

化学生命系 3 専攻

専門部門 解答例

専 門	1	(2/2)	受 験 番 号	2026 年度大学院入試
				答案用紙
			問題は2頁にわたり1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)	導出過程 等温可逆過程なので、 $w_1 = RT \ln(p_1/p_2) = 8.314 \times 300 \times \ln 4 = 3.457 \text{ kJ}$	導出過程・理由 理想気体の内部エネルギーは温度のみの関数。 温度は変化しないので、0
	仕事 w_1 3.5 kJ	ΔU 0 kJ
(2)	導出過程 $p_1 = RT_1/V_1$ $T_1 = 300 \text{ K}$ $p_1 V_1 = p_2 V_2 = (p_1/4) V_2$ $V_2 = 4V_1$ 外圧は $p_1/4$ で一定なので、外部に対して行った仕事は、 $(p_1/4) \Delta V = (p_1/4) \times (V_2 - V_1) = 3/4 \times p_1 V_1 = 3RT/4$ $= 3 \times 8.314 \times 300/4 = 1871 \text{ J}$	導出過程 $\Delta S = R \ln(p_1/p_2)$ $8.314 \times \ln 4 = 11.53 \text{ J K}^{-1}$
	仕事 w_2 1.9 kJ	ΔS 12 J K^{-1}
(3)	(1)では系のエントロピー変化は 12 J K^{-1} であり、恒温槽が失った熱は理想気体の行った仕事に該当するため外界のエントロピー変化は $-w_1/300 = -12 \text{ J K}^{-1}$ となる。全体のエントロピー変化は $12 - 12 = 0$ なのでこの変化は可逆的。 (2)では系のエントロピー変化は 12 J K^{-1} であり、恒温槽側の外界のエントロピー変化は $-w_2/300 = -1900/300 = -6.2 \text{ J K}^{-1}$ となる。全体のエントロピー変化は $12 - 6.2 = 5.8 \text{ J K}^{-1}$ と正なので、この変化は不可逆で自発的に進む。	
(4)	導出過程 $(p_2/p_1)^{0.4} = (1/4)^{0.4} = (T_3/T_1)$ $T_3 = 300 \times (1/4)^{0.4} = 172 \text{ K}$	導出過程 $w_3 = -\Delta U = -C_v \times (\Delta T) = -3/2 \times R \times (172 - 300) = 1596 \text{ J}$
	T_3 $1.7 \times 10^2 \text{ K}$	仕事 w_3 1.6 kJ
(5)	導出過程・理由 内部エネルギーは状態関数なので経路によらないため、状態 A から状態 C への断熱可逆過程と同じ。断熱過程では外部に仕事をした分内部エネルギーを失うため、 $\Delta U = -1.6 \text{ kJ}$	導出過程 $\Delta H = \Delta U + (p_2 V_2 - p_1 V_1) = -1.596 + R(T_3 - T_1) = -2.660 \text{ kJ}$
	ΔU -1.6 kJ	ΔH -2.7 kJ

専 門	2	(2/2)	受 験 番 号	2026 年度大学院入試
				答案用紙
				名古屋大学大学院工学研究科
問題は2頁にわたり1問ある。全問解答せよ。				

【解答欄】

(1) (答)

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln(a_{Rd}/a_{Ox} a_{H^+})$$

(2) (答)

$$E = E^\circ - (RT/nF) \ln(a_{Rd}/a_{Ox} a_{H^+})$$

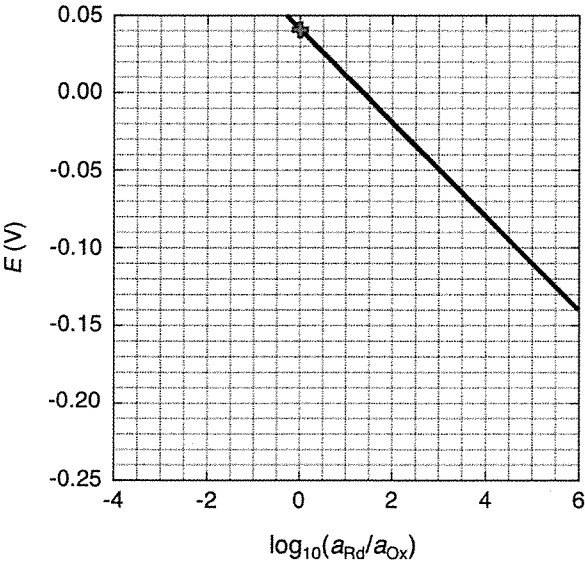
(3) (導出過程)

pH = -log₁₀a_{H⁺} より、
 $E = E^\circ - (RT/nF) \ln(a_{Rd}/a_{Ox}) + (2.3RT/nF) \text{pH}$
 $= E^\circ - (0.060/n) \log_{10}(a_{Rd}/a_{Ox}) - (0.060/n) \text{pH}$

