}gd}}$

6.



(1) 그래프에서 $v_{0x} = 5$ m/s

$v_{0y} = 2$ m/s

$\boxed{\tan\theta = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} = \frac{2}{5}}$

(2) y축으로부터 최대로 멀어졌을 때

= x축 방향으로 가장 멀리 갔을 때

→ 4초 이후 속력이 (−)가 되므로

4초일 때가 (+) 방향으로 최대로 간 것

→ 0~4초까지 그래프 면적

$\boxed{S = \frac{1}{2}\cdot 5\cdot 4 = 10m}$

(3) $v_y = 2 + \frac{3}{4}t$

$v_x = 5 - \frac{5}{4}t$

$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 가 최소일 때는

$v_x^2 + v_y^2$가 최소일 때.

$v_x^2 + v_y^2 = \left(5 - \frac{5}{4}t\right)^2 + \left(2 + \frac{3}{4}t\right)^2$

$= f(t)$

$\frac{df(t)}{dt} = 0$ 일 때 최소이므로

$2\left(5 - \frac{5}{4}t\right)\cdot\left(-\frac{5}{4}\right) + 2\left(2 + \frac{3}{4}t\right)\frac{3}{4} = 0$

$\boxed{t = \frac{38}{17}s}$

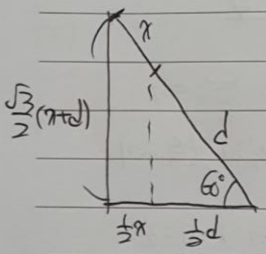
7.

B의 가속도는 a_B

→ $F_B = m_B a_B = m_B g \sin\theta$

$a_B = g\sin\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}g$.

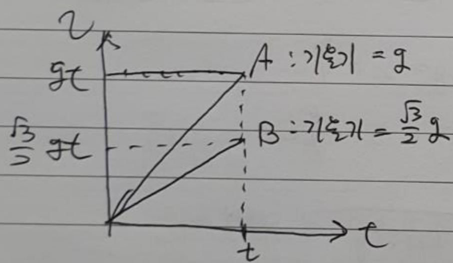
A의 가속도는 g.



B는 $\frac{\sqrt{3}}{2}g$로 등가속도 운동을 하며
d만큼 이동,
A는 g로 등가속도 운동을 하며
$\frac{\sqrt{3}}{2}(x+d)$만큼 이동한 것.
(x축으로는 $\frac{1}{2}(x+d)$만큼 등속 운동)

① x축: $v_0 \cdot t = \frac{1}{2}(x+d)$

② y축: v-t 그래프



면적 비 = 높이 비 = 이동거리 비
(밑변 동일)

∴ $gt : \frac{\sqrt{3}}{2}gt = \frac{\sqrt{3}}{2}(x+d) : d$

→ $d = 3x$.

→ $v_0 \cdot t = \frac{1}{2}(x+d) = \frac{1}{2}4x = 2x$.

$t = \frac{2x}{v_0}$

(A 이동거리) = $\frac{\sqrt{3}}{2}(x+d) = \frac{1}{2}gt^2$ (그래프 면적)

$\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 4x = \frac{1}{2}g\left(\frac{2x}{v_0}\right)^2$

$\boxed{\therefore\ x = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{g}}$ //

8. 두 물체의 y방향 운동은 동일.

→ 충돌은 x방향 운동에 의해 발생.

1) $3v \cdot t = vt + d$ (3v 이동거리 = v 이동거리 + d)

$\boxed{\therefore\ t = \frac{d}{2v}}$ //

2) y속력: 처음: 0
t초 후: gt

→ 평균속력: $\frac{1}{2}gt$

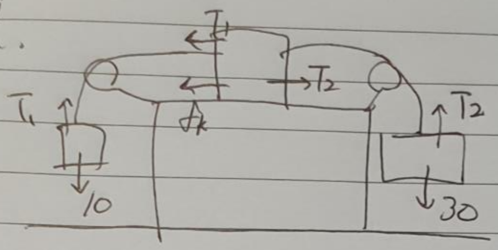
→ t초 이동한 거리가 h

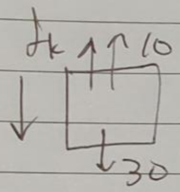
∴ $\frac{1}{2}gt \cdot t = h$

$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g\left(\frac{d}{2v}\right)^2$

$= \boxed{\frac{1}{8}\cdot\frac{gd^2}{v^2}}$ //

9.





$F_{net} = 30 - 10 - f_k$

(1) 최대정지 마찰력 일때까지 정지할 수 있으므로,

$f = f_{s,max}$ 일때 정지.

(미끄러지기 시작할때가 $f_{s,max}$)

→ 정지상태 임을 두고 풀면 됨.

$F_{net} = 0 = 30 - 10 - f_{s,max}$

$f_{s,max} = 20\ N$

$= \mu_{s,max} \cdot m_B g$

$= 20 \times \mu_{s,max}$

$\boxed{\therefore \mu_{s,max} = 1}$

(2) $f = f_k = \mu_k m_B g$

$= 0.5 \times 20 = 10$

$F_{net} = 30 - 10 - 10 = 10$

$= ma = 6 \cdot a$

$\boxed{a = \frac{5}{3}\ m/s^2}$

(3) $f = 0$

→ $F_{net} = 30 - 10 - 0$

$= 20$

$= ma$

$= 6a$

$a = \frac{10}{3}\ m/s^2$

$= a_A = a_B = a_C$

$F_C = m_C a_C = 30 - T_2$

$= 3 \cdot \frac{10}{3}$

$= 10\ N$

$\boxed{\therefore T_2 = 20\ N}$

수고하셨습니다 :)