

2023年度（令和5年度）
編入学者・転入学者選抜学力検査
専門試験問題

生命・応用化学科

2022年6月24日（金）午前10時00分～12時00分

注意事項

- (1) 生命・物質化学、ソフトマテリアル、環境セラミックスに関する問題10問（A～J）のうち、4問を選択解答すること。
- (2) 選択した問題の解答を、解答冊子中の各問題に対応する解答用紙（A～J）に記入すること。
- (3) 解答冊子1冊を提出すること（問題用紙は持ち帰ること）。
- (4) 面接試験は、午後2時30分から下記にて行う。

試験場 19号館6階602室
集合場所 19号館6階608室
集合時間 午後2時15分

2023年度（令和5年度） 編入学者・転入学者選抜学力検査 [問題]

— 専門試験 —

（生命・応用化学科）

問題 A

以下の設問すべてについて解答すること。計算問題は導出過程も記し、有効数字2桁で解答すること。すべての化学種の活量係数は1.00とする。

問題1 次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

- (1) 0.020 mol L^{-1} の塩酸水溶液 50.0 mL と 0.10 mol L^{-1} の酢酸水溶液 50.0 mL を混合した溶液中の酢酸イオンの濃度を求めよ。ただし、酢酸の酸解離定数は $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ とする。
- (2) 0.040 mol L^{-1} の $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ と 0.40 mol L^{-1} の NH_3 を含む水溶液に、同体積の $2.0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ の NaI 水溶液を混合したとき、 AgI は沈殿するかどうかを答えよ。ただし、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ の生成定数および AgI の溶解度積はそれぞれ、 $2.0 \times 10^7 \text{ mol}^{-2} \text{ L}^2$ および $1.0 \times 10^{-16} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする ($[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ は無視できると仮定する)。
- (3) 濃度 0.10 mol L^{-1} の酸 HA 水溶液 100.0 mL と有機溶媒 20.0 mL を混合し、平衡に達するまで振とうしたところ、水相中の HA の物質量は $2.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ であった。 HA の分配比 D を求めよ（酸 HA の解離は無視できると仮定する）。

問題2 次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

- (1) 紫外可視吸光光度計を用いて、波長 254 nm におけるある溶液試料の透過率を測定したところ、 1.0% であった。この時の吸光度を求めよ。
- (2) 可変光路長の試料セルを備えた紫外可視吸光光度計を用いて、 $8.2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ の濃度の化合物 A を含む標準試料溶液を波長 254 nm において測定したところ、光路長 1.0 cm における吸光度は 0.75 であった。次に濃度未知の化合物 A を含む試料溶液を同波長で測定したところ、光路長 2.5 cm において吸光度は同じく 0.75 となった。この未知試料中の化合物 A の濃度を求めよ。なお、未知試料中には波長 254 nm において干渉する物質は化合物 A 以外に存在しないものとする。
- (3) キャピラリー電気泳動法はクロマトグラフィーと同様に流体中で成分分離を行う分析手法であるにもかかわらず、クロマトグラフィーには含まれない（ミセル導電クロマトグラフィーを除く）。それはなぜか、理由を説明せよ。

- 専門試験 -

(生命・応用化学科)

問題 B

問題 次の(1)～(5)の問いに答えよ。設問すべてについて解答し、計算問題は導出過程も記すこと。なお、アボガドロ定数 $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 、原子の質量はそれぞれ、H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, Ne : 20, Na : 23, Ar : 40, とする。

- (1) ナトリウムは、1辺が 430pm の体心立方格子の結晶を形成する。このとき、ナトリウムの密度 (g/cm^3) を有効数字3桁で求めよ。
- (2) 次の気体のうち、空気よりも密度が大きいものはどれか。全て答えよ。ただし、ここでの空気とは、窒素と酸素が 4 : 1 の混合物である。
Ne, CO, NO, Ar, CH₄, CO₂
- (3) 自然界には ³⁵Cl と ³⁷Cl の2種類の塩素原子が、それぞれ 75% と 25% の存在割合で存在する。³⁵Cl と ³⁷Cl の化学反応性を同等としたとき、Cl₂ には何種類の分子がどのような存在割合(%)で存在するか、小数点以下を四捨五入し、整数で答えよ。
- (4) 濃度 1mmol/L のステアリン酸のクロロホルム溶液 0.2mL を水面上に滴下したところ、クロロホルムが蒸発し、面積 250cm² のステアリン酸単分子膜が水面上にできあがった。このとき、ステアリン酸1分子あたりが占める面積 (cm²/個) を有効数字2桁で求めよ。
- (5) ファン・デル・ワールスの状態方程式,