(答)

$E = E^\circ - (0.060/n) \log_{10}(a_{Rd}/a_{Ox}) - (0.060/n) \text{pH}$

(4) (答)



(5) (導出過程)

① を電極とした場合：
電極の電位 E₁は、pH=3.0 より、E₁=0.040−0.090=−0.050 V
②を電極とした場合：
こちらは pH に依存しないので、電極の電位は、E₂=−0.030 V
したがって、起電力は、正極の電位から負極の電位を引いた値なので、
−0.030 − (−0.050) = 0.020 V

(答) 電池の起電力：

0.020 V

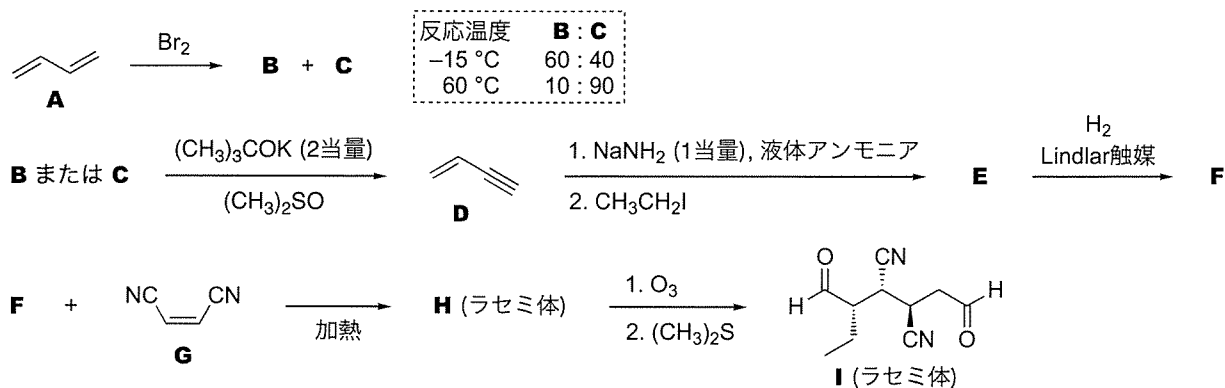
(答) 電子の流れる方向：

① から②に流れる

専門	3	(1/2)	受験番号	2026 年度大学院入試
				答案用紙
				名古屋大学大学院工学研究科

問題は2頁にわたり2問ある。全問解答せよ。

問1 1,3-ブタジエン(A)を原料とする一連の合成について、以下の問いに答えよ。



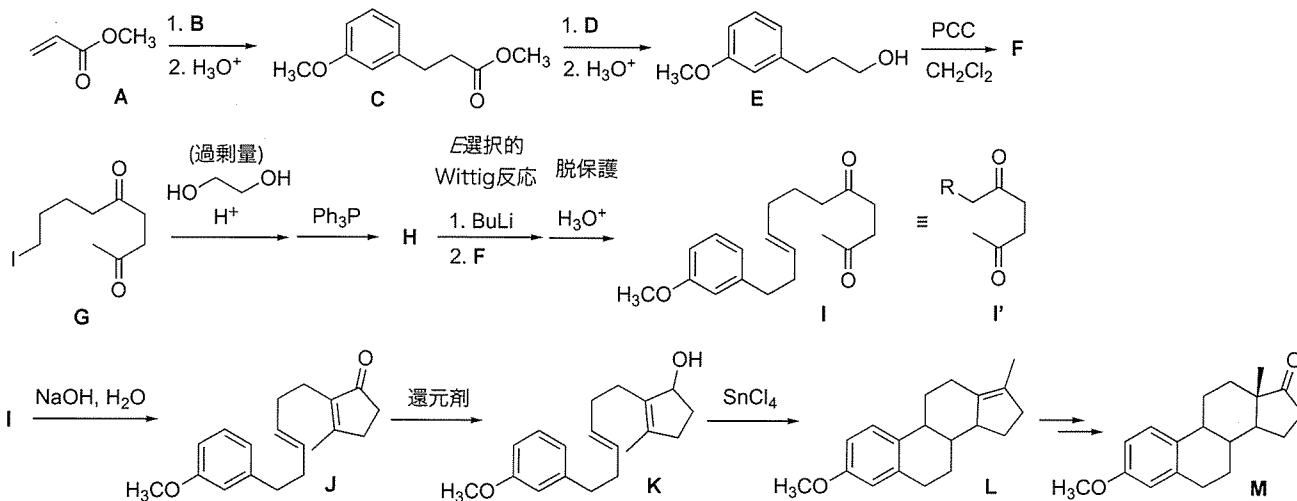
1,3-ブタジエン(A)の臭素化反応では構造異性体の関係にある化合物Bと化合物Cが生成する。低温条件ではBが、高温条件ではCがそれぞれ主生成物となる。BとCはいずれも2当量の強塩基で処理すれば化合物Dを与える。Dのアルキル化により化合物Eが、続く水素化反応により化合物Fが得られる。Fと求ジエンGとのDiels-Alder反応ではエンド付加体である化合物Hが得られる。Hのオゾン分解により化合物Iが得られる。

