

本科 1 期 4 月度

解答

Z会東大進学教室

高 2 東大物理



1章 力と運動 (1)

問題

■演習

【1】

《解答》

加速度の x , y 成分をそれぞれ a_x , a_y とすると, 運動方程式は,

$$\begin{cases} ma_x = 0 \\ ma_y = -mg \end{cases} \quad \therefore \quad \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

これと初速度の x , y 成分より, 各方向の $v-t$ グラフは右図のようになる.

$$(1) \quad \begin{cases} v_x(0) = V_0 \cos \alpha \\ v_y(0) = V_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$(2) \quad \begin{cases} v_x(t) = V_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = V_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$$

(3) 各方向の $v-t$ グラフと t 軸の間の面積より,

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

(4) 三角形の相似に注目すると,

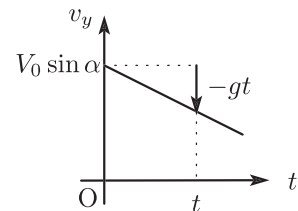
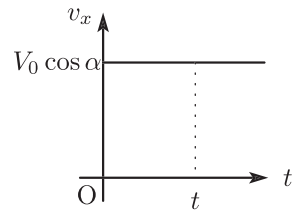
$$\frac{H}{L} = \frac{y}{x} \quad \therefore \quad H = \frac{y}{x}L$$

(5) (3) で求めた x , y を (4) に代入することにより,

$$H = L \tan \alpha - \frac{gL}{2V_0 \cos \alpha}t$$

(6) (5) より, 時間 Δt の間の高さ H の変化は,

$$\Delta H = -\frac{gL}{2V_0 \cos \alpha} \Delta t \quad \therefore \quad \left| \frac{\Delta H}{\Delta t} \right| = \frac{gL}{2V_0 \cos \alpha}$$



[2]**《解答》**

(1) P を投射した時刻を $t = 0$ とすると、時刻 t での P の速度の x , y 成分は、

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos 60^\circ \\ v_y = v_0 \sin 60^\circ - gt \end{cases}$$

B 点で $v_y = 0$ となるので、求める時間 t_B は

$$v_0 \sin 60^\circ - gt_B = 0 \quad \therefore t_B = \frac{\sqrt{3}v_0}{2g}$$

(2) $v_y - t$ グラフと t 軸の間の面積より、

$$y = v_0 \sin 60^\circ \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

$t = t_B$ における高さ y_B は、

$$y_B = \frac{\sqrt{3}v_0}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}v_0}{2g} - \frac{g}{2} \left(\frac{\sqrt{3}v_0}{2g} \right)^2 = \frac{3v_0^2}{8g}$$

(3) Q を投射した時刻を $t' = 0$ とすると、時刻 t' での Q の速度の x , y 成分は、

$$\begin{cases} v_x' = 0 \\ v_y' = v_0 - gt' \end{cases}$$

$v_y' - t'$ グラフと t' 軸の間の面積より、

$$y' = v_0 t' - \frac{1}{2}gt'^2$$

$y' = y_B$ となったときに衝突する。その時刻 t_B' は、

$$v_0 t_B' - \frac{1}{2}gt_B'^2 = \frac{3v_0^2}{8g} \quad \therefore t_B' = \frac{v_0}{2g}, \quad \frac{3v_0}{2g}$$

Q が B 点を最初に通過する $t_B' = \frac{v_0}{2g}$ における速度は、

$$\begin{cases} v_x' = 0 \\ v_y' = v_0 - g \cdot \frac{v_0}{2g} = \frac{v_0}{2} \end{cases} \quad \therefore (\text{Q の速さ}) = \frac{v_0}{2}$$

(4) 求める時間は t_B と t_B' の差に相当するので、

$$t_B - t_B' = \frac{\sqrt{3}v_0}{2g} - \frac{v_0}{2g} = \frac{(\sqrt{3} - 1)v_0}{2g}$$

