

2022年度 総合化学院修士(博士前期)課程  
入学試験問題

専門基礎科目 B 群(工学系)

総合基礎科目と合わせて解答しなさい。

2021年8月19日(木) 9:30~12:00 (総合基礎科目の試験時間を含む)

注意事項

- (1) 下表の5科目から2科目を選択して解答しなさい。
- (2) 配点は1科目100点である。
- (3) 解答は設問毎に別の答案用紙に記入しなさい。
- (4) 選択科目の答案用紙の所定欄に受験番号を必ず記入しなさい。
- (5) 選択した2科目の答案用紙のみ封筒に入れて提出しなさい。  
3科目以上提出した場合には、全て採点しないので注意すること。
- (6) 草案紙は2枚ある。
- (7) 問題紙、選択しなかった科目の答案用紙、および草案紙は提出する必要はない。

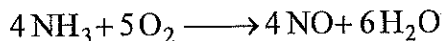
科目記号	科目	問題紙の枚数	答案用紙の枚数
B1-1	化学工学基礎	3	3
B1-2	熱力学・反応速度論	3	4
B1-3	応用分析化学	2	3
B1-4	応用有機化学	2	3
B1-5	生化学	3	3

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-1 (1/3)	試験科目	化学工学基礎
------	-------------	------	--------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問1 NH<sub>3</sub>を200 kmol d<sup>-1</sup>で図1のプロセスに供給して、次に示すNH<sub>3</sub>の酸化反応を実施する。



反応器には過剰率20.0%のO<sub>2</sub>がNH<sub>3</sub>に同伴して流入し、NH<sub>3</sub>の単通反応率は60.0%である。反応器出口ガスは分離器でNH<sub>3</sub>のみを分離して反応器入り口にリサイクルされる。以下の問(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 分離器から流出するNOとH<sub>2</sub>Oそれぞれの流量 $P_{\text{NO}}$ と $P_{\text{H}_2\text{O}}$ の値を求めなさい。
- (2) リサイクルされるNH<sub>3</sub>の流量 $R$ の値を求めなさい。
- (3) 分離器から流出するO<sub>2</sub>の流量 $P_{\text{O}_2}$ と、プロセスに供給されるO<sub>2</sub>の流量 $F_{\text{O}_2}$ の値を求めなさい。

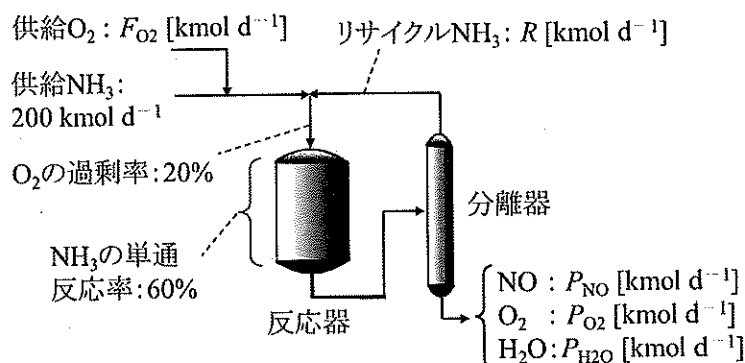


図1 NH<sub>3</sub>の酸化反応プロセス

設問2 ボイラーを用いて重油を完全燃焼させて200 °C, 8.88 atmの加熱水蒸気を3.60 t h<sup>-1</sup>の速度で発生させたい。ただし、供給される水は20 °Cとし、燃焼排ガスが持ち去る熱損失のため、重油の燃焼により得られる発熱量の60%が加熱水蒸気の生成に利用できるものとする。以下の問(1), (2)に答えなさい。必要であれば次のデータを用いなさい。

(データ)

- 定圧モル熱容量 $C_p$  水: 76.5 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> 水蒸気: 43.2 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>
- 重油の発熱量 43.1 MJ kg<sup>-1</sup>
- 水の正常沸点における蒸発潜熱 40.66 kJ mol<sup>-1</sup>

