

2017年9月・2018年4月入学試験

大学院先進理工学研究科修士課程

応用化学専攻

問題表紙

- ◎問題用紙が 13 ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎解答用紙が 3 枚綴りが 3 組あることを試験開始直後に確認しなさい。

問題は全部で 5 科目ある。このうち 3 科目を選びなさい。一科目ごとに大問が 4 問（生物化学のみ 3 問）ある。4 問ある場合はそのうち 3 問を選んで解きなさい。

詳しくは各科目ごとに記載した指示に従いなさい。

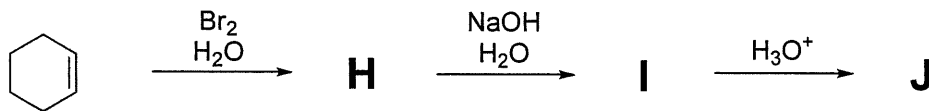
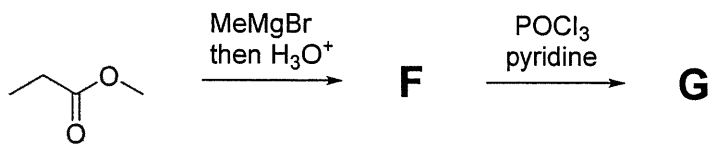
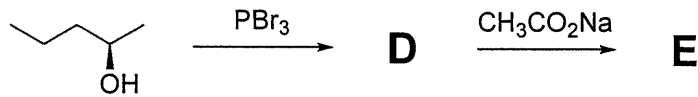
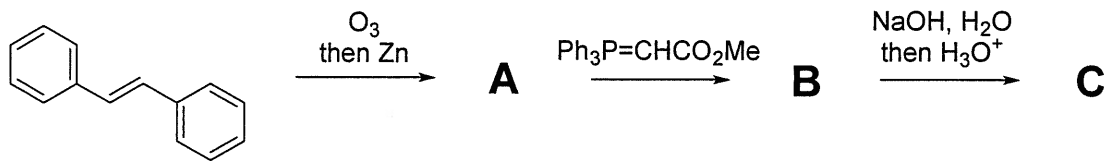
解答に関しては、どの科目を選んだのかを解答用紙の「選択科目名」の欄に記載しなさい。また、Q. 1 から Q. 4 のうち、選んだ問題番号を解答用紙の「この解答用紙を用いた問題の番号」欄に○で囲んで示しなさい。

解答は日本語または英語で書きなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻
 科目名： _____ 有機化学 / Organic Chemistry _____

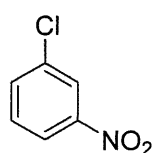
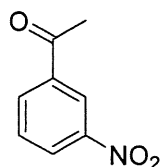
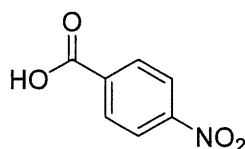
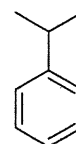
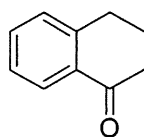
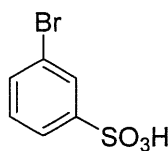
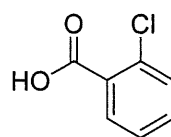
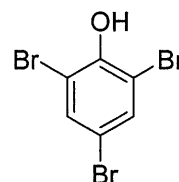
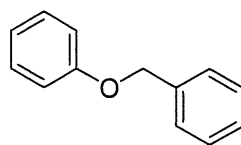
以下の問題 Q. 1 から Q. 4 のうち、Q. 1 および Q. 2 について解答し、Q. 3 と Q. 4 のいずれかを選択して解答しなさい。

Q. 1 以下の反応式 (reaction formulas) において主生成物 (major products) となる有機化合物 **A** から **J** (organic compounds from **A** to **J**) の構造式 (structure) を示しなさい。**D** および **E**, **H**, **J** については、立体化学 (stereochemistry) がわかるように示しなさい。



2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻科目名: 有機化学/Organic Chemistry