【3】**《解答》**

(ア) $v_x = v_0 \cos \theta$

(イ) $v_y = v_0 \sin \theta - gt$

(ウ) $x = v_0 t \cos \theta$

(エ) $y = v_0 t \sin \theta - \frac{1}{2}gt^2$

(オ) 物体 B の加速度の大きさを a とすると、物体 B の運動方程式は、

$$Ma = Mg \sin \alpha \quad \therefore a = g \sin \alpha$$

また、初速度は 0 なので、時刻 t での物体 B の速さ V は、

$$V = at = g \sin \alpha \cdot t$$

(カ) $V-t$ グラフと t 軸の間の面積より、

$$\overline{OB} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}g \sin \alpha \cdot t^2$$

(キ) $X = \overline{OB} \cos \alpha = \frac{1}{2}g \sin \alpha \cos \alpha \cdot t^2$

(ク) $Y = -\overline{OB} \sin \alpha = -\frac{1}{2}g \sin^2 \alpha \cdot t^2$

(ケ) 条件 $x = X$ より、

$$v_0 t \cos \theta = \frac{1}{2}g \sin \alpha \cos \alpha \cdot t^2 \quad \therefore v_0 \cos \theta = \frac{1}{2}g \sin \alpha \cos \alpha \cdot t \quad \dots \textcircled{1}$$

条件 $y = Y$ より、

$$v_0 t \sin \theta - \frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2}g \sin^2 \alpha \cdot t^2 \quad \therefore v_0 \sin \theta = \frac{1}{2}g \cos^2 \alpha \cdot t \quad \dots \textcircled{2}$$

 $\frac{\textcircled{2}}{\textcircled{1}}$ より、

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \quad \therefore \tan \theta = \frac{1}{\tan \alpha}$$

(コ) (ケ) より、

$$\sin \alpha \sin \theta = \cos \alpha \cos \theta \quad \therefore \cos \alpha \cos \theta - \sin \alpha \sin \theta = 0$$

加法定理を用いてまとめると、

$$\cos(\alpha + \theta) = 0 \quad \therefore \alpha + \theta = \frac{\pi}{2}$$

【4】

《解答》

(ア) $x = \frac{1}{2}v_0t$

(イ) $y = h + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \right)$

(ウ) P が C($\sqrt{3}h, 0$) に落下する時刻を t_C とすると,

$$\begin{cases} \frac{1}{2}v_0t_C = \sqrt{3}h & \therefore t_C = \frac{2\sqrt{3}h}{v_0} \quad \dots(*) \\ h + \frac{\sqrt{3}}{2}v_0t_C - \frac{1}{2}gt_C^2 = 0 \end{cases}$$

これらより, t_C を消去すると,

$$h + \frac{\sqrt{3}v_0}{2} \cdot \frac{2\sqrt{3}h}{v_0} - \frac{g}{2} \left(\frac{2\sqrt{3}h}{v_0} \right)^2 = 0 \quad \therefore v_0 = \sqrt{\frac{3}{2}} \times \sqrt{gh}$$

(エ) v_0 を (*) に代入すると,

$$t_C = 2\sqrt{3}h \cdot \sqrt{\frac{2}{3gh}} = 2\sqrt{2} \times \sqrt{\frac{h}{g}}$$

(オ) $t = t_C$ における P の速度の x, y 成分は,

$$\begin{cases} v_x = \frac{1}{2}v_0 \\ v_y = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 - gt_C \end{cases}$$

v_0, t_C を代入すると,

$$\begin{cases} v_x = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3}{2}gh} = \sqrt{\frac{3}{8}gh} \\ v_y = \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{\frac{3}{2}gh} - g \cdot 2\sqrt{\frac{2h}{g}} = -\sqrt{\frac{25}{8}gh} \end{cases}$$