- (1) 200 °Cの加熱水蒸気を3.60 t h<sup>-1</sup>の速度で生成するために必要な重油の量を求めなさい。
- (2) 200 °Cの過熱水蒸気は加熱媒体として用いられる。8.88 atmの圧力下で冷却してゆくと175 °Cで凝縮して飽和水となる。この間のエンタルピー変化が被加熱物質に与えられる熱量となる。200 °C, 8.88 atmの加熱水蒸気3.60 t h<sup>-1</sup>から被加熱物質に与えられる熱量 $Q$ を求めなさい。

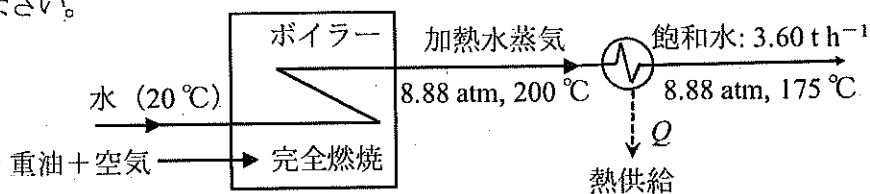


図2 重油の燃焼反応プロセス

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-1 (2/3)	試験科目	化学工学基礎
------	-------------	------	--------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問3 A, Bの2成分系で、一次元 ( $z$ 方向) のみに濃度分布があるとする。成分AおよびBの移動速度をそれぞれ  $v_A$  [ $\text{ms}^{-1}$ ],  $v_B$  [ $\text{ms}^{-1}$ ], モル濃度をそれぞれ  $C_A$  [ $\text{molm}^{-3}$ ],  $C_B$  [ $\text{molm}^{-3}$ ] とすると、成分AおよびBの固定座標系に対する物質流束  $N_A$  [ $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ],  $N_B$  [ $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ] はそれぞれ次の式(i), 式(ii)で表すことができる。

$$N_A = C_A v_A \quad (\text{i})$$

$$N_B = C_B v_B \quad (\text{ii})$$

成分AおよびBのモル分率をそれぞれ  $x_A$ ,  $x_B$  とすると、混合物のモル平均速度  $v$  は次の式(iii)で表すことができる。

$$v = \boxed{\text{(ア)}} \quad (\text{iii})$$

成分Aの物質流束は移動座標系で考えることもできる。座標系の移動速度を  $v$  と取ると、この移動座標系での物質流束  $J_A$  [ $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ] は次の式(iv)のように表すことができる。

$$J_A = C_A \boxed{\text{(イ)}} \quad (\text{iv})$$

式(i)~(iv)より、 $J_A$  と  $N_A$ ,  $N_B$ の間には次の式(v)で示される関係が成立することが分かる。

$$J_A = N_A - x_A (N_A + N_B) \quad (\text{v})$$

一方で物質流束  $J_A$  は成分Aの濃度勾配に比例するため、次の式(vi)で表すこともできる。

$$J_A = -C_t D_{AB} \frac{dx_A}{dz} \quad (\text{vi})$$

ただし  $C_t$  [ $\text{molm}^{-3}$ ] は全モル濃度 ( $C_A$  と  $C_B$  の和) であり、 $D_{AB}$  [ $\text{m}^2\text{s}^{-1}$ ] は拡散係数である。式(v), (vi)より、 $N_A$  に関して次の式(vii)が成立することが分かる。

$$N_A = -C_t D_{AB} \frac{dx_A}{dz} + x_A (N_A + N_B) \quad (\text{vii})$$

ここで  $z$  方向の長さが  $L$  [ $\text{m}$ ] である領域について考える。領域の両端 ( $z=0\text{m}$ ,  $z=L$  [ $\text{m}$ ]) では成分Aのモル分率  $x_A$  はそれぞれ  $x_{A1}$ ,  $x_{A2}$  ( $x_{A1} > x_{A2}$ ) に、成分Bのモル分率  $x_B$  はそれぞれ  $x_{B1}$ ,  $x_{B2}$  に保持されており、定常状態にあるとする。また  $C_t$ ,  $D_{AB}$  は一定であるとする。ここで領域内を成分A, Bが当モルずつ逆方向に移動している場合には、 $N_A$  は次の式(viii)で表すことができる。

$$N_A = \boxed{\text{(ウ)}} \quad (\text{viii})$$

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-1 (3/3)	試験科目	化学工学基礎
------	-------------	------	--------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

