

令和6年度

長崎県立大学 一般選抜（前期日程）入学試験

# 化学基礎・化学

## (90分)

### 注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の最終ページは、10ページです。  
試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答用紙は、4枚あります。  
監督者の指示に従って、解答用紙すべてに受験番号と氏名を正しく記入してください。
4. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 問題冊子には白紙のページがありますので、下書き用紙として利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

〔注意〕

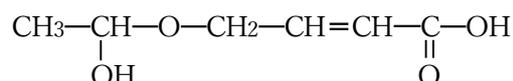
1. 計算に必要な場合は次の数値を用いなさい。

原子量： H=1.0 C=12 N=14 O=16 Cl=35.5 K=39 Ca=40 Fe=56 Cu=64

標準状態における気体 1mol の体積：22.4 L 水のモル凝固点降下： $K_f=1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$

ファラデー定数： $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

2. 構造式の記入例



第1問 次の[1]、[2]に答えなさい。

- [1] 結合および結晶に関する次の文を読み、問1、問2に答えなさい。

構成粒子が規則正しく配列した固体を結晶といい、イオン結晶、分子結晶、共有結合の結晶、金属結晶がある。イオン結晶としてはナトリウムイオンと塩化物イオンが( ① )的な引力によって結合してできた塩化ナトリウムの結晶が知られている。

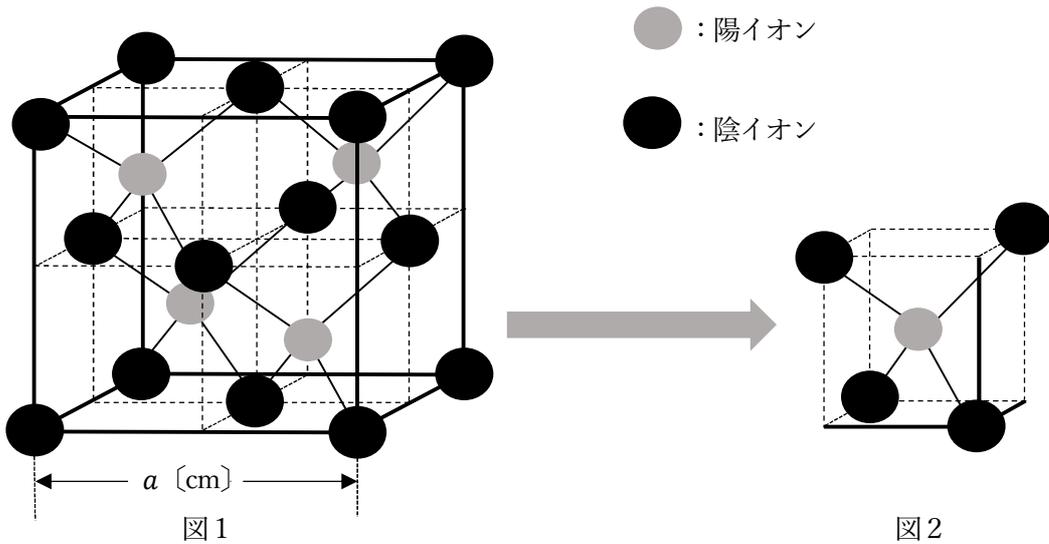
水分子は水素原子と酸素原子が互いに( ② )を出し合い共有結合してできた分子である。このとき共有されている電子対は( ③ )の大きい酸素原子側に引きつけられている。また、水分子はその分子の形が( ④ )形であるため、全体としては分子内に電荷のかたよりを生じた( ⑤ )分子である。分子結晶のなかにはヨウ素やナフタレンのように常温・常圧で固体から直接気体に状態を変化させる物質が存在する。この状態変化を( ⑥ )という。

ダイヤモンドはすべての炭素原子が共有結合によって結びついた共有結合の結晶であり、炭素原子が持つ4つの( ② )がすべて共有結合に使われている。

鉄や銅などの金属では、原子どうしが集まってそれぞれの最外電子殻が重なり合い、原子の( ② )はこれを伝って移動できるようになる。このような( ② )のことを( ⑦ )といい、( ⑦ )による金属原子どうしの結合を金属結合という。

- 問1 文中の空欄( ① )～( ⑦ )に適する語句等を答えなさい。

問2 図1はあるイオン結晶の陽イオンと陰イオンの配列を模式的に表した結晶格子である。結晶格子は立方体で、陽イオンと陰イオンはともに球体とする。陽イオンはこの結晶格子の内部に含まれ、陰イオンはこの結晶格子の各頂点と各面の中心にそれぞれ1個ずつ位置し、最も近接する陽イオンと陰イオンは互いに接している。図2は図1の結晶格子を8等分したときにできる立方体のうち、紙面右下手前の立方体の様子を表したものであり、中心の陽イオンは周囲の陰イオンと接している。このことについて、(1)~(4)に答えなさい。



