

2025年度名古屋大学大学院工学研究科

有機・高分子化学専攻、応用物質化学専攻、生命分子工学専攻

博士前期課程 入学試験問題

基礎部門

注意

1. 「基礎物理化学」「基礎有機化学」「基礎無機化学」「基礎生化学」の4科目から3科目を選択して解答すること。
2. この表紙の下にある科目欄に、選択した3科目を○で記入すること。
3. 受験番号は表紙も含めてすべての答案用紙に記入すること。
4. 選択しなかった問題の答案用紙には大きく斜線を記入すること。
5. 解答は答案用紙内の解答欄に直接記入すること。
6. 各問題に取りかかる前に、それぞれの問題のはじめに記入されている解答上の注意事項をよく読み、それに従って解答すること。
7. この冊子は取り外さずに解答を記入し、試験終了後に表紙も含めてすべて提出すること。
8. この冊子とは別に配布する草稿用紙（試験終了後回収する）にも受験番号を記入すること。

課 程	志 望 専 攻	受 験 番 号
前 期	専攻	

選択解答した3科目に○印を記入

基礎物理化学	基礎有機化学	基礎無機化学	基礎生化学

基礎物理化学	(1/2)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は2頁にわたり2問ある。全問解答せよ。		名古屋大学大学院工学研究科	

問1 ヘリウムガス、窒素ガスを理想気体とみなし、以下の問いに答えよ。導出過程も記し、答えは有効数字2桁で示せ。

必要があれば気体定数 $R = 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、ヘリウムガスの定圧熱容量 $C_p = 20.8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ も用いよ。

- (1) 2.0 mol のヘリウムを 300 K において可逆的に凝縮した際に、2000 J の熱を外界に放った。この場合の系のエントロピー変化 ΔS_1 を求めよ。
- (2) 2.0 mol のヘリウムを、温度を一定に保ったまま、1.0 atm から 2.0 atm まで変化させた時のエントロピー変化 ΔS_2 を求めよ。
- (3) 2.0 mol のヘリウムを、圧力を一定に保ったまま、300 K から 100 K まで変化させた時のエントロピー変化 ΔS_3 を求めよ。
- (4) 2.0 mol のヘリウムを 1.0 atm、300 K から 2.0 atm、100 K に変化させた場合の、エントロピー変化 ΔS_4 を求めよ。
- (5) 2.0 mol、1.0 atm、300 K のヘリウムと 4.0 mol、2.0 atm、300 K の窒素が、それぞれ容積が等しい2室に分かれて入っている。仕切りを取ったときの混合エントロピー $\Delta_{\text{mix}} S$ を求めよ。

解答欄

(1)	(導出過程)	(答)
(2)	(導出過程)	(答)
(3)	(導出過程)	(答)
(4)	(導出過程)	(答)
(5)	(導出過程)	(答)

基礎有機化学	(1/2)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は2頁にわたり2問ある。全問解答せよ。			名古屋大学大学院工学研究科

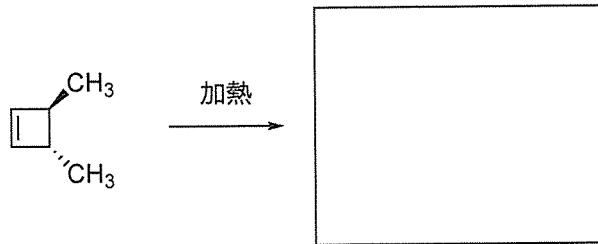
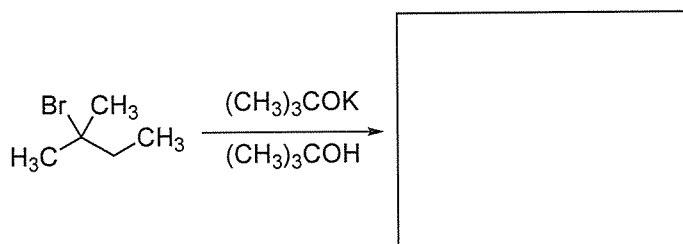
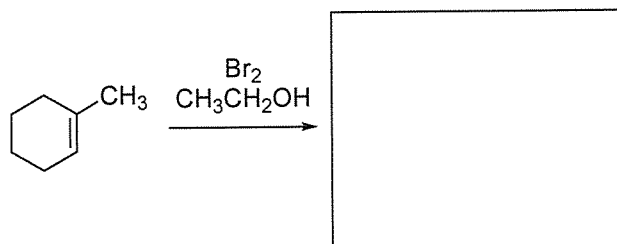
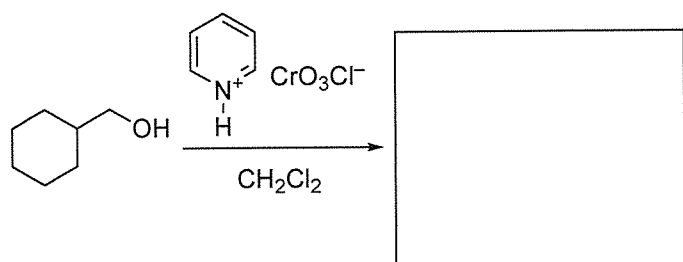
問1 以下の問いに答えよ。