$$\left\{ P + \left(\frac{n}{V} \right)^2 a \right\} (V - nb) = nRT$$

にしたがう 1mol の気体について、次の(A)と(B)の問いに答えよ。

(A) 等温圧縮率 β は,

$$\frac{1}{\beta} = -V \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T$$

と定義される。このとき、ファン・デル・ワールス気体の β を求めよ。

(B) ファン・デル・ワールスの状態方程式を展開し、 V の3次方程式を示すとともに、ファン・デル・ワールス気体の臨界点における臨界体積 V_c を求めよ。

2023年度（令和5年度） 編入学者・転入学者選抜学力検査 [問題]

— 専門試験 —

（生命・応用化学科）

問題 C

問題1 設問すべてについて解答すること。なお、解答に至る導出過程を説明すること。

I 次の文章を読み、(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 内径 D 、長さ L の水平配管に非圧縮性の液体が流れている。体積流量 Q を流した液体流れは十分発達した層流であり、長さ L における圧力損失は ΔP であった。平均流速 U と粘度 μ をそれぞれ求めよ。

(2) 非円形流路では、流路の断面積と濡れ辺長との比を利用した相当直径 D_{eq} を円管の内径の代わりに利用される。外円筒の内径が D_1 、内円筒の内径が D_2 である同心二重管流路の環状部流れにおける相当直径 D_{eq} を求めよ。なお、外円筒、内円筒の肉厚はそれぞれ無視できるものとする。

(3) 問(2)の環状部流路において、区間 L 内の流体質量が M 、流体粘度が μ であった。体積流量 Q であるとき、環状部流れにおけるレイノルズ数 Re を求めよ。ただし、環状部流路断面積を S として求めよ。

II 次の文章を読み、(1)～(2)の問いについて答えよ。

500 K の飽和水蒸気が流れている外径 200 mm の水平配管がある。鋼管の熱抵抗は無視でき、鋼管表面は管内部の水蒸気と同じ温度である。

(1) 管外の対流熱伝達係数 h_c は $5.00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ であった。夜間において、外気温が 300 K であるとき、対流伝熱による管長 1.0 m 当たりの伝熱量を求め、有効数字 2 桁で答えよ。

(2) 鋼管表面に厚さ 50 mm の断熱材を巻いたところ、断熱材表面温度は 350 K であった。断熱材の熱伝導度は $k = 0.041 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ である。管長 1.0 m 当たりの断熱材の伝導伝熱速度を求め、有効数字 2 桁で答えよ。必要ならば次の値を用いよ。 $\log_e 2 = 0.69, \log_e 3 = 1.10, \log_e 5 = 1.61$

－ 専門試験 －

(生命・応用化学科)

問題 D

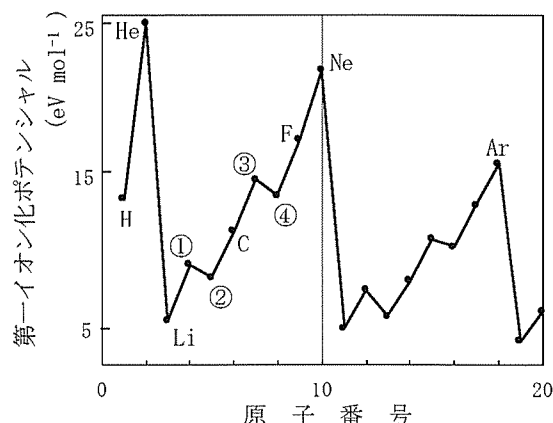
問題 1 各原子の第一イオン化ポテンシャル（第一イオン化エネルギー）の周期変化を図に示した。これについて、(1)～(4)の問いに全て答えよ。

(1) 図の①から④に適切な原子を元素記号で記せ。

(2) 図に示した第一イオン化ポテンシャルは、同一周期において1族原子が最小、18族原子が最大となる傾向にある。これはなぜか説明せよ。

(3) (2)の傾向に反して、第二周期においては原子②と④で極小値をとる。その理由をそれぞれについて述べよ。

(4) 第一イオン化ポテンシャルを参考にして、フッ化水素(HF)の分子軌道のエネルギー準位図を解答用紙の例にならって図示せよ。



問題 2 次の文章を読み、(1)～(3)の問いについて答えよ。

(a) ホウ酸は水によく溶け、OH⁻に対する弱いルイス酸として働く。ホウ酸はホウ酸塩もしくはハロゲン化ホウ素を加水分解して得られるが、特に塩化ホウ素あるいは臭化ホウ素の加水分解では、激しく反応する。これに対し、フッ化ホウ素では部分的にしか加水分解は進行しない。

