

平成26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下さい。

平成25年8月22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下さい。
- (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下さい。
- (4) 選択科目の答案用紙の所定欄に受験番号を必ず記入下さい。
- (5) 選択した2科目の答案用紙のみ封筒に入れて提出下さい。  
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。

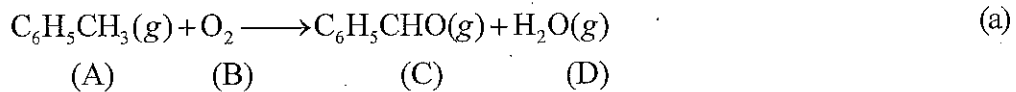
科目記号	科目	問題紙の枚数	答案用紙の枚数
B1-1	化学工学基礎	2	2
B1-2	熱力学・反応速度論	3	4
B1-3	応用分析化学	2	2
B1-4	応用有機化学	2	2
B1-5	生化学	2	3

科目記号	B 1-1 (1/2)	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 2 枚)。

設問 1 次の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

図 1 に示すように、トルエンと空気の混合物を反応器に通してベンズアルデヒドを製造する。



乾燥空気 (酸素 21%, 窒素 79%) を過剰率 100% で物質流量  $1.00 \text{ mol s}^{-1}$  のトルエンと混合して、大気圧下 453 K で反応器に供給する。反応器を去る反応ガスの温度は 463 K である。反応器では式 (a) の反応のみが進行し、トルエン基準の反応率は 20% である。反応器は定常操作されている。必要であれば次の値を用いなさい。

- 標準生成熱:  $\Delta H_f^\circ [\text{kJ mol}^{-1}]$  水(液体):  $-286$ , トルエン(気体):  $50.0$   
ベンズアルデヒド(気体):  $-40.0$
- 標準蒸発潜熱:  $\Delta H_v [\text{kJ mol}^{-1}]$  水:  $40.7$  (沸点  $373.2 \text{ K}$ )
- 定圧熱容量:  $C_p [\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}]$  トルエン(気体):  $208$ , ベンズアルデヒド(気体):  $200$   
水:  $75.4$ , 水蒸気:  $35.0$ , 酸素:  $30.7$ , 窒素:  $29.6$

- (1) 反応器入口と出口の各成分の物質流量  $[\text{mol s}^{-1}]$  を求めなさい。
- (2) 次に示す反応器のエネルギー収支式 (b) の ア ~ ウ に入る適切な数式を図 1 の記号を用いて答えなさい。また、エ には適切な数値を答えなさい。ただし、 $H_R$  は反応器に流入する反応ガス混合物の総エンタルピーを、 $H_P$  は反応器を去る反応ガス混合物の総エンタルピーをそれぞれ表す。また、エンタルピー変化に比較して運動エネルギー、位置エネルギーと仕事は無視してよい。

$$[\text{反応器のエネルギーの蓄積速度}] = H_R - H_P + \text{ア} = \text{イ} - \text{ウ} + \text{ア} = \text{エ} \quad (\text{b})$$

- (3)  $H_R [\text{kJ s}^{-1}]$  と  $H_P [\text{kJ s}^{-1}]$  の値を求めなさい。
- (4) 外部から反応器に加えられる熱  $q [\text{kJ s}^{-1}]$  の値を求めなさい。

