

2026 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)

2026 年 2 月 21 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 [無機化学系 1]

I. オキシ塩化ジルコニウムを原料に用いてジルコニア粉末を合成し、熱処理をおこなった。次の問いに答えなさい。

(1) オキシ塩化ジルコニウム水溶液を塩基で中和させて、その沈殿を 100℃で乾燥させ、完全に脱水したときに生成する物質を化学式で答えなさい。ただし、結晶水は書かなくてよい。

(2) (1) で生成した物質を 1000℃で仮焼して冷却したときに生成する物質の結晶系を答えなさい。

(3) (2) で生成した物質を高温にすると立方晶になった。このときの結晶構造を鉱物名を用いて答えなさい。

II. 包晶の形成を含む相図に関する下記の問いに答えなさい。

(1) 2成分系(成分 A と B) の包晶の形成が含まれている典型的な相図を描き、包晶反応の起こる箇所を一つ矢印で示しなさい。

(2) (1) で描いた相図中、包晶点における包晶反応の進行中の組織を描きなさい。

2026 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)

2026 年 2 月 21 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 2 [無機化学系 2]

次の問い (I, II) に答えなさい。

I (1) イオン結晶の格子エネルギーについて、30 字から 50 字で説明しなさい。

(2) 以下の表に示す熱力学データから、NaCl 結晶の格子エネルギーを求めなさい。

	生成熱, ΔH_f kJ mol ⁻¹	解離熱, ΔH_D kJ mol ⁻¹	昇華熱, ΔH_s kJ mol ⁻¹	電子親和力, E_{EA} kJ mol ⁻¹	第一イオン化エネルギー, I kJ mol ⁻¹
NaCl	-410.9				
Na			+108.4		+495.4
Cl ₂		+241.8			
Cl				+348.5	

II 以下のような電池式で示される電池について、以下の問いに答えなさい。



(1) 正極と負極で起こる反応をそれぞれ書き、全電池反応を書きなさい。

(2) 水素の圧力を 1.atm としたとき、温度 T におけるこの電池の起電力 E はどのように表されるか書きなさい。ただし、 H^+ と Cl^- の活量をそれぞれ $a(\text{H}^+)$ 、 $a(\text{Cl}^-)$ とし、水素は理想気体であるとする。また、ファラデー定数は F 、気体定数は R 、この電池の標準起電力は E^0 としなさい。

2026 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)

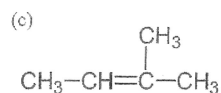
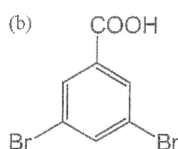
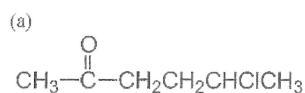
2026 年 2 月 21 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 3 [有機化学系 1]

I 次の問いに答えなさい。

(1) 次の構造式で表される化合物を、それぞれ命名しなさい。なお、IUPAC 名または一般的に使用される慣用名のいずれかで答えてもよい。



(2) 2,3-ジヒドロキシブタン酸 ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$) に可能なすべての立体異性体の構造を示しなさい。

II 一般に、アルデヒドはケトンよりも求核付加反応を受けやすい。その理由について 150~200 字程度で説明しなさい。

III 次の (a)~(c) の各反応式において、空所に入る構造式をそれぞれ書きなさい。

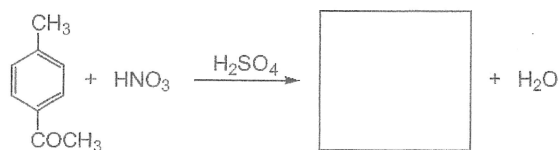
(a) 求核置換反応 ($\text{S}_\text{N}2$)



(b) Wittig 反応



(c) 芳香族求電子置換反応 (ニトロ化)



2026 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)

2026 年 2 月 21 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 4 [有機化学系 2]

