

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 解 答 例	
専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜）
試験科目名	専門科目 ①化学英語（1／8）

問1

(1)

- (i) 化学者達は長い間、強い共有結合をもつ構造と機能のみを考慮した、純粋な分子レベルによって自然を理解しようと試みてきた。
- (ii) この洗練されたメカニズムには、後に新たな分野となる超分子化学の2つの主要な考え方が含まれている。
- (iii) 鍵穴のない鍵、あるいは鍵のない鍵穴は全く役に立たない。

(2)

- ① 分子認識 ② 分子間相互作用 ③ 水素結合 ④ 構造 ⑤ 基質

問2

- (1) equilibrium (2) adsorption (3) sodium (4) nitrogen (5) solvent (6) hydrolysis

問3

- (1) Nucleophilic addition of Grignard reagents to aldehydes is widely employed for the synthesis of alcohols.
- (2) The purpose of this study is to clarify the molecular weight distribution of this polymer.

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	
解 答 例	
専攻名	物質化学専攻(応用化学コース)(一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜)
試験科目名	専門科目 ②専門化学(2/8)

I

問1 束一的性質

問2 溶質が2つの相のうち片方の相にしか存在しない。溶液が理想溶液と近似できる(希薄溶液である)。

問3 CaCl_2 は1モルから3モルのイオンが生じるため、塩1モルあたりの凝固点降下度が大きい。塩化カルシウムの水への溶解は発熱反応であり、溶解の際に温度を上昇させる利点がある。塩化ナトリウムに比べ水への溶解度も高く、共融点が低下するため水溶液状態をより低い温度で維持できる。

問4 凝固点降下係数よりも沸点上昇係数は小さく、不純物の混入による変化が分かりにくい。各係数には溶媒の転移エンタルピーの値が分母に含まれており、一般に融解エンタルピーよりも蒸発エンタルピーの方が大きな数値であることがその違いを生んでいる。

問5 浸透圧 π はファンツホッフの式で表される。 $\pi V = nRT$ ここで n は溶質のモル数である。体積 V 温度 T を制御した上で浸透圧 π を測定によって求めると、気体定数 R は既知であるため、未知の溶質のモル数が得られる。よって溶質を正確に秤量していれば、算出された溶質のモル数から未知の分子量を決定することが可能となる。

問6 (1) 熱力学第一法則

熱と仕事の和が内部エネルギーとして保存される。熱と仕事は状態量ではないが、その和の内部エネルギーは状態量である。

(2) 相律

系を規定するために必要な示強性変数の数である自由度を定義するもの。 c 成分 p 相系の場合、自由度 F は $F = c - p + 2$ で表される。

(3) ボルン-オッペンハイマー近似

原子核は電子に比べ圧倒的に大きい。電子の運動を考える際に原子核は静止しているとみなし、電子と原子核の運動を独立に表現して計算を容易にする近似。

(4) 定常状態近似

一般に反応中間体は寿命が短く、その濃度は小さくほぼ一定であることから、その速度式をゼロと置いて速度式を簡略化する近似。

(5) カノニカルアンサンブル

温度 T 体積 V 粒子数 N を一定とした統計集団の名称。

解答例

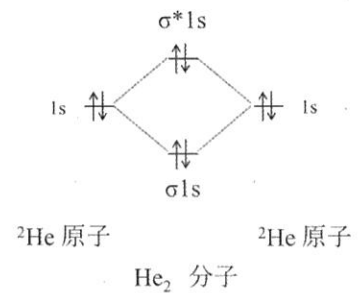
専攻名	物質化学専攻(応用化学コース)(一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜)
試験科目名	専門科目 ②専門化学(3/8)

II

問1.

