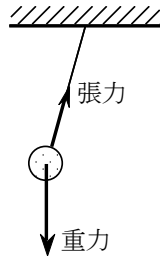


[ I ] 《解答》

問1 (右図)



問2  $\sin \theta \cong \theta$  が成り立つとき、単振り子の周期は

$$2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ と表せ、 } T \text{ の周期の } \frac{1}{4} \text{ 倍より}$$

$$T = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l}{g}}$$

問3 力学的エネルギー保存則

$$m_1 g l (1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$\therefore v_1 = \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)}$$

問4 運動量保存則の式

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad \dots \text{ ①}$$

反発係数の関係式

$$e = \frac{v_2' - v_1'}{v_1} \quad \dots \text{ ②}$$

①②を連立して

$$\begin{cases} v_1' = \frac{m_1 - em_2}{m_1 + m_2} \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)} \\ v_2' = \frac{(1 + e)m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)} \end{cases}$$

問5 質点2が台上から飛び出してから、点Cに落下するまでの時間を  $t$  として

$$\begin{cases} v_2' \times t = d \\ \frac{1}{2} g t^2 = h \end{cases}$$

$$t \text{ を消去して、 } v_2' = d \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

問4の  $v_2'$  の式より

$$\frac{(1 + e)m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)} = d \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

$$\therefore e = \frac{d(m_1 + m_2)}{2m_1 \sqrt{hl(1 - \cos \theta)}} - 1$$

問6 (カ)

理由

- ①  $m_1 < em_2$  より、 $v_1' < 0$ 。よって、衝突により、質点1は跳ね返される。
- ② 衝突により、質点1の力学的エネルギーは減少するため、振れ角  $\theta(t)$  の最大値は小さくなる。
- ③ 衝突後は質点1の力学的エネルギーは一定となり、 $\theta(t)$  の最大値は一定である。
- ④ 周期は変化しない。

[ II ] 《解答》

問1 ア 球面波 イ 回折 ウ  $m\lambda$  エ 下  
オ

平行板なしのとき,

$$d \sin \theta = m\lambda, \quad \sin \theta \cong \tan \theta = \frac{x_m}{L} \text{ より}$$

$$x_m = \frac{m\lambda L}{d}$$

平行板ありのとき,

$$d \sin \theta + (n-1)D = m\lambda, \quad \sin \theta \cong \tan \theta = \frac{x_m'}{L} \text{ より}$$

$$x_m' = \frac{m\lambda L}{d} - (n-1) \frac{DL}{d}$$

$$\therefore |x_m - x_m'| = (n-1) \frac{DL}{d}$$

カ 横 キ 白 ク 青

問2 ケ  $Q = \Delta U + W$   $\Delta U = Q - W$

コ 熱力学第1 サ 0

シ  $\Delta U = 0$ , 1 サイクルで気体のした仕事  $W = \frac{1}{2} \cdot 2V \cdot 2P = 2PV$  より  $Q = 2PV$

ス  $\frac{1}{3}$  セ ボイル ソ 減少

[ III ] 《解答》

問1 (1) X → (s) → Y

(2) 角棒に生じる誘導起電力  $V$  は、ファラデーの電磁誘導の法則より、

$$V = vBl \cos \theta$$

$$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{vBl \cos \theta}{R}$$

(3) 一定の速さとなる時、外力の総和がゼロとなる。

よってレールに沿った向きの力のつり合いより、

$$IBl \cos \theta = mg \sin \theta$$

(2) の結果を用いて

$$v = \frac{mgR \sin \theta}{B^2 l^2 \cos^2 \theta}$$

問2 (4)  $Q = CV$

(5) 角棒に生じる誘導起電力が、コンデンサーの電位差と等しくなったとき、電流はゼロとなり、電磁力が働かない。このため、角棒の速さは一定となる。

$$\frac{V}{3} = vBl \text{ より } v = \frac{V}{3Bl}$$

(6) エネルギーの関係式より、

$$\frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} CV^2 \times \frac{2}{3} + \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} C \left( \frac{V}{3} \right)^2$$

$$\therefore m = \frac{2}{9} CV^2 \times \frac{1}{v^2}$$

(5) の結果を用いて

$$m = 2CB^2 l^2$$