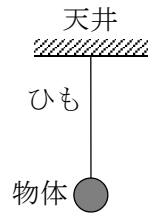


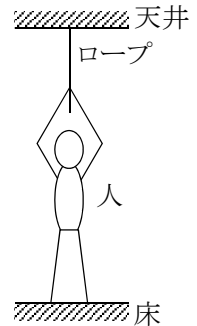
## 第4章 練習問題

ただし、重力加速度は  $10[\text{m/s}^2]$  を使用すること。

1. 質量  $m$  の物体を天井から軽いひもでつり下げる。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。
  - (1) 物体に働く重力の大きさを求めよ。
  - (2) ひもの張力の大きさを  $T$  として、物体に働く力のつりあいの式を作れ。
  - (3) ひもの張力を求めよ。
  - (4) 天井が、ひもに引かれる力の大きさを求めよ。

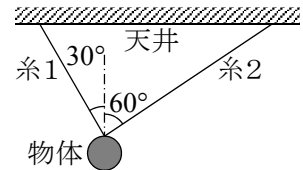


2. 図のように、床の上にいる質量  $m$  の人が、一端を天井に固定した質量の無視できるロープをつかむ。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。
  - (1) 人がロープを引いたが、人は床から浮き上がらなかった。このとき、人に働く力と、ロープに働く力を図示せよ。力は矢印で表し、何に働く何からの力かがわかるように語句を記入せよ。
  - (2) 人がロープを引く力の大きさを  $F$ 、床から受ける力の大きさを  $R$  として、つりあいの式を作れ。また、床から受ける力の大きさを求めよ。
  - (3) ロープを引く力を徐々に大きくしていくと、あるとき床から浮き上がった。このときの、人がロープを引く力の大きさを求めよ。

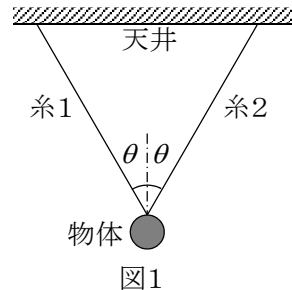


3. 物体を2本の質量の無視できる糸でつり下げる。(2)、(3)では重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。

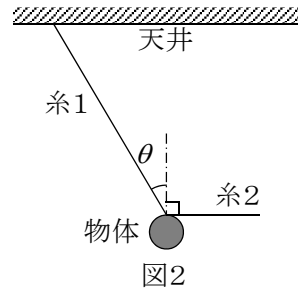
- (1) 右図のように、質量  $10[\text{kg}]$  のおもりを天井から2本の糸でつり下げる。ただし、 $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0.5$ 、 $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = 0.85$  とする。
  - (a) 糸1、2の張力の大きさをそれぞれ  $T_1$ 、 $T_2$  として、水平、鉛直方向のつりあいの式を作れ。
  - (b)  $T_1$ 、 $T_2$  を求めよ。



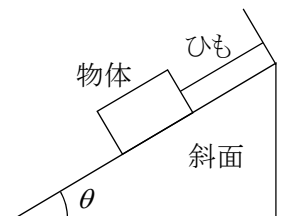
- (2) 右図1のように、質量  $m[\text{kg}]$  のおもりを天井から2本の糸でつり下げる。
  - (a) 糸1、2の張力の大きさをそれぞれ  $T_1$ 、 $T_2$  として、水平、鉛直方向のつりあいの式を作れ。
  - (b)  $T_1$ 、 $T_2$  を  $m$ 、 $g$ 、 $\theta$  で表せ。