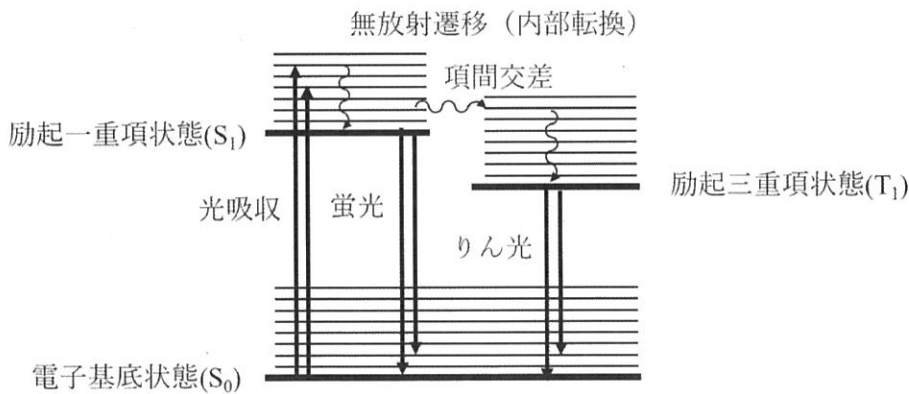
- (1) Alが大きい。(理由)原子番号が増えるにしたがって3p軌道の電子に対する有効核電荷が大きくなるので電子をより引きつけられて共有結合半径が小さくなる。
- (2) $V^{2+} > V^{3+} > V^{4+}$ (理由)この順に正電荷を遮蔽する電子が減っていくので、3d電子への有効核電荷は大きくなり、電子をより引きつけられるのでイオンのサイズは小さくなる。

問2. He原子2つの電子数は4つなので「結合性の軌道」 $\sigma 1s$ と「反結合性の軌道」 $\sigma 1s^*$ の両方の分子軌道が埋まる。安定化をもたらす $\sigma 1s$ と不安定化をもたらす $\sigma 1s^*$ の2つが打ち消し合い、 He_2 は安定でも不安定化でも無く、He原子でいるのとエネルギー的に同等になるため分子は存在しない。

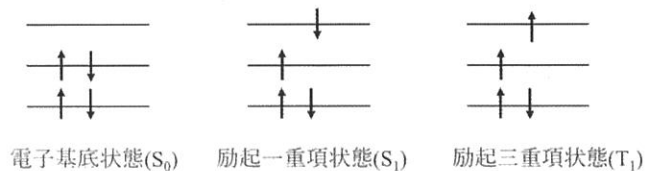


問3.

(1)



(2) りん光では、 T_1 から S_0 への遷移の時にスピンの向きが変わらなければならない。このため、蛍光とは異なり分子が T_1 から S_0 へ一気に戻ることができず、りん光もゆっくりと光を発することになる。



解答例

専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜）
試験科目名	専門科目 ②専門化学（4/8）

III

問1

- (1) 吸光分析：原子吸光分析（他に，フレイムレス原子吸光分析，AAS，GFAAS など）
 (2) 発光分析：ICP 発光分析（他に，炎光分析，ICPOES，ICPAES など）
 (3) 質量分析：ICP 質量分析（他に，ICPMS など）

問2

(2) で「ICP 発光分析」を解答した場合：

- ・ 多元素同時分析が可能。

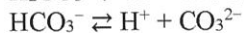
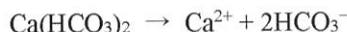
理由：複数の元素の励起スペクトル線を分光して半導体素子で同時に検出するため。

- ・ 共存物質の影響が少ない。

理由：励起源に数千度以上のプラズマを用いるので，目的元素の原子化や励起の効率が高いため。

問3

Ca(HCO₃)₂ 水溶液では以下の化学反応式が生じる。



従って，物質収支式と電荷均衡式は以下のようになる。

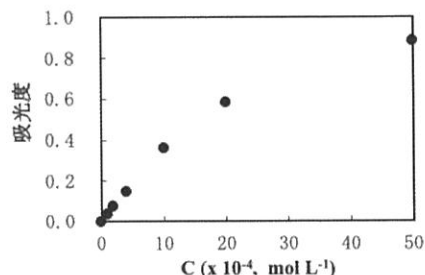
物質収支式 $\underline{[\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = 2C \text{ (mol L}^{-1}\text{)}}$

電荷均衡式 $\underline{2[\text{Ca}^{2+}] + [\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]}$

問4

標準試料の測定値から検量線の直線範囲を求めてランベルトベール則 ($\text{Abs} = \epsilon Cl$) にあてはめると， $\underline{\text{Abs} = 0.002 + 360 \times C}$

