

2021年度（令和3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

2020年7月29日（水）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 1号館2階204B室
集合場所 1号館2階203B室
集合時間 午後2時15分

2021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。なお、銅の原子量は 63.55 g mol^{-1} 、亜鉛の原子量は 65.38 g mol^{-1} とする。

問題 1 0.321 g の黄銅（銅と亜鉛の合金で少量成分として鉄・スズ・鉛などを含む）を濃硝酸で溶解させた後、アンモニアを加えて、鉄・スズ・鉛などを水酸化物として沈殿除去したのち、全量 250 mL の試料溶液に調製した。この試料溶液 10.00 mL をとり、pH 5~6 に調整し、4-(2-チアゾリルアゾ)レゾルシノール指示薬を加えてから、 $1.000 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ の EDTA (エチレンジアミン四酢酸) で、銅と亜鉛の含量について滴定を行ったところ、19.02 mL で終点が得られた。また、亜鉛の定量のため、別途、試料溶液 10.00 mL をとり、pH 5~6 に調整し、溶液が無色になるまでチオ硫酸ナトリウムを加えたのちに、キシレノールオレンジを指示薬として用い $1.000 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ の EDTA で滴定を行ったところ、8.02 mL で終点が得られた。

- (1) 試料溶液中の銅の濃度を求めよ。
- (2) チオ硫酸ナトリウムを加えた理由を簡潔に説明せよ。
- (3) 黄銅中に含まれる少量成分の質量を求めよ。

問題 2 以下の問いに答えよ。

- (1) 機器分析による定量分析において用いられる標準添加法とはどのような方法で、どのような場合に効果的かを説明せよ。
- (2) ある電解質水溶液に白金電極を入れ、同じ溶液に参照電極として入れた銀/塩化銀電極（飽和塩化カリウム電解液）に対する電位を電位差計で測定したところ、+0.143 V であった。この時の白金電極における実際の電極電位を求めよ。なお、標準水素電極に対する銀/塩化銀電極（飽和塩化カリウム電解液）は+0.197 V であり、電極上での反応は起こらないものとする。
- (3) ガスクロマトグラフィーにおいてキャリアーガスとして一般的に用いられる気体を2種類挙げ、両者に共通する性質を述べよ。

問題 3 以下の問いに答えよ。

- (1) 問題 1(3)の少量成分について機器分析により定性分析を行いたい。どのような手法が考えられるか機器分析方法の名称を一つ記せ。
- (2) 質量分析装置は、大きく分けると「イオン化部」「質量分離部」「検出部」で構成されている。「質量分離部」にはどのような方法（型）があるか、その名称を二つ記せ。

2021年度（令和3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 B

問題 1

次の (1) ~ (4) の問いについて答えよ。計算問題については途中の式も書くこと。設問中の物質はすべて標準状態とする。有効数字は 3 桁とする。

- (1) グルコースの燃焼の化学反応式を記せ。グルコースの分子式は $C_6H_{12}O_6$ である。
- (2) グルコース 1 mol を熱伝導の良い容器にいれ完全に燃焼させた際の外界のエントロピー変化を計算せよ。外界の温度は 298 K であり、グルコースの標準燃焼エンタルピー変化は $-2802 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。
- (3) グルコースの燃焼における標準反応エントロピーを計算せよ。ただし、標準エントロピーはグルコースが $209 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、酸素が $205 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、二酸化炭素が $214 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、水が $69.9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- (4) グルコースの燃焼の標準反応ギブズエネルギーを計算せよ。温度は 298 K とする。

問題 2

次の (1) ~ (4) の問いについて答えよ。計算問題については途中の式も書くこと。ベンゼンとメチルベンゼンの混合物は理想溶液として考えること。有効数字は 2 桁とする。

