

平成25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24年8月23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。

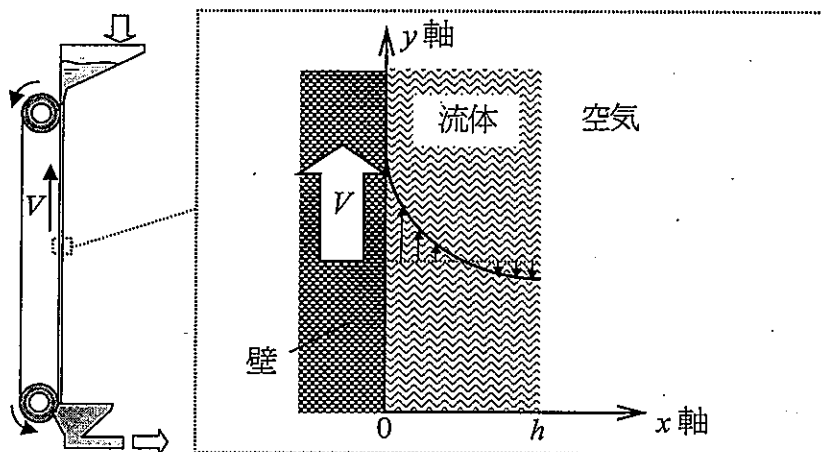
科目記号	科目	問題紙の枚数	答案用紙の枚数
B2-1	化学工学	3	3
B2-2	有機合成化学	2	4
B2-3	量子化学	2	4
B2-4	高分子化学	3	3
B2-5	無機材料化学	3	3
B2-6	分子生物工学	2	4

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 下図に示すように、垂直な壁が上に向かって速さ V で動いている。この壁面にニュートン流体(粘度 μ 、密度 ρ) が厚さ h で流れている。流体は、壁と反対側で空気と接しており、空気の粘度が流体に比べ無視小であるとする。次の問(1)～(4)に答えなさい。



- (1) 図で x, y 軸は固定座標とする。流体の微小領域に対しシエルバランス(物質収支と運動量収支)をとり、流体の y 軸方向への速度 v_y に関する微分方程式が下式で表されることを示しなさい。

$$\mu \frac{d^2 v_y}{dx^2} - \rho g = 0 \quad (1)$$

- (2) 本系について適切な境界条件を示し、式(1)の微分方程式にこの条件を適用することで流体の速度分布 $v_y(x)$ を求めなさい。

- (3) 流体の単位幅当りの(幅は上図で紙面に垂直な方向)体積流量 Q が次式で表されることを証明しなさい。

$$Q = Vh - \frac{\rho g h^3}{3\mu} \quad (2)$$

- (4) 式(2)を用いて、流体が3つの異なる膜厚 h をとる Q の条件を求めなさい。ただし3次方程式 $x^3 + ax + b = 0$ は、 $b^2/4 + a^3/27$ の値によって下表の様な解を持つ。

$b^2/4 + a^3/27$ の値	実数解
正	1つ
負	異なる3つ
ゼロ	3つのうち2つが同じ

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 充填層高さ Z_T [m], 充填密度 ρ_B [kg-吸着剤 (m³-充填体積)⁻¹] の吸着塔に, 吸着質濃度 C_0 [kg m⁻³] の流体を空塔速度 u [m s⁻¹] で流す。破過濃度を C_B , [ア] 濃度を C_E , C_0 に平衡な吸着量を q_0 [kg-吸着質 (kg-吸着剤)⁻¹], 吸着圏の長さを Z_a [m] とする (図1, 2参照)。吸着質濃度が希薄で, 吸着に伴う流体の体積変化が無視できるとする。

[イ] 分布が成立する場合, 充填層の任意の位置における濃度と吸着量をそれぞれ C と q とすれば, 操作線は式(1)で, 吸着圏の長さ Z_a は式(2)で与えられる。 $K_F a$ は総括物質移動容量係数, C^* は q に平衡な吸着質濃度である。

$$q = \frac{q_0}{C_0} C \quad (1)$$

$$Z_a = \frac{u}{K_F a} \int_{C_B}^{C_E} \frac{1}{C - C^*} dC = \frac{u}{K_F a} N_t \quad (2)$$

吸着等温式として, 式(3)の Freundlich 式が成立すると, 移動単位数 N_t は式(4)で与えられる。ただし, k と n は定数である。

$$q = k(C^*)^{1/n} \quad (3)$$

$$N_t = [ウ] + [エ] \ln \frac{C_0^{n-1} - C_B^{n-1}}{C_0^{n-1} - C_E^{n-1}} \quad (4)$$

