

摂南大学理工学部機械工学科 物理添削解答（1回目）

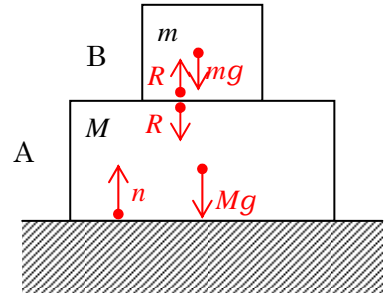
1

図のように床の上に質量 M [kg] の物体 A と質量 m [kg] の物体 B が重ねて置かれている。重力加速度を g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 物体 A と物体 B の重力を図に記入せよ。

重力は物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入する。

(図中 mg および Mg)



- (2) 物体 A と物体 B の間に働く垂直抗力 R [N] を図に記入せよ。

2つの物体が接触しているところから、垂直に同じ大きさと向きが逆の力が働く。

(図中に矢印で2個記入： R)

- (3) 物体 A が床から受ける垂直抗力 n [N] を図に記入せよ。

いま、床に対しては考えていないので、床の方の垂直効力は書かなくてよい。

(図中に矢印で記入： n)

- (4) 物体 A のつりあいの式を書け。

鉛直上向きの力： n

鉛直下向きの力： R および Mg

よって

$$n - R - Mg = 0$$

- (5) 物体 B のつりあいの式を書け。

鉛直上向きの力： R

鉛直下向きの力： mg

よって

$$R - mg = 0$$

2

図のように水平からの角度が θ の粗い斜面上に質量 m [kg] の物体が静止している。重力加速度を g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 重力を図に記入せよ。

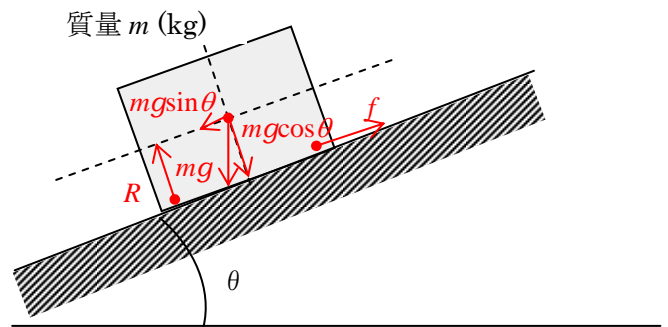
物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入。

(図中 mg)

- (2) 床からの垂直抗力 R [N] を記入せよ。

坂道に垂直上向きに矢印で記入。

(図中 R)



- (3) 物体にかかる斜面からのまさつ力 f [N] を記入せよ。

物体が動こうとしている方向（坂道に沿って下向き）と逆方向に矢印で記入。

(図中 f)

- (4) 重力を斜面方向と斜面に垂直な方向に分解し、図に記入せよ。

重力の方向は斜面から傾いているので斜面に平行な方向と斜面に垂直な方向に力を分解する。(図中 $mgsin\theta$ および $mgcos\theta$)

- (5) 斜面方向のつりあいの式を書け。

斜面平行上向き : f

斜面平行下向き : $mgsin\theta$

よって $f - mgsin\theta = 0$

- (6) 斜面に垂直な方向のつりあいの式を書け。

斜面垂直上向き : R

斜面垂直下向き : $mgcos\theta$

よって $R - mgcos\theta = 0$

3

図のように長さ $2l$ [m]、質量 m [kg] の棒がなめらかな壁に立てかけられて静止している。重力加速度を g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 重力を図に記入せよ。

棒の中心から鉛直下向きに矢印を記入。

(図中 mg)

- (2) 棒にはたらく壁からの垂直抗力 R [N] と床からの垂直抗力 N [N] を図に記入せよ。

壁がないと棒は倒れるので、棒は壁から力を受けている。方向は接触面に垂直 (図中 R および N)

- (3) 水平方向のつりあいの式を書け。

水平右向き : R

水平左向き : f

よって $R - f = 0$

- (4) 鉛直方向のつりあいの式を書け。

鉛直上向き : N

鉛直下向き : mg

よって $N - mg = 0$

- (5) A点まわりの力のモーメントのつりあい式を書け。

Aまわりの力のモーメントは、A点から離れている力が寄与する。したがって、 mg と R の棒に垂直な力の大きさ $mg\sin 60^\circ$ と $R\sin 30^\circ$ が力のモーメントを生じさせる。

