

平成26年度 総合化学院修士(博士前期)課程
専門科目 B群(工学系)

平成25年8月22日(木) 13:30~16:00

注意事項

- (1) 下表の6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) 解答は所定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
B2-1	化学工学	3	3
B2-2	有機合成化学	2	2
B2-3	量子化学	2	4
B2-4	高分子化学	3	3
B2-5	無機材料化学	3	3
B2-6	分子生物工学	4	4

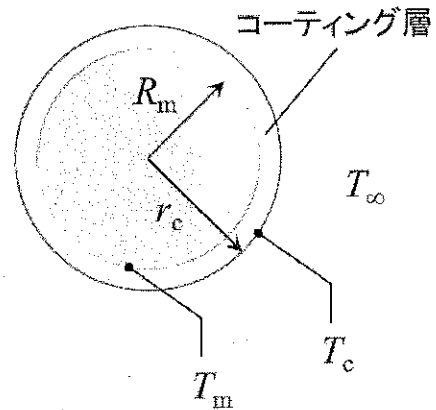
総合化学院 総合化学専攻

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

(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 次の問(1)～(4)に答えなさい。

半径 R_m [m] の球状発熱体をコーティングした半径 r_c [m] の複合粒子 (コーティング層の厚み $r_c - R_m$) に関し、コーティング層の厚みが複合粒子から発せられる全伝熱量 Q [J s^{-1}] に及ぼす影響について調べたい。ただし、熱は定常状態で流れているものとし、球状発熱体表面の温度が T_m [K]、コーティング層外表面の温度が T_c [K]、コーティング層の熱伝導率が k [$\text{J m}^{-1} \text{s}^{-1} \text{K}^{-1}$]、複合粒子周りの流体の熱伝達係数が h [$\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{K}^{-1}$]、そして大気温度が T_∞ [K] とする (右図参照)。また $T_m > T_c > T_\infty$ であるとする。



- (1) コーティング層内で熱収支 (シエルバランス) をとり、熱流束 q [$\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$] の複合粒子内の位置 r ($R_m \leq r \leq r_c$) に関する微分方程式を導きなさい。また、この微分方程式を解くために必要な境界条件を示しなさい。
- (2) (1) で導いた微分方程式にフーリエの法則を適用すると温度 T の r に関する微分方程式が得られ、この方程式を (1) の境界条件を用いて解くと、 T は r の関数として以下の式(a)で表される。この式を利用して、球状発熱体からの全伝熱量 Q を求めなさい。

$$T = \frac{\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_c}\right) T_m - \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_m}\right) T_c}{\frac{1}{R_m} - \frac{1}{r_c}} \quad (\text{a})$$

- (3) コーティング層外表面から大気への伝熱を考え、全伝熱量 Q を h を用いて表しなさい。
- (4) 全伝熱量 Q を $T_m - T_\infty$ を推進力とした形で表しなさい。またこの式を用い、複合粒子からの全伝熱量 Q が最大になる時の r_c を求めなさい。

総合化学院 総合化学専攻

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

(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 次の問(1)～(4)に答えなさい。

熱風を予熱した後、湿り材料を充填した層内に強制通気して乾燥する。熱風の湿度を H [kg-水蒸気 (kg-乾き空気)⁻¹]、温度を t [°C]とする。 $H_0 = 0.006$, $t_0 = 10$ °Cの空気が質量速度 $G_0 = 20000$ kg-乾き空気 h⁻¹ (m²-層断面積)⁻¹ で予熱室に供給され、湿度 H 一定で温度 $t_1 = 80$ °Cまで加熱された後、乾量基準含水率0.8の湿り材料を充填した乾燥室に強制的に送られる。層内の見かけ密度 $\rho = 1000$ kg-無水材料 (m³-層)⁻¹、厚さ $Z_T = 2$ mとする。充填材料の乾燥は表面蒸発期間であり、熱風は断熱的に材料を乾燥した後、温度 t_2 、湿度 $H_2 = 0.02$ で去る

(図1)。このとき、充填材料の表面温度は湿球温度 t_w に等しく、乾燥速度 R_t [kg-水 h⁻¹ (m²-層断面積)⁻¹]は、次の式(a)で与えられる。

$$R_t = G_0(H_2 - H_1) = G_0(H_w - H_1)(1 - \exp(-N_t)) \quad (a)$$

$$\text{ただし、} N_t = \frac{kaZ_T}{G_0}$$

H_w は t_w における湿度である。 ka [kg-乾き空気 h⁻¹ (m³-層)⁻¹]は物質移動容量係数で一定とし、装置断面積を $S = 1$ m²、乾燥時間を $\theta = 3$ hとする。必要ならば、図2の質量基準湿度図表を用いなさい。

