

2025 年 1 月 20 日 筆記用具以外持込み不可 定規は使用可

※ 下記のように記号と意味を対応させて解答せよ。これら以外に必要な物理量は各自定義して解答せよ。

Q : 熱量 L : 仕事 U : 内部エネルギー S : エントロピー T : 絶対温度 P : 圧力 V : 体積
 H : エンタルピー F : ヘルムホルツの自由エネルギー G : ギブスの自由エネルギー C_V : 定積比熱
 C_P : 定圧比熱 W : 微視的力学的状態数 Z : 分配関数(状態和) μ : 化学ポテンシャル n : 粒子数
 N : 物質のモル数 k_B : ボルツマン定数 N_A : アボカドロ定数 R : モル気体定数

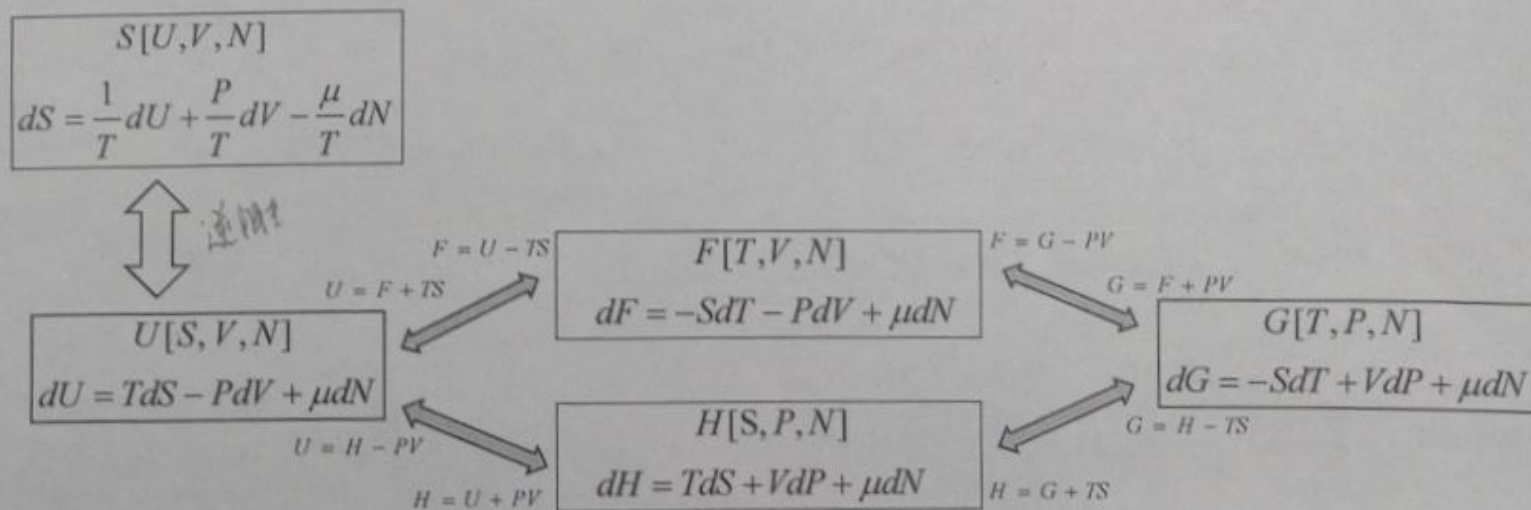
1. 熱力学変数を示量変数と示強変数に分類

2. 系に対するエネルギー(熱, 仕事, 物質)の流れ
 熱力学の第一法則を図で表現(式で表現)

3. 熱力学関数の数学的関係性

U を S, V, N を変数とするとき, 偏微分を用いて, 全微分 . . .

. . . ルジャンドル変換は . . .



