

2025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。

2024年8月7日(水) 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	2	2
B1-2	熱力学・反応速度論	2	2
B1-3	応用分析化学	2	4
B1-4	応用有機化学	2	2
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 (1/2)	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 次の文章を読み、以下の問(1)～(6)に答えなさい。

窒素(N_2)と水素(H_2)からアンモニア($NH_3(g)$)を合成するプロセスについて、簡略化したフローを図1に示す。反応器では次の反応によって $NH_3(g)$ が生成する。



反応器に供給される反応原料には、 N_2 と H_2 が量論比で含まれ、他に不純物のメタン(CH_4)が含まれている。反応原料は、未反応の反応物や生成物および不純物を含むリサイクル流れと混合され、反応器に供給される。反応器出口ガスは凝縮器に導入され、 $NH_3(g)$ のみが凝縮分離され、製品として回収される。凝縮器からの気相流れは反応器に戻されるが、 CH_4 を除去するために一部がパージされ、残りがリサイクル流れで反応器に戻されて、定常的に操作されている。

反応原料中の CH_4 のモル分率 y_{F,CH_4} は0.00960、反応器における N_2 の単通転化率 x_{N_2} は0.209であった。凝縮器中で NH_3 は気液平衡状態にあり、気相での $NH_3(g)$ のモル分率は0.0634であった。また、パージガス中の CH_4 のモル分率 y_{PU,CH_4} が0.1059となるように操作した。なお、 CH_4 は不活性で反応(i)には影響しないと考えてよい。 F_F は反応原料の全物質流量、 y_{F,N_2} は反応原料中の N_2 のモル分率、 F_{PU} はパージガスの全物質流量、 y_{PU,N_2} はパージガス中の N_2 のモル分率、 F_{PD} は製品流れの全物質流量、 F_R はリサイクル流れの全物質流量、 F_{IN,N_2} は反応器入口での N_2 の物質流量、 F_{CND,NH_3} は凝縮器からの気相流れでの $NH_3(g)$ の物質流量、 F_{R,NH_3} はリサイクル流れでの $NH_3(g)$ の物質流量を表す。

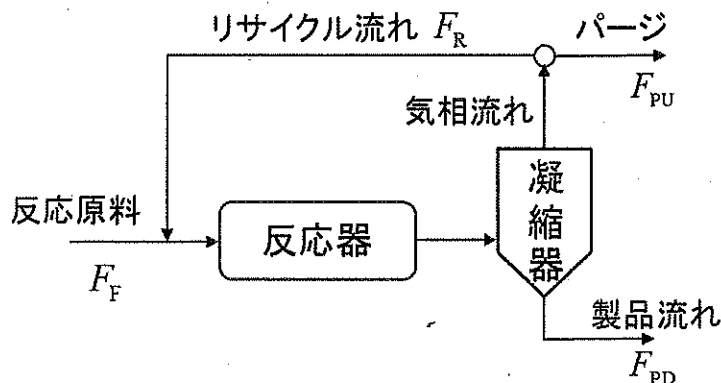


図1 アンモニア合成反応のプロセスフロー

- (1) 反応原料およびパージガスのガス組成をmol%で示しなさい。
- (2) 窒素の物質収支を $F_F, y_{F,N_2}, F_{PU}, y_{PU,N_2}, F_{PD}$ を用いて表しなさい。
- (3) CH_4 の物質収支を $F_F, y_{F,CH_4}, F_{PU}, y_{PU,CH_4}$ を用いて表しなさい。
- (4) 反応器出口での NH_3 の物質収支を $x_{N_2}, F_{IN,N_2}, F_{CND,NH_3}, F_{R,NH_3}, F_{PD}$ を用いて表しなさい。
- (5) NH_3 を 1000 mol h^{-1} で製造したい。必要な反応原料の全物質流量 F_F を求めなさい。
- (6) 問(5)の条件での、反応器入口における N_2 の物質流量 F_{IN,N_2} を求めなさい。

