# 第１問

〔１〕

問１〔式と計算〕

力学的エネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}mV^2 = mgh + \frac{1}{2}mV'^2 \qquad \frac{1}{2}mV'^2 > 0 \text{ より}$$

$$V > \sqrt{2gh} = V_0$$

| | |
|---|---|
| 答 | $V_0 = \sqrt{2gh}$ 〔m/s〕 |

問２〔式と計算〕

運動量保存則より，

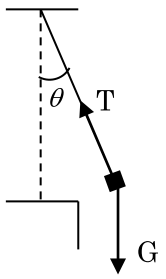
$$mV' = mv_{\mathrm{A}} + mv_{\mathrm{B}}$$

反発係数(はねかえり)の式より

$$1 = -\frac{v_{\mathrm{A}} - v_{\mathrm{B}}}{V'} \qquad 2\text{ 式より，} \therefore v_{\mathrm{A}} = 0 \qquad v_{\mathrm{B}} = V'$$

| | | |
|---|---|---|
| 答 | $v_{\mathrm{A}}$ | 0〔m/s〕 |
| | $v_{\mathrm{B}}$ | $V'$〔m/s〕 |

問３




問４

〔式と計算〕

力学的エネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}m{v_{\mathrm{B}}}^2 = \frac{1}{2}mv_\theta^2 + mgl(1-\cos\theta)$$

$$\therefore v_\theta = \sqrt{v_{\mathrm{B}}^2 - 2gl(1-\cos\theta)}$$

糸に平行な加速度の大きさは円運動より，

$$a = \frac{v_\theta^2}{l}$$

| | | |
|---|---|---|
| 答 | $v_\theta$ | $\sqrt{v_{\mathrm{B}}^2 - 2gl(1-\cos\theta)}$〔m/s〕 |
| | $a$ | $\dfrac{v_\theta^2}{l}$〔$\mathrm{m/s^2}$〕 |

問５

〔式と計算〕

糸に平行な方向の加速度が 0 であるので,

$T_m = mg\cos\theta_{\mathrm{m}}$

| | |
|---|---|
| 答 | $T_m = mg\cos\theta_{\mathrm{m}}$ 〔N〕 |

第２問

〔１〕問１〔式と計算〕

鉛直下向きの磁束の増加は $\Delta\Phi = \upsilon_1 Bl\Delta t$

導体棒に発生する誘導起電力の大きさは，

$V_0 = \left|-\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \upsilon_1 Bl$ で P の方が高電位である。

流れる電流の大きさ $I_0 = \dfrac{V_0}{R_1} = \dfrac{\upsilon_1 Bl}{R_1}$

で Q から P の向きである。

磁場から受ける力の大きさ

$F = I_0 Bl = \dfrac{\upsilon_1 B^2 l^2}{R_1}$　向きは左

| | | |
|---|---|---|
| 答 | $V$ | $-\upsilon_1 Bl$〔V〕 |
| | $F$ | $\dfrac{\upsilon_1 B^2 l^2}{R_1}$〔N〕 |

問２〔式と計算〕

時間 $t_0 = \dfrac{x}{\upsilon_1}$〔s〕より

$Q_1 = R_1 I_0^2 t_0 = \dfrac{\upsilon_1 B^2 l^2 x}{R_1}$〔J〕

| | |
|---|---|
| 答 | $Q_1 = \dfrac{\upsilon_1 B^2 l^2 x}{R_1}$〔J〕 |

〔２〕問３［式と計算］

コンデンサーの間隔を $d$ とすると，$C = \dfrac{\varepsilon S}{d}$ より

$d = \dfrac{\varepsilon S}{C}$　よって，耐電圧は，$E_{\max} d = \dfrac{E_{\max}\varepsilon S}{C}$

問１より，導体棒に発生する誘導起電力の大きさは，

$\upsilon_2 Bl$ で，充電した後より，

$\upsilon_2 Bl \leqq \dfrac{E_{\max}\varepsilon S}{C}$　$\therefore \upsilon_2 \leqq \dfrac{E_{\max}\varepsilon S}{CBl}$

| | |
|---|---|
| 答 | $\upsilon_2 \leqq \dfrac{E_{\max}\varepsilon S}{CBl}$ |

〔３〕問４［式と計算］

$S_4$ を閉じた直後，コイルには逆向きに起電力

の大きさ 10V の電圧がかかり，

コイルに電流は流れない。$\therefore I = 0$〔A〕

また，電気振動回路の周期 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ より，

電流の大きさが最大となる時刻

$t_{\max} = \dfrac{T}{4} = \dfrac{\pi}{2}\sqrt{LC} \fallingdotseq 6.3\times10^{-3}$〔s〕

| | | |
|---|---|---|
| 答 | $I$ | 0〔A〕 |
| | $t_{\max}$ | $6.3\times10^{-3}$〔s〕 |

## 第３問

問１［式と計算］

平衡状態における絶対温度を $T_0$〔K〕として

状態方程式：$p_0V_0 = nRT_0 \qquad T_0 = \dfrac{p_0V_0}{nR}$

ばねの縮み $x_0$〔m〕として

力のつり合いより，

$$p_0S = kx_0 \qquad \therefore x_0 = \frac{p_0S}{k}$$

| 答 | ① $\dfrac{p_0V_0}{nR}$ | ② $\dfrac{p_0S}{k}$ |
|---|---|---|

［１］

問２［式と計算］

$PV^c =$ 一定より，

$$p_0V_0^{\,c} = p_x(V_0 - Sx)^c$$

$$p_x = (1 - \frac{Sx}{V_0})^{-c} p_0 \fallingdotseq (1 + \frac{cSx}{V_0}) p_0$$

| 答 | $p_x = (1+\dfrac{cSx}{V_0})p_0$〔Pa〕 |
|---|---|

問３［式と計算］

右向き正として，加速度 $a$ として，運動方程式

$$Ma = -p_xS + k(x_0 - x) = -\frac{cS^2p_0 + kV_0}{V_0}x = -M\omega^2 x$$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{cS^2p_0 + kV_0}{MV_0}} \qquad \therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{MV_0}{cS^2p_0 + kV_0}}$$

| 答 | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{MV_0}{cS^2p_0 + kV_0}}$〔s〕 |
|---|---|

［２］

問４［式と計算］

〔１〕より，力のつり合いから，

$$(1 + \frac{cSl}{V_0})p_0S = k(x_0 - l) + Mg$$

$$\therefore l = \frac{V_0Mg}{cp_0S^2 + kV_0}$$

| 答 | $l = \dfrac{V_0Mg}{cp_0S^2 + kV_0}$〔m〕 |
|---|---|

問５

| 答 | B |
|---|---|