受検番号

令和２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
・無 機 化 学 ・有 機 化 学 ・物 理 化 学 ・生 物 化 学	全て選択科目です。 ２科目を選択し、解答してください。

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検番号を記入してください。
6．受検番号は、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。

受検番号

令和２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】「無機化学」（１／２）

小計

1 以下の問に答えなさい。（25点）

得点

(1) 次の説明に当てはまる語句を答えなさい。(2×3=6点)

量子論に基づく水素原子模型から計算される原子半径r_nは$r_n = a_0 \cdot n^2$で表され、このときa_0を（　　）半径という。電荷がZeの原子核と電子1つの原子を考えると、原子の半径r_nは水素原子模型でのr_nの（　　）倍となるが、複数の電子からなる原子（またはイオン）では，注目している電子に対し他の電子が核電荷の場を妨げるため、注目している電子に対し，核電荷はZeより小さいZ^*eで働いていることになる。このZ^*を（　　）という。

(2) 次の原子またはイオンの基底状態における電子配置と不対電子数を答えなさい。（2×6＝12点）

O　電子配置：　　不対電子数：

K　電子配置：　　不対電子数：

Mg^{2+}　電子配置：　　不対電子数：

得点

(3) 同一周期では、原子番号の増加とともに原子の大きさはどうなるか理由とともに説明しなさい。（7点）

得点

2 電子対反発則（VSEPR則）とは何か説明しなさい。また、それを用いて、$BeCl_2$、CCl_4、NH_3がどのような構造となるか説明しなさい。（25点）

得点

受検番号

令和２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　酢酸と酢酸ナトリウムを用いてpH=5の緩衝液を1 L作りたい。酢酸のKa=1.75×10^{-5}として、次の問に答えなさい。（22点）

得　点

(1)　0.05 mol/Lの酢酸水溶液の解離度αとpHを求めなさい。（6点×2＝12点）

(2)　0.05 mol/Lの酢酸水溶液を500 mL使用するものとする。酢酸ナトリウムは何g必要か求めなさい。原子量はH:1、C：12、O：16、Na：23とする。（10点）

得　点

4　次の説明に当てはまる元素は何族に属するか、数値を書き入れなさい。また、属する元素を下記の元素群から選び、元素記号で答えなさい。（2点×6＝12点）

得　点

元素群：カルシウム、ナトリウム、アルゴン、アルミニウム、鉄、ケイ素、塩素

(1) 単体は単原子分子として存在する。　（　　族、元素記号　　）

(2) 第2から第4周期の元素は巨大分子構造を持つ。　（　　族、元素記号　　）

(3) sブロック元素であり、常温でも水と激しく反応する。（　　族、元素記号　　）

5　H_3O^+とCH_3COO^-の無限希釈における当量導電率をそれぞれ349.8 (S cm^2 eq^{-1})、40.9 (S cm^2 eq^{-1})とする。（16点）

得　点

(1)　酢酸の無限希釈における当量導電率と、陽イオンの輸率を求めなさい。（4×2＝8点）

(2)　酢酸ナトリウムの無限希釈における当量導電率は91.0 (S cm^2 eq^{-1})、　硝酸の無限希釈における当量導電率は421.3(S cm^2 eq^{-1})であった。硝酸ナトリウムの無限希釈における当量導電率を求めなさい。（8点）

得　点

受検番号

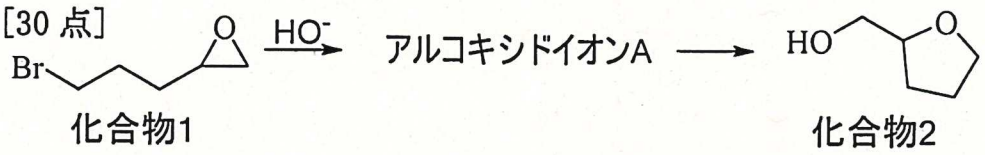
令和２年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

総得点

【応用物質工学専攻】有機化学（1/2）

小計

1 化合物１はヒドロキシイオンと反応し、アルコキシドイオンＡを経由して化合物２が生成します。[30 点]