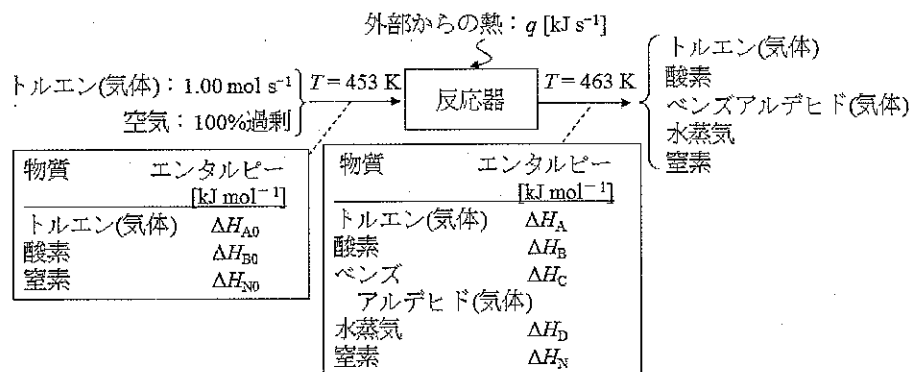


図 1 反応器の熱収支と物質収支

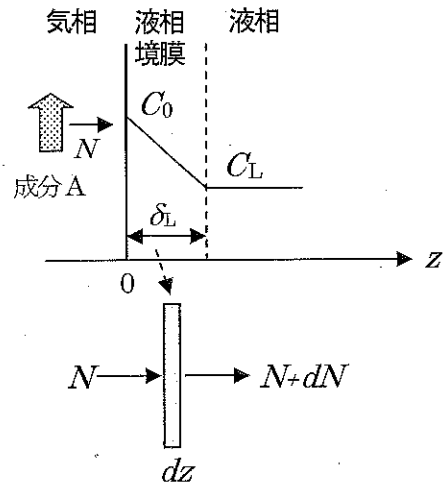
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-1 (2/2)	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2枚)。

設問2 以下の  ~  に入る適切な式または記号を答えなさい。

ある気体成分Aのガス吸収を考える。右図のように液相境膜の厚さ $\delta_L$ 、 $z=0$ および $z=\delta_L$ での成分Aのモル濃度を各々 $C_0$ 、 $C_L$ とする。液相中の成分Aの濃度が希薄であるとする、その物質流束 $N$ は、 $N=-D_L dC/dz$  ( $D_L$ は拡散係数)で与えられる。定常状態の場合を考えると、 $dN/dz=0$ である。 $C_L=0$ の場合には、濃度 $C$ は $z$ の関数として



$$C = \text{ア} z + \text{イ} \quad (\text{a})$$

となるので、ガス吸収速度 $N$ は次式となる。

$$N|_{z=0} = -D_L \frac{dC}{dz} \Big|_{z=0} = \text{ウ} \quad (\text{b})$$

この成分Aが溶媒と反応する場合、そのガス吸収速度は大きくなる。この化学反応が不可逆1次反応で表わされる場合(成分Aの消費速度 $=kC$ 、 $k$ は速度定数)について、ガス吸収速度を次に求める。液相境膜内の微小部分(幅 $dz$ )について成分Aの収支をとると、

$$dN/dz + \text{エ} = 0 \quad (\text{c})$$

となる。 $N=-D_L dC/dz$ を用いて式(c)を整理すると次式となる。

$$\text{オ} \frac{d^2 C}{dz^2} + \text{カ} = 0 \quad (\text{d})$$

式(d)を境界条件 $z=0$ で $C=C_0$ 、 $z=\delta_L$ で $C=C_L=0$ で解くと、境膜内の濃度分布として

$$C(z) = C_0 \frac{\sinh[(1-z/\delta_L)\delta_L \sqrt{k/D_L}]}{\sinh[\delta_L \sqrt{k/D_L}]} \quad (\text{e})$$

が得られる。従って、化学反応が起こる場合のガス吸収速度 $N$ は、

$$N|_{z=0} = -D_L \frac{dC}{dz} \Big|_{z=0} = \text{ウ} \times \beta \quad (\text{f})$$

$$\beta = \text{キ} \quad (\text{g})$$

となり、化学反応が起こらない式(b)の場合に比べて $\beta$ 倍大きくなる。

(注)  $\frac{d \sinh x}{dx} = \cosh x$ ,  $\tanh x = \sinh x / \cosh x$

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-2 (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 完全気体のもつギブスエネルギー $G$ が系の圧力によってどのように変化するか考察する。以下の空欄  ~  を埋めなさい。