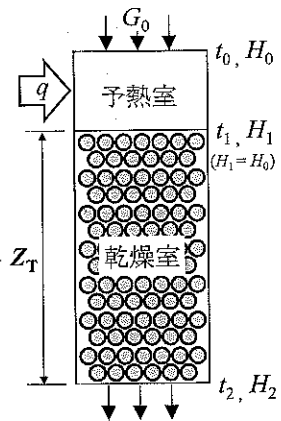


図1 乾燥装置概略図

(1) t_w [°C]、および t_2 [°C]を答えなさい。

(2) 予熱室で空気に供給される熱量 [kJ h⁻¹]を答えなさい。

(3) 層全体の乾燥速度、および乾燥後の材料平均含水率を答えなさい。

(4) 予熱室で空気に供給される熱量を1.2倍とした以外は、すべて同じ条件で乾燥を実施した(乾燥室入口と出口の空気条件は変化)。以下の値を求めなさい。

- 1) 乾燥室入口での空気温度
- 2) 層全体の乾燥速度

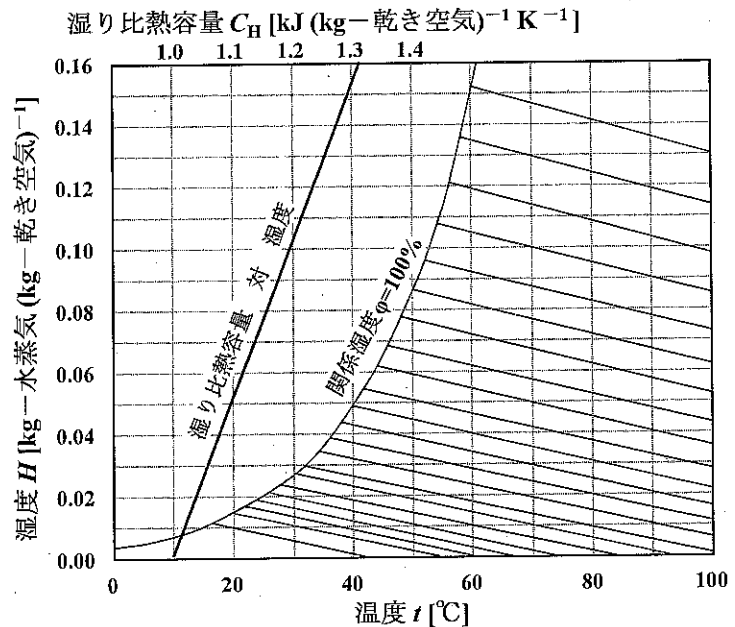


図2 質量基準湿度図表

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B2-1 (3 / 3)	試験科目	化学工学
------	--------------	------	------

(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

回分式反応器を用いて液相の逐次反応 ($A \rightarrow B \rightarrow C$) を行なう。反応が一次反応の場合について、以下の問 (1) ~ (3) に答えなさい。ただし、反応時間 t における A, B, C の濃度は各々 C_A, C_B, C_C とし、 $t=0$ で $C_A = C_{A0}, C_B = C_C = 0$ とする。また、A が B に変換する反応と B が C に変換する反応の速度定数は各々 k_1 と k_2 ($k_1 \neq k_2$) である。

(1) 以下の ~ に当てはまる適切な式を求めなさい。

原料 A の濃度の時間変化は

$$C_A = C_{A0} \times \boxed{\text{ア}} \quad (\text{a})$$

となる。また、生成物 B の正味の生成速度は

$$\frac{dC_B}{dt} = \boxed{\text{イ}} \quad (\text{b})$$

であるので、B の濃度の時間変化は

$$C_B = \frac{C_{A0}k_1}{(k_2 - k_1)} [\exp(-k_1t) - \exp(-k_2t)] \quad (\text{c})$$