- I チオフェンは五員環複素芳香族化合物としてベンゼンと同様の芳香族性を示すことが知られている。
- (1) チオフェンが芳香族性を有すると判断される理由を、Hückel 則を用いて 100 字程度で説明しなさい。
- (2) チオフェン分子における硫黄原子の孤立電子対のうち、どの電子対が芳香族性に寄与するかを、分子軌道の観点から 100 字程度で説明しなさい。
- II 次の有機酸のうち、最も酸性が強いものを選び、その理由を 50 字程度で説明しなさい。
- (1) 酢酸 CH_3COOH
- (2) クロロ酢酸 ClCH_2COOH
- (3) トリクロロ酢酸 CCl_3COOH
- III エタン ($\text{CH}_3\text{-CH}_3$) の C-C 結合まわりの回転によって生じる
エクリプス形 (eclipsed) とスタッガード形 (staggered) について、次の問いに答えなさい。
- (1) どちらのコンフォメーションがより安定か。
- (2) その理由を Newman の投影式を書き 50 字程度で説明しなさい。

2026 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)

2026 年 2 月 21 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 5 [物理化学系 1]

次の問い I、II に答えなさい。必要ならば、定数は次の値を用いなさい。

気体定数 $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

I 定容モル熱容量が C_V である完全気体 1 mol を、以下に示す 4 つの過程で可逆的に変化させた。

過程①: 体積 V_1 から V_2 への一定温度 T_h での膨張

過程②: 温度 T_h から T_c への一定体積 V_2 での冷却

過程③: 体積 V_2 から V_1 への一定温度 T_c での収縮

過程④: 温度 T_c から T_h への一定体積 V_1 での加熱

次の問い (1) ~ (3) に答えなさい。

- (1) 各過程における系の内部エネルギー変化 ΔU をそれぞれ求めなさい。
- (2) 1 サイクル (初期状態 → 過程① → 過程② → 過程③ → 過程④ → 元の状態に戻る) を経て、系がした仕事を求めなさい。
- (3) 過程①と過程②における系のエントロピー変化 ΔS をそれぞれ求めなさい。

II 標準圧力 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) における液体のベンゼンのモル体積は $89 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 、沸点は $80 \text{ }^\circ\text{C}$ 、その蒸発熱は 31 kJ mol^{-1} である。標準圧力にある液体のベンゼン 1.0 mol が沸点で全て気体になる状態変化について、次の問い (1) ~ (5) に答えなさい。なお、ベンゼン蒸気は完全気体としてふるまうものとし、圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で一定とする。

- (1) エンタルピー変化 ΔH を求めなさい
- (2) エントロピー変化 ΔS を求めなさい
- (3) 内部エネルギー変化 ΔU を求めなさい
- (4) ギブズ自由エネルギー変化 ΔG を求めなさい
- (5) この状態変化の自発性に及ぼすエンタルピー項とエントロピー項の影響について、論じなさい

2026 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)

2026 年 2 月 21 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [物理化学系 2]

I 以下の (a) ~ (e) を調べる方法として最も適した分析法を、選択肢から一つずつ選びなさい。

- (a) 工業廃水中に含まれるカドミウムを定量する。
- (b) 有機合成反応後、生成物にカルボニル基が導入されたかどうかを迅速に確認する。
- (c) 清涼飲料水中に含まれる合成着色料を定量する。
- (d) リチウムイオン電池の電極材料の酸化還元挙動を評価する。
- (e) 表面処理された触媒の表面白金含有量と化学状態を深さ方向で評価する。

[選択肢]

X 線光電子分光法, 赤外吸収分光法, サイクリックボルタンメトリー, 高速液体クロマトグラフィー, 原子吸光分光法

II ある水溶液に含まれる金属錯体を、紫外可視分光法により定量を行った。セル長 1.00 cm、測定波長におけるモル吸光係数は $1.20 \times 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ である。以下の問いに答えなさい。

- (1) 吸光度 A 、セル長 l 、モル吸光係数 ϵ 、モル濃度 c を用いて、Lambert-Beer の法則を表す関係式を書きなさい。
- (2) 測定した吸光度が 0.150 であったとき、水溶液中の金属錯体のモル濃度を求めなさい。

III $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ Ag}^+$ と $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ Pb}^{2+}$ を含む 25°C の水溶液に、NaCl の粉末を少しずつ加えてよくかき混ぜた。AgCl および PbCl_2 の 25°C における溶解度積 K_{sp} をそれぞれ $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol dm}^{-3})^2$ および $1.6 \times 10^{-5} (\text{mol dm}^{-3})^3$ とするとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) AgCl の塩が生じはじめる時の水溶液中の Cl^- のモル濃度を求めなさい。
- (2) 水溶液中の 99% の Ag^+ が AgCl として沈殿した時点において、 PbCl_2 の沈殿が生じているかを考察しなさい。