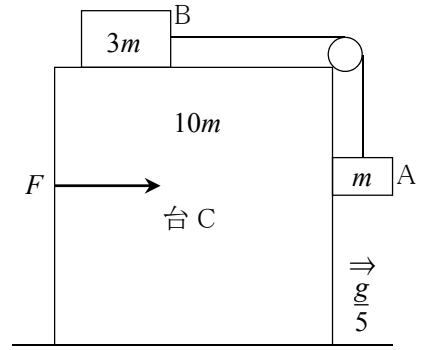
- (3) 右図2のように、質量  $m[\text{kg}]$  のおもりを天井からの糸1と、水平に引いた糸2でつり下げる。
  - (a) 糸1、2の張力の大きさをそれぞれ  $T_1$ 、 $T_2$  として、水平、鉛直方向のつりあいの式を作れ。
  - (b)  $T_1$ 、 $T_2$  を  $m$ 、 $g$ 、 $\theta$  で表せ。



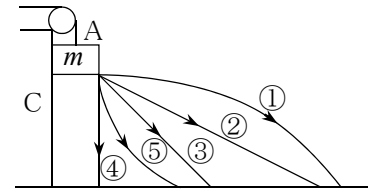
4. 傾斜角  $\theta$  でなめらかな斜面上に、質量  $m$  の物体が置かれ、斜面と平行なひもでつるされている。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。
  - (1) ひもの張力の大きさを  $T$ 、斜面と物体との間の垂直抗力の大きさを  $N$  として、物体に働く力のつりあいを、斜面上に平行な方向と、垂直な方向に分けて式を作れ。
  - (2)  $T$ 、 $N$  を求めよ。
  - (3)  $\theta = 30^\circ$ 、 $m = 4.0[\text{kg}]$ 、 $g = 10[\text{m/s}^2]$  として、 $T$ 、 $N$  を求めよ。ただし、 $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0.5$ 、 $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = 0.85$  とする。



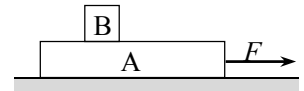
5. なめらかな水平な床に、質量  $10m$  の直方体の台 C が置かれている。C には滑車をつけられ、軽い糸がかけられている。糸の両端には質量  $m$  の物体 A と、 $3m$  の物体 B がつけられ、A は台 C の鉛直な側面に接してつるされ、B は台 C の水平でなめらかな上面に置かれている。重力加速度の大きさを  $g$  とする。はじめ、全てが静止した状態から、台 C に水平右向きの一一定の大きさの力  $F$  を加える。同時に、A、B を静かにはなすと、台 C は右向きの一一定の加速度  $\frac{g}{5}$  で動き出し、また、A は C のなめらかな側面に接して落下した。以下の間に答えよ。



- (1) A の加速度の、鉛直下向きの成分を  $\alpha$  とする。糸の張力の大きさを  $T$  として、台 C 上で観測した A、B の運動方程式を求めよ。
- (2)  $\alpha$ 、 $T$  を求めよ。
- (3) 床から見た B の加速度を求めよ。
- (4) B が C 上で水平に距離  $l$  だけ進む時間を求めよ。また、距離  $l$  だけ進んだ時、B の台に対する速度を求めよ。
- (5) A が C の側面から受ける力の大きさを求めよ。
- (6) 台 C を押す力  $F$  の大きさを求めよ。
- (7) 台が床から受ける力の大きさを求めよ。
- (8) 床から見た A の運動の軌跡は、下図の①～⑤のどれか、最も適当なものを選び。ただし、A が床に衝突する以前に、B が滑車に衝突することはないものとする。



6. 右図のようになめらかな水平面上に、質量  $4m$  の直方体 A があり、A の上面に質量  $m$  の小物体 B を置く。A の上面と B の間の静止摩擦係数は  $0.50$ 、動摩擦係数は  $0.30$  である。重力加速度の大きさを  $g$  として以下の問いに答えよ。ただし、図の右向きを正とする。



A に図のように水平右向きに大きさ  $F_0$  の力を加えたところ、A と B は一体のまま動き出した。

- (1) A と B の加速度を求めよ。
- (2) A および B に働く水平方向の力をそれぞれ全て図示せよ。力は矢印で表し、また何の力かわかるように語句で記入せよ。
- (3) このとき B に働く静止摩擦力の大きさと向きを求めよ。
- (4)  $F_0$  を  $m$ 、 $g$  で表せ。

