

平成 1 7 年度

大学院博士前期課程(修士)入学試験問題

工業熱力学

注意事項：問題の解答にあたっては，解答用紙に指示してある問題  
番号、解答の仕方に従って記入すること

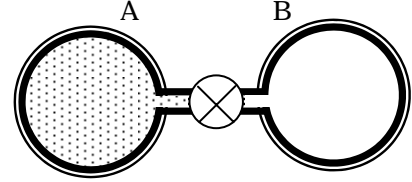
(解答用紙 3 枚、草案用紙 1 枚)

岡山大学大学院自然科学研究科(工学系)

機械システム工学専攻(機械系)

## 工業熱力学

- 【1】右図に示すように，熱容量の無視できる2個の容器 A, B があり，導管で結ばれている．その途中にコックを設け，最初，容器 A には気体を満たし，容器 B は真空にしておく．次に，コックを開き，平衡状態にした．なお，2 個の容器は外部との間の熱交換はない．



- (1) 熱力学第一法則より，この系では内部エネルギーが一定に保たれることを示せ．
- (2) 上述のように，内部エネルギー一定で気体が自由膨張をする際，容積変化に対する温度変化を表す係数，すなわち， $-(T/v)_u$  を求めよ．ただし，一般に次の関係式が成り立つ．  

$$du = c_v dT + [T(P/T)_v - P]dv$$
 ここで， $u, T, v, P, c_v$  はそれぞれ，比内部エネルギー，温度，比容積，圧力，定積比熱である．  
 以下，容器内の気体が理想気体の場合について問う．
- (3)  $-(T/v)_u$  の値はどうか．
- (4) コックを開けた後，平衡状態になるまでの容器 A, B の中の気体の温度はそれぞれどのように変化するか述べよ．

- 【2】ある理想気体が状態 1 から可逆断熱圧縮されて状態 2 となる．次に，熱量  $Q_1$  が供給されて定圧膨張し，状態 3 となる．その後，熱量  $Q_2$  を放出しながら定積変化により状態 1 に戻る．ここで，圧縮比  $\gamma = V_1/V_2$ ，比熱比とする．ただし， $V_1, V_2$  は状態 1, 2 における容積である．このサイクルについて次の問いに答えよ．

- (1)  $P-V$  (圧力-容積) 線図および  $T-S$  (温度-エントロピー) 線図を描け．ただし，状態 1～3 および熱の流れを明示せよ．
- (2) 理論熱効率を  $\eta$  および  $\gamma$  で表せ．
- (3) 平均有効圧 (絶対仕事を行程容積で除した値) を  $\bar{P}$  および状態 1 における圧力  $P_1$  で表せ．

【3】高温熱源を A , 低温熱源を B として , 熱機関を運転し , 仕事を発生させる . ここで , 高温熱源 A および低温熱源 B は , とともに質量  $m$  (一定) , 比熱  $c$  (一定) の物体である . 初めの状態では , 高温熱源の温度は  $T_A$  , 低温熱源の温度は  $T_B$  である . 熱機関を運転すると , 高温熱源の温度は降下し , 低温熱源の温度は上昇する . 両熱源の温度がともに  $T_F$  となったときに , 熱機関は停止する . すなわち ,  $T_A > T_F > T_B$  の関係が成り立つ .

- (1) 熱機関が停止するまでに , 外部に対して行う仕事  $W$  を  $m , c , T_A , T_B , T_F$  を用いて表せ .
- (2) 系全体のエントロピー - の変化は正もしくはゼロに等しいことから , 初めの状態の高温熱源および低温熱源の温度  $T_A , T_B$  および最後の状態の両熱源温度  $T_F$  の間で成り立つ関係を導け .
- (3) 最大仕事  $W_{max}$  を  $m , c , T_A , T_B$  を用いて表せ .