① アルコキシドイオンＡの構造をかきなさい。(7 点)

得点

② 酸性条件で化合物１にメタノールを反応させると生成する化合物の構造をかきなさい。(8 点)

得点

③ 化合物１のような三員環エーテルは、五員環や六員環エーテルに比べ反応性が高い。その理由を答えなさい。(15 点)

得点

2 ケトンまたはアルデヒドの求核剤との反応について、反応性が高い方を答えなさい。またその理由を答えなさい。[18 点]

得点

＜反応性が高い方＞(5 点)

＜理由＞(13 点)

得点

受検番号

令和２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）

3 *tert*-ブチルプロピルエーテルを合成しようと考え、プロポキシドイオンと 2-ブロモ-2-メチルプロパンを反応させたがエーテルは得られなかった。得られた化合物は何ですか。また目的物質を得るための最適な反応剤を用いた反応式をかきなさい。またその反応剤が最適な理由も答えなさい。 **[27 点]**

＜得られた化合物＞(5 点)

得点

＜反応式＞(9 点)

得点

＜理由＞(13 点)

得点

4 1,3-ブタジエンと HCl が 1:1 で反応したとき、1,2-付加と 1,4-付加生成物が生じる。それらの構造を書きなさい。また、そのような化合物が生成する理由を書きなさい。**[25 点]**

＜1,2-付加生成物＞　　＜1,4-付加生成物＞

(各 5 点)

得点

＜理由＞(15 点)

得点

受検番号

令和２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】「物理化学」（１／２）

小計

［共通］必要であれば次の数値を使いなさい。

電子の質量	$m_e = 9.109\times10^{-31}$ (kg)	標準電極電位	E^o
電気素量	$e = 1.602\times10^{-19}$ (C)	$1/2\ Cl_2\ (g) + e^- \rightarrow Cl^-$	1.358 V
アボガドロ数	$N_A = 6.022\times10^{23}$ (/mol)	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0.799 V
ファラデー定数	$F = 9.6485\times10^4$ (C/mol)	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	0.337 V
気体定数	$R = 8.314$ (J/K・mol)	$AgCl\ (s) + e^- \rightarrow Ag(s) + Cl^-$	0.222 V
原子量（モル質量）	H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Al=27.0, Si=28.1, P=31.0, S=32.1, Cl=35.5, Fe=55.9, Cu=63.6, Zn=65.4, Ag=107.9	$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	0.159 V
		$H^+ + e^- \rightarrow 1/2\ H_2$	0.000 V

1 濃度に関する次の問(1)~(3)に答えなさい。（各 10 点、計 30 点）

(1) 20℃で水に溶解する溶存酸素の飽和量は 8.84 mg/L である。このときの酸素 O_2 のモル分率を求めなさい。

(2) 25℃, 101.3 kPa の CO_2 と水が平衡状態にあり、このときのヘンリー定数は 166.1 MPa である。水の中に溶解している CO_2 の濃度を g L^{-1} 単位で求めなさい。

(3) 難溶性沈殿 AgCl と溶解平衡にある中性の水中における銀イオン濃度[Ag^+]を求めなさい。

【解答欄】

		得点
(1)	(計算過程を明示すること) 答え　　（単位：　　）	(1)
(2)	(計算過程を明示すること) 答え　　（単位：　　）	(2)
(3)	(計算過程を明示すること) 答え　　（単位：　　）	(3)

2 温度 600 K におけるアゾメタンの分解反応 $CH_3N_2CH_3\ (g) \rightarrow CH_3CH_3(g) + N_2(g)$について、アゾメタンの分圧（$p_A$）の時間変化を測定して、下記の結果を得た。以下の問(1)~(2)に答えなさい。（各 10 点、計 20 点）

時間（s）	0	1000	2000	3000	4000
p_A (Pa)	10.9	7.63	5.32	3.71	2.59

(1) この反応が 1 次反応であることを示しなさい。

(2) p_A が 0.1 Pa 以下になる時間を求めなさい。

【解答欄】

		得点
(1)		(1)
(2)	(計算過程を明示すること) 答え　　（単位：　　）	(2)