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 多段塔を利用して段接触操作によりガス吸収を連続的に行うことができる。利用される装置は連続蒸留に用いられる泡鐘塔や多孔板塔と同様な構造を有する。このような多段塔の塔底から吸収対象成分 A をモル分率 y_{Ab} で含むガスを流量 $G [\text{mol s}^{-1}]$ で供給し、塔頂から流量 $L [\text{mol s}^{-1}]$ で供給された純水と塔内の各段で接触させることにより A を吸収させ、塔頂から流出するガス中の成分 A のモル分率を y_{At} としたい。 y_{Ab} が十分に小さく、同伴ガスの水への溶解が無視でき、さらに多段塔の各段から出て行くガスと液が平衡条件 $y_A = m_H x_A$ を満たしているものとして、次の問 (1) ~ (5) に答えなさい。

- (1) 塔底から流出する液中の成分 A のモル分率 x_{Ab} を G , L , y_{Ab} , y_{At} を用いて表しなさい。
- (2) 多段塔式のガス吸収装置の最小液ガス比 $(L/G)_{\min}$ は、充填塔式の装置と同様に求めることができる。 $(L/G)_{\min}$ を y_{Ab} , y_{At} , m_H を用いて表しなさい。
- (3) N 段からなる多段塔の塔頂から段塔内の j 段まで成分 A の物質収支をとることで $j-1$ 段から出るガスの組成 $y_{A,j-1}$ と j 段から出る液の組成 $x_{A,j}$ の関係を表す操作線が得られる。図2を参考に、操作線の式を図中の記号を用いて表しなさい。
- (4) 点 $(x_{A,j}, y_{A,j})$ は平衡線 $y_A = m_H x_A$ 上にあり、点 $(x_{A,j}, y_{A,j-1})$ は操作線上にある。この関係を利用することで、連続蒸留塔の理論段数を階段作図で求められるように、多段式ガス吸収装置の必要理論段数を図3を用いて求めることができる。答案用紙の図(図3と同図)を利用して理論段数の求め方を簡潔に説明しなさい。
- (5) 多段式ガス吸収装置においても連続蒸留装置と同様に、各段から出て行くガスと液が平衡条件を満たさない等の理由のために実際に必要な段数 N_p は理論段数 N よりも多くなる。塔全体の効率を E_0 として、 N_p と N の間の関係を表しなさい。