吸着塔断面積を A [m²] とすると, 破過時間 θ_B [s] までに塔内に供給された吸着質の量 Q [kg] は式(5)で表せ, その値は塔内に充填された吸着材に吸着した吸着質の量に等しくなる。この関係を用いると破過時間は式(6)で与えられる。

$$Q = [オ] C_0 \quad (5)$$

$$\theta_B = \frac{Z_T q_0 \rho_B}{[カ]} (1 - [キ]) \quad (6)$$

次の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

- (1) [ア] と [イ] に適切な語句を入れなさい。
- (2) 総括物質移動容量係数 $K_F a$ の単位を答えなさい。
- (3) [ウ] ~ [キ] に当てはまる数式を答えなさい。
- (4) 式(4)の導出過程を示しなさい。

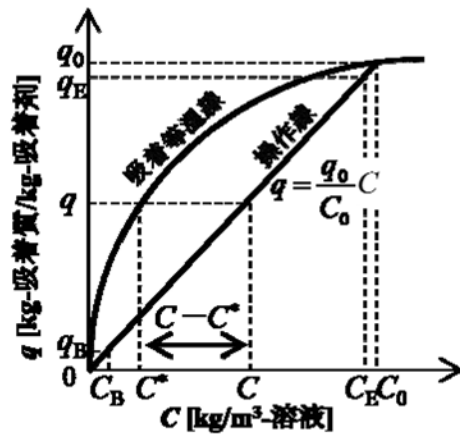


図1 吸着等温線と操作線

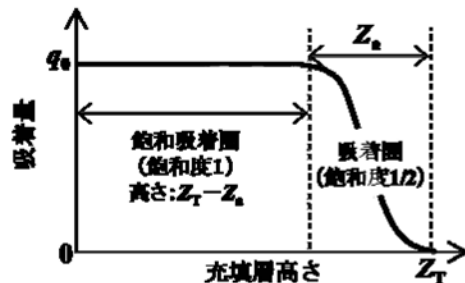


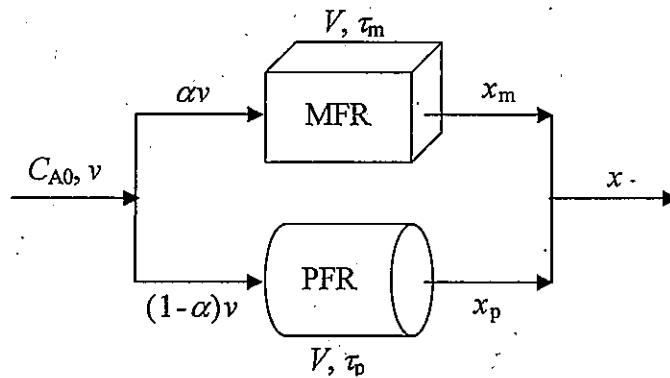
図2 吸着塔内の吸着量分布

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B 2 - 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 体積の等しい完全混合流れ反応器 (MFR) と押し流れ反応器 (PFR) を並列に組み合わせた反応システムを用いて、 $A \rightarrow B$ という化学反応を行う。この化学反応は、2次速度式、 $-r_A = -dC_A/dt = kC_A^2$ に従う。ここに C_A は反応物 A の濃度、 k は速度定数、 t は反応時間である。この反応システムに A の濃度が C_{A0} の原料を体積流量 v で供給する。但し、MFR, PFR への原料体積供給速度は、それぞれ、 αv , $(1-\alpha)v$ とする。



v : 原料体積供給速度, C_{A0} : 原料中の A の濃度, V : MFR, PFR の体積,
 τ_m, τ_p : MFR, PFR の空間時間, x_m, x_p : MFR, PFR 出口の A の転化率,
 x : 反応システム出口の A の転化率, α : 定数 (0 ~ 1)

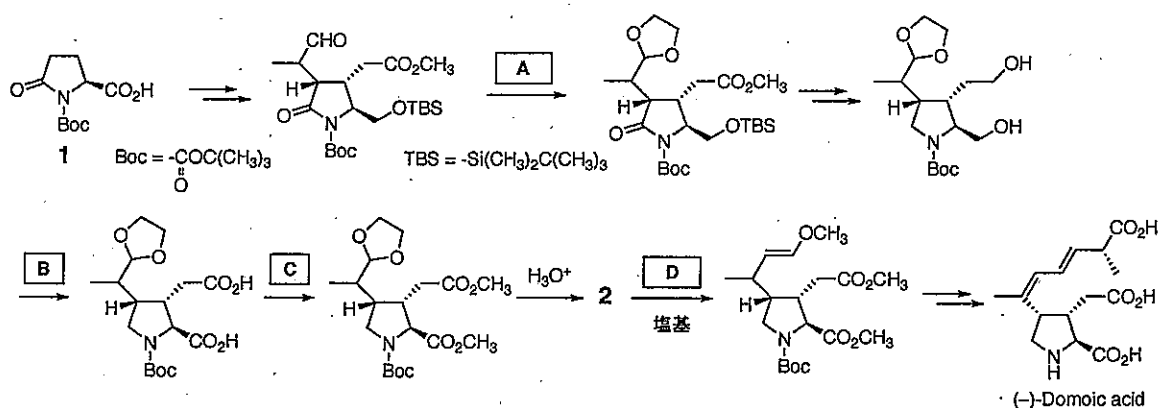
次の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

