

2026年9月・2027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

- ◎問題表紙を除いて、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 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。
- ◎すべての解答用紙の所定欄に受験番号・氏名を必ず記入しなさい。
- ◎解答用紙の裏面は使用しないこと。

問題は全部で5科目ある。このうち3科目を選びなさい。1科目ごとに大問が4問ある。このうち3問ずつを選んで解答しなさい。

詳しくは科目ごとに記載した指示に従いなさい。

解答は日本語または英語で書きなさい。

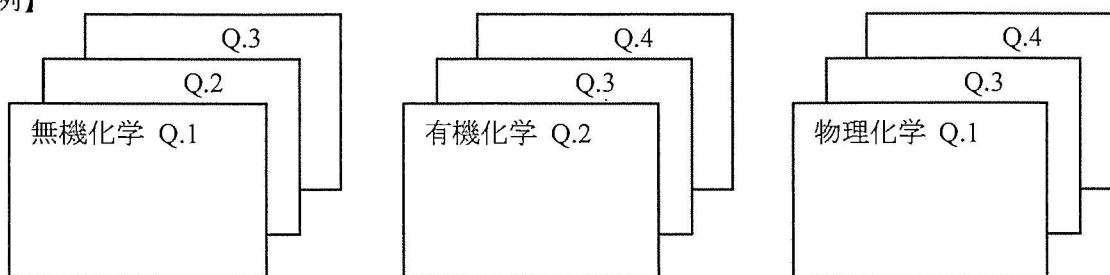
解答用紙の使用方法

3枚が1組になった解答用紙を3組配る。(合計9枚)

3教科を選択して、1教科につき1組、1つの大問につき1枚を使用すること。

例えば、無機化学 (Q.1, Q.2, Q.3), 有機化学 (Q.2, Q.3, Q.4), 物理化学 (Q.1, Q.3, Q.4) を選択した場合は、以下のように解答用紙を使うこと。

【使用例】



2026年9月・2027年4月入学試験問題

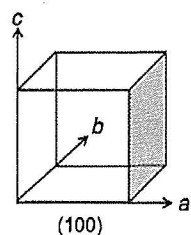
大学院先進理工学研究科修士課程 応用化学専攻

科目名： 無機化学

以下の4つの大問(Q.1～Q.4)より3問を選択し、大問ごとに解答用紙の大問番号に○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) 閃亜鉛鉱型構造では、アニオンが立方最密充填(ccp)配列し、四面体空隙の半数をカチオンが占めている。単位格子中のカチオンとアニオンの個数を答えなさい。また、単位格子の一辺の長さが0.54 nm のとき、隣接するカチオンとアニオン間の距離を算出しなさい。
- 1-2) 結晶格子中のミラー指数(110), (111), ($\bar{1}$ 10)の各面を、下図に倣ってそれぞれ図示しなさい。



- 1-3) ジルコニア(ZrO_2)は室温では単斜晶構造であるが、20 mol%の酸化カルシウム(CaO)を添加して加熱すると、新しい相が形成される。その構造と性質について説明しなさい。
- 1-4) 以下の語句から3項目を選択し、それらについて説明しなさい。必要なら図や式を用いてよい。
- pn 接合
 - 水晶振動子
 - マンガンフェライト
 - 水熱法
 - 誘電損失

Q.2 以下の問いに答えなさい。

- 2-1) Ag_2CrO_4 の溶解平衡に対する反応式を書きなさい。
- 2-2) Ag_2CrO_4 の溶解度 (g L^{-1})を算出しなさい。 Ag_2CrO_4 の溶解度積は $1.9 \times 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$ 、原子量はそれぞれ $\text{Ag} = 107.9$, $\text{Cr} = 52.0$, $\text{O} = 16.0$ とする。
- 2-3) CrO_4^{2-} と Cl^- を含む水溶液があり、 $[\text{CrO}_4^{2-}] : [\text{Cl}^-] = 1000 : 1$ である。ここに Ag^+ イオンを添加した。 $[\text{CrO}_4^{2-}]$ が $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ と 0.5 mol L^{-1} の2つの場合において、最初に沈殿する化合物を計算で求めなさい。 AgCl の溶解度積は $1.8 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする。

