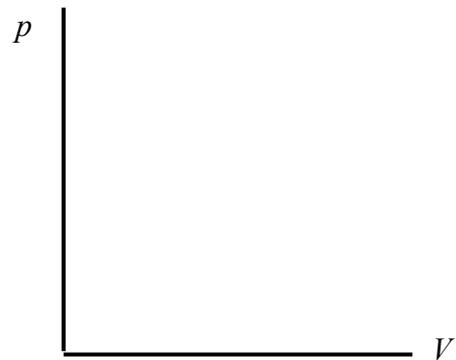
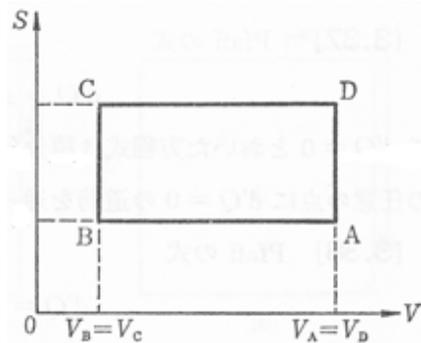


1. 以下の空欄を埋めよ。導出過程も示すこと。  
 (1) 理想気体1molを断熱不可逆的に $V_1$ から $V_2$ に膨張させる。但し、仕事は行われぬとする。このとき、気体の $\Delta T$ は[1]となり、気体とその周囲の $\Delta S$ は、各々[2] [3]で表わせる。もし、膨張が等温可逆的に行われると、気体とその周囲の $\Delta S$ は、各々[4] [5]と表わせる。

(2) 理想気体を、準静的断熱過程で、状態1 ( $p_1, V_1, T_1$ ) から状態2 ( $p_2, V_2, T_2$ ) に移す。この際、気体がなす仕事を全て熱に変え、状態2にある気体に体積を一定に保って加えたとき、気体の温度は[6]となる。

(3) 異なった温度 $T_1, T_2$ にある2つの物体が、一定圧力下で接触し、熱平衡となった。ただし、物体の定圧熱容量はそれぞれ $C_{p1}, C_{p2}$ とする。熱平衡状態での温度 $T_F$ は[7]となる。全エントロピー変化は[8]となり ( $T_F$ を使う)、その符号は[9]である。

2. 理想気体に、次の $S$ - $V$ 図で示すサイクルを行わせる。ただし、 $\alpha = V_B/V_A, \gamma = C_p/C_V$  ( $C_p, C_V$ は一定) とする。  
 (1)  $p$ - $V$ 図を描け。(A, B, C, Dを図中に入れる)  
 (2) 外界から入る熱と仕事を求めよ。(  $C_p, C_V, p_A, p_B, T_i, V_i, (i=A,B,C,D)$  で表わす)



$\Delta Q_{AB} =$

$\Delta W_{AB} =$

$\Delta Q_{BC} =$

$\Delta W_{BC} =$

$\Delta Q_{CD} =$

$\Delta W_{CD} =$

$\Delta Q_{DA} =$

$\Delta W_{DA} =$

3. 以下の問いに答えよ。導出過程も示すこと。

(1) 閉じた系で簡単な系（体積変化以外の仕事がない）の場合の平衡条件は、熱力学変数を用いて、以下の5つの場合にどのように表わせるかを式で示せ。

系の  $V, S$  が一定 :

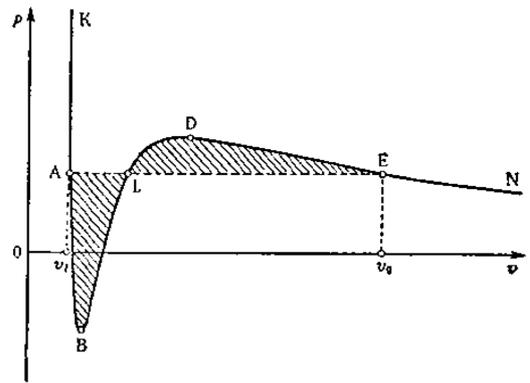
系の  $p, S$  が一定 ( $p = p^{(e)} = \text{一定}$ ) :

断熱 :

系の  $V, T$  が一定 ( $T = T^{(e)} = \text{一定}$ ) :

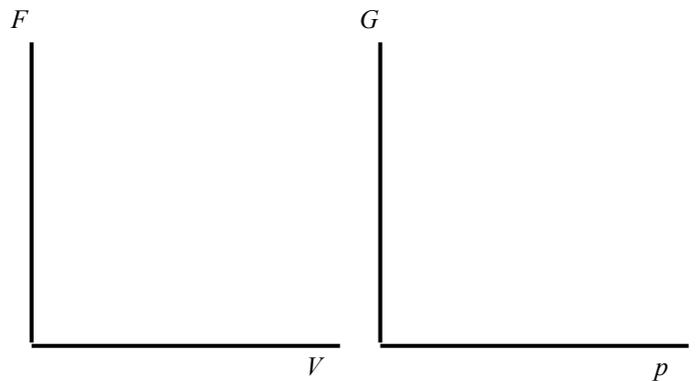
系の  $p, T$  が一定 ( $p = p^{(e)} = \text{一定}, T = T^{(e)} = \text{一定}$ ) :

