

--

令和6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6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 NaCl 結晶について、次の問(1)~(3)に答えなさい。（20点）

(1) 右表の(a)~(e)の過程を表す化学式を書きなさい。

(2) ボルンハーバーサイクルを描き、右表の数値を用いて NaCl 結晶の格子エネルギーを求めなさい。

(3) イオン結晶の格子エネルギーを結晶構造から求める手法について数式を用いて述べ、Madelung 定数とは何かを説明しなさい。

	$\Delta H / \text{kJ mol}^{-1}$
(a) 金属 Na の原子化エンタルピー（昇華熱）	+108
(b) Na 原子のイオン化エンタルピー	+502
(c) 塩素分子の結合解離エンタルピー	+242
(d) 塩素原子の電子付加エンタルピー	+354
(e) NaCl の標準生成エンタルピー	-411

【解答欄】

(1)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	得点
(2)	(計算過程を明記すること)					/5
(3)	答え kJ/mol					/8
						/7

4 次の問(1)~(3)に答えなさい。（30点）

(1) $M^+ + e^- \rightarrow M$ で示される反応は、酸化か/還元か、 $M=\text{Li}$ であるとき、この反応の標準電極電位 (E°) の値は正か/負か、その絶対値は他の金属と比べて大きい/小さいか答えなさい。解答欄のいずれかを○で囲うこと。

(2) 次の現象(a)~(c)を正しい化学反応式で示し、そのうち酸化還元反応であるものには解答欄に○を付し、反応前後の酸化数変化を明示して電子の授受について説明しなさい。該当しないものは説明不要である。（ $5 \times 3 = 15$ 点）

(a) 希硫酸に2本の白金電極を入れて3Vの直流電圧を印加したところ、電極から気泡が発生した。

(b) 金属アルミニウムの薄片を高濃度の水酸化ナトリウム水溶液に浸したところ溶けた。

(c) 黒鉛を不十分な酸素下で燃焼したところ、有毒な気体が発生した。

(3) 第3周期オキソ酸 HClO_4 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , H_4SiO_4 の名称をそれぞれ日本語と英語で書き、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。（ $1 \times 8 + 2 = 10$ 点）

【解答欄】

(1)	酸化	還元	正	負	大きい	小さい	得点
							/3
(2)	現象	化学反応式	酸化還元反応に○	酸化数変化の説明（該当しないものは説明不要）			/15
	(a)						
	(b)						
(3)	化学式	HClO_4	H_2SO_4	H_3PO_4	H_4SiO_4		/12
	和名						
	英名						
	酸の強さ						

--

令和6年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

総得点

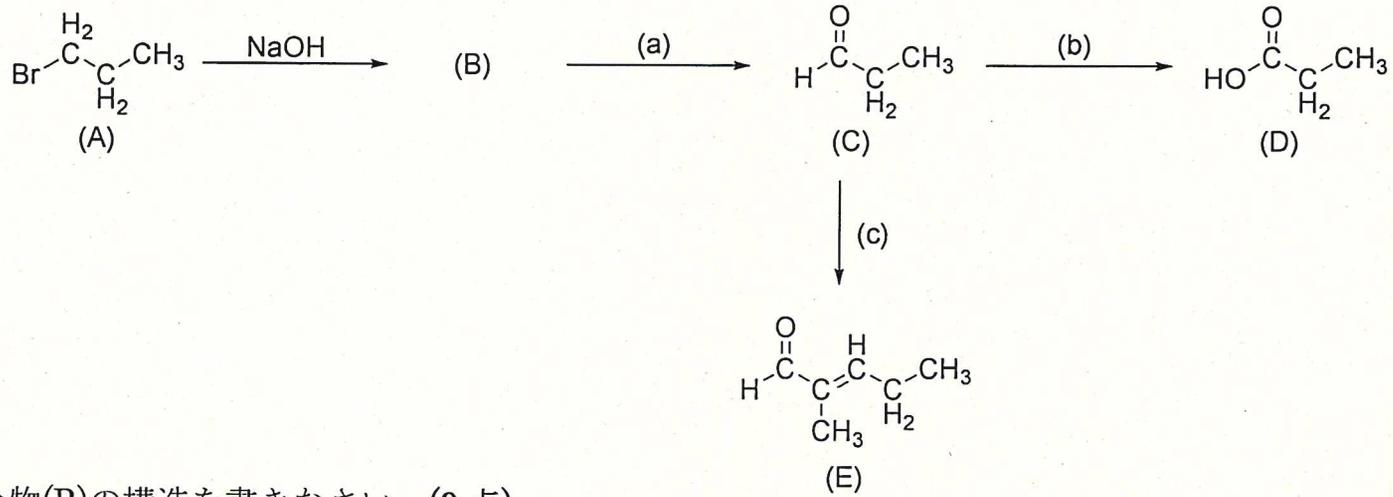
--

【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) ~ (E) は化合物を、(a)~(c)は反応試薬を示しています。[45点]