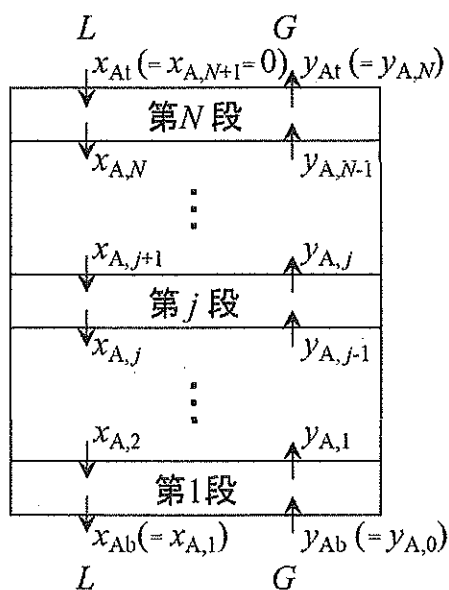


図2 段塔の気液流れ

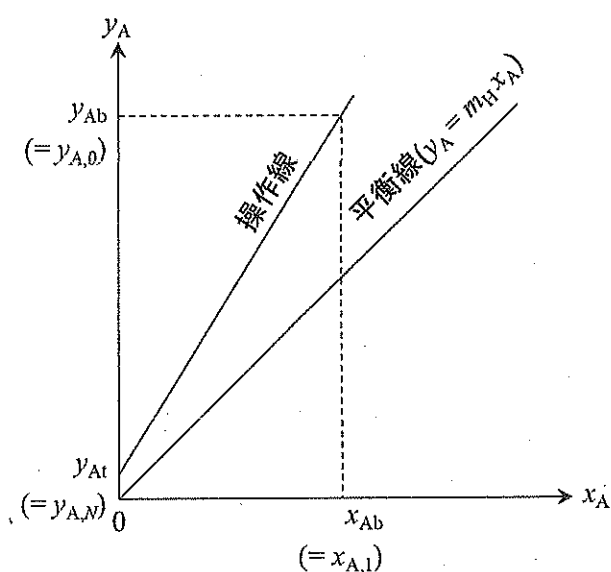


図3 ガス吸収操作の操作線と平衡線

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-2 (1/2)	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2枚)。

設問1 以下の問 (1)、(2) に答えなさい。

(1) 相平衡に関し、問題 1) ~ 3) に答えなさい。

- 1) 次の文章を読み、(W) - (Z) に当てはまる数式、および (ア) に当てはまる語句を答えなさい。

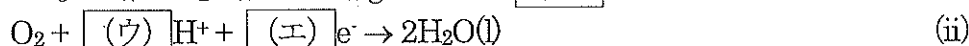
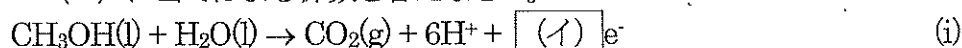
圧力 p および温度 T 一定のもと、ある純物質の相 α から相 β への転移を考える。相 α および相 β の物質量をそれぞれ n_α および n_β 、また相 α および相 β のギブスエネルギーをそれぞれ G_α および G_β とする。このとき、(W) および (X) で定義される状態量は、それぞれ相 α および相 β の化学ポテンシャルと呼ばれ、それぞれ μ_α および μ_β で表される。相 α および相 β が平衡であるとき (Y) の関係が成り立つ。またギブスの (ア) では、成分数 C の系において、 N_f 個の相が平衡であるとき、示強性変数の自由度の数 F は、(Z) で表される。

- 2) 標準状態において、9.00 g の H_2O を 263.2 K から 378.2 K まで変化させるのに必要な熱を、有効数字に留意して答えなさい。ただし固相、液相および気相の H_2O の定圧熱容量を、それぞれ 37.3、75.3 および 33.6 $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ とし、融解および蒸発エンタルピーを、それぞれ 6.01 および 40.7 kJ mol^{-1} とする。
- 3) 1 成分系の相図 (圧力-温度相平衡状態図) において、固相/液相境界線が、液相/気相境界線よりも急峻である理由を、80 字以内で答えなさい。

(2) 問題 1) ~ 3) に答えなさい。

- 1) 298 K における $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ の標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ$ は 238.7 kJ mol^{-1} である。また $\text{C}(\text{s, graphite})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ および $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ の標準モルエントロピー S_m° は、それぞれ 8.527、205.1、28.82 および 126.8 $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ である。298 K における $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ の標準生成ギブスエネルギー $\Delta_f G^\circ$ を有効数字 3 桁で答えなさい。

- 2) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ を燃料とした燃料電池のアノード (負極) およびカソード (正極) における電極反応は、それぞれ式 (i) および (ii) で表される。(i) および (ii) の空欄 (イ) - (エ) に当てはまる係数を答えなさい。



- 3) 298 K における、(2) の燃料電池の電池電位が 1.22 V のとき、1 モルの $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ が完全燃焼するときの標準燃焼ギブスエネルギー $\Delta_c G^\circ$ を有効数字 3 桁で答えなさい。ただしファラデー定数 F は $9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 1-2 (2/2)	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2枚)。

