

--

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

専門科目【応用物質工学専攻】

注意事項

1. 検査開始の合図まで、問題（解答）用紙を開いてはいけません。
2. 問題冊子の総枚数は表紙を含め9枚です。
3. 検査科目は、下表のように分けられています。

検査科目	必須・選択の区別
<ul style="list-style-type: none"> ・無機化学 ・有機化学 ・物理化学 ・生物化学 	<p>全て選択科目です。</p> <p>2科目を選択し、解答してください。</p>

4. 落丁、乱丁及び印刷不鮮明の箇所等があれば、直ちに申し出てください。
5. 問題冊子の所定の箇所に受験番号を記入してください。
6. 受験番号は、表紙および選択した科目にのみ記入してください。選択しない科目には記入しないでください。
7. 解答は、問題（解答）用紙の所定の欄に記入してください。
8. 問題（解答）用紙の総得点欄、小計欄及び得点欄には記入しないでください。
9. 本校で準備した、関数電卓の使用を認めます。
10. 検査開始後、20分は退室を許可しません。

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「無機化学」（1/2）

総得点

【共通】必要であれば次の数値を使いなさい。

電気素量 $e = 1.602 \times 10^{-19}$ (C)	アボガドロ数 $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ (mol ⁻¹)	原子量	H=1.0, C=12.0, O=16.0, Na=23.0,
電子質量 $m_e = 9.109 \times 10^{-31}$ (kg)	プランク定数 $h = 6.626 \times 10^{-34}$ (J s)		Mg=24.3, S=32.1, Cl=35.5, Cu=63.6,
気体定数 $R = 8.314$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	重力加速度 $g = 9.806$ (m s ⁻²)		Zn=65.4

小計

1 電子、原子について、次の問(1)~(4)に答えなさい (23点)

- (1) 10 kV の電圧で加速された電子のド・ブローイ波長（物質波の波長）を求めなさい。（5点）
- (2) 主量子数 $n=4$ である殻の名称をアルファベットで答え、その殻に入る最大の電子数を答えなさい。（2+2=4点）
- (3) ²³V および ²⁴Cr の電子配置を右の例にならひ、解答欄に書きなさい。（例：₆C: 1s²2s²2p²）（3+3=6点）
- (4) 天然における ⁷⁹Br（原子量 78.918）と ⁸¹Br（原子量 80.916）の存在比はそれぞれ 50.69%、49.31%である。³⁵Br の相対原子質量を求めなさい。また、この問題文中に与えられた数値から陽子質量 p および中性子質量 n を原子質量単位で小数第3位まで計算しなさい。電子の質量は無視してよい。（4+2+2=8点）

【解答欄】

		得点
(1)	(計算過程を明記すること) <div style="text-align: right;">答え (単位:)</div>	15
(2)	殻の名称 最大電子数 個	14
(3)	²³ V: ²⁴ Cr:	16
(4)	(計算過程を明記すること) <div style="text-align: center;">答え: ³⁵Br = ; p = ; n =</div>	18

2 分子について、次の問(1)~(2)に答えなさい (27点)

- (1) 以下の表は、二原子分子物質、N₂, O₂, F₂, Cl₂, Br₂, I₂ の融点と結合解離エネルギー (ex. N₂ → 2N, ΔH>0) の値を示す。空欄(a)~(f)に入る物質名を日本語および英語（アルファベット）で記入しなさい。（12点）

物質名	日本語	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	得点
	英語							
融点 / K		50	54	50	117	387	266	12
結合解離エネルギー / kJ mol ⁻¹		155	496	945	243	151	193	

- (2) 次の分子(a)~(c)について、指定された分子内結合角度の値として最も適当なものを下記の選択肢より選び、そのような値をとる理由を説明しなさい。ただし、選択肢で「少し」は1°以上の角度を指す。（5×3=15点）

分子	結合角度	角度の値	理由	得点
(a) CH ₄ (メタン)	∠HCH			
(b) H ₂ O (水)	∠HOH			
(c) C ₂ H ₄ (エチレン)	∠HCC			

【選択肢】

90° ; 90° より少し大きい ; 90° より少し小さい ; 109° ; 109° より少し大きい ; 109° より少し小さい ; 120° ; 120° より少し大きい ; 120° より少し小さい ; 180° ; 180° より少し大きい ; 180° より少し小さい

