

# 2025 年度 一般選抜試験問題

## 化 学

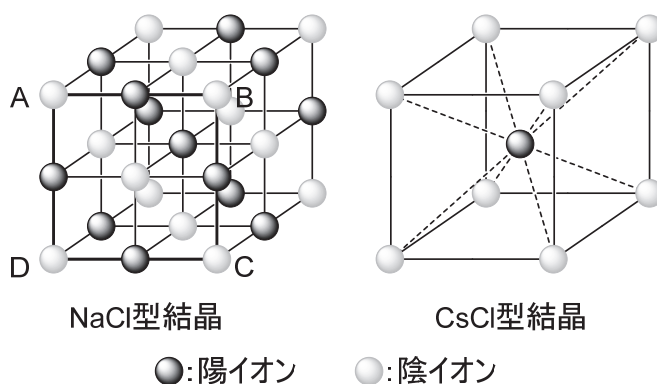
### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
- 2 この冊子の問題部分(Ⅰ～Ⅵ)は 12 ページある。落丁、乱丁、印刷不明の箇所がある場合には、手をあげて監督者にすみやかに申し出ること。
- 3 解答用紙の指定欄に受験番号を記入すること。
- 4 解答は解答用紙の指定欄に記入すること。
- 5 質問などがある場合には、手をあげて監督者に申し出ること。
- 6 試験終了後、解答用紙は裏返しておくこと。
- 7 試験終了後、受験票と問題冊子は忘れずに持ち帰ること。

I 次の記述を読み、下記の問いに答えよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

陽イオンと陰イオンが **ア** 力によってイオン結合を形成し、これが繰り返されることでイオンが規則正しく配列して生じた結晶をイオン結晶という。塩化ナトリウムでは図に示した NaCl 型結晶を形成する（図中のイオンは位置のみを示しており、実際は陽イオンと陰イオンが接している）。この結晶の構造は、その塩化物イオンの配置だけをみれば **イ** 格子になっており、塩化物イオンの隙間にナトリウムイオンが配置された結晶とみなすことができる。

イオン結晶では、陽イオンと陰イオンの接する数が多く、かつ、同符号の電荷をもつイオンどうしが離れていれば安定な状態を保てる。塩化ナトリウムの NaCl 型結晶では陽イオンが適度な大きさをもっており、陰イオンどうしは接していないが、塩の種類が異なり、陽イオンと陰イオンの半径の比 ( $r_+/r_-$ ) が小さくなると陰イオンどうしが接触してしまい、不安定になってしまう。NaCl 型結晶の形成が可能な最小の  $r_+/r_-$  は、面 ABCD において、陰イオンどうしが接触していて、その隙間に陽イオンがちょうど接触している状態から求めることができる。陽イオンと陰イオンの半径の比 ( $r_+/r_-$ ) が 0.732 より大きい場合は CsCl 型結晶の方が有利で安定な構造になる。



問 1 ア , イ に当てはまる適当な語句を記せ。

問 2 NaCl 型結晶と CsCl 型結晶それぞれの単位格子内に含まれる陽イオンと陰イオンの個数および、それらの配位数を記せ。

問 3 NaCl 型結晶が安定に保たれる最小の陽イオンと陰イオンの半径の比 ( $r_+/r_-$ ) を求め、有効数字 2 桁で記せ。

問 4 塩化ナトリウムの水溶液は電気伝導性を示すが、結晶のままでは電気伝導性を示さない。この理由を説明せよ。

Ⅱ 次の記述を読み、下記の問いに答えよ。ただし、原子量は  $H = 1.0$ ,  $C = 12$ ,  $O = 16$ ,  $Ca = 40$  とする。

一般に固体や液体を加熱すると、粒子の熱運動が激しくなり、固体は液体に、液体は気体に **ア** 変化する。例えば、氷を大気圧下で加熱していくと、水分子の熱運動が激しくなり、温度が融点に達すると **イ** が起こる。**イ** が始まると加えられた熱は水分子の配列を崩すだけに用いられるので、すべての氷が水になるまで温度は一定に保たれる。固体を液体に、あるいは液体を気体にするのに必要な熱量をそれぞれ **イ** 熱、**ウ** 熱という。一方、気体が液体に、あるいは液体が固体になるときに放出される熱量をそれぞれ **エ** 熱、**オ** 熱という。

