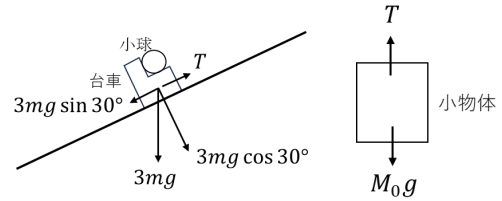


1 解答例

(1) 静止しているので、力のつりあいを考える。



糸にかかる張力を T とすると、台車の力のつりあいより、 $T = 3mg \sin 30^\circ = \frac{3}{2}mg$
 小物体の力のつりあいは、小物体の質量を M_0 とすると、 $T = M_0 g = \frac{3}{2}mg$ よって、 $M_0 = \frac{3}{2}m$

(2) 運動方程式を考える。加速度の大きさを a とすると、

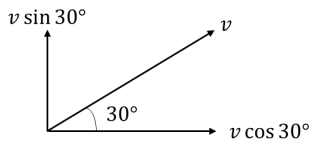
台車と小球： $3ma = T - \frac{3}{2}mg \quad \dots \textcircled{1}$, 小物体： $Ma = Mg - T \quad \dots \textcircled{2}$

①+②より、
$$a = \frac{(2M-3m)g}{6m+2M}$$

(3) 等加速度運動なので、小球の速さを v とすると、 $v^2 - 0^2 = 2aL$

よって、
$$v = \sqrt{2aL} = \sqrt{\frac{(2M-3m)gL}{3m+M}} \quad \dots \textcircled{3}$$

(4) 最高点では小球の速度の鉛直成分が 0 となる。



最高点の高さを h とすると、小球の力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh + \frac{1}{2}m(v \cos 30^\circ)^2 = mgh + \frac{1}{2}m\left(\frac{\sqrt{3}}{2}v\right)^2 \quad \text{よって、} h = \frac{1}{8g}v^2$$

③より、
$$h = \frac{(2M-3m)L}{8(3m+M)}$$

(1) 小球が点 C から飛び出したときの小球の速さを v とおく。力学的エネルギー保存則より、

$$mg(3h - h) = \frac{1}{2}mv^2 \quad \Leftrightarrow \quad v = \underline{2\sqrt{gh}}$$

(2) 面 BC は水平であるから、小球は点 C から水平に飛び出す。垂直方向には自由落下であるから、小球が点 C から飛び出して床に落ちるまでの時間を t とすると

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \Leftrightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

小球が点 C から飛び出してから床に落ちるまでに、小球が水平方向に進んだ距離は

$$vt = 2\sqrt{gh}\sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\sqrt{2}h$$

したがって、小球と点 C の距離は

$$\sqrt{(2\sqrt{2}h)^2 + h^2} = \underline{3h}$$

(3) 小球が点 C から飛び出したときの小球の速さを v' 、台の速さを V とおく。水平方向には外力がはたらいっていないため、運動量が保存する。初期状態の全運動量が 0 なので、小球が右に動くと台は左へ動くことになる。右向きを正として、

$$0 = mv' + (-MV) \quad \Leftrightarrow \quad V = \frac{m}{M}v'$$

力学的エネルギー保存則より、

$$2mgh = \frac{1}{2}mv'^2 + \frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}mv'^2 + \frac{1}{2}M\left(\frac{m}{M}v'\right)^2$$

したがって

$$v' = 2\sqrt{\frac{Mgh}{m+M}}$$

(4) 小球が点 C から飛び出したときの台の速さ V は

$$V = \frac{m}{M}v' = 2\frac{m}{M}\sqrt{\frac{Mgh}{m+M}}$$

小球は右向き、台は左向きに動いているため、小球が点 C から飛び出してから床に落ちるまでに、小球と台が水平方向に進んだ距離の合計は、

$$(v' + V)t = 2\left(1 + \frac{m}{M}\right)\sqrt{\frac{Mgh}{m+M}}\sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\sqrt{\frac{2(m+M)}{M}}h$$

したがって、小球と点 C の距離は

$$\sqrt{\left(2\sqrt{\frac{2(m+M)}{M}}h\right)^2 + h^2} = \sqrt{\frac{8(m+M)}{M}h^2 + h^2} = \sqrt{\frac{8m+9M}{M}}h$$

3

解答例

| | | |
|----------------------|----------------------|--------------|
| ア オーム | イ 誘導起電力 | ウ にくく |
| エ にくく | オ やすく | カ インピーダンス |
| キ $\frac{\pi}{2}$ | ク $\frac{\pi}{2}$ | ケ 共振 |

| | | |
|---------------------------|--|----------------------------|
| 1 $\frac{V_L}{I_L}$ | 2 ωL | 3 $\frac{V_C}{I_C}$ |
| 4 $\frac{1}{\omega C}$ | 5 $\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ | 6 $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ |

4

| | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (ア) 10 | (イ) 2.5×10^3 | (ウ) 2.1×10^5 |
| (エ) 21 | (オ) 0.83 | (カ) 7.5×10^4 |
| (キ) 1.3×10^5 | (ク) 9.2×10^6 | (ケ) 62 |
| (コ) 7.8×10^2 | | |