※

例えば, (U から F へ), (F から G へ), (F から U へ), (G から F へ), のルジャンドル変換をやってみよ
 偏微分係数と熱力学諸量の数学的関係を確認し, 導出できるようにしておくこと

4. Gibbs の相律

$$2 + c = f + p$$

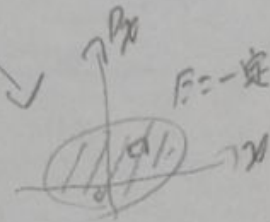
	c	p	f
..... の場合			

5. O-xyz 直交座標系の原点近傍で質量 m の質点が 3 次元的振動している場合を考える.

ポテンシャルエネルギー, 運動エネルギー

位相空間での微視的力学的状態数の数え方

$$p_x = m\dot{x}$$



6. 熱力学的記述

比熱とエントロピーの関係

 $dG = 0$ と $dG < 0$ とは?

束一的性質の現象と本質

理想気体, 理想溶液, 実在気体, 実在溶液

$$C_v[T]$$

$$S = k_B \ln W$$

7. 束一的性質の熱力学的記述とその本質

グラフ
図示と記述説明
 $\mu[T]$

格子モデル

エントロピーの変化
どの程度の何の

8. エントロピーが支配する具体的現象の熱力学的説明

記述
ゴム弾性の熱力学的特性

9. 二元合金状態図の見方 平衡状態での出現相とその割合 てこの原理

10. 自身の理解度の自己評価

