大阪公立大学（仮称）一般選抜　個別学力検査等
公立大学中期日程　理科（物理基礎・物理）
「解答例」

※設置認可申請中

第1問 (1)～(3) の解答の過程

(1),(2) 釣り合いの式を考える

(3) (1),(2) より T を消去して

$$\frac{mv_0^2}{r} = Mg$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Mgr}{m}} \quad //$$

答 (1)	$\dfrac{mv_0^2}{r}$
答 (2)	$Mg = T$
答 (3)	$\sqrt{\dfrac{Mgr}{m}}$

---

(4)～(7) の解答の過程

(4) 速さ v_0 の面積速度

$$\pi r^2 \times \frac{v_0}{2\pi r} = \frac{rv_0}{2} \quad //$$

(5) 面積速度が一定であるから

$$\frac{(r-\Delta r)v}{2} = \frac{rv_0}{2}$$

$$\therefore v = \frac{r}{r-\Delta r}v_0 \quad //$$

(6) $r \to r-\Delta r$ としたとき

$$\begin{cases} \text{A:} \ \dfrac{mv^2}{r-\Delta r} = T_1 \\ \text{B:} \ T_1 = Mg - \Delta F_1 \end{cases}$$

(6)

$$T_1 = \frac{m}{r-\Delta r}\left(\frac{r}{r-\Delta r}\right)^2 v_0^2$$

$$= \frac{r^2}{(r-\Delta r)^3}mv_0^2 \quad //$$

(7) (6) より

$$\Delta F_1 = T_1 - Mg$$

$$= \frac{r^2}{(r-\Delta r)^3}mv_0^2 - Mg$$

$$= \frac{r^2}{(r-\Delta r)^3}m\frac{Mgr}{m} - Mg$$

$$= \left\{\left(\frac{r}{r-\Delta r}\right)^3 - 1\right\}Mg \quad //$$

答 (4)	$\dfrac{rv_0}{2}$
答 (5)	$\dfrac{r}{r-\Delta r}v_0$
答 (6)	$\dfrac{r^2}{(r-\Delta r)^3}mv_0^2$
答 (7)	$\left\{\left(\dfrac{r}{r-\Delta r}\right)^3 - 1\right\}Mg$

---

(8)～(10) の解答の過程

(8) (7) で $\Delta r \to x$ で置き換えて

$$\Delta F_1 = \left\{\left(\frac{r}{r-x/r}\right)^3 - 1\right\}Mg$$

$$\approx \left(1 + \frac{3x}{r} - 1\right)Mg$$

$$= \frac{3Mg}{r}x = kx$$

$$\therefore k = \frac{3Mg}{r} \quad //$$

(9) B の運動方程式より

$$F = Ma = -M\omega^2 x = -kx$$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{3g}{r}} \quad //$$

(10) (9) より　$r = \dfrac{3g}{\omega^2}$

$\omega = 5.00, g = 9.80$ を代入すると

$r = 1.176 \quad //$

(11) (7) を参考にして

$$\Delta F_2 = Mg - T_2$$

$$= \left\{1 - \left(\frac{r}{r+\Delta r}\right)^3\right\}Mg \quad //$$

答 (8)	$\dfrac{3Mg}{r}$
答 (9)	$\sqrt{\dfrac{3g}{r}}$
答 (10)	1.18 [m]
答 (11) (ア)	$\left\{1 - \left(\dfrac{r}{r+\Delta r}\right)^3\right\}Mg$
答 (11) (イ)	$\Delta F_1 > \Delta F_2$
答 (11) (ウ)	う

第2問 (1) ①〜④ の解答の過程

① 1 往復する時間は $\dfrac{2h}{|u_z|}$ なので，単位時間当たりには $1 \div \left(\dfrac{2h}{|u_z|}\right)$ 回衝突する。