受検番号

令和２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」（２／２）

小計

3 次の問(1)~(4)に答えなさい。（計 50 点）

(1) 一定温度 100℃において、水素分子と窒素分子の平均速度は、どちらが何倍速いか。（10 点）

(2) $Cu^{+} + e^{-} \rightarrow Cu$ の E^{o} 値を求めなさい。（10 点）

(3) 25℃における水蒸気（$H_2O(g)$）の標準生成エンタルピーは−241.82 kJ mol^{-1} である。100℃での水蒸気の生成エンタルピーを求めなさい。ただし、$H_2O(g)$, $H_2(g)$, $O_2(g)$のモル定圧熱容量の値（/ J $K^{-1}mol^{-1}$）はそれぞれ 33.58, 28.82, 29.36 である。（14 点）

(4) 25℃において 1.00 mol のトルエンと 3.00 mol のベンゼンを混合したときのエンタルピー（H）、内部エネルギー（U）、ギブスエネルギー（G）、エントロピー（S）の変化、$\Delta_{mix}H$, $\Delta_{mix}U$, $\Delta_{mix}G$, $\Delta_{mix}S$ をそれぞれ求めなさい。（16 点）

【解答欄】

		得点
(1)	(計算過程を明示すること) 答え　（水素、窒素）が　　倍 速い	
(2)	(計算過程を明示すること) 答え　　(単位：　)	
(3)	(計算過程を明示すること) 答え　　(単位：　)	
(4)	(計算過程を明示すること) 答え　$\Delta_{mix}H =$ (単位：　)　$\Delta_{mix}U =$ (単位：　)　$\Delta_{mix}G =$ (単位：　)　$\Delta_{mix}S =$ (単位：　)	

受検番号

令和２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】（生物化学　1/2）

小計

得点

1 以下の文章は細胞膜に関して記した文章である。下線部の(A)～(E)に正しい語句を記入しなさい。（24点：4点×6）

細胞膜を構成する主要な脂質はリン脂質である。リン脂質分子には(A)の部分と疎水性の部分があり、生体膜では、リン脂質分子の(A)部分を外側に、疎水性部分を内側に向けた(B)を形成して細胞膜として作用する。細胞膜を介した物質の移動は、基本的には濃度勾配と拡散に従うが、必要な物質の場合は、細胞は特定の物質を透過させる性質をもつが、これを（C）透過性とよぶ。例えば、細胞膜は、通常は水をほとんど通さないが腎臓の細胞は水の透過性が高い。これは（D）と呼ばれるタンパク質が存在するためである。細胞膜が大きな物質を細胞内に取り込むことを現象が(E)であり、細胞内から細胞外へタンパク質等を放出する事は(F)と呼ぶ。

A		B		C		D		E		F	

2 C18:2($\Delta^{9,12}$)と記載されている脂肪酸の化学構造式を記載せよ。Hは省略可能であるが、カルボン酸のHの省略は不可である。(6点)

得点

3 酵素は生体内触媒である。酵素機能とその阻害剤について次の５つの語句を必ず用いて、説明しなさい。図を用いても可である。

<u>基質特異性</u>、<u>Km値</u>、<u>ミカエリス・メンテン式</u>、<u>拮抗阻害</u>、<u>不拮抗阻害</u>　（20点）

得点

受検番号

令和２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　2/2）

小計

得点

4 DNA(デオキシリボ核酸)について以下の各問に答えなさい。（２０点）

(1) DNAの半保存的複製について説明しなさい。（１０点）

(2) DNA鎖の複製時におけるラギング鎖の複製について説明しなさい（１０点）

得点

5 光合成において二酸化炭素分圧が高いとき及び酸素分圧が高いときの２条件について Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase(RubisCO,ルビスコ）の作用を説明しなさい。なおルビスコの基質はリブロース２リン酸である。（１０点）

得点

6 サンガー法によって DNA の塩基配列を決定したい。配列決定したい DNA 断片とその特定の領域の末端に特異的に結合する合成オリゴヌクレオチド分子（プライマー）以外にどのような試薬や道具が必要か、またどのような原理で DNA 配列が決定されるのか、説明しなさい（２０点）