A と B を静止させた状態から、A に水平右向きに大きさ  $3.5mg$  の力を加えた。ただし、 $3.5mg > F_0$  である。

- (5) A および B に働く水平方向の力をそれぞれ全て図示せよ。力は矢印で表し、また何の力かわかるように語句で記入せよ。
- (6) A と B の加速度をそれぞれ求めよ。
- (7) A から見た B の加速度を求めよ。
- (8) B が A 上で距離  $l$  だけ滑る時間を求めよ。ただし、A の上面は十分に長く B は落ちないものとする。

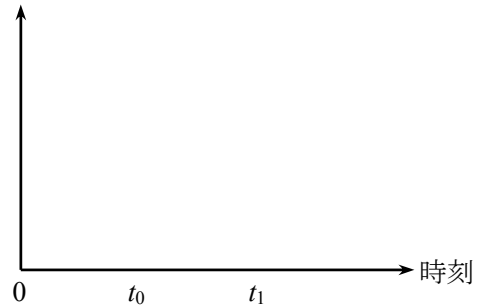
7. 右の図のように、なめらかで水平な床に置かれた質量  $M$  の台車の上に、質量  $m$  の小物体が置かれている。台車の右端には質量の無視できるひもがつけられている。速度や加速度は図の力の向きのように右向きを正の方向にとるものとする。重力加速度の大きさを  $g$  とし、以下の問いに答えよ。



- (1) 台車のひもを水平方向右向きに引き、台車に  $F_0$  の力を加えた。台車の床に対する加速度を求めよ。

次に、台車と小物体の間に摩擦がある場合を考える。台車と小物体の間の静止摩擦係数を  $\mu_s$ 、動摩擦係数を  $\mu_k$  とする。

- (2) 台車のひもを水平方向右向きに引き、台車に  $F_1$  の力を加えたところ、小物体は台車の上で滑ることなく、台車と一体となって動いた。
- (a) 床に対する台車の加速度を求めよ。  
 (b) 台車に固定した座標で見た場合、小物体は静止している。これは小物体に正と負の2種類の水平方向の力が働いているためと考えることができる。これらの力の名称をそれぞれ何と言うか。
- (3) 台車を水平方向右向きに引っ張る力を  $F_2$  まで増やしていったところ、小物体は台車の上を滑り始めた。静止摩擦係数  $\mu_s$  を求めよ。
- (4)  $F_2$  に比べ十分大きい水平方向右向きの力  $F_3$  を、台車に時刻  $t = 0$  から  $t = t_0$  まで加えた。ただし、台車と小物体は時刻  $t = 0$  で静止していたとし、以下では速度や加速度は床に固定された座標で考えることとする。また、台車は十分に長く、小物体が台車から落ちることはないものとする。
- (a) 力  $F_3$  が台車に作用している間 ( $0 \leq t \leq t_0$ ) の台車と小物体それぞれの加速度を求めよ。  
 (b) 力  $F_3$  が働かなくなる瞬間 ( $t = t_0$ ) における台車の速度  $V_0$  と小物体の速度  $w_0$  を求めよ。  
 (c) 力  $F_3$  が働かなくなった直後の台車の加速度を求めよ。  
 (d)  $t = t_0$  からある時間が経過し、時刻  $t_1$  になったとき、台車は等速度運動を始めた。等速度運動を始めるまでの時間  $t_1 - t_0$ 、および時刻  $t_1$  以降の台車の速度  $V_1$  を、 $V_0$  と  $w_0$  などを用いて表せ。  
 (e) 以上を総合して、台車の速度  $V$  と小物体の速度  $w$  が時刻とともに変化する様子の概略を右の図に書き入れよ。