設問2 以下の問 (1)、(2) に答えなさい。

(1) 次の文章を読み、以下の問題1)～3) に答えなさい。

$A \rightarrow B$ となる反応は発熱反応であり、次のような速度式に従うと仮定する。

$$r = kC_A$$

ただし、 r は反応速度 [$\text{mol m}^{-3} \text{s}^{-1}$]、 k は反応速度定数 [s^{-1}]、 C_A は成分 A の濃度 [mol m^{-3}] であり、 k がアレニウス型の温度依存を示すこととする。反応速度定数 k と反応温度 T の関係を表2にまとめた。また、気体定数 R は $8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

表2 T と k の関係

T/K	300	350	400	450	500
k/s^{-1}	5.5×10^4	3.5×10^5	1.5×10^6	6.6×10^6	1.8×10^7

- 1) 解答用紙にある図アを用いてアレニウスプロットを作成し、この反応の見かけの活性化エネルギー E_a を求めなさい。
- 2) 反応温度を 300 K から 600 K に上昇させることで、 r が何倍になるかを求めなさい。
- 3) ある触媒Xを用い、300 K でこの反応を行ったところ、生成物 B と反応時間の関係は図1 (解答用紙の図イ) の実線のようになった。同じ触媒を用いて、600 K でこの反応を行うとき、この関係はどのように変化するか、図イに600 K の曲線を追記して説明しなさい。

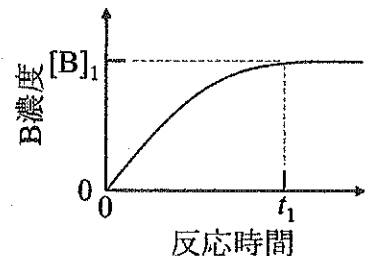
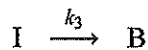
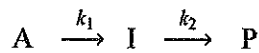


図1 反応時間と B 濃度の関係

(2) 次の文章を読み、以下の問題1)～3) に答えなさい。

物質Aから中間体を経由し、最終的に物質Pを合成する逐次反応を考える。また同時に、中間体を物質Bに変換する反応も進行する。



k_1 、 k_2 、 k_3 は反応速度定数であり、各反応は不可逆な一次反応であるとする。物質A、I、P、Bの濃度は、それぞれ $[A]$ 、 $[I]$ 、 $[P]$ 、 $[B]$ とする。また、反応開始時には、Aのみが存在していた。

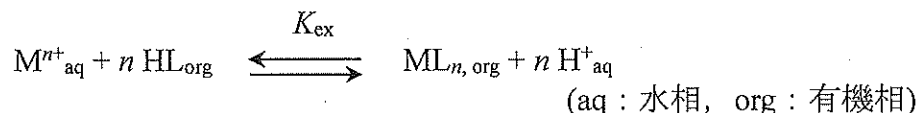
- 1) $[A]$ 、 $[I]$ 、 $[P]$ 、 $[B]$ の変化速度を表す式を書きなさい。
- 2) $[I]$ の変化速度に対して定常状態の近似を適用することで、Pの生成速度の式を決定しなさい。
- 3) $[I]$ の変化速度に対して定常状態の近似を適用するためには、 k_1 、 k_2 、 k_3 にどのような条件が必要か、説明しなさい。