速さは速度の大きさなので,

$$\sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{3}{8}gh + \frac{25}{8}gh} = \sqrt{\frac{7}{2}} \times \sqrt{gh}$$

(カ) $x = \sqrt{3}h - \frac{1}{2}Vt$

(キ) $y = \frac{\sqrt{3}}{2}Vt - \frac{1}{2}gt^2$

(ク) P と Q が衝突する時刻 $t = t_0$ に, P と Q の座標が一致するので,

$$\begin{cases} \frac{1}{2}vt_0 = \sqrt{3}h - \frac{1}{2}Vt_0 \\ h + \frac{\sqrt{3}}{2}vt_0 - \frac{1}{2}gt_0^2 = \frac{\sqrt{3}}{2}Vt_0 - \frac{1}{2}gt_0^2 \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} (V+v)t_0 = 2\sqrt{3}h & \dots\textcircled{1} \\ (V-v)t_0 = \frac{2}{\sqrt{3}}h & \dots\textcircled{2} \end{cases}$$

$\frac{\textcircled{2}}{\textcircled{1}}$ より,

$$\frac{V-v}{V+v} = \frac{1}{3} \quad \therefore V = 2 \times v$$

(ケ) ① - ② より,

$$2vt_0 = \frac{4}{\sqrt{3}}h \quad \therefore t_0 = \frac{2h}{\sqrt{3}v}$$

この時刻における P の x 座標 x_0 は,

$$x_0 = \frac{v}{2} \cdot \frac{2h}{\sqrt{3}v} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times h$$

《解説》

P, Q の位置を求めるには, 加速度と初速度をふまえて各方向の $v-t$ グラフを描き, グラフと t 軸の間の「面積」に注目すればよい. ただし, (イ) と (カ) では初期位置が 0 でないことに注意して扱うことが必要となる.

$$(イ) \quad \cdots \quad y - h = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \therefore y = h + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \right)$$

$$(カ) \quad \cdots \quad x - \sqrt{3}h = -\frac{1}{2}Vt \quad \therefore x = \sqrt{3}h - \frac{1}{2}Vt$$

2章 力と運動 (2)

問題

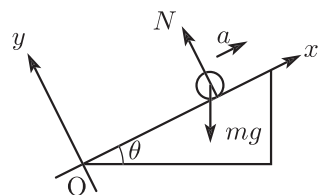
■演習

【1】

《解答》

- (1) 斜面から受ける垂直抗力の大きさを N ，初速度の向きを正として加速度を a とすると，

$$\begin{cases} ma = -mg \sin \theta \\ m \cdot 0 = N - mg \cos \theta \end{cases} \quad \therefore \quad \begin{cases} a = -g \sin \theta \\ N = mg \cos \theta \end{cases}$$



- (2) 初速度を与えた時刻を $t = 0$ とすると，時刻 t での位置は，

$$\begin{aligned} x &= v_0 t - \frac{1}{2} g \sin \theta \cdot t^2 \\ &= -\frac{g \sin \theta}{2} \left(t - \frac{v_0}{g \sin \theta} \right)^2 + \frac{g \sin \theta}{2} \left(\frac{v_0}{g \sin \theta} \right)^2 \end{aligned}$$

x の最大値が l に達しないためには，

$$\frac{g \sin \theta}{2} \left(\frac{v_0}{g \sin \theta} \right)^2 < l \quad \therefore \quad v_0 < \sqrt{2gl \sin \theta}$$

- (3) 点 P に戻ってきたとき， $x = 0$ なので，求める時間 t_0 は

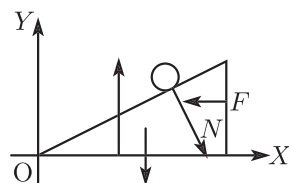
$$v_0 t_0 - \frac{1}{2} g \sin \theta \cdot t_0^2 = 0 \quad \therefore \quad t_0 = \frac{2v_0}{g \sin \theta}$$