- (1) 以下の化合物の組み合わせにおいて、(a)では下線部の水素の酸性度を、(b)では沸点を、それぞれ低い方から順に記号を並べよ。

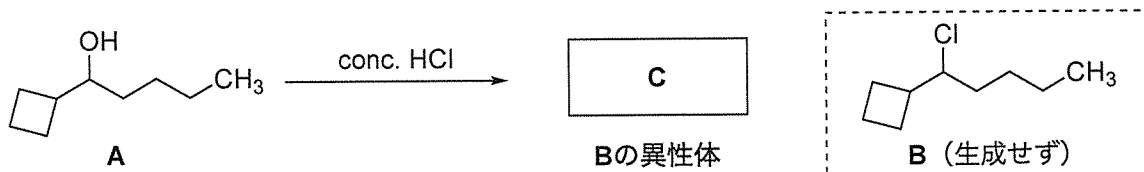
(a) あ： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ い： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$ う： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ (b) え： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ お： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ か： CH_3OCH_3

(a) 酸性度 低	<	<	酸性度 高	(b) 沸点 低	<	<	沸点 高
-----------	---	---	-------	----------	---	---	------

- (2) 以下の反応の主生成物の構造式を の中に記せ。立体化学が生じる場合には立体化学がわかるように示すこと。



- (3) 化合物 **A** を濃塩酸と反応させ、化合物 **B** の合成を試みたものの、化合物 **B** の異性体である化合物 **C** が主生成物として得られた。化合物 **C** の構造式を示せ。また、化合物 **A** から化合物 **C** に至る反応機構を電子の動きを表す曲がった矢印を用いて記せ。

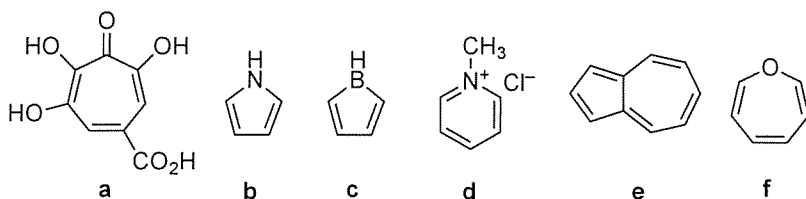


Cの構造式	(反応機構)

基礎有機化学	(2/2)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は2頁にわたり2問ある。全問解答せよ。			名古屋大学大学院工学研究科