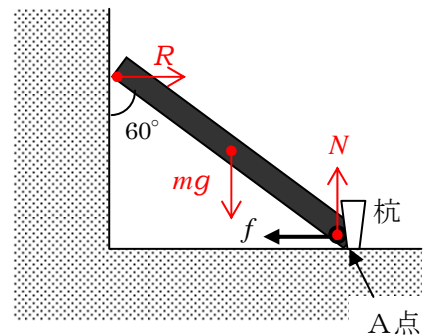
よって $mgl\sin 60^\circ - 2Rl\sin 30^\circ = 0$

したがって $\sqrt{3}mg - 2R = 0$

- (6) 棒が杭から押される力 f は何 [N] か。

(3) より $R - f = 0$ (5) より $\sqrt{3}mg - 2R = 0$

よって $f = \frac{\sqrt{3}mg}{2}$



4

図のように質量 m [kg] の物体が、天井から 2 本の丈夫な糸でつるされている。天井と 2 本の糸がなす角度はそれぞれ 45° , 30° である。重力加速度を g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。

- (1) 重力を図に記入せよ。

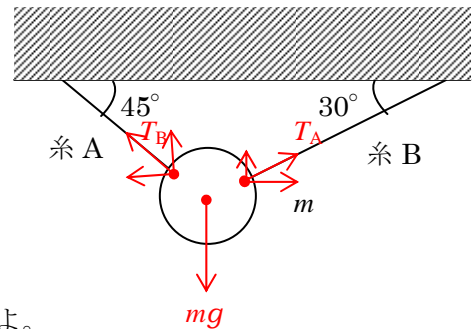
物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入。

(図中 mg)

- (2) 糸 A の張力 T_A [N] と、糸 B の張力 T_B [N] を図に記入せよ。

糸の張力は糸にそって働く。

(図中 T_A および T_B)



- (3) 力を水平方向と、鉛直方向に分解し、図に記入せよ。

水平方向と鉛直方向に向いていない力は T_A と T_B である。

T_A : 水平方向 $T_A \cos 45^\circ$ 鉛直方向 $T_A \sin 45^\circ$

T_B : 水平方向 $T_B \cos 30^\circ$ 鉛直方向 $T_B \sin 30^\circ$

- (4) 水平方向のつりあいの式を書け。

水平右向き : $T_B \cos 30^\circ$

水平左向き : $T_A \cos 45^\circ$

よって
$$\sqrt{2}T_A - \sqrt{3}T_B = 0$$

- (5) 鉛直方向のつりあいの式を書け。

鉛直上向き : $T_A \sin 45^\circ$ と $T_B \sin 30^\circ$

鉛直下向き : mg

よって
$$\sqrt{2}T_A + T_B - 2mg = 0$$

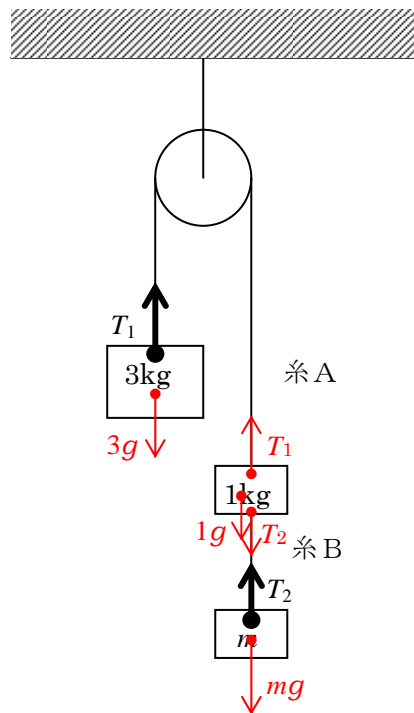
- (6) T_A と T_B を m と g を用いて表せ。

(4) および (5) より

$$T_A = \frac{\sqrt{2}(3-\sqrt{3})}{2}mg, \quad T_B = (\sqrt{3}-1)mg$$

5

図のように天井からつるされた、質量の無視できる滑車を用いて、質量が 3 kg , 1 kg , $m\text{ [kg]}$ の物体が、丈夫な糸でつるされて静止している。糸 A が 3 kg の物体を引く力を $T_1\text{ [N]}$, 糸 B が $m\text{ [kg]}$ の物体を引く力を $T_2\text{ [N]}$, 重力加速度を $g\text{ [m/s}^2\text{]}$ として、以下の問いに答えよ。