- (1) この化学反応を1台のPFRで行ったところ ($\alpha = 0$), 転化率 $x_p (= x) = 0.75$ であった。 $k\tau_p C_{A0}$ の値を求めなさい。
- (2) この化学反応を1台のMFRで行った場合 ($\alpha = 1$) に得られる転化率, $x_m (= x)$ の値を求めなさい。
- (3) α を $0 < \alpha < 1$ を満たす定数として, MFR, PFR それぞれの出口転化率 x_m, x_p と反応システム出口の転化率 x を α の関数として表しなさい。
- (4) α を変えてこの化学反応を行ったところ, MFR と PFR の出口転化率 x_m と x_p が等しくなった。このときの α の値, $x_m (= x_p)$ の値, 反応システム出口の転化率 x の値をそれぞれ求めなさい。

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

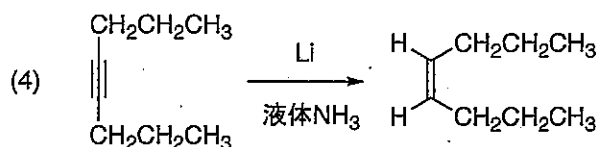
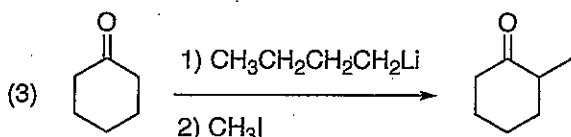
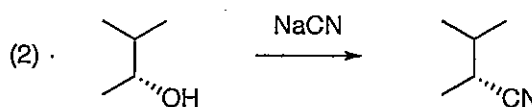
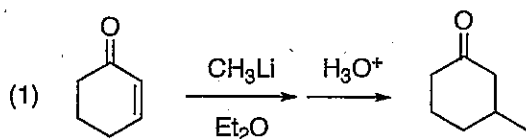
(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問1 以下は(-)-Domoic acidの合成スキームである。これに関して、次の問(1)、(2)に答えなさい。



- (1) 出発物質 **1** はある必須アミノ酸から分子内環化反応を経由して合成できる。そのアミノ酸の構造式と名称を示しなさい。
- (2) 空欄 **A~D** に適切な試薬 (一つとは限らない)、および化合物 **2** の構造式を示しなさい。