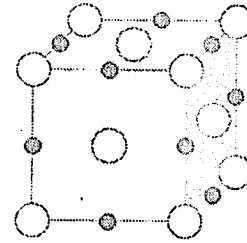
令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「無機化学」（2/2）

小計

3 右図に示す岩塩(NaCl)型構造について、次の問(1)~(2)に答えなさい。(19点)

- (1) Na⁺およびCl⁻のイオン半径をそれぞれr=102 pm, R=181 pmとしたとき、NaCl結晶の密度をg/cm³単位で小数第2位まで求めなさい(13点)
- (2) 同じ結晶構造をもつNaClとMgOの融点と比べたときどちらが高いか、理由とあわせて答えなさい(6点)



【解答欄】

(1)	<small>(計算過程を明記すること)</small>		得点
		答え: _____ g/cm ³	/13
(2)	融点が高いのは	理由	
			/6

4 酸塩基について、次の問(1)~(3)に答えなさい。(31点)

- (1) 濃度 7.0×10^{-2} M および 6.0×10^{-8} M の塩酸水溶液の pH をそれぞれ小数第2位まで求めなさい。水のイオン積は 1.0×10^{-14} M² とする。(10点)
- (2) 次の現象(a)~(c)を正しい化学反応式で示し、そのうち酸塩基反応であるものには解答欄に○を付し、どのような定義に基づく「酸」「塩基」であるかを説明しなさい。該当しないものは説明不要である。(5×3=15点)
 - (a) 水素が空气中で燃焼した
 - (b) 水酸化銅(II)沈殿にアンモニア水を加えたところ溶解した
 - (c) 水に二酸化炭素ガスを導入したら弱酸性になった
- (3) 塩素のオキソ酸 HClO, HClO₂, HClO₃, HClO₄ の名称をそれぞれ書き(日本語でも英語でもよい)、酸の強さについて、最も強いものを1、二番目に強いものを2、などとして、1~4の数字で答えなさい。(1×4+2=6点)

【解答欄】

(1)	<small>(計算過程を明記すること)</small>				得点
	答え: <濃度 7.0×10^{-2} M> pH= _____ ; <濃度 6.0×10^{-8} M> pH= _____				/10
(2)	現象	化学反応式	酸塩基反応に○	酸塩基反応の説明(該当しないものは説明不要)	
	(a)				
	(b)				
	(c)				
					/15
(3)	化学式	HClO	HClO ₂	HClO ₃	HClO ₄
	名称				
	酸の強さ				
					/6

--

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

総得点

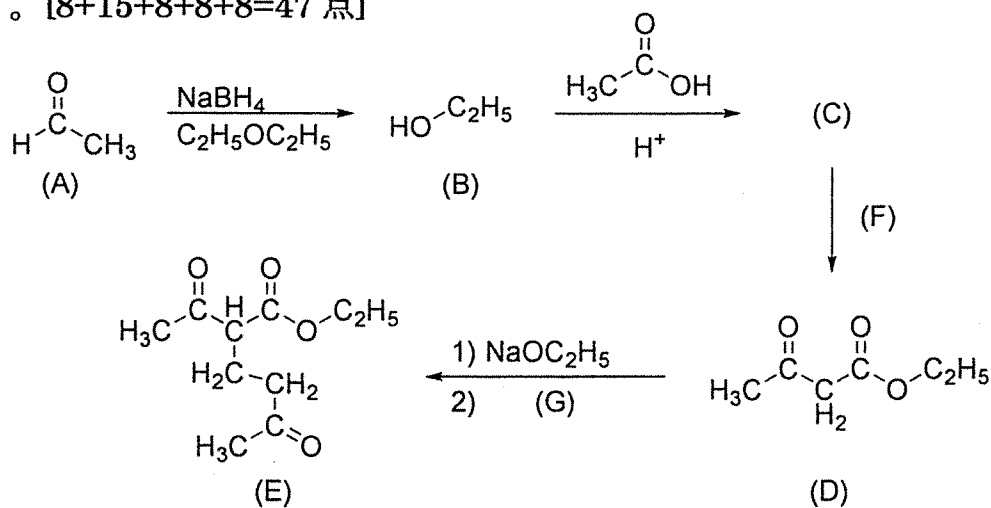
--

【応用物質工学専攻】有機化学（1/2）

小計

--

1 以下の反応について各問に答えなさい。なお (A) ~ (G) は反応の生成物や試薬を示しています。[8+15+8+8+8=47 点]