- (1) B、C、E、FとHの構造式を記せ。立体化学が生じる場合は立体化学がわかるように示すこと。なお、Hの構造式についてはどちらか一方の鏡像異性体を記せ。
- (2) AからCが生成する反応機構を、電子の動きを表す曲がった矢印を用いて記せ。
- (3) BとCがそれぞれの温度条件で主生成物となる理由を、「速度論支配」と「熱力学支配」という語句を用いて簡潔に説明せよ。

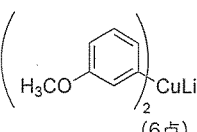
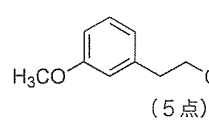
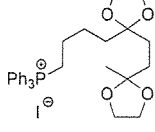
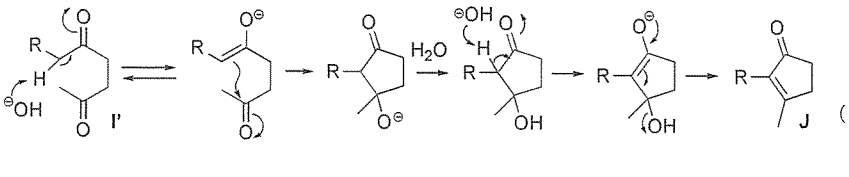
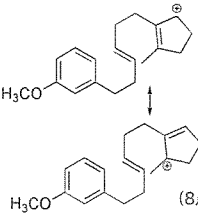
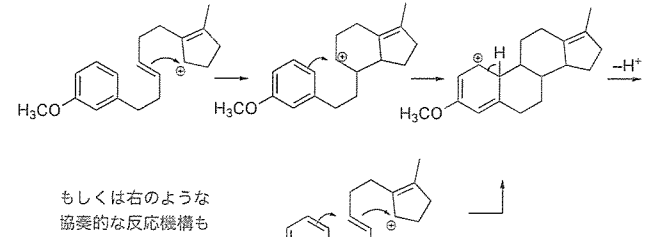
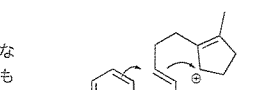
	Bの構造式	Cの構造式	Eの構造式	Fの構造式	Hの構造式
(1)	<chem>BrCC(Br)C=C</chem>	<chem>BrC=CC=CCBr</chem>	<chem>CH2=CHC#CC</chem>	<chem>CH2=CHC=CC</chem>	<chem>C1=CCCC(C1)[C@H](CN)[C@@H](CN)C</chem>
(2)	反応機構 <chem>CH2=CH-CH=CH2 + Br-Br >> [CH2=CH-CH+-CH2]Br <-> [CH2+-CH=CH-CH2]Br >> Br-CH2-CH=CH-CH2Br (C)</chem>				
(3)	低温条件では、非対称なアリル型カチオン中間体のうち、より正電荷の大きいC3位(第二級)に、空間的に近接するBrが付加するため、 <u>速度論支配</u> に従って活性化エネルギーの低い1,2-付加体(B)が主生成物となる。 一方、高温条件では、反応が平衡状態に近づき、内部アルケン構造を有するより安定な1,4-付加体(C)が有利となる <u>熱力学支配</u> に従う。				

専 門	3	(2/2)	受 験 番 号	2026 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 ステロイドの一種である estrone の類縁体 **M** の合成について下記の問いに答えよ。



- (1) それぞれの変換を行うのに適切な反応剤 **B** および **D** の構造式を記せ。反応剤 **B** は有機金属化合物である。
- (2) 化合物 **F** および **H** の構造式を記せ。
- (3) 化合物 **I** の分子内アルドール縮合により化合物 **J** が生成する。その反応機構を電子の動きを示す曲がった矢印を用いて記せ。**I'**のように単純化した表記を用いよ。
- (4) 化合物 **K** に SnCl_4 を反応させると OH 基が脱離して、カルボカチオン中間体が生成する。その構造式を共鳴構造も含めて記せ。また、カルボカチオン中間体から化合物 **L** が生成する反応機構を電子の動きを示す曲がった矢印を用いて記せ。

