

大阪公立大学（仮称）一般選抜 個別学力検査等  
前期日程 理科（物理基礎・物理）

「解答例」

第1問

問1  $\sqrt{2gR}$

問2 小球1の速さ  $\frac{2(1+e)}{3}\sqrt{2gR}$  小球2の速さ  $\frac{2-e}{3}\sqrt{2gR}$

問3  $\frac{2}{3}(1-e^2)MgR$

問4  $\frac{3\sqrt{2}}{4} - 1 < e \leq 1$

問5  $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{3R}{g}\left\{\frac{4}{9}(1+e)^2 - 1\right\}}$

問6  $\frac{m}{M+m}\sqrt{2gR}$

問7  $(M+m)g \sin \theta$

問8 周期  $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$  最高点における  $\theta$   $\frac{\sqrt{2}m}{M+m}$

第2問

問1  $\frac{1}{2}r^2\omega$

問2 誘導起電力の大きさ  $\frac{1}{2}Br^2\omega$   $P_1$  端のほうが高電位。

問3  $\frac{B^2r^3\omega}{2R}$

問4  $O_2P_2$ 中では電流が $P_2 \rightarrow O_2$ の向きに流れる。このとき導体棒は  $d$  の向きの力を受けるため、回転は  $d$  の向き。

問5  $\frac{1}{4R}Br^2(2\omega - \omega')$

問6  $\omega_2 = 2\omega$ 、消費される電力は0。

第3問

問1

過程	気体の吸収する熱量	気体が外部にする仕事
A→B	正	正
B→C	ゼロ	正
C→D	負	負
D→A	ゼロ	負

問2  $\frac{V_C}{V_B} = \left(\frac{T_H}{T_L}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$        $\frac{V_D}{V_A} = \left(\frac{T_H}{T_L}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$        $\frac{V_A V_C}{V_B V_D} = 1$

問3 A→B の過程は等温変化なので内部エネルギーの変化が無い。従って、熱力学第一法則より、気体が熱源とやりとりする熱量の大きさはこの過程で気体が行う仕事の大きさと等しく、仕事の大きさは斜線部分の面積として求められる。

問4  $Q_H = \frac{RT_H}{2} \left( \frac{V_B}{V_A} - \frac{V_A}{V_B} \right)$

問5  $Q_L = \frac{RT_L}{2} \left( \frac{V_C}{V_D} - \frac{V_D}{V_C} \right)$

問6  $e = 1 - \frac{T_L}{T_H}$

問7 曲線 A'B' 上の体積を  $V'$ 、圧力を  $p'$  とすると  $V' = V \frac{V_D}{V_A}$ 、 $p' = p \frac{p_D}{p_A}$  である。

A' では  $V'_A = V_A \frac{V_D}{V_A} = V_D$ 、 $p'_A = p_A \frac{p_D}{p_A} = p_D$  となるため、A' は D と一致する。

B' では問2の結果およびボイルの法則を用いると  $V'_B = V_B \frac{V_D}{V_A} = V_C$ 、 $p'_B = p_B \frac{p_D}{p_A} = p_C$

となるので、B' は C と一致する。

曲線 AB 上での圧力と体積は  $pV = RT_H$  を満たすため、 $p'$  と  $V'$  は

$$p'V' = pV \frac{p_D V_D}{p_A V_A} = RT_H \frac{RT_L}{RT_H} = RT_L$$

を満たす。従って、曲線 A'B' は曲線 DC に一致する。

$Q_H$  は曲線 AB 下側の斜線部の面積、 $Q_L$  は曲線 DC 下部の面積に等しい。曲線 A'B' と

曲線 AB の関係から  $Q_L = \frac{T_L}{T_H} Q_H$ 。熱効率は  $e = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$  となる。