(1) 下線部(a)で生じる反応を、化学反応式で記せ。

(2) 次の①～⑦の化合物またはイオンから、ルイス酸として働くものを全て選び、記号で答えよ。

- ① H₂O ② Fe²⁺ ③ BH₃ ④ Ru²⁺ ⑤ NH₂CH₂COOH ⑥ NH₃ ⑦ F⁻

(3) ハロゲン化ホウ素について、波線で記した反応性の違いが生じる理由を述べよ。

2023年度（令和5年度） 編入学者・転入学者選抜学力検査 [問題]

— 専門試験 —

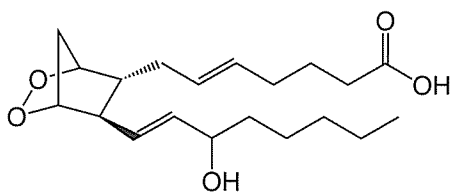
(生命・応用化学科)

問題 E

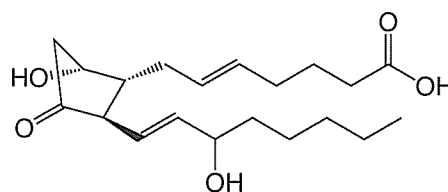
以下の文を読み、設問全てに解答をすること。また、必要に応じて以下の原子量を利用せよ。

H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, P : 31.0

ホスホリパーゼはグリセロリン脂質のエステル結合を加水分解する酵素であり、グリセロリン脂質中の①グリセリン1位炭素のエステル結合を選択的に加水分解して脂肪酸を遊離するものは「ホスホリパーゼA1 (PLA₁)」、2位炭素のエステル結合を選択的に加水分解するものは「ホスホリパーゼA2 (PLA₂)」と呼ばれる。従来、生命化学の分野においては特にPLA₂が注目されてきたが、これは生体膜に含まれるグリセロリン脂質の中に、グリセリン2位炭素部分に②アラキドン酸を脂肪酸エステルとして含むものがあり、外部刺激に応じてPLA₂により切り出されたアラキドン酸が、プロスタグランジンのようなホルモン合成の原料となるためである。またプロスタグランジンの1つであるプロスタグランジンD₂（下図右）は、気管支喘息、アトピー性皮膚炎などのアレルギーや様々な炎症反応に関与するが、アラキドン酸からプロスタグランジンD₂が生合成されるには、まずは③シクロオキシゲナーゼ (COX)と呼ばれる酵素によりアラキドン酸からプロスタグランジンH₂（下図左）が合成される必要がある。④鎮痛薬として知られるアスピリンはこのCOXの阻害剤として働き、プロスタグランジンH₂の合成阻害を経て（炎症反応の原因となる）プロスタグランジンD₂の合成を抑えることで、鎮痛作用を発揮する。