結晶中に含まれる水を結晶水とよび、一般に水分子は結晶中の他の分子と水素結合している。結晶水を含む結晶をゆっくり加熱していくと、結晶の温度は上昇するが、ある温度に達すると加えられた熱量は結晶水が形成している水素結合を切断するエネルギーとともに、水の熱運動のエネルギーとして使われ、結晶水は水蒸気として放出される。一方、金属結晶や  $Al_2O_3$  の結晶は結晶水をもたず、加熱すると結晶の温度は一定速度で上昇する。

このことを確認するために図 1 のような装置を用いて実験を行った。基準物質には  $Al_2O_3$  の結晶、測定試料にはシュウ酸カルシウム水和物 ( $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ ) を用いて、電気炉で加熱した。このときの温度と質量の変化をそれぞれセンサーで記録した。その結果を図 2 に示す。

基準物質の  $Al_2O_3$  は測定している温度範囲では質量が変化せず、一定の速度で温度上昇した。

図 1

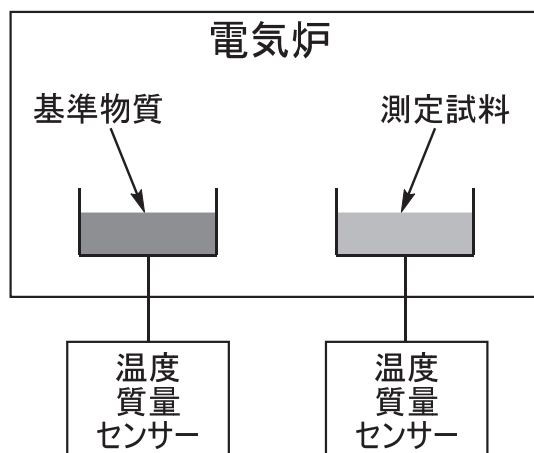
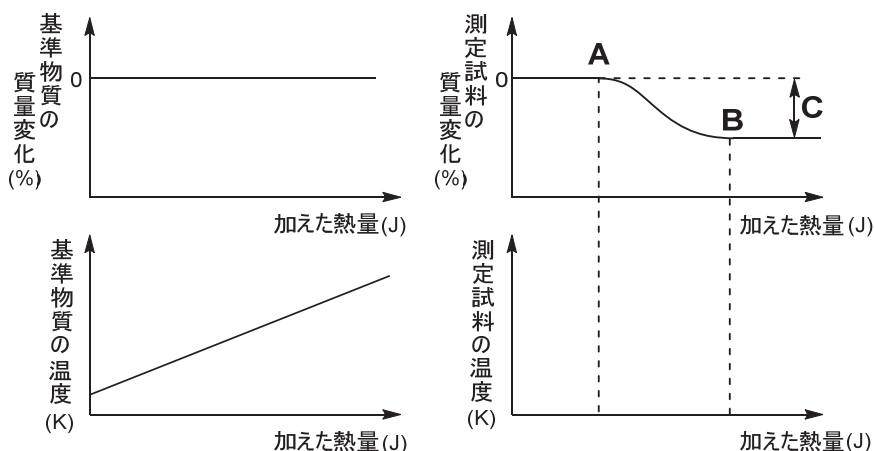


図2



問1 **ア** ～ **オ** に当てはまる適当な語句を記せ。また、**イ** ～ **オ** の変化のうち、吸収または放出される熱量が等しい組み合わせとして正しいものをすべて選び、番号で答えよ。

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1 イとウ | 2 イとエ | 3 イとオ |
| 4 ウとエ | 5 ウとオ | 6 エとオ |

問2 シュウ酸カルシウム一水和物 ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) の質量変化を示す曲線の点 **A** から **B** における質量の変化 **C** は何%か、小数点以下第1位まで求めよ。

問3 シュウ酸カルシウム一水和物 ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) の温度変化はどのようなになるか、その概略をグラフに記せ。