- (1) すべての物体に対して重力を図に記入せよ。

物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入。

(図中 $3g$, $1g$ および mg)

- (2) 糸 A および糸 B が 1 kg の物体を引く力を図中に記入せよ。

1 kg の物体は糸 A によって上方に、糸 B によって下方に引かれる。この力の大きさは作用反作用の法則から求まる。(図中 T_1 および T_2)

- (3) 3 kg の物体のつりあいの式を書け。

鉛直上方 : T_1 鉛直下方 : $3g$

よって $T_1 - 3g = 0$

- (4) 1 kg の物体のつりあいの式を書け。

鉛直上方 : T_1 鉛直下方 : $1g$ および T_2

よって $T_1 - T_2 - 1g = 0$

- (5) $m\text{ [kg]}$ の物体のつりあいの式を書け。

鉛直上方 : T_2 鉛直下方 : mg

よって $T_2 - mg = 0$

- (6) m は何 kg か。

(3), (4) および (5) より

$m = 2$ よって 2 kg

摂南大学理工学部機械工学科 物理添削解答 (2回目)

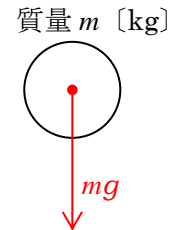
1

時刻 $t = 0$ において、空中で静かに質量 m [kg] の物体から手を離した。重力加速度を g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

(1) 重力を図に記入せよ。

物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入。

(図中 mg)



(2) 物体の加速度を a [m/s²] とし、運動方程式を立てよ。

働いている力は重力 mg のみなので

$$ma = mg$$

(3) この運動はどの運動か。

① 等速直線運動

② 等加速度直線運動

③ 等速円運動

④ 単振動

(4) この運動の初速度 ($t = 0$ での速度) v_0 は何 m/s か。

物体を静かにはなしているので $v_0 = 0 \text{ m/s}$

(5) t 秒後の速さを求めよ。

加速度 $g \text{ m/s}^2$ の等加速度運動で初速度が 0 m/s なので

$$v = gt \quad \text{となる。}$$

(6) t 秒間に落下した距離を求めよ。

加速度 $g \text{ m/s}^2$ の等加速度運動で初速度が 0 m/s なので

$$x = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{となる。}$$

2

図のように水平からの角度が θ の滑らかな斜面に質量 m [kg] の物体を静かに置いたところ、物体は斜面を滑り出した。重力加速度を g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 重力を図に記入せよ。

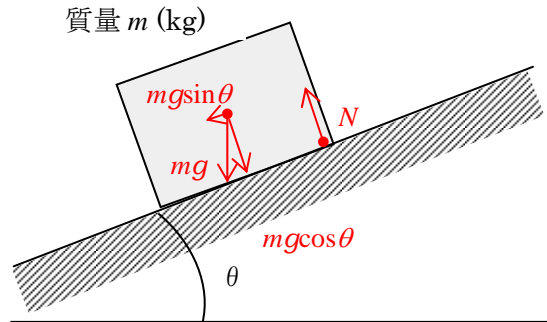
物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入。

(図中 mg)

- (2) 床からの垂直抗力 N [N] を図に記入せよ。

接触面から垂直に矢印で記入。

(図中 N)



- (3) 重力を斜面の方向と、斜面に垂直な方向に分けて図に記入せよ。

重力の方向は斜面から傾いているので斜面に平行な方向と斜面に垂直な方向に力を分解する。(図中 $mgsin\theta$ および $mgcos\theta$)

