

2023 年度入学試験問題

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、7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. 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、次の原子量を用いなさい。

H = 1.0 C = 12 O = 16 Na = 23 S = 32 Cl = 35.5

I. 問1～問5に答えなさい。

問1 化合物どうしの組合せはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① アンモニア — 水 ② 水素 — 重水素 ③ 黒鉛 — 亜鉛
④ 酸素 — オゾン ⑤ 空気 — 窒素

問2 大気圧 (1.013×10^5 Pa) における水の状態変化の説明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 氷を加熱することで液体の水になる変化を、昇華という。
② 加熱により 0°C の氷がすべて液体の水になるまで、温度は上昇し続ける。
③ 液体の水の温度を下げることで氷になる変化を、凝縮という。
④ 液体の水を加熱することで液体内部から水蒸気が発生する変化を、蒸発という。
⑤ 加熱により 100°C の液体の水がすべて水蒸気になるまで、温度は一定に保たれる。

問3 イオン半径が最も小さいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① Al^{3+} ② Ca^{2+} ③ K^+ ④ Mg^{2+} ⑤ Na^+

問4 オキシニウムイオン H_3O^+ と同じ分子の形に分類されるものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① H_2O ② NH_3 ③ NH_4^+ ④ CH_4 ⑤ CO_2

問5 結合の極性が最も大きいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお、各元素の電気陰性度を下表に示す。

各元素の電気陰性度

H	O	F	Cl	Br
2.2	3.4	4.0	3.2	3.0

- ① H—O ② H—F ③ H—Cl ④ H—Br ⑤ F—F

II. 問 6～問 10 に答えなさい。

問 6 塩酸とアンモニア水を用いた中和滴定を行うときに最適な指示薬はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① メチルオレンジ
- ② デンプン水溶液
- ③ フェノールフタレイン
- ④ 過マンガン酸カリウム
- ⑤ ブロモチモールブルー

問 7 モル濃度 9.0 mol/L 、密度 1.5 g/cm^3 の硫酸 H_2SO_4 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 50 ② 60 ③ 70 ④ 80 ⑤ 90

問 8 5.0 mol/L の塩化ナトリウム水溶液に、水を加えて希釈し、 0.25 mol/L の塩化ナトリウム水溶液を 200 mL 調製したい。このとき、 5.0 mol/L の塩化ナトリウム水溶液は最低何 mL 必要か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 5.0 ② 10 ③ 25 ④ 50 ⑤ 100

問 9 濃度未知の酢酸水溶液 20 mL を過不足なく中和するために、 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 12 mL 要した。この酢酸水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 6.0×10^{-3} ② 1.2×10^{-2} ③ 6.0×10^{-2}
- ④ 1.2×10^{-1} ⑤ 2.4×10^{-1}

問 10 窒素原子の酸化数が最も大きいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 一酸化窒素 ② 窒素 ③ アンモニア
- ④ 亜硝酸ナトリウム ⑤ 二酸化窒素

Ⅲ. 問 11～問 15 に答えなさい。

問 11 30 °C の水 54.0 g を 110 °C の水蒸気にする過程で吸収される熱量は何 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、水（液体）1.00 g を 1 K 上昇させるために必要な熱量は 4.20 J、水蒸気 1.00 g を 1 K 上昇させるために必要な熱量は 2.10 J、水の 100 °C での蒸発熱を 41.0 kJ/mol とする。

- ① 15.9 ② 17.0 ③ 58.0 ④ 99.0 ⑤ 140

問 12 水 500 g に塩化ナトリウム NaCl 1.76 g を溶かした水溶液の凝固点は何 °C か。
最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、水の凝固点を 0 °C とし、水のモル凝固点降下を 1.85 K·kg/mol とする。

- ① -0.01 ② -0.06 ③ -0.11 ④ -0.56 ⑤ -1.08

問 13 硝酸カリウムの水への溶解度は 80 °C で 169、20 °C で 32 である。80 °C における硝酸カリウムの飽和水溶液 100 g を 20 °C に冷却すると何 g の硝酸カリウムが析出するか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 11.9 ② 30.8 ③ 32.0 ④ 50.9 ⑤ 137

問 14 金属とその構造に関する次の記述のうち誤っているものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 金属原子の価電子は、特定の原子内にとどまらず結晶内のすべての原子に共有される形で、結晶中を自由に動き回ることができる。
② 銀は銅と比べて熱伝導性や電気伝導性が大きい。
③ 水銀は室温常圧で唯一液体として存在する金属である。
④ 金属結晶には面心立方格子、六方最密構造以外に、体心立方格子をとるものもある。
⑤ 面心立方格子と六方最密構造では、六方最密構造の方が原子の充填率じゅうてんりつが大きい。

問 15 次の結晶のうち、分子結晶であるものはいくつあるか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

結晶：塩化ナトリウム、鉄、二酸化炭素、ヨウ素、ナフタレン

- ① 1 つ ② 2 つ ③ 3 つ ④ 4 つ ⑤ 5 つ

IV. 無機物質に関する問 16～問 20 に答えなさい。

問 16 マグネシウムイオン Mg^{2+} は何個の電子を持つか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 2 ② 8 ③ 10 ④ 18 ⑤ 20

問 17 次の 5 つの元素のうち遷移元素はいくつあるか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

元素：リチウム, 銀, クロム, 銅, ホウ素

- ① 1 つ ② 2 つ ③ 3 つ ④ 4 つ ⑤ 5 つ

問 18 次の 4 つの金属のうち濃硝酸に入れることで不動態を生じるものはいくつあるか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