∴ $\text{Abs} = 0.236$ を代入して， $C = \underline{6.5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}}$



問5

前処理：温泉水を採取して 0.45 μm フィルターでろ過して懸濁物を除去後，ろ液に硝酸などの強酸を添加して酸性にする。固液抽出または液液抽出により試料水からカドミウムを抽出し，酸性溶液に分離する。

分析法：ICP 発光分析法を用いる（他に，ICP 質量分析法，フレイムレス原子吸光法など）。

理由：微量に含まれるカドミウムのスペクトル分析に対して，懸濁態成分や主要溶存成分であるカルシウムイオンの妨害を除くため。

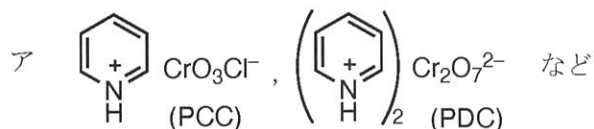
解答例

専攻名 物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜）

試験科目名 専門科目 ②専門化学（5/8）

IV

問1

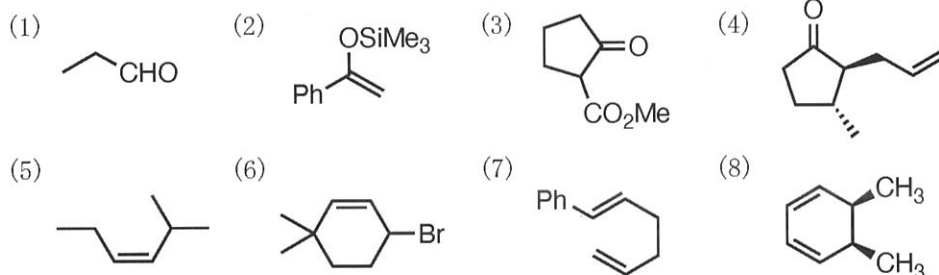


イ MeLi, MeMgBr など

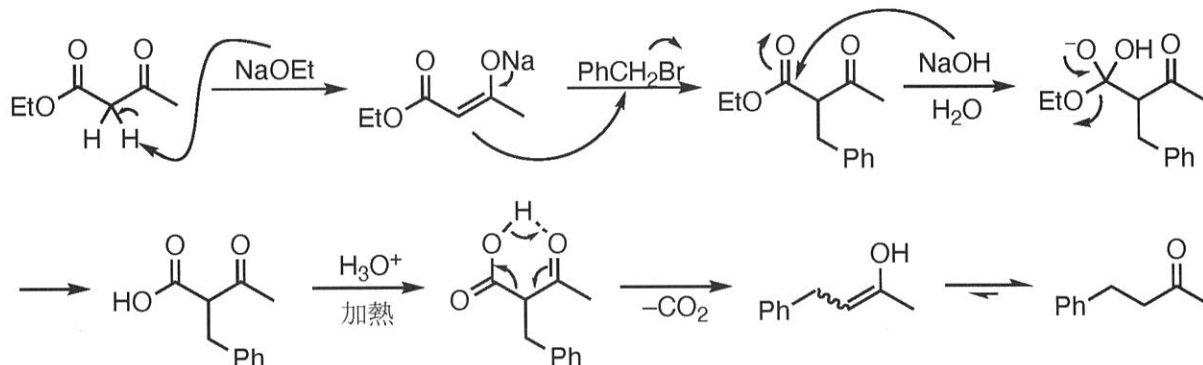
ウ SOCl_2 , PCl_5 など

エ AlCl_3 , BF_3 , AlBr_3 など

問2

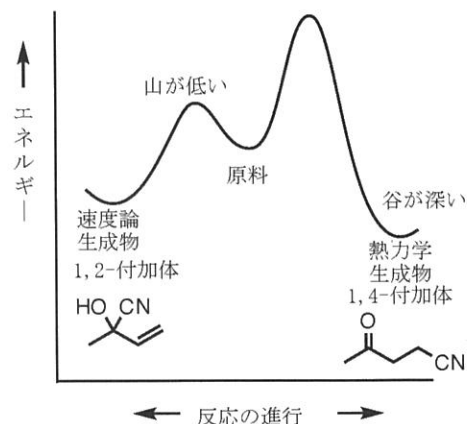


問3



問4

