

令和7(10月期)及び令和8年度 金沢大学大学院自然科学研究科

博士前期課程入学試験

専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）
試験科目名	専門科目（一般選抜A試験）
	①化学英語 [1問出題] ②専門化学（物理化学，無機化学，分析化学，有機化学， 高分子化学） [7問出題（I～VII）] ①は必須科目であり，②から5問を選択してください。
問題用紙等枚数	問題用紙 計 8 枚 答案用紙 計 6 枚 下書き用紙 計 1 枚
試験日程	2025年 8月19日（火）実施

〔全般的な解答に際しての注意事項〕

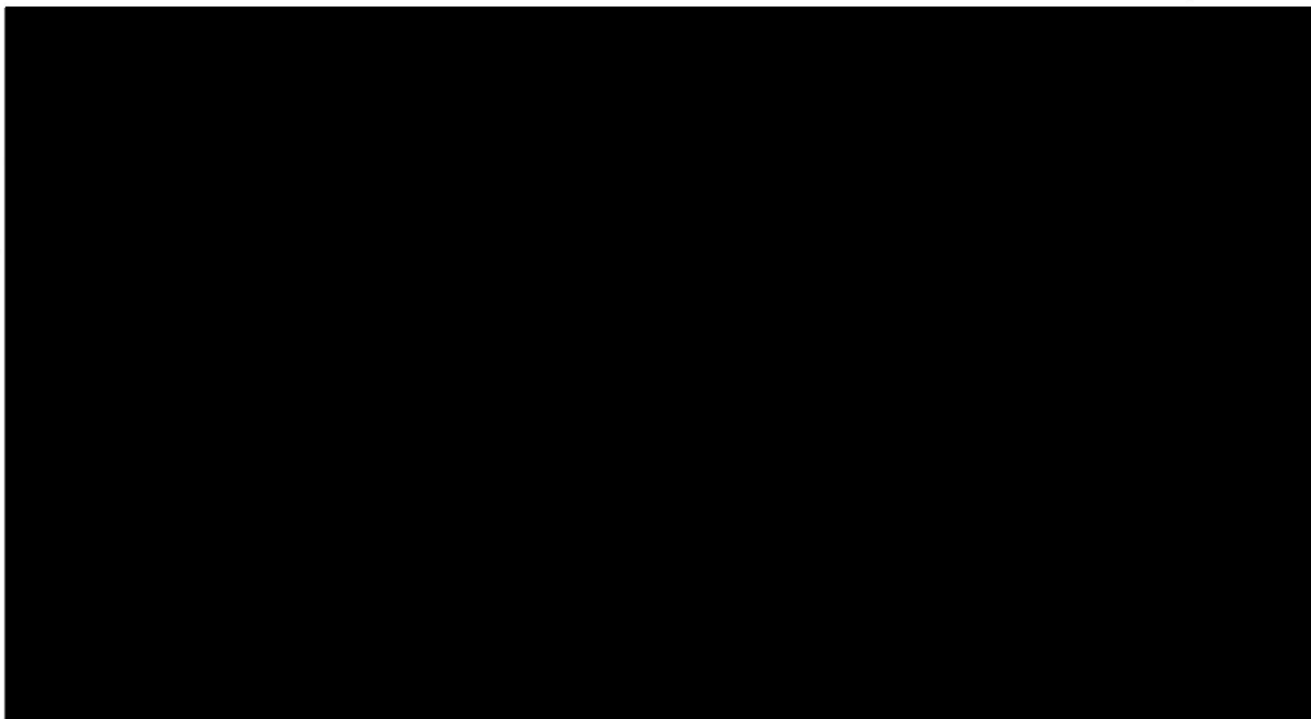
- ・試験開始直後に，問題用紙等が上記指定の枚数のとおりあるか確認してください。
- ・すべての答案用紙に「志願専攻」及び「受験番号」を記入してください。なお，氏名はどこにも絶対には書いてはいけません（不正行為となります）。
- ・問題用紙・下書き用紙は，各自持ち帰っても差し支えありません。

〔専攻別注意事項〕

- ・1問につき1枚の答案用紙で解答すること。必要であれば答案用紙の裏面を使ってもよい。ただし，「裏に続く」と明記し，裏面においては上部（表の横線の上に該当する部分）は使用しないこと。