- (1) 図1において、陰イオンだけの配列の結晶格子の名称を答えなさい。
- (2) 図1の結晶格子には何個分の陰イオンが含まれているか。その数を答えなさい。
- (3) このイオン結晶では、1個の陰イオンは何個の陽イオンと接しているか。その数を答えなさい。
- (4) この結晶格子の一片の長さを  $a$  [cm]、陽イオンのイオン半径を  $r^+$ 、陰イオンのイオン半径を  $r^-$  とすると、陽イオンと陰イオンのイオン半径の和  $r^+ + r^-$  [cm] を下の例にならって  $a$  を用いて答えなさい。

例  $\frac{\sqrt{5}}{7} a$

[2] コロイド溶液に関する次の文を読み、問3から問6に答えなさい。

(a)沸騰水に塩化鉄(III)水溶液を少しずつ加えたところ、赤褐色の水酸化鉄(III)のコロイド溶液が得られた。このとき得られた水酸化鉄(III)の粒子はろ紙は通過できるがセロハンのような(①)は通過できない。この程度の(b)大きさをもつ粒子のことをコロイド粒子という。

水酸化鉄(III)のコロイド溶液に横から強い光を当てると光の通路が輝いて見える。この現象を(②)という。また、このコロイド粒子を顕微鏡で観察するとコロイド粒子が不規則に運動しているのが見える。この不規則な運動を(③)という。

水酸化鉄(III)のコロイド溶液に二本の電極を浸し、直流電流を流すと水酸化鉄(III)のコロイド粒子は陰極の方に移動する。この現象を(④)という。また、水酸化鉄(III)のコロイド粒子は水との親和性が低い(⑤)コロイドであり、その水溶液に少量の電解質を加えると(c)沈殿を生じる。この現象を(⑥)という。

問3 文中の空欄(①)～(⑥)に適する語句等を答えなさい。

問4 文中の下線部(a)の反応を化学反応式で答えなさい。

問5 文中の下線部(b)について、コロイド粒子の直径として最も適する大きさを(ア)～(カ)より選び、その符号を答えなさい。

(ア)  $10^{-15} \text{ m} \sim 10^{-13} \text{ m}$     (イ)  $10^{-13} \text{ m} \sim 10^{-11} \text{ m}$     (ウ)  $10^{-11} \text{ m} \sim 10^{-9} \text{ m}$   
(エ)  $10^{-9} \text{ m} \sim 10^{-7} \text{ m}$     (オ)  $10^{-7} \text{ m} \sim 10^{-5} \text{ m}$     (カ)  $10^{-5} \text{ m} \sim 10^{-3} \text{ m}$

問6 文中の下線部(c)について、水酸化鉄(III)のコロイド溶液に沈殿を生じさせるのに最も有効なイオンを(ア)～(オ)より選び、その符号を答えなさい。

(ア)  $\text{Na}^+$     (イ)  $\text{Ca}^{2+}$     (ウ)  $\text{Al}^{3+}$     (エ)  $\text{Cl}^-$     (オ)  $\text{SO}_4^{2-}$

[余白]

※問題は次のページに続きます。

第2問 次の[1]、[2]に答えなさい。

[1] 次の〔実験〕を行い発生した酸素を捕集した。このことについて、問1から問6に答えなさい。

〔実験〕：塩素酸カリウム( $\text{KClO}_3$ )と酸化マンガン(IV)の混合物を加熱したところ、塩素酸カリウムは分解し塩化カリウムと酸素が生成した。

問1 この〔実験〕で使用した酸化マンガン(IV)は、反応の前後でそれ自身は変化しないが反応の速さに影響を与える物質である。このようなはたらきをする物質を何というか。その名称を答えなさい。

問2 この〔実験〕の反応を化学反応式で答えなさい。

問3 この〔実験〕において、反応の前後における塩素原子の酸化数の変化を下の例にならって答えなさい。



問4 酸素の捕集方法として最も適するものを(ア)～(ウ)より選び、その符号を答えなさい。ただし、空気は窒素と酸素が体積比4：1でできているものとする。

(ア)上方置換      (イ)水上置換      (ウ)下方置換

問5 この〔実験〕で酸素を発生させる際に使用するガラス器具またはその組み合わせとして最も適するものを(ア)～(オ)より選び、その符号を答えなさい。ただし、ガラス管やゴム栓等の接続器具および加熱装置等は除く。