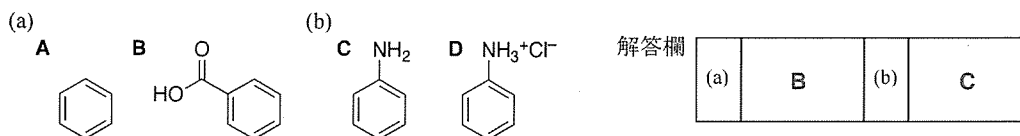
B (1)  (6点)	D LiAlH_4 (4点)	F (2)  (5点)	H  (8点)
(3)  (10点)			
カルボカチオンの構造 (4)  (8点)	反応機構  (9点) もしくは右のような協奏的な反応機構も可とする。 		

専 門	4	(1/3)	受 験 番 号	2026 年度大学院入試
				答案用紙
				名古屋大学大学院工学研究科

問題は3頁にわたり2問ある。全問解答せよ。

問1 以下の問いに答えよ。

- (1) 次の(a)と(b)において、紫外可視吸収スペクトルでより長波長領域に吸収をもつのはどちらの化合物になるか記号で答えよ。

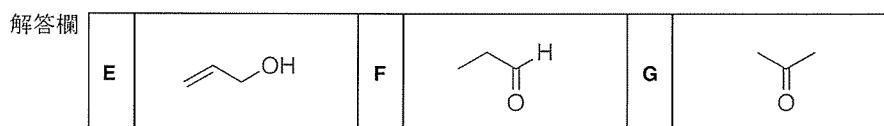


- (2) 化合物E~G(分子式C₃H₆O)に関して、赤外吸収分光(IR)および¹³CNMR測定を行ったところ、以下に示す情報が得られた。E~Gの構造式を記せ。ただし、¹³CNMRはブロードバンドデカップリングで測定したものとする。

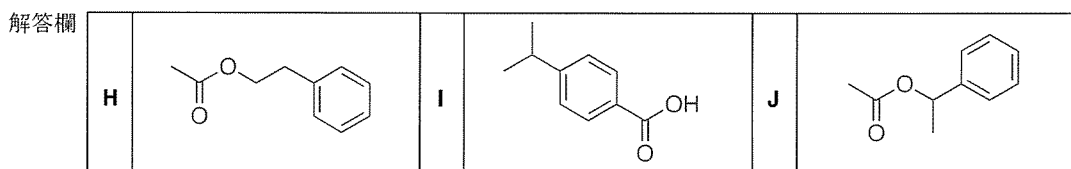
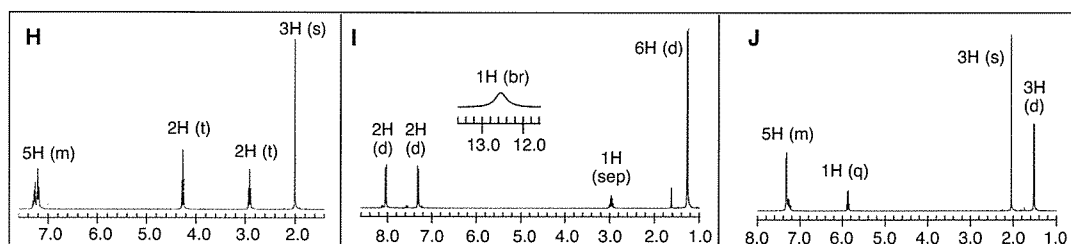
E: IR スペクトルにおいて、3300 cm⁻¹にブロードな吸収がある。¹³CNMR スペクトルでは、3種類のシグナルが観測される。