系が吸収した微小な熱を $dq$ , 系になされた微小仕事を $dw$ とすると, 熱力学第一法則より系の内部エネルギーの微小変化 $dU$ は

$$dU = \text{[i]} + \text{[ii]} \quad [1]$$

で表される。ここで, 可逆過程において  は熱力学第二法則を元に定義されたエントロピー $S$ と

$$\text{[i]} = \text{[iii]} \quad [2]$$

のように関係づけられる。さらに系は膨張・圧縮による仕事だけを行うと仮定すると,  は圧力 $P$ , 体積 $V$ を用いて

$$\text{[ii]} = \text{[iv]} \quad [3]$$

と書かれるので, 結局内部エネルギー変化は

$$dU = \text{[iii]} + \text{[iv]} \quad [4]$$

と書くことができる。一方, 定義より $G$ は

$$G = H - TS \quad [5]$$

である。ここで $H$ はエンタルピー,  $T$ は温度である。式[5]から得られる $dG$ に対し, エンタルピー $H$ の定義式

$$H = \text{[v]} + \text{[vi]} \quad [6]$$

と式[4]を用いると, 式変換により

$$dG = \text{[vii]} - SdT \quad [7]$$

が得られる。

式[7]より $G$ の圧力依存性を得ることができる。温度 $T$ を一定とすると $dG = \text{[vii]}$ である。ここで気体定数 $R$ とし, 1 molの完全気体を考えると,  $dG$ は $P$ の関数として

$$dG = \text{[viii]} dP \quad [8]$$

と書き直される。

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2 以下の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

温度と圧力が一定の条件下で次のような完全気体A, Bの化学反応を考える。



系の化学ポテンシャル $\mu_A$ ,  $\mu_B$ は1 molの物質のもつギブスエネルギー $G$ と定義され、

$$\mu_A = \mu_A^0 + RT \ln(P_A/P_0) \quad [2]$$

$$\mu_B = \mu_B^0 + RT \ln(P_B/P_0) \quad [3]$$

と表される。ここで $P_A$ ,  $P_B$ はAとBの分圧であり、また $P_0$ は標準状態の圧力とする。系の全ギブスエネルギー $G$ は物質の物質量 $n_A$ ,  $n_B$ の関数であり、 $G$ の全微分は

$$dG = \boxed{i} + \boxed{ii} \quad [4]$$

と書かれる。

反応開始時にはAのみが存在し、その物質量を1 molとする。またある時間  $t$  における反応進行度を $\xi$ とする。

- (1) 上の空欄  $\boxed{i}$  ~  $\boxed{ii}$  に入る適切な数式を記入しなさい。
- (2) 化学反応平衡の条件式は、 $dG/d\xi=0$ である。式[1]の平衡について平衡定数 $K_0$ を、 $\mu_A^0$  および $\mu_B^0$ で表しなさい。
- (3) 平衡における $\xi$ を、 $K_0$ ,  $P_0$ および全圧 $P$ を用いて表しなさい。
- (4)  $K_0=4$ としたとき、 $P=P_0$ の場合に平衡における $\xi$ を求めなさい。また、 $P=3P_0$ に加圧した場合、平衡における $\xi$ を求めなさい。

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) 設問全部に解答すること。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 次の問(1)～(3)に答えなさい。

固体に対する気体の吸着に関して、Langmuirはいくつかの仮定に基づいて、以下のよう  
に吸着等温式を導出している。

ある時間において、吸着分子によって覆われた固体表面の割合を $\theta$ とすると、吸着平衡の  
状態では、固体表面に分子が吸着する速度 $v_a$ と固体表面から分子が脱離する速度 $v_d$ が等しい  
ことから、 の関係が成立する。