2026年9月・2027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

Q.3 以下の問いに答えなさい。

- 3-1) 白リンが乾燥条件下で十分に酸化されて生成する化合物の構造を描きなさい。また、その化合物と水との反応式を示しなさい。
- 3-2) 金属リチウムと窒素から出発してアンモニアを得る方法について、2段階の反応式を示しなさい。また、金属リチウムと比較して、金属ナトリウムと窒素の反応は起こりにくく、生成物是不安定である。その理由について説明しなさい。
- 3-3) ハロゲンに関する以下の文章のうち、正しいものを全て選択し、記号で答えなさい。
- (a) F_2 は反応性に富むが、貴ガスとは反応しない。
 - (b) ハロゲン間化合物の多くは反応性に富み、酸化剤として働く。
 - (c) ポリハロゲン化物として I_3^- や I_5^- などが存在する。
 - (d) フッ酸、塩酸、臭化水素酸、ヨウ化水素酸の酸としての強さは、ハロゲンの原子番号が大きくなるほど増加する。
 - (e) Al のハロゲン化物のなかで、 AlF_3 は例外的に融点が低く、常温常圧で気体である。
- 3-4) 以下の化合物の構造を VSEPR 則に基づいて描きなさい。中心原子に非共有電子対がある場合はそれらも示すこと。

BF_3 , SbF_5 , H_2Se

Q.4 配位子場理論について、以下の問いに答えなさい。

- 4-1) σ 結合性八面体錯体における、金属の s 軌道と σ 結合性配位子の軌道を描き、結合性 a_{1g} 軌道と反結合性 a_{1g}^* 軌道の形成について説明しなさい。
- 4-2) σ 結合性八面体錯体において、 t_{2g} 軌道が非結合性軌道となることを、図を描いて説明しなさい。
- 4-3) π 供与性配位子と π 受容性配位子の例を挙げ、金属の d 軌道との相互作用について説明しなさい。

2026年9月・2027年4月入学試験問題

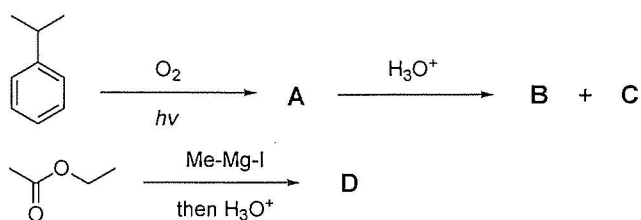
大学院先進理工学研究科修士課程 応用化学専攻

科目名： 有機化学

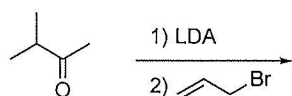
以下の4つの大問(Q.1～Q.4)のうち、Q.1とQ.2は必ず解答し、Q.3とQ.4はいずれかを選択して解答しなさい。大問ごとに解答用紙の大問番号に○をつけたうえで解答しなさい。

Q.1 以下の問いに答えなさい。

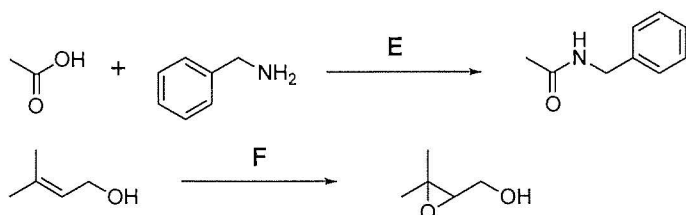
1-1) 以下の反応の主生成物となる有機化合物 **A**～**D** の構造式を示しなさい。



1-2) 以下の反応で、主生成物が得られる化学反応式を副生成物も含めて完成させなさい。



1-3) 以下の反応の反応剤となる有機化合物 **E** および **F** の構造式を示しなさい。



1-4) メタノールとフェノールの pK_a を比べた際に、どちらの pK_a が大きいのか答えなさい。また、その理由を図と文章の両方を使って答えなさい。

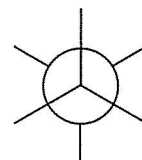
2026年9月・2027年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程 応用化学専攻
 科目名： 有機化学

Q.2 以下の問いに答えなさい。

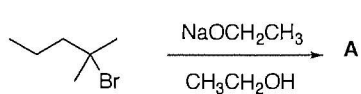
2-1) 次の環状化合物 **A~C** について p 軌道と電子(・)を加えた化学構造式を描き，芳香族性の有無を示しなさい。