成分 B が移動せず, 成分 A のみが一方拡散する場合,  $N_A$  は次の式(ix)で表すことができる。

$$N_A = \frac{C_t D_{AB}}{L(x_B)_{lm}} (x_{A1} - x_{A2}) \quad (\text{ix})$$

ただし  $(x_B)_{lm}$  は次の式(x)で定義される  $x_{B1}$ ,  $x_{B2}$  の対数平均である。

$$(x_B)_{lm} = \frac{x_{B1} - x_{B2}}{\ln(x_{B1}/x_{B2})} \quad (\text{x})$$

以下の問 (1) ~ (3) に答えなさい。

(1) , ,  に入る適切な式を答えなさい。

(2) 式(vi)は一般的に何の法則と呼ばれているかを答えなさい。

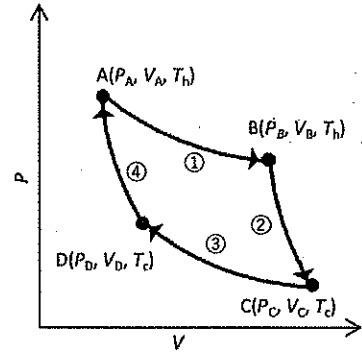
(3) 式(ix)を導出しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B1-2 (1/3)	試験科目	熱力学・反応速度論
------	------------	------	-----------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問1 右図に示したように、①等温可逆膨張： $A(P_A, V_A, T_h) \rightarrow B(P_B, V_B, T_h)$ 、②断熱可逆膨張： $B \rightarrow C(P_C, V_C, T_c)$ 、③等温可逆圧縮： $C \rightarrow D(P_D, V_D, T_c)$  および④断熱可逆圧縮： $D \rightarrow A$ の4つの過程からなるカルノーサイクルについて考える。単原子の完全気体1モルの系に対しカルノーサイクルを①→②→③→④の順に行うとき、以下の問(1)～(5)に答えなさい。ただし $P_A, P_B, P_C$ および $P_D$ 、および $V_A, V_B, V_C$ および $V_D$ は、それぞれA, B, CおよびD点における圧力および体積を表している。 $T_h$ は温度を表し、 $T_h > T_c$ とする。また、気体定数は $R$ とする。



- (1) ①, ②, ③および④過程で系になされる仕事 $W_1, W_2, W_3$ および $W_4$ を、各点における圧力、体積、温度または $R$ を使った式で表しなさい。また、0の場合は0と答えなさい。
- (2) ①, ②, ③および④過程で系に与えられる熱 $q_1, q_2, q_3$ および $q_4$ を、各点における圧力、体積、温度または $R$ を使った式で表しなさい。また、0の場合は0と答えなさい。
- (3) ①, ②, ③および④過程で系の内部エネルギー変化 $\Delta U_1, \Delta U_2, \Delta U_3$ および $\Delta U_4$ を、各点における圧力、体積、温度または $R$ を使った式で表しなさい。また、0の場合は0と答えなさい。
- (4)  $T_h = 373\text{K}$ において①の等温膨張を行い、周囲から系が $4.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ の熱を受け取った。このときのAおよびBの圧力比 $P_A/P_B$ を求めなさい。ただし $R = 8.31 \text{ [J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}]$ とする。
- (5) ②の断熱膨張において、周囲から系が $W \text{ [J]}$ の仕事を受け取ることで温度が $T_h = 373\text{K}$ から $T_c = 323\text{K}$ まで減少した。このときの $V_B/V_C$ 比を求めなさい。

設問2 グラファイトからダイヤモンドへの相転移 ( $\text{C}(\text{graphite}) \rightarrow \text{C}(\text{diamond})$ ) に関する標準エンタルピー変化 $\Delta H^\circ$ 、標準エントロピー変化 $\Delta S^\circ$ 、およびモル体積変化 $\Delta V_m$ は下の表のように与えられる。以下の問(1)、(2)に答えなさい。

$T / \text{K}$	$\Delta H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ / \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	$\Delta V_m / \text{m}^3 \text{ mol}^{-1}$
500	1.46	-4.48	$1.91 \times 10^{-6}$
1000	1.21	-4.85	$1.97 \times 10^{-6}$