- (1) 理想溶液となる成分 A の分圧 p_A は、純粋な液体での蒸気圧を p_A^* とすると、成分 A のモル分率 x_A を用いて、 $p_A = x_A p_A^*$ と表される。この関係をあらわす法則の名前を答えよ。
- (2) ベンゼンのモル分率を 0.400、メチルベンゼンのモル分率を 0.600 として混合した溶液を密封した容器に入れた。293 K において純粋な液体での、ベンゼンの蒸気圧は 10.0 kPa、メチルベンゼンの蒸気圧は 2.80 kPa である。ベンゼンとメチルベンゼンの分圧をそれぞれ計算せよ。
- (3) 問い (2) でのベンゼンとメチルベンゼンの気相でのモル分率をそれぞれ計算せよ。
- (4) 問い (2) で、混合液の気相の全圧を下げていき、液相が完全に蒸発したときの気相でのベンゼンとメチルベンゼンのモル分率をそれぞれ求めよ。

2021年度（令和3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 次の(1)～(2)の問いについて答えよ。

- (1) 以下の文中に入る適切な式または語句を記せ。ただし（イ）と（ウ）は、粘性または慣性のいずれかの語句を記すこと。

平滑な円管内部の流動状態が層流か乱流かを判定する際、一般には、Reynolds 数という無次元数が用いられる。この Reynolds 数は、円管の内径を D [m]，円管内の流体の平均流速を u [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]，円管内の流体の密度と粘度をそれぞれ ρ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] および μ [$\text{Pa}\cdot\text{s}$] とするとき、（ア）と表せる。Reynolds 数は、流体の（イ）力と（ウ）力の比を表しており、層流では（ウ）が、乱流では（イ）が流動状態を支配しているものとする。

- (2) 平坦な地面に対して水平に設置された内径 10 cm の滑らかな円管の内部を、密度 $1.0\times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，粘度 $1.0\times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の流体が流れている。Reynolds 数の値が 2300 のとき、この円管内部における流体の体積流量 Q [$\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$] を有効数字 2 桁で求めよ。解答に至る導出過程も示すこと。

問題 2 23°C の室温に保たれている部屋が、厚さ 10 cm の平板状の固体壁を挟み、気温 -2°C の外気と接している。この壁の熱伝導度は $1.0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ であり、内壁と空気との境膜伝熱係数と、外壁と空気との境膜伝熱係数の値はともに $5.0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ であるとき、次の(1)～(2)の問いについて答えよ。解答に至る導出過程も示すこと。

- (1) 総括伝熱係数 U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] と、この壁の断面に垂直な方向における単位面積あたりの伝熱量 Q_1 [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$] を、それぞれ有効数字 2 桁で求めよ。
- (2) 断熱効果を向上させるため、厚さ 3.5 cm の平板状の断熱材を内壁に密着して貼り付けた。この断熱材の熱伝導度を $0.050 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ，この断熱材と空気との境膜伝熱係数を $5.0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ とするとき、壁の断面に垂直な方向における単位面積あたりの伝熱量 Q_2 は、(1)の Q_1 と比べて何%削減できるか。有効数字 2 桁で求めよ。

— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題 D

設問すべてについて解答すること。

次の(1)～(4)の間について答えよ。

近年、リチウムイオン電池の発展系として電解液を固体電解質に置き換えた全固体リチウム電池が注目を浴びている。全固体リチウム電池に用いられる固体電解質は、電子やホール、他のイオンを通さない一方でリチウムイオンのみを通過させる固体である。この固体電解質を電気化学反応セルの電極室を仕切る材料に適用すると、電極反応中

