

試験時間は 60 分。\*はスペシャル問題。

1\* ダイヤモンド格子について次の問いに答えよ。

- (1) ダイヤモンド格子の格子点を、立体的にわかりやすく描画せよ。
- (2) ダイヤモンド格子の最稠密面を、ミラー指数を用いて示せ。

2 過飽和水蒸気中での液滴（半径  $r$ ）の発生を考え、Gibbs-Thomson 式について答えよ。

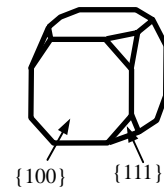
- (1) 曲率半径の小さい液体は平衡蒸気圧が高い。その理由を説明せよ。
- (2)  $\mu^L(r)$  の化学ポテンシャルをもつ液滴分子が、1 個増加したときの自由エネルギー変化は、バルクの化学ポテンシャル  $\mu^L(\infty)$  よりも  $2v_L\gamma/r$  だけ大きい。この関係と、次の近似式を用い Gibbs-Thomson 式を導け。

$$\mu^v - \mu^L(\infty) = kT \ln(p_{(r)} / p_e)$$

(Gibbs-Thomson 式は  $\ln \frac{p_{(r)}}{p_e} = \frac{2v_L\gamma}{kTr}$  )

3 均一相から別の相が出現する現象を相転移と呼ぶ。物質の状態は①エネルギー  $E$  の低い秩序正しい状態と、②エントロピー  $S$  の大きな無秩序な状態、これら相反する2つの要素の競合によって決まってくる。融液の温度を下げると、なぜ結晶化が起きるのかを、これらの観点から熱力学的に説明せよ。

4 右の図に示すようなプリズム状の結晶がある。成長速度が  $\{100\}$  面よりも  $\{111\}$  面の方が遅いとき、この結晶は最終的にどのような形に変化するかを予測して描画せよ。



5 溶液中の結晶化過程は、Step1: 溶質の結晶表面への拡散（物質移動定数  $k_d$ ）、Step2: 溶質の結晶格子への配列（速度定数  $k_r$ ）の2つの速度過程でモデル化できる。

- (1) Step1 と Step2、それぞれの速度過程を数式で表現せよ。ただし、用いた濃度の記号には説明を付け、その違いを明確にしておくこと。
- (2) これらの速度過程は直列と考えられるが、その理由を示せ。

6\* この講義では結晶化現象を一つの題材として説明しながら、「熱力学」、「平衡論」および「速度論」を説明してきた。これら3つの考え方の一部あるいは複数を応用して、新素材、新材料、新商品あるいは新たな操作法の開発を行いたい。君たちなら、どんなアイデアを出しますか。その基本となる理論を提示しながら、自由に発想し説明せよ。