- (1) 500Kおよび1000Kにおける標準ギブスエネルギー変化を計算しなさい。
- (2) 500Kおよび1000Kにおいて、相平衡となる圧力を計算しなさい。ただし $\Delta V_m$ は圧力に依らず一定とする。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-2 (2/3)	試験科目	熱力学・反応速度論
------	-------------	------	-----------

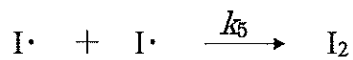
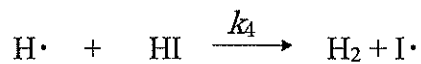
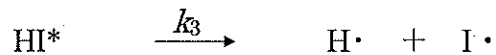
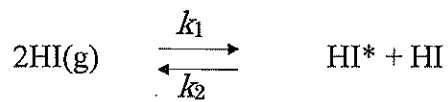
(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問3 ヨウ化水素の分解反応



は、気相では次の機構で進行するとする。以下の問(1)～(4)に答えなさい。

化学種 A の濃度を [A] で表す。



- (1)  $\text{HI}^*$ ,  $\text{H}\cdot$  および  $\text{I}\cdot$  の生成速度を表す式を書きなさい。
- (2)  $[\text{HI}^*]$ ,  $[\text{H}\cdot]$  および  $[\text{I}\cdot]$  に対して、定常状態近似法を適用し、 $\text{I}_2$  の生成速度の式を決定しなさい。
- (3) (2) の条件において、 $\text{HI}$  が十分に低圧の場合の反応次数を求めなさい。
- (4)  $\text{Au}$  触媒を用いたヨウ化水素の分解反応は 0 次反応になることが知られている。0 次反応の場合の  $\text{HI}$  の分解反応における濃度の時間変化についてまず説明した上で、想定される反応機構を説明しなさい。

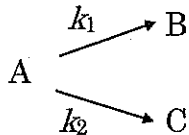
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-2 (3/3)	試験科目	熱力学・反応速度論
------	-------------	------	-----------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問4 以下の問 (1) ~ (3) に答えなさい。必要があれば, 気体定数  $R=8.31\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$  を用いなさい。

次の並発反応において, B および C を生成する反応の活性化エネルギーはそれぞれ  $E_1=100\text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $E_2=120\text{ kJ mol}^{-1}$  である。また, 300 K において  $k_1=2.0\times 10^{-2}\text{ s}^{-1}$ ,  $k_2=4.0\times 10^{-2}\text{ s}^{-1}$  である。



- (1) 300 K において, A の初濃度を  $a_0$ , B および C の初濃度を 0 とすると, 時間  $t$  における B の濃度  $x$  を求めなさい。
- (2) 300 K において A の濃度が初濃度の  $1/8$  になる時間を求めなさい。
- (3)  $k_1/k_2=1.5$  となる温度  $T$  を求めなさい。

総合化学院 総合化学専攻

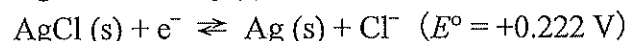
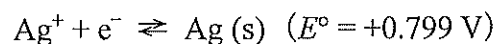
科目記号	B 1-3 (1/2)	試験科目	応用分析化学
------	-------------	------	--------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問1 以下の問 (1) ~ (5) に答えなさい。また、計算過程も示しなさい。

(1) 試料 745.7 g 中の亜鉛を滴定するのに、 $0.01500 \text{ mol dm}^{-3}$  のエチレンジアミン四酢酸水溶液を  $25.95 \text{ cm}^3$  要した。この試料中の亜鉛含有量 (ppm) を有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、亜鉛の原子量は 65.38 とする。

(2) 以下の半反応と標準電位の値から、AgCl の溶解度積  $K_{sp}$  を有効数字 3 桁で求めなさい。



(3) タンパク質 P を含む水溶液に、P と特異的に結合するリガンド L を加えて、P の 99.9% 以上を L と結合した状態 (P-L 複合体) にしたい。P に対して L をモル比で最低何倍加える必要があるか、有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、P と L は 1 : 1 で P-L 複合体を形成し、P の全濃度は  $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ 、その結合定数  $K_b$  は  $1.25 \times 10^4 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$  である。