- (4) 斜面に垂直な方向の運動方程式(つりあいの式)を書け。

斜面垂直上向き : N

斜面垂直下向き : $mgcos\theta$

よって $N - mgcos\theta = 0$

- (5) (4) を解いて、垂直抗力 N [N] を求めよ。

(4) より $N = mgcos\theta$

- (6) 斜面方向の運動方程式を書け。

斜面平行下向きに $mgsin\theta$ の力が働いている。よって加速度を a [m/s²] とし

$$ma = mgsin\theta$$

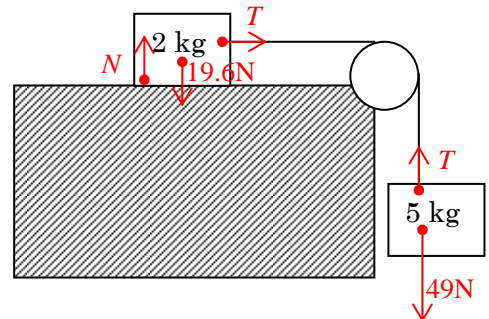
- (7) t 秒後の物体の速度を求めよ。

(6) から加速度は $gsin\theta$ 、問題から初速度は 0m/s なので

$$v = gsin\theta t \quad \text{となる。}$$

3

図のようにまきつのない滑らかな机の上にある質量 2 kg の物体と質量 5 kg の物体が、質量の無視できる滑車を通して丈夫な糸でつながっている。 5 kg の物体を支えていた手を静かに放したところ、2つの物体は加速度 $a\text{ [m/s}^2\text{]}$ で動き始めた。糸の張力を $T\text{ [N]}$ 、重力加速度を 9.8 m/s^2 として、以下の問いに答えよ。



(1) 重力を図に記入せよ。

物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入。

(図中 49 N および 19.6 N)

ただし、運動には関係ないので 19.6 N はなくてもよい。

(2) 糸の張力 $T\text{ [N]}$ を図に記入せよ。

糸にそった方向に矢印で記入。(図中 T)

(3) 2 kg の物体の運動方程式を書け。

運動する方向に働いている力は $T\text{ [N]}$ なので

$2a = T$ となる。

(4) 5 kg の物体の運動方程式を書け。

働いている力は鉛直上向きに $T\text{ [N]}$ 、鉛直下向きに $5g$ なので

$5a = 49 - T$ となる。

(5) (3) と (4) から糸の張力 $T\text{ [N]}$ を求めよ。

(3) および (4) より $T = 14\text{ N}$

(6) (3) と (4) から加速度 $a\text{ [m/s}^2\text{]}$ を求めよ。

(3) および (4) より $a = 7\text{ m/s}^2$

4

図のように、質量 m [kg] の物体が地表面から高さ h [m] の位置（点 A）にある。位置エネルギーの基準を地表面とし、重力加速度を g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。ただし、物体は斜面から離れないとする。

- (1) 物体が地表面から高さ h [m] の位置(点 A)に静止しているとき、位置エネルギーと運動エネルギーはそれぞれいくらか。

高さ h [m] の場所に静止しているので

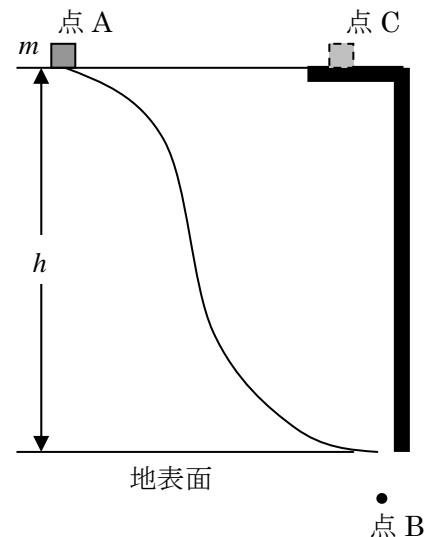
位置エネルギー： mgh

運動エネルギー： 0

- (2) 物体が斜面をすべり地表面に到達したとき（点 B）、物体の位置エネルギーと運動エネルギーはそれぞれいくらか。ただし、点 B での速さを v [m/s] とする。

位置エネルギー： 0

運動エネルギー： $\frac{1}{2}mv^2$



- (3) 力学的エネルギー保存法則から、点 B における物体の速さ v を求めよ。

位置エネルギーと運動エネルギーの合計が一定なので

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{より} \quad v = \sqrt{2gh}$$

- (4) 地表面にすべり落ちた物体を点 B で静止させ、その後物体を高さ h の位置（点 C）まで持ち上げた。点 B から点 C へ持ち上げるのに要した仕事はいくらか。