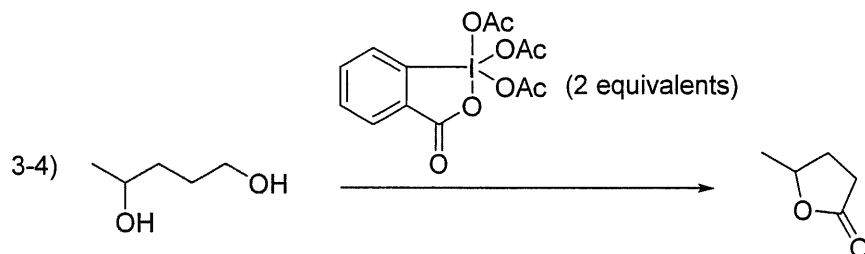
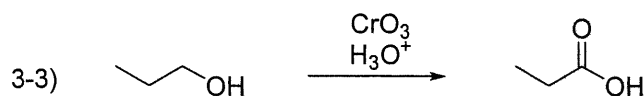
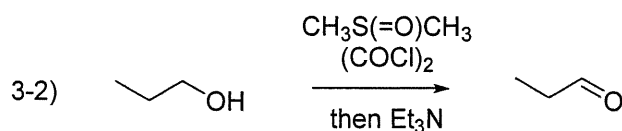
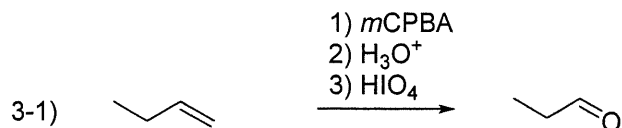
Q. 2 以下の問いに答えなさい。

2-1) 以下の化合物 **K** から **R** の化合物名 (chemical names of compounds from **K** to **R**) を示しなさい。2-2) 以下の化合物 **K** から **R** (compounds from **K** to **R**) のベンゼン (benzene) からの合成経路 (synthetic routes) を示しなさい。必要な試薬 (reagents) をすべて示すこと。**K****L****M****N****O****P****Q****R**2-3) ベンゼン (benzene) を出発原料 (starting material) として以下の化合物 **S** (compound **S**) を合成する (synthesize) 際の合成経路 (synthetic route) を示しなさい。必要な試薬 (reagents) をすべて示すこと。**S**

2017年9月・2018年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻

科目名: 有機化学 / Organic Chemistry

Q. 3 以下の反応 (reactions) 3-1 から 3-4 の反応機構 (reaction mechanisms) を書きなさい。



Q. 4 以下のポリマー (polymer) (1)~(8)について以下の問いに答えなさい。

それぞれのポリマーを合成する (synthesize) ときに使用するモノマー (monomer) の構造 (structures) と, 反応式 (reaction formulas) (開始剤 (initiator) やその他の反応試薬 (other reagents) を含めて) を示しなさい。また, それぞれのポリマーの基礎的な性質 (basic properties) を示しなさい。

- (1) Polypyrrole
- (2) Poly(3-hexylthiophene)
- (3) PET
- (4) Polystyrene-*block*-poly(methyl methacrylate)
- (5) Polycarbonate
- (6) Poly(vinyl alcohol)
- (7) Poly(ethylene oxide)
- (8) Poly(α -methylstyrene)

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻
科目名： 無機化学 / Inorganic Chemistry

以下の4つの設問(Q. 1~Q. 4)より3問を選択し、解答用紙の問題番号に○をつけたうえで解答しなさい。

Q. 1 以下の問いに答えなさい。

1-1) MgOは常温常圧(at normal temperature and pressure)で塩化ナトリウム(NaCl)型構造と塩化セシウム(CsCl)型構造のどちらをとるか、イオン半径比(ionic radius ratio)から予測しなさい。ただし、 Mg^{2+} と O^{2-} のイオン半径をそれぞれ 86 pm, 126 pm とする。

1-2) KCl 結晶の格子エネルギー(lattice energy)を、ボルン-ハーバーサイクル (Born-Haber cycle)に基づき、以下の数値を用いて求めなさい。

KCl (s)の生成熱(heat of formation)	-437 kJ mol^{-1}
Cl_2 (g)の解離熱(heat of dissociation)	$+244 \text{ kJ mol}^{-1}$
K (s)の昇華熱(heat of sublimation)	$+89 \text{ kJ mol}^{-1}$
Cl (g)の電子親和力(electron affinity)	$+349 \text{ kJ mol}^{-1}$
K (g)の第一イオン化エネルギー(first ionization energy)	$+418 \text{ kJ mol}^{-1}$

1-3) 以下の語句のなかから3項目を選択し、それらについて簡潔に説明しなさい。必要なら図や式を用いてよい。

窒化ホウ素(boron nitride)
閃亜鉛鉱型構造(zinc blende structure)
超格子(superlattice)
ミラー指数(Miller index)
バンドギャップ(band gap)
磁化率(magnetic susceptibility)