令和7年度（10月期入学）及び令和8年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜 A 試験）	
試験科目名	専門科目 ①化学英語	P. 1 / 8

問1 次の文章を読み、以下の(1), (2) に答えなさい。



(G. R. Desiraju, 'Chemistry beyond the Molecule,' *Nature*, 412, 397-400 (2001)より引用・加筆)

- (1) 本文中の下線部 (i)~(iii) を和訳しなさい。
- (2) 本文中に關係する次の化学用語について、日本語で答えなさい。
 ① molecular recognition ② intermolecular interaction ③ hydrogen bond ④ structure
 ⑤ substrate

問2 次の化学用語を英語で記しなさい。

- (1) 平衡 (2) 吸着 (3) ナトリウム (4) 窒素 (5) 溶媒 (6) 加水分解

問3 次の文章の意味となるように括弧内の語句をすべて使って並べ替えなさい。なお、文頭の文字は大文字にすること。

- (1) グリニャール試薬のアルデヒドへの求核攻撃はアルコールの合成に広く使用されている。
 (the / nucleophilic addition / Grignard reagents / synthesis / alcohols / aldehydes / widely / employed / is / to / for / of / of / .)
- (2) この研究の目的はこのポリマーの分子量分布を解明することである。
 (the / the / this / this / purpose / study / molecular weight distribution / polymer / is / clarify / of / of / to / .)

令和7年度（10月期入学）及び令和8年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験）	
試験科目名	専門科目 ②専門化学	P. 2 / 8

I 以下の問1~6に答えなさい。

問1 凝固点降下，沸点上昇，浸透圧のような性質は，溶質の種類によらず溶媒の種類と溶液のモル濃度
のみに依存することが知られている。このような性質の総称を答えなさい。

問2 問1の性質が成立するための条件を2つ答えなさい。

問3 融雪剤は凝固点降下現象を利用したものであるが，融雪剤として塩化カルシウムが用いられる利点
を，物理化学的観点から説明しなさい。

問4 凝固点降下は物質の純度を見積もる際にしばしば利用されるが，沸点上昇をその目的に使うことは
少ない。この理由を物理化学的観点から説明しなさい。

問5 浸透圧測定は高分子やタンパク質の分子量測定に利用されることがある。浸透圧測定から溶質の分
子量を求める方法を，適当な関係式を使って説明しなさい。

問6 以下の語句を簡潔に説明しなさい。

- (1) 熱力学第一法則
- (2) 相律
- (3) ボルン-オッペンハイマー近似
- (4) 定常状態近似
- (5) カノニカルアンサンブル

令和7年度(10月期入学)及び令和8年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	物質化学専攻(応用化学コース)(一般選抜A試験)	
試験科目名	専門科目 ②専門化学	P. 3 / 8

II 以下の問1~3に答えなさい。

問1 原子半径, イオン半径について以下の問いに答えなさい。

(1) Al(3周期13族)とCl(3周期17族)ではどちらの共有結合半径が大きいと考えられるか。理由とともに答えなさい。

(2) V^{2+} , V^{3+} , V^{4+} は同じ元素で異なるイオン価をとっており, これらのイオン半径は異なる。イオン半径の大小関係について不等式を用いて表しなさい。また, そのように推測した理由も答えなさい。

問2 2個のHe原子が He_2 分子を作らない理由を, He原子の原子軌道と He_2 分子の分子軌道のエネルギー準位図を用いて説明しなさい。

問3 蛍光とりん光について以下の問いに答えなさい。

(1) ヤブロンスキーダイアグラムを用いて蛍光とりん光を説明しなさい。ただし, 電子基底状態(S_0), 励起一重項状態(S_1), 励起三重項状態(T_1), 光吸収, 蛍光, りん光, 無放射遷移の内部転換と項間交差を図中で明示すること。