- (4) 斜面台が受ける水平方向の力のつり合いより，

$$0 = N \sin \theta - F \quad \therefore \quad F = N \sin \theta$$

(1) をふまえると，

$$F = mg \cos \theta \cdot \sin \theta$$



【2】

《解答》

(1) A と B について、力のつり合いより、

$$\begin{cases} 0 = T_1 - 2Mg \\ 0 = T_1 - T_2 - Mg \end{cases} \quad \therefore \quad \begin{cases} T_1 = 2Mg \\ T_2 = Mg \end{cases}$$

(2) C について、力のつり合いより、

$$0 = F + T_2 - 3Mg \quad \therefore \quad F = 2Mg$$

(3) A については上向きを正、B と C については下向きを正とすると、それぞれの運動方程式は、

$$\begin{cases} 2M\alpha = T_3 - 2Mg & \dots \textcircled{1} \\ M\alpha = Mg + T_4 - T_3 & \dots \textcircled{2} \\ 3M\alpha = 3Mg - T_4 & \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

(4) ① + ② + ③ より、

$$6M\alpha = 2Mg \quad \therefore \quad \alpha = \frac{1}{3}g$$

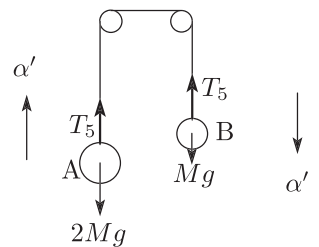
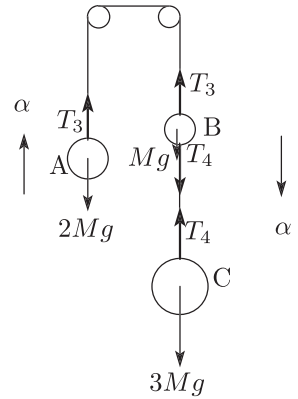
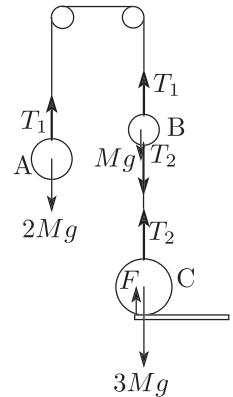
(5) 時刻 t_1 での速度の向きを正として、加速度を α' とおく。また、A と B との間の糸の張力の大きさを T_5 とすると、A と B の運動方程式は、

$$\begin{cases} 2M\alpha' = T_5 - 2Mg & \dots \textcircled{4} \\ M\alpha' = Mg - T_5 & \dots \textcircled{5} \end{cases}$$

④ + ⑤ より

$$3M\alpha' = -Mg \quad \therefore \quad \alpha' = -\frac{1}{3}g$$

B は次第に減速していき、いったん停止した後で上昇し始める。これを表すグラフは(イ)である。



【3】**《解答》**

(ア) A と B をつなぐ糸の張力の大きさを T_1 , B と C をつなぐひもの張力の大きさを T_2 として, それぞれの物体に働く力のつり合いより,

$$\begin{cases} 0 = T_1 - M_A g \sin \theta \\ 0 = T_2 - T_1 - M_B g \sin \theta \\ 0 = M_C g - T_2 \end{cases}$$

これらを加えると,

$$0 = M_C g - (M_A + M_B) g \sin \theta \quad \therefore M_C = (M_A + M_B) \sin \theta$$

(イ) 正の向きに注意すると, A の運動方程式は,

$$M_A \cdot (-a_A) = -M_A g \sin \theta \quad \therefore a_A = g \sin \theta$$

(ウ) $M_B a_{BC} = T - M_B g \sin \theta \quad \dots \textcircled{1}$

(エ) $M_C a_{BC} = M_C g - T \quad \dots \textcircled{2}$

(オ) $\textcircled{1} + \textcircled{2}$ より,

$$(M_B + M_C) a_{BC} = (M_C - M_B \sin \theta) g \quad \therefore a_{BC} = \frac{M_C - M_B \sin \theta}{M_B + M_C} g$$