(ア)試験管      (イ)集気びん      (ウ)キップの装置  
(エ)ピーカーと三角ろうと      (オ)フラスコと滴下ろうと

問6 標準状態に換算して 336mL の酸素を発生させるのに必要な塩素酸カリウムの質量〔g〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

[2] 周期表の1族、2族の元素およびその化合物に関する次の文を読み、問7から問10に答えなさい。

周期表の1族に属するLiやNa、Kなどの金属元素は、イオン化傾向が大きく、1価の陽イオンになりやすい。また、反応性が高く、(a)常温の水や空気と反応するため(①)中に保存される。水酸化ナトリウムはセッケンや紙、繊維などの製造に利用される有用な物質である。また、水酸化ナトリウムの固体を湿った空気中に放置するとまわりの水蒸気を吸収してその水に溶ける。この現象を(②)という。

炭酸ナトリウムは、(b)塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させたのち、二酸化炭素を通じて溶解度の小さな炭酸水素ナトリウムを析出させ、得られた炭酸水素ナトリウムを熱分解して製造される。原料である二酸化炭素やアンモニアの生成・回収・再利用などを含めた一連の工業的製法を(③)法という。また、炭酸ナトリウム十水和物を乾いた空気中に放置すると水和水の一部が失われ白色粉末状になる。この現象を(④)という。

周期表の2族に属するCaは同族のSrやBaなどと特に性質が似ていて、これらはまとめて(⑤)金属と呼ばれている。炭酸カルシウムを熱分解すると酸化カルシウムと二酸化炭素が生成する。得られた酸化カルシウムは(⑥)性酸化物で塩酸と反応する。

硫酸カルシウム二水和物を120~140°Cに加熱して得られる白色粉末状の焼きセッコウは、建築材料や医療用ギプスなどに利用されている。

塩化カルシウム無水物は、水酸化ナトリウムと同様、湿った空気中でまわりの水蒸気を吸収してその水に溶ける。また、(c)塩化カルシウムは融雪剤としても利用されている。

問7 文中の空欄(①)~(⑥)に適する語句等を答えなさい。

問8 文中の下線部(a)について、金属ナトリウムと水の反応を化学反応式で答えなさい。

問9 文中の下線部(b)の反応を化学反応式で答えなさい。

問10 文中の下線部(c)について、水200gに塩化カルシウム55.5gを完全に溶かした水溶液の凝固点〔°C〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。ただし、水溶液中で塩化カルシウムは完全に電離しているものとする。

第3問 電気分解に関する次の文を読み、問1から問8に答えなさい。ただし、水溶液中には十分な量の銅(II)イオンが存在し、電気分解は理論通り行われるものとする。

図3のように、硫酸銅(II)水溶液を白金を電極に用いて、2.0 Aの直流電流で16分5秒間電気分解を行った。この電気分解について、問1から問5に答えなさい。

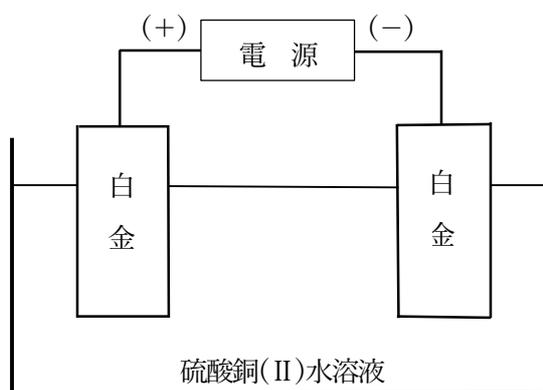


図3

問1 この電気分解で回路に流れた電子の物質量〔mol〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

問2 この電気分解において、①陽極、および②陰極それぞれの電極で起こる反応を電子( $e^-$ )を含むイオン反応式で答えなさい。

問3 この電気分解において、硫酸銅(II)水溶液中の(a)銅(II)イオン、(b)硫酸イオン、(c)水素イオンの濃度はそれぞれどのように変わったか。次の(ア)~(オ)より最も適するものを1つずつ選び、その符号を答えなさい。ただし、水溶液の体積は変化しないものとする。

(ア)少しずつ大きくなった。

(イ)最初小さくなったが、途中から大きくなった。

(ウ)変化しなかった。

(エ)最初大きくなったが、途中から小さくなった。

(オ)少しずつ小さくなった。

問4 この電気分解で発生した気体の標準状態における体積〔L〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

問5 この電気分解で析出した金属の質量〔g〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

次に、図4のように硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液を、不純物として鉄および銀、金を含む粗銅板を陽極に、純銅板を陰極に用いて、図3のときと同じ大きさの直流電流で同じ時間電気分解を行った。この電気分解では、陰極では図3のときと同じ変化が起きたが、陽極では粗銅板の質量が0.65g減少した。また、この電気分解では気体は発生せず、電気分解後に陽極の下に18mgの沈殿物が得られた。この電気分解について、問6から問8に答えなさい。