(2) 蛍光と比べてりん光の寿命が長い理由を説明しなさい。

専攻名 物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜 A 試験）

試験科目名 専門科目
 ②専門化学

P. 4 / 8

III 以下の問1～5に答えなさい。なお、文章中に示した以外の共存物質や、気相への気体放出は無視できるものとする。

問1 原子スペクトル分析法において、以下に分類される分析法または分析機器の名称をそれぞれ一つ答えなさい。

- (1) 吸光分析 (2) 発光分析 (3) 質量分析

問2 問1で発光分析として答えた分析機器について、他の分類の分析機器と比較して優れた点を二つ挙げなさい。また、そのことを可能とする仕組みや理由を説明しなさい。

問3 炭酸水素カルシウム ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) を水に溶解して水溶液 A を調製した。カルシウムイオン濃度 C (mol L^{-1}) として、水溶液 A で成立する物質収支式と電荷均衡式をそれぞれ示しなさい。

試料名	カルシウムイオンの濃度 (mol L^{-1})	吸光度
ブランク溶液	0	0.002
標準溶液	1.0×10^{-4}	0.038
標準溶液	2.0×10^{-4}	0.074
標準溶液	4.0×10^{-4}	0.146
標準溶液	1.0×10^{-3}	0.362
標準溶液	2.0×10^{-3}	0.582
標準溶液	5.0×10^{-3}	0.884
水溶液 A	C	0.236

問4 原子スペクトル分析法を用いて、水溶液 A 中のカルシウムイオン濃度 C (mol L^{-1}) を定量した。測定結果を右表に示す。検量線式を作成して、カルシウムイオン濃度 C を求めなさい。

問5 「湯の華」は、温泉水に溶けている無機塩類が析出した物質である。陰イオンの主成分が炭酸水素イオンである温泉は炭酸水素塩泉と分類されるが、炭酸水素塩泉で生じる湯の華は石灰華と呼ばれ、主成分は炭酸カルシウムである。温泉水にはカルシウム以外に様々な無機元素が微量に含まれる。

炭酸水素塩泉より採取した温泉水（石灰華を含む）1 L 中に溶けているカドミウム濃度を正確に測定して、人の健康に対して安全であることを確認したい。カドミウム濃度の環境基準は 0.003 mg L^{-1} 以下である。この目的に適した分析法（機器および前処理を含むこと）をそれぞれ具体的に述べなさい。また、選んだ理由を説明しなさい。

問題用紙

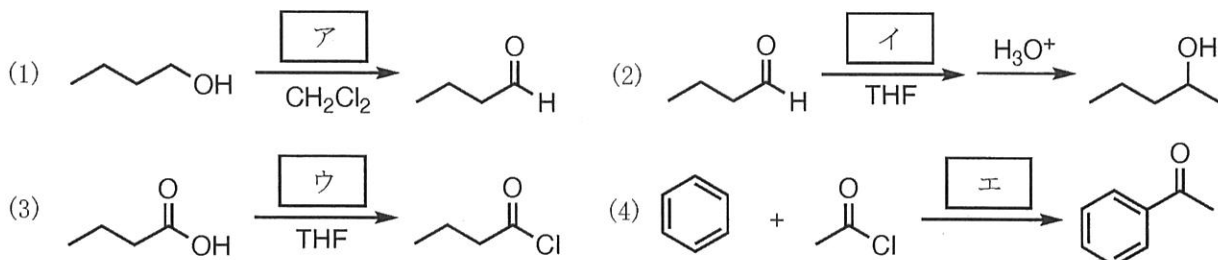
専攻名 物質化学専攻(応用化学コース)(一般選抜A試験)