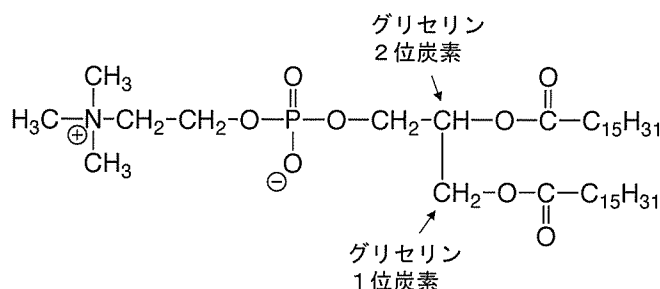
プロスタグランジンH₂



プロスタグランジンD₂

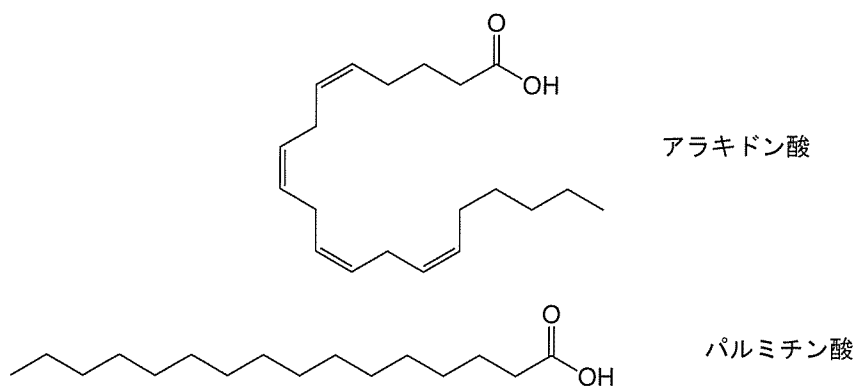
問題1 下線部①に関して、PLA₁、PLA₂は、グリセロリン脂質中のグリセリン1位炭素、あるいは2位炭素のエステル結合を特異的に認識し、この加水分解反応を触媒する。このような酵素反応の特徴は一般的に何と呼ばれるか？一行以内で答えよ。

問題2 グリセロリン脂質の一例として、ジパルミトイルホスファチジルコリンの化学構造を以下に示す。下線部①に関連し、今、1.00 gのジパルミトイルホスファチジルコリンをPLA₂にて加水分解したときの化学反応式を示し、収率100%で反応が起こったときに得られるパルミチン酸の質量 (g)を計算し、有効数字2桁で解答せよ（計算過程の式も記せ）。



ジパルミトイルホスファチジルコリンの化学構造

問題3 下線②のアラキドン酸は以下の化学構造を持っているが、アラキドン酸を脂肪酸として含むグリセリン脂質が、ジパルミトイルホスファチジルコリン（問題2の化学構造の図を参照）のみから構成される生体膜に加えられた場合に、細胞膜の流動性は低くなるか、あるいは高くなるか。どちらかとなるか解答せよ（パルミチン酸部分の化学構造も、比較のために以下に示した）。またなぜそのような現象が起こるか、考えられる理由を5行以内で解答せよ。



問題4 下線③で紹介されるCOXは、ホモ2量体の4次構造を持つ酸化酵素である。このタンパク質構造を説明する以下の文章の ア から エ について、適当な語句を埋めよ。

タンパク質の立体構造は、アミノ酸の配列・長さなどにより定義される1次構造、ア、イなどの主鎖のウ結合間の水素結合により安定化される2次構造、疎水結合、エ結合、水素結合、チオール間の共有結合形成などの側鎖間の相互作用により安定化される3次構造、複数のサブユニットタンパク質がより集まり安定な超分子構造が形成される4次構造により定義される。

問題5 下線④で紹介されているアスピリン（アセチルサリチル酸）は、COXの活性部位にあるSer⁵³⁰側鎖の水酸基をアセチル化することで、不可逆的に酵素活性を阻害する。一方で生体外に取り出した酵素については、阻害剤の添加以外にも酵素活性を阻害、あるいは失活させるための方法がいくつか考えられる。その方法を2つ考え、それぞれを2行以内で解答せよ。

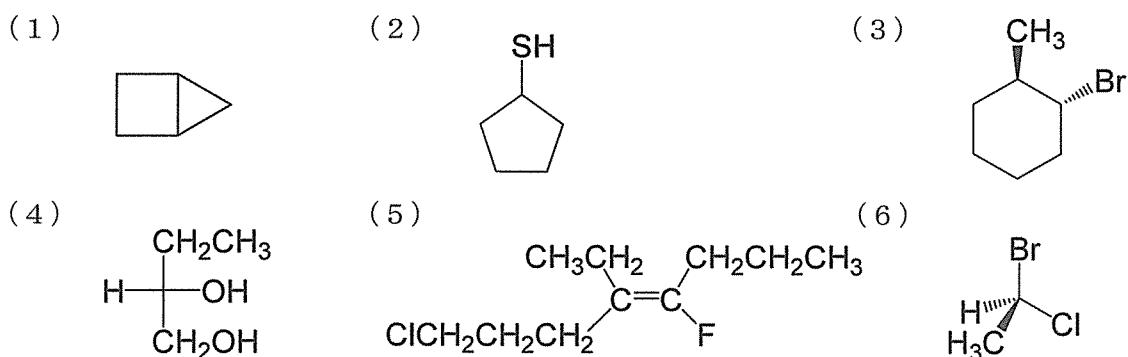
— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