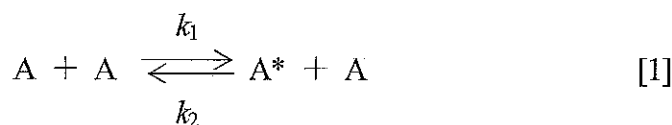
この式から、吸着係数を $b$ とおくことによって次式が導かれる。

$$\theta = \text{input type="text" value="ii"}$$

- (1) 下線部 アに関して、Langmuirが吸着等温式を導く上で前提とした仮定を3つ答えなさい。
- (2) 気体の圧力を $P$ 、吸着および脱離の速度定数をそれぞれ $k_a$ 、 $k_d$ として、 にあてはまる式を記入しなさい。
- (3)  に適切な式を記入しなさい。

設問4 次の問(1)～(3)に答えなさい。

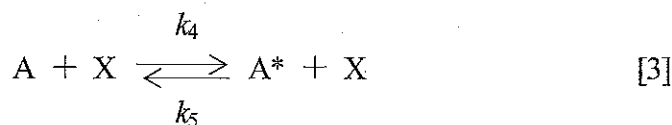
- (1)  $A \longrightarrow R$  で示される単分子反応において、A分子同士の衝突によって分子が活性化される場合、反応は式[1]、[2]のように進行すると考えられる。  
定常状態近似法を用いて、Rの生成速度を示しなさい。



(A\* : 活性化されたA分子)



- (2) 混在物質Xが存在すると、式[3]の反応によってもA分子が活性化されるため、Rの生成速度に影響することが予想される。式[3]の過程も考慮するとRの生成速度は、どのように表されるか、示しなさい。



- (3) A分子を活性化するためのAとXの相対的有効度を求める方法を簡単に説明しなさい。

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 2 枚)。

設問 1 次の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

(1) 以下の 1), 2) の水溶液のイオン強度を有効数字 2 桁で求めなさい。

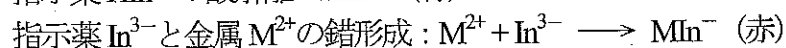
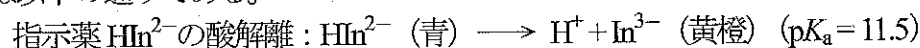
1) 0.10 mol/L  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  水溶液

2) 0.10 mol/L の  $\text{KCl}$  を含む 0.20 mol/L  $\text{CuSO}_4$  水溶液

(2) 酢酸水溶液の pH は酸解離定数  $\text{p}K_a$  を用いて計算することができる。水溶液中の酢酸の濃度  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  を  $C$  mol/L, 酢酸イオンの濃度  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  を  $C^*$  mol/L としたとき, 酢酸水溶液の pH を  $\text{p}K_a$ ,  $C$ ,  $C^*$  を含む数式で示しなさい。

(3) 0.1 mol/L 酢酸アンモニウム水溶液の pH を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし, 酢酸およびアンモニウムの  $\text{p}K_a$  を, それぞれ 4.8 および 9.2 とする。また, 計算過程も記入しなさい。

(4) 水溶液中の  $\text{Mg}^{2+}$  と  $\text{Ca}^{2+}$  の総濃度は, エリオクロムブラック T ( $\text{EBT}$ ,  $\text{HIn}^{2-}$ ) を指示薬とする EDTA 滴定により分析可能である。一方,  $\text{Mg}^{2+}$  を含まない  $\text{Ca}^{2+}$  のみの試料について EDTA 滴定を行う場合, 普通 EBT を使用しない。これは終点での変色が鋭敏にならないためである。以下の問 1) ~ 4) に答えなさい。なお溶液の色調に関する反応は以下の通りである。



1) EBT を指示薬とする EDTA 滴定の終点における色の変化を答えなさい。

2)  $1 \times 10^{-4}$  mol/L の  $\text{Mg}^{2+}$  と濃度不明の  $\text{Ca}^{2+}$  を含む試料 50 mL (pH 10) について, 0.01 mol/L の EDTA で滴定を行ったところ, 終点は 18 mL だった。試料中の  $\text{Ca}^{2+}$  のモル濃度を求めなさい。なお, 計算過程も記入しなさい。