(2) 下図はファンデルワールスの状態方程式の  $p$ - $V$  図である。



状態 A と状態 E が熱平衡にあるための3つの必要条件を示せ。

$F$ - $V$  図と  $G$ - $P$  図を描け（図中に、上記の状態 A, L, E を記入すること）。そのように描ける理由を、数式を使って説明せよ。



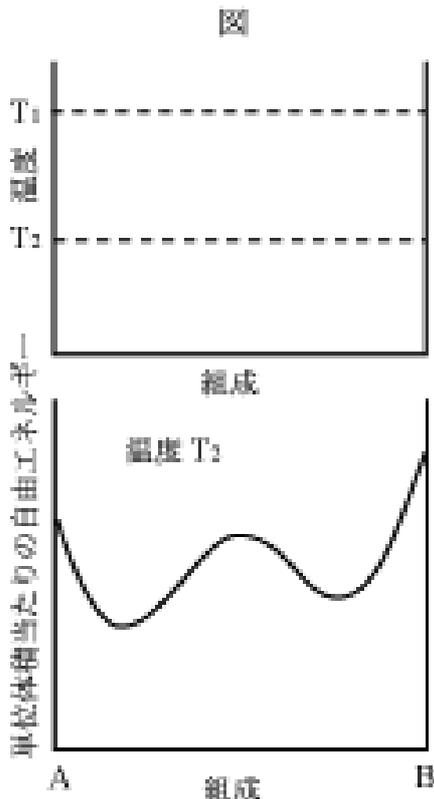
4. 純成分 A, B からなる 2 元系の固溶体を考える。固溶体の自由エネルギーのモデルとして混合のエントロピーを取り入れた理想固溶体、混合のエントルピーを取り入れた正則固溶体のモデルが知られている。

(1) A, B 原子の組成を  $x_A, x_B$  として、混合のエントロピー  $\Delta S$  を書け。

(2) A-A, B-B, A-B のそれぞれのボンドのエネルギーを  $e_{AA}, e_{BB}, e_{AB}$  として、相互作用パラメータ  $\Omega$  を書け。

(3) 理想固溶体では  $\Omega=0$  であるが、その物理的な意味を述べよ。

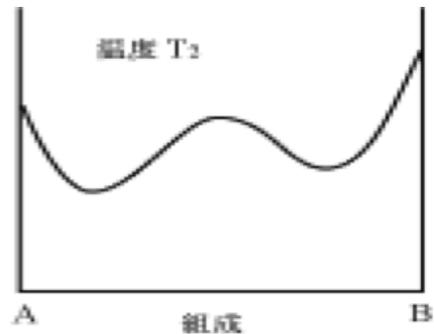
(4) この固溶体は、温度  $T_1$  以上では全率固溶体であるが、 $T_0$  以下では相分離して、 $T_2$  では下図のような自由エネルギー曲線を示す。 $\Omega$  の符号を示し、下図に共存曲線、スピノーダル曲線を描け (図中に  $T_0$  を示せ)。



5. 核形成の古典論について、以下の問いに答えよ。

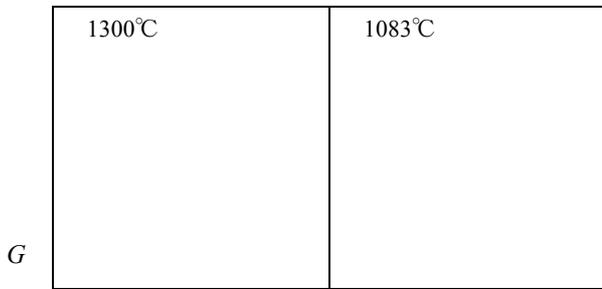
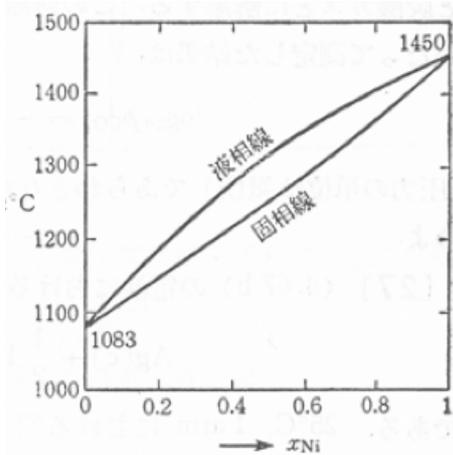
(1) 均一核生成の古典論によれば、一辺が  $r$  の立方体状の新相の核形成に伴う自由エネルギー変化  $\Delta G$  はどのように表わされるかを式と図で示し、臨界核エネルギー  $\Delta G^*$  と半径  $\Delta r^*$  を計算して求めよ。新相形成に伴う単位体積あたりの自由エネルギー変化を  $\Delta G_v$ 、界面張力を  $\gamma$  とする。