で与えられる。さらに、生成物 C の濃度の時間変化は

$$C_C = C_{A0} \times \boxed{\text{ウ}} \quad (\text{d})$$

から求まる。

(2) 式(a)と式(b)から式(c)を導きなさい。

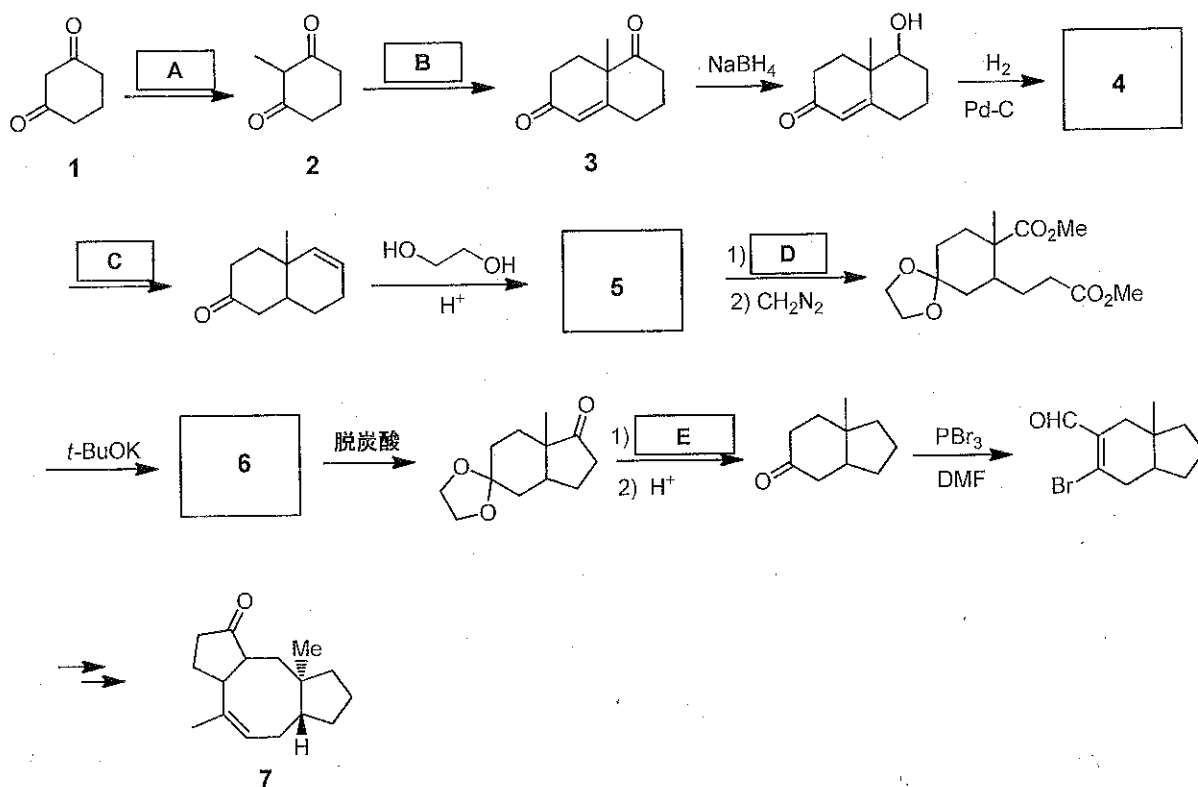
(3) $k_2 = 2k_1$ の場合には、反応時間によらずに $X_A = S_C$ となることを示しなさい。ただし、 X_A は原料 A の転化率、 S_C は生成物 C への選択率 $C_C / (C_B + C_C)$ である。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-2 (1/2)	試験科目	有機合成化学
------	-------------	------	--------

(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 以下は化合物 7 の合成スキームである。これに関して、以下の問 (1) ~ (3) に答えなさい。



- (1) A~Eの変換に必要な試薬を示しなさい。ただし、変換は一段階とは限らない。
- (2) 化合物 4, 5, 6の構造式を示しなさい。
- (3) 化合物 2 から 3 の変換において、反応機構を電子の流れがわかるように示しなさい。ただし、変換は一段階とは限らない。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-2 (2/2)	試験科目	有機合成化学
------	-------------	------	--------

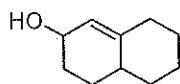
(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること(答案用紙2枚)。

設問2 下に示した出発物質から、目的化合物を合成する方法を中間体の構造がわかるように反応式で答えなさい。ただし、変換は一段階とは限らない。

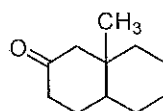
出発物質

目的化合物

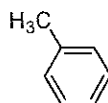
(1)



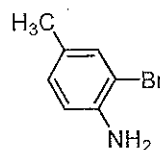
から



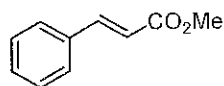
(2)



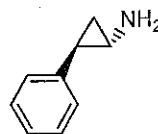
から



(3)



から



(4)



から



総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-3 (1 / 2)	試験科目	量子化学
------	---------------	------	------

(注) 全設問に解答すること。解答は、設問1は1枚、設問2は1枚、設問3は2枚の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問1 次の問(1), (2)に答えなさい。

図1のように、 xy 平面内で半径 r の円形の通路を動くよう強制されている質量 m の粒子を考える。ポテンシャルエネルギー V は、いたるところで $V=0$ である。波動関数を ψ とすると、この系のシュレーディンガー方程式は、半径 r と x 軸からの回転角 ϕ を用いると、次のようになる。

$$-\frac{\hbar^2}{2mr^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \phi^2} = E\psi$$