3) 2) の試料に  $\text{NaOH}$  を添加して,  $\text{Mg}^{2+}$  のみを水酸化物として定量的 (99.9%) に沈殿除去したい。除去が可能の場合は, pH をいくつ以上に設定すれば良いか有効数字 3 桁で求めなさい。不可能の場合は,  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が何 mol/L 以下であれば可能となるか有効数字 3 桁で求めなさい。なお,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  および  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の溶解度積  $K_{sp}$  は, それぞれ  $1.2 \times 10^{-11}$  および  $5.5 \times 10^{-6}$  (mol/L)<sup>3</sup> とし,  $\text{NaOH}$  の添加による希釈は無視してよい。また, 計算過程も記入しなさい。

4) 下線部の内容から予想される各錯体の条件付き安定度定数の大小関係について, それぞれの条件付き安定度定数を,  $\text{Mg-EDTA}$  錯体:  $K_1$ ,  $\text{Mg-EBT}$  錯体:  $K_2$ ,  $\text{Ca-EDTA}$  錯体:  $K_3$  および  $\text{Ca-EBT}$  錯体:  $K_4$  とし, 大きい方から順に答えなさい。

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2枚)。

設問2 以下の問(1)～(3)に答えなさい。

(1) 次の文章の [ア] から [オ] に当てはまる適切な語句または式を記入しなさい。

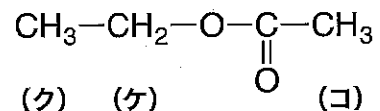
吸光度法では、溶液中の1種類の化学種の濃度だけでなく、2種類以上の化学種が重なった吸収スペクトルを持つときも、[ア] 則により、それぞれの濃度を定量することができる。いま、2種類の化学種XとYを含む溶液について考える。この溶液のある波長における吸光度Aは、2種類の化学種の吸光度の [イ] に等しい。ここでそれぞれの化学種のモル濃度を  $C_X$  と  $C_Y$ 、モル吸光係数を  $\epsilon_X$  と  $\epsilon_Y$ 、測定セルの光路長を  $l$  とすると、 $A =$  [ウ] となる。この溶液を2つの異なる波長  $\lambda_1$  と  $\lambda_2$  で測定し、それぞれの吸光度  $A_1$  と  $A_2$  を求める。このとき、 $\lambda_1$  におけるXとYの吸光度およびモル吸光係数は、それぞれ  $A_{X1}$  と  $A_{Y1}$  および  $\epsilon_{X1}$  と  $\epsilon_{Y1}$  とし、 $\lambda_2$  についても同様に、それぞれ  $A_{X2}$  と  $A_{Y2}$  および  $\epsilon_{X2}$  と  $\epsilon_{Y2}$  とすれば、 $A_1 = A_{X1} + A_{Y1} =$  [エ]、 $A_2 = A_{X2} + A_{Y2} =$  [オ] が成り立つ。ここで各波長におけるモル吸光係数は、既知濃度のXとYを測定することにより得られるので、この式の未知数は  $C_X$  と  $C_Y$  のみとなる。したがって、これら2つの式を連立させて解くことで、2種類の化学種の濃度を計算することができる。

(2) 2種類の化学種 XとYを含む混合水溶液を波長450nmと500nmで測定したところ、吸光度はそれぞれ  $A_{450} = 0.4$ 、 $A_{500} = 0.8$  であった。Xの水溶液 ( $1.0 \times 10^{-3}$  mol/L) とYの水溶液 ( $2.0 \times 10^{-4}$  mol/L) の吸光度はそれぞれ  $A_{X450} = 0.4$ 、 $A_{X500} = 0.01$ 、 $A_{Y450} = 0.02$ 、 $A_{Y500} = 0.5$  であった。混合水溶液中のXとYの濃度を求めなさい。また、導出過程も記入しなさい。