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4枚)。

設問1 以下の平衡式で示される金属イオン M^{n+} の溶媒抽出について、次の問(1)～(5)に答えなさい。



- (1) 抽出試薬 HL の酸解離定数 K_a 、金属錯体 ML_n の全安定度定数 β_{ML_n} 、抽出試薬 HL の分配係数 $K_{D,HL}$ および金属錯体 ML_n の分配係数 K_{D,ML_n} の定義式をそれぞれ書きなさい。
- (2) K_a 、 β_{ML_n} 、 K_{D,ML_n} および $K_{D,HL}$ を用いて抽出定数 K_{ex} を書き表しなさい。
- (3) 金属イオンの分配比 D_M の式を示し、 $\log D_M$ と pH の関係式を求めなさい。なお金属イオンの分配比を考える場合、溶媒抽出系においては水相中の金属錯体 ML_n の存在は無視してよい。
- (4) 抽出定数がそれぞれ $K_{ex,Ma} = 1.0 \times 10^{-2.4}$ 、 $K_{ex,Mb} = 1.0 \times 10^{-9.2}$ の2種の金属イオン M_a^{2+} および M_b^{2+} を含む水相から、有機相中の抽出試薬 HL ($1.0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$) を用いて、これらの金属イオンを抽出分離したい。なお、有機相の体積 V_{org} と水相の体積 V_{aq} は等しいものとする。また、金属イオンに対して HL が過剰であるため、有機相中の HL 濃度は反応や抽出前後で変わらないものとして、以下の問1), 2) に答えなさい。
 - 1) 抽出率 E と D_M 、 V_{org} 、 V_{aq} の関係式を示しなさい。また、それぞれの金属イオンの半抽出 pH (抽出率 50% となる pH) を、有効数字 2 桁で求めなさい。
 - 2) 二つの金属イオンを含む水相から、一方の金属イオンのみ 99% 以上抽出し、もう一方の金属イオンの抽出率を 1% 以下に抑えて、両者を相互分離したい。このような抽出分離を可能にする pH 条件を、有効数字 2 桁で答えなさい。また、その条件下ではどちらの金属イオンが 99% 以上抽出されるか答えなさい。
- (5) 2 価の金属イオン 2 種について、二つの抽出定数が何倍以上離れていれば問(4)の問2) のような相互分離が可能になるか、有効数字 3 桁で答えなさい。

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4枚)。

設問2 以下の問(1)および(2)に答えなさい。

(1) 分光分析に関する以下の文中の空欄 (あ) ~ (く) に適切な語句や式を入れなさい。

ランベルトーベールの法則においては、下記の式で表されるように吸光度 A は光を吸収する試料の濃度 c と光吸収媒体の光路長 b に比例する。

$$A(\text{吸光度}) = \log(I_0/I) = abc$$

ここで、 a は (あ) と呼ばれる比例定数で、単位は (い) である。 I_0 と I はそれぞれ入射光強度と透過光強度である。(あ) と吸収化学種のモル質量との積は (う) と呼ばれ、記号 ϵ で表す。単位は (え) である。ランベルトーベールの法則は、2種類以上の光吸収物質の含む溶液にも適応される。光吸収物質間で相互作用がない場合、単一波長における多成分系の全吸光度 A_{total} は、個々の成分の吸光度の (お) となり、(か) が成立する。また、蛍光物質の励起過程は光吸収過程なので、ランベルトーベールの法則が成り立つ。蛍光物質の蛍光強度 F は、吸収された光の強度 ($I_0 - I$) に比例する。

$$F = \Phi(I_0 - I)$$

ここで、 Φ は比例定数であり、(き) と呼ばれる。この式を、ランベルトーベールの法則を使って書き直すと、 $F = \Phi I_0 (1 - 10^{-abc})$ となり、積 abc が大きければ、 F が一定になることがわかる。一方、 abc が小さければ、近似的に $F =$ (く) と簡略化できる。

(2) 分離分析に関する以下の問1) ~ 3) に答えなさい。

1) 気-液クロマトグラフィーと気-固クロマトグラフィーの違いを説明しなさい。

2) 分離分析における以下の①~⑤の用語の定義を答えなさい。

① 移動相, ② 固定相, ③ 溶離, ④ 分離度, ⑤ 保持時間

3) 長さが 15 cm の充填カラムを用いて、試料 A の測定を行った。その結果、観測されたピークの保持時間 (t_R) は 6.5 分、またピーク幅は 0.25 分であった。以下の①~④を有効数字 2 桁で求めなさい。また、計算過程も記載しなさい。ただし、このカラムに保持されない化学種の溶出時間 (t_0) は、1.3 分とする。

