

2025年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名:専門科目)

2024年9月7日(土)

| | | | |
|------|--|----|--|
| 受験番号 | | 氏名 | |
|------|--|----|--|

次の6問のうち、3問を選んで答えなさい。別紙解答用紙には、必ず解答する問題番号を記入した上で、解答しなさい。

問題1 [無機・無機材料系1]

問1 HSAB 則 (Hard and Soft Acids and Bases rule) は、結合の種類ならびに結合の強弱についての経験則である。次の HSAB 則における「硬い酸」と「軟らかい塩基」の定義についての文章の空所 A~F に当てはまる最も適当な用語を書きなさい。また、硬い酸、硬い塩基、軟らかい酸、軟らかい塩基の代表的な例を一つずつ書きなさい。

硬い酸・・・電荷が (A)、サイズが (B)。分極され (C) 陽イオン。

軟らかい塩基・・・電気陰性度が (D)、サイズが (E)。分極され (F) 中性分子または陰イオン。

問2 結晶場理論より、次の錯体の5つのd軌道の分裂の様子を簡単に書きなさい。また、錯体の配位構造、磁性および色についてそれぞれ説明しなさい。なお、コバルトは原子番号が27で3価のイオン、銅は原子番号が29で2価のイオンである。

(1) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6] \text{Cl}_3$ (黄色)

(2) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4] \text{Cl}_2$ (青紫色)

2025年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2024年9月7日(土)

| | | | |
|------|--|----|--|
| 受験番号 | | 氏名 | |
|------|--|----|--|

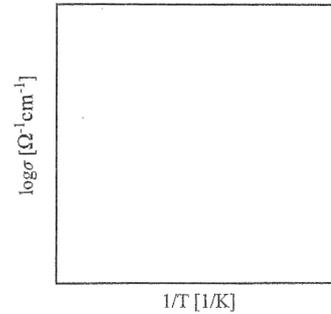
問題2 [無機・無機材料系2]

I 金属と半導体の電気伝導率の温度依存性について、以下の問いに答えなさい。

(1) 電気伝導率 σ [$\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$] の温度 T [K] の対する依存性を示す右図 ($\log \sigma$ vs T^{-1}) を解答用紙に書き写し、金属と半導体の代表的な挙動をそれぞれ実線と破線で書き込みなさい。

(2) 金属、半導体の電気伝導率の温度依存性の以下のキーワードを用いて 50~150 字程度で説明しなさい。

キーワード: 自由電子、キャリアー、バンドギャップ



II 純ジルコニアおよび部分安定化ジルコニアについて、以下の問いに答えなさい。

(1) 純ジルコニア ZrO_2 粉末を圧粉成形し、1650°Cで常圧焼結を行った。焼結体はち密にはならず、一部が割れていた。この理由について 50~150 字程度で説明しなさい。

(2) 部分安定化ジルコニアは非常に高い靱性を示す。その理由を 50~150 字程度で説明しなさい。

2025年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2024年9月7日(土)

| | | | |
|------|--|----|--|
| 受験番号 | | 氏名 | |
|------|--|----|--|

問題3 [有機・高分子系1]

I 次の各問いについて答えなさい。

- (1) アセチレンの炭素原子の混成軌道は、 sp^3 混成軌道、 sp^2 混成軌道、 sp 混成軌道のいずれであるか、答えなさい。
- (2) 三フッ化ホウ素とテトラヒドロフランから生成する酸塩基錯体について、テトラヒドロフランはブレンステッド酸・ルイス酸・ブレンステッド塩基・ルイス塩基のいずれに分類されるか、答えなさい。

II 次の各問いについて答えなさい。

- (1) 1-クロロプロパンをC1-C2結合に沿って眺め、最も安定な立体配座のNewman投影式を描きなさい。
- (2) いす形配座の1,1-ジメチルシクロヘキサンを描き、アキシアル位にあるメチル基、およびエクアトリアル位にあるメチル基をそれぞれ示しなさい。

III 次の各問いについて答えなさい。

- (1) $(CH_3)_3C^+$ 、 $(CH_3)_2C^+H$ 、および $CH_3C^+H_2$ のうち、もっとも不安定なカルボカチオンはどれであるか、答えなさい。
- (2) S_N2 反応について、「遷移状態」「脱離基」および「ワルデン反転」の言葉を必ず用いて150字程度で説明しなさい。図を用いて説明してもよい。