(3) 次の文章を読んで、問1)～4)に答えなさい。

NMR法は、物質の構造に関する様々な情報を与える。最も重要な情報として (A) 化学シフトがある。これは原子核の周りの電子が外部磁場を遮蔽することによって生じるが、プロトン ( $^1\text{H}$ ) NMRの場合には、[カ] が大きいほど共鳴線が高磁場シフトする傾向がある。同じく  $^1\text{H}$  NMR法においては、[キ] と呼ばれる電子を介したスピン系同士の相互作用により、(B) 共鳴線が微細構造を持つ。 $^{13}\text{C}$  NMR法などでは、 $^1\text{H}$  と  $^{13}\text{C}$  核の間で [キ] を生じるが、これは  $^{13}\text{C}$  の共鳴信号強度を小さくするため、通常  $^1\text{H}$  に共鳴周波数を照射してこれを遮断する方法が一般的に用いられる。

- [カ] と [キ] にあてはまる語句を書きなさい。
- 下線部 (A) について、酢酸エチル (右図) に存在するプロトンスピン系 (ク)、(ケ)、(コ) の化学シフトを推察し、高磁場から順に並べなさい。
- $^1\text{H}$  および  $^{13}\text{C}$  NMR の化学シフトの基準として、その共鳴線を 0 ppm としている化合物名を書きなさい。
- 下線部 (B) について、2) の酢酸エチルにおけるプロトンスピン系 (ク) と (ケ) がどのような微細構造をもつか、図示しなさい。





総合化学院 総合化学専攻

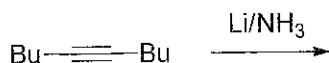
科目記号	B 1-4 (1/2)	試験科目	応用有機化学
------	-------------	------	--------

(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 2 枚)。

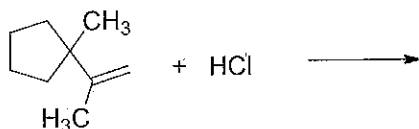
設問 1 以下の問 (1) ~ (3) に答えなさい。

(1) 反応 1) ~ 3) における, おもな生成物を 1 つ示しなさい。

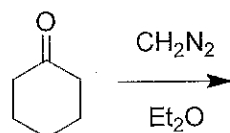
1)



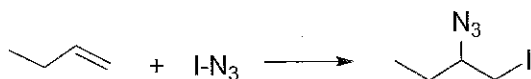
2)



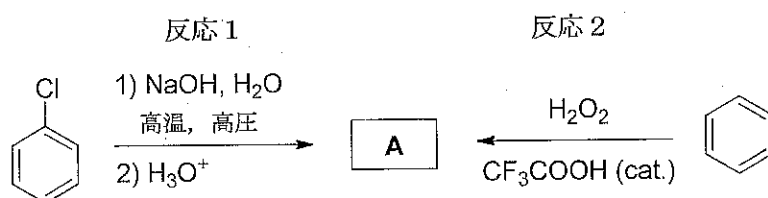
3)



(2) 次の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説明しなさい。



(3) 次の反応 1, 2 は同じ化合物 **A** を与える。これに関して以下の問 1) ~ 3) に答えなさい。



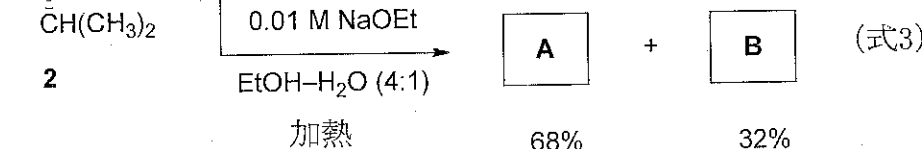
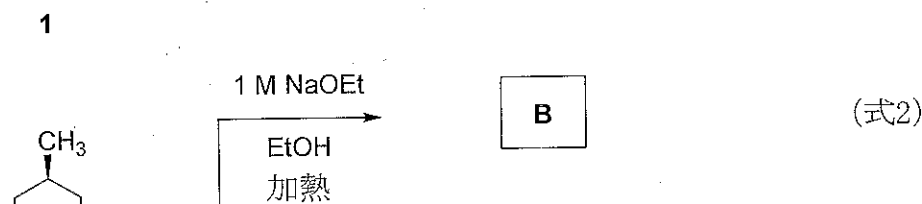
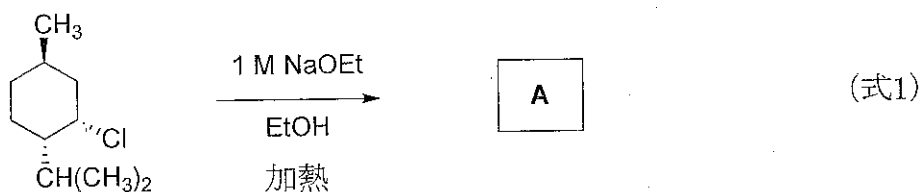
- 1) 化合物 **A** の構造を書きなさい。
- 2) 反応 1 の反応機構を説明しなさい。
- 3) 反応 2 の反応機構を説明しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-4 (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2枚)。

