

試験日 : 2025 年 9 月 13 日 (土)

入試種別 : 大学院入学試験(4 月入学)修士課程 秋期試験

学部・研究科: 先端理工学研究科 応用化学コース

科目名 : 専門科目

問題 1 [無機・無機材料系 1]

解答又は解答例

$$(a) 500 \text{ Pa} \times \frac{4.00}{4.00+1.00} + 300 \text{ Pa} \times \frac{1.00}{4.00+1.00} = 560 \text{ Pa}$$

(b) 蒸気中の物質 **A** モル分率は

$$500 \text{ Pa} \times \frac{4.00}{4.00 + 1.00} \div 560 \text{ Pa} = 0.71$$

蒸気中の物質 **B** のモル分率は

$$1.00 - 0.71 = 0.29$$

(c) 蒸気を集めて凝縮させ、再び平衡に達したときの蒸気圧は

$$500 \text{ Pa} \times 0.71 + 300 \text{ Pa} \times 0.29 = 442 \text{ Pa}$$

蒸気中の物質 **B** のモル分率は

$$300 \text{ Pa} \times 0.29 \div 442 \text{ Pa} = 0.20$$

【出題意図】 理想溶液とドルトンの分圧の法則の理解を求めた。

問題 2 [無機・無機材料系 2]

解答又は解答例

I

- (1) (100)は 0.354nm. (111)は 0.204nm
- (2) $\approx 74\%$
- (3) 4

II

リン (P) はシリコンより価電子が 1 つ多く、n 型半導体を形成する。ドーピングにより、伝導帯近くにドナー準位が形成され、電子が容易に伝導帯へ移動できるようになり、電気伝導性が向上する。

III

(1) ショットキー欠陥：陽イオンと陰イオンがペアで格子から抜け出し、空孔が形成される。フレンケル欠陥：イオン（通常は陽イオン）が格子位置から外れて、格子間位置に移動する浸透圧、光散乱、GPC、粘度測定（これらのうち 2 つ選択）

(2) 空孔や格子間イオンがイオンの移動を助け、イオン伝導性が向上する。欠陥準位がバンドギャップ内に形成され、吸収スペクトルの変化や色の変化が起こることがある。

【出題意図】 I では結晶の基礎事項の知識の確認問題である。II は不純物半導体の基礎事項の知識の確認問題である。III ではイオン結晶の欠陥について基礎的知識を確認している。

問題3 [有機・高分子系1]

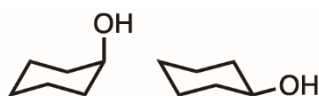
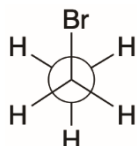
解答又は解答例

I (1) (5点) sp^3 混成軌道



(2) (5点) 次の5つ。

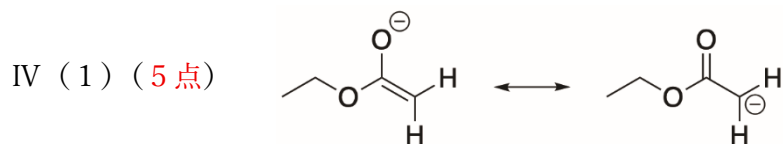
II (1) (5点)



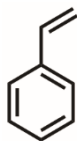
(2) (5点)

III (1) (5点) $(CH_3)_3C^+$

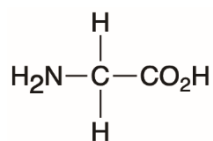
(2) (5点) カルボカチオンは平面構造を持つため求核剤は両側から攻撃でき、生成物はラセミ化しやすい。一方、 S_N2 反応は求核剤の攻撃と脱離基の脱離が同時に進行する一段階反応である。このとき求核剤は脱離基と反対側から攻撃するため、立体配置が反転する。これをワルデン反転という。 S_N1 反応は第3級炭素で起こりやすく、 S_N2 反応は立体障害の小さい第1級炭素で起こりやすい。



(2) (5点) アセトン



V (1) (5点)



(2) (5点)

【出題意図】有機化学に関する基礎学力および専門科目に対する理解度を総合的に評価するため、基本概念、反応機構、重要用語を中心とした問題を出題した。加えて、基礎知識をもとに論理的に考察する力や、今後の専門的学修・研究活動に必要となる基盤的能力についても確認することを目的としている。

問題4 [有機・高分子系2]

解答又は解答例

I

(1) ① ポリエチレンテレフタレート ② 重縮合

(2) ③ アニオン ④ カチオン

II

(1) 核生成した結晶からラメラが放射状に延びて球状になったもの。

(2) 結晶ラメラからでた分子鎖が非晶領域に入る構造

III

浸透圧、光散乱、GPC、粘度測定（これらのうち2つ選択）

【出題意図】Ⅰでは高分子の重合方法の基礎事項の知識の確認問題である。Ⅱは高分子結晶の高次構造に関する問題で、Ⅲでは分子量の測定法に関する問題である。高分子の重合、分子構造、分子量について基礎的知識を問うている。

問題5 [分析・物理化学系Ⅰ]

解答又は解答例

Ⅰ

(a) 4.0 kJ mol^{-1}

(b) -3.5 kJ mol^{-1}

Ⅱ

(a) $\ln K_2 - \ln K_1 = \Delta_r H^\circ / R(1/T_1 - 1/T_2)$

(b) 4.4 kJ mol^{-1}

問題6 [分析・物理化学系2]

Ⅰ

(1) $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^- \quad K_a = [\text{H}^+][\text{A}^-] / [\text{HA}]$

(2) $[\text{H}^+] = [\text{A}^-] \quad [\text{HA}] = (\text{近似}) C_0 \text{ より、} [\text{H}^+] = \sqrt{C_0 K_a} \quad \text{pH} = -1/2(\log C_0 + \log K_a)$

II

(1) $E = h\nu = hc/\lambda$

(2) $1 \div 1000 \text{ (cm)} = 1 \times 10^{-5} \text{ m}$ $3.0 \times 10^8 / 400 \times 10^6 = 0.75 \text{ m}$ $1 \times 10^{-10} \text{ m}$

(3) 電磁波を試料に照射すると、(振動準位間の遷移、強い磁場によりゼーマン分裂した安定な状態の核 スピンの反転、原子がつくる面の間における回折・蛍光 X 線放射・光電子放出に伴う X 線の吸収) が起こり、その現象によって現れるピークの位置から定性分析が、ピーク強度から定量分析ができる。