

令和5年 理工学群 総合型選抜

化 学 1/5

【解答にあたっての注意】

必要があれば、次の値を用いること。

原子量 : H 1.0, C 12, N 14, O 16, Na 23, Cl 35.5, Fe 56, Zn 65, Ag 108, Ba 137

Na<sup>+</sup>のイオン半径 :  $1.1 \times 10^{-8}$  cm, Cl<sup>-</sup>のイオン半径 :  $1.7 \times 10^{-8}$  cm

気体定数 :  $8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol), アボガドロ定数 :  $6.0 \times 10^{23}$  /mol

$\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$ ,  $\pi = 3.14$

I 次の文を読んで、問1～7に答えよ。

海水は身近にある混合物の1つであり、主成分は水と塩化ナトリウムである。水は純物質であるが、電気分解すると水素と酸素に分解できる。しかし、水素と酸素はこれ以上他の物質に分解できない。このようなものを（ア）という。それに対して、水のように2種類以上の純物質に分解できるものを（イ）という。オゾン（ア）であり、酸素とは互いに（ウ）である。

塩素原子は電子1個を受け取って塩化物イオンになりやすい。この時に放出されるエネルギーを（エ）という。塩素原子には $^{35}_{17}\text{Cl}$ と $^{37}_{17}\text{Cl}$ の（オ）がa天然に存在している。

0.10 mol/L の塩化ナトリウム水溶液が 300 mL ある。白金線をこの溶液に浸けてバーナーの外炎に入れると、b炎の色に変化が見られた。0.50 mol/L の硝酸銀水溶液を 30 mL 加えると、c白色沈殿が生じた。沈殿と溶液を d分離したのち、溶液から水を蒸発させて除いたところ、フラスコの中には e白色固体が残った。

問1 （ア）～（オ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線 a について、天然の存在比を最も簡単な整数比で求めよ。

問3 下線 b では炎の色は何色に変化したか。

問4 下線 c で生じた沈殿は何か。化学式で答えよ。

問5 下線 c の沈殿の質量を有効数字2桁で求めよ。ただし、加えた硝酸銀は全て反応して白色沈殿になったものとする。

問6 下線 d で用いる分離操作を何というか。

問7 下線 e の固体の質量を有効数字2桁で求めよ。ただし、固体の中には銀は全く含まれていないものとする。

Ⅱ 図1を見て，問1～8に答えよ。

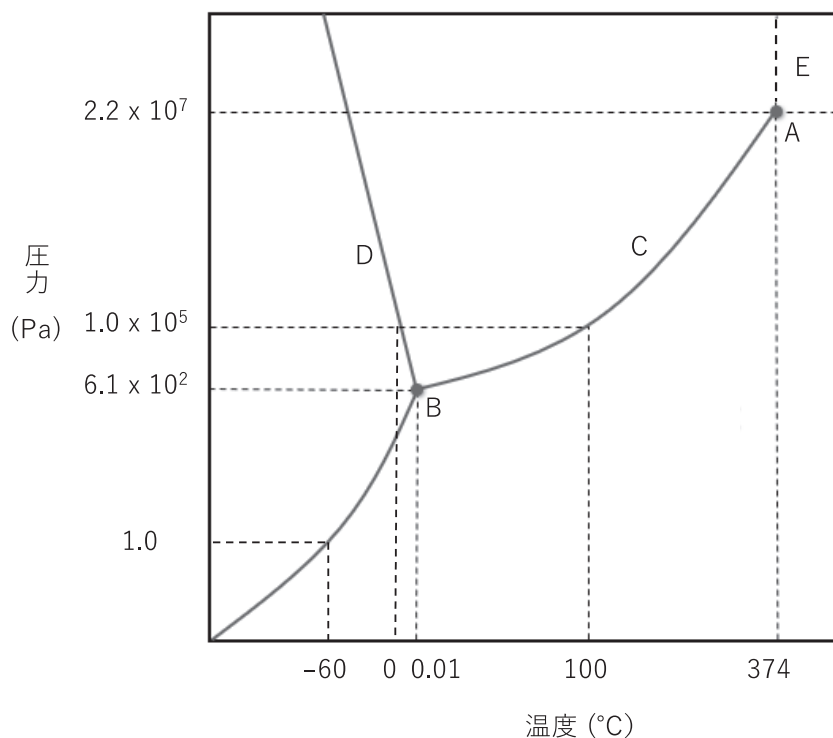


図1 水の状態図

- 問1 点Aおよび点Bの名称を答えよ。
- 問2 線Cおよび線Dの名称を答えよ。
- 問3 点Bおよび領域Eでは，それぞれ水はどのような状態であるか。
- 問4 1.0 Pa で $-80^{\circ}\text{C}$ から $150^{\circ}\text{C}$ まで温度を変えた場合，どのような変化が起こるか。  
また， $100^{\circ}\text{C}$ で $7.0 \times 10^2 \text{ Pa}$ から $4.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ まで圧力を変えた場合，どのような変化が起こるか。
- 問5 富士山の頂上で米を炊いたところ，生煮えになった。その理由を述べよ。
- 問6 沸騰とはどのような現象か。
- 問7  $\text{H}_2\text{S}$  (沸点： $-60^{\circ}\text{C}$ ) や  $\text{H}_2\text{Se}$  (沸点： $-41^{\circ}\text{C}$ ) に比べて，水の沸点は異常に高い。  
その理由を述べよ。
- 問8 氷は水に浮く。その理由を述べよ。