(カ) $\textcircled{1} \times M_C - \textcircled{2} \times M_B$ より,

$$0 = M_C(T - M_B g \sin \theta) - M_B(M_C g - T) \quad \therefore T = \frac{M_B M_C g(1 + \sin \theta)}{M_B + M_C}$$

(キ) A が斜面向向きに $\frac{1}{2} a_A t_0^2$, B が斜面上向きに $\frac{1}{2} a_{BC} t_0^2$ だけ移動して衝突するので, これらの和が L となる. (イ), (オ) をふまえると,

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{2} a_A t_0^2 + \frac{1}{2} a_{BC} t_0^2 \\ &= \frac{t_0^2}{2} \left(g \sin \theta + \frac{M_C - M_B \sin \theta}{M_B + M_C} g \right) \\ &= \frac{M_C(1 + \sin \theta)}{M_B + M_C} \cdot \frac{1}{2} g t_0^2 \end{aligned}$$

【4】

《解答》

$$(1) \begin{cases} M\alpha = R \sin \phi - Mg \sin \theta & \dots \textcircled{1} \\ M \cdot 0 = R \cos \phi - Mg \cos \theta & \dots \textcircled{2} \end{cases}$$

(2) (1) より,

$$\begin{cases} R \sin \phi = Mg \sin \theta + M\alpha & \dots \textcircled{1}' \\ R \cos \phi = Mg \cos \theta & \dots \textcircled{2}' \end{cases}$$

$\textcircled{1}'^2 + \textcircled{2}'^2$ より,

$$R^2 = M^2 \{ (g \sin \theta + \alpha)^2 + (g \cos \theta)^2 \}$$

$$\therefore R = M \sqrt{g^2 + \alpha^2 + 2\alpha g \sin \theta}$$

$\frac{\textcircled{1}'}{\textcircled{2}'}$ より,

$$\frac{\sin \phi}{\cos \phi} = \frac{g \sin \theta + \alpha}{g \cos \theta} \quad \therefore \tan \phi = \tan \theta + \frac{\alpha}{g \cos \theta}$$

$$(3) \begin{cases} m\alpha = T - mg \sin \theta - R \sin \phi & \dots \textcircled{3} \\ m \cdot 0 = N - mg \cos \theta - R \cos \phi & \dots \textcircled{4} \end{cases}$$

(4) $\textcircled{1} + \textcircled{3}$ より,

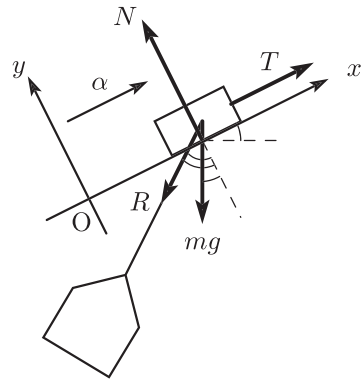
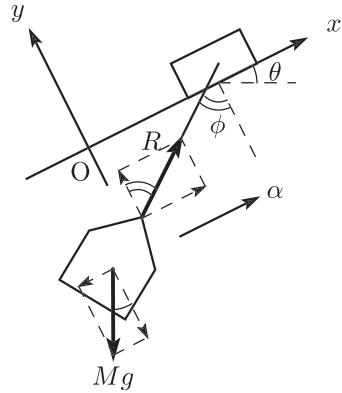
$$(M + m)\alpha = T - (M + m)g \sin \theta$$

$$\therefore T = (M + m)(g \sin \theta + \alpha)$$

$\textcircled{2} + \textcircled{4}$ より,

$$0 = N - (M + m)g \cos \theta$$

$$\therefore N = (M + m)g \cos \theta$$



添削課題

《解答》

- (1) 図のように座標軸を設定して，加速度を a ，垂直抗力を N ，張力を T とすると，それぞれの運動方程式は，

$$\begin{cases} Ma = Mg \cos \theta - T & \dots \textcircled{1} \\ M \cdot 0 = N - Mg \sin \theta & \dots \textcircled{2} \\ ma = T - mg & \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