Q. 2 錯体(complex)に関する以下の問いに答えなさい。

2-1) 結晶場理論(crystal field theory)に基づき、以下に示す Mn^{3+} (d^4), Co^{3+} (d^6), Cu^{2+} (d^9)の八面体(octahedral)錯体(配位子Lは全て電荷を持たない)の中心金属の電子配置(electron configuration)をエネルギー準位図(energy level diagrams)で示すとともに、結晶場分裂(crystal field splitting) Δ_o を用いて結晶場安定化エネルギー(crystal field stabilization energy)を表しなさい。複数の電子配置が可能な場合は、それぞれのエネルギー準位図と結晶場安定化エネルギーを示すこと。



2-2) Co^{3+} に5個の NH_3 と1個の SCN^- が配位した錯体の異性体(isomers)を、構造を描いて示しなさい。また、 Hg^{2+} に4個の SCN^- が配位した錯体の構造をHSAB則から予想して示し、その理由も書きなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻
科目名： 無機化学/Inorganic Chemistry

Q.3 以下の問いに答えなさい。

- 3-1) シラン(silane)SiH₄ はメタン(methane)CH₄ よりも反応性に富み、酸素や水と比較的容易に反応する。この理由について説明しなさい。また、空気中でのシランと酸素の反応の化学反応式(chemical reaction formula)を示しなさい。
- 3-2) 以下に示す各単結合の組み合わせについて、平均結合解離エネルギー(mean bond dissociation energy)の大小関係を示しなさい。また、その理由についても簡潔に説明しなさい。
N-H 結合と P-H 結合
N-O 結合と P-O 結合
- 3-3) ハロゲンに関する以下の文章のなかから正しいものを全て選びなさい。
a) Br₂ は非金属元素(non-metallic elements)の単体のなかで唯一、常温常圧で液体である。
b) F₂ は反応性が高く、フッ素と希ガス(rare gas)の化合物も存在する。
c) 炭素-ハロゲン結合のなかで C-Cl 結合が最も強い。
d) 塩素 Cl のオキソ酸(oxoacids)のなかで塩素の酸化数(oxidation number)が最も高いのは過塩素酸(perchloric acid)である。
e) ハロゲン間化合物(interhalogen compounds)は一般式 XY_n (n = 1, 3, 5, 7)で表されるが、n ≥ 5 となるのは X がヨウ素、Y がフッ素のときに限られる。
- 3-4) 以下の化合物の構造を分子形状がわかるようにスケッチ(sketch)しなさい。P, O, S, Br については、非共有電子対(lone pair electrons)も示すこと。
P₄ SO₂ BrF₃

Q.4 以下の問いに答えなさい。

- 4-1) 以下の記述で平衡(equilibrium)に達した時の状態を(金属銅を左辺に配置して)反応式で表しなさい。
銀(I)イオンの水溶液に金属銅を浸したところ、金属銅の一部が溶解して Cu²⁺イオンが生成するとともに金属銀が析出し、平衡に到達した。
- 4-2) 上記 4-1)の反応について、25 °C での平衡定数(equilibrium constant)を算出しなさい。ただし、必要なら以下の標準電極電位(standard electrode potential), ファラデー定数(Faraday constant) F , 気体定数(gas constant) R を用いなさい： $E^\circ_{\text{Ag}^+, \text{Ag}} = 0.799 \text{ V}$, $E^\circ_{\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}} = 0.337 \text{ V}$, $F = 9.649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 。
- 4-3) 上記 4-1)の反応が 25 °C で平衡に到達したとき、 $[\text{Cu}^{2+}] = 3.0 \text{ mol L}^{-1}$ であった。この時の $[\text{Ag}^+]$ を算出しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻

科目名： 物理化学/Physical Chemistry

以下のQ. 1からQ. 4までの4問から3問を選択し、解答用紙に記載の問題番号に○をつけたうえで解答しなさい。

なお、必要であれば以下の数値を使いなさい。

$$\text{アボガドロ定数 } N_A : 6.02214 \times 10^{23} / \text{mol}^{-1}$$

$$\text{気体定数 } R : 8.314417 / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

$$\text{ファラデー定数 } F : 9.6485 \times 10^4 / \text{C mol}^{-1}$$

Q.1 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の亜鉛 (Zn) と 1.00 mol L^{-1} 塩酸 (HCl solution) 200 mL とを反応させる。亜鉛の原子量 (atomic weight) および密度 (density) はそれぞれ 65.38, 7.14 g/cm^3 である。なお、以下の問いでは液相と固相を合わせた体積は、反応によって変化しないものとする。また気体の液相への溶解 (dissolution of gas to the liquid phase), および気相への蒸気の混入はない (assume no evaporation of liquid into the gas phase) もの (飽和蒸気圧は 0 Pa) とする (vapor pressures of H_2O and HCl are assumed to be 0 Pa)。