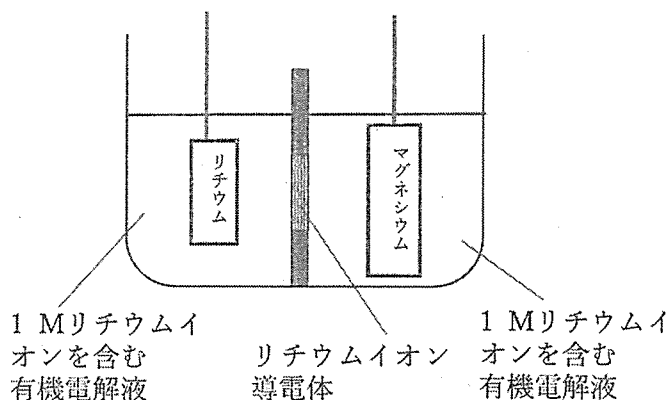


図1

にリチウムイオンのみを通過させる透過フィルターとして用いることが出来る。

図1に示す金属リチウムと金属マグネシウムを用いた電極を考える。左室には1 Mのリチウムイオンを含む有機溶媒 50 mL が満たしてあり、そこに1モル相当の金属リチウム電極が挿入されている。右室には1 Mのリチウムイオンを含む有機溶媒 50 mL が満たしてあり、1モル相当の金属マグネシウム電極が挿入されている。これらの電極室の間をリチウムイオンのみが透過できる固体電解質で仕切っている。

いま、外部電源からマグネシウム電極に電圧を印加することにより電流が流れない状態が生じる。1この電圧を超えてマグネシウム電極に正の電圧を印加することにより、左右の電極室で電極反応が起こり、電流が流れ始める。2電流は一定量の流れた後、流れなくなる。

電源を外してモーター等の外部回路を接続すると、この電気化学反応セルは電池として機能させることが出来、先程と逆方向に電流が流れる。

固体電解質中をイオンが移動する速度は、通常導電率という量で評価される。3固体電解質中のイオン伝導は、イオンが活性化エネルギーを要するポッピングにより伝導するため、アレニウスの式に従うことが知られている。

以下の全ての間に答えよ。計算問題は導出過程を記し、答えを有効数字3ケタで答えよ。必要に応じて以下の数値を用いよ。ただし、有機溶媒中の反応電位は水溶液中と等しいとし、

電圧印加時に電解液と電極間に反応は起こらないものとする。

リチウムの標準電極電位 -3.03 V 、マグネシウムの標準電極電位 -2.37 V 、ファラデー定数 96500 C/mol 、気体定数 $8.31\text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、 $\log_e 2=0.693$