Ⅲ 次の記述を読み、下記の問いに答えよ。ただし、原子量は  $\text{Fe} = 56.0$ ,  $\text{O} = 16.0$  とする。

鉄は溶鉱炉の中で、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  と  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  を含む鉄鉱石を還元して得られる。鉄鉱石と **ア** およびコークスに高温の空気を送り込むと、酸素とコークスの反応によって生じた **イ** によって、鉄鉱石が還元される。こうして得られた鉄 ( $\text{Fe}$ ) は銑鉄とよばれる。銑鉄を転炉に移してさらに精錬すると、純度の高い鉄である **ウ** になる。

単体の鉄は希硫酸と反応して **エ** を発生しながら溶けるが、<sup>(a)</sup> 濃硝酸には溶けない。また、<sup>(b)</sup> 水に接したまま放置すると鉄は  $\text{Fe}^{2+}$  に酸化され、水に溶けている酸素は  $\text{OH}^-$  に還元される。

問 1 **ア** ～ **エ** に適当な語句、物質名を記せ。

問 2 溶鉱炉で  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  から  $\text{Fe}$  が生じる反応を化学反応式で記せ。

問 3 下線部 (a) の現象はなぜ起きるか、簡潔に説明せよ。

問 4 鉄成分として  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  のみを 95.0% 含む赤鉄鉱から、鉄 100 kg をつくるには、この赤鉄鉱が何 kg 必要か、整数値で記せ。

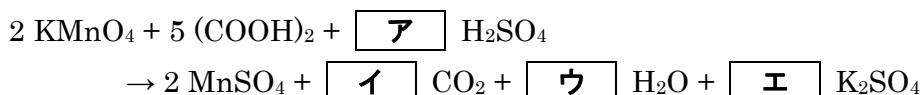
問 5 下線部 (b) の酸化反応と還元反応を、それぞれ電子を含む 2 つのイオン反応式で記せ。

#### IV 次の記述を読み、下記の問いに答えよ。

濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度を決定するために、濃度  $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  のシュウ酸水溶液を用いて以下の実験を行った。

(a) 濃度  $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  のシュウ酸水溶液 20.0 mL をコニカルビーカーに正確に量りとり、 $6 \text{ mol/L}$  の (b) 硫酸水溶液を約 20 mL 加えて酸性とし、水を加えて液量を約 70 mL にした。この溶液を約  $70^\circ\text{C}$  に温め、かき混ぜながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液をゆっくり滴下し、滴定を行った。過マンガン酸カリウム水溶液を 15.0 mL 滴下したとき、(c) 溶液の色に変化が見られたため、滴定の終点とした。

なお、この滴定の化学反応式は以下のとおりである。



問1 下線部 (a) でシュウ酸水溶液を量り取るのに用いる器具の名称を記せ。

問2 この滴定の化学反応式の  $\boxed{\text{ア}}$  ～  $\boxed{\text{エ}}$  に入る係数を記せ。なお、係数がない場合は「1」を記せ。

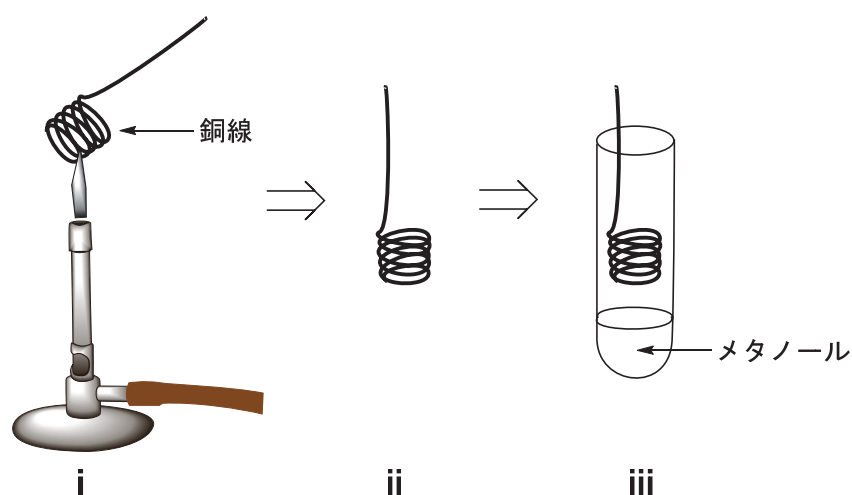
問3 下線部 (b) で溶液を酸性とするのに、塩酸でなく硫酸水溶液を用いるのはなぜか、簡単に説明せよ。