設問2 以下に示す合成計画 (1) ~ (4) には誤りがある。それぞれについて (a) 誤っている理由、(b) 合成を実現するために適した方法、を答えなさい。

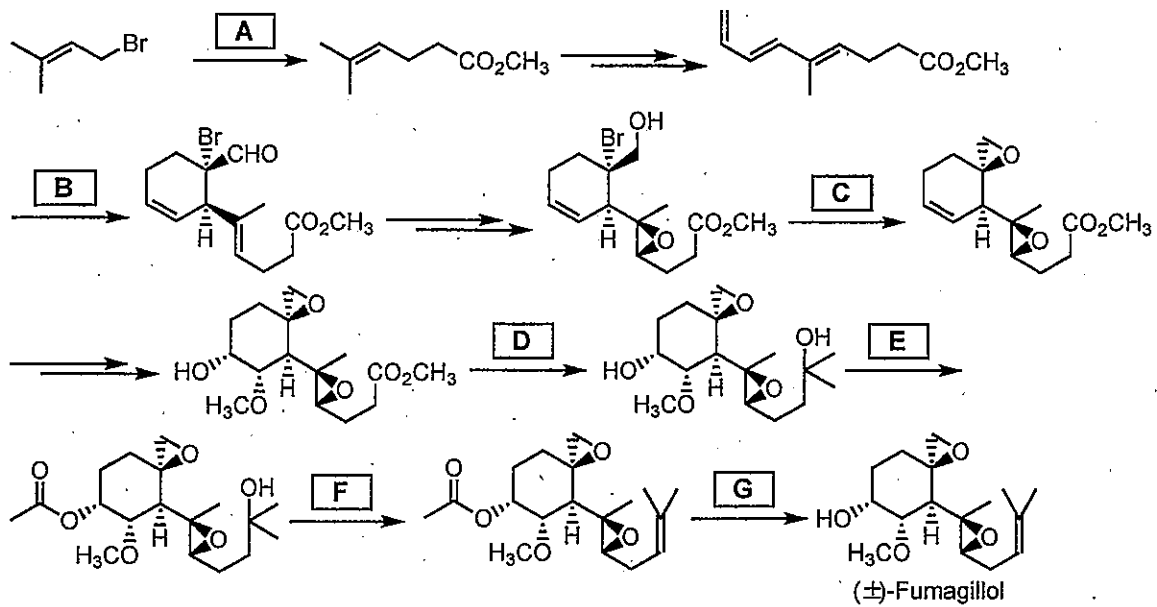


総合化学院 総合化学専攻

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4枚)。

設問 3 以下は(±)-Fumagillolの合成スキームである。空欄A~Gに適切な試薬(一つとは限らない)を示しなさい。



設問 4 以下の変換(1)~(4)を行う方法を反応式で答えなさい。但し、変換は一段階とは限らない。

- (1) シクロペンタンから
- (2) 2-メチルシクロペンタノンから
- (3) ベンゼンから
- (4) ベンゼンから

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。解答は答案用紙に記入すること (設問1 (1) は答案用紙1枚, 設問1 (2) は答案用紙1枚, 設問2は答案用紙2枚 (答案用紙計4枚))。

設問1 次の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 水素原子は, プラスの電荷を持つ原子核とマイナスの電荷を持つ電子からなる。古典力学と電磁気学によれば, 原子核の周りを回る電子は, 電磁波を放出しながら, 原子核に引き込まれていくことになる。しかし, 実際には, 電子は原子核に引き込まれず, 平均半径 8×10^{-11} m 程度で原子核の周りに分布している。電子が原子核に引き込まれない理由を説明しなさい。

(2) 次のような箱型ポテンシャル

$$U(x) = 0 \quad (0 \leq x \leq L),$$

$$U(x) = \infty \quad (x < 0, L < x)$$

の中の粒子の波動関数は

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \quad (0 \leq x \leq L),$$

$$\psi_n(x) = 0 \quad (x < 0, L < x)$$

である。ここで, $n = 1, 2, 3 \dots$ となる。

1) $\psi_n(x)$ は, 運動量の固有関数となっているかどうか示しなさい。ただし, 運動量の演算子は, $\frac{\hbar}{i} \cdot \frac{d}{dx}$ である。

2) $n = 1$ の状態と, $n = 2$ の状態は, 直交しているかどうか説明しなさい。

ただし, 次の公式を利用して良い。

$$\int \sin ax \cdot \sin bx \, dx = \frac{-\sin((a+b)x)}{2(a+b)} + \frac{\sin((a-b)x)}{2(a-b)}$$

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	B2-3 (2/2)	試験科目	量子化学
------	------------	------	------

(注) 全設問に解答すること。解答は答案用紙に記入すること (設問1 (1) は答案用紙1枚, 設問1 (2) は答案用紙1枚, 設問2 は答案用紙2枚 (答案用紙計4枚))。

設問2 質量 m , バネ定数 k の調和振動子の Schrödinger 方程式は,

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{1}{2} kx^2\psi = E\psi \quad (1)式$$

で与えられる。定数と変数を以下のように置き換えると,

$$\omega = \sqrt{k/m}, \quad \alpha \equiv m\omega/\hbar, \quad \lambda \equiv 2E/(\hbar\omega), \quad \xi \equiv \sqrt{\alpha}x$$

(1)式は,

$$\frac{d^2\psi}{d\xi^2} - \xi^2\psi = -\lambda\psi \quad (2)式$$

のように変形される。次の問 (1) ~ (3) に答えなさい。

- (1) (2)式の無限遠 ($\xi \rightarrow \pm\infty$) での近似解が Gauss 関数型 ($\psi = \exp[-\xi^2/2]$) であることを示しなさい。 ($\xi^2 \gg \lambda$ であることに注意する事)

- (2) (1)の結果にもとづいて, (2)式の Schrödinger 方程式の解として,
 $\psi(\xi) = Nf(\xi)\exp[-\xi^2/2]$ (N は規格化定数) (3)式

と置く。(3)式を(2)式に代入すると $f(\xi)$ の満たすべき微分方程式として,

$$\frac{d^2f(\xi)}{d\xi^2} - 2\xi \frac{df(\xi)}{d\xi} + (\lambda - 1)f(\xi) = 0 \quad (4)式$$