(2) 核生成は、準安定領域で生じる。下図の自由エネルギー vs 組成曲線を用いて、この温度における準安定状態を示す組成域を示し、それが安定ではない理由を説明せよ。



6. 状態図について以下の問いに答えよ。

(1) Cu-Ni 合金は、固相でも液相でも良く混ざり合い、この系を理想的固溶体、理想溶液と仮定する。1300°Cと 1083°Cでの自由エネルギーvs組成図を描け。

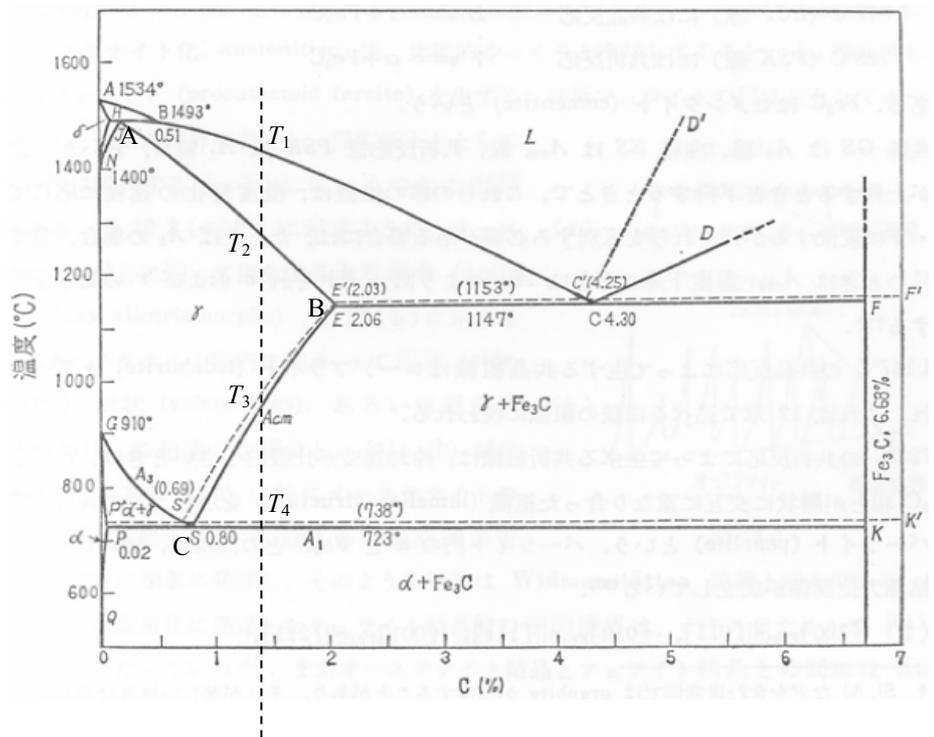


$x_{Ni}$

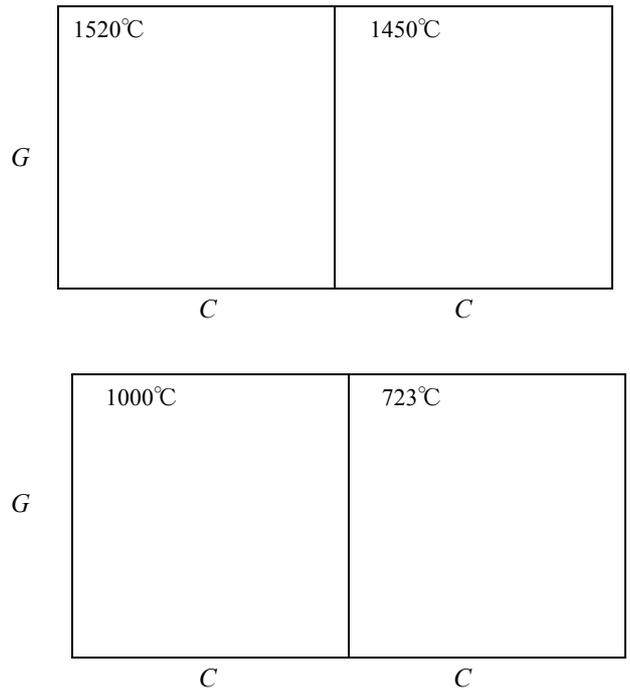
$x_{Ni}$

(2) 下図は鉄の状態図を示す。炭素濃度  $C=1.3wt\%$ の組成の鉄を熔融状態から徐冷した時の相変化を説明せよ。

説明



(3) (2)の状態図で、1520°C、1450°C、1000°C、723°Cでの自由エネルギーvs組成図を描け



(4) ギブスの相律により、下記の点の自由度を求めよ。

点 A

点 B

点 C