A**B****C**

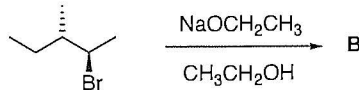
2-2) 次の脱離反応の主生成物 **A~D** の構造式を示しなさい。また(a),(b)において脱離反応を起こす際の C3-C2 に関する立体配座を Newman 投影式(右図)でそれぞれ示しなさい。



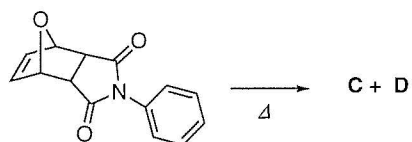
(a)



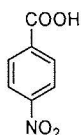
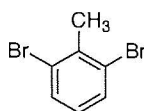
(b)



(c)



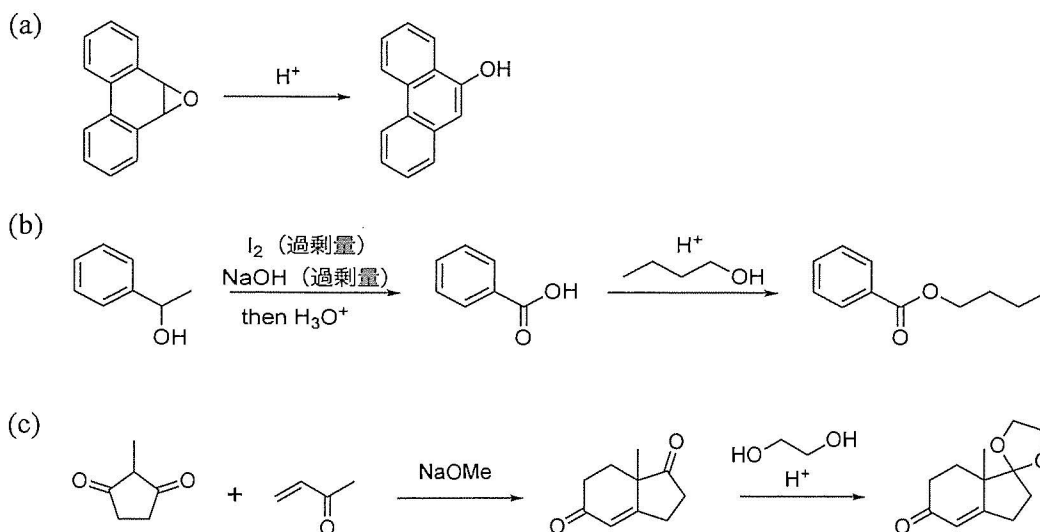
2-3) ベンゼンを出発原料として以下の化合物 **X** および **Y** を合成する際の合成経路を示しなさい。必要な試薬をすべて示すこと。

**X****Y**

2026年9月・2027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

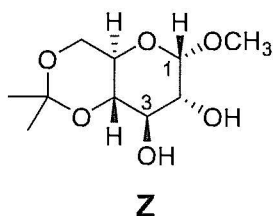
Q.3 以下の問いに答えなさい。

3-1) 以下の各工程の反応機構を巻き矢印を使って示しなさい。



3-2) 以下の化合物 **Z** について、以下の間に答えなさい。

- (a) 化合物 **Z** の 6 員環がいずれもいす型配座である際の最安定配座を描きなさい。
 (b) 化合物 **Z** の 1 位と 3 位の絶対立体配置をそれぞれ *R* もしくは *S* で答えなさい。

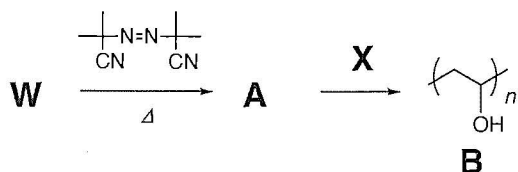


2026年9月・2027年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程 応用化学専攻
 科目名： 有機化学

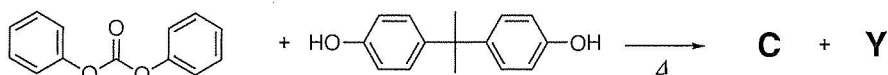
Q.4 以下の問いに答えなさい。

4-1) 以下のポリマーを生成する重合反応(a)~(e)において、ポリマーA~F および試薬、副生成物 W~Z の化学構造式を示しなさい。

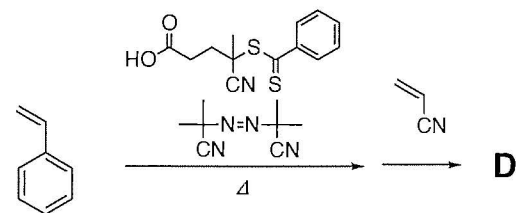
(a)