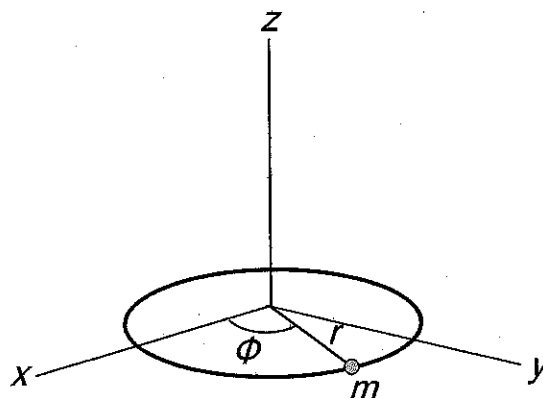


図1 xy 面内にある半径 r の円形通路上の質量 m の粒子。

- (1) この方程式の規格化された一般解を求めなさい。
- (2) この一般解に境界条件を適用して、波動関数を量子化しなさい。

設問2 次の問に答えなさい。

ヘリウム原子の基底状態について考える。2つの電子に1, 2と番号をつけ、最低エネルギーのオービタル ψ に、電子1が入っている状態を $\psi(1)$ 、電子2が入っている状態を $\psi(2)$ と表すことにする。また、電子のスピンのスピン磁気量子数 $m_s = +1/2$ の状態、 $m_s = -1/2$ の状態をそれぞれ α , β と表し、電子1がこれらの状態にある場合を $\alpha(1)$, $\beta(1)$ 、電子2がこれらの状態にある場合を $\alpha(2)$, $\beta(2)$ と表すことにする。全波動関数は、オービタル部分とスピン状態を表す部分の積となる。ヘリウムの電子状態の全波動関数としては次の4つの可能性がある。

- (a) $\alpha(1)\alpha(2)\psi(1)\psi(2)$
- (b) $\frac{1}{\sqrt{2}}\{\alpha(1)\beta(2) + \beta(1)\alpha(2)\}\psi(1)\psi(2)$
- (c) $\frac{1}{\sqrt{2}}\{\alpha(1)\beta(2) - \beta(1)\alpha(2)\}\psi(1)\psi(2)$
- (d) $\beta(1)\beta(2)\psi(1)\psi(2)$

(b) および (c) のスピン部分は、実際には、2つの電子を区別できないことにより、このような式となる。(a)~(d)の4つの全波動関数の内のどの関数が許される状態か、また、それはなぜか、それぞれの全波動関数の性質に基づき説明しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-3 (2/2)	試験科目	量子化学
------	-------------	------	------

(注) 全設問に解答すること。解答は、設問1は1枚、設問2は1枚、設問3は2枚の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問3 以下の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

水素原子中の電子 (電荷: $-e$, 質量: m_e) の動径波動関数 $R(\rho)$ のシュレーディンガー方程式は

$$\frac{d^2 R(\rho)}{d\rho^2} + \frac{2}{\rho} \frac{dR(\rho)}{d\rho} + \left[-\frac{l(l+1)}{\rho^2} - \frac{1}{4} + \frac{\lambda}{\rho} \right] R(\rho) = 0 \quad (\text{a})$$

で与えられる。ただし、 l は方位量子数でゼロからはじまる正の整数である。またボーア半径を $a_0 = \hbar^2 / m_e e^2$ とすると、

$$\rho = \frac{2r}{a_0}, \quad \lambda^2 = -\frac{e^2}{2a_0^2 E}$$

である。ここで、 r は核と電子間の距離で、 E は電子の全エネルギーである。

(1) 式 (a) において、 $\rho \rightarrow \infty$ としたとき、 $R(\rho) \propto e^{-\rho/2}$ となることを示しなさい。

(2) 式 (a) において、 $R(\rho) = e^{-\rho/2} \rho^l L(\rho)$ とおいたとき、 $L(\rho)$ の満たす微分方程式が、

$$\rho \frac{d^2 L(\rho)}{d\rho^2} + \{2(l+1) - \rho\} \frac{dL(\rho)}{d\rho} + (\lambda - l - 1)L(\rho) = 0 \quad (\text{b})$$

であることを示しなさい。

(3) 式 (b) において、解を多項式

$$L(\rho) = \sum_{k=0}^{\infty} b_k \rho^k$$

とおいたとき、係数 b_k の満たすべき漸化式を導きなさい。

(4) (3) で求めた漸化式により定められる多項式が有限次となる条件から、電子の全エネルギーが量子化されることを示しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B2-4 (1/3)	試験科目	高分子化学
------	------------	------	-------