事項とそうである理由

素直に問

1

図1はAl-Si系の二元平衡状態図である、空欄を埋めよ、

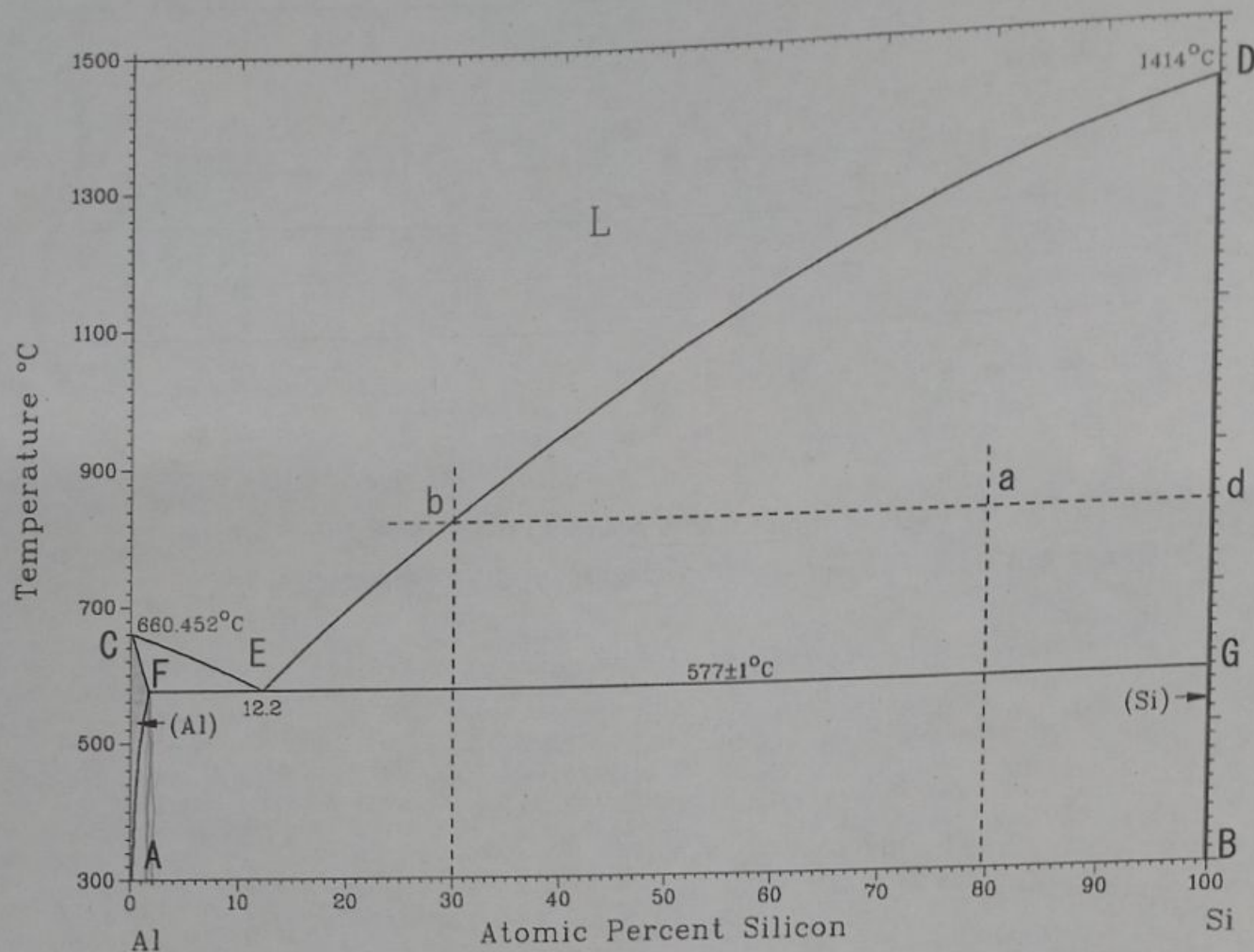


図1 Al-Si系の二元平衡状態図

C点はAlの融点で、それは660.452°Cである、

Siの融点は1414°Cである、

図の(AI)と示してある領域は固溶体であり、Alと同じf.c.c.構造を示す、

その固溶限は1.5 at% Siである、

図中のLの領域は液体であり、すべての組成で均一に混じっている、

Eは共晶点であり、この組成でLの状態からゆっくり温度を低下させると、577°Cでは、Alと

FのAl固溶体

Siが同時に析出する、

GのSi固溶体

80 at% Siのa点でこの材料を保持すると、d点のSiと30 at% Siの液体が

80-30 : 100-80
5 : 2の割合で生ずる、

この状態から温度を低下させると、液体の濃度は、Al富組成へ変化する、

(=>) 固相

abの間の割合でd
adの割合でb

2 以下の設問 (1) ~ (4) に解答しなさい、

(1) 物理的関係式を基に基本単位から組立単位は組み立てられている、以下の SI 組立単位を SI 基本単位 (長さ [m], 質量 [kg], 時間 [s]) を用いて空欄 [①] ~ [④] に表現しなさい、

