

1 解答例

(1) 小球が最下点 C に達したときの速さを  $v_1$  とする。力学的エネルギー保存則より、

$$mgL = \frac{1}{2}mv_1^2$$
$$v_1 = \sqrt{2gL}$$

(2) 糸が釘にかかる直前では、円運動の半径は  $L$  であるため、小球には重力  $mg$ 、糸の張力  $T_1$ 、遠心力  $m\frac{v_1^2}{L}$  がはたらき、これら 3 つの力がつりあっている。

$$T_1 - mg - m\frac{v_1^2}{L} = 0$$
$$T_1 = 3mg$$

(3) 糸が釘にかかった直後では、円運動の半径は  $\frac{L}{2}$  となる。このとき、糸の張力を  $T_2$  とすると、

$$T_2 - mg - m\frac{v_1^2}{L/2} = 0$$
$$T_2 = 5mg$$

(4) 小球が位置 D に達したときの速さを  $v$  とする。力学的エネルギー保存則より、

$$mgL = \frac{1}{2}mv^2 + mg\frac{L}{2}(1 - \cos\theta)$$
$$v^2 = gL(1 + \cos\theta)$$

このとき、小球には重力  $mg$ 、糸の張力  $T$ 、遠心力  $m\frac{v^2}{L/2}$  がはたらき、糸にそった方向について力のつりあいが成り立っている。

$$T - mg\cos\theta - m\frac{v^2}{L/2} = 0$$
$$T = mg(2 + 3\cos\theta)$$

(5) 小球が点 A に到達するためには、点 A において  $T \geq 0$  でなければならない。点 A で必要な速さを  $v_A$  とすると、

$$T = m\frac{v_A^2}{L/2} - mg \geq 0$$
$$v_A \geq \sqrt{\frac{gL}{2}}$$

小球に与える下向きの速さを  $v_0$  とすると、力学的エネルギー保存則より、 $v_A = v_0$  である。

よって、小球が点 A に到達するために必要な、下向きの最小の速さは  $v_0 = \sqrt{\frac{gL}{2}}$  となる。

2 解答例

(1) 台の加速度を $a_1$ とすると、運動方程式より、

$$\therefore a_1 = \frac{F}{M+m}$$

(2) 時間 $t_0$ が経過するまでに、台が移動した距離を $S_1$ とすると、

$$S_1 = \frac{1}{2} a_1 t_0^2 = \frac{F}{2(M+m)} t_0^2$$

よって、仕事 $W$ は、

$$\therefore W = FS_1 = \frac{F^2}{2(M+m)} t_0^2$$

(3) 動摩擦係数を $\mu'$ 、小物体の加速度を $a_2$ とすると、小物体の運動方程式より、 $a_2 = -\mu'g$

(1)より、時間 $t_0$ が経過した後の小物体の速さ $v_1$ は $v_1 = a_1 t_0 = \frac{Ft_0}{M+m}$

等加速度運動であるから、 $0^2 - v_1^2 = 2a_2 \cdot 2L$ より、

$$-\left(\frac{Ft_0}{M+m}\right)^2 = -4\mu'gL$$

よって、

$$\therefore \mu' = \frac{1}{4gL} \left(\frac{Ft_0}{M+m}\right)^2$$

(4) 小物体が点Bを通過するときの速さを $v_2$ とすると、等加速度運動であるから、

$$v_2^2 - \left(\frac{Ft_0}{M+m}\right)^2 = -2gL \cdot \frac{1}{4gL} \left(\frac{Ft_0}{M+m}\right)^2$$

$$\therefore v_2 = \frac{Ft_0}{\sqrt{2}(M+m)}$$

(5) 小物体が点Bを通過した後、床に落下するまでの時間を $t_1$ とすると、 $t_1 = \sqrt{2h/g}$

小物体が初めて床に落下する位置と点Cとの距離を $S_2$ とすると、

$$\therefore S_2 = v_2 t_1 = \frac{Ft_0}{\sqrt{2}(M+m)} \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{Ft_0}{(M+m)} \sqrt{\frac{h}{g}}$$

3

解答例

ア $\frac{V}{L}$	イ $\frac{eV}{L}$	ウ $\frac{eV}{mL}$
エ $\frac{eV}{kL}$	オ $\frac{ne^2SV}{kL}$	カ $\frac{kL}{ne^2S}$
キ $\frac{k}{ne^2}$	ク $\frac{e^2V^2}{kL^2}t$	ケ $nLS$
コ $\frac{ne^2SV^2}{kL}t$	サ $I^2Rt$	

4

(ア)運動

(イ)位置

(ウ)  $Q+W$

(エ)断熱

(a)  $1.0 \times 10^5$

(b) 32

(c)  $9.3 \times 10^2$

(d)  $6.7 \times 10^3$

(e) 0.0

(f) 0.0

(g)  $-6.7 \times 10^3$