① 試料の補正 (調整) 保持時間 (t'_R), ② 試料 A の保持係数 (k),

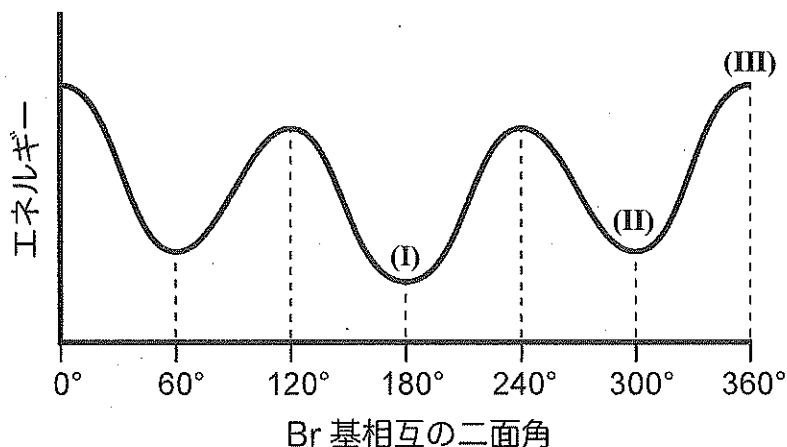
③ このカラムの理論段数 N , ④ このカラムの理論段高さ HETP

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) ~ (7) に答えなさい。



- (1) 上図は1,2-ジブロモエタンのC-C結合の回転に対するポテンシャルエネルギーを表すグラフである。エネルギーが最も低い配座 (I) および最も高い配座 (III) をNewman投影式で示しなさい。
- (2) (I) および (II) の配座の名称を答えなさい。
- (3) 配座 (II) が配座 (I) よりも不安定である理由を簡潔に説明しなさい。
- (4) アセチレンを出発物質として1,1-ジブロモエタンを合成する経路を示しなさい。
- (5) 有機臭素化物は特徴的な質量スペクトルを示す。その特徴を簡潔に説明しなさい。
- (6) グリニャール試薬を発生させる反応条件下で1,2-ジブロモエタンとマグネシウムを反応させたところ気体の生成物が発生した。この生成物の名称を答えなさい。
- (7) ブロモエタンをチオ尿素と反応させた後、水酸化ナトリウム水溶液で処理することで得られる生成物の構造式を示しなさい。

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2枚)。

設問2 以下に示す炭化水素(a)～(j)に関する問(1)～(7)に答えなさい。

- (a) エタン (b) 1-ブテン (c) 1-ヘキシン (d) *n*-ブタン
 (e) (*E*)-2-ブテン (f) 3-ヘキシン (g) ベンゼン (h) シクロヘキサン
 (i) シクロヘキセン (j) 1,3-シクロヘキサジエン

- (1) (b)、(c)、(d)、(g)、(h)、(i)、(j)の不飽和度を示しなさい。
- (2) 等モル量のオゾンとの反応とそれに続く亜鉛による処理で、異なる2種類のアルデヒドを生じるものを全て選び、記号で示しなさい。また、その生成物のうち分子量が大きいほうの構造式を示しなさい。
- (3) 無水マレイン酸と混合すると容易に反応するものを全て選び、記号で示しなさい。また、そのときの生成物の構造式を、立体化学にも注意して示しなさい。
- (4) 室温付近で¹H NMRを測定したときに単一の1重線のみが観測されるものを全て選び、記号で示しなさい。
- (5) ナトリウムアミドを作用させたときに、対応するカルボアニオンを生じるものを全て選び、記号で示しなさい。また、その(それらの)変化を反応式で示しなさい。
- (6) (e)を(d)、あるいは(i)を(h)に変換する際の水素化熱は約120 kJ/molであるのに対し、(g)を(h)に変換する際の水素化熱は、(i)との不飽和度の違いから予想される値360 kJ/molよりもはるかに小さい約210 kJ/molと実測されている。その理由について100字前後で説明しなさい。
- (7) (i)から(j)を合成する方法を、必要な試薬を明示して(溶媒は考慮しなくてよい)反応式で示しなさい。