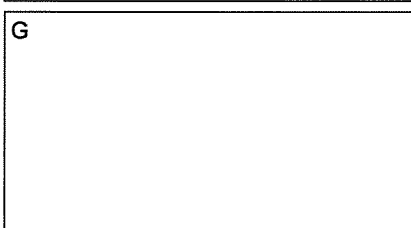
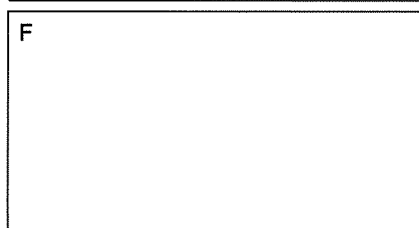
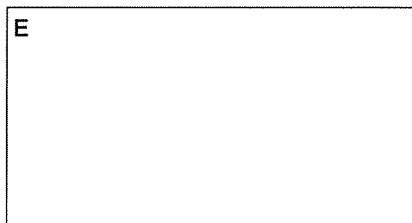
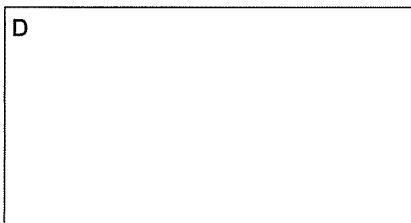
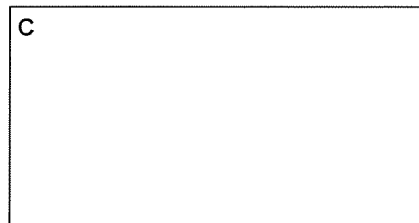
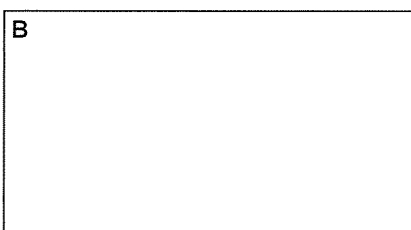
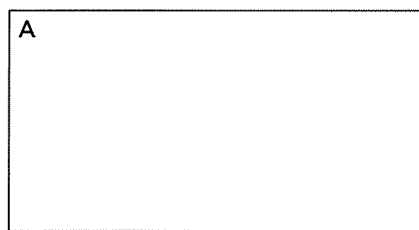
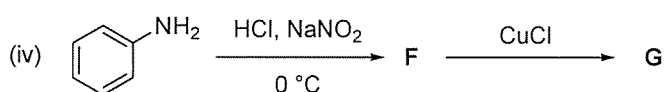
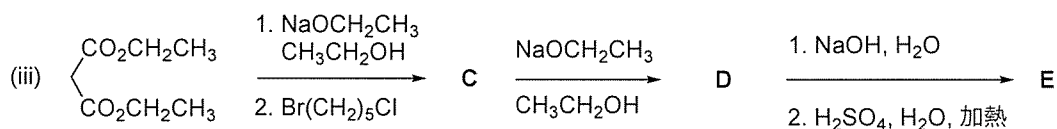
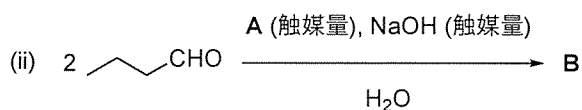
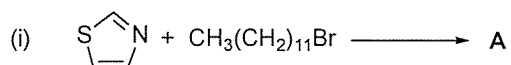
問2 以下の問いに答えよ。

- (1) 以下の化合物の中から、Hückel 則によれば芳香族と見なすことができるものの記号を の中にすべて列挙せよ。



芳香族化合物の番号

- (2) 以下の反応(i)～(v)の反応式で生成する出発物質由来の化合物 **A**～**G** を の中に化学構造式で示せ。



基礎無機化学	(1/4)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は4頁にわたり2問ある。全問解答せよ。			名古屋大学大学院工学研究科

問1 以下の問いに答えよ。

(1) P、 Co^{3+} 、Cu の基底状態の電子配置を例にならって示せ。

例: B $[\text{He}]2s^22p^1$

(2) P と S では、どちらの第一イオン化エネルギーが大きいのか、理由とともに答えよ。

(3) 次の(a)、(b)の各イオンのルイス構造をそれぞれ1つ描け。ただし、各原子はオクテット則を満たすとする。また、原子価殻電子対反発 (VSEPR) 理論により予測されるイオンの形を記し、その形となる理由を VSEPR 理論に基づいて説明せよ。

(a) PCl_4^+ イオン、(b) NO_3^- イオン

(4) 次の(a)、(b)の各反応式の左辺において、ルイス酸はどれか、答えよ。

(a) $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

(b) $\text{BF}_3 + \text{CH}_3\text{OCH}_3 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{O} \cdot \text{BF}_3$

(5) トリメチルアミン ($\text{N}(\text{CH}_3)_3$) とトリメチルホスフィン ($\text{P}(\text{CH}_3)_3$) のどちらがより強いブレンステッド塩基か、理由とともに 80 字程度で答えよ。ただし、理由には次の語をすべて含めること。