設問2 塩化ネオメンチル(1)に対してエタノール中ナトリウムエトキシドを加えて加熱したところ、化合物Aが得られた(式1)。一方、塩化メンチル(2)に対して同様な条件下反応を行うと化合物Bが得られた(式2)。化合物A、Bの分子式はいずれもC<sub>10</sub>H<sub>18</sub>であった。また、2をより希薄な塩基性条件下、含水エタノール中加熱するとA、Bの混合物が得られた(式3)。この実験について、以下の問(1)~(5)に答えなさい。



- (1) 化合物1, 2の安定配座を示しなさい。
- (2) 化合物A, Bの構造式を立体化学が分かるように示しなさい。
- (3) 式1, 式2, および式3の反応は、一般に何と呼ばれる形式の反応か記しなさい。
- (4) 式1, 式3の結果を説明する反応機構を示し、化合物Aが優先的に得られた理由について述べなさい。
- (5) 式1と式2では、反応条件が同一(1 M NaOEt, EtOH, 加熱)であるのに、化合物2からはAではなくBが生成した理由について説明しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-5 (1/2)	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 以下の文章は微生物の炭素源の代謝について述べたものである。以下の問(1)~(5)に答えなさい。

グルコースは、解糖系でピルビン酸に代謝され、次いで TCA 経路で ア に変換された後、イ と縮合し ウ となり、異性化後、2つの脱炭酸反応をうける。他の代謝経路としては ペントースリン酸経路 も知られている。他方、脂肪酸は主にβ-酸化により代謝され、ア になった後、TCA 経路で分解される。