金属：アルミニウム, 金, 鉄, 銅

- ① 1 つ ② 2 つ ③ 3 つ ④ 4 つ ⑤ なし

問 19 希塩酸を加えると沈殿を生じるイオンはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① Al^{3+} ② Cu^{2+} ③ Fe^{3+} ④ Pb^{2+} ⑤ Zn^{2+}

問 20 $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の硝酸銀水溶液 500 mL と、表に示す濃度の塩化ナトリウム水溶液 500 mL を混合する実験ア～エを行った。実験ア～エのうち沈殿を生じるものはいくつあるか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、塩化銀の溶解度積を、 $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ とする。

	塩化ナトリウム水溶液の濃度 [mol/L]
実験ア	3.6×10^{-7}
実験イ	3.6×10^{-5}
実験ウ	3.6×10^{-3}
実験エ	3.6×10^{-1}

- ① 1 つ ② 2 つ ③ 3 つ ④ 4 つ ⑤ なし

V. 問 21～問 25 に答えなさい。

問 21 次の記述ア～オのうち、正しいものはいくつあるか。正しい記述の数を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ア 4種の異なる原子または原子団が結合している炭素原子を不斉炭素原子という。
- イ 不斉炭素原子を1つだけもつ化合物では、実像と鏡像は互いに重ね合わせるができない。
- ウ 鏡像異性体どうしはある種の光(偏光)に対する性質が異なる。
- エ 鏡像異性体どうしは生物に対する作用が異なることがある。
- オ 鏡像異性体どうしは一般的に融点が等しい。

① 1 つ ② 2 つ ③ 3 つ ④ 4 つ ⑤ 5 つ

問 22 分子式 C_4H_8 のアルケンには異性体がいくつ存在するか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

① 2 つ ② 3 つ ③ 4 つ ④ 5 つ ⑤ 6 つ

問 23 分子内にアミド結合をもつ分子はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① アニリン ② サリチル酸 ③ アセトアニリド
- ④ 安息香酸 ⑤ ニトロベンゼン

問 24 エチレンを原料とする次の反応について正しいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

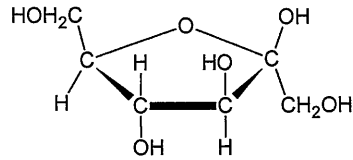
- ① 触媒存在下、水と反応するとエタノールが得られる。
- ② 塩酸と反応するとジクロロエタンが得られる。
- ③ 触媒存在下、水素と反応するとプロパンが得られる。
- ④ 3分子重合するとベンゼンが得られる。
- ⑤ 臭素と反応するとブロモエタンが得られる。

問 25 さらし粉水溶液を赤紫色に呈色させるものはどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① ナフタレン ② フェノール ③ 安息香酸
- ④ クロロベンゼン ⑤ アニリン

VI. 天然物に関する問 26～問 30 に答えなさい。

問 26 下の構造で示される糖はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。



- ① スクロース ② ガラクトース ③ セロビオース
④ フルクトース ⑤ セルロース

問 27 次の 5 つの糖のうち還元性を示すものはいくつあるか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

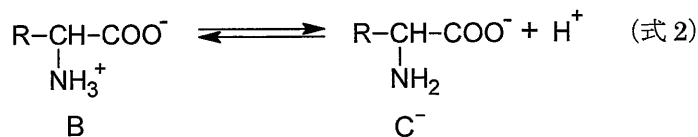
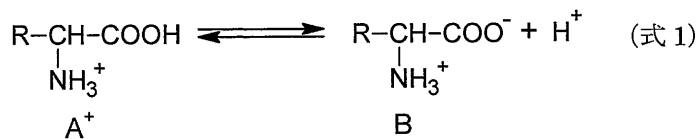
糖：グルコース，ガラクトース，フルクトース，セロビオース，マルトース

- ① 1 つ ② 2 つ ③ 3 つ ④ 4 つ ⑤ 5 つ

問 28 ベンゼン環をもつアミノ酸はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① アラニン ② グリシン ③ グルタミン酸
④ フェニルアラニン ⑤ リシン

問 29 あるアミノ酸の水溶液中では、陽イオン A^+ と双性イオン B との間に 式 1 で表わされる電離平衡が存在し、その電離定数は、 $K_1 = \frac{[B][H^+]}{[A^+]} = 5.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ である。また、双性イオン B と陰イオン C^- との間に 式 2 で表わされる電離平衡が存在し、その電離定数は、 $K_2 = \frac{[C^-][H^+]}{[B]} = 2.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ である。



K_1 と K_2 の積は、式 3 で表わされる各化学種の濃度の関数である。

$$K_1 \times K_2 = \frac{[B][H^+]}{[A^+]} \times \frac{[C^-][H^+]}{[B]} = \frac{[C^-][H^+]^2}{[A^+]} \quad (\text{式 3})$$

このアミノ酸水溶液に希塩酸を加えて pH を 5.0 に調整した。このとき、 C^- の濃度と A^+ の濃度の比 $\frac{[C^-]}{[A^+]}$ 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。

- ① 1.0×10^{-4} ② 1.0×10^{-2} ③ 1.0
④ 1.0×10 ⑤ 1.0×10^2

問 30 試料に水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、少量の硫酸銅(II)水溶液を加えることでタンパク質を検出する反応はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

① ヨードホルム反応 ② ビウレット反応 ③ ニンヒドリン反応
④ 銀鏡反応 ⑤ キサントプロテイン反応