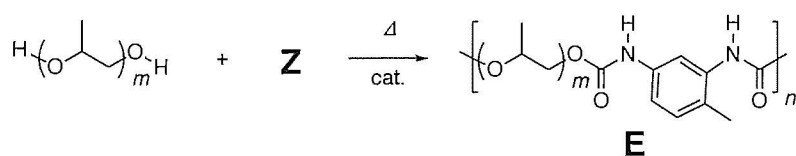
(b)



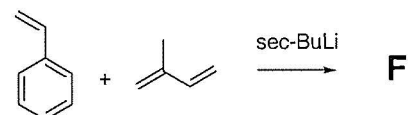
(c)



(d)

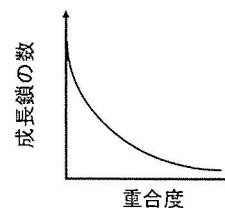


(e)

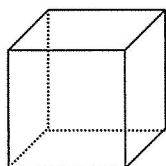


4-2) ラジカル開始剤としてよく用いられるアゾイソブチロニトリル(AIBN)の開始剤効率が0.6~0.7と低くなる理由について反応式を示しながら述べなさい。

4-3) 重合反応(a)~(e)のうち、重合度の進行に伴い、成長鎖の数が右図のように変化する重合反応をすべて選びなさい。



4-4) ポリマーのミクロ相分離構造の例を、立方体を描き、追記して図示しなさい。またポリマーA~Fのうち、ミクロ相分離構造を示すものを選びなさい。



2026年9月・2027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

以下の4つの大問(Q.1～Q.4)より3問を選択し、大問ごとに解答用紙の大問番号に○をつけたうえで解答しなさい。必要であれば以下の数値を用いなさい。

気体定数： $R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$,アボガドロ定数： $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ プランク定数： $h = 6.626070 \times 10^{-34} \text{ J s}$,真空の誘電率： $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ J}^{-1} \text{ m}^{-1}$ 電気素量： $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Q.1 以下の問いに答えなさい。

- 1-1) 衝突断面積 σ の分子からなる気体において、温度 T 、圧力 p の状態で物質質量 n の気体分子の体積は V であり、分子の平均相対速さは v_{rel} であった。この気体が完全気体であると仮定し、分子の衝突頻度 z および平均自由行程 λ を導出過程を示したうえで求めなさい。
- 1-2) 298 K の N_2 ガスのモル定容熱容量 $C_{v,m}$ は $20.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。 CO_2 , CH_4 , および Ar の 298 K における $C_{v,m}$ を見積もりたい。見積り方を説明するとともに値を計算しなさい。
- 1-3) 容積 1.00 L の密閉断熱容器を真空にし、0.100 M NaCl 水溶液 20.0 mL を内部に導入したところ、溶液は沸騰した。300 K を保ったまま定常状態まで放置した。このとき容器内部は上部に H_2O 蒸気相、下部に NaCl 水溶液相が存在し平衡に達している。このとき気相中の H_2O 分子のモルギブスエネルギーと液相中の H_2O 分子のモルギブスエネルギーの差を求めなさい。
- 1-4) 下の表において、アルカリ金属イオンは、原子番号が大きくなるにつれイオン半径が増大する。水溶液中のアルカリ金属イオンの移動度が原子番号が大きくなるにつれ増大する理由を述べなさい。

表 1 族元素イオンのイオン半径および水溶液中での移動度

	4 配位の際のイオン半径 / nm	298 K における移動度 / $10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ V}^{-1}$
H^+		36.23
Li^+	0.059	4.01
Na^+	0.099	5.19
K^+	0.137	7.62
Rb^+	0.152*	8.06
	* Rb^+ は 6 配位の際の値。	