- (2) ②より，

$$N = Mg \sin \theta$$

- (3) ①，③より a を消去すると，

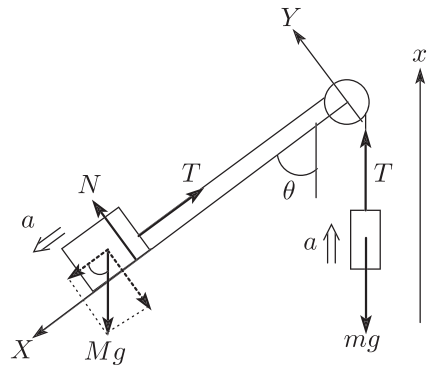
$$\frac{T - mg}{m} = \frac{Mg \cos \theta - T}{M} \quad \therefore T = \frac{Mmg(1 + \cos \theta)}{M + m}$$

- (4) ① + ③ で T を消去すると，

$$(M + m)a = Mg \cos \theta - mg \quad \therefore a = \frac{M \cos \theta - m}{M + m}g$$

- (5) $a < 0$ であれば，しばらくの間減速していき，その後に運動方向が逆転するので，

$$\frac{M \cos \theta - m}{M + m}g < 0 \quad \therefore M \cos \theta < m$$



配点

- (1) 30 点
 (2) 10 点
 (3), (4), (5) 各 20 点

3章 摩擦力 (1)

問題

■演習

【1】

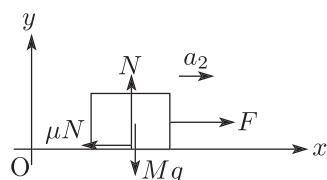
《解答》

(1) PQ 間で, 水平方向の運動方程式は,

$$Ma_1 = F \quad \therefore a_1 = \frac{F}{M}$$

(2) 水平面からの垂直抗力を N とすると, QR 間での運動方程式は,

$$\begin{cases} Ma_2 = F - \mu N \\ M \cdot 0 = N - Mg \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} N = Mg \\ a_2 = \frac{F}{M} - \mu g \end{cases}$$



(3) 一定の速度で移動するとき $a_2 = 0$ なので,

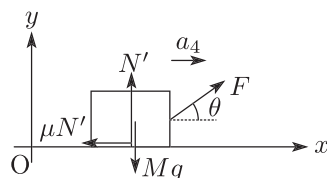
$$\frac{F}{M} - \mu g = 0 \quad \therefore F = \mu Mg$$

(4) PQ 間で, 水平方向の運動方程式は,

$$Ma_3 = F \cos \theta \quad \therefore a_3 = \frac{F \cos \theta}{M}$$

(5) 水平面からの垂直抗力を N' とすると, QR 間での運動方程式は,

$$\begin{cases} Ma_4 = F \cos \theta - \mu N' \\ M \cdot 0 = F \sin \theta + N' - Mg \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} N' = Mg - F \sin \theta \\ a_4 = \frac{F(\cos \theta + \mu \sin \theta)}{M} - \mu g \end{cases}$$



(6) 一定の速度で移動するとき $a_4 = 0$ なので,

$$\frac{F(\cos \theta + \mu \sin \theta)}{M} - \mu g = 0 \quad \therefore F(\cos \theta + \mu \sin \theta) = \mu Mg$$