が得られる。(4)式を解くために, $f(\xi)$ を

$$f(\xi) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k \xi^k \quad (5)式$$

と置いて, 係数 a_k が満たすべき漸化式を求めなさい。

- (3) (3)式の $\psi(\xi)$ は無有限遠で $\psi(\xi) \rightarrow 0$ である必要がある。この境界条件と(2)で得られた漸化式から, 調和振動子のエネルギーを表す式を求めなさい。

総合化学院 総合化学専攻

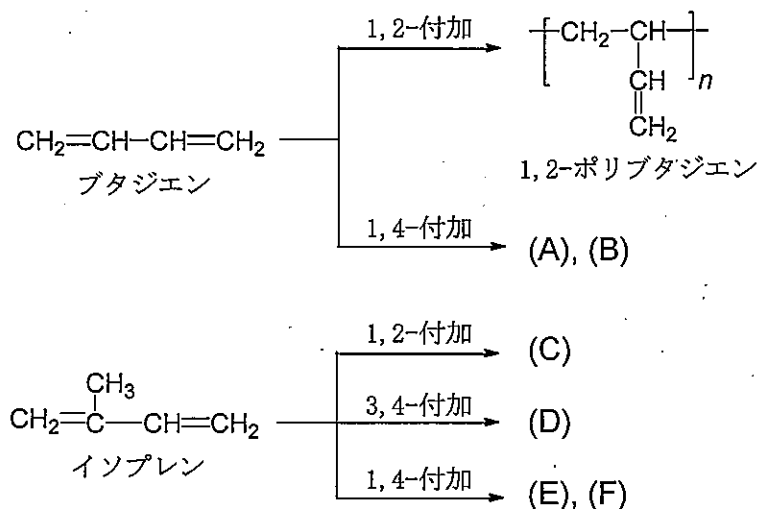
科目記号	B 2-4 (1/3)	試験科目	高分子化学
------	-------------	------	-------

(注) 全設問に解答すること。解答は答案用紙の指定された場所に記入すること (答案用紙 3 枚)。

設問1 次の問 (1) ~ (3) に答えなさい。

- (1) ブタジエンの重合では、1,2-ポリブタジエン、シス-1,4-ポリブタジエン (A)、トランス-1,4-ポリブタジエン (B) の三種類の繰り返し構造単位が考えられる。これらの繰り返し構造の割合は (ア) 触媒を用いて制御される。同様に、ポリイソプレンの立体構造を考慮すると、(C)、(D)、(E) および (F) の四種類の繰り返し構造が考えられる。このうち、シス-1,4-ポリイソプレン (E) は (イ) とほぼ同じ化学構造をもち、(ア) 触媒により合成される。

(A) ~ (F) はポリマーの化学構造式(繰り返し構造)、(ア) と (イ) は語句で答えなさい。



- (2) スチレンのラジカル重合を開始剤に過酸化ベンゾイル、溶媒にトルエンを用いて行くと、重合は開始反応 (G)、生長反応 (H)、再結合による停止反応 (I) と不均化による停止反応 (J)、トルエンへの連鎖移動反応 (K) の素反応で進行する。(H) ~ (K) が見かけ上起こらない重合は (ウ) 重合と呼ばれ、スチレンのアニオン重合が代表例である。(ウ) 重合で得られるポリマーは、(エ) 数平均分子量と(オ) 重量平均分子量が比較的近い値であるのが特徴である。

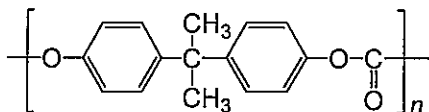
(G) ~ (K) は化学反応式、(ウ) は語句で答えなさい。また、(エ) と (オ) の語句を簡単に説明しなさい。

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

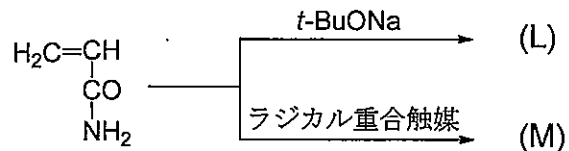
(注) 全設問に解答すること。解答は答案用紙の指定された場所に記入すること (答案用紙 3枚)。

(3) 次の問 1) ~ 4) について答えなさい。

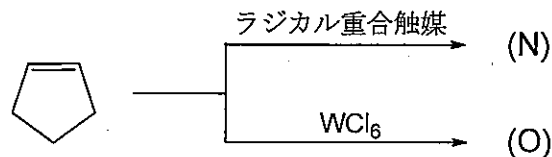
1) $\text{HO}[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}]_n\text{H}$ の合成法を 2 つ答えなさい。