仕事は位置エネルギーの変化分に等しいので

mgh となる。

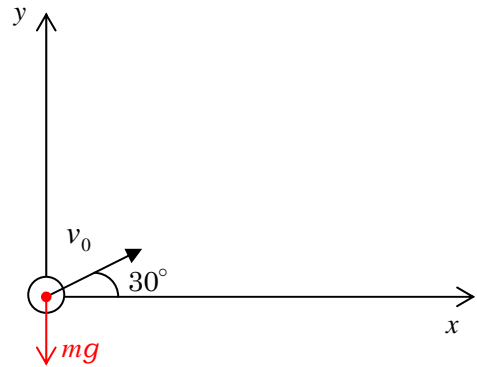
- (5) 次に、物体を点 C から初速度 0 m/s で自由落下させた。地表面に到達する直前の速さはいくらか。

力学的エネルギー保存則から (3) で求めた点 B における速さと等しい。よって

$$v = \sqrt{2gh} \quad \text{となる。}$$

5

図のように質量 m [kg] の物体を、水平から 30° の角度で初速 v_0 [m/s] で投げ上げた。重力加速度を g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。



(1) 重力を図に記入せよ。

物体の中心から鉛直下向きに矢印で記入。

(図中 mg)

(2) 水平方向の運動方程式を書け。ただし、水平方向の加速度を a_x [m/s²] とする。

水平方向に働いている力はないので

$$ma_x = 0 \quad \text{となる。}$$

(3) (2) を解いて、時刻 t [s] での水平方向の位置 x [m] を求めよ。

加速度が 0 m/s² で初速度が $v_0 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$ m/s なので

$$x = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 t \quad \text{となる。}$$

(4) 鉛直方向の運動方程式を書け。ただし、鉛直方向の加速度を a_y [m/s²] とする。

鉛直方向に働いている力は mg [N] なので

$$ma_y = -mg \quad \text{となる。}$$

(5) (4) を解いて、時刻 t [s] での鉛直方向の位置 y [m] を求めよ。

(4) より鉛直方向の加速度が $-g$ [m/s²]、初速度が $v_0 \sin 30^\circ = \frac{1}{2} v_0$ [m/s] な

ので

$$y = \frac{1}{2} v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{となる。}$$

(6) (3) と (5) から t を消去して、 x と y の関係を求めよ。

(3) より $t = \frac{2x}{\sqrt{3}v_0}$ が得られる。これを (5) に代入して整理すると

$$y = \frac{\sqrt{3}}{3} x - \frac{2g}{3v_0^2} x^2 \quad \text{となる。}$$

摂南大学理工学部機械工学科 物理添削解答 (3回目)

1

まさつは静止している物体が動き出そうとするとき最大となり、このときのまさつの大きさは垂直効力 n [N], 静止まさつ係数を μ として $n\mu$ [N] と書かれる事が知られている。これを用いて、水平からの角度が θ の坂道で質量 m [kg] の物体を静止させるために必要な力の範囲を求めたい。重力加速度を g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。

- (1) まず、右図のように力 F_1 [N] で上向きに押した場合を考える。物体が上向きに動き出そうとするときの重力とまさつ f [N] を図に記入せよ。

重力は物体の中心から鉛直下向きに、まさつは動こうとしている方向と逆向き(斜面下向き)に矢印で記入。

(図中 mg および f)

- (2) まさつ f [N] の大きさを静止まさつ係数を μ として求めよ。

斜面垂直方向のつりあいの式から $N=mg\cos\theta$ がもとまる。

よって $f=\mu N=\mu mg\cos\theta$ となる。

- (3) 斜面方向のつりあいの式から力 F_1 [N] を求めよ。

斜面下方向に f および $mg\sin\theta$, 斜面上方向に F_1 なので、

$$F_1 - f - mg\sin\theta = 0 \quad \text{これに (2) を代入して}$$

$$F_1 = mg(\mu\cos\theta + \sin\theta) \quad \text{となる。}$$

- (4) つぎに、右図のように力 F_2 [N] で下向きに押した場合を考える。物体が下向きに動き出そうとするときの重力とまさつ f [N] を図に記入せよ。

重力は物体の中心から鉛直下向きに、まさつは動こうとしている方向と逆向き(斜面上向き)に矢印で記入。

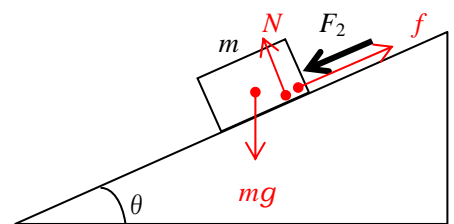
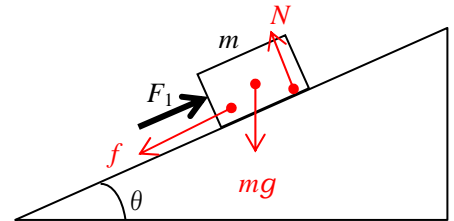
(図中 mg および f)