1-1) Ar が $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 充填された $1.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の密閉定容反応器 (closed reaction chamber of constant volume) に塩酸と亜鉛を入れ、熱交換を行いながら $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (at constant temperature of $20 \text{ }^\circ\text{C}$ with heat exchange) でこの反応を進行させた。この時に系が外界へする仕事を求めよ。

1-2) 体積可変の反応容器 (volume-changeable reaction chamber) 内に塩酸と亜鉛, および Ar を $2.23 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 入れ, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一定圧力に調整 (keeping at constant pressure) しつつ $20 \text{ }^\circ\text{C}$ でこの反応を行った。この時に系が外界へする仕事 (work performed by the system to its surroundings) を求めなさい。

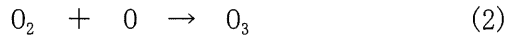
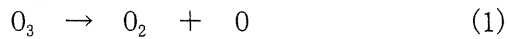
1-3) 問 1-1) の気体 (the gas of 1-1)) を取り出し, 圧力計付きシリンダーに入れ密封した (transferred into a closed cylinder with pressure gauge) 後に $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ となるようピストンを調整 (moved the piston) した。この時の気相の温度は $20 \text{ }^\circ\text{C}$ であった。この状態を初期状態 (initial state) とする。次にピストンを動かし, $1.5195 \times 10^5 \text{ Pa}$ になるようにシリンダーの体積を変化させた。この時の Ar の分圧 (partial pressure) を示しなさい。

1-4) 問 1-3) の状態で一定温度に保ちつつ圧力を変化させる際には, シリンダーと外界との間で熱量 (heat) の移動が必要である。モル定圧熱容量 (molar heat capacity at constant pressure) $C_{p,m}$ に関して, 気体の分子構造 (molecular structure) からどのような値になるのか, Ar ガス, 水素 (hydrogen) ガスの両方に関し議論しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻科目名：物理化学/Physical Chemistry

Q.2 オゾン層 (ozone layer) に関する次の問いに答えなさい。

2-1) 地球の成層圏 (stratosphere) におけるオゾン (ozone) の分解 (decomposition) は以下の素過程 (elementary step) で表されるとする。



定常状態近似 (steady-state approximation) を用いて、総括反応 $2O_3 \rightarrow 3O_2$ の反応速度式 (rate equation) を導出しなさい。導出の途中を省略せず書くこと。式(1)-(3)の素過程の反応速度定数 (rate constant) は、それぞれ k_1 , k_2 , k_3 としなさい。

2-2) 成層圏の温度を $-45\text{ }^\circ\text{C}$ として、オゾン層内のオゾンの平均の速度 (mean speed) を求めなさい。ただし、単位は m s^{-1} としなさい。2-3) 地球からの脱出速度 (地球の重量から逃れるために必要な速度, escape velocity) は 11.2 km s^{-1} である。この値と、問 2-1) および 2-2) の解答を参考にして、フロン類 (chlorofluorocarbon) など成層圏に存在するとオゾンホールが生成する要因を考察して答えなさい。

Q.3 以下の問いに答えなさい。

3-1) 以下の文中の空欄にもっともふさわしい語句、数値などを答えなさい。また、④、⑨については当てはまる簡潔な文章を答えなさい。

プロトン型 (proton-type) にイオン交換 (ion exchange) した ZSM-5 型ゼオライト (zeolite) を加熱しながら真空排気 (vacuuming) し、赤外吸収スペクトル (infrared absorption spectrum) 測定すると、 3738 cm^{-1} 付近と 3613 cm^{-1} 付近に固体表面 OH 基 (OH group on solid surface) の (①) 振動 (vibration) による吸収 (absorption) が現れる。このうち、 3738 cm^{-1} に現れる吸収は (②) の存在を示し、 3613 cm^{-1} に現れる吸収は (③) の存在を示している。後者による吸収が前者による吸収よりも低波数 (low wavenumber) 側に現れる理由は、(④) ためである。さて、このサンプルにピリジン (pyridine) を吸着 (adsorption) させ赤外吸収スペクトルを測定すると、 1545 cm^{-1} 付近に (③) 点上に吸着した (⑤) による吸収が、 1453 cm^{-1} 付近に (⑥) 点上に吸着した (⑦) による吸収が現れるため、両者を区別することができる。また、ピリジンの吸着前に (⑧) cm^{-1} 付近に現れていた吸収は、ピリジンの吸着によって消滅する。その理由は、(⑨) ためである。