F: IR スペクトルにおいて、1739 cm⁻¹に吸収がある。¹³CNMR スペクトルでは、3種類のシグナルが観測される。

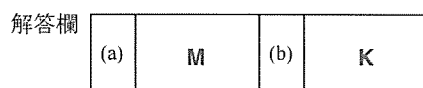
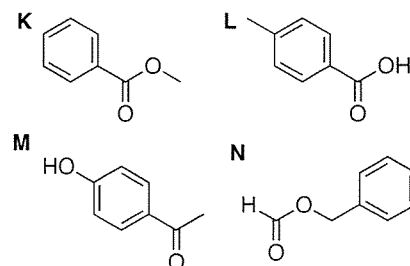
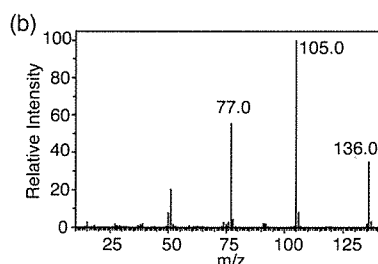
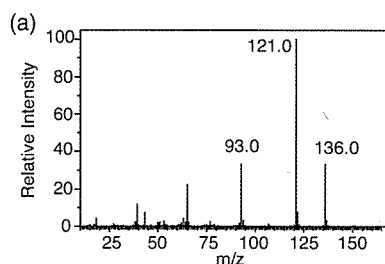
G: IR スペクトルにおいて、1715 cm⁻¹に吸収がある。¹³CNMR スペクトルでは、2種類のシグナルが観測される。



- (3) 化合物H~J(分子式C₁₀H₁₂O₂)はそれぞれ下の¹HNMRスペクトルを示した(CDCl₃, 室温)。図中で、多重度は遠隔カップリングを除いて示してある(s: singlet, d: doublet, t: triplet, q: quartet, sep: septet, br: broad, m: multiplet)。IR スペクトルでは、Hは1740 cm⁻¹、Iは2966 cm⁻¹(broad)と1686 cm⁻¹、Jは1726 cm⁻¹に特徴的な吸収を示した。H~Jの構造式を記せ。



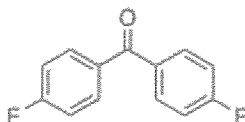
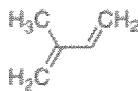
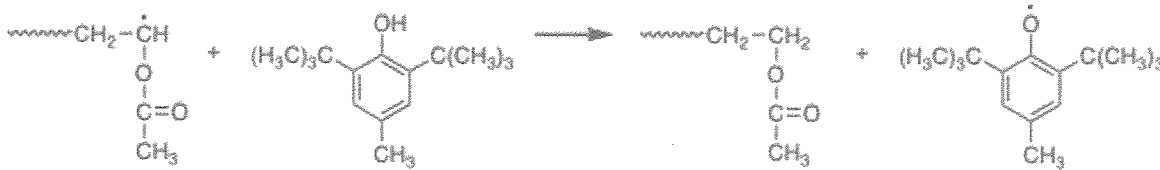
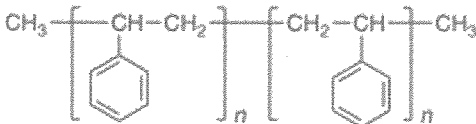
- (4) 以下の(a)と(b)のMSスペクトルは、分子式C₈H₈O₂の分子式をもつK~Nのいずれかのものである。どの化合物のスペクトルに該当するか記号で答えよ。原子量は、C 12.01, H 1.01, O 16.00 とする。



専 門	4	(3/3)	受 験 番 号	2026 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 (続き)

解答欄

(1) 各 5 点	A 		B 		C 	
	D 		E 			
(2) 6 点						
(3) 6 点						
(4) 6 点						
(5) 2 + 5 点	H					
	理 由	アクリル酸イソプロピル (G) から誘導されるアニオンは、メタクリル酸メチル (H) から誘導されるアニオンに比べて求核性（塩基性）が低く、よりアニオン重合性の低い H の重合を開始することができないため。				

模範解答

	A 液相	B Mg ₂ SiO ₄ と 液相	C Mg ₂ SiO ₄ と MgSiO ₃	D MgSiO ₃ と SiO ₂
(1)	E 2つの液相の混合物 (異なる組成の液相が相分離した状態で存在する。)			
(2)	a 共晶点		b 包晶点	
(3)	融点 1710℃		結晶相の名称 クリストバライト (cristobalite) (方珪石)	
(4)	1890℃			
(5)	およそ 1560℃ で、Mg ₂ SiO ₄ と融液 (SiO ₂ 52 mol%) に分解熔融し、 およそ 1600℃ で、残っていた Mg ₂ SiO ₄ がすべて熔融して融液のみとなる。			
(6)	SiO ₂ 54~100 mol% *下限は±1 は許容			

出題元

状態図 ウェスト固体化学 7 章

p.319-320; p. 333-334

出題意図

- (1) 相図の各領域の平衡相を理解できているか。
- (2) 共晶点と包晶点について理解しているか。
- (3) 相図を読めるか。 SiO_2 の多形を知っているか。
- (4) 一致熔融化合物について理解しているか。
- (5) 不一致熔融化合物・包晶反応について理解しているか。
- (6) 相図を読めるか。固相線を理解しているか。

