

2023 年度入学試験問題

理 科(化学)

(60 分)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子は開かないでください。
2. この問題冊子は 6 ページあります。試験中、ページの脱落等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
解答用紙(マークシート)の汚れなどに気づいた場合も、同様に知らせてください。
3. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、汚したりしないでください。
4. 解答は、すべて解答用紙(マークシート)に記入し、解答用紙(マークシート)の枠外には、なにも書かないでください。
5. 試験問題は、問 1～問 30 まであります。
解答用紙(マークシート)には、問題番号が 1～50、選択肢が①～⑩まで印刷されていますが、解答にあたっては、各設問に指示された選択肢の数の中から選んで解答してください。
6. マークは必ず HB の黒鉛筆を使用し、訂正する場合は、完全に消してからマークしてください。
7. 監督者の指示に従って、解答用紙(マークシート)に解答する科目、受験番号をマークするとともに、受験番号および氏名を記入してください。
8. 解答する科目、受験番号、解答が正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要ならば、次の原子量および定数を用いなさい。

H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 S = 32

Cl = 35.5 Cu = 64

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4$ [C/mol]

I. 問1～問5に答えなさい。

問1 次のうち、単体はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 水 ② 硫酸 ③ オゾン
④ アンモニア ⑤ 塩化ナトリウム

問2 少量の硫酸銅(Ⅱ)を不純物として含む固体の硝酸カリウムを熱水に溶かした後、冷却することで純粋な硝酸カリウムを取り出す方法はどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① ろ過 ② 蒸留 ③ 抽出
④ 再結晶 ⑤ 昇華

問3 次の組合せのうち、互いに同素体の関係にあるものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 銀 — 水銀
② 赤リン — 黄リン
③ 亜鉛 — 黒鉛
④ 一酸化炭素 — フラーレン
⑤ 二酸化炭素 — ダイヤモンド

問4 次のうち、アルゴン原子と同じ電子配置をとるイオンはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① Na^+ ② K^+ ③ F^- ④ Li^+ ⑤ Mg^{2+}

問5 ^{13}C に含まれる中性子の数はいくつか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 5 ② 6 ③ 7 ④ 8 ⑤ 9

Ⅲ. 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に関する問11～問15に答えなさい。

問11 白色固体の無水硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 2 g を水 100 g に溶かして得られた硫酸銅(Ⅱ)水溶液は何色か。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 赤紫色 ② 淡桃色 ③ 黄色
④ 緑色 ⑤ 青色

問12 硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 10 g を水 100 g に溶かして得られた硫酸銅(Ⅱ)水溶液の質量パーセント濃度は何%か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 0.10 ② 5.8 ③ 6.4 ④ 9.1 ⑤ 10

問13 硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 10 g を水 100 g に溶かして得られた硫酸銅(Ⅱ)水溶液の質量モル濃度は何 mol/kg か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 0.040 ② 0.36 ③ 0.39 ④ 0.40 ⑤ 3.6

問14 0.50 mol/kg 硫酸銅(Ⅱ)水溶液の大気圧(1.013×10^5 Pa)下での沸点は何℃か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、水のモル沸点上昇は $0.52 \text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$ であり、硫酸銅(Ⅱ)は完全に電離しているものとする。

- ① 99.6 ② 100.0 ③ 100.2 ④ 100.5 ⑤ 105.0

問15 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に白金電極を2本入れて電圧をかけ、電気分解を行なった。このとき、陽極付近で起こった変化として正しいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 水素が発生した。
② 酸素が発生した。
③ 銅が析出した。
④ 硫黄が析出した。
⑤ 何も起こらなかった。

IV. 問 16～問 20 に答えなさい。

問16 炭素(黒鉛) 6.0 g を完全燃焼させたときの発熱量は 196 kJ であった。炭素(黒鉛)の燃焼熱は何 kJ/mol か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 2.0×10^2 ② 3.9×10^2 ③ 5.9×10^2
④ 7.8×10^2 ⑤ 9.8×10^2

問17 0℃の水 360 g を 100℃の水蒸気にするために必要な熱量は何 kJ か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、0℃における水の融解熱は 6.0 kJ/mol, 100℃における水の蒸発熱は 41 kJ/mol, 水(液体)の比熱は 4.2 J/(g·K)とする。

- ① 5.5×10^2 ② 1.1×10^3 ③ 2.2×10^3
④ 3.3×10^3 ⑤ 4.4×10^3

問18 塩化銅(Ⅱ) CuCl_2 水溶液を白金電極を用いて、0.50 A の一定電流で 16 分 5 秒間電気分解した。陰極で析出した銅は何 g か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 0.053 ② 0.079 ③ 0.16 ④ 0.24 ⑤ 0.32

問19 2.0×10^{-2} mol/L の酢酸水溶液における水素イオン濃度は何 mol/L か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、酢酸の電離度は 5.0×10^{-2} とする。

- ① 1.0×10^{-3} ② 2.0×10^{-3} ③ 3.0×10^{-3}
④ 4.0×10^{-3} ⑤ 5.0×10^{-3}

問20 1.0×10^{-1} mol/L の酢酸水溶液における pH はいくらか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、酢酸の電離定数 $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とし、 $\sqrt{2.7} = 1.6$, $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

- ① 1.8 ② 2.8 ③ 3.8 ④ 4.8 ⑤ 5.8

V. 金属イオンの分離に関する問21～問25に答えなさい。

Ag^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ , Zn^{2+} を含む水溶液から、各イオンを(1)～(4)の操作により分離した。

- (1) 塩酸を加えたのち、沈殿Aとろ液Bに分離した。
- (2) ろ液Bに過剰のアンモニア水を加えたのち、沈殿Cとろ液Dに分離した。
- (3) ろ液Dに硫化水素を通じたのち、沈殿Eとろ液Fに分離した。
- (4) ろ液Fに炭酸アンモニウム水溶液を加え、沈殿Gとろ液Hに分離した。

問21 沈殿Aの化学式はどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- | | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| ① AgCl | ② CaCl_2 | ③ FeCl_3 |
| ④ NaCl | ⑤ ZnCl_2 | |

問22 沈殿Cの化学式はどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- | | | |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① Ag_2O | ② $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | ③ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ |
| ④ NaOH | ⑤ $\text{Zn}(\text{OH})_2$ | |

問23 沈殿Eは何色か。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- | | | |
|------|-------|------|
| ① 黄色 | ② 白色 | ③ 黒色 |
| ④ 青色 | ⑤ 赤褐色 | |

問24 沈殿Gの化学式はどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| ① Ag_2CO_3 | ② CaCO_3 | ③ FeCO_3 |
| ④ Na_2CO_3 | ⑤ ZnCO_3 | |

問25 ろ液Hを用いて炎色反応を行なったときに観察されるのは何色か。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 赤色 | ② 黄色 | ③ 赤紫色 |
| ④ 青緑色 | ⑤ 黄緑色 | |