試験科目名 専門科目
②専門化学

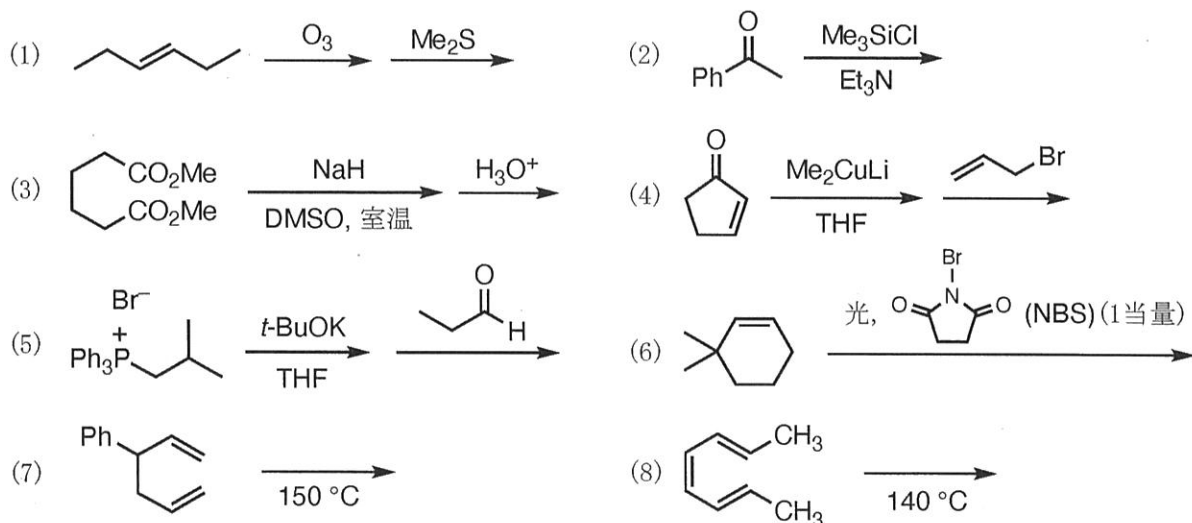
P. 5 / 8

IV 以下の問1~4に答えなさい。

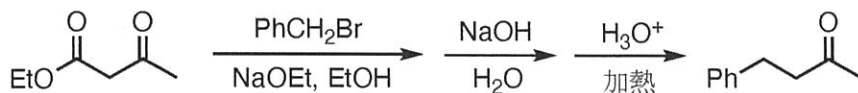
問1 次の変換を行うために必要な反応剤ア~エを、それぞれ答えなさい。



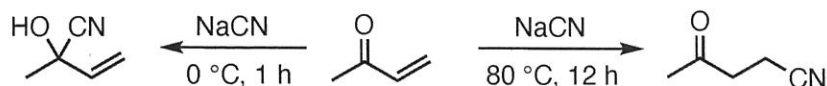
問2 次の各反応の主生成物を、それぞれ書きなさい。立体化学がある場合は、それも示しなさい。



問3 次の反応について、中間体も含め、電子の流れを曲がった矢印で示しながら、反応機構を書きなさい。



問4 メチルビニルケトンとシアン化ナトリウムの反応を低温で短時間行った場合と、高温で長時間行った場合では、次式のように生成物が異なる。この理由を説明しなさい。

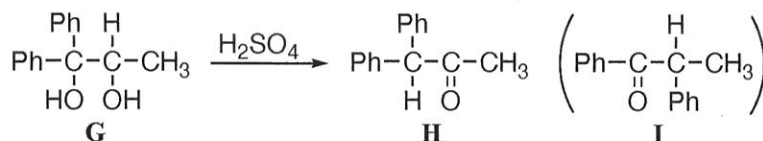


令和7年度（10月期入学）及び令和8年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験）	
試験科目名	専門科目 ②専門化学	P. 6 / 8

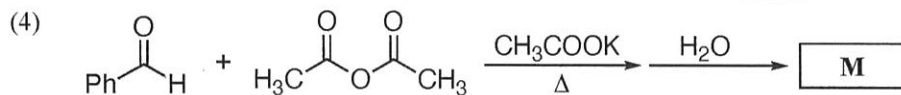
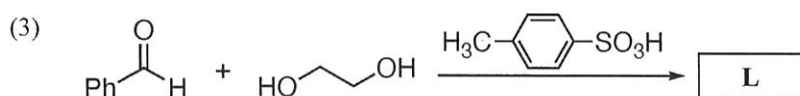
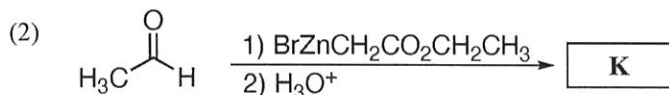
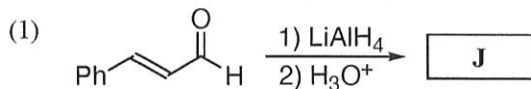
V 以下の問1～5に答えなさい。