(1) 下線部 1 について、電極系全体の反応式を記せ。ただし、電圧は記さなくてよい。

(2) 下線部 2 について、流れる電荷の総量を求め、その理由を記せ。

ただし、溶液中のリチウムイオンの濃度が非常に低い場合でも固体電解質にリチウムイオンは到達できるものとする。

(3) 下線部 2 の電流が流れなくなった状態での 27°C における本電極系の起電力を求めよ。

(4) 下線部 3 について以下の問に答えよ。

あるリチウムイオン伝導を示す固体電解質の導電率が図 2 の様な温度依存性を示した。このときの固体電解質中のリチウムイオン移動のための活性化エネルギーを求めよ。

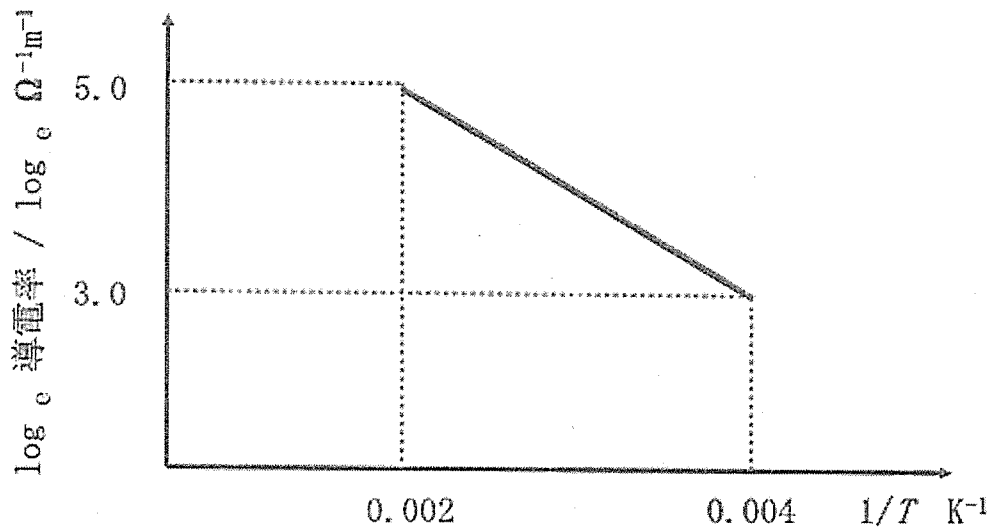


図 2

— 専門試験 —

（生命・応用化学科）

問題 E

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)～(4)の問いについて答えよ。

2019年はインフルエンザの流行が心配されていたが、新型コロナウイルスが世界的大流行（パンデミック）となり、深刻な問題となっている。呼吸器疾患を引き起こすコロナウイルスはインフルエンザウイルスと構造的にも類似している。これらのウイルスは、一本鎖RNAをゲノムとし、その周りをエンベロープという脂質二重層膜で包み込み、表面にはタンパク質が突出している。ウイルスは一本鎖RNAから宿主細胞の機能を利用し自己増殖する。生命の遺伝情報の流れは図1に示す通りであるが、これらのウイルスはその一部を利用している。ウイルス表面のタンパク質は宿主の認識や酵素としての役割があり、①タンパク質が機能するためにはその構造が重要である。

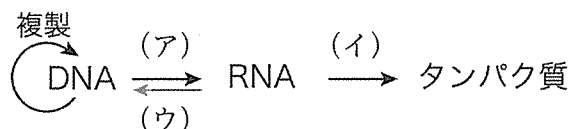


図1.

(1) 図1中の(ア)、(イ)に当てはまる情報変換に相当する語句を記せ。

(2) DNAとRNAは略称であるが、日本語での正式名称を答えよ。また、これらは構造上どの部分がどのように異なっているか述べよ。

(3) 人へのウイルス感染を調べる場合、図1中の(ウ)の過程を経て、ウイルスのRNAをDNAに変換し増幅する。(ウ)にあてはまる語句と、DNAを増幅する反応名を記せ。

(4) 下線部①のタンパク質の構造について、タンパク質の一次構造、二次構造、三次構造、四次構造はそれぞれどのような構造を指すか説明せよ。また、二次構造で代表的な構造を2つあげよ。

2021年度（令和3年度） 編入学者・転入学者選抜学力検査 [問題]

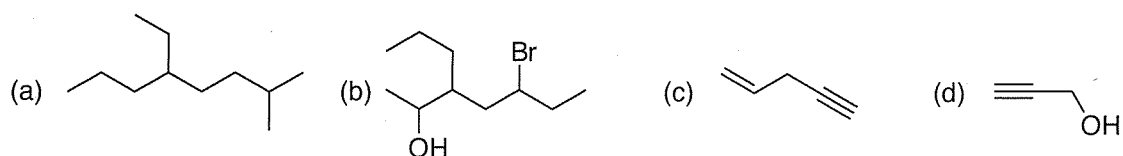
— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題 F

設問すべてに解答すること。

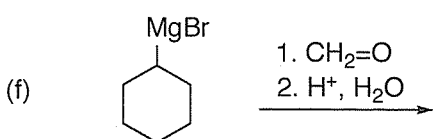
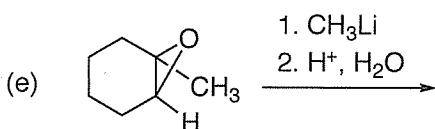
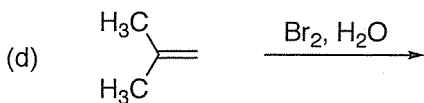
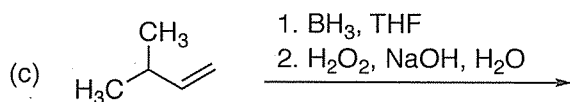
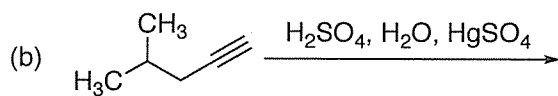
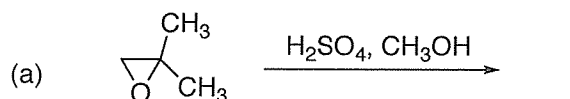
問題 1 以下の化合物の IUPAC 命名法に従った名称を示せ。