(注)全設問に解答すること。解答は答案用紙の所定の場所に記入すること(答案用紙3枚)。

設問1 以下の問(1)～(3)に答えなさい。

(1) メタクリル酸メチル (A), イソブチルビニルエーテル (B), アクリロニトリル (C), スチレン (D), 酢酸ビニル (E), ビニリデンシアニド (F) について、以下の問1), 2) に答えなさい。

1) モノマーA～Fの化学構造式を書きなさい。

2) ラジカル重合しやすいモノマー, カチオン重合しやすいモノマー, アニオン重合しやすいモノマーをA～Fよりすべて選びなさい。(ただし, A～Fの中には複数の重合性を持つものもある。)

(2) ラジカル重合, カチオン重合, アニオン重合に用いられる開始剤の分子式あるいは構造式を各2つずつ書きなさい。

(3) 下記はビニルモノマーの重合方法を比較した表である。G～Pについて適切な語句を入れなさい。

	塊状重合	溶液重合	乳化重合	G
モノマーの制限	制限なし	H	モノマーとそのポリマーが共に水に不溶	モノマーとそのポリマーが共に水に不溶
開始剤の溶解性	I	モノマーと溶媒に可溶	モノマーに不溶で水に可溶	J
モノマーと開始剤以外の添加物	なし	モノマーとそのポリマーを溶かす溶媒	K	大量の水と分散剤
重合温度の調整	困難	可能	容易	L
重合速度	大	M	N	きわめて大
生成ポリマーの分子量	O	小	P	きわめて大

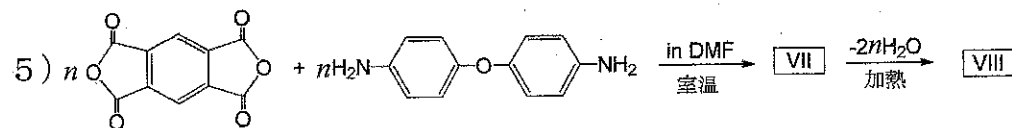
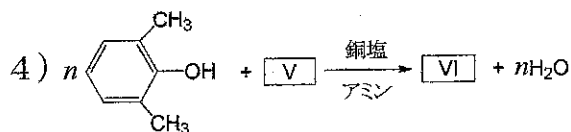
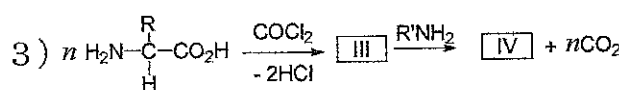
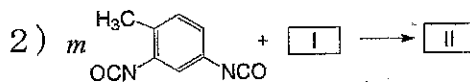
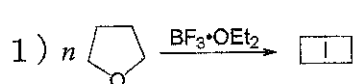
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B2-4 (2/3)	試験科目	高分子化学
------	------------	------	-------

(注) 全設問に解答すること。解答は答案用紙の所定の場所に記入すること (答案用紙3枚)。

設問2 以下の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 以下の重合反応 1) ~ 5) の **I** ~ **VIII** について, 適切な化学構造式を書きなさい。



(2) 重合反応 1) ~ 5) の名称を答えなさい。

設問3 以下の文章を読み, 問 (1), (2) に答えなさい。

イネの種子などに含まれるデンプンは, グルコースをモノマー単位とする多糖類の一種である。イネの種子では, グルコースの直接重合によりデンプンが生合成されているわけではなく, グルコースの誘導体である **A** が前駆体となり, **B** により重合されてデンプンが合成される。

(1) **A** に当てはまる物質名, および **B** に当てはまる酵素名を答えなさい。

(2) デンプンの生合成に **A** が必要である理由を簡単に説明しなさい。

設問4 以下の文章を読み, 問 (1), (2) に答えなさい。

ゴムの木などから得られる天然ゴムの主体は **C** という高分子であり, 適度に加硫したものは, ゴム弾性を示す事が知られている。この加硫ゴムは, ガラス転移点以上の温度に加温すると弾性を示し, 温度を上げると弾性が上昇する。しかし, さらに加熱し続けると最終的に弾性は失われる。

(1) **C** に当てはまる物質名を答えなさい。

(2) 下線部の理由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	B2-4 (3/3)	試験科目	高分子化学
------	------------	------	-------