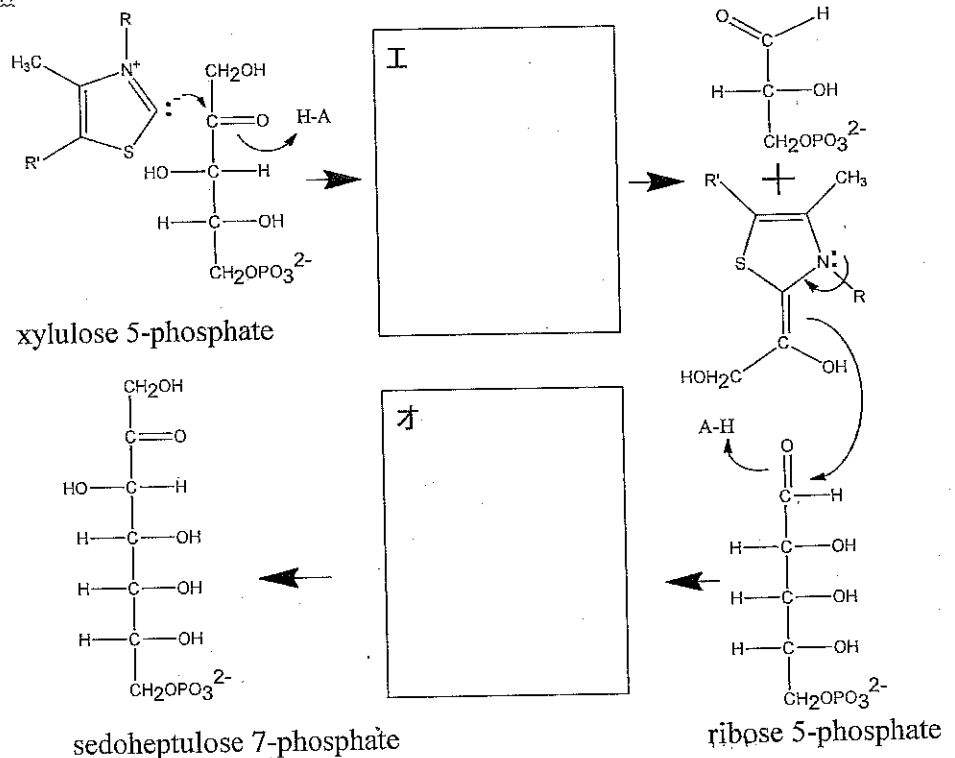
- (1) ア, イ, ウ に適切な化合物名を答えなさい。
- (2) 下線のピルビン酸を ア に変換する酵素は、機能的に異なる3つの酵素から成り立つ複合体である。個々の酵素が触媒する反応について、必要な補酵素、補欠分子の役割も含めて概略を答えなさい(個々の酵素名は解答不要)。
- (3) 二重下線の2つの脱炭酸反応に関与する酵素のうち、1つの反応機構は下線のピルビン酸を ア に変換する酵素と類似している。その酵素名、基質名、生成物名を答えなさい。
- (4) 脂肪酸であるパルミチン酸(C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>)は、β-酸化で完全酸化される際、2種類の補酵素が還元される。各々について、補酵素名とパルミチン酸1分子あたりに還元される分子数を答えなさい。

(5) 図は ペントースリン酸経路 のトランスケトラーゼの反応機構を書いたものである。

以下の問1), 2)に答えなさい。

1) エ と オ に反応中間体の構造を書きなさい。

2) 両中間体ともに、触媒[B:]により何れかの水酸基が脱プロトン化されることから反応が開始し、次の化合物に変換される。エ と オ に記載した中間体の構造に、反応機構を示す矢印を書きなさい。



総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-5 (2/2)	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 以下の説明文を読み、問(1)～(4)に答えなさい。

デオキシリボ核酸(DNA)は、生物やウイルスにおける遺伝情報の担い手である。DNAは五炭糖の一種である 、四種類の塩基(A, T, G, C)、リン酸からなっている。一般的に 、塩基、リン酸からなる物質を  と呼び、DNAは  の5' および3' におけるホスホジエステル結合によって高分子量化している。DNAの一番最初の  においては5' が、一番最後の  においては3' が結合に関与しておらず、それぞれ5' 末端および3' 末端と呼ぶ。

- (1)  の名称と構造式を書きなさい (構造式についてはハースの式を用いなさい)。
- (2)  の名称を書きなさい。
- (3) 以下のDNAの相補鎖の配列を5' 末端および3' 末端を明示して記載しなさい。

5' AGTCTCGAGATCATCG 3'

- (4) 長さが同じでGC含量がそれぞれ30%と50%の二本鎖DNAが存在する。この二つのDNAの熱安定性の差について述べなさい。

設問3 以下の説明文を読み、問(1)～(3)に答えなさい。

タンパク質の構造は一般的に一次、二次、三次、四次構造に分けて論じられ、二次、三次、四次構造をまとめて  構造と呼ぶ。この内、二次構造は立体構造の中で規則性のある部分を指し、この中には 、、ターン、ループ構造が含まれる。タンパク質の三次構造を保持している分子内相互作用としては、非共有結合のものとして側鎖間の水素結合、静電的相互作用、疎水性相互作用が、共有結合のものとして  結合がある。

- (1)  ～  の名称を書きなさい。
- (2)  の結合に関与するアミノ酸の名称と構造式を書きなさい。
- (3) タンパク質の変性につながる要因を一つ挙げ、その作用機作を簡略に説明しなさい。