

令和 8 (2026) 年度
学習院大学大学院
自然科学研究科・化学専攻
博士前期課程
試験区分 (一般・秋期)
入学試験問題

9:00～12:00	
化学	

令和 8 年度（2026 年度）

学習院大学大学院

自然科学研究科 化学専攻 博士前期課程

一般入学試験問題

（秋期募集）

化 学

注意事項

1. この問題冊子には，無機化学・有機化学・物理化学の 3 分野の問題がまとめられています。表紙を含めて 6 ページあります。印刷等が不鮮明な箇所があったら，早めに申し出なさい。
2. 3 分野すべてに解答しなさい。解答用紙は 1 分野毎に 1 枚とし，分野名・問題番号等も明記しなさい。解答用紙が不足した場合は，裏面を使用しなさい。
3. 試験中に机の上に置けるものは，鉛筆・シャープペンシル・ボールペン（いずれも黒または青のみ）と，消しゴム，計時機能のみの時計，受験票です。通信機能付きの時計やスマートフォン等の通信機器は電源を切って鞆の中にしまってください。これらの通信機器は時計として使用することもできません。

無機化学

問1 表1には、周期表の第3周期の元素について、最外殻電子の有効核電荷、第一イオン化エネルギー、電子親和力の値が示されている。それらの値を参考に以下の問いに答えなさい。

表1. 周期表第3周期元素の電子的性質

元素	最外殻電子の有効核電荷	第一イオン化エネルギー (eV)	電子親和力 (eV)
Na	2.51	5.138	0.548
Mg	3.31	7.642	≤ 0
Al	4.07	5.984	0.441
Si	4.29	8.151	1.385
P	4.89	10.485	0.747
S	5.48	10.360	2.077
Cl	6.12	12.966	3.617

- (a) 最外殻電子の有効核電荷は原子番号の増加に伴ってどのような傾向を持つのか、その理由とあわせて答えなさい。
- (b) 第一イオン化エネルギーを I 、電子親和力を E_a としてマリケンの電気陰性度(χ_M)の定義式を答えなさい。また、その式から原子番号の増加に伴って電気陰性度はどのような傾向を持つことになるのか答えなさい。
- (c) 電気陰性度(χ)の値を用いて二元系化合物の結合性を分類できるファンアーケル・ケテラーの三角形を図1に示す。縦軸は2つの構成元素の χ の差、横軸はそれらの χ の平均値である。A~Cのそれぞれは、金属結合性、共有結合性、イオン結合性のうちどの結合性を強く示す領域か答えなさい。
- (d) (c)で領域Aに対して選択した結合性となる理由を、(b)で読み取った χ の傾向を考慮して説明しなさい。

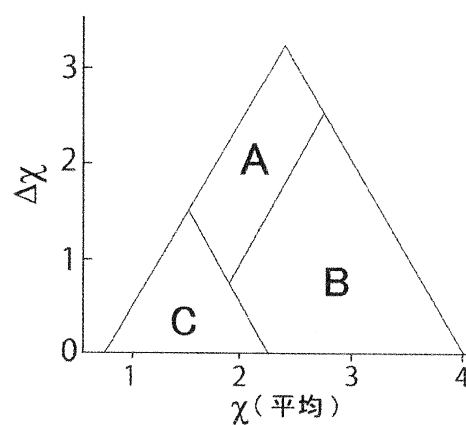


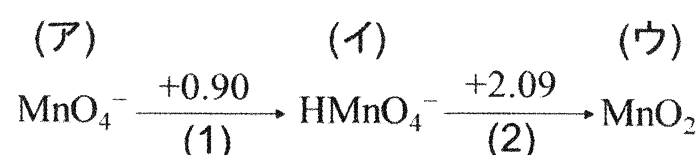
図1 ファンアーケル・ケテラーの三角形.

問2 エチレンジアミン四酢酸 (EDTA) を用いた滴定に関する以下の問いに答えなさい。以下では解離していない状態の EDTA を H_4Y と表記する。

- (a) $0.1\text{ M NH}_4\text{Cl}$ 水溶液と 0.1 M NH_3 水溶液を用いて、 $\text{pH}=10$ の緩衝溶液を調製するとき、どんな割合で混合すればよいか答えなさい。ただし、 NH_3 の塩基解離定数 $K_b = 2 \times 10^{-5}$ 、 H_2O のイオン積 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ とする。
- (b) 0.010 M の Ca^{2+} 水溶液を 0.010 M EDTA 溶液で滴定するとする。 $\text{pH} = 10$ のとき当量点では Ca^{2+} が何%反応しないで残るか、有効数字1桁で答えなさい。ただし、 $\text{CaEDTA} (\text{CaY}^{2-})$ の錯生成定数を $K_f = 5 \times 10^{10}$ とする。また、 $\text{pH}=10$ のとき、EDTA に由来する錯形成していないすべての化学種のうち Y^{4-} の割合を 0.35 とする。
- (c) EDTA 滴定の際、緩衝溶液を使う必要がある。その理由を説明しなさい。