2)  の合成法を 2 つ答えなさい。

3) ポリマー (L) と (M) の化学構造式 (繰り返し構造) を答えなさい。また、ポリマー (L) を生成する重合反応を反応式を用いて説明しなさい。



4) ポリマー (N) と (O) の化学構造式 (繰り返し構造) を答えなさい。また、ポリマー (O) を生成する重合の名称を答えなさい。



総合化学院 総合化学専攻

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

(注) 全設問に解答すること。解答は答案用紙の指定された場所に記入すること (答案用紙 3枚)。

設問2 次の問 (1) ~ (6) に答えなさい。

- (1) アミロース, アミロペクチン, グリコーゲンの化学構造的な違いを簡単に説明しなさい。
- (2) アミロースにヨウ素ヨウ化カリウム溶液を添加すると青紫色に呈色するが, セルロースに添加しても着色しない。この理由について簡単に説明しなさい。
- (3) 高分子の排除体積効果について簡単に説明しなさい。
- (4) 図に示した結晶性高分子の示差走査熱量測定において, ガラス転移温度と融点に対応する変化は図中の a~d の内どれか答えなさい。また, ガラス転移温度を明確に測定するためには, 試料をどのように前処理した方が効果的か簡単に答えなさい。

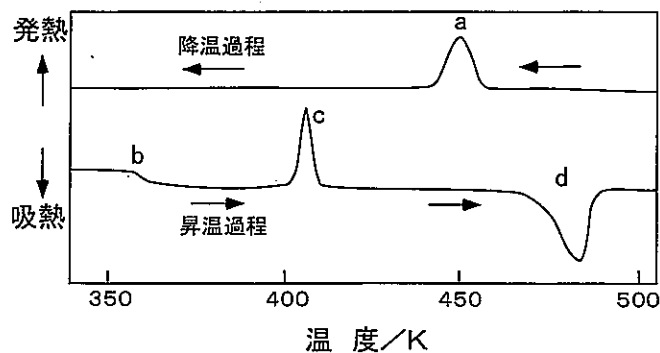


図 結晶性高分子の示差走査熱量測定の結果

- (5) 分子量が 10 万以上の高分子に利用可能な絶対分子量測定法を 2 つ答えなさい。また, この高分子の分子量分布を測定できる方法を 1 つ答えなさい。
- (6) モノマー B が開始剤 A によって重合し, 重合度 x の重合体 AB_x を得た。この高分子の ^1H NMR 測定より, モノマーユニット B_x の全 ^1H 量は開始剤ユニット A の全 ^1H 量の 100 倍であった。A は 5 個の ^1H を, B は 10 個の ^1H を含み, A のモル質量が 200 g mol^{-1} , B のモル質量が 100 g mol^{-1} の場合, この高分子の数平均分子量を求めなさい。

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) 多くの無機固体の結晶構造は、サイズの大きな非金属イオンがつくる充填構造の空隙を、サイズの小さな金属イオンが占めると見なすことができる。下表中の(ア)～(カ)に適切な構造型の名称または数字を入れなさい。

表 各結晶構造における充填構造と空隙の占有率との関係

空隙の占有率	単純立方体 充填	立方最密充填構造		六方最密充填構造	
		四面体位置	八面体位置	四面体位置	八面体位置
50%	蛍石型	(ア)型	CdCl ₂ 型	(イ)型	ルチル型 CdI ₂ 型
100%	(ウ)型	逆蛍石型	(エ)		(オ)型
(カ)%					コランダム型

- (2) 岩塩型構造について、解答用紙の結晶構造図に対称要素を3つ書き込みなさい。
- (3) 解答用紙の岩塩型構造図において、(100)面に斜線をつけて図示しなさい。
- (4) 窒化ガリウムについてX線回折を行い、 $2\theta = 32.38^\circ, 34.54^\circ$ に強い回折線を観測した。六方晶系の単位格子を仮定することにより、これらの回折線の指数をそれぞれ100, 002と決定した。この結果より、窒化ガリウムの格子定数 a, c を有効数字4桁まで求めなさい。ただし、使用したX線の波長は0.1541 nmとする。