(4) モル質量  $122.12 \text{ g mol}^{-1}$  の弱酸 HA 0.400 g を水に溶解して  $500 \text{ cm}^3$  としたとき、pH は 3.22 であった。この弱酸の酸解離定数  $K_a$  を求めなさい。また、この弱酸の  $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$  水溶液中では、HA の何% が解離しているか求めなさい。いずれも有効数字 3 桁とすること。

(5) 水溶液中にある金属イオン  $M^{2+}$  を、キレート抽出剤 HL を用いて金属錯体  $ML_2$  の形で有機溶媒に抽出したところ、この金属の分配比  $D_M$  は pH 4.5 で  $2.92 \times 10^{-1}$  であった。pH 6.5 における  $D_M$  を有効数字 3 桁で求めなさい。また、水溶液と有機溶媒の体積比が 10:1 のときの半抽出 pH ( $= \text{pH}_{1/2}$ ) を有効数字 2 桁で求めなさい。



総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-3 (2/2)	試験科目	応用分析化学
------	-------------	------	--------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問2 以下の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 分離分析に関する以下の問 1), 2) に答えなさい。

1) 文中の空欄 (あ) ~ (く) に適切な語句を入れなさい。

電気泳動は、荷電粒子や分子、またはイオンが (あ) 中を移動する現象であり、生体分子などを分離・分析するために用いられる。(い) の分子は、陰極に移動するのに対して、(う) の分子は陽極に移動する。また、分離対象分子の分子量が (え) あるいは電荷が (お) ほど、分子の移動速度は小さい。タンパク質や核酸を電気泳動法で分離するための担体としては、(か) ゲルや (き) ゲルが用いられる。(か) は、(き) よりもゲルの網目構造のポアサイズが小さく、(く) 効果が大きいいため、タンパク質の分離に適している。

2) 液体クロマトグラフィーによって、化合物 A および B を分離した。死時間は 0.40 分であった。A および B の保持時間は、3.3 分および 5.1 分であった。A および B のピーク幅は、0.35 分および 0.45 分であった。以下の問①, ②について答えなさい。

- ① 化合物 A および B の保持係数  $K_A$  および  $K_B$  を、有効数字 2 桁で求めなさい。
- ② カラムの平均理論段数  $N$  と、A と B のピークの分離度  $R$  を、いずれも有効数字 2 桁で求めなさい。

(2) 分光分析に関する以下の問 1), 2) に答えなさい。

1) 溶液中の蛍光分子の蛍光強度  $F$  は、ある条件下では  $F=2.303 \varepsilon b C K' \Phi I_0$  と表わすことができる。どのような条件下でこの式が成り立つのか答えなさい。ここで、 $K'$  は装置関数、 $\Phi$  は量子収率、 $I_0$  は入射光強度、 $\varepsilon$  はモル吸光係数、 $b$  は光路長、 $C$  は蛍光分子のモル濃度である。

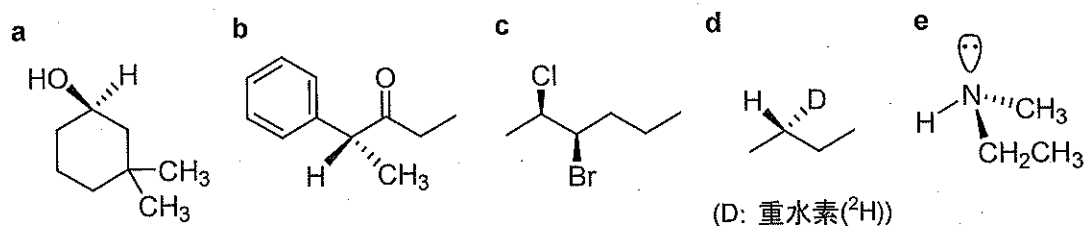
2) 溶液中の蛍光分子の蛍光強度に影響を及ぼす因子を二つ答えなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-4 (1/2)	試験科目	応用有機化学
------	-------------	------	--------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問1 以下の問 (1) ~ (5) に答えなさい。