【2】

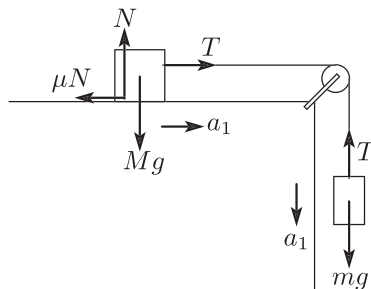
《解答》

- (1) 台からの垂直抗力を N とすると、A が受ける上下方向の力のつり合いより、

$$0 = N - Mg \quad \therefore N = Mg$$

よって、各方向で A に働く力は、

$$\begin{cases} \text{上下方向} \cdots \text{重力 } Mg \text{ と垂直抗力 } N = Mg \\ \text{左右方向} \cdots \text{張力 } T \text{ と動摩擦力 } \mu N = \mu Mg \end{cases}$$



- (2) A, B それぞれの運動方程式は、

$$\begin{cases} Ma_1 = T - \mu Mg \\ ma_1 = mg - T \end{cases}$$

これらを加えると、

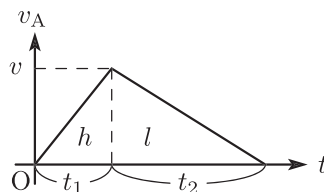
$$(M + m)a_1 = (m - \mu M)g \quad \therefore a_1 = \frac{m - \mu M}{M + m}g$$

- (3) 加速度 a_1 で運動する時間を t_1 とすると、

$$\begin{cases} v = a_1 t_1 & \therefore t_1 = \frac{v}{a_1} \\ h = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \end{cases}$$

これらより、 t_1 を消去すると、

$$h = \frac{a_1}{2} \left(\frac{v}{a_1} \right)^2 \quad \therefore v = \sqrt{2a_1 h}$$



- (4) A に働く力は動摩擦力のみになるので、A の運動方程式は、

$$Ma_2 = -\mu Mg \quad \therefore a_2 = -\mu g$$

- (5) 加速度 a_2 で運動する時間を t_2 とすると、

$$0 = v - \mu g \cdot t_2 \quad \therefore t_2 = \frac{v}{\mu g}$$

$v_A - t$ グラフより、 $t_1 : t_2 = h : l$ と分かるので、

$$\frac{v}{a_1} : \frac{v}{\mu g} = h : l \quad \therefore a_1 h = \mu g l$$

これと (2) より、

$$\frac{m - \mu M}{M + m}g \cdot h = \mu g l \quad \therefore \mu = \frac{mh}{Mh + (M + m)l}$$

【3】

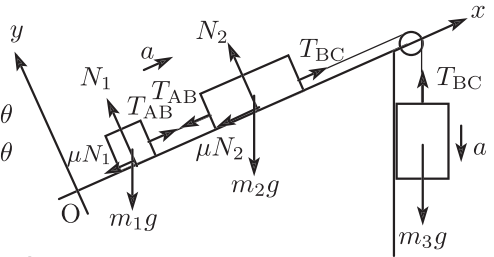
《解答》

(1) 斜面に垂直方向の力のつり合いより,

$$\begin{cases} 0 = N_1 - m_1 g \cos \theta \\ 0 = N_2 - m_2 g \cos \theta \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} N_1 = m_1 g \cos \theta \\ N_2 = m_2 g \cos \theta \end{cases}$$

これをふまえて、各物体の運動方程式は、

$$\begin{cases} m_1 a = T_{AB} - m_1 g \sin \theta - \mu \cdot m_1 g \cos \theta & \dots \textcircled{1} \\ m_2 a = T_{BC} - T_{AB} - m_2 g \sin \theta - \mu \cdot m_2 g \cos \theta & \dots \textcircled{2} \\ m_3 a = m_3 g - T_{BC} & \dots \textcircled{3} \end{cases}$$



(2) ①+②+③ より,

$$(m_1 + m_2 + m_3)a = m_3 g - (m_1 + m_2)g \sin \theta - (m_1 + m_2)\mu g \cos \theta$$

$$\therefore a = \frac{m_3 - (m_1 + m_2)(\sin \theta + \mu \cos \theta)}{m_1 + m_2 + m_3} g$$