①化合物(B)の構造を書きなさい。(9点)

得点

--

②(a)~(c)にあてはまる最適な試薬を以下の選択肢から選びなさい。

い。(4×3=12点)

得点

--

(a)

(b)

(c)

選択肢

(ア)NaOH その後 HCl (イ)HCl (ウ)クロロクロム酸ピリジニウム(PCC) (エ) H₂CrO₄ (オ)H₂, Pd/C

③化合物(C)から化合物(E)を合成する際の反応機構を書きなさい(15点)

得点

--

④化合物(C)から化合物(E)の合成について、反応の名称を答えなさい。(9点)

得点

--

--

令和6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 トルエン、アニリン、安息香酸の混合物を分液で分離する方法を説明しなさい。[15点]

得点

--

3 求核付加反応においてアセトンとプロパナールでは基質としてどちらの方が反応性は高いか。理由を二つ答えなさい[20点]

得点

--

反応性が高い方（4点）

理由1（8点）

理由2（8点）

4 エタンアミドとエチルアミンでは塩基性はどちらが高いか。その理由を、図を用いて説明しなさい。[20点]

得点

--

塩基性が高い方（5点）

理由（15点）

--

令和6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	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	標準電位	
気体定数	$8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pb}$	$E^{\circ} = -0.126 \text{ V}$
ファラデー定数	$9.649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	$E^{\circ} = +1.455 \text{ V}$
原子量	H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0	$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	$E^{\circ} = +1.691 \text{ V}$
(モル質量)	S=32.0, Pb=207	$\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	$E^{\circ} = -0.351 \text{ V}$

小計

--

1 以下の(1)~(3)の溶液は理想希薄溶液とし、溶液中に含まれる純物質 A, B, Cの分子量を求めなさい。（各10点、計30点）

- (1) 純物質A 2.34 g を酢酸 780 g に溶かし、この溶液の凝固点を測定したところ、凝固点が0.117 K 下がった。酢酸の凝固点降下定数は3.90 K kg/mol である。
- (2) 333 K でヘキサン (C_6H_{14}) 12.9 g に純物質B 7.35 g を溶解したとき、ヘキサンの蒸気圧が 57.3 kPa であった。なお、測定温度における純ヘキサンの蒸気圧は 76.4 kPa である。
- (3) 純物質C 2.00 g を 500 cm^3 の水に溶かし、298 Kで浸透圧を測定したところ2480 Paであった。

【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 鉛蓄電池は $\text{Pb}|\text{H}_2\text{SO}_4|\text{PbO}_2$ と表すことができる。放電時の電極反応、電池反応を書き、起電力を求めなさい。（各5点、計20点）

【解答欄】		得点
(電極反応：アノード)		
(電極反応：カソード)		
(電池反応)		
(起電力：計算過程を明記すること)		/20

--

令和6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 通常沸点が30.0℃と130℃の物質A, Bの2種類の揮発性成分からなる2成分混合物の温度-組成の相図を図1に示す。以下の(1)~(3)の各問に答えなさい。
(各10点、計30点)

- (1) 物質Aのモル分率0.70の混合物液体を30℃から加熱したとき、何℃で沸騰が始まるか。また、その時の蒸気成分に含まれる物質Aのモル分率を求めなさい。
- (2) (1)の加熱を120℃まで行ったとき、蒸気相、液相の物質質量比を求めなさい。
- (3) 物質Aのモル分率0.90の混合物液体をモル分率0.10以下の混合物液体にした。どのような操作を、どれくらい行えばよいか、説明しなさい。