(注) 全設問に解答すること。解答は答案用紙の所定の場所に記入すること (答案用紙3枚)。

設問5 以下の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

- (1) 高分子の熱重量分析および示差走査熱量分析により得られる情報を二つずつ答えなさい。
- (2) 結晶性高分子に時間 $t = 0$ でひずみを印加した際の応力 σ の時間変化を図示しなさい。また、粘弾性体の緩和時間について簡単に説明しなさい。
- (3) 分子の束一性を利用した分子量測定法として、蒸気圧降下法、沸点上昇法、凝固点降下法がある。しかし、これらの方法は典型的な高分子の分子量測定には不向きである。その理由を簡単に説明しなさい。また、高分子の分子量測定に適用可能な束一的測定法を一つ答えなさい。
- (4) ゲルパーミエーションクロマトグラフィー (あるいはサイズ排除クロマトグラフィー) による分子量測定法の原理を簡単に説明しなさい。また、この測定法で非線状高分子の分子量は同一分子量の線状高分子よりも小さく測定される。その理由も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 2-5 (1/3)	試験科目	無機材料化学
------	-------------	------	--------

(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)。

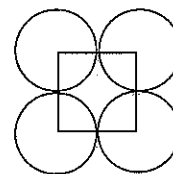
設問 1 無機固体の結晶構造に関する次の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

(1) $MgAl_2O_4$ の結晶構造に関して、下記の空欄 **A**、**B**、**C** に当てはまる記号を下の (ア) ~ (ウ) から選んで答えなさい。

$MgAl_2O_4$ は正スピネル構造をとる。その構造は、**A** が面心立方格子を形成し、四面体サイトを **B** が、八面体サイトを **C** が占めるものである。

(ア) Mg^{2+} イオン (イ) Al^{3+} イオン (ウ) O^{2-} イオン

(2) $MgAl_2O_4$ における基本骨格は **A** の形成する面心立方格子 (fcc) と捉えることができる。剛体球を仮定し、fcc 構造単位格子の (100) 面, (110) 面, (111) 面の図を各々書きなさい。例として単純立方格子 (100) 面を示すので、それに準じて書くこと。



例：単純立方格子 (100) 面

(3) 以下の X 線回折に関する問 1), 2) に答えなさい。

1) スピネル構造を持つ Fe_3O_4 の X 線回折実験を行ったところ、 $2\theta = 43.05^\circ$ に面指数 400 に対応するピークが観測された。 Fe_3O_4 の格子定数を求めなさい。X 線の波長は 0.154 nm とし、有効数字は 3 桁とする。

2) 粉末 X 線回折による格子定数の決定には高角度のピークを用いるべきである。その理由を 25 字程度で書きなさい。

(4) 以下の格子エネルギーに関する問 1), 2) に答えなさい。

格子エネルギー E_c を求めるための式として、最も単純化した式は次の式である。

$$E_c = -\frac{N_A Z_+ Z_- e^2 A}{4\pi\epsilon_0 d_0} \dots \dots \dots \text{(式1)}$$

しかし、実際によく用いられるのは次に示すボルン・マイヤー式である。

$$E_c = -\frac{N_A Z_+ Z_- e^2}{4\pi\epsilon_0 d_0} \left(1 - \frac{d}{d_0}\right) A \dots \dots \dots \text{(式2)}$$

ただし、 N_A はアボガドロ定数、 e は電気素量、 ϵ_0 は真空の誘電率、 d_0 は隣接するアニオンとカチオンの中心間距離、 d はソフトネスパラメーターと呼ばれるパラメーター、 Z_+ 、 Z_- はイオンの価数である。

- 1) (式1) および (式2) 中の A はある定数である。名称を答えなさい。
- 2) なぜ (式1) ではなく (式2) がよく用いられるのか、50 字程度で書きなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-5 (2/3)	試験科目	無機材料化学
------	-------------	------	--------

(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 状態図に関する次の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 図1に示す炭素の P - T 図に関する以下の文中の **ア** ~ **エ** に適切な語句を入れなさい。

A は **ア** の安定領域であり, B は **イ** の安定領域である。**ア**, **イ** ともに高温で液相に相転移するが, いずれもその転移温度は圧力依存性が大きい。この図によれば, 10 GPa の圧力下で温度を上昇させた場合, **ア** から **イ** への転移において体積が **ウ** し, **イ** から液相への転移では体積が **エ** することがわかる。