問題 2 *trans*-1,4-ジメチルシクロヘキサンについて、2つのメチル基をともにエカトリアル位とした、いす型立体配座異性体を示せ。

問題 3 (*E*)-2-ブテンに臭素を付加させたときの生成物を Fisher 投影式によって示せ。

問題 4 以下の反応の主生成物の構造式を示せ。



— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題 G

次の文章を読み、(1)～(8)の設問に答えよ。

食品の包装材からスマートフォン、自動車、建築物など、身の回りの様々な用途に高分子材料が用いられている。また、用途に応じた耐熱性や耐久性、強度などの物性が求められる。高分子材料の耐熱性は、一般に、やで決定される。例えば、①ポリメタクリル酸メチルのような性高分子の場合、以上の温度で材料が変形する。一方、②ポリエチレンや③ポリプロピレンのような性高分子の場合は、よりも高温で材料が溶融するため、形状を保てなくなる。例えば、④ポリエチレン袋の耐熱温度は70～90℃である。一般的な合成繊維の製造法には溶融紡糸、湿式紡糸、乾式紡糸がある。溶融紡糸法では、高分子材料をや以上の温度で加熱した後に紡糸し、冷却しながら繊維を巻き取る。この時、⑤高分子の繊維を巻き取りやすくするためには、ある程度の大きな分子量（高分子の種類にもよるが1万以上）が必要である。近年では、電界紡糸（エレクトロスピンニング）法を用いて、高分子溶液から直径がナノメートルのナノ繊維の製造も行われている。

- (1) 空欄からに当てはまる適当な語を記せ。
- (2) 下線部①～③の高分子の構造式を、繰り返し単位がわかるように記せ。
- (3) とを測定する方法をひとつ挙げよ。
- (4) 下線部④について、ロウソクはポリエチレンと同じ繰り返し単位を持つが、溶融する温度は50～60℃であり、ポリエチレンの方が高い。その理由を2行以内で述べよ。
- (5) 下線部⑤について、繊維を巻き取るためには、なぜ、ある程度大きな分子量が必要なのか。その理由を2行以内で述べよ。
- (6) 合成した高分子の分子量には分布が存在し、一般的には平均分子量で表される。 i 番目の成分の数分率を N_i 、その分子量を M_i としたとき、数平均分子量 M_n 、重量平均分子量 M_w を N_i 、 M_i で表せ。
- (7) あるポリエチレンを分析したところ、分子量が20,000と100,000の2成分で構成されることがわかった。数平均分子量が76,000であるとき、重量平均分子量を有効数字2桁で求めよ。
- (8) 高分子の数平均分子量を測定する方法を以下の中からすべて選べ。
(a)光散乱法 (b)浸透圧法 (c)凝固点降下法 (d)超遠心法
(e)ゲル浸透クロマトグラフィー

— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題Ⅱ

次の文章を読み、設問すべてについて解答すること。必要に応じて、原子量は次の値を用いよ。H:1.0 C:12 O:16 S:32

合成樹脂の一つであるイオン交換樹脂は、水道水から純水（脱イオン水）を作るのに利用される。陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂を混合して円筒に詰め、上部から水道水を少しずつ流し込むと、水道水中の陽イオンは陽イオン交換樹脂に、陰イオンは陰イオン交換樹脂に吸着され、イオン交換によって生じた H^+ と OH^- は されて水となる。陽イオン交換樹脂としては、①スチレンと②*p*-ジビニルベンゼンの③共重合体に を反応させることで得られるポリスチレンスルホン酸樹脂が有名である。