(3) ① に a を代入して整理することにより,

$$T_{AB} = \frac{(1 + \sin \theta + \mu \cos \theta)m_1 m_3 g}{m_1 + m_2 + m_3}$$

(4) ③ に a を代入して整理することにより,

$$T_{BC} = \frac{(1 + \sin \theta + \mu \cos \theta)(m_1 + m_2)m_3 g}{m_1 + m_2 + m_3}$$

(5) (2) の結果に数値を代入すると,

$$a = \frac{0.60 - 0.60 \times \left(\frac{1}{2} + 0.20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{1.20} \times 9.8 \approx 1.6 \text{ m/s}^2$$

(6) (3) の結果に数値を代入すると,

$$T_{AB} = \frac{\left(1 + \frac{1}{2} + 0.20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \times 0.20 \times 0.60 \times 9.8}{1.20} \approx 1.64 \text{ N}$$

(4) の結果に数値を代入すると,

$$T_{BC} = \frac{\left(1 + \frac{1}{2} + 0.20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \times 0.60 \times 0.60 \times 9.8}{1.20} \approx 4.92 \text{ N}$$

よって、BC 間の糸の張力の方が 3.3N だけ大きい。

【4】

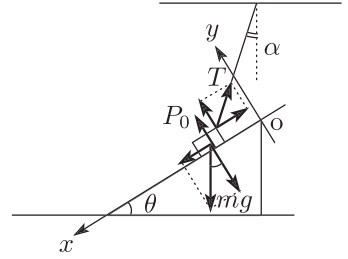
《解答》

(1) 小物体に働く力のつり合いより,

$$\begin{cases} 0 = mg \sin \theta - T \sin(\theta + \alpha) & \therefore T = \frac{\sin \theta}{\sin(\theta + \alpha)} mg \\ 0 = P_0 + T \cos(\theta + \alpha) - mg \cos \theta \end{cases}$$

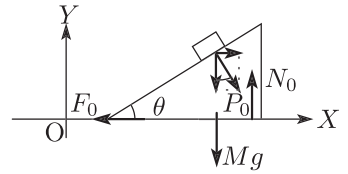
これらより, T を消去すると,

$$\begin{aligned} P_0 &= mg \cos \theta - \frac{\sin \theta}{\sin(\theta + \alpha)} mg \cdot \cos(\theta + \alpha) \\ &= \frac{\sin(\theta + \alpha) \cos \theta - \cos(\theta + \alpha) \sin \theta}{\sin(\theta + \alpha)} mg \\ &= \frac{\sin \alpha}{\sin(\theta + \alpha)} mg \end{aligned}$$



(2) 水平方向で台が受ける力のつり合いより,

$$0 = P_0 \sin \theta - F_0 \quad \therefore F_0 = \frac{\sin \alpha \sin \theta}{\sin(\theta + \alpha)} mg$$

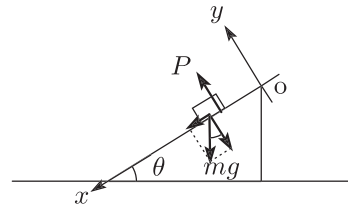


(3) 小物体の運動方程式は,

$$\begin{cases} ma = mg \sin \theta \\ m \cdot 0 = P - mg \cos \theta \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} a = g \sin \theta \\ P = mg \cos \theta \end{cases}$$

(4) (2) と同様に, 水平方向で台が受ける力のつり合いより,

$$0 = P \sin \theta - F \quad \therefore F = mg \cos \theta \sin \theta$$



(5) 小物体は時間 t の間に斜面に沿って距離 $\frac{h}{\sin \theta}$ だけ移動するので,

$$\frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2} \cdot g \sin \theta \cdot t^2 \quad \therefore t = \sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \theta}}$$



会員番号	
------	--

氏名	
----	--