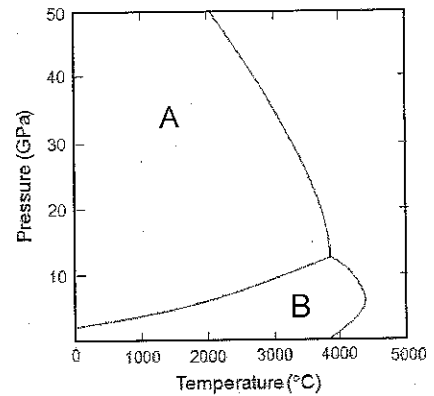


図1

(2) 図2に示す酸化物 A_2O_3 と BO_2 の擬二成分系状態図について, 以下の問1) ~ 4) に答えなさい。

- 1) 存在するすべての中間化合物の組成式を示しなさい。
- 2) X_1 , X_2 および X_3 の各点において存在するすべての相とそれらの組成を示しなさい。
- 3) Y_1 の液体を Y_6 まで冷却した。その際の通過点 $Y_2 \sim Y_5$ を含む領域内あるいは線上における自由度を答えなさい。ただし, 各相の蒸気圧は無視できるものとする。
- 4) Z_1 の液体をある一定の速度で冷却して, Z_2 で保持した。 Z_2 において平衡に達する前と平衡に達した後の系の組織の概略図を答案用紙の太線の枠内に描きなさい。

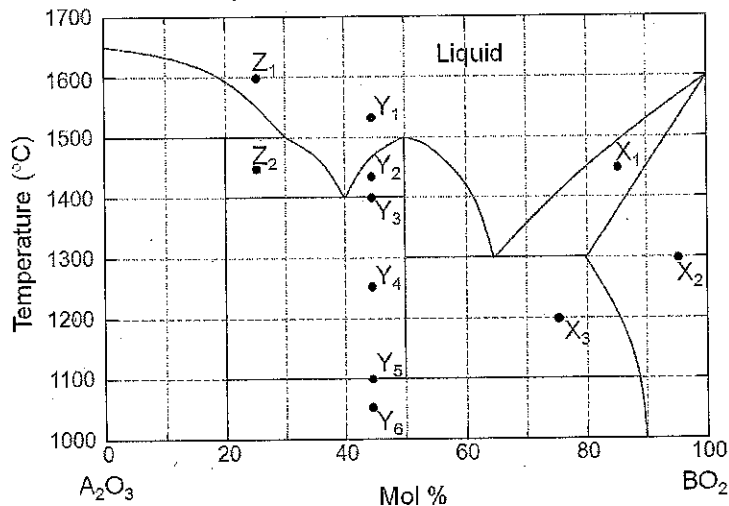


図2

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-5 (3/3)	試験科目	無機材料化学
------	-------------	------	--------

(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 以下の表は機能性無機材料の機能性や用途・構成元素・結晶構造タイプをまとめたものである。問(1)～(4)に答えなさい。

化合物	機能性や用途	構成元素				結晶構造タイプ
(a)	(ア)	Ca	(イ)	O	H	アパタイト構造
(b)	(ウ)	Li	Co	O	-	層状岩塩構造
(c)	青色LED	Ga	(エ)	-	-	(オ)
(d)	イオン伝導体	Zr	Y	O	-	(カ)
(e)	(キ)	Si	Al	O	N	窒化ケイ素構造
(f)	ルビーレーザー	(ク)	Cr	O	-	(ケ)
(g)	(コ)	Y	Ba	Cu	O	層状ペロブスカイト構造
(h)	(サ)	(シ)	(ス)	-	-	アナターゼ構造
(i)	高周波用磁性体	Y	Fe	O	-	(セ)

- (1) 表中の (ア) ～ (セ) に適切な語句または元素記号を入れなさい。
- (2) 化合物 (d) が優れたイオン伝導性を示す理由を説明しなさい。
- (3) 室温で高い電気伝導度 (10^3 S cm^{-1} 以上) を示す化合物の記号をすべて挙げなさい。
- (4) 表中にある化合物以外の機能性無機材料を一つ挙げ、「機能性や用途」「構成元素」「結晶構造タイプ」を述べなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-6 (1/4)	試験科目	分子生物学
------	-------------	------	-------

(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 好熱性細菌のゲノムから有用酵素遺伝子を単離し、大腸菌で当該酵素を組換え生産する実験に関する以下の文章を読み、以下の問(1)～(10)に答えなさい。

熱安定性に優れた抗生物質 X 耐性酵素(分子量は 33 kDa)を好熱性細菌から遺伝子クローニングして、大腸菌で組換え生産する研究プロジェクトが始まった。まず、好熱性細菌の染色体 DNA を調製し、制限酵素 A で完全分解してから、サザン・ブロットィング分析を行った。その結果、約 2 kbase サイズのところ強いシグナルバンドが 1 つ検出されたので、相当部をゲルから抽出・精製し、予め制限酵素 A で切断しておいた抗生物質耐性 Y 遺伝子を保有するベクターへ連結挿入し、大腸菌へ導入してライブラリーを作製した。ここで、目的遺伝子を含むクローンを作製ライブラリーからどのように取得するかを皆さんに考えてもらいます。ただし、目的のクローンは当該酵素遺伝子と大腸菌で発現可能なエレメントを有していること、宿主に使用する大腸菌は抗生物質 X および Y いずれに対しても感受性である、という 2 つの条件を満たしていることを前提とする。最終的に、目的遺伝子が正常に発現したかどうかを、DNA の塩基配列決定と翻訳産物の分析によって明らかにした。また、組換え X 耐性酵素は、本来の生産菌と同様に、大腸菌の内膜を透過できペリプラズム空間に局在することがわかった。さらに、本組換え酵素の大腸菌での発現量は最初あまり高くなかったことから、新たに構造遺伝子を含む DNA 断片を化学合成することにした。