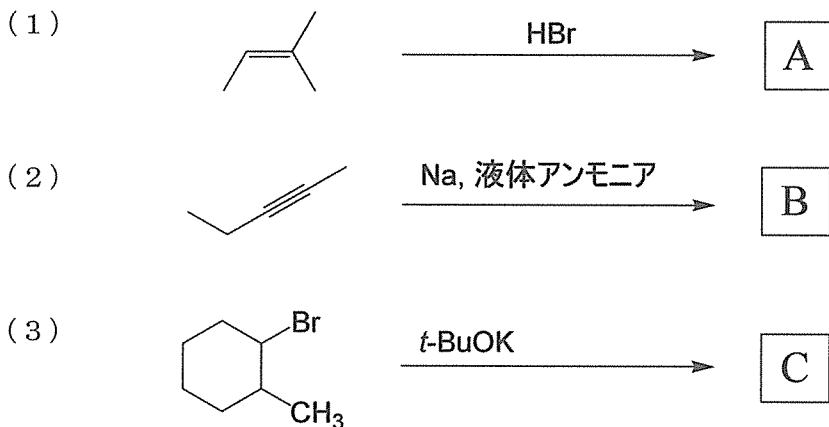
問題 F

設問すべてについて解答すること。

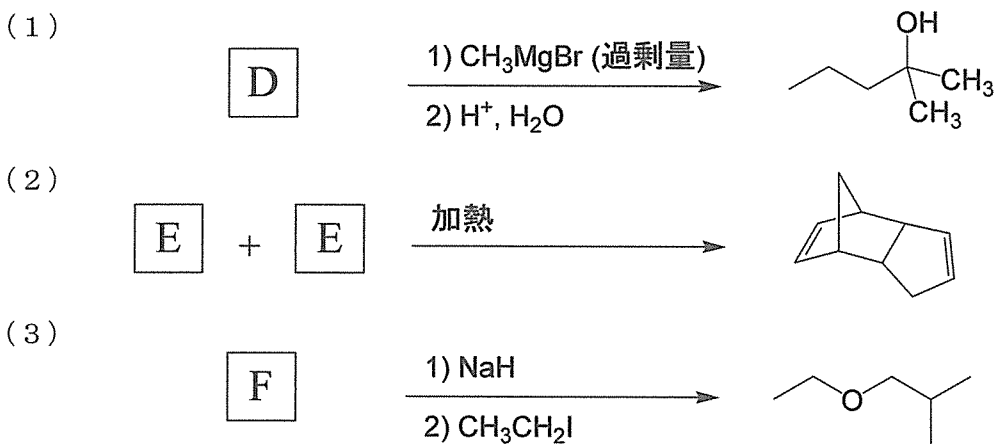
問題 1 以下の化合物を IUPAC 命名法に従って命名せよ。なお、(3)は *cis* または *trans* で、(4)、(6)は *R* または *S* で、(5)は *E* または *Z* で、立体化学も示せ。



問題 2 以下の反応の主生成物 A から C の構造を示せ。



問題 3 以下の反応の原料 D から F の構造を示せ。



— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題 G

I 次の文章を読み、(1)~(5)の問いについて答えよ。

1920年頃にシュタウディングーが高分子の存在を提唱してから、100年が経過した。それ以前は綿やゴムなどは、構成成分であるセルロースやイソプレンなどの低分子が凝集したミセル状粒子と考えられていた。シュタウディングーは高分子がミセル状粒子ではないことを証明するため、①デンプン（アミロース）をアセチル化し、溶媒中での②浸透圧法により重合度（ミセル状粒子の場合は会合数）を調べた。その結果、③アセチル化した前後で重合度がほぼ変化しないことから、デンプンは共有結合でつながった巨大分子であることが証明された。

ところで、加硫ゴムのような 架橋点を持つ高分子材料は、溶媒に浸漬しても溶解せず膨潤して、高分子ゲルとなる。この一方、ポリビニルアルコール水溶液にほう砂を混ぜると高分子鎖間に 架橋点が形成され、ゲル状の物質が得られる。この架橋は非共有結合で形成されるため、④ひずみ（変形）を与えると短時間域では固体（ゲル）的な性質である を示すが、長時間域では変形し液体（ゾル）的な を示す。