問3 遷移金属化合物の反応または合成に関する以下の問いに答えなさい。

- (a) CaWO_4 を用いてタングステンの単体を合成する際の 2 つの化学反応式を書きなさい。また、タングステンの単体の特徴とその特徴を生かした用途を述べなさい。
- (b) マンガンを含む 3 つの化学種に関する酸性溶液中のラチマー図を以下に示す。
(i)から(iii)の問いに答えなさい。



- (i) (ア)から(ウ)に入るそれぞれの化学種中のマンガンの酸化数を答えなさい。
また、(ア) の酸化数をとるマンガンイオンの基底状態の電子配置を答えなさい。
- (ii) 過程(1)の例にならって、過程(2)の還元半反応について反応式と標準電位を書きなさい。
例： $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{HMnO}_4^- \text{ (1)} \quad E^\circ_{(1)} = +0.90\text{ V}$
- (iii) HMnO_4^- が MnO_4^- と MnO_2 に不均化するときの反応をイオン反応式で表しなさい。また、その反応の標準反応ギブズエネルギーを、ファラデー定数 F を用いて答え、不均化するか論じなさい。ただし、計算の過程も示すこと。

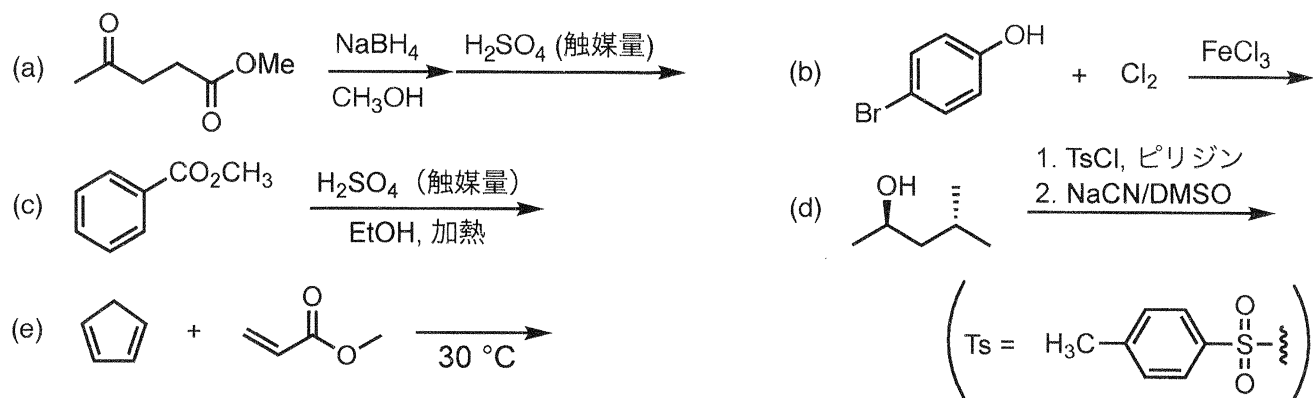
有機化学

問1 「誘起効果」と「共鳴効果」の違いを，具体的な例を挙げた上で説明しなさい。

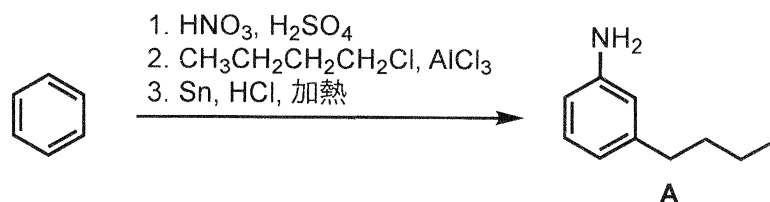
問2 カルボカチオンに関連するつぎの問いに答えなさい。

- (a) カルボカチオンのカチオン炭素の三次元構造を，VSEPR（原子価殻電子対反発）モデルに基づいて予想し，理由とともに答えなさい。
- (b) 第三級カルボカチオンは超共役の効果が大きいために，第一級，第二級カルボカチオンより安定である。超共役とは何か。相互作用する軌道の図を描いた上で簡潔に説明しなさい。

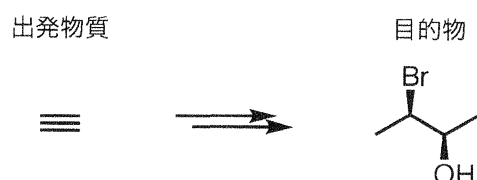
問3 つぎの反応の主生成物の構造式および反応機構を書きなさい（ただし，(a),(c)は反応機構は不要）。異性体が生成する可能性がある場合には，その化合物が主生成物となる理由も説明しなさい。



問4 つぎの反応式の方法では，望みの生成物 **A** を主生成物として得ることはできない。その理由を述べなさい。次に，この反応式で書かれている出発物から生成物 **A** を合成する適切な方法を書きなさい。



問5 エチンを出発物質に用いて，何段階かの反応を経て下に示す目的物を立体選択的に合成したい。適切な合成ルートを考案し，各段階で用いる反応剤と生成物の構造を示しなさい。