3-2) 以下の問いに答えなさい。

3-2-1) 触媒 (catalyst) により反応速度 (reaction rate) は大きくなるが、反応の平衡定数 (equilibrium constant) は変わらない。その理由を簡潔に説明しなさい。

3-2-2) 通常のガソリンエンジン用排ガス浄化触媒 (Catalysts for automobile exhaust gas for gasoline engine) をリーンバーンエンジン (lean burn engine) の排ガス浄化に用いると、 NO_x を十分に還元 (reduction) できない。その理由を簡潔に説明しなさい。

3-2-3) 触媒化学に関する以下の用語について、簡潔に説明しなさい。

(i) 形状選択性 (shape selectivity)

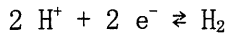
(ii) ミクロ孔とメソ孔 (micropore and mesopore)

(iii) 物理吸着と化学吸着 (physisorption and chemisorption)

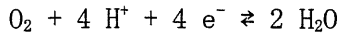
2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻

科目名： 物理化学/Physical Chemistry

Q.4 標準状態 (standard conditions) で水溶液中における水の酸化および還元は次式で示される。



$$E = -0.060 \text{ pH}$$



$$E = 1.23 - 0.060 \text{ pH}$$

4-1) 銅 (Cu) の電位 - pH 図 (potential - pH diagram) は図 4-1 に示される。水素発生電位 (potential of hydrogen evolution) および酸素発生電位の pH 依存性を図に書き加えた上で下記の問いに答えなさい。

4-1-1) 硫酸 (sulfuric acid) を滴下して pH が 6 となるように調整した硫酸ナトリウム水溶液 (aqueous solution of sodium sulfate) 中に酸素ガスを導入して、30 分ほど酸素バブルにて攪拌 (bubbling with O_2 gas) した。この溶液に Cu 電極 (electrode) を挿入し、電位を 0.5 V に固定した。この際、電極表面で進行する反応を説明しなさい。

4-1-2) Zn や Al と異なり、希硫酸水溶液 (diluted sulfuric acid) 中に Cu 小片を浸漬しても水素を発生しない理由を、電位 - pH 図から考え、5 行以内で答えなさい。

4-1-3) 大気下であり酸素の溶解した水溶液が銅に付着している際、銅の腐食 (corrosion) について電位 - pH 図から考察し、記述しなさい。ただし、水、Cu、およびそれらから生成されるイオン、大気から供給される酸素以外の不純物は大気中の CO_2 を含めて考慮しないものとする。

4-2) 高分子電解質形燃料電池 (polymer electrolyte fuel cell) を用い、20 °C にて燃料極 (fuel electrode) 側に分圧 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の H_2 、空気極 (air electrode) 側に酸素濃度 20 mol% の酸素と窒素の混合気体を $1.520 \times 10^5 \text{ Pa}$ で導入する。

4-2-1) 燃料電池の出力端子 (terminals) を開回路状態にした場合の開回路電圧 (open circuit voltage) を示しなさい。

4-2-2) 燃料電池の出力端子に負荷 (load) を接続し、電流 (current) を負荷に流した。この際空気極側のガス出口での酸素分圧は $0.152 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この状態の燃料電池の出力電圧は問 4-2-1) で求めた開回路電圧より低かった。この電圧低下の因子として影響の大きいと考えられるものを 3 つ挙げ、説明しなさい。