問 4 下線部 (c) の溶液の色の变化を示せ。

問 5 上記の過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度を有効数字 3 桁で記せ。



V 銅線とメタノールを使って次の実験を行なった。下記の問いに答えよ。



**操作 i** : コイル状に巻いた銅線をガスバーナーの炎の中に入れてコイル全体が赤くなるまで加熱した。

**操作 ii** : 炎の中から**操作 i** の銅線を出し，空気に触れさせた。

**操作 iii** : 試験管に入れたメタノールの蒸気に，**操作 ii** の銅線を熱いうちに近づけた。

問 1 **操作 ii** で起こる銅の変化を示す反応式を記せ。

問 2 **操作 iii** を行ったところ刺激臭のある気体が生じるとともに，銅線の色が変化した。このときに起きた化学反応を反応式で記せ。

問 3 操作 ii の後の銅線の色, および操作 iii の後の銅線の色を次の 1~5 からそれぞれ選び, 番号で答えよ。

1: 黒      2: 青      3: 青白      4: 緑      5: 赤

問 4 次の記述を読み, 問い (a・b) に答えよ。

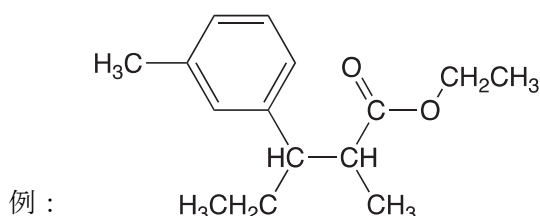
操作 iii でメタノールから生じる物質 **A** の水溶液は通常中性を示し, **A** が約 37%含まれる水溶液を ア とよぶ。ア を長く保存すると **A** が重合した物質や, 酸性を示す イ に変化することがある。

a ア と イ に当てはまる名称を記せ。

b **A** の水溶液中に イ が生じたかどうかを以下の試薬を用いて確認したい。用いる試薬を次の 1~5 から選び, 番号で答えよ。また, その方法と期待される現象を簡潔に記せ。

試薬    1: アンモニア性硝酸銀水溶液  
         2: ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液  
         3: 臭素水  
         4: 希塩酸  
         5: 炭酸水素ナトリウム水溶液

**VI** 次の記述を読み、以下の問いに答えよ。ただし、原子量は  $C = 12$ ,  $H = 1.0$ ,  $O = 16$  とし、構造式は例にならって記せ。



**A** は分子式  $C_{22}H_{18}O_4$  で表わされ、エステル結合を 2 つもつ化合物である。**A** を水酸化ナトリウム水溶液で完全に加水分解した後、反応溶液をそのまま用いて以下の実験を行なった。なお、3 種類の化合物 (**B**, **C**, **D**) は、すべてベンゼン環を含み、**B** と **C** の分子式は同じである。

**実験 a** : 反応溶液をすべて分液ろうとに入れ、エーテルを加えた。よく振り混ぜたのち静置し、上層のエーテル層と下層の水層に分離した。エーテル層に **B** が含まれていた。

**実験 b** : **実験 a** で得られた水層に二酸化炭素を十分に通じたのち、エーテルを加えた。よく振り混ぜたのち静置し、上層のエーテル層と下層の水層に分離した。エーテル層に **C** が含まれていた。

**実験 c** : **実験 b** で得られた水層に塩酸を pH が 2 になるまで加えたのち、エーテルを加えた。よく振り混ぜたのち静置し、上層のエーテル層と下層の水層に分離した。エーテル層に **D** が含まれていた。

**実験 d** : **B** (54 mg) を完全燃焼させると、154 mg の二酸化炭素と 36 mg の水が生じた。

**実験 e** : **C** を適切な酸化剤で酸化すると無色の結晶 **E** が生じた。**E** に塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液を加えたところ赤紫色を呈した。