専 門	5	(3/3)	受 験 番 号	2026 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 解答欄

(1) 5	化学気相析出（蒸着 or 成長）（CVD）、 化学輸送法、原子層堆積（ALD）など		
(2) 10	合成法の名称 メカノケミカル（合成）法		
	構造的特徴 結晶内に欠陥や歪みを生じる、熱力学的不安定相が形成される、 粒子表面が不規則化（ガラス化）する、不均一な組成になる、など		
(3) 10	1 段階目 （水酸基によるアルコキシ基の置換） $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4 + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_{4-n}(\text{OH})_n + n\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \quad (n=1-4)$		
	2 段階目 （脱水縮合） $2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_{4-n}(\text{OH})_n \rightarrow (\text{HO})_{n-1}(\text{H}_5\text{C}_2\text{O})_{4-n}\text{Si}-\text{O}-\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_{4-n}(\text{OH})_{n-1} + n\text{H}_2\text{O} \quad (n=1-4)$		
(4) 6	a 求電子	b 求核	
(5) 7	$\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ と水のような非相溶性の液-液界面で加水分解が起こると、副生成物としてエタノールが生じる。 これが共溶媒となり、徐々に系全体で反応が進行する。 70 字 ($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ を 1 字とカウント)		
(6) 12	1)	高温高压の水溶液中で生成物の溶解-析出が生じると、溶液内で核生成と結晶成長が起こるため、 生成物は高い結晶性を有し、組成均一性も高い。 66 字	
	2)	種結晶を用いる or 降温速度を遅くする or 触媒剤を利用する	

配点案：(4) 各 3 点。(5),(6)の 1) 各 7 点。その他 各 5 点 × 6 計 50 点

出題範囲 ウェスト固体化学 第 4 章 合成、プロセッシング、製造法 より
(2020 年度大学院入試 専門 5 問 1 参照)

(1) ウェスト固体化学 第 4 章 p205-216 4.4 気相法 より出題

出題意図：本文中の固相や液相のみならず、気相の反応についての理解も問う。

(2) ウェスト固体化学 第 4 章 p187 4.2.4 メカノケミカル合成 より出題

出題意図：固相反応における高温反応以外のエネルギーを用いた代表的な反応とその特徴を問う。

(3),(4),(5) ウェスト固体化学 第 4 章 p188-189 4.3.1 アルコキシドを用いたゾルーゲル法 より出題

出題意図：低温液相反応における加水分解と脱水縮合の反応機構の理解を問う。

(6) ウェスト固体化学 第 4 章 p194-196 4.3.5 水熱合成および溶媒熱合成 より出題

出題意図：水熱合成法の反応機構の理解と他の方法との生成物の違いについての理解を問う。

専 門	6	(1/2)	受 験 番 号	2026 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

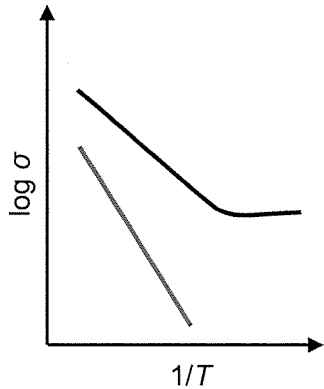
問1 固体の電子伝導に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

一般に固体の電気伝導度 (σ) は、電荷担体 (キャリア) の数 (n)、電荷 (q)、移動度 (μ) の ア で表される。真性半導体の n は、 $n = n_0 \exp(-E/kT)$ という式で与えられる。ここで、 n_0 は定数 (電子の総数)、 E は電子を伝導帯に励起するための活性化エネルギー (eV 単位)、 k は イ 定数、 T は絶対温度である。半導体の n の温度依存性は μ のそれよりもはるかに大きく、半導体の電気伝導度は温度上昇とともに ウ する。ドーパントが添加された半導体では、①電気伝導度が温度にほとんど依存しない 外因性半導体領域が現れる。②半導体よりも大きな エ を有する固体には、室温ではキャリアがほとんど励起されず、電気伝導率が $10^{-12} \text{ S cm}^{-1}$ に満たない物質もある。このような固体は絶縁体と呼ばれる。また、半導体の エ に相当するエネルギーをもつ光を照射すると励起が起こり、③光伝導が生じる。

- (1) 文章中の空欄 ア ~ エ に入る最も適切な語句を記せ。
- (2) 下線部①に関して、その理由を述べよ。
- (3) 金属の電気伝導度の温度依存性について、 n および μ に言及して簡潔に説明せよ。
- (4) ドーパントが添加された半導体の電気伝導度の温度依存性が解答欄に記載されている。これとの違いが明確になるように、下線部②の固体の電気伝導度の温度依存性を解答欄に図示せよ。
- (5) Si にドーピングを行って p 型半導体や n 型半導体を作る際、ドーパントとして利用できる元素を以下の選択肢からすべて選び、解答欄に記せ。 選択肢：