2026年9月・2027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

Q.2 以下の問いに答えなさい。

2-1) 物質 A がいったん物質 B へと反応し、そして物質 C へと反応することを考える。このとき各ステップとも 1 次反応であり、 $A \rightarrow B$ と $B \rightarrow C$ の速度定数をそれぞれ k_1 , k_2 とおき、 $k_1 = 0.0500 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.200 \text{ min}^{-1}$ とする。また初期条件として $[A]_0 = 1.00 \text{ mol L}^{-1}$, $[B]_0 = [C]_0 = 0$ とする場合に、以下の問いに答えなさい。

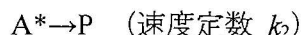
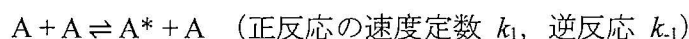
2-1-1) A, B の濃度の時間変化を式で表しなさい。

2-1-2) 上の $d[B]/dt$ の式について、積分因子として $e^{(k_2 t)}$ を左右に乗じて式を整理し、 $[B]$ の解析解を導きなさい。

2-1-3) $[B]$ が最大となる時刻 $t_{\max}$ を求めなさい。必要な場合以下の値を用いなさい。

$$\ln(2) = 0.69, \ln(3) = 1.10, \ln(4) = 1.39, \ln(5) = 1.61$$

2-2) Lindemann-Hinshelwood 機構を考える。



A^* を中間体として定常状態近似(SSA)を適用することを考え、以下の条件を用いなさい。

$$k_1 = 1.0 \times 10^6 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}, k_{-1} = 5.0 \times 10^8 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}, k_2 = 1.0 \times 10^3 \text{ s}^{-1}, [A]_0 = 8.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

2-2-1) SSA が成立するための条件を導出しなさい。

2-2-2) $[A^*]_{\text{SSA}}$ および見かけの全体速度 r_{SSA} を導きなさい。

2-2-3) $[A]$ が大きいほど SSA が成立しやすい理由を物理的に説明しなさい。

Q.3 以下の問いに答えなさい。

3-1) 電気毛管現象について説明しなさい。液体金属電極の電位に対する界面張力プロファイルの概略を図示し、界面張力が極値をとる点での界面状況、また極値から離れた場合になぜそのような界面張力となるのか説明しなさい。

3-2) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ の標準状態における $\Delta_f G$ は $+65.49 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。300 K の実験室で濃度未知の硫酸銅水溶液を窒素ガスをバブリングして脱気し、純銅板を挿入したところ、銅板の電位は標準水素電極基準で 0.29 V であった。この硫酸銅水溶液中の $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ の活量を $a_{\text{Cu}^{2+}}$ としたとき、 $\ln(a_{\text{Cu}^{2+}})$ を求めなさい。

3-3) 以下の問いに答えなさい。

3-3-1) 電気化学反応を用いた化学工業について以下の 3 つの語句から 1 つを選択し、説明しなさい。

食塩電解

熔融塩電解

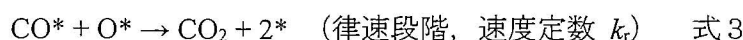
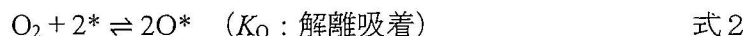
Dimensionally Stable Anodes(DSA)

3-3-2) 海洋で運行する船舶の多くは、鋼鉄製の船体を有している。大気中で塩水が噴霧された鉄板の腐食について説明しなさい。加えて、停泊中、エンジンを停止して動力源のない状態でも鋼鉄製の船体の腐食を防いでいる手法について説明しなさい。

2026年9月・2027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

Q.4 以下の問いに答えなさい。

4-1) CO 酸化反応 $\text{CO} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ が Langmuir-Hinshelwood (LH) 機構で進行する場合を考える。



$T = 450 \text{ K}$ において, $k_r = 2.0 \times 10^3 \text{ mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $K_{\text{CO}} = 500 \text{ Pa}^{-1}$, $K_{\text{O}} = 0.10 \text{ Pa}^{-1}$, $P_{\text{O}_2} = 1000 \text{ Pa}$, 活性サイト密度 $d = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol m}^{-2}$ とする。各反応の速度定数は適宜定義しなさい。

4-1-1) 式 1 と式 2 の平衡を表す式をそれぞれ書きなさい。

4-1-2) LH 機構に基づき式 3 の速度 (r とおく) を表す式を書きなさい。

4-1-3) 4-1-2) で求めた式を 4-1-1) で求めた式と組み合わせて, r を P_{CO} , P_{O_2} , K_{CO} , K_{O} と d を用いて表しなさい。