①化合物(C)の構造を書きなさい。(8 点)

得点

--

②化合物(B)から化合物(C)を合成する際の反応機構を書きなさい(15 点)

得点

--

③化合物(F)は化合物(C)から化合物(D)を合成する際に必要な試薬です。最適な試薬を答えなさい。(8 点)

得点

--

④化合物(C)から化合物(D)の合成について、人名反応の名称を答えなさい。(8 点)

得点

--

⑤化合物(D)から化合物(E)の反応はマイケル付加反応です。化合物(G)に当てはまる反応剤の構造を答えなさい。(8 点)

得点

--

--

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

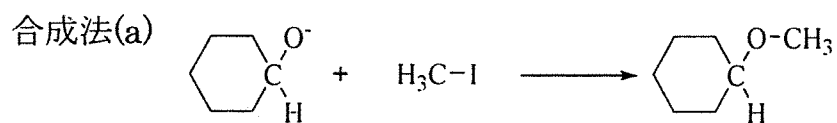
小計

--

【応用物質工学専攻】有機化学（2/2）

2 次の問に答えなさい。[8+15+15+15=53点]

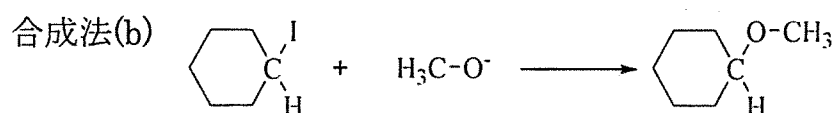
①以下のメトキシシクロヘキサンの合成法のうち、より良い方法を記号で答えなさい。（8点）



より良い合成法

得点

--



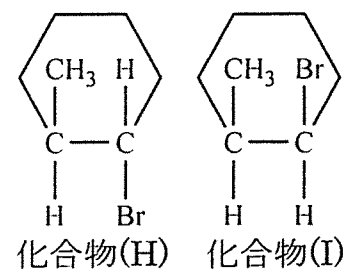
②①を選んだ理由を、反応速度と副生成物の点から説明しなさい。（15点）

得点

--

③化合物(H)または化合物(I)を原料とし、メトキシドイオンと反応させてメチルシクロヘキセンを合成したい。原料はどちらを用いればよいか答えなさい。またその理由も答えなさい。（5+10点）

原料



得点

--

理由

④化合物(H)または化合物(I)を原料とし、S_N2反応を利用してcis-1-メチル-2-ヒドロキシシクロヘキサンを合成したい。原料はどちらを用いればよいか答えなさい。またその理由も答えなさい。（5+10点）

原料

得点

--

理由

受験番号

--

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「物理化学」（1/2）

総得点

[共通] 必要であれば以下の数値を使用しなさい。

アボガドロ数	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	原子量	H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0
気体定数	$8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$		(モル質量)
ボルツマン定数	$1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$		
ファラデー定数	$9.649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$		

小計

1 水(H₂O)が理想気体として取り扱うことができるとき、以下の問(1)~(3)に答えなさい。(各10点、計30点)

- (1) 101 kPa, 100 °C (沸点)において液体の水18.0 gが気化した。外界にする仕事と熱量を求めなさい。なお、水のモル蒸発熱は40.67 kJ/molであり、液体の水の体積は気体のそれに比べ無視できるほど小さいとする。
- (2) (1)で生じた気体すべてを集め、定容で150 kPaにした。外界にする仕事と熱量を求めなさい。なお、水蒸気の定積モル熱容量は24.94 JK⁻¹mol⁻¹であり、温度によって変化しないものとする。
- (3) (2)の状態から等温可逆圧縮して22.4 dm³にした。外界にする仕事と熱量を求めなさい。

【解答欄】		得点
(1)	(計算過程を明記すること)	/10
(2)	(計算過程を明記すること)	/10
(3)	(計算過程を明記すること)	/10

2 孤立系、三重点、弱酸、溶質、熱力学第三法則を15字以上30字以内で説明しなさい。(各4点、計20点)

【解答欄】	15															得点		
孤立系																		/4
三重点																		/4
弱酸																		/4
溶質																		/4
熱力学 第三法則																		/4