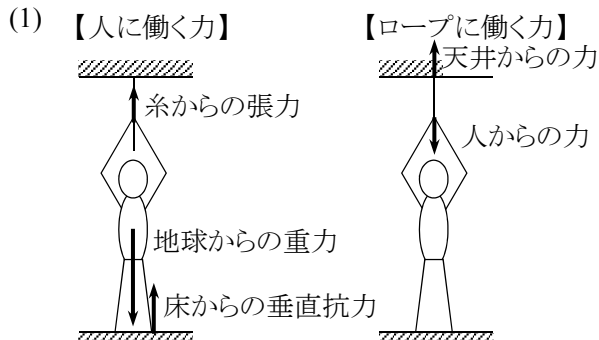


## 第4章 練習問題(解答)

1.

- (1)  $mg$
- (2)  $mg - T = 0$
- (3)  $T = mg$
- (4)  $mg$ 、鉛直下向き

2.



- (2)  $F + R - mg = 0, R = mg - F$
- (3)  $F = mg$

3.

- (1) (a) 水平:  $T_1 \sin 30^\circ - T_2 \sin 60^\circ = 0$   
鉛直:  $T_1 \cos 30^\circ + T_2 \cos 60^\circ - 10 \times 10 = 0$
- (b)  $T_1 = 85[\text{N}], T_2 = 50[\text{N}]$
- (2) (a) 水平:  $T_1 \sin \theta - T_2 \sin \theta = 0$   
鉛直:  $T_1 \cos \theta + T_2 \cos \theta - mg = 0$
- (b)  $T_1 = T_2 = \frac{mg}{2 \cos \theta}$
- (3) (a) 水平:  $T_1 \sin \theta - T_2 = 0$   
鉛直:  $T_1 \cos \theta - mg = 0$
- (b)  $T_1 = \frac{mg}{\cos \theta}, T_2 = mg \tan \theta$

4.

- (1) 平行:  $mg \sin \theta - T = 0$ 、垂直:  $mg \cos \theta - N = 0$
- (2)  $T = mg \sin \theta, N = mg \cos \theta$
- (3)  $T = 20[\text{N}], N = 34[\text{N}]$

5.

- (1) A:  $m\alpha = mg - T$ , B:  $3m\alpha = T - \frac{3}{5}mg$
- (2)  $\alpha = \frac{g}{10}, T = \frac{9}{10}mg$
- (3)  $\frac{3g}{10}$
- (4)  $2\sqrt{\frac{5l}{g}}, \sqrt{\frac{gl}{5}}$
- (5)  $N = \frac{mg}{5}$
- (6)  $\frac{31}{10}mg$
- (7)  $R = \frac{139}{19}mg$
- (8) ④

6.

- (1)  $\frac{F}{5m}$
- (2) A に働く力: 静止摩擦力  $F$   
B に働く力: 静止摩擦力  $F$
- (3)  $\frac{F}{5}$
- (4)  $2.5mg$
- (5) A に働く力: 動摩擦力  $F$   
B に働く力: 動摩擦力  $F$
- (6) A:  $0.80g$ , B:  $0.30g$
- (7)  $-0.50g$
- (8)  $\sqrt{\frac{l}{0.25g}}$

7.

- (1)  $\frac{F_0}{M}$
- (2) (a)  $\frac{F_2}{M + m}$   
(b) 正の向き: 静止摩擦力  
負の向き: 慣性力
- (3)  $\frac{F_2}{(M + m)g}$
- (4) (a) 台車:  $\frac{F_3 - \mu_1 mg}{M}$   
小物体:  $\mu_1 g$   
(b)  $V_0 = \frac{F_3 - \mu_1 mg}{M} t_0$   
 $w_0 = \mu_1 g t_0$   
(c)  $-\frac{\mu_1 mg}{M}$   
(d)  $V_1 = \frac{MV_0 + mw_0}{M + m}$   
(e) 速度