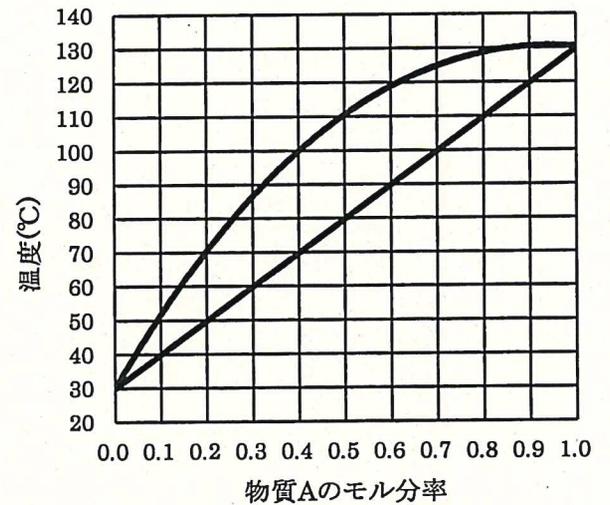


図1 2成分混合物の温度-組成相図

【解答欄】		得点
(1)	(図1からどう読み取ったかを明記した説明をして求めること)	/10
(2)	(図1からどう読み取ったか、計算過程を明記すること)	/10
(3)	(図1からどう読み取り、どういう操作をどれくらい行うかを明記すること)	/10

4 理想溶液、束一的性質、半減期、相、動的平衡を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
理想溶液		/4
束一的性質		/4
半減期		/4
相		/4
動的平衡		/4

--

令和6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。(30点)

細胞膜は(①)を主成分とした二重膜構造となっている。細胞膜には特定の物質を通過させる性質が備わっており、この性質を(②)とよぶ。細胞膜における物質輸送は受動輸送と能動輸送に大別される。受動輸送は電気化学勾配による物質輸送で、エネルギーの供給は必要としない。また、細胞膜には水だけを選択的に通過させるタンパク質である(③)や、イオンを通過させる(④)が存在する。能動輸送は、エネルギー物質として(⑤)を使用して、積極的に勾配に逆らって物質を取り込んだり、放出したりする働きをする。このような作用を(⑥)と呼ぶ。

(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) 下線の二重膜の構造を説明しなさい。(6点)

得点

2 次の文章を読んで各問いに答えなさい。(20点)

DNAは2本のポリヌクレオチド鎖が塩基を内側にして(①)構造をとっている。この場合、一方の鎖は下方へ5'から3'の方向へ、もう一方は上方に5'から3'の方向へ向かっている(②)構造をとる。この構造中では二本の鎖間で塩基同士がお互いに(③)結合で結ばれて塩基対を形成している。この塩基対は必ずアデニンとチミン(A-T)、グアニンとシトシン(G-C)の組み合わせである。この性質は(④)と呼ばれる。

(1) 文章中の①から④に適切な語句を答えなさい。(16点, 4点×4)

- ① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

得点

(2) あるDNAを構成する塩基を測定した結果、アデニンが全体の29%を占めていた。このDNAのシトシンの割合を答えなさい。(4点)

得点

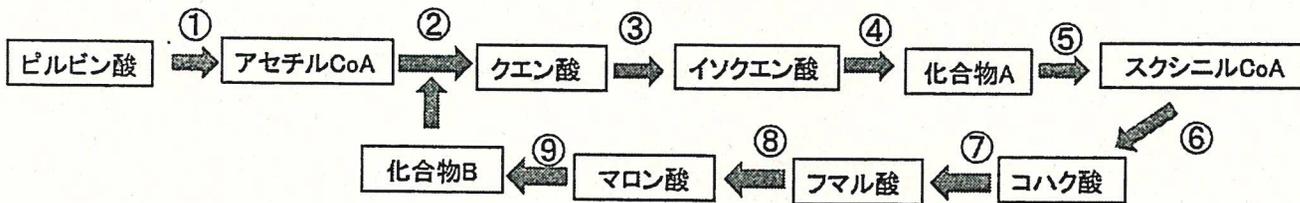
--

令和6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 以下の図はクエン酸回路を示している。次の各問いに答えなさい。（26点）



(1) 図中の化合物AとBの名称を答えなさい。（8点，4点×2）

A : _____ B : _____

得点

(2) 図中の①から⑨の反応において以下の化合物を生成する反応の番号を答えなさい。（8点，4点×2）

NADH : _____ FADH₂ : _____

得点

(3) 図中のピルビン酸とクエン酸の構造を書きなさい。（10点，5点×2）

得点

4 次の各問いに答えなさい。（24点）

(1) 酵素は特定の基質にのみ作用する。この性質を何というか答えなさい。また、この性質を示す理由についてタンパク質の立体構造の観点から説明しなさい。（8点）

得点

(2) アルドヘキソースの中で最も安定なものを答えなさい。また、その理由を説明しなさい。（8点）

得点

(3) タンパク質の水溶液は特定のpHにおいて沈殿を生じる。このpHを何というか答えなさい。また、沈殿が生じる理由を説明しなさい。（8点）

得点