- (1) 化合物 **a** ~ **d** の各キラル中心における絶対立体配置を *R* または *S* で答えなさい。ただし、複数のキラル中心が含まれる化合物は、1*R*3*S* のようにキラル中心の炭素の位置の番号を示すとともにすべてのキラル中心の立体配置を答えること。
- (2) 次の文中の空欄 **A** から **C** に入る適切な用語を答えなさい。
- 化合物 **a** は、3,3-ジメチルシクロヘキサノンを立体選択的に **A** することで得られる。この反応において化合物 **a** ができるには、ヒドリドイオンがカルボニル炭素の **B** 面から求核付加する必要がある。3,3-ジメチルシクロヘキサノンのように1段階の化学反応でアキラルな分子からキラルな化合物に変換できる場合、その分子は **C** であるという。
- (3) 化合物 **b** は光学活性であるが、この化合物に塩基を作用させた後に中和すると、分子量は一切変化せず、光学活性が失われた。その理由を120字程度で答えなさい。
- (4) 化合物 **e** が上図に示した状態で止まっていると仮定した時の絶対立体配置を *R* または *S* で答えなさい。また、化合物 **e** を常温で純粋な鏡像異性体として単離できない理由を50字程度で答えなさい。
- (5) 組成式  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_3$  で表される化合物 **f** には、2つの水酸基と1つのキラル中心が存在する。化合物 **f** の水酸基をすべてメチル化した化合物の絶対立体配置は、*S* である。一方、すべての水酸基をアセチル化した化合物の絶対立体配置は、*R* である。化合物 **f** の構造式を、キラル中心の立体配置がわかるように示しなさい。

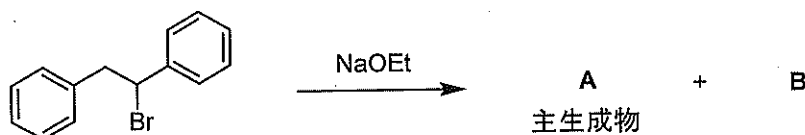
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-4 (2/2)	試験科目	応用有機化学
------	-------------	------	--------

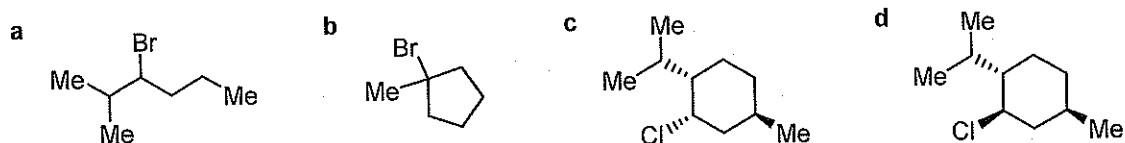
(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問2 E2脱離反応に関する以下の問 (1), (2) に答えなさい。

- (1) 以下に示すE2脱離反応では, 生成物として立体異性体の関係にある **A** と **B** が得られる。**A**, **B** の構造式を示しなさい。また, **A** が主生成物として得られる理由を80字程度で答えなさい。



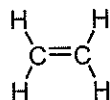
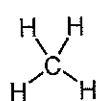
- (2) 次のハロゲン化アルキルのE2脱離反応における主生成物の構造式を示しなさい。



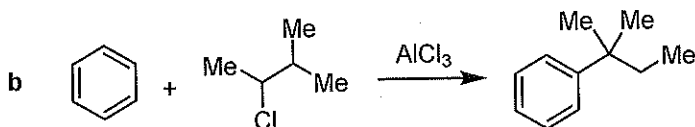
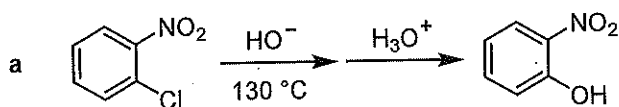
設問3 以下の問 (1), (2) に答えなさい。

- (1) 以下に示す通り, メタン, エチレン, アセチレンは異なった $pK_a$ 値を示す。その理由を炭素の混成軌道に基づいて150字程度で答えなさい。

メタン ( $pK_a \approx 60$ )      エチレン ( $pK_a = 44$ )      アセチレン ( $pK_a = 25$ )



- (2) 以下に示す反応の反応機構を電子の流れを表す曲がった矢印を用いて示しなさい。



総合化学院 総合化学専攻

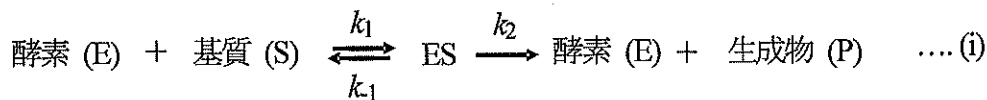
科目記号	B 1-5 (1/3)	試験科目	生化学
------	-------------	------	-----