--

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

小計

【応用物質工学専攻】「物理化学」（2/2）

3 標準状態（SATP）での各物質の熱力学データは以下の表の通りである。以下の問(1)~(6)に答えなさい(50点)

物質(状態)	$\Delta_f H^\circ / \text{kJmol}^{-1}$	$S_m^\circ / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$	物質(状態)	$\Delta_f H^\circ / \text{kJmol}^{-1}$	$S_m^\circ / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\text{NO}_2(\text{g})$	33.18	240.1	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	9.160	304.3

- (1) $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ の反応の $\Delta_r G^\circ$ を求めなさい(10点)
- (2) (1)の反応が300 Kで平衡であった。平衡定数を求めなさい(10点)
- (3) 一定体積内に1.00 barの $\text{NO}_2(\text{g})$ と4.00 barの $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ を導入し、(2)の状態まで平衡に到達させた。各気体の平衡分圧を求めなさい(10点)
- (4) (2)の平衡状態から温度を下げると平衡は反応物側に移動するか、生成物側に移動するか。また、その理由を記しなさい(5点)
- (5) (2)の平衡状態から350 Kに温度を上昇させたときの平衡定数を求めなさい(10点)
- (6) (2)の平衡状態から圧縮をすると平衡は反応物側に移動するか、生成物側に移動するか。また、その理由を記しなさい(5点)

【解答欄】		得点
(1)	(計算過程を明記すること)	/10
(2)	(計算過程を明記すること)	/10
(3)	(計算過程を明記すること)	/10
(4)	(どちらへ移動するかとその理由を明記すること)	/5
(5)	(計算過程を明記すること)	/10
(6)	(どちらへ移動するかとその理由を明記すること)	/5

受験番号

--

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「生物化学」（1/2）

総得点
小計

1 次の文章を読んで各問いに答えなさい。（40点）

タンパク質を構成する基本単位は（①）種類のアミノ酸であり、2つの例外を除いて不斉炭素原子をもつ。アミノ酸は不斉炭素原子に水素原子、（②）基、（③）基、側鎖が結合した構造をとり、側鎖の違いによって性質が異なる。アミノ酸はペプチド結合によってつながり、線状のポリペプチド鎖を構成する。例えばECLのアミノ酸配列で示されるトリペプチドを構成するアミノ酸は、（④）、（⑤）、ロイシンである。タンパク質は一次構造から四次構造まであり、複雑な立体構造を形成することで機能を発揮するが、熱や酸などによってその立体構造が変化し、失活するとタンパク質の機能を失う。この現象を（⑥）という。

(1)文章中の①から⑥に適切な語句を答えなさい。（24点，4点×6）

① _____ ② _____ ③ _____

④ _____ ⑤ _____ ⑥ _____

得点

(2)下線の ECL で示されるトリペプチドの構造を書きなさい。（8点）

得点

(3)タンパク質の二次構造の特徴を説明しなさい。（8点）

得点

2 酵素反応における競争阻害と非競争阻害について阻害様式と K_m の変化の違いを説明しなさい。（10点）

得点

--

令和5年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

小計

【応用物質工学専攻】「生物化学」（2/2）

3 次の各問いに答えなさい。（40点）

生物の細胞は(1)細胞と真核細胞に分けられる。真核細胞にはさまざまな細胞内小器官がある。核はDNAを含む(2)が局在する器官である。ミトコンドリアの内部に存在する内膜やマトリックスは(3)や電子伝達系などに関与する酵素群を持つため好気条件でのエネルギー生産の場所となる。リソソームは1枚の生体膜から成る小胞で、様々な種類の(4)酵素を含み、細胞内消化に関与する。小胞体には粗面小胞体と(5)小胞体があり、粗面小胞体はタンパク質を合成する(6)が局在しており、(5)小胞体では脂質の合成が行われる。小胞体で合成したタンパク質は(7)で修飾・加工される。葉緑体はクロロフィルなどの色素を含み(8)を行う器官である。

(1)文章中の①から⑧に適切な語句を解答しなさい。（32点，4点×8）

得点

① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

⑤ _____ ⑥ _____ ⑦ _____ ⑧ _____

(2)下線で示した電子伝達系でのエネルギー生産を説明しなさい。（8点）

得点

4 次の各問いに答えなさい。（10点）

塩基がグアニンであるデオキシリボヌクレオチドとリボヌクレオチドの化学構造式を書いて、両者の違いを説明しなさい。

得点