問1 分子式がC₅H₁₂Oで示される有機化合物Aに金属ナトリウムを作用させると化合物Bと水素が発生した。酸化剤としてK₂Cr₂O₇を用いてAを酸化すると分子式がC₅H₁₀OであるケトンCが生じた。一方、Aに濃硫酸を加えて加熱すると化合物Dが気体として生成するが、これをKMnO₄で処理するとケトンEとカルボン酸Fが得られた。化合物A～Fを化学構造式で示しなさい。

問2 以下の反応式で示した様に、1,2-ジオールGを硫酸で処理して転位反応を行うと、化合物Hのみが生成し、Iは全く得られない。この反応の名称を答えなさい。また、化合物Hのみが生成する理由を100字以内で答えなさい。



問3 以下に示した反応式(1)～(4)の主生成物J～Mを構造式で示しなさい。

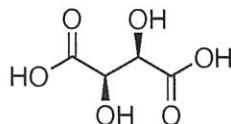


問4 3-ヘキセンについて、以下の問(1), (2)に答えなさい。

(1) 3-ヘキセンには2つの幾何異性体が存在する。それぞれを化学構造式で示しなさい。

(2) 3-ヘキセンの2つの幾何異性体の等量混合物を用い、臭素を求電子付加させると3,4-ジブromoヘキサンが立体異性体の混合物として生じた。以下の例にならって、生じた立体異性体の化学構造式を立体構造がわかるようにくさび形結合を用いて全て記し、その生成比を示しなさい。

例) L-酒石酸の構造式



問5 1-ブロモアダマンタンは以下に示した構造をもち、ハロゲン化アルキルであるにもかかわらず、ほとんど求核置換反応が進行しない。その理由を100字以内で説明しなさい。

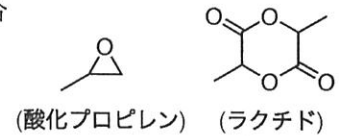


令和7年度(10月期入学)及び令和8年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	物質化学専攻(応用化学コース)(一般選抜A試験)	
試験科目名	専門科目 ②専門化学	P. 7 / 8