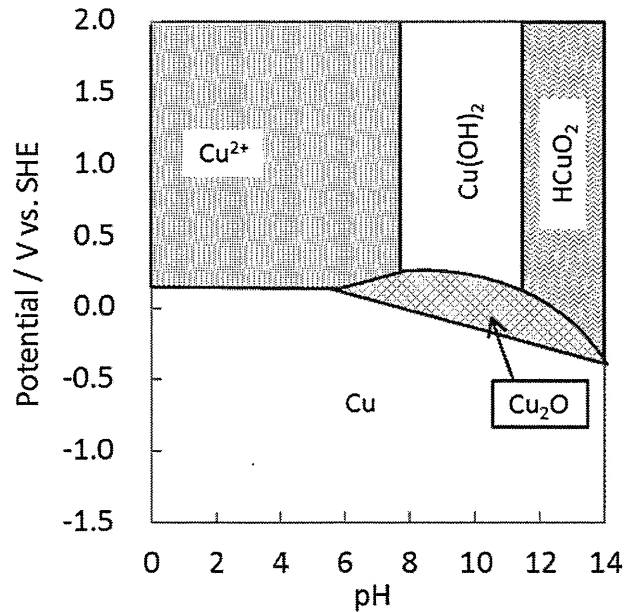


図 4-1 Cu の電位 - pH 図 (標準状態)。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻
科目名：化学工学/Chemical Engineering

以下の4つの設問(Q.1~Q.4)より3問を選択し、解答用紙の問題番号に○をつけたうえで解答しなさい。

Q.1 物質収支(mass balance)および物質移動(mass transfer)に関して以下の問いに答えなさい。

1-1) 二酸化炭素(carbon dioxide)は分圧(partial pressure) 450 mmHg のとき、20 °Cの水 1.00 L に 1.00 g 溶ける。このときのヘンリー定数(Henry's constant) H ($\text{Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$)の値を求めなさい。

1-2) アンモニア(ammonia)を含む気体がアンモニア水溶液(ammonia aqueous solution)と全圧(total pressure)1.00 atm, 25.0 °Cで接している。気相のアンモニア濃度は1.00 mol%, 水溶液のアンモニア濃度は200 mol m^{-3} である。このとき、気相物質移動係数(gas phase mass transfer coefficient) k_G は $3.00 \times 10^{-6} \text{ mol m}^{-2} \text{ Pa}^{-1} \text{ s}^{-1}$, 液相物質移動係数(liquid phase mass transfer coefficient) k_L は $4.50 \times 10^{-5} \text{ m s}^{-1}$, ヘンリー定数 H_A は $1.50 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$ とする。

- a) アンモニアは気相から液相に移動するか、液相から気相へ移動するか答えなさい。
- b) ガス側分圧基準の総括物質移動係数(overall mass transfer coefficient) K_G ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$)を求め、さらに物質移動の全抵抗(total resistance)に占める気相側の割合を求めなさい。
- c) アンモニアの移動速度(transfer rate) N_A ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)を求めなさい。
- d) 二重境膜モデル(two film model)を用いて気液界面でのアンモニアの分圧分布を図示しなさい(draw spatial profile of ammonia partial pressure at the gas-liquid interface)。

Q.2 分離操作(separation operation)に関して以下の問いに答えなさい。

ガス吸収(gas absorption)を行う充填塔(packed column)を運転する。塔底(bottom)から濃度 2.00 mol% のメタノール(methanol)を含む 25.0 °C, 1.00 atm の空気 500 $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$ を供給し、塔頂(top)から水を供給して向流接触(countercurrent contacting operation)させ、塔頂でのメタノール濃度を 0.200 mol%まで下げたい。水の流量は最小理論量(minimum theoretical value)の 2.00 倍とし、温度 25.0 °C, 圧力 1.00 atm, 溶解平衡関係(solubility equilibria)は $y^* = 0.250x$ とする。このとき以下の問いに答えよ。ただし、ガス境膜に対する移動単位高さ(height of transfer unit of gas phase)は $H_G = 1.20 \text{ m}$, 液境膜に対する移動単位高さ(height of transfer unit of liquid phase)は $H_L = 0.200 \text{ m}$ とする。

- 2-1) 横軸に液相メタノール分率を 0~0.1, 縦軸に気相メタノール分率を 0~0.02 の範囲でグラフを作り、平衡線(equilibrium line)を示しなさい。
- 2-2) 最小液ガス比(minimum liquid gas ratio)を求めなさい。
- 2-3) 操作線(operation line)を表す式を表し、2-1)のグラフに書き込みなさい。
- 2-4) 気相基準の総括移動単位数(number of transfer unit, NTU)を求めなさい。
- 2-5) 気相基準の総括移動単位高さ(height per transfer unit, HTU)を求めなさい。
- 2-6) 所要塔高(tower height) Z (m)を求めなさい。
- 2-7) 充填塔の直径を計算しなさい。ただし、フラッディング質量速度(flooding mass flow rate) G_F を相関式から計算した結果は $2.65 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であり、その 50%の値を許容ガス質量速度 G_a とする。