4-2) CO と H_2 が Pt 触媒表面で競争的に単分子層吸着する系を考える。吸着平衡定数は吸着エンタルピー変化 ΔH_{ads} と前指数因子 A から $K = A \exp(-\Delta H_{\text{ads}} / RT)$ で与えられる。

$T = 500 \text{ K}$, CO については $A_{\text{CO}} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa}^{-1}$, $\Delta H_{\text{ads,CO}} = -120 \text{ kJ mol}^{-1}$, H_2 については $A_{\text{H}_2} = 5.0 \times 10^{-7} \text{ Pa}^{-1}$, $\Delta H_{\text{ads,H}_2} = -40 \text{ kJ mol}^{-1}$, 分圧は $P_{\text{CO}} = 100 \text{ Pa}$, $P_{\text{H}_2} = 2000 \text{ Pa}$ とする。

4-2-1) 500 K における K_{CO} および K_{H_2} を計算しなさい。Exp は解かなくても良い。

4-2-2) Langmuir 吸着式を用い, CO の被覆率 θ_{CO} と H_2 の被覆率 θ_{H_2} , および空サイト分率 $1-\theta$ を求めなさい。

2026年9月・2027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 _____

以下の4つの大問(Q.1～Q.4)より3問を選択し、大問ごとに解答用紙の大問番号に○をつけたうえで解答しなさい。なお必要ならば単位を明示すること。

Q.1 物質収支および流動解析に関して以下の問いに答えなさい。

- 1-1) 直円管内に流体を流すとき、流れの状態には層流と乱流がある。これらを判別するために用いられるレイノルズ数を管内径 D [m]、水の平均流速 u [m s^{-1}]、水の密度 ρ [kg m^{-3}]、水の粘度 μ [Pa s]を用いて表しなさい。
- 1-2) 直円管内に100秒かけて10 Lの水を流す実験を行った。直円管の内径は10 mm、実験中の水の動粘度を $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ としてレイノルズ数を計算しなさい。また、このときの管内の流れの状態は層流か乱流か、答えなさい。
- 1-3) 摩擦によるエネルギー損失を求める場合にファニングの式が用いられる。1-2)の実験を直円管長さ10 mで行った場合のエネルギー損失 [J kg^{-1}]を計算しなさい。ただし、摩擦係数は $f = 16 / Re$ (層流)、 $f = 0.0791 Re^{-0.25}$ (乱流) とする。
- 1-4) 内径10 cmの管を使って、地上から垂直方向に水を揚げる仕事を行う。このとき、必要な水は毎時50 m^3 とし、流れによるエネルギー損失は 10 J kg^{-1} とする。水1.0 kgあたり50 Jのエネルギーを与えられるポンプを下部に設置した場合、高さ何 m まで汲み上げられるか計算しなさい。

Q.2 分離操作に関して以下の問いに答えなさい。

- 2-1) 液体中の物質を分離するため、膜を用いる方法がある。この方法のうち濾過と透析の違いを説明しなさい。
- 2-2) 膜により分けられたセルの一方に高濃度水溶液を、もう一方に低濃度水溶液を満たし、透析を行う。このとき、時間の経過とともに溶質の透過速度はどのように変化するか、答えなさい。また、時間の経過とともに溶質透過係数はどのように変化するか、答えなさい。
- 2-3) 単蒸留は次のレーリーの式で解析できる。(W:釜内の液の物質質量)

$$\ln \frac{W_0}{W} = \int_x^{x_0} \frac{dx}{y - x}$$

10^5 Pa におけるベンゼン・トルエン系の気液平衡のデータ (ベンゼンのモル分率) は以下のようであった。

x (液相モル分率)	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40
y (気相モル分率)	0.00	0.21	0.37	0.51	0.62

ベンゼン 40 mol%, トルエン 60 mol% の混合液 100 mol を 10^5 Pa の圧力下で単蒸留する。残留液がベンゼン 10 mol% になったとき、留出量はいくらか計算しなさい。このとき、レーリー式右辺は図積分により求めなさい。