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問1 酵素反応に関する以下の問 (1) ~ (5) に答えなさい。

Michaelis-Menten 式は反応式 (i) から 
$$V = \frac{k_2 [E]_t [S]}{[S] + K_m}$$
 と導かれる。

ただし、 $V$  は反応速度、 $[E]_t$  は全酵素濃度、 $[S]$  は初期基質濃度、 $K_m = \frac{k_2 + k_{-1}}{k_1}$  とする。



Michaelis-Menten 式に従う酵素を用いて酵素濃度  $2 \mu\text{M}$ 、反応時間 2 分間で反応を行い、初期基質濃度と生成物濃度の関係を調べたところ図 1 のグラフが得られた。

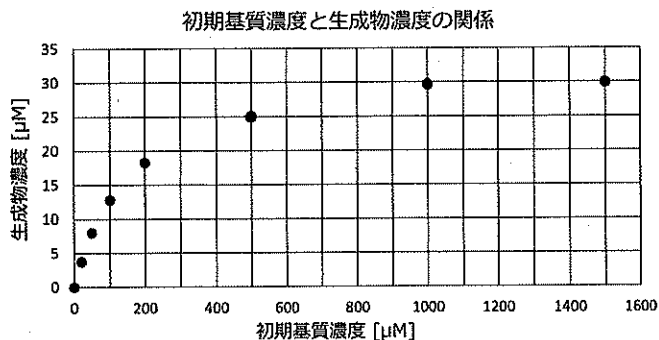


図 1. 初期基質濃度と生成物濃度の関係

- (1) 基質が  $K_m$  値に対して大過剰存在する条件では、 $V$  が  $[S]$  に依存しない最大速度  $V_{\max}$  になる。 $V_{\max}$  を表す式を答えなさい。また、Michaelis-Menten 式を  $V_{\max}$  を用いて書きなさい。
- (2) 図 1 を用いておおよその  $K_m$  を求めなさい。また、その方法を答案用紙のグラフに線や説明を記入することで示しなさい。(定規を使用する必要はない。)
- (3) 図 1 からこの酵素のおおよその回転数  $k_{\text{cat}}$  を求めなさい。
- (4) Michaelis-Menten 式から Lineweaver-Burk 式を導きなさい。
- (5) 酵素反応には至適温度が存在し、それより高い温度や低い温度では活性が低下する。その理由を書きなさい。

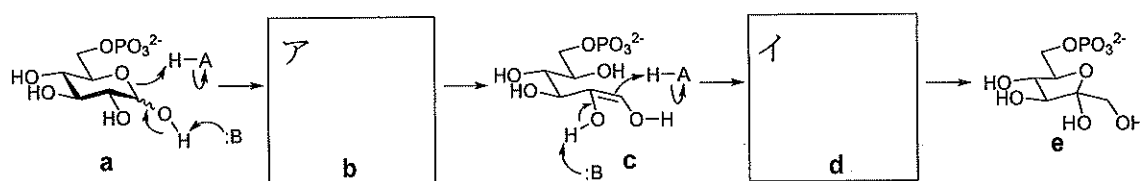
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-5 (2/3)	試験科目	生化学
------	-------------	------	-----

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問2 微生物は解糖系でグルコースをピルビン酸へと代謝する。以下の問 (1) ~ (6) に答えなさい。

- (1) 解糖系では、基質レベルのリン酸化でADPからATPが生成する反応が2つ存在する。それらの反応に関与する酵素の名前と基質の名前を答えなさい。
- (2) 解糖系の反応を通じて1分子のグルコースから、何分子のATPが生成するか答えなさい。ただし、解糖系以外の代謝は無視するものとする。
- (3) 下図にホスホグルコースイソメラーゼの反応を示す。なお、H-Aは酸触媒を、:Bは塩基触媒を示す。反応機構を示す矢印に従って反応中間体 **b** の構造と **c** への反応機構を示す矢印を答案用紙の **ア** に描きなさい。また、反応中間体 **d** の構造と生成物 **e** への反応機構を示す矢印を答案用紙の **イ** に描きなさい。生成物 **e** の名前を答えなさい。