2017年9月・2018年4月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻

科目名： 化学工学 / Chemical Engineering

Q.3 $A + B \rightarrow C$ で表される気相反応(gas reaction)を反応温度(reaction temperature) 500 K で行う。反応速度(reaction rate) r_1 が A, B の分圧(partial pressures) p_A, p_B に対し下表で与えられるとき、以下の問いに答えなさい。なお、A, B, C, D は理想気体として扱う。

- 3-1) この反応の速度式(rate equation)は、 $r_1 \text{ (mol m}^{-3} \text{ s}^{-1}) = k_1[A]^a[B]^b$ で表される。 k_1, a, b を求めなさい。
- 3-2) 反応物(reactants) A, B のみを $p_A = p_B = 0.30 \text{ MPa}$ で供給し、全圧(total pressure) 0.60 MPa の定圧(constant pressure)で反応を行う。CSTR (continuous stirred tank reactor)にて $x_A = 0.75$ の反応率(rate of reaction)を得るために必要な空間時間(space time) τ を求めなさい。
- 3-3) 反応物 A, B のみを $p_A = p_B = 0.30 \text{ MPa}$ で供給し、全圧 0.60 MPa の定圧で反応を行う。PFR (plug flow reactor)にて $x_A = 0.75$ の反応率を得るために必要な空間時間を求めなさい。
- 3-4) $r_2 = k_2[A][B]$ で表される副反応(side reaction) $A + B \rightarrow D$ が共存するとき、CSTR および PFR で同じ反応率まで反応させると、C の収率(yield)は CSTR と PFR のどちらの方が高いか、理由とともに答えなさい。
- 3-5) この反応が大きな発熱を伴う (release large heat)場合、大型の反応器(large reactor)を設計するうえで注意すべき点を述べなさい。

p_A	p_B	r_1
MPa	MPa	mol m ⁻³ s ⁻¹
0.10	0.50	0.24
0.20	0.40	0.48
0.30	0.30	0.72
0.30	0.20	0.72
0.30	0.10	0.72
0.40	0.20	0.96

2017年9月・2018年4月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻

科目名：化学工学 / Chemical Engineering

- Q.4 伝熱現象(heat transfer)について、以下の問いに答えなさい。なお、熱伝導率(thermal conductivity)を κ 、境界膜厚さ(boundary film thickness)を δ 、代表長さ(characteristic length)を d 、密度(density)を ρ 、定圧比熱(specific heat at constant pressure)を C_p 、流速(velocity)を u 、粘度(viscosity)を μ とする。
- 4-1) 流体(fluid)と固体壁(solid wall)の間の伝熱係数(heat transfer coefficient) h を、既出の記号を用いて表す(express using symbols shown already)とともに、単位を SI 単位(SI unit)で示しなさい。
- 4-2) 対流伝熱(convective heat transfer)は流れ(flow)によって促進(enhanced)される。促進の程度(degree of enhancement)を表す無次元数(dimensionless number)の名称と記号(name and symbol)を答えるとともに、既出の記号を用いて表しなさい。
- 4-3) 4-2)で扱った無次元数は、二つの無次元数の関数(function)で表される。この二つの無次元数の名称と記号を示し、既出の記号を用いて表し、物理的な意味(physical meaning)をそれぞれ答えなさい。
- 4-4) 熱拡散率(thermal diffusivity) α は物体の温度の変わり易さ(easiness of temperature change of an object)を表す物性値(physical property)である。 α を既出の記号を用いて表すとともに、単位を SI 単位で答えなさい。
- 4-5) 固体内の伝熱(heat transfer in solids)を考える。初期温度(initial temperature)が $T_0 = 20^\circ\text{C}$ で均一(uniform)の無限平板(厚さ $2R$) (infinite plate of a thickness of $2R$)、無限円柱(半径 R) (infinite cylinder of a radius of R)、球(半径 R) (sphere of a radius of R) を、 1 atm 、 $T_w = 100^\circ\text{C}$ で沸騰した水中(boiling water)に入れた。沸騰水は多量にあり(excess amount)良くかき混ぜられ(stirred well)、固体表面(solid surface)は常に $T_w = 100^\circ\text{C}$ になっている。固体の温度変化の時定数(time constant for temperature change of the solid) τ を、既出の記号を用いて表しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻科目名： 生物化学/Biochemistry