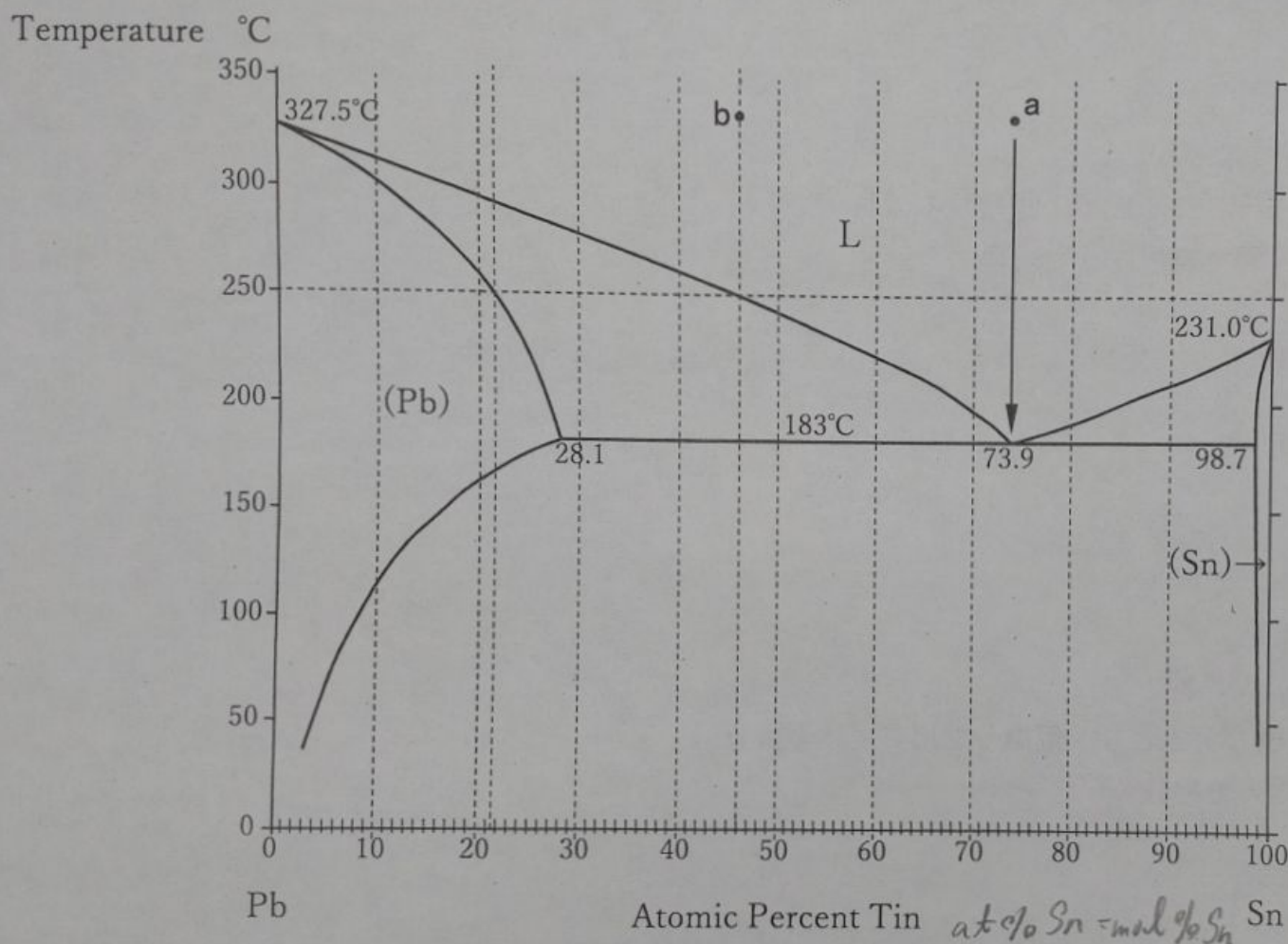
力の単位(Newton): $1[\text{N}] = 1[\text{ ① }]$, 仕事の単位(Joule): $1[\text{J}] = 1[\text{ ② }]$

圧力の単位(Pascal): $1[\text{Pa}] = 1[\text{ ③ }]$, 仕事率の単位(Watt): $1[\text{W}] = 1[\text{ ④ }]$

(2) 圧力: P 一定の下で, 系への熱: Q の出入りの向き, 系の内部エネルギー: U の変化, 系の体積: V の変化を定義・図示し, 熱力学の第一法則を説明しなさい, ただし, 物理量: $*$ の微分量を $d*$ とする,

(3) 定圧下での熱力学の第二法則について図示し, 第一法則と組み合わせてクラウジウスの不等式を導きなさい, ただし系のエントロピーを S , 外系の温度を $T_{\text{外}}$, 圧力を $P_{\text{外}}$ とし, 物理量: $*$ の差分量を $\Delta*$ とする,

(4) Pb-Sn 二元状態図について下記の空欄 [①] ~ [⑮] を埋めなさい,



錫の融点は 231.0 °C である, (Pb) の領域は鉛の 固相 である, この合金の共晶点は 73.9 at% Sn,

183 °C であり, この組成の a 点から温度を下げてゆくと, 共晶温度で 98.7 at% Sn の (Sn) と (28.1) (Pb)

28.1 at% Sn の (Pb) が, 45.8 : 24.8 の割合で析出する, b 点から温度を下げてゆくと 250 °C で (98.7) (Sn) (24.8) (45.8)

21.2 at% Sn の (Pb) が析出し始め, さらに温度を下げてゆくと, 液相の錫の濃度は徐々に 増加 し, 73.9 at% Sn に至る,