IV 次の各問いについて答えなさい。

- (1) アリルラジカルの共鳴構造を、共鳴関係を意味する矢印も含めて描きなさい。
- (2) フェノールの pK_a とメタノールの pK_a とでは、一般にどちらの方が大きい値を示すか、答えなさい。

V 次の各問いについて答えなさい。

- (1) ケト-エノール互変異性体間の平衡は、一部の例外を除いて、一般的にエノール側とケトン側のどちらに偏っているか、答えなさい。
- (2) アラニンの構造式を描きなさい。ただし、立体化学は問わない。

2025年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2024年9月7日(土)

| | | | |
|------|--|----|--|
| 受験番号 | | 氏名 | |
|------|--|----|--|

問題4 [有機・高分子系2]

- I. 高分子は一般的に分子量が1万以上の化合物とされる。下記の問いに答えなさい。
- (1) 分子量が1万以上を“高分子”とする理由を答えなさい。
 - (2) 分子量が数千の化合物を何というか答えなさい。
 - (3) ポリスチレンの分子量が1万を超えるのは繰り返しユニットの数を n とするといくつの時になるか計算しなさい。ただし末端構造は考慮しなくてよい。
- II. ビニル化合物 $\text{CH}_2=\text{CHX}$ (Xは置換基)の重合法について下記の問いに答えなさい。
- (1) Xが-CNの時の最適な重合方法はラジカル重合、カチオン重合、アニオン重合のうちどれか答えなさい。また、その理由も答えなさい。
 - (2) Xが-ORの時の最適な重合方法はラジカル重合、カチオン重合、アニオン重合のうちどれか答えなさい。また、その理由も答えなさい。

2025年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2024年9月7日(土)

| | | | |
|------|--|----|--|
| 受験番号 | | 氏名 | |
|------|--|----|--|

問題5 [分析・物理化学系1]

次の問い (I および II) に答えなさい。必要であれば、気体定数には $R = 8.3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\log_e 4 = \ln 4 = 1.4$ 、 $\log_e 0.25 = \ln 0.25 = -1.4$ を用いなさい。

I 理想気体とみなせる 27°C の窒素 N_2 について、圧力を等温的に (a) 2.0 bar から 8.0 bar まで、および、(b) 2.0 bar から 0.50 bar まで変化させたとき、モルギブズエネルギー変化 ΔG_m をそれぞれ求めなさい。

II (a) ファントホッフの式を書きなさい。ただし、温度 T_1 における平衡定数を K_1 、温度 T_2 における平衡定数を K_2 、標準反応エンタルピーを $\Delta_r H^\circ$ 、気体定数を R とし、 $\Delta_r H^\circ$ はこの温度範囲で一定とする。また、(b) ファントホッフの式を使って、温度を 200 K から 400 K に上げたとき、平衡定数が4倍になるような標準反応エンタルピーの値を求めなさい。

2025 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2024 年 9 月 7 日(土)

| | | | |
|------|--|----|--|
| 受験番号 | | 氏名 | |
|------|--|----|--|

問題 6 [分析・物理化学系 2]

次の問い (I~IV) に答えなさい。必要であれば、定数は次の値を用いなさい。

プランク定数: $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J s, 電気素量: $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, 光速: $c = 3.0 \times 10^8$ m s⁻¹

I 以下の波長の電磁波について、そのエネルギーを求めなさい。

(1) 200 nm (2) 1.2 μ m (3) 2.0 m

II フッ化ほう素 BF₃ 分子の形は正三角形であり、F-B-F 角は 120° であることが知られている。原子価結合法により結合の形成を考えた場合、混成軌道を形成しているのは B と F のどちらの原子か、また、どのような混成軌道を形成していると考えられるか答えなさい。

III Ca²⁺、K⁺、Cl⁻の電子配置はいずれも 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶ である。これら 3 つのイオンのイオン半径は大きい方からどのような順になるか答えなさい。また、そのような順になる理由について説明しなさい。

IV 原子番号 Z の水素型原子の 2s オービタルの動径波動関数 $R_{2,0}(r)$ は以下のように表される。水素原子 ($Z=1$) の 2s オービタルの動径節の位置 r をボーア半径 a_0 を用いて表しなさい。

$$R_{2,0}(r) = \frac{1}{8^{1/2}} \left(\frac{Z}{a_0} \right) \left(2 - \frac{Zr}{a_0} \right) e^{-Zr/2a_0}$$