(語) 「共役酸」、「軌道」。

【解答欄は次頁へ】

基礎無機化学	(2/4)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は4 頁にわたり 2 問ある。全問解答せよ。			名古屋大学大学院工学研究科

問1 解答欄

(1)	P:	Co ³⁺ :	Cu:
(2)	イオン化エネルギーの大きい元素:		
	理由:		
(3)	(a) PCl ₄ ⁺ のルイス構造:		(b) NO ₃ ⁻ のルイス構造:
	(a) PCl ₄ ⁺ イオンの形: 理由:		(b) NO ₃ ⁻ イオンの形: 理由:
(4)	(a)		
	(b)		
(5)	より強いブレンステッド塩基:		
	理由:		

基礎無機化学	(3/4)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は 4 頁にわたり 2 問ある。全問解答せよ。			名古屋大学大学院工学研究科

問2 以下の問いに答えよ。

(1) 平面四角形構造である $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ について、以下の問いに答えよ。

- 1) 国際純正応用化学連合 (IUPAC) の無機化学命名法にしたがって、 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ の名称を答えよ。
- 2) 分子を $360^\circ/n$ だけ回転したとき分子が元と同じ形に見える場合、この操作を n 回回転といい、回転の軸を n 回回転軸 C_n という。 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ に存在するすべての C_2 軸を解答欄の図中に描け。
- 3) $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ 中でNi原子の3d軌道は分裂する。そのうち最も高いエネルギー準位の軌道の名称をすべて答えよ。
- 4) Ni^{2+} の四配位錯体は通常、 $[\text{NiBr}_4]^{2-}$ のように立体反発がより小さな四面体構造をとる。 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ が平面四角形構造をとる理由を、結晶場理論に基づき、 $[\text{NiBr}_4]^{2-}$ と比較して説明せよ。

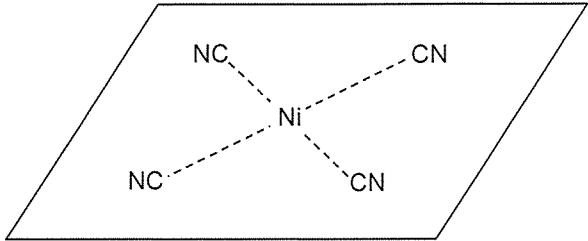
(2) $[\text{PdCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ について、以下の問いに答えよ。

- 1) $[\text{PdCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ には *cis* 体と *trans* 体の2つの異性体が存在する。この2つの異性体をそれぞれ図示せよ。なお、 NH_3 はN-H結合を詳細に描く必要はなく、 NH_3 としてよい。
- 2) 2つの異性体は、禁制律 (排他則) により、赤外分光測定とラマン分光測定を行うことで判別が可能である。この禁制律 (排他則) について50字程度で説明せよ。
- 3) *cis*- $[\text{PdCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ は点群 C_{2v} に属する。下記の化合物群から点群 C_{2v} に属する分子をすべて選び、答えよ。
化合物群: H_2O 、 NH_3 、 CH_4 、 CH_2Cl_2 、 CO_2 、 SO_2Cl_2 、 SF_6 、 POCl_3

【解答欄は次頁】

基礎無機化学	(4/4)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
	問題は4 頁にわたり 2 問ある。全問解答せよ。		

解答欄

(1)	1)		
	2)		
	3)		
	4)		
(2)	1)	<i>cis</i>	<i>trans</i>
	2)		
	3)		

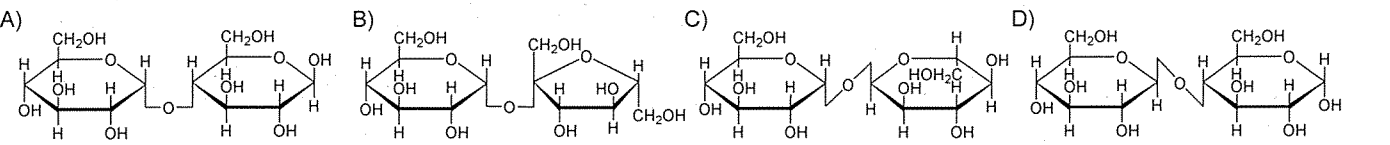
基礎生化学	(1/3)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は3頁にわたり2問ある。全問解答せよ。			名古屋大学大学院工学研究科