メチルビニルケトンのカルボニル基は強く（ハードに）分極し、二重結合のπ電子は弱く（ソフトに）分極しているため、カルボニル炭素の方がβ炭素よりも求電子性が高い。そのため、速度論的に1,2-付加体が速く生成する。しかし、強いC=O二重結合が切断されるため、熱力学的には1,2-付加体は1,4-付加体よりも不安定であり、原料へと戻る経路がある。1,4-付加体は弱いC=C二重結合が切断された化合物であり、熱力学的により安定であり、原料には戻らない。



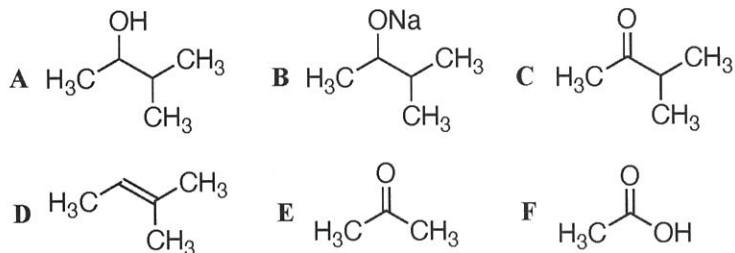
解答例

専攻名 物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜）

試験科目名 専門科目 ②専門化学（6/8）

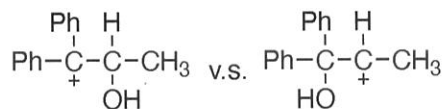
V

問1

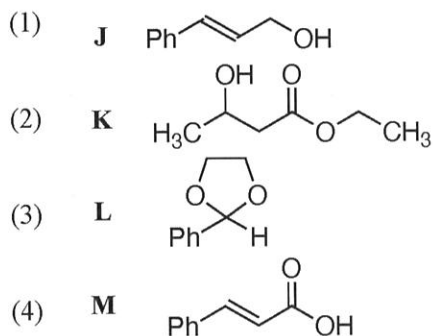


問2 ピナコール-ピナコロン転位

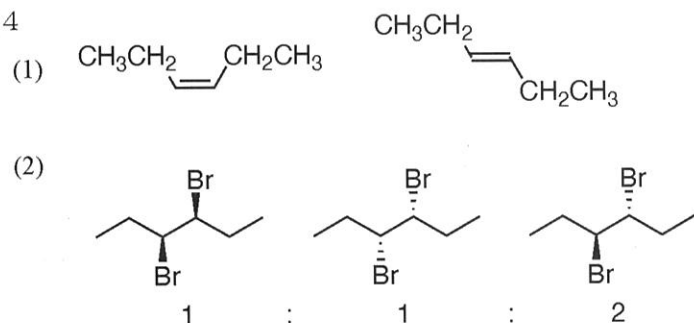
理由：化合物 **H** が生成する過程で生じるカルボカチオンは、フェニル基の存在による非局在化により、化合物 **I** が生成する過程で生じるカルボカチオンよりはるかに安定であるから。



問3



問4



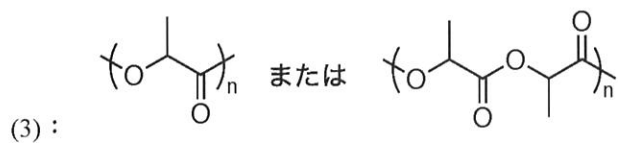
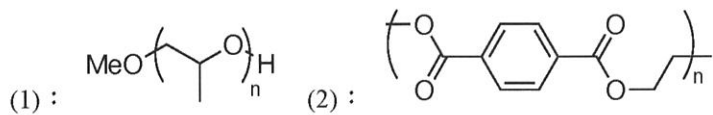
問5 S_N1 反応では、強固な環状構造により遷移状態において平面構造をとることが不可能であるから。また、 S_N2 反応では、求核剤の背面からの攻撃が環状構造により阻害されるため。