このような高分子材料は、合成樹脂や繊維など生活必需品として我々の身の回りに多く利用されている。合成樹脂は熱的性質により熱可塑性と に分類できる。繊維は細い糸状の物質であり、衣服等の素材として使われている。特に、三大合成繊維としてナイロン類、ポリエステル類、 類が多く利用されている。最近では、導電性高分子、光機能性高分子、医療用高分子など多くの特殊な機能を有する高分子材料が実用化されている。

I 次の(1)～(6)の問いについて答えよ。

- (1) 空欄 から に当てはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線①スチレンと下線②*p*-ジビニルベンゼンの構造式をそれぞれ書け。
- (3) 重合反応の開始剤として用いられる過酸化ベンゾイルと 2,2'-アゾビスイソブチロニトリルの構造式を書け。
- (4) 下線③の共重合反応として、スチレン 104g に対して物質質量比（モル比）で 9:1 となるように *p*-ジビニルベンゼンを混合し、ポリスチレン樹脂を得た。反応は完全に行われたものとして、何 g のポリスチレン樹脂が得られるか。計算式を示して、有効数字 3 桁で答えよ。
- (5) 上記(4)で得られたポリスチレン樹脂からポリスチレンスルホン酸樹脂を合成した。ただし、スチレン構造部分のベンゼン環のパラ位のみが 40%スルホン化されたものとして計算するとスルホン化により樹脂の質量は何 g 増えるか。計算式を示して、有効数字 2 桁で答えよ。
- (6) ポリアセチレンを用いた導電性高分子について、金属並みの電導性を得るために行う一般的な方法を説明せよ。

II 次の(1)と(2)の問いについて答えよ。

- (1) 低密度ポリエチレンと高密度ポリエチレンの製造法の違いについて書け。
- (2) ブロック共重合体とグラフト共重合体の構造の差異について説明せよ。

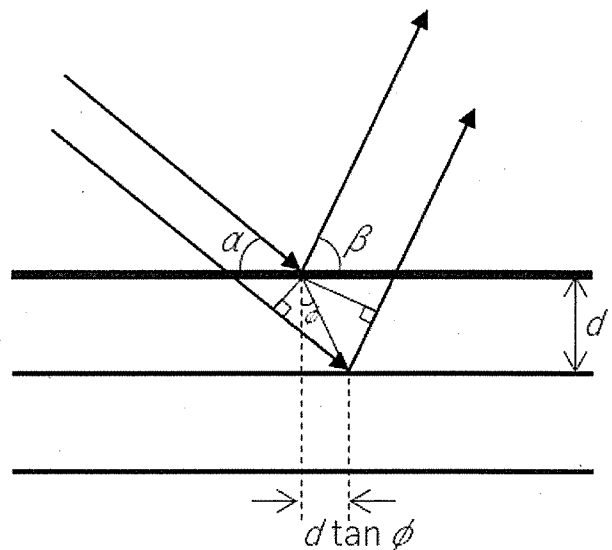
— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題 I

セラミックスのキャラクタリゼーションには、しばしばX線回折法が用いられる。

問1 格子面間隔 d の結晶に波長 λ の X 線が照射された。様々な反射が想定されるが、たとえば右図のような非対称な反射が起こる場合が考えられる。角度 α で X 線が入射した際、角度 β で反射したとする。二番目の格子面では、一番上の格子面で反射する位置の真下から少しずれた位置 $d \tan \phi$ で反射するとしたとき、X 線の光路差 ΔL は、 d 、 α 、 β 、 ϕ を使ってどのように表されるか。



問2 問1の ΔL は、 ϕ の値によって X 線が互いに強め合う場合と弱め合う場合があることを示している。原子の並び方によっては、必ず強め合うような特殊な条件も考えられ対称な反射が起こる。この場合、どのような角度 ϕ でも成り立つが、これを三角関数の加法定理を用いて説明せよ。