**実験 f :** **E** とメタノールに濃硫酸を加えて加熱すると **F** が生じた。**F** は特有の芳香をもち、消炎鎮痛剤として外用塗布薬などに用いられる。

**実験 g :** **D** を 230℃で加熱すると分子式  $C_8H_4O_3$  で示される **G** が生じた。

問 1 **B** および **D** の分子式を記せ。

問 2 **B** および **F** の構造式を記せ。

問 3 **D** には 2 つの置換基の位置関係により、**D** の他に 2 つの異性体が存在する。いずれか 1 つの構造式とその化合物名を記せ。

問 4 **実験 b** で起こっている反応を、**C** の構造変化がわかるように化学反応式で記せ。

問 5 **A** の構造式を記せ。

## 2025 年度 一般選抜試験 C 方式 化学 解答例

### I

問1 ア：クーロン、イ：面心立方

問2

	NaCl 型		CsCl 型	
	個数	配位数	個数	配位数
陽イオン	4	6	1	8
陰イオン	4	6	1	8

問3 0.41

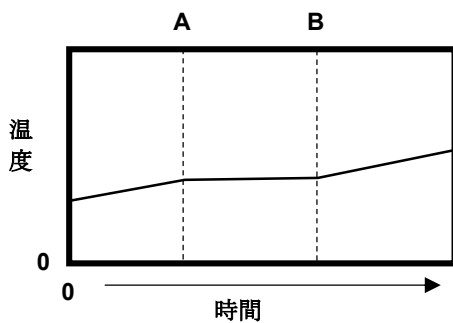
問4 結晶の状態では各イオンが自由に動けないから。

### II

問1 ア：状態    イ：融解    ウ：蒸発    エ：凝縮    オ：凝固  
熱量が等しい組み合わせ： 3 と 4

問2 12.3 (%)

問3



### III

問1 ア：石灰石    イ：一酸化炭素    ウ：鋼    エ：水素

問2  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

問3 緻密な酸化被膜をつくるため。 不動態を形成するため

問4 150 kg

問5 酸化反応： $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$  還元反応： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

## IV

問1 ホールピペット

問2 ア：3、イ：10、ウ：8、エ：1

問3 塩酸から発生する塩化物イオンが過マンガン酸イオンで酸化されてしまうから。

問4 無色から赤紫色に変化する。

問5  $2.67 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

## V

問1  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$

問2  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{HCHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

問3 操作ii：1（黒） 操作iii：5（赤）

問4 **ア**：ホルマリン、**イ**：ギ酸

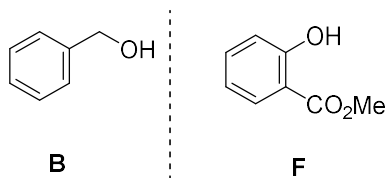
問5 試薬：5（炭酸水素ナトリウム水溶液）

方法と結果：試薬を加え発泡したらギ酸ができています。

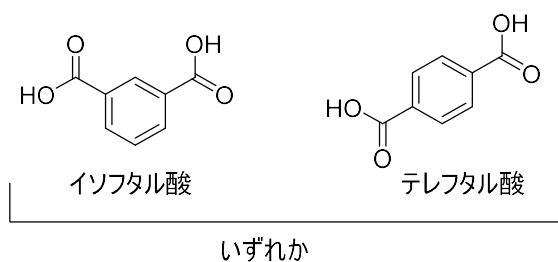
## VI

問1 Bの分子式： $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$  Dの分子式： $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$

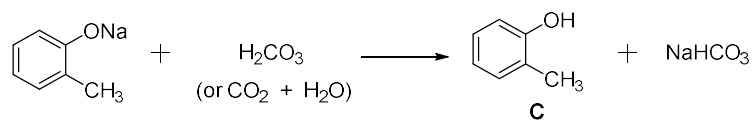
問 2



問 3



問 4



問 5