- (4) 解糖系では、D-グリセルアルデヒド 3-リン酸を経路の中間体とする。立体化学に注意してその構造をフィッシャー投影式で描きなさい。
- (5) 解糖系で生成するピルビン酸は、ピルビン酸脱水素酵素複合体の基質である。ピルビン酸脱水素酵素複合体の反応に必要な有機補因子について、反応の中で再生されるものと消費されるもの名称をそれぞれすべて書きなさい。(略称でもよい。)
- (6) クエン酸回路には、ピルビン酸脱水素酵素と反応機構が類似の反応がもう一つ存在する。その酵素複合体、基質、生成物の名前をそれぞれ答えなさい。

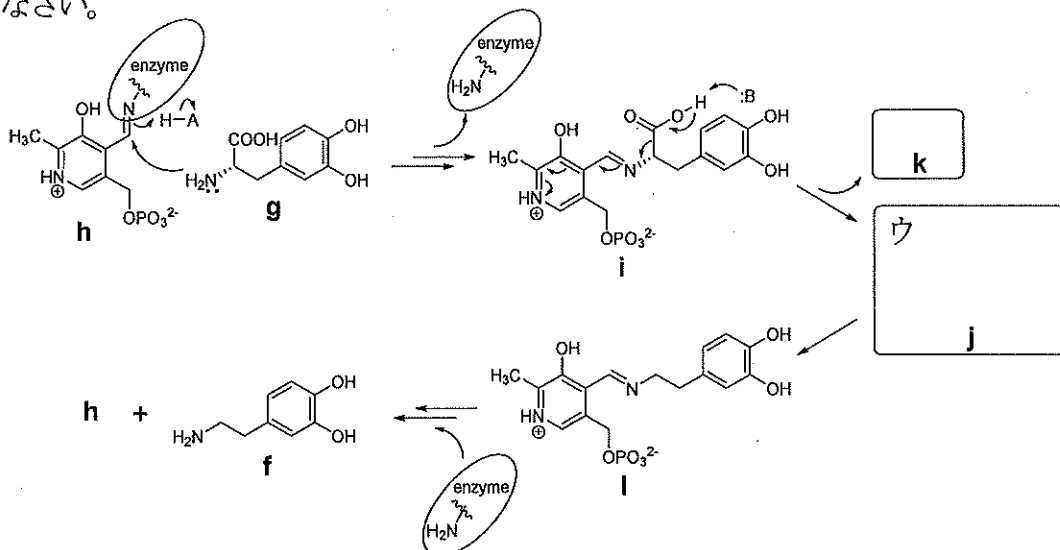
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-5 (3/3)	試験科目	生化学
------	-------------	------	-----

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙3枚)。

設問3 ピリドキサルリン酸 (PLP) を補酵素とする酵素の反応について、以下の問 (1) ~ (2) に答えなさい。なお、H-Aは酸触媒を、:Bは塩基触媒を示す。

- (1) ドーパミン (f) は、チロシンの酸化酵素で生成するドーパ (g) からPLP依存酵素により生合成される。このPLP依存酵素は、下図のように側鎖にアミノ基をもつアミノ酸残基とPLPが結合した h から始まる機構で反応を触媒する。以下の問1) ~ 3) に答えなさい。



- 1) h と g から中間体 i への反応機構を描きなさい。
  - 2) 反応機構を示す矢印に従って反応中間体 j の構造と l への反応機構を示す矢印を答案用紙の  に描きなさい。また、k の化学式を答えなさい。
  - 3) 下線で示した側鎖にアミノ基を持つアミノ酸について、アミノ酸の名称、三文字表記、一文字表記、側鎖の構造を答えなさい (側鎖はアミノ酸の構造を完成させるように書きなさい。ただし立体化学は無視してよい。)
- (2) アミノ基転移酵素もPLPを補酵素とする。タンパク質を構成するアミノ酸のうち、アミノ基転移反応によって解糖系かTCA経路の中間体として存在する化合物になるもの3つについて、アミノ酸の名称、三文字表記、一文字表記、側鎖の構造を答えなさい。(側鎖はアミノ酸の構造を完成させるように書きなさい。立体化学は無視してよい。)