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 微生物は、グルコースを主に解糖系と TCA 経路で CO_2 と H_2O に完全酸化する。両経路、および関与する酵素に関する以下の問 (1) ~ (9) に答えなさい。

- (1) グルコース1分子を完全酸化すると、解糖系で正味 (①) 分子の ATP と (②) 分子の NADH が生成する。次いで、TCA 経路で NADH が (③) 分子、GTP が (④) 分子、 FADH_2 が (⑤) 分子生成する。(①) ~ (⑤) に適当な数字を答えなさい。
- (2) グルコース1分子を完全酸化すると何分子の ATP が生成するか答えなさい。計算には、NADH 1 分子からは 2.5 分子の ATP、 FADH_2 1 分子からは 1.5 分子の ATP が生成すると仮定する。なお、GTP は ATP と等価とし生成 ATP に含めて計算し、また解糖系で生成する NADH と TCA 経路で生成する NADH も等価とする。

- (3) 両経路の酵素の多くは可逆反応を触媒するが、ピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体のように不可逆反応を触媒する酵素も存在する。その他の例を2つ答えなさい。

- (4) 解糖系で生成したピルビン酸は、ピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体によりアセチル CoA に変換される。この反応は大きく3つの反応に分けて考えることができる。各々の反応について20字以内で説明しなさい。またその反応に用いられる補酵素も答えなさい。

- (5) 両経路の酵素の多くは、右の Michaelis-Menten 式に従う。
$$v = \frac{k_2[E]_t[S]}{[S] + K_m}$$

なお、 $K_m = \frac{k_2 + k_{-1}}{k_1}$ 、 v は反応速度、 $[E]_t$ は全酵素濃度、 $[S]$ は基質濃度とする。

基質が酵素に対し大過剰存在する条件下では、反応速度は最大速度 $V_{\max}$ となる。

Michaelis-Menten 式は $V_{\max}$ を用いた式で表すことができる。その式を答えなさい。

- (6) 問 (5) で導いた式から、実験で $V_{\max}$ 値を得ることができれば K_m 値を推定できる。その理由を答えなさい。

- (7) K_m 値は酵素の基質に対する親和性の指標として用いられる。その理由を答えなさい。

- (8) 酵素の触媒能を表す値として、最大速度 $V_{\max}$ ではなく k_{cat} が用いられる。その理由を答えなさい。

- (9) 酵素の K_m 値と k_{cat} 値を実験値から求める場合、一次関数の Lineweaver-Burk 式や Hanes-Woolf 式で求めることができる。両式を Michaelis-Menten 式から導きなさい。

総合化学院 総合化学専攻

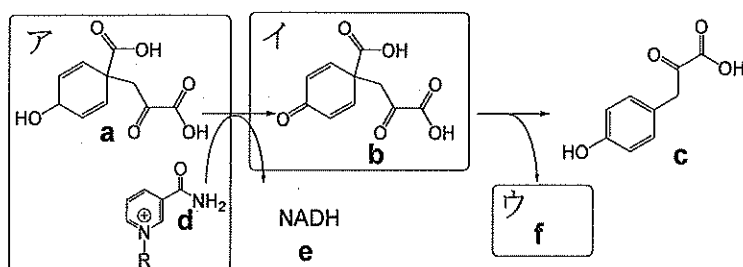
科目記号	B 1-5 (2/3)	試験科目	生化学
------	-------------	------	-----

(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 アミノ酸や酵素に関する次の問 (1) ~ (3) 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) タンパク質の一次、二次、三次、四次構造とはなにか、それぞれ答えなさい。