- (5) 斜面方向のつりあいの式から力 F_2 [N] を求めよ。

斜面下方向に F_2 および $mg\sin\theta$, 斜面上方向に f なので、

$$f - mg\sin\theta - F_2 = 0 \quad \text{これに (2) を代入して}$$

$$F_2 = mg(\mu\cos\theta - \sin\theta) \quad \text{となる。}$$



2

質量 m [kg] の球を初速度 v_0 [m/s] で上に投げ上げた。その t_0 秒後に同じ球を同じ初速度で投げ上げたところ、高さ h [m] で二つの球は衝突した。上向きを正、重力加速度を g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。ただし、1つ目の球を投げ上げた瞬間を $t=0$ とする。

(1) 最初に投げ上げた球の t 秒後の位置 x [m] を求めよ。

加速度が $-g$ [m/s²]、初速度が v_0 [m/s] なので、

$$x = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t \quad \text{となる。}$$

(2) 二番目に投げ上げた球の t 秒後の位置 y [m] を求めよ。

(1) の t_0 秒後に同じ位置になることから t を $t-t_0$ に書き換えればよい。

$$\text{よって} \quad y = -\frac{1}{2}g(t-t_0)^2 + v_0(t-t_0) \quad \text{となる。}$$

(3) t_1 秒後に二つの球が同じ位置 h [m] に球があったことから、二つの方程式をたてよ。

(1) と (2) の x と y を h とすればよい。

$$\begin{aligned} \text{よって} \quad h &= -\frac{1}{2}gt_1^2 + v_0t_1 \\ h &= -\frac{1}{2}g(t_1-t_0)^2 + v_0(t_1-t_0) \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

(4) (3) の方程式を解いて、二つの球が衝突する時刻 t_1 [s] を求めよ。

(3) の 2 式から h を消去して整理すると、

$$t_1 = \frac{1}{2}t_0 + \frac{v_0}{g} \quad \text{となる。}$$

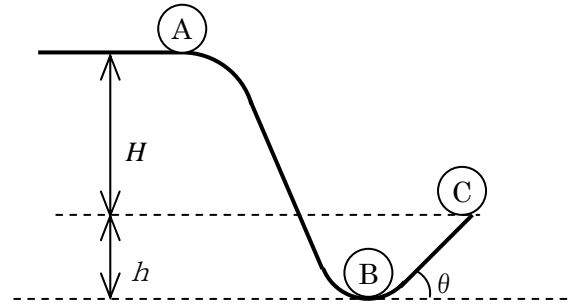
(5) (3) の方程式を解いて、二つの球が衝突する高さ h [m] を求めよ。

(4) を (3) に代入して整理すると

$$h = \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{g} - \frac{1}{8}gt_0^2 \quad \text{となる。}$$

3

図のようなまきつのない曲線状の坂道がある。この坂道の最高点(A点：高さ $H+h$ [m])に質量 m [kg] の物体を静かに置いたところ、物体は坂道を移動し始めた。重力による重力加速度を g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。



- (1) A点とB点での力学的エネルギーが等しいことから、B点での物体の速度 v_B [m/s] を求めよ。

B点を位置エネルギーの基準とするとA点の力学的エネルギーが $mg(H+h)$ 、B点での力学的エネルギーが $\frac{1}{2}mv_B^2$ なので、力学的エネルギー保存側から

$$mg(H+h) = \frac{1}{2}mv_B^2 \text{ が得られ、これを解いて } v_B = \sqrt{2g(H+h)} \text{ を得る。}$$

- (2) A点とC点での力学的エネルギーが等しいことから、C点での物体の速度 v_C [m/s] を求めよ。

C点を位置エネルギーの基準とするとA点の力学的エネルギーが mgH 、C点での力学的エネルギーが $\frac{1}{2}mv_C^2$ なので、力学的エネルギー保存側から $mgH = \frac{1}{2}mv_C^2$ が得