- 2-4) メタノール-水系の蒸留を行う際、留出液のメタノール濃度は理論上の濃度より高くなる。この理由を説明しなさい。

2026年9月・2027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

Q.3 反応の解析に関して以下の問いに答えなさい。

$A+B \rightarrow C$ で表される液相反応を反応温度 300 K で行う。反応速度 r_1 が A, B の濃度 C_A, C_B に対して下表で与えられるとき、以下の問いに答えなさい。なお、反応溶液の密度は常に一定とする。

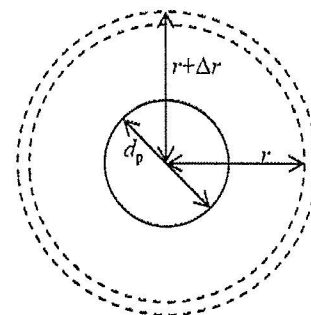
- 3-1) この反応の速度式は、 $r_1 [\text{mol m}^{-3} \text{s}^{-1}] = k_1 C_A^a C_B^b$ で表される。 k_1, a, b を求めなさい。
- 3-2) 反応物 A, B を初濃度 $C_{A0} = C_{B0} = 3.0 \times 10^3 \text{ mol m}^{-3}$ で供給して反応を行う。CSTR (continuous stirred tank reactor) で $x_A = 0.80$ の反応率を得るために必要な空間時間 τ_{CSTR} を求めなさい。
- 3-3) 反応物 A, B を $C_{A0} = C_{B0} = 3.0 \times 10^3 \text{ mol m}^{-3}$ で供給して反応を行う。PFR (plug flow reactor) で $x_A = 0.80$ の反応率を得るために必要な空間時間 τ_{PFR} を求めなさい。
- 3-4) $r_2 = k_2 C_A C_B$ で表される副反応 $A+B \rightarrow D$ 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場合、大型の反応器を設計するうえで注意すべき点を述べなさい。

C_A mol m^{-3}	C_B mol m^{-3}	r_1 $\text{mol m}^{-3} \text{s}^{-1}$
1.0×10^3	1.0×10^3	5.00
2.0×10^3	1.0×10^3	2.50
3.0×10^3	1.0×10^3	1.67
3.0×10^3	2.0×10^3	3.33
3.0×10^3	3.0×10^3	5.00

Q.4 伝熱に関して以下の問いに答えなさい。

直径 $d_p = 0.30 \text{ mm}$ 、温度 $T_p = 1027^\circ\text{C}$ の球状粒子からの、温度 $T_e = 27^\circ\text{C}$ の周辺環境中への定常状態での伝熱について、以下の問いに答えなさい。なお、粒子は圧力 $p_e = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気中に浮遊しており、空気の物性値は次の通りとする。熱伝導率 $\kappa = 0.026 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、粘度 $\mu = 1.9 \times 10^{-5} \text{ Pa s}$ 、密度 $\rho = 1.2 \text{ kg m}^{-3}$ 、プラントル数 $Pr = 0.71$ 。また、Stefan-Boltzmann 定数は $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ であり、球状粒子および周辺環境の放射率はともに $\varepsilon = 1.0$ とする。

- 4-1) 球状粒子が空気中で静止している場合の、粒子から空気への伝導伝熱を考える。図のように、球の中心からの半径 r および $r + \Delta r$ の2つの球面に覆われた仮想的な球殻に対し、熱収支式を立てなさい。
- 4-2) 静止流体中での球状粒子の周りの境膜厚さは、 $\delta = d_p/2$ である。この式を導出しなさい。
- 4-3) 静止流体中での球状粒子からの空気への伝導伝熱について、粒子表面での熱流束 q_{cond} を計算しなさい。
- 4-4) 球状粒子と空気との間の相対速度が $u = 1.2 \text{ m s}^{-1}$ のときの、空気への対流伝熱について、粒子表面での熱流束 q_{conv} を計算しなさい。なお、粒子レイノルズ数 $Re_p < 1000$ の対流伝熱について、以下の Ranz-Marshall 式が知られている。
- $$Nu = 2 + 0.6 Re_p^{1/2} Pr^{1/3}$$
- 4-5) 球状粒子から周囲への放射伝熱について、粒子表面での熱流束 q_{rad} を計算しなさい。