Al	As	B	C	Ga	Ge	P	Sb	Sn
----	----	---	---	----	----	---	----	----
- (6) 下線部③を利用した半導体の応用例を 1 つ述べよ。

解答欄

(1)	ア	イ	ウ	エ
	積	ボルツマン	増大	バンドギャップ
(2)	外因性半導体領域では、熱励起によって生じるキャリアよりもドーパントの添加によって生成するキャリアの方が多いため。			
(3)	金属では n はほぼ一定であり、 μ は電子-フォノン衝突の増加により温度上昇とともに減少する。したがって、金属の電気伝導度は温度上昇とともに減少する。			
(4)			(5)	p 型半導体のドーパントに利用できる元素
				Al、B、Ga
				n 型半導体のドーパントに利用できる元素
(6)				As、P、Sb
			(6)	応用例： 太陽電池、光検出器、コピー機 (感光体) など

半導体より低伝導側で
傾きも大きい直線

専門	6	(2/2)	受験番号	2026 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 以下の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

岩塩型構造を有する AgCl などのイオン結晶は陰イオンが あ 構造を形成し、陽イオンはその隙間の い サイトに入った構造として表すことができる。一方、ペロブスカイト構造は2種類の陽イオン A および B と、1種類の陰イオン X からなる単位格子をもち、陽イオン A と陰イオン X で、あ 構造を形成する。代表的なペロブスカイト構造を有するチタン酸バリウムは、130℃以上で異方性のない ^(a) 立方晶であるが、^(b) 冷却すると相転移して立方晶から、う 晶となり ^(c) 強誘電性を示す。

- (1) 空欄 あ、い、う にあてはまる最も適切な語句を答えよ。
- (2) ペロブスカイト構造を有する化合物の組成式を A、B および X を用いて記せ。
- (3) ペロブスカイト構造を有する化合物の A イオンは B イオンと比較してどのような性質を有するか記せ。
- (4) 下線(a)について、立方晶が有する対称要素のうち、すべての回転軸を答えよ。また相転移によって完全に失われる回転軸の種類を答えよ。ただし回転軸の本数は考慮しなくてよい。
- (5) 下線(b)について、相転移に伴い、単位格子の a 軸が収縮し、c 軸が伸長した場合の粉末 X 線回折パターンを描け。ただし、解答欄に描いてある相転移前の立方晶の粉末 X 線回折パターンを参考にし、必要な回折線とその指数を書き入れよ。また、X 線の波長は相転移前後で同じであり、ピークの強度については問わない。
- (6) 下線(c)について、強誘電性とはどのような性質か、簡単に述べよ。

解答欄

(1)	あ: 立方最密充填または ccp 面心立方格子または fcc*	い: 6 配位八面体または八面体	う: 正方
(2)	ABX ₃		
(3)	同じまたは低い酸化数で大きなイオン半径		
(4)	立方晶が有する回転軸： 4 回軸、 3 回軸、 2 回軸		相転移で完全に失われる回転軸の種類： 3 回軸
(5)			
(6)	自発分極を有し、外部電場で分極の向きが反転する性質。		

*いずれかで可

専 門	7	(2/4)	受 験 番 号	2026 年度大学院入試
				答案用紙
				名古屋大学大学院工学研究科
問題は4頁にわたり2問ある。全問解答せよ。				

<解答欄>

(1) 各 3 点	ア 周期	イ ヘリカーゼ	ウ 一本鎖DNA 結合タンパク質、SSB、RPA
	エ プライマーゼ	オ 3'	カ リーディング
	キ ラギング	ク 岡崎	ケ リガーゼ
	コ 校正	サ トポイソメラーゼ	
(2) 1 0 点	DNA 合成に利用されるヌクレオチドは、遊離の3' ヒドロキシ基をもち、5' ヒドロキシ基に三リン酸が結合している。このようなヌクレオチドを利用できるのは、合成が3' 末端に向かって進行するときだけであるため。		
(3) 7 点	c, e		