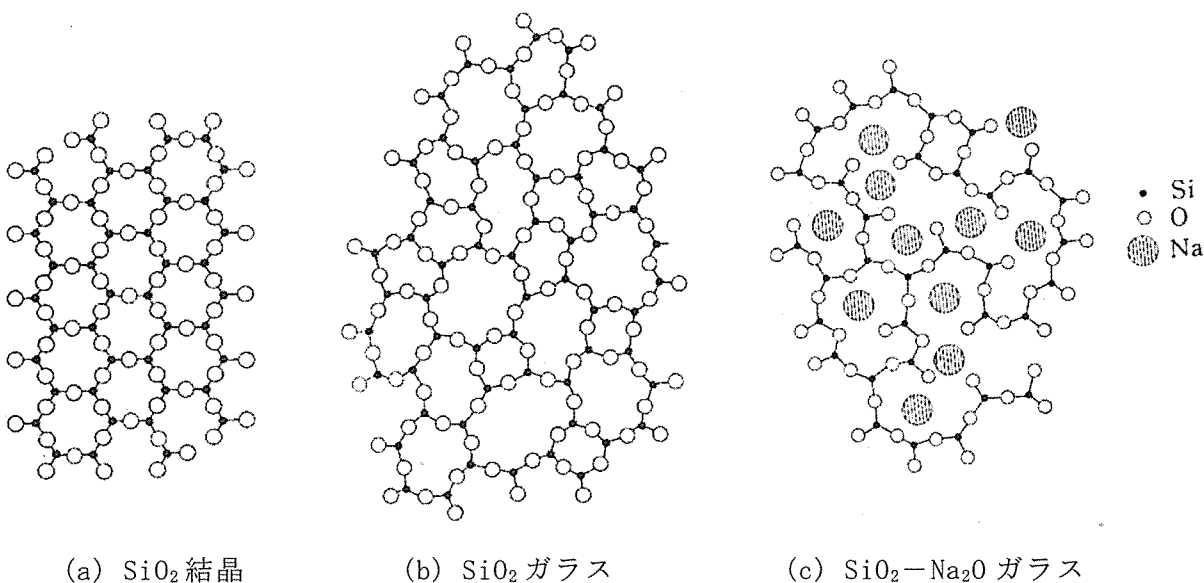
問3 問2の対称な反射の場合、X 線の波長 λ 、入射角 α 、格子面間隔 d の間にどのような関係が成立するか。ただし、格子面の数は無限に多い場合を表す関係とすること。

問4 SiO_2 を主体とする無機物質の構造について考える。Si 原子は4つの O 原子を頂点とする四面体の中心に位置しており、この SiO_4 四面体が互いに O 原子を共有しながら連結して網目構造を形成している。次頁の図 (a) に示すように、結晶の場合はこの SiO_4 四面体が規則正しく配列しているのに対し、(b) のガラスでは化学組成が SiO_2 で同じであるものの、その配列が不規則となり、網目の形も歪んでいる。

X 線回折測定により得られる結果には、これら結晶とガラスではどのような特徴が現れるかを問3で回答した関係を踏まえて説明せよ。

問5 Na_2O を SiO_2 に加えたガラスをつくと、O 原子数が Si 原子数の 2 倍以上となるので、次頁の図(c)のように、1 個の O 原子が 1 個の Si 原子にしか占有されていない箇所が現れるようになる。この結果、網目が切れて末端の酸素は負の電荷を持つことになる。そこで Na^+ イオンがこの負電荷を補償して網目の隙間に入り、網目構造が開放的となる。

ガラス組成を $x\text{Na}_2\text{O} \cdot (100-x)\text{SiO}_2$ (mol%) としたとき、ガラス中の Si 原子数 N_{Si} , O 原子数 N_{O} とすると、両者の比 $N_{\text{O}}/N_{\text{Si}} = R$ は x を用いて a と表せる。もし Na_2O を過剰に増やして、 SiO_4 四面体のすべての O 原子がその中心の Si に占有されていた場合（つまり、 $R = 4$ のとき）には、網目が全く形成されずガラスにはならない。このときの x の値を求めると b (mol%) である。a, b にそれぞれ式と数値を入れよ。