② 容器内の気体の重心の速度は 0 なので，u_z の平均は 0。

③ (気体分子の速さの総和) $= N\overline{u}$ であり，容器内の体積 $V = Sh$ であるから，

(入射頻度) $= \left(\dfrac{|u_z|}{2h}\text{の総和}\right) \div S = \dfrac{1}{2hS}\dfrac{N\overline{u}}{2} = \dfrac{N\overline{u}}{4V}$ 。

④ 理想気体の状態方程式 $pV = NkT$ より，$\dfrac{N}{V} = \dfrac{p}{kT}$ 。

---

(2)〜(4) の解答の過程

(2) (単位時間に発生するジュール熱) = (電流) × (電圧) $= I \times rI$

(3) (抵抗) = (抵抗率) × (長さ) ÷ (断面積) であるから，$r_0 = \dfrac{\rho L}{a}$ 。

(4) 検流計を流れる電流 $\mathit{\Delta} I = 0$ のとき，R_1 の抵抗器を流れる電流を J とおくと，R_2 の抵抗器を流れる電流も J となる。また，金属線を流れる電流は I で，R_3 の抵抗器を流れる電流も I となる。検流計の上下の電位が等しいので，

$R_1 J = r_o I$ および $R_2 J = R_3 I$ 。よって，$R_3 = R_2\dfrac{J}{I} = R_2\dfrac{r_0}{R_1}$ 。

---

(5)〜(7) の解答の過程

(5) (4) と同様に R_1 の抵抗器を流れる電流を J とおくと，$R_1 J = RJ = r_0 I_0$ より，

$J = \dfrac{r_0 I_0}{R}$ 。可変抵抗器を流れる電流は，$I_0 + J = \dfrac{I_0(R + r_0)}{R}$ 。

また $R_3 = R_2\dfrac{J}{I} = R\dfrac{r_0 I_0}{I_0} = r_0$ より，可変抵抗器での電圧降下は $E - 2r_0 I_0$ 。

(6) R_1 の抵抗器を流れる電流を J とおくと，R_2 の抵抗器を流れる電流は $J - \mathit{\Delta} I$，R_3 の抵抗器を流れる電流は $I + \mathit{\Delta} I$ 。検流計の上下で電位が等しいことから，

$rI = RJ \cdots$(i)　および　$r_0(I + \mathit{\Delta} I) = R(J - \mathit{\Delta} I) \cdots$ (ii) 。

(イ) (ii) 式より $J - \mathit{\Delta} I = \dfrac{r_0(I + \mathit{\Delta} I)}{R}$ 。

(ロ) (i)，(ii) 式の辺々を引くと，$(r - r_0)I - r_0\mathit{\Delta} I = R\mathit{\Delta} I$ 。

(7) (2) の関係式から，　$r_0 \times 11^2 = c \times 1.0 + Q_0 \cdots$(iii)

および　$r_0 \times 13^2 = c \times 2.2 + Q_0 \cdots$(iv) 。

(iv)，(iii) 式の辺々を引いて $48\,r_0 = 1.2\,c$ 。$c = 40\,r_0$ を代入して $Q_0 = 81\,r_0$ 。

(ハ)　$r_0 I^2 = 0 + Q_0 = 81\,r_0$ 。よって，$I = \sqrt{81} = 9$ mA 。

(ニ)　$r_0 \times 10^2 = 40\,r_0 \times p + 81\,r_0$ より，$p = \dfrac{100 - 81}{40} = 0.475$ 。

答		
(1)	①	$\dfrac{\lvert u_z\rvert}{2h}$
	②	0
	③	$\dfrac{N\overline{u}}{4V}$
	④	$\dfrac{p}{kT}$
(2)		$rI^2 = cp + Q_0$
(3)		$\dfrac{r_0\,a}{\rho}$
(4)		$\dfrac{R_2\,r_0}{R_1}$
(5)		$\dfrac{(E - 2r_0\,I_0)R}{I_0(R + r_0)}$
(6)	(イ)	$\dfrac{r_0(I + \mathit{\Delta} I)}{R}$
	(ロ)	$\dfrac{(R + r_0)\mathit{\Delta} I}{I}$
(7)	(ハ)	9.0 mA
	(ニ)	0.48 Pa