物理化学

問1 1 mol の理想気体からなる系が図1であらわす経路に沿って可逆的に変化する。図の AB 線は等温線, BC は断熱線を表す。A, B, C 各点における圧力と体積をそれぞれ $A(P_A, V_A)$, $B(P_B, V_B)$, $C(P_C, V_C)$, 気体定数を R , この気体の定積モル熱容量を C_V とする。以下の問いに与えられたパラメータを用いて答えなさい。

- (a) A 点の温度を答えなさい。
- (b) A 点から B 点へ気体に変化するとき, 気体の内部エネルギー変化はいくらか答えなさい。
- (c) A 点から B 点へ気体に変化するとき, 気体が外部にした仕事と, 外界から吸収した熱量をそれぞれ求めなさい。
- (d) A 点から B 点へ気体に変化するとき, 気体のエントロピー変化はいくらか答えなさい。
- (e) B 点と C 点での気体の温度をそれぞれ求めなさい。
- (f) B 点から C 点へ気体に変化するとき, 気体の内部エネルギー変化はいくらか答えなさい。
- (g) B 点から C 点へ気体に変化するとき, 気体が外部にした仕事と, 外界から吸収した熱量をそれぞれ求めなさい。

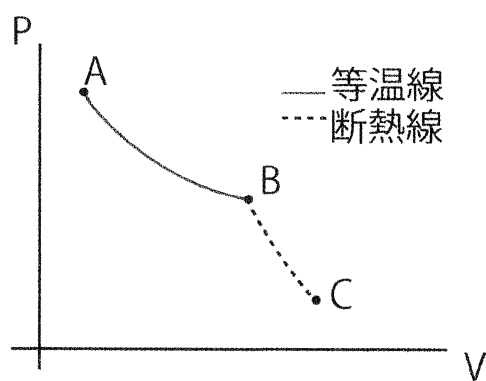


図1

問2 3次元の箱の中の粒子について、以下の問いに答えなさい。式に用いた文字のうち、問題に与えられている文字と演算記号を除くすべての文字について定義を記すこと。

(a) $0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$, $0 \leq z \leq c$ の範囲に閉じ込められた質量 m の粒子の運動を考える。閉じ込められた範囲ではポテンシャル $V=0$ であり、それ以外の領域では V が無限に大きいと考える。ポテンシャル $V=0$ の範囲におけるシュレーディンガー方程式を書きなさい。ただし波動関数を $\psi(x, y, z)$, エネルギーを E とする。ラプラシアンは x, y, z を使って書き下すこと。

(b) この問題の境界条件を書きなさい。

(c) 規格化された波動関数を求めなさい。答えのみでよいが、文字の意味を記すこと。 $0 \leq x \leq a$ の範囲に閉じ込められた1次元箱の中の粒子の波動関数が下式で与えられることを用いてよい。

$$\psi_n(x) = \left(\frac{2}{a}\right)^{1/2} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$$

(d) E を求めなさい。

問3 Lambert-Beer 則に関する次の問いに答えなさい。

(a) 強度 I の光が試料中を距離 dx だけ通過したときに光の強度の変化量が dI だった。 dI と dx が比例すると仮定したときに、 I , dI および dx の間に成り立つ関係式を定数 α (> 0) を用いて書きなさい。

(b) (a)の関係式から導かれる微分方程式を解いて、 $\log_e I$ を x で表しなさい。ただし、試料を通過する前の光の強度を I_0 とする。

(c) (b)で得られた式を変形して、底が10の指数関数で I を表しなさい。

(d) モル吸光係数を ε , 光路長を l , 濃度を c としたときの Lambert-Beer 則を式で示しなさい。

(e) モル吸光係数 ε が持つ次元を書きなさい。

(f) 吸収スペクトルを測定した溶液試料の、ある波長におけるモル吸光係数が $6.0 \times 10^4 \text{ L/(mol cm)}$ であった。このとき、この波長での試料分子1個あたりの吸収断面積の大きさを SI 単位で求めなさい。ただし、この溶液中に存在する溶質分子は1種類のみであり、溶媒はこの波長の光を吸収しないとする。

(注意)・答案は必ず提出すること。・太線内は必ず記入すること。

学習院大学大学院

課程	博士前期課程	研究科	自然科学研究科	専攻	化学専攻	受験番号		
試験科目	2026年度 一般入試(秋期募集) 化学			備考	解 答 用 紙		採点欄	

課程	博士前期課程	研究科	自然科学研究科	専攻	化学専攻	受験番号		
試験科目	2026年度 一般入試(秋期募集)			備考	解 答 用 紙		採点欄	
化学学								



(注意) ・答案は必ず提出すること。 ・太線内は必ず記入すること。

学習院大学大学院

課程	博士前期課程	研究科	自然科学研究科	専攻	化学専攻	受験番号			
試験科目	2026年度 一般入試(秋期募集)			備考	解 答 用 紙		採点欄		
化学									