## Ⅲ 次の文を読んで、問1～5に答えよ。

結晶は決まった外形と（ア）をもっている。結晶の種類は、その構成原子や分子、それらの結合の仕方（種類）によって分類される。結晶をつくる粒子の規則正しい配列構造を（イ）という。（イ）の最小の繰り返し単位を単位格子という。結晶中の1個の粒子に着目し、最も近いところにある粒子の数を（ウ）という。金属結晶では、最密構造または少し隙間のある結晶構造をとる。ナトリウムの場合、体心立方格子をとり、（ウ）は8である。一方、アルミニウムやマグネシウムの結晶構造は、それぞれ面心立方格子と六方最密構造であり、それらの（ウ）は（エ）である。面心立方格子の単位格子内に粒子が占める体積の割合は体心立方格子よりも（オ）。塩化ナトリウムは、図2のナトリウムイオンと塩化物イオンからできたイオン結晶である。このイオン結晶はナトリウム金属結晶に比べて（ア）が高い。

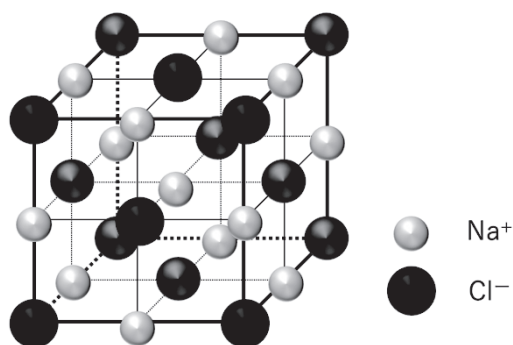


図2

- 問1 （ア）～（オ）に適切な語句を入れよ。
- 問2 ダイヤモンド、ナトリウムの結晶を構成する結合をそれぞれ答えよ。
- 問3 体心立方格子の充填率を有効数字2桁で求めよ。
- 問4 図2に示す単位格子からなる塩化ナトリウムの結晶の密度を、有効数字2桁で求めよ。
- 問5 ナトリウムの結晶と塩化ナトリウムの結晶に力を加えた際の違いを、理由とともに述べよ。

令和5年 理工学群 総合型選抜

化 学  $\frac{4}{5}$

IV 次の文を読んで、問1～5に答えよ。

コロイドはデンプンのような直径1～数百 nm におよぶ大きさの粒子が他の物質中に (ア) に分散している状態または物質をいう。分散しているコロイド粒子を分散質、分散させている物質を分散媒という。ビールの泡、シリカゲル、ゼリー、煙、**a**雲、墨汁などもコロイドである。寒天を温水に溶かすと流動性のあるコロイド溶液となる。これを冷却すると軟らかく弾性のある「ところてん」となる。同じ物質からなるコロイドでも流動性のあるものを (イ)、ないものを (ウ) という。硫黄などの無機物質が分散したコロイドを (エ) コロイドという。一方、サイズの大きいデンプンを水に溶かすと (オ) コロイドを与え、セッケンなどの界面活性剤を水に溶かすと (カ) コロイドを与える。

問1 (ア)～(カ) に適切な語句を入れよ。

問2 下線 **a** について、雲を構成する分散質と分散媒を答えよ。ただし、分散質は化学式で答えよ。

問3 デンプン水溶液に多量の電解質を加えた結果、沈殿が生じた。この際の電解質の役割を説明せよ。

問4 質量パーセント濃度 48.6%の塩化鉄(III)水溶液 1.00 g を沸騰している蒸留水に加え、かき混ぜることで 100 mL のコロイド水溶液を得た。このコロイド水溶液は透析後、水温 27°C で  $2.49 \times 10^2$  Pa の浸透圧を示した。この時、コロイド粒子 1 個に含まれる  $\text{Fe}^{3+}$  の平均個数を有効数字 2 桁で求めよ。

問5 問4 で得られたコロイド水溶液に強い光を当てると光の進路が明るく輝いて見えた。一方、スクロース水溶液ではこのような現象を示さなかった。その理由を述べよ。

令和5年 理工学群 総合型選抜

化 学  $\frac{5}{5}$

V 次の文を読んで、問1～6に答えよ。

塩化水素は（ア）価の強酸であることから、その水溶液である塩酸中には水素イオンと水分子が結合して生じる（イ）と塩化物イオンが等量で存在する。さらに、それぞれの物質質量は用いた塩化水素のものと等しい。塩化水素と塩基を混合すると（ウ）反応が起こる。実際に、a 塩化水素と水酸化バリウムによる反応を行ったところ、b 濃度がわからない水酸化バリウム水溶液 10 mL を完全に（ウ）するために 0.100 mol/L の塩酸 32.7 mL を要した。

0.100 mol/L の塩酸 1.0 L に亜鉛片 2.0 g を加えると、c 気体を発生しながら亜鉛片が消失していき、完全に反応が進行するまでに発生した気体の体積は標準状態（0°C,  $1.013 \times 10^5$  Pa）において（エ）L であった。一方、d 同じように塩酸に銅片を加えても何も起こらなかった。

- 問1 （ア）～（ウ）に適切な語句または数字を入れよ。ただし、（イ）は物質の名称を答えよ。
- 問2 同じモル濃度の塩酸と酢酸水溶液での水素イオン指数 pH の違いを、理由とともに述べよ。
- 問3 下線 a および c の反応を化学反応式で書け。
- 問4 下線 b の結果から、使用した水酸化バリウム水溶液 10 mL に含まれる溶質の質量と溶液のモル濃度をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。
- 問5 （エ）に入る値を有効数字2桁で求めよ。ただし、発生した気体は塩酸に溶解しないものとする。
- 問6 下線 d の理由を述べよ。