下記問題番号 Q.1~Q.3 の3題全てについて解答しなさい。

Q.1 以下の問いに答えなさい。

複合タンパク質から成る酵素では、アポ酵素(apoenzyme)に非タンパク質性の補因子が結合してはじめて活性を示す場合がある。この補因子が補酵素(coenzyme)と呼ばれるもので、複合タンパク質全体すなわち機能する酵素は(1a)と呼ばれる。L-乳酸脱水素酵素(L-lactate dehydrogenase; EC 1.1.1.27)は、NAD(還元型をNADH/H⁺、酸化型をNAD⁺)を使用してピルビン酸(pyruvate)からL-乳酸(L-lactate)への変換を触媒する酵素である。この反応では、(1b)が補酵素で、反応の前後でアポ酵素には変化がない。また、酵素番号EC1からL-乳酸脱水素酵素は(1c)酵素に分類されることがわかる。L-乳酸脱水素酵素はL-乳酸からピルビン酸を生成する逆反応でも触媒としてはたらく。しかし、D-乳酸からピルビン酸を生成することはない。このように酵素が特定の基質のみを選択して反応する特徴を酵素の(1d)と呼ぶ。また、多くのL-乳酸脱水素酵素はフルクトース 1,6-2リン酸(fructose-1,6-bisphosphate)が結合することによって活性型に変化する。このように、基質以外の分子(化合物)が結合することによって活性が調節される酵素は(1e)酵素と呼ばれる。

- 1-1) 上記の文章の(1a)~(1e)に入る最も適切な用語(term)を書きなさい。
- 1-2) アポ酵素の分子量は、その酵素をコードする遺伝子から推定することができる。その方法を簡潔に説明しなさい。
- 1-3) L-乳酸をCH₃CH(OH)COOHとして示し、L-乳酸脱水素酵素による下線部の反応式を書きなさい。
- 1-4) ヒトは食物からビタミンB群(vitamin B group)を摂取しなければ生きることができない。この理由について、以下のキーワード(key words)を使用した数行の文章で説明しなさい。

キーワード(keywords) :

必須栄養素(essential nutrients) 水溶性ビタミン(water-soluble vitamin)
補酵素(coenzyme)

Q.2 以下の問いに答えなさい。必要があれば図を入れて説明しなさい。

- 2-1) SDS-ポリ(アクリルアミド)ゲル電気泳動法(poly(acrylamide)gel electrophoresis, SDS-PAGE)を使用してタンパク質の分子量測定を行うことができる。SDS(sodium dodecyl sulfate)の果たす役割を記述し、SDS-PAGEの原理を説明しなさい。
- 2-2) SDS-PAGEでは、分子量の大きなタンパクと小さなタンパクのどちらが泳動先端に近い方に泳動されるかを、理由とともに説明しなさい。
- 2-3) 細胞内のタンパク質生合成(protein biosynthesis)に関わる過程で、翻訳(translation)と転写(transcription)について説明しなさい。とくに、それぞれに関わる核酸(nucleic acids)について、名称と役割を明らかにして答えなさい。
- 2-4) 酵素(enzyme)とリボザイム(ribozyme)の共通点と相違点を記述しなさい。
- 2-5) タンパク質生合成の反応の場となるリボソーム(ribosome)が、酵素とリボザイムのどちらと考えられるのかを説明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程応用化学専攻

科目名： 生物化学/Biochemistry

Q.3 以下の問いに答えなさい。必要があれば図を入れて説明しなさい。

- 3-1) 塩基配列(nucleotide sequence)が既知のDNAの増幅にはPCR(polymerase chain reaction)が利用される。耐熱性(thermotolerant)のDNA polymeraseが必要とされる理由を示しながら、PCRの原理を説明しなさい。
- 3-2) 赤ワイン(red wine)と白ワイン(white wine)では、酸味(sour taste)の質が異なる。この理由を発酵過程(fermentation process)の相違から説明しなさい。
- 3-3) 遺伝子組換え植物(農作物)を示す英語を1つ書きなさい。また、Ti-plasmidを利用して遺伝子組換え植物を作製する過程を説明しなさい。
- 3-4) 洗剤(detergent)に添加される酵素としてプロテアーゼ(protease)とセルラーゼ(cellulase)がある。それぞれのはたらきの違いが分かるようにして、木綿(cotton)に付着した汚れを落とす作用を説明しなさい。