

# 2014年度 佐賀大学 (物理学)

## 概要

### (試験概要)

解答方式	大問数	難易度	点数	時間
	2問	標準		2科目 90分

### (設問別分析)

問題番号	領域	難易度	内容
1	熱力学	標準	熱サイクル
2	電磁気学	易しい	電磁誘導

**(傾向・対策)** 基礎・標準的な問題が大半を占めているが、本年度の大問1の後半のように、少し計算力を要するような問題や難問も見受けられる。標準的な問題を確実に解ききれるようにした上で、少しレベルの高い問題にも慣れておくことで差別化をはかれるだろう。

## 問題 1

問 1 ピストン内部の圧力を  $p_A$  とおくと、力のつり合いより、

$$p_A = p_0 + \frac{Mg}{S}$$

このときのピストンの底からの高さを  $l_A$  とすると、 $V_A = Sl_A$ 。よって、理想気体の状態方程式より、

$$\begin{aligned} p_A Sl_A &= nRT_A \\ \therefore l_A &= \frac{nRT_A}{(p_0 + \frac{Mg}{S})S} \end{aligned}$$

問 2 このときのピストンの体積を  $V_B$ 、温度を  $T_B$  とおく。すると、シャルルの法則より、

$$\begin{aligned} \frac{V_A}{T_A} &= \frac{V_B}{T_B} \\ \therefore T_B &= \frac{V_B}{V_A} T_A = 5T_A \end{aligned}$$

問 3 気体の定積熱容量を  $C_v$  とおくと、

$$\Delta U_{AB} = nC_v(T_B - T_A) = \frac{3}{2}nR(5T_A - T_A) = 6nRT_A$$

問 4 定圧変化なので、気体のした仕事は

$$w_{AB} = p_A \Delta V = p_A(V_B - V_A) = 4nRT_A$$

問 3 の結果も踏まえると、熱力学の第一法則より、

$$Q_{AB} = \Delta U_{AB} + w_{AB} = 10nRT_A$$

問 5 状態 C の温度を  $T_C$  とすると、エネルギー保存則より、

$$\begin{aligned} C_L(T_C - T_L) &= nC_v(T_B - T_C) \\ \therefore T_C &= \frac{2C_L T_L + 15nRT_A}{2C_L + 3nR} \end{aligned}$$

問 6 このサイクル中に気体のした仕事  $W$  は、

$$W = w_{AB} - w_{AC} = \frac{30nRT_A + 3C_L T_L + 5C_L T_A}{2C_L + 3nR} nR$$

よって、このサイクルの熱効率  $e$  は、

$$e = \frac{W}{Q_{AB}} = \frac{30nRT_A + 3C_L T_L + 5C_L T_A}{10(2C_L + 3nR)T_A}$$

## 問題2

問1 電磁誘導の法則より,

$$V_{emf} = vBL$$

問2 問1の結果より,

$$I = \frac{V_{emf}}{R} = \frac{vBL}{R}$$

問3 金属棒に働く力の大きさ  $F$  は,

$$F = IBL = \frac{v(BL)^2}{R}$$

よって, 外力のする仕事の仕事率  $P$  は,

$$P = Fv = \frac{(vBL)^2}{R}$$

問4 問1の結果より,

$$Q = CV_{emf} = vCBL$$

問5 金属棒に電流は流れていないので力は働かず, ゆえに, 外力がする仕事はゼロ。

問6 外力がした仕事は, 誘導起電力がした仕事に等しく,

$$w = QV_{emf} = C(vBL)^2$$