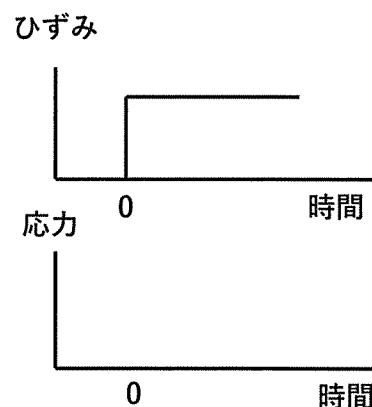
- (1) 空欄 ~ に当てはまる語を記せ。
- (2) 下線部①について、重合度が200の直鎖状のアミロース分子のヒドロキシ基を完全にアセチル化させると分子量はいくらになるか。有効数字2桁で記せ。計算過程も記すこと。原子量は次の値を用い、末端の構造は無視する。H:1.0, C:12, O:16
- (3) a) 下線部②について、合成高分子に対しては、浸透圧法から平均分子量が得られる。その平均分子量を次の中から選べ。

数平均分子量 重量平均分子量 Z平均分子量 粘度平均分子量

- b) 浸透圧法と同じ平均分子量が求まる測定法を以下から全て選べ。

凝固点降下法 光散乱法 SEC（サイズ排除クロマトグラフィー） 超遠心法

- (4) 下線部③について、アセチル化前後で重合度が変化しないことから、デンプンはミセル状粒子ではなく、共有結合でつながった巨大分子であると証明できた。その理由を文中の語句を使って説明せよ。
- (5) 下線部④について、ポリビニルアルコール-ほう砂ゲルに一定ひずみの変形を与えた後の応力の時間変化を、短時間域の固体的性質および長時間域の液体的性質がわかるように、右図の例を参考にしてグラフで記せ。



II 次の(1)~(2)の問いについて答えよ。

- (1) ポリエチレン (PE) は結晶性高分子であり、高温の熔融状態からの冷却条件によって透明性が変化する。成形方法によって透明性が変化する理由を「冷却速度と結晶化の関係」の観点から説明せよ。
- (2) 高分子の結晶構造を調べる測定法を挙げよ。

2023年度（令和5年度） 編入学者・転入学者選抜学力検査 [問題]

— 専門試験 —

（生命・応用化学科）

問題 H

次の文章を読み、(1)～(9)の問いに答えよ。

典型的なラジカル重合は、開始、成長、連鎖移動、停止の4つの素反応からなっている。開始剤には、それぞれ適正な使用温度範囲がある。温度が低ければラジカルが発生しないので重合が起こらない。一方、①適正な温度より高い温度で用いるとラジカルの発生量が多くなり、重合が促進されるように思うが、実際にはモノマーが十分に転化する前に反応が止まってしまふことが多い。連鎖移動反応は様々なパターンがあるが、重合溶媒へも起こる。②一般的にトルエン(メチルベンゼン)中ではベンゼン中よりも重合度の低いポリマーが生成する。また、③停止反応には大きく分けて2つのパターンがある。

連鎖重合には、ラジカル重合の他に、アニオン重合、カチオン重合、配位重合(遷移金属触媒重合)などがある。ラジカル重合が水中でも進行するのに対して、④イオン重合は一般的に湿気を含め水の混入を排除して実行する必要がある。しかし、ある種の瞬間接着剤は、接着表面にある⑤極少量の水が開始剤として働き、モノマーがアニオン重合することで接着性を示す。

連鎖重合には上記のように様々な方法があるため、同じモノマーから出発しても、重合方法や重合条件によって、異なる構造のポリマーを生成することがある。例えば、ブタジエンは、一つの繰り返し単位を考えても、反応位置や立体化学によって⑥3種の構造を生成する。隣り合う繰り返し単位を考えると、話はもっと複雑になる。ポリプロピレンを例に考えよう。隣り合う3つの繰り返し単位について相対的な立体化学に着目すると、⑦この場合も3種の構造パターンがある。これらの作り分けは非常に重要である。合成したポリマーに対する化学反応でも構造変換が可能である。例えば、⑧ポリ酢酸ビニルをアルカリ加水分解するとポリビニルアルコールが得られ、これにホルマリンを作用させるとビニロンが得られる。加水分解の割合やホルマリンの量によって組成を調整することができる。

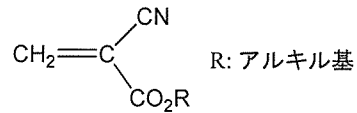
(1) 下線①について、理由を説明せよ。

(2) 下線②は、トルエンとベンゼンの反応性の相違に基づく。化学式を使って説明せよ。

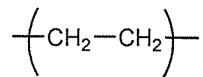
(3) 下線③について、モノマーの構造を $\text{CH}_2=\text{CHX}$ として、2種の停止反応を式で示せ。