解答例

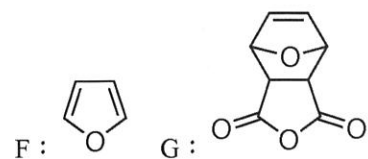
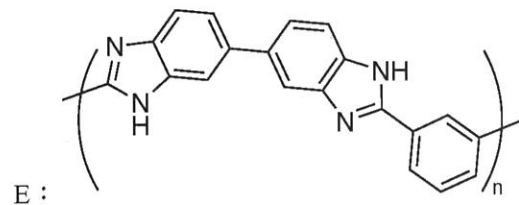
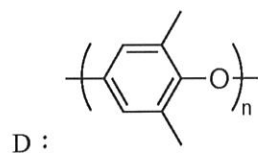
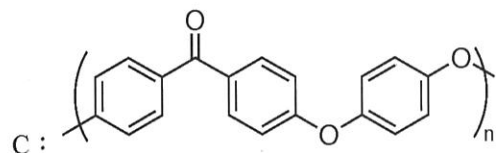
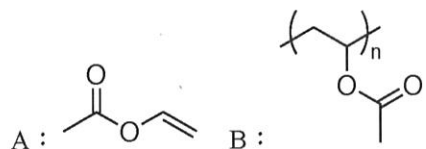
専攻名	物質化学専攻(応用化学コース)(一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜)
試験科目名	専門科目 ②専門化学(7/8)

VI

問1



問2



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 解 答 例	
専攻名	物質化学専攻（応用化学コース）（一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜）
試験科目名	専門科目 ②専門化学（7／8）

問3

TEMPO を添加した場合に、重合反応が受ける影響：

ラジカル重合が制御され、リビング重合のような重合結果を示す。具体的には制御された分子量や、狭い分子量分布を持つポリマーが得られる。

その理由：

重合末端のラジカルと TEMPO との可逆的停止反応が、反応性ラジカルの量を制御することで、ラジカル重合の制御が可能となる。

解答例

専攻名 物質化学専攻(応用化学コース)(一般選抜A試験・出身学部等限定特別選抜)

試験科目名 専門科目 ②専門化学(8/8)

VII

問1

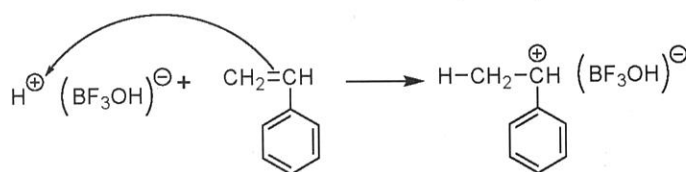
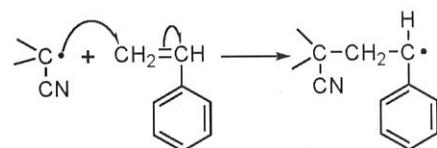
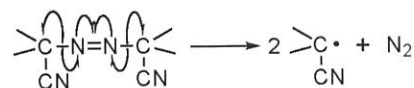
(1) (a) : ラジカル重合

(b) : カチオン重合

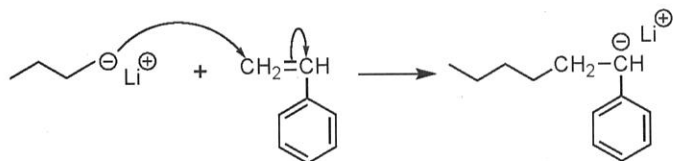
(c) : アニオン重合

(2) (a)

(b)



(c)



(3) テロメリゼーション(テロメリ化反応)

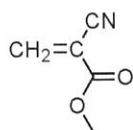
(4) 曲線B

理由: イオン重合におけるモノマーの反応性はe値により判断できる。三フッ化ホウ素と水を開始剤とした重合はカチオン重合のため、負のe値を持つモノマーが優先的に反応する。したがって、 $e = -0.80$ のスチレンが優先的に反応するため、上に凸の曲線を取る。

問2

(1) 重合するモノマー : エ

モノマーの構造式 :



(2) 2-シアノアクリル酸メチルは、重合反応を示すビニル基に電子求引性のシアノ基とカルボニル基が修飾している。そのため、ビニル基の電子密度が低くなり、求核反応性の低い水でも開始剤として反応するため。