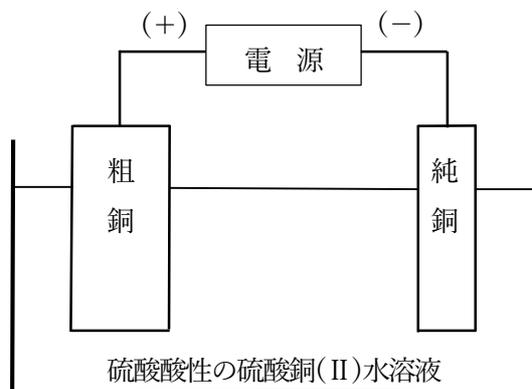


図4

問6 文中の下線部「沈殿物」は一般に何と呼ばれているか。その名称を答えなさい。

問7 この電気分解において、もし陽極の粗銅板中に不純物として鉛が含まれていた場合、鉛はどのように変化するか。鉛の変化について説明しなさい。

問8 陽極の粗銅板に含まれる銅の質量の割合〔%〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。ただし、粗銅板に含まれる鉄が変化する際にはすべて $\text{Fe}^{2+}$ に変化し、粗銅板には銅、鉄、銀、金が均一に存在するものとする。

#### 第4問 次の[1]、[2]に答えなさい。

[1] 有機化合物に関する次の文を読み、問1から問3に答えなさい。

炭素、水素、酸素だけからなる3種類のエステルA、B、Cはともに同じ分子式をもち、その分子量は100以下で分子内のエステル結合以外に酸素原子をもたない。

エステルAの66mgを元素分析装置を用いて完全燃焼させたところ、二酸化炭素132mgと水54mgが得られた。

エステルAを加水分解するとアルコールDとカルボン酸Eが得られた。このアルコールDを酸化するとカルボン酸Eが得られる。

エステルBとエステルCをそれぞれ加水分解したところ、エステルBからはアルコールFとカルボン酸Gが得られ、エステルCからはアルコールHと還元性をもつカルボン酸Iが得られた。また、アルコールFを酸化するとカルボン酸Iが得られる。一方、アルコールHを酸化して得られた化合物Jに、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると黄色の沈殿が生じた。

問1 エステルAの分子式を答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

問2 文中の①カルボン酸I、および②化合物Jの物質名をそれぞれ答えなさい。

問3 エステルA、B、Cをそれぞれ構造式で答えなさい。

[2] 糖類に関する次の文を読み、問4から問8に答えなさい。

糖類のなかで、グルコースやフルクトースのようにそれ以上加水分解されて簡単な糖を生じないものを単糖といい、マルトースのように1分子の糖から加水分解によって2分子の単糖を生じるものを二糖という。一般に、単糖は酵母菌などの酵素のはたらきによって(a) アルコール発酵が行われる。

2分子の単糖はそれぞれのもつ-OH基の脱水(①)により(②)結合を形成し二糖となる。この結合は単純なエーテル結合とは異なり特別な構造をもつ。二糖には、2分子のグルコースが結合した構造のマルトースやグルコースとガラクトースが結合した構造のラクトースなどがある。

単糖や二糖には(b) 還元性をもつものがあり、フェーリング液を還元して化学式(③)の赤色沈殿を生じるフェーリング液の還元やアンモニア性硝酸銀水溶液を還元して銀を遊離させる(④)反応などを示す。

問4 文中の空欄(①)~(④)に適する語句等を答えなさい。ただし、(③)には適する化学式を答えなさい。

問5 文中の下線部(a)について、グルコースを原料に用いたときの反応を化学反応式で答えなさい。

問6 文中の下線部(b)について、二糖のなかで還元性をもたないものを1つ、その物質名を答えなさい。

問7 糖類に関する(ア)~(オ)の記述のなかで誤りがあるものを1つ選び、その符号を答えなさい。

(ア)グルコースは水溶液中で環状構造と鎖状構造が平衡状態で存在する。

(イ)フルクトースは甘味が強く、蜂蜜や果実の中に存在する。

(ウ)デンプンにマルターゼを作用させるとマルトースが得られる。

(エ)グリコーゲン<sup>①</sup>は動物体内で合成されるエネルギーの貯蔵物質である。

(オ)セルロースは植物の細胞壁に含まれている。

問8 マルトースとラクトースの混合物を希硫酸で完全に加水分解したところ、グルコースとガラクトースが物質質量比4:1の割合で得られた。もとの混合物に含まれるラクトースの物質質量の割合〔%〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。