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)。

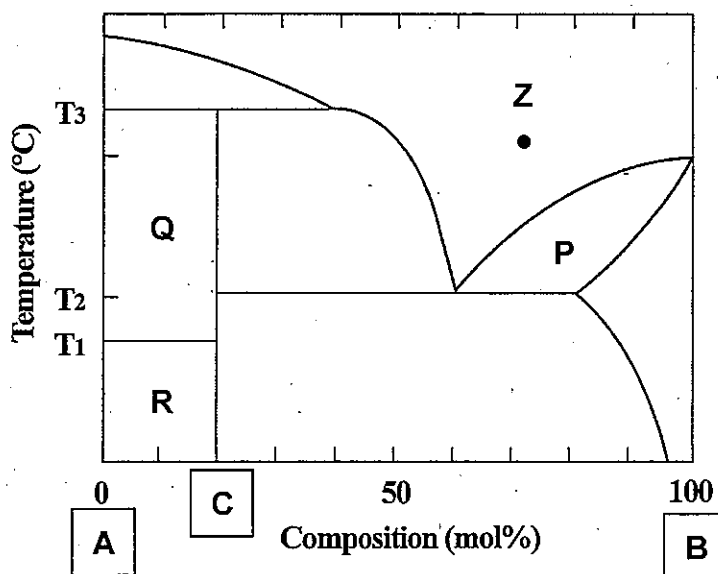
設問2 次の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 状態図に関する以下の文章の () 内に適切な語句を入れなさい。

2成分系には独立に変化しうる変数として、(ア)、(イ)および圧力がある。2成分系の振る舞いを完全に示すには、これらの変数が互いに直交する軸をとって3次元的に表示する必要がある。しかし、セラミック材料は、大気圧または大気圧に近い圧力で取り扱われることが多く、また多くのセラミック材料の(ウ)が低くて物質輸送に影響するほどではなく、系の圧力を定数として扱うと便利な場合が多い。固相と液相を総括して(エ)相と呼び、固相と液相のみから成る(エ)系の場合には圧力の変数を除外できるので、(ア)と(イ)の2変数を考えればよい。

(2) 物質Aと物質Bに関する下記に示す2成分系状態図について、次の問1)~6)に答えなさい。

- 1) BへのAの最大固溶量を求めなさい。
- 2) 包晶点の温度と液相の組成を示しなさい。
- 3) 領域Pに存在する相を示しなさい。
- 4) 領域QとRの相境界温度 T_1 で生じる変化の名称を記しなさい。
- 5) 物質Cが低温から T_3 に到達したとき生じる変化について、その名称と反応式(例; 固相A+固相B→液相L)を記しなさい。
- 6) 融液Z(組成はA:B=30 mol%:70 mol%)を T_2 まで冷却して平衡に保ったときに生じる反応について、その名称と反応式を記しなさい。また、平衡状態で存在する各相の組成を明記しなさい。



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(1)～(5)は無機材料に関する記述である。(ア)～(ト)に適切な語句を入れ、さらに(1)～(5)の記述にあてはまる無機材料の名称を明記しなさい。

- (1) 純粋な化合物では三つの多形が存在するが、1000°C付近で生じる(ア)晶 ↔ 正方晶の相転移にもなう大きな(イ)変化のために、そのままでは工業材料としては利用できない。この化合物にアルカリ土類イオンや希土類イオンを(ウ)させた材料は、耐火物として利用されたり、あるいは(ウ)により生じた酸化物イオン空孔に基づく(エ)を利用した高温の燃料電池用(オ)として用いられている。
- (2) 地殻の主成分元素からなる酸化物のうち、室温で安定な多形は(カ)である。この固体の基本構造は(キ)で示される四面体であり、この基本構造は、高温の融液を急冷して得られる(ク)においても存在している。この(カ)の優れた性質である(ケ)性を利用した振動子は、腕時計、カーナビ、情報家電製品などに大量に使われているが、その大型の単結晶は(コ)法により生産されている。
- (3) (サ)を原料としてバイヤー法によって調製されている化合物であるが、この方法では少量の(シ)が含まれるため、用途によってはその含有量を低下させることが必要となる。この化合物には多くの準安定相が存在するが、いずれも1200°C以上で加熱することによりコランダム構造をとる安定相となる。この化合物から作られるセラミックスは、その多様な性質を利用して(ス)(セ)などに実用されている。
- (4) 三成分化合物であるこの物質は、(ソ)が非常に小さいために耐熱衝撃性に優れている。この性質を利用して、壁の肉厚がわずか0.5 mmの貫通孔をもつ(タ)状に成形して焼成したセラミックスは、(チ)、高温脱臭、熔融金属フィルターなど広範に用いられている。
- (5) 非酸化物の代表ともいえるこの材料は、六方晶系のα型と立方晶系のβ型が知られており、とくに前者には多くの多形が報告されており、それらは総称して(ツ)と呼ばれている。この物質の大きな特徴はダイヤモンド、c-BNに続く大きな(テ)を有することおよび優れた高温強度であり、耐摩耗性材料やガスタービンの動翼などの広範な用途がある。また立方晶系のβ型は~3 eVの(ト)を有する半導体であり、その優れた耐熱性・機械的性質と相まって次世代のハイパワー半導体デバイスとしての応用が期待されている。