(4) 下線④について、理由を説明せよ。

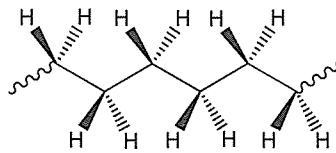
(5) 下線⑤の例として、下記のような構造を持っているモノマーが知られている。この化学的な特性が水を開始剤とする重合に繋がっている。その特性を説明せよ。



(6) 下線部⑥について、3種の繰り返し単位の構造を、下記のポリエチレンの例に倣って示せ。



(7) 下線部⑦について、3つの構造パターンを、下記のポリエチレンの例に倣って示せ。



(8) 下線部⑧の化学反応について、官能基の変化が判るように化学式で示せ。

(9) 下線部⑧に関連して、以下の問いに答えよ。

ビニルアルコールの化学的な特性によって、ポリビニルアルコールをビニルアルコールから直接的に重合によって合成することは困難である。それについて、化学式を使って説明せよ。

2023年度（令和5年度） 編入学者・転入学者選抜学力検査 [問題]

— 専門試験 —

（生命・応用化学科）

問題 I

問題 1 設問すべてについて解答すること。

I 次の文章を読み、(1)～(3)の問いについて答えよ。

周期表第4周期の遷移金属において、①相対的に周期表の左側にある元素（前周期遷移金属）である Sc, Ti, V, Cr, Mnでは、4s, 3d 電子の数がゼロとなるような高酸化数のイオンが安定して存在する一方、②Fe, Co, Ni, Cu のように周期表の右側にある元素（後周期遷移金属）の最大酸化数は+2～+3 程度になることが知られている。これは、3d 電子の感じる有効核電荷が前周期遷移金属に比べて後周期遷移金属では（ア）ことに由来する。

(1) 下線①について、4s, 3d 電子数がゼロになった時の Mn の酸化数を答えよ。

(2) 下線②について、 Cu^{2+} の電子構造を例にならって記述せよ。なお Cu の原子番号は 29 である。

例： O^{2-} : $1s^2 2s^2 2p^6$

(3) （ア）に当てはまる言葉を以下の語群より選べ。

語群： 大きくなる、小さくなる、変化しない

II 化学結合に関する(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 真空中に孤立して存在する二つのイオンの価数が Q_A , Q_B であり、二つのイオン間の距離を r とする時、二つのイオンに働くクーロン相互作用を記述するものとして誤っているものを①～④からすべて選べ。

- | |
|---|
| <p>① クーロン相互作用によるポテンシャルエネルギーは二つの電荷 Q_A と Q_B の積に比例する。</p> <p>② クーロン相互作用は常に引力となる。</p> <p>③ クーロン相互作用によるポテンシャルエネルギーは、r が平衡結合長 r_0 となった時に最小となる。</p> <p>④ クーロン相互作用によるポテンシャルエネルギーは、r^2 に反比例する関数である。</p> |
|---|

(2) イオン結晶において、アニオンが立方最密充填を形成した場合、その八面体空隙の数は、アニオン数の何倍であるか。①～⑤から一つ選択せよ。

- ① 1/4 ② 1/2 ③ 1 ④ 2 ⑤ 4

(3) 黒鉛(グラファイト)において、炭素は隣接する炭素原子3つと共有結合を形成する。この共有結合を構成する要素として適切なものを下記の語群からすべて選べ。

語群： ① sp^3 混成軌道による σ 結合、② sp^2 混成軌道による σ 結合、③ sp 混成軌道による σ 結合、④ $2p$ 軌道による σ 結合、⑤ sp^3 混成軌道による π 結合、⑥ sp^2 混成軌道による π 結合、⑦ sp 混成軌道による π 結合、⑧ $2p$ 軌道による π 結合、

III 次の文章を読み、(1)～(3)の問いについて答えよ。

酸素分圧を制御し焼成することで、金属酸化物から酸素を放出させ金属にすることができる。たとえば、 $MO(s.) \rightarrow M(s.) + 1/2O_2(g.)$ なる反応を考えたとき(Mは金属元素を、s.とg.は固相および気相をそれぞれ意味する)、金属に還元するためには酸素分圧を(ア)必要がある。また、この反応のエントロピー変化は(イ)ことから、MOを金属Mに還元させるためには温度を(ウ)必要がある。

(1) ア、イ、ウに当てはまる言葉を下記の語群から選べ(同一語句を複数回使用可)。

語群： 高くする、低くする、正になる、負になる、変化しない

(2) 酸化アルミニウムを大気中で酸素分圧や温度制御だけで金属アルミニウムにすることは技術的に困難である。そのため、熔融酸化アルミニウムを電気分解することで金属アルミニウムを製造している。この電気分解において、陽極で生じる化学反応式を電子 e^- および Al^{3+} 、 O^{2-} を必要に応じて使用し記述せよ。