(次のページに続く)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-6 (2/4)	試験科目	分子生物学
------	-------------	------	-------

(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)。

- (1) 組換え生産, 染色体, 制限酵素の英語訳を, 解答欄に記入しなさい。
- (2) 対象としている好熱性細菌がどのような菌として分類されるかを調べるために考えられる手法の名前と目的を2つずつ書きなさい。
- (3) アガロースゲル電気泳動の原理について, 簡潔に説明しなさい。
- (4) 本酵素の分子量から推定して, コードしている遺伝子の塩基数は最低どのくらい以上であるか求めなさい。ただし, アミノ酸の平均分子量を110とする。
- (5) 外来DNA断片を, 制限酵素Aで切断したプラスミドに連結挿入する時に必要な酵素名を英語で答え, また目的の組換え分子以外にどのような形態の分子が副生する可能性があるかを答えなさい。
- (6) ライブラリーから目的遺伝子を単離するため, どのような寒天培地プレートを作製したらよいかを, 目的クローンを効率的に選択するという観点から述べなさい。
- (7) 発現した抗生物質 X 耐性酵素が膜透過するためには, タンパク質分子内に存在する特徴的な領域が, ある酵素によってプロセッシングされる。この領域と関与する酵素の名称を述べなさい。
- (8) 抗生物質 X 耐性酵素遺伝子の発現量を向上させるために, どのような点に注目して遺伝子を新たに化学合成したらよいかを, 3点述べなさい。
- (9) 抗生物質 X 耐性酵素の本来の物理化学的な性質を利用して, 大腸菌細胞から効率よく活性型酵素を単離精製する工夫を述べなさい。
- (10) PCR法は, 試験管内でのDNA複製反応といえる。ダイデオキシ法の塩基配列決定反応と異なる点を3点列挙しなさい。ただし, 使用する装置の差異ではなく, 反応原理の差異に着眼すること。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-6 (3/4)	試験科目	分子生物学
------	-------------	------	-------

(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 生物におけるタンパク質合成過程に関連する、以下の問(1)～(7)に答えなさい。

- (1) 真核生物の成熟した mRNA の両末端の構造は、原核生物のそれらとは異なる。その構造の名称と mRNA のどちらの末端にあるかを答えなさい。
- (2) タンパク質合成装置であるリボソームは大小2つのサブユニットから構成されるが、原核生物と真核生物でサイズは異なる。両生物それぞれのサブユニットを沈降係数で答えなさい。
- (3) 原核生物において、翻訳開始時に mRNA と結合するリボソーム中の分子の名称と、認識される mRNA 上の塩基配列の名称を答えなさい。
- (4) tRNA には翻訳開始時に mRNA と相補的に結合する部位が存在する。その塩基配列の名称を答えなさい。
- (5) アミノ酸を結合した tRNA の名称とともに、その生成過程に関与する酵素名を答えなさい。
- (6) 原核生物におけるタンパク質合成の終結過程を図示し、必要な分子や因子の名称を加えて簡単に説明しなさい。

(次のページに続く)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2-6 (4/4)	試験科目	分子生物学
------	-------------	------	-------

(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)。

(7) 以下の DNA 配列には14アミノ酸残基からなるペプチドがコードされている。以下の問1), 2) に答えなさい。

5' - TAACTAGATCAGTGC GCCATACCTTT CAGTACATCCGATTGCATTTCATCTGTTAAACTTCA -3'
 3' - ATTGATCTAGTCACGCGGTATGGAAAGTCATGTAGGCTAACGTAAGTAGACAATTTGAAGT -5'

- 1) ペプチドは上下どちらの DNA 鎖にコードされているか答えなさい。また、その DNA 鎖の名称を答えなさい。
- 2) ペプチドのアミノ酸配列を、以下のコドン表を参考にして1文字表記で答えなさい。

UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys
UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys
UUA Leu	UCA Ser	UAA End	UGA End
UUG Leu	UCG Ser	UAG End	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