問1 糖および脂質についての次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に解答せよ。

糖や脂質は、細胞を構成する重要な分子である。糖はヒドロキシ基に富む炭化水素であり、極めて多様な異性体が存在する。単糖の異性体のうち、環状構造を形成することで生じる不斉炭素原子における異性体（ジアステレオマー）を **ア** と呼ぶ。それに対し、鎖状構造において1箇所の不斉中心のみで立体配置が異なっている単糖の異性体を **イ** と呼ぶ。単糖は **ウ** 結合を介して高分子を形成することができる。例えば、数個の単糖が連結した糖は **エ** と呼ばれる。^{a)}一方、多数の単糖が連結した高分子は多糖と呼ばれる。例えば、グルコースがβ-1,4 結合でつながった多糖は **オ** である。^{b)}糖には還元性を示すものがあるため、還元反応によって糖を検出することができる。

一方、脂質は生体膜を構成する重要な成分である。動物細胞の主な細胞膜構成成分として、リン脂質、糖脂質、 **カ** がある。脂質構成成分のうち、脂肪酸は水中で疎水部が内部に位置した球状の集合体である **キ** を形成するものが多い。^{c)}それに対し、リン脂質や糖脂質の多くは脂質二分子膜を形成することができる。脂質二分子膜に囲まれた水層をもつ閉鎖脂質小胞は **ク** と呼ばれる。

- (1) 空欄 **ア** ～ **ク** に適切な語句を入れよ。
- (2) 下線部(a)について、重要な多糖にペリンやヒアルロン酸などのグリコサミノグリカンがある。他の多糖と比べてグリコサミノグリカンに特有の化学構造上の特徴を述べよ。
- (3) 下線部(b)について、次の二糖のうち還元性を示すものの記号をすべて書け。



- (4) 下線部(c)について、リン脂質や糖脂質が **キ** 構造ではなく脂質二分子膜を形成する理由を40字程度で説明せよ。

解答欄

(1)	ア	イ	ウ
	エ	オ	カ
	キ	ク	
(2)			
(3)			
(4)			

基礎生化学	(2/3)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
		問題は3 頁にわたり 2 問ある。全問解答せよ。	
			名古屋大学大学院工学研究科

問2 酸化リン酸化に関する以下の設問 (1) ~ (6) に解答せよ。

- (1) 酸化リン酸化では、電子伝達と ATP の合成が共役している。この共役の仕組みを説明する化学浸透説とは何か。50~100 字程度で説明せよ。
- (2) 次の(a)~(d)のうち、ミトコンドリア内膜の膜間腔側で起こっている過程を1つ選んで記号で解答せよ。
 - (a) 複合体 I への NADH の結合
 - (b) 複合体 II におけるコハク酸の酸化
 - (c) シトクロム c による電子の運搬
 - (d) ATP 合成酵素による ATP の合成
- (3) 電子伝達系のタンパク質複合体において、プロトンの結合や遊離なしに電子伝達を担う補因子を2つ選び、その名称を解答せよ。
- (4) 電子伝達系の複合体 I、II、III、IVのうち、プロトンポンプとして働く複合体はどれか。該当する複合体の番号を全て解答せよ。
- (5) 電子伝達系においてキノンからシトクロム c への電子伝達とプロトンの汲み上げを共役させる機構を何と呼ぶか、名称を解答せよ。また、この機構に関わる複合体を複合体 I、II、III、IVの中から選び複合体の番号を解答せよ。
- (6) ミトコンドリア内膜では、pH は外側が内側よりも 1.40 低く、膜電位は 0.140 V で外側が正になっているとして、1 mol のプロトンをミトコンドリア内膜の外側から内側に移動することにより得られるギブズエネルギーの大きさを有効数字 3 桁で算出せよ。その際の計算式も示せ。なお、温度は 310 K とする。必要に応じて気体定数 $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1} \text{ V}^{-1}$ を用いよ。

【解答欄は次頁にある。】

基礎生化学	(3/3)	受 験 番 号	2025 年度大学院入試
			答案用紙
問題は3 頁にわたり 2 問ある。全問解答せよ。			名古屋大学大学院工学研究科

<解答欄>

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	<機構の名称>
	<複合体の番号>
(6)	<計算式と答え>