科目記号	B 2-6 (1/2)	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 次の転写に関する文章を読み、以下の問 (1) ~ (6) に解答しなさい。

DNA を鋳型にした RNA の合成は、(ア) 細胞では RNA ポリメラーゼホロ酵素中のサブユニットである (イ) のプロモーター配列への結合を介して開始する。DNA 合成とは異なり、RNA 合成反応の開始に (ウ) を必要としないのが特徴である。

(ア) 細胞では、複数の構造遺伝子が一つのプロモーター支配で転写が起こることが多く、この転写単位は (エ) と呼ばれている。また、転写の終結には (オ) と呼ばれるステムループ構造を形成する DNA 配列が関与したり、タンパク質性の (カ) が関与することがある。

大腸菌のラクトース代謝に関連する遺伝子発現制御では、正と負の両制御系によって統御されている。一方、(キ) 細胞では RNA ポリメラーゼ I は (ク) RNA 合成を、RNA ポリメラーゼ II は (ケ) RNA 合成を担当している。また、複数の転写因子の協働作用により転写が進み、転写の活性化に働く (コ) と抑制に働く (サ) というシス配列が存在することが多い。

- (1) カッコ内に入る適切な言葉を解答欄に記入しなさい。
- (2) 下線部に関して、(a)ラクトースがない、(b)ラクトースがありグルコースがない、の 2 つのケースに分けて図を用いて簡潔に解説しなさい。ただし、次のキーワードを必ず全て使用しなさい。リプレッサー、プロモーター、RNA ポリメラーゼ、cAMP、グルコース、オペレーター、 β -ガラクトシダーゼ、カタボライトリプレッション
- (3) 上の (2) で解説した遺伝子発現制御システムをプラスミドベクター上に搭載し、大腸菌での有用タンパク質の組換え発現に応用する場合、有効な使用目的を 2 つ列挙しなさい
- (4) 二本鎖環状プラスミド DNA (5,000 bp) の分子量を求めなさい。ただし、ヌクレオチドの平均分子量を 300 と仮定しなさい。また、このプラスミドを用いて大腸菌を形質転換して作製した組換え菌の液体培養液 (5×10^9 細胞/ml) 5 ml よりプラスミドを調製したところ、波長 260 nm での光学密度単位 (光学密度単位 = $OD_{260} \times 1 \text{ ml}$) は 0.5 であった。1 OD 単位を DNA 50 μg と換算した場合、大腸菌 1 細胞当りの プラスミド DNA 量 (pg 単位で) とプラスミドのコピー数を求めなさい。ただし、アボガドロ数を $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 、大腸菌からのプラスミドの回収率を 100% とそれぞれ仮定しなさい。
- (5) (ア) 細胞では、何故転写と翻訳の両過程が連動して起こるのかを説明しなさい。
- (6) (キ) 細胞から抽出した mRNA から、cDNA を調製す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 2-6 (2/2)	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 大腸菌でのタンパク質合成過程における次の問 (1) ~ (4) に解答しなさい。

- (1) tRNA とアミノ酸の結合を触媒する酵素名を答えなさい。
- (2) タンパク質合成の開始段階で、30S サブユニットが認識する mRNA 上の塩基配列の名称を答えなさい。
- (3) リボソームは mRNA と結合する部位以外に、2 種の tRNA 分子が結合する部位をそれぞれ持っている。各 tRNA 分子の名称と対応する結合部位の名称を答えなさい。
- (4) ポリペプチド鎖は、3 つのステップを繰り返すことで伸長される。リボソーム内の各ステップをそれぞれ説明しなさい。

設問 3 細胞中の DNA に変異が導入されると遺伝情報に甚大な影響をもたらすことがあるが、それを修復する機構も備わっている。この DNA の変異と修復に関して、次の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

- (1) DNA ポリメラーゼは、本来 2 つの酵素活性を有している。そのうち一方の酵素活性が欠失した場合、DNA の複製過程での変異率が上昇する。この酵素活性名を答えなさい。
- (2) DNA 上に 1 個から数個の欠失あるいは付加を引き起こす化学変異剤があるが、それを作用させた際に、構造遺伝子にコードされるタンパク質のアミノ酸配列に変化をもたらす変異の名称を答えなさい。
- (3) DNA が強い紫外線を受けることによって生じる構造変化を化学的に説明しなさい。また、可視光によってその構造変化を修復 (光回復) する酵素名を答えなさい。
- (4) 細胞はこのような DNA の損傷に際して、修復酵素を誘導する機構を持っている。大腸菌の代表的な応答とタンパク質の名称を答えなさい。