(3) 温度1200 Kにおける $MO(s.) \rightarrow M(s.) + 1/2O_2(g.)$ の反応について標準反応ギブス関数が 50 kJ mol^{-1} であるとする。1200 Kにおける上記の反応の平衡酸素分圧 $p(O_2)$ の値を答えよ。ただし、アボガドロ定数を $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 、気体定数 R を $8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とする。また、 $\ln 10 = 2.3$ とする。なお解答に際しては、導出過程も記載し、酸素分圧の値を参照する場合には $10^{-2.2} \text{ atm}$ のように底を10とし指数を有効数字二桁で表記し、単位をatmとして解答すること。

2023年度（令和5年度） 編入学者・転入学者選抜学力検査 [問題]

— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題 J

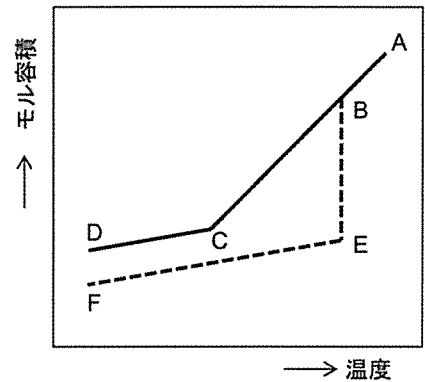
設問すべてについて解答すること。

問題 1 次の(1)～(4)の問いについて答えよ。

(1)融液を冷却した時のモル容積と温度との関係の模式図を右に示す。図中のB-C、C-D、E-Fの各範囲の状態について、下記の括弧の中から選択し答えよ。

(結晶、ガラス、安定融液、過冷却液体)

(2)図中のC点は何と呼ばれるか答えよ。また、この屈曲が意味する現象について簡潔に説明せよ。



(3)室温にある結晶を加熱した場合のモル容積の変化過程について、図中のA～Fを用いて述べよ。(例；A→B→C…)

(4)図中のC点およびE点の温度は一般的に示差熱分析にて求められる。試料を室温から加熱した場合、発熱または吸熱のどちらの現象として認められるか、C点とE点のそれぞれについて答えよ。

問題 2 次の(1)～(2)の問いについて答えよ。

(1)ケイ酸塩ガラスに関する下記文章について、(①)～(⑤)に当てはまる語句を答えよ。

溶融急冷法を用いた場合、 SiO_2 組成のガラスを作製するよりも $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 組成のガラスの方が作製しやすい。これは、 SiO_2 組成のガラスでは、Si原子はほぼ(①)で囲まれているのに対し、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 組成のガラスでは、Si-O-Si結合が切断され(②)が生成する。この(②)を介した網目間の相互作用は極めて弱いいため融液の(③)は低下し、ルツボから流し出しやすくなるためである。ガラス中での役割をふまえ、 SiO_2 は(④)酸化物、 Na_2O は(⑤)酸化物と呼ばれる。

(2) SiO_2 組成のガラスに添加する酸化物が、アルカリ酸化物またはアルカリ土類酸化物かでガラスの性質は大きく変化する。電気伝導に着目した場合、例えば $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 組成のガラスは $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 組成のガラスよりも電気抵抗が数桁小さい。この理由について簡潔に説明せよ。

問題 3 次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1)アルコキシドを用いたゾルゲル法によるガラスの作製過程を下に示す。(①)～(③)に当てはまるものについて、それぞれ(a)～(e)から適したものを1つ選択し答えよ。

アルコキシドを含む溶液 → (①) → (②) → (③) → 加熱することでガラスを形成

- (a) ゲルの形成
- (b) 結晶化物の微粒子が分散した溶液
- (c) 溶液中での化合物の加水分解および縮重合反応の進行
- (d) 金属酸化物または水酸化物の微粒子が分散したゾルの形成
- (e) シランカップリング剤の添加

(2)アルコキシドとして広く用いられるものにテトラエトキシシラン($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$)がある。これを用いた場合の化学反応式を答えよ。

(3)テトラエトキシシランを出発原料とした場合、酸性触媒または塩基性触媒を用いることで形成されやすい SiO_2 のネットワーク構造の特徴について、それぞれ簡潔に説明せよ。