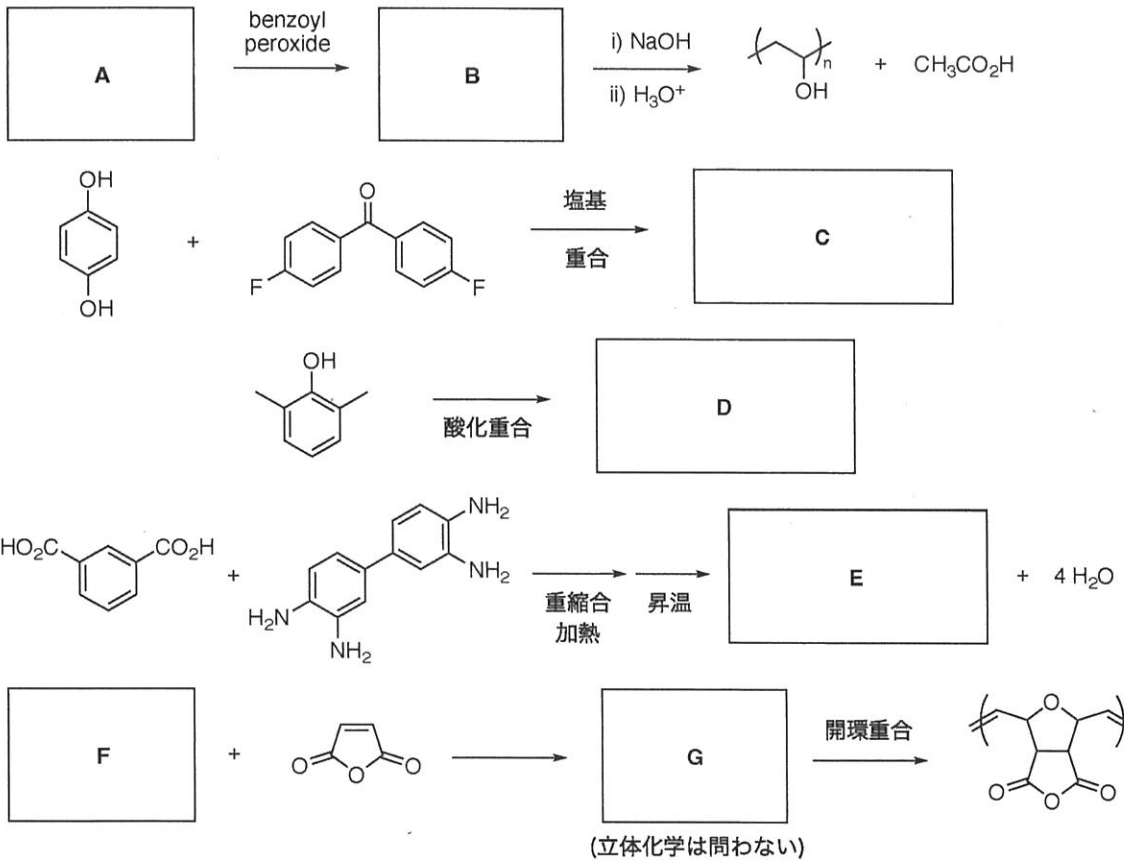
VI 以下の問1~3に答えなさい。

問1 以下の(1)~(3)の重合反応について、生成するポリマーの構造を、繰り返しユニットの構造式で示しなさい。

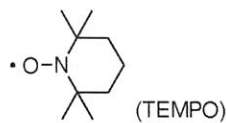
- (1) ナトリウムメトキドを開始剤とする酸化プロピレンのアニオン重合
- (2) テレフタル酸とエチレングリコールの重縮合
- (3) ラクチドの開環重合(キラリティは問わない)



問2 以下の空欄A~Gにあてはまる、適切な構造式を示しなさい。



問3 過酸化剤を用いたスチレンのラジカル重合において、下記に示すTEMPOを添加した場合、重合反応がどのような影響を受けるか答えなさい。また、その理由について説明しなさい。



令和7年度（10月期入学）及び令和8年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験）	
試験科目名	専門科目 ②専門化学	P. 8 / 8

VII 以下の問1～2に答えなさい。

問1 スチレン ($Q=1.00, e=-0.8$) をモノマーとした重合は、開始剤により異なる反応機構で進行する。
 (a) アゾイソブチロニトリル, (b) 三フッ化ホウ素と少量の水, (c) ノルマルブチルリチウムの各開始剤を利用したスチレンの重合について、以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 開始剤(a)～(c)で生じる重合の名称をそれぞれ答えなさい。
- (2) 各重合の開始反応について、電子の流れを曲がった矢印で示しながら、反応機構を書きなさい。
- (3) 四塩化炭素を溶媒として開始剤(a)で重合を行うと、連鎖移動反応によりオリゴマーを形成した。このような連鎖移動反応を利用して低重合度のオリゴマーを優先的に形成する反応の名称を答えなさい。
- (4) スチレン (M_1) とメタクリル酸メチル ($M_2, Q=0.78, e=0.4$) を開始剤(b)で共重合させた。得られる共重合組成曲線を図1のA～Eの中から1つ選び、記号で答えなさい。また、選択理由を合わせて説明しなさい。

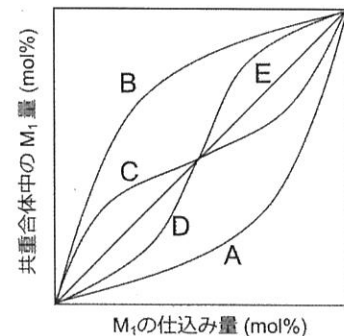


図1 共重合組成曲線の例

問2 接着剤に使われる重合の1つに水を開始剤に使うものがある。この重合について、以下の(1)～(2)に答えなさい。

- (1) 水で重合するモノマーを以下の(A～オ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、選択したモノマーの構造式を記しなさい。

ア： α -メチルスチレン イ：ブタジエン ウ：アクリル酸メチル
 エ：2-シアノアクリル酸メチル オ：アクリルアミド

- (2) (1)で選択したモノマーの重合が、水を開始剤として起こる理由を説明しなさい。