2026年9月・2027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

以下の4つの大問(Q.1～Q.4)より3問を選択し、大問ごとに解答用紙の大問番号に○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) トリペプチドである、グリシジルヒスチジルプロリンの化学構造を書きなさい。なお、解離性の官能基の電離状態は、それぞれについて、 $\text{pH}=7.4$ の水溶液中で最も占有度の高いかたちで書くこと。
- 1-2) 上のトリペプチドの主鎖をなす3つの α 炭素は、最短6つの単結合で連結されている。この中でもっとも回転自由度の高い結合を選び、矢印($\rightarrow$)で示しなさい。なお、その結合を選んだ根拠を、簡潔に説明しなさい。
- 1-3) 細胞内の「翻訳」装置(リボソーム)によって、このトリペプチドを生合成する。このとき、このグリシジルヒスチジルプロリンをコードするDNA配列はいくつ存在しうるか答えなさい。

コドン表

UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys
UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys
UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop
UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp
CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg
CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg
CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg
CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg
AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser
AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser
AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg
AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg
GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly
GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly
GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly
GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly

2026年9月・2027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

Q.2 以下の問いに答えなさい。

以下に示す配列を持つ2種類の短いオリゴヌクレオチドを水溶液中で混合したところ、安定なワトソンクリック型の部分二重鎖を形成した。

オリゴヌクレオチド A : 5'-TTATAGGTTGCACAGCGG

オリゴヌクレオチド B : 5'-ATATCCCCCGCTGTGCAACCTATAACCACGT

- 2-1) 2つのオリゴヌクレオチドはどのような部分二重鎖を形成したと考えられるか。対合する塩基の対応関係がわかるように図を用いて説明しなさい。
- 2-2) この部分二重鎖は、水溶液の温度を上げていくと解離した。この融解と呼ばれる現象がおこる理由を簡潔に説明しなさい。
- 2-3) DNA の二重鎖の形成・解離現象は、260 nm の紫外吸収の見かけの吸光度変化によってリアルタイムに追跡できる。どのような機序で260 nm の吸光度が変化するのか。簡単に説明しなさい。
- 2-4) 上の部分二重鎖に DNA ポリメラーゼと DNA のビルディングブロックである dATP, dCTP, dGTP を与えたところ、DNA 鎖の伸長がみられた。得られたオリゴヌクレオチドの配列を、2-1) で描いた図に、書き込みなさい。なお、ポリメラーゼによって新たに付加されたヌクレオチドは小文字で書き込むこと。

Q.3 以下の問いに答えなさい。

- 3-1) 生物学におけるクローンという概念の定義について簡潔に説明しなさい。
- 3-2) 制限酵素は外来の DNA を切断することから、細菌などの微生物の免疫系と称されることがある。制限酵素がそれを有する微生物自身の DNA を切断しない理由を書きなさい。
- 3-3) プラスミドを使用した遺伝子クローニングの概略図（模式図）を書きなさい。以下の用語の役割がわかるように、概略図に説明を加えること。

用語： colony, DNA ligase, marker, recombinant (cell), transformation, vector

Q.4 以下の問いに答えなさい。

2024年に日本の「伝統的酒造り」がユネスコ無形文化遺産に登録された。日本酒、焼酎・泡盛、本みりんの製造技術が、500年以上にわたり継承されてきた「伝統的な技術と知識」として高く評価されたのである。

- 4-1) 日本の伝統的酒造りでは、「並行複発酵 (parallel multiple fermentation)」と呼ばれる発酵様式が重要である。並行複発酵について、ワインの単発酵方式との違いに触れながら説明しなさい。
- 4-2) 並行複発酵が高濃度アルコール生成に有利となる理由を説明しなさい。また、同様の効果を目的として工業発酵で用いられる培養方式を1つ挙げ、その特徴を述べなさい。

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程 応用化学専攻

No.

1	/	3
---	---	---

採点欄

※裏面の
使用は不可

科目名	
-----	--

解答 大問番号	Q.1 ・ Q.2 ・ Q.3 ・ Q.4
------------	-----------------------

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程 応用化学専攻

No.

2	/	3
---	---	---

採点欄

※裏面の
使用は不可

解答 大問番号	Q.1 ・ Q.2 ・ Q.3 ・ Q.4
------------	-----------------------

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027年4月入学試験解答用紙

大学院先進理工学研究科修士課程 応用化学専攻

No.

3	/	3
---	---	---

採点欄

※裏面の
使用は不可

解答
大問番号

Q.1 ・ Q.2 ・ Q.3 ・ Q.4