られ、これを解いて $v_C = \sqrt{2gH}$ を得る。

- (3) C点に到達した後、球は坂道から角度 θ で飛び出した。このときの水平方向の初速度と鉛直方向の初速度を求めよ。

$$(2) \text{ より、水平方向： } v_C \cos \theta = \sqrt{2gH} \cos \theta$$

$$\text{鉛直方向： } v_C \sin \theta = \sqrt{2gH} \sin \theta$$

- (4) 坂道を飛び出した後、球が最高点に到達した。このときの速度の大きさを求めよ。

最高点に達するとき、鉛直方向の速度は 0m/s なので (3) より $\sqrt{2gH} \cos \theta$ となる。

- (5) 坂道を飛び出した球が到達する最高点のC点からの高さ x [m] を求めよ。

(4) よりC点を位置エネルギーの基準点として $\frac{1}{2}mv_C^2 = mgx + \frac{1}{2}mv_C^2 \cos^2 \theta$ が得

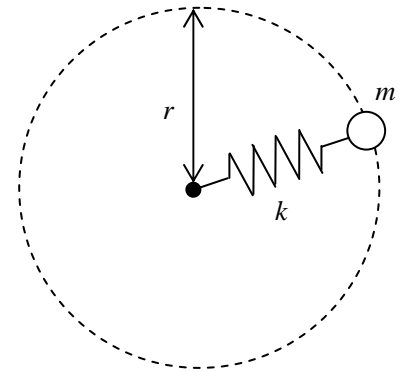
られる。これを解いて $x = \frac{v_C^2}{2g} \sin^2 \theta = H \sin^2 \theta$ が得られる。

4

図のように、まさつのない水平な板の上で自然長 l [m] ばね定数 k [N/m] のばねにつながれた質量 m [kg] の物体が速度 v [m/s] で半径 r [m] の等速円運動をしている。

- (1) この等速円運動の向心力を質量 m [kg], 速度 v [m/s], 半径 r [m] を用いて書け。

等速円運動の向心力は $m \frac{v^2}{r}$ である。



- (2) ばねの変位 x [m] を自然長 l [m], 半径 r [m] を用いて書け。

等速円運動の半径はばねの自然長と伸びの和である。よって $x = r - l$ となる。

- (3) ばねが物体を引く力を求めよ。

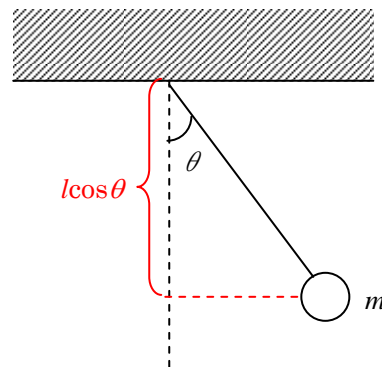
ばねの力はばね定数とばねの伸びの積であるので $kx = k(r - l)$ である。

- (4) (1) と (3) が等しいことから、速度 v [m/s] を求めよ。

$m \frac{v^2}{r} = k(r - l)$ より $v = \sqrt{\frac{kr}{m}(r - l)}$ となる。

5

図のように天井から長さ l [m] の丈夫な糸でつるされた質量 m [kg] の物体を糸がたるまないように、鉛直から微小な角度 θ まで持ち上げて静かにはなしたところ、物体は単振動をした。重力加速度を g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。



- (1) 物体の最下点と最高点の高さの差を求めよ。

最下点にあるとき、天井からの距離は l なので $l(1 - \cos\theta)$ となる。

- (2) 最下点を位置エネルギーの基準として、最高点の位置エネルギーを求めよ。

(1) より $mg l(1 - \cos\theta)$ となる。

- (3) 最下点での速度を v [m/s] として、最下点での運動エネルギーを求めよ。

最下点での運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ となる。

- (4) 最高点と最下点で力学的エネルギーが保存していることから、最下点での速度を v [m/s] を求めよ。

(1) および (2) より $v = \sqrt{2gl(1 - \cos\theta)}$ となる。

- (5) この単振り子の周期を求めよ。

単振り子の周期は $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ である。