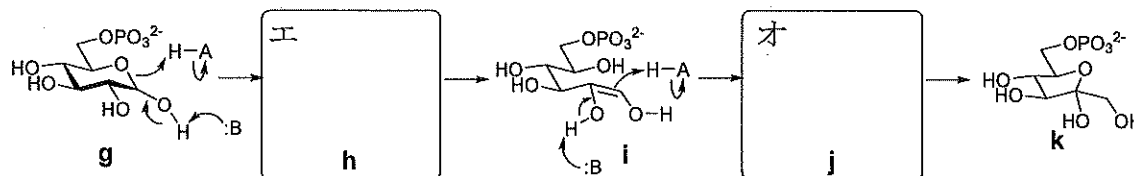
(2) プレフェン酸デヒドロゲナーゼは、プレフェン酸 (a) と NAD^+ (d) から 4-ヒドロキシフェニルピルビン酸 (c) を生成する。下図に示した反応に関する以下の問1), 2) について答えなさい。



1) a と d から中間体 b への反応機構を示す曲がった矢印を答案用紙の **ア** に書きなさい。

2) b から c への反応機構を示す曲がった矢印を答案用紙の **イ** に、また、この際副生する化合物 f の化学式を **ウ** に書きなさい。

(3) 下図にホスホグルコースイソメラーゼの反応を示す。問1), 2) について答えなさい。



1) 反応中間体 h の構造と中間体 i への反応機構を示す曲がった矢印を答案用紙の **エ** に書きなさい。また、反応中間体 j の構造と生成物 k への反応機構を示す矢印を **オ** に書きなさい。

2) g や k はいずれも水中で鎖状構造と環状構造の平衡状態になる。それぞれの鎖状構造をフィッシャー投影式で書きなさい。この際、リン酸基を持つ炭素原子を下にすること。

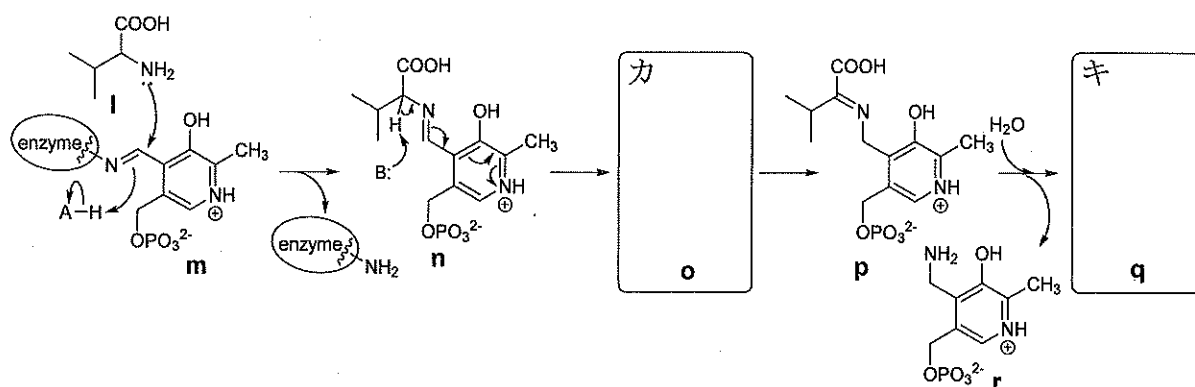
総合化学学院 総合化学専攻

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) バリン (I) は、その分解経路においてPLP依存アミノ基転移酵素によりqへと代謝される。下図にその反応機構の一部を示すが、PLP依存酵素は側鎖にアミノ基をもつアミノ酸残基とPLPが結合したm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) 反応中間体oの構造と中間体pへの反応機構を示す曲がった矢印を答案用紙の カ に書きなさい。また、生成物qの構造を キ に書きなさい。
 - 2) Iとmから中間体nへの反応機構を書きなさい。
 - 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) 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)。