(SiO_4 四面体を二次元表示しているので、O が Si の真上あるいは真下にもう 1 個あると考えること)

— 専門試験 —

(生命・応用化学科)

問題 J

問題 1 次の(1)～(6)の問いについて答えよ。必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量 Mg:24, O:16, C:12、アボカドロ数： 6.00×10^{23} 、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$

(1) 塩化ナトリウム型構造 (図 a) における陽イオンと陰イオンの限界半径比を求めよ。

(2) 塩化セシウム型構造 (図 b) における陽イオンと陰イオンの限界半径比を求めよ。

(3) 塩化ナトリウム型構造の LiCl、NaCl、KCl の格子定数は、それぞれ 0.514、0.564、0.629 nm、塩化セシウム型構造の CsCl の格子定数は 0.412 nm である。Cl⁻のイオン半径を 0.181 nm として、アルカリ金属イオンのイオン半径をそれぞれ求めよ。

(4) 塩化ナトリウム構造の単位格子には陽イオンおよび陰イオンは何原子含まれるか。また、塩化ナトリウム構造の MgO の室温における格子定数は 0.420 nm である。MgO の密度を求めよ。

(5) ダイヤモンド構造 (図 c) の単位格子に含まれる原子の数を求めよ。また格子定数を 0.357 nm としたときの、ダイヤモンドの密度を求めよ。

(6) 単結晶 X 線構造解析により、MgO (Mg-O : 0.211 nm)、MgF₂ (Mg-F : 0.199 nm)、NaF (Na-F : 0.231 nm) の原子間距離が測定された。O²⁻イオン半径を 0.140 nm と定めた場合の、Mg²⁺、Na⁺、F⁻のイオン半径を求めよ。

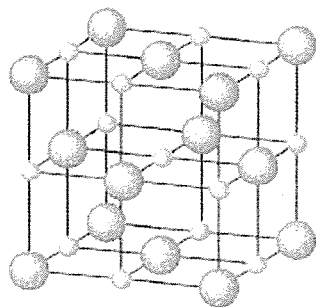


図 a : 塩化ナトリウム型構造

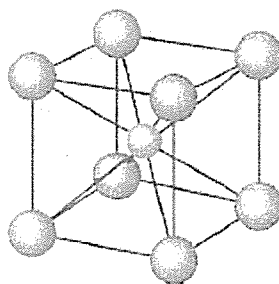


図 b : 塩化セシウム型構造

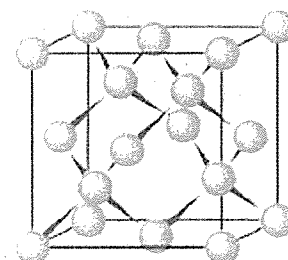


図 c : ダイヤモンド構造

問題2 酸化物の熱的特性について、正しいものを○、間違っているものを×とし、すべて答えよ。

- (a) ガラスの主成分である SiO_2 に Na_2O 、 CaO を添加すると熱膨張率は小さくなる。
- (b) 陽イオンの配位数の大きい酸化物ほど融点が高い。
- (c) 陽イオンと陰イオンの比が 1:1 に近いほど、あるいは単純な組成ほど融点が高い。
- (d) イオン結合性物質のほうが共有結合性物質より熱膨張率が小さい。
- (e) 配位数が大きくなるほど熱膨張率が大きくなる。
- (f) 陽イオンの質量が小さい軽元素によって構成された物質ほど熱伝導性が高くなる。
- (g) 結晶中での格子欠陥、焼結体組織中の気孔、粒界、析出物などは、フォノンの伝播を促進し熱伝導性を向上させる。
- (h) 陽イオンの陰イオンに対する配位が球対称に近いほど融点が高い。
- (i) 原子の充填率が高く密な結晶ほど、温度上昇にともなう格子振動が抑制され結晶全体に広がりにくい。
- (j) 結晶中での格子欠陥の存在は融点を下げる。