【問題は次頁に続く】

専 門	7	(4/4)	受 験 番 号	2026 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

<解答欄>

(1) 各 3 点	a 正 ・ 誤	b 正 ・ 誤	c 正 ・ 誤
	d 正 ・ 誤	e 正 ・ 誤	f 正 ・ 誤
(2) 5, 5, 6, 6 点	1) Met-Gly-Ser-Lys-Val-Thr		
	2) 8 種類		
	3) 6 種類		
	4) 36 種類		
(3) 1 0 点	mRNA 前駆体はまず 5'末端にキャップが付加される。次に、スプライシングによってイントロンが除去され、エクソン同士がつながる。最後に 3'末端が切斷され、ポリ A 尾が付加されて成熟 mRNA となる。		

専 門	8	(1/2)	受 験 番 号	2026 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。	

問1 シグナル伝達に関する以下の設問 (1) ～ (3) に答えよ。

- (1) アドレナリン受容体およびインスリン受容体に関して、「膜貫通構造」、「リガンド結合部位」、「活性化機構」の観点から、受容体の特徴をそれぞれ100-150字で説明せよ。
- (2) 代表的なセカンドメッセンジャーを4つ挙げよ。
- (3) 細胞膜受容体からのシグナルは、多くの場合において一過的に伝達される。インスリンシグナル伝達が終結する機構をインスリン受容体に対して起こる変化に基づいて50字程度で説明せよ。

< 解答欄 >

(1)	アドレナリン受容体			
	N末端が細胞外に、C末端が細胞内に位置する7回膜貫通型の構造を形成する。アドレナリンは膜貫通領域に結合する。アドレナリンが結合した後に、G α タンパク質に結合していたGDPがGTPに置きかわり、下流の酵素を活性化する。(108字)			
(2)	インスリン受容体			
	N末端が細胞外に位置する1回膜貫通型の構造を形成する。インスリンは細胞外の領域に結合して、インスリン受容体が2量化する。受容体はキナーゼ活性を有しており、お互いのチロシン残基をリン酸化して、下流のシグナル伝達タンパク質の活性化につながる。(112字)			
(2)	Ca ²⁺	cAMP	イノシトール三リン酸	ジアシルグリセロール (その他、cGMP、一酸化窒素も正解とする)
(3)	細胞内に存在するホスファターゼにより、インスリン受容体が脱リン酸化されることでシグナル伝達が終結する。 (51字)			

専 門	8	(2/2)	受 験 番 号	2026 年度大学院入試
				答案用紙
				名古屋大学大学院工学研究科
問題は2頁にわたり2問ある。全問解答せよ。				

問2 獲得免疫に関する次の文章を読み、以下の設問 (1) ～ (4) に答えよ。

免疫細胞の一種である ① T 細胞は、宿主にとって異物と見なした細胞を認識して破壊する細胞である。① T 細胞は、ほとんどの細胞の細胞表層に発現する ② タンパク質に結合したペプチドを認識する。① T 細胞の表層にある T 細胞受容体が ② タンパク質に結合すると、CD8 タンパク質が協同的に働き、④細胞障害性分子を放出して異物と見なした細胞の細胞死を引き起こす。

③ T 細胞は、体液性免疫の手助けをする。③ T 細胞は、B 細胞の細胞表層に発現する ④ タンパク質に結合したペプチドを認識する。③ T 細胞は、CD4 タンパク質が T 細胞受容体と協同的に働き、⑤ を放出する。放出された ⑤ はB細胞上の ⑤ 受容体に認識され、B 細胞は ⑥ 細胞に分化および増殖してIgG を産生する。

- (1) 上記の文章の ① ～ ⑥ に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) 下線④に関して、① T 細胞から放出される細胞障害性タンパク質分子を2つ挙げよ。
- (3) IgG 重鎖の可変領域および定常領域を構成する遺伝子を、それぞれ以下の中からすべて選んで記せ。
(A 遺伝子、B 遺伝子、C 遺伝子、D 遺伝子、J 遺伝子、K 遺伝子、V 遺伝子、X 遺伝子、Y 遺伝子、Z 遺伝子)
- (4) 抗体の種類に多様性を生み出す遺伝子レベルのメカニズムに関して、IgG の重鎖を例に挙げて 50-100 字で説明せよ。突然変異は含めずに解答せよ。

< 解答欄 >

(1)	① キラー	② MHC クラス I	③ ヘルパー
	④ MHC クラス II	⑤ サイトカイン (インターロイキンも正解)	⑥ 形質
(2)	パーフォリン	グランザイム	
(3)	可変領域 V 遺伝子、D 遺伝子、J 遺伝子		
	定常領域 C 遺伝子		
(4)	B 細胞の分化の過程において、複数種類存在する V 遺伝子、D 遺伝子、J 遺伝子からランダムに選択された遺伝子の再構成が起こり、接合部の多様化も加わることで、多様性を獲得する。(84 字)		