

## 2022 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 10 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

Mg = 24      S = 32      Cl = 35.5      Cu = 63.5      Ag = 108

アボガドロ定数： $N_A = 6.0 \times 10^{23}$ [/mol]

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa·L/(K·mol)]

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、化合物はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 銅      ② 酸素      ③ 水      ④ 水素      ⑤ ナトリウム

問2 塩化ナトリウム水溶液から純粋な水を取り出す方法として最も適当なものを

①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 昇華      ② 抽出      ③ 再結晶      ④ ろ過      ⑤ 蒸留

問3 次のうち、ダイヤモンドと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 オゾン      ② 黒鉛      ③ 黄リン      ④ 酸素      ⑤ ゴム状硫黄

問4 白金線を塩化ナトリウム水溶液に浸してからガスバーナーの外炎に入れたとき、炎は何色を示すか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 黄      ② 黄緑      ③ 青緑      ④ 赤紫      ⑤ 赤

問5 次のうち、第一イオン化エネルギー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 He      ② Ne      ③ Ar      ④ Na      ⑤ C

Ⅱ. 物質の変化に関する問6～問10に答えなさい。

問6 次のa～cの物質量の大小関係として、最も適当なものを①～⑥のうちから一つ選びなさい。

a 塩化マグネシウム 114 g 中の塩化物イオンの物質量

b 標準状態で 33.6 L の酸素分子の物質量

c 水素原子  $1.20 \times 10^{24}$  個を含む水の物質量

- ①  $a > b > c$                       ②  $a > c > b$                       ③  $b > a > c$   
④  $b > c > a$                       ⑤  $c > a > b$                       ⑥  $c > b > a$

問7 メタン  $\text{CH}_4$  とプロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$  の混合気体 7.5 L を完全燃焼させるのに必要な酸素  $\text{O}_2$  は、30 L であった。この混合気体中のメタンとプロパンの体積比として、最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、体積はすべて標準状態での値とする。

- ① 1 : 1      ② 1 : 2      ③ 1 : 3      ④ 2 : 1      ⑤ 3 : 1

問8 酢酸は水中で以下の式のように電離する。これについての記述として、最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

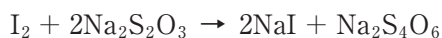
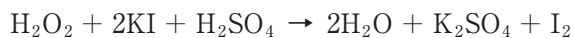


- ① アレニウスの定義によれば、 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  はいずれも酸である。  
② アレニウスの定義によれば、 $\text{CH}_3\text{COOH}$  は酸、 $\text{H}_2\text{O}$  は塩基である。  
③ ブレンステッド・ローリーの定義によれば、 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  はいずれも酸である。  
④ ブレンステッド・ローリーの定義によれば、 $\text{CH}_3\text{COOH}$  は酸、 $\text{H}_2\text{O}$  は塩基である。  
⑤ ブレンステッド・ローリーの定義によれば、 $\text{H}_2\text{O}$  は酸でも塩基でもない。

問 9 次の記述のうち、誤っているものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① ナトリウムは、常温で空気中の酸素と反応し、酸化物になる。
- ② 鉄は、常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気と反応して水素を発生する。
- ③ 水銀は、硝酸とは反応しないが、熱濃硫酸には反応して溶ける。
- ④ アルミニウムは、濃硝酸にほとんど溶けない。
- ⑤ 白金は、強力な酸化作用をもつ王水に溶ける。

問10 未知の濃度の過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  水 10 mL に過剰のヨウ化カリウム KI を硫酸酸性のもとで反応させたところ、ヨウ素  $\text{I}_2$  が遊離した。そこに 0.080 mol/L チオ硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液を加え、褐色がうすくなったら少量のデンプン溶液を加えて青紫色にした。 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液を 24 mL 加えたところで水溶液の青紫色が消えた。この反応は以下の式で示される。このとき用いた  $\text{H}_2\text{O}_2$  水に含まれている  $\text{H}_2\text{O}_2$  は何 mol か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。



- ①  $3.8 \times 10^{-5}$                       ②  $9.6 \times 10^{-4}$                       ③  $3.8 \times 10^{-3}$
- ④  $9.6 \times 10^{-2}$                       ⑤  $3.8 \times 10^{-1}$

Ⅲ. 問 11～問 15 に答えなさい。

問11 質量パーセント濃度 98 % の濃硫酸(密度  $1.8 \text{ g/cm}^3$ )を希釈して、 $2.0 \text{ mol/L}$  の希硫酸を  $1.0 \text{ L}$  つくりたい。濃硫酸は何 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 56                      ② 98                      ③  $1.1 \times 10^2$   
④  $2.0 \times 10^2$               ⑤  $3.5 \times 10^2$

問12 ある非電解質の化合物  $1.00 \text{ g}$  を水  $100 \text{ g}$  に溶かした水溶液の凝固点は  $-0.31 \text{ }^\circ\text{C}$  であった。この化合物の分子量はいくらか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、水のモル凝固点降下を  $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$  とする。

- ① 60.0      ② 120      ③ 180      ④ 342      ⑤ 504

問13 水(液)、二酸化炭素(気)の生成熱はそれぞれ、 $286 \text{ kJ/mol}$ 、 $394 \text{ kJ/mol}$  であり、エチレン(気)の燃焼熱を  $1412 \text{ kJ/mol}$  とする。エチレン(気)の生成熱は何  $\text{kJ/mol}$  か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、燃焼の際に生成する水は液体とする。

- ①  $-104$       ②  $-52$       ③  $-26$       ④  $+52$       ⑤  $+104$

問14 1気圧( $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )のもとで  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  の水  $90.0 \text{ g}$  を加熱して、すべて  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  の水蒸気とするとき水は何  $\text{kJ}$  の熱量を吸収するか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、水  $1.00 \text{ g}$  の温度を  $1.00 \text{ K}$  上げるのに必要な熱量を  $4.20 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の蒸発熱を  $41.0 \text{ kJ/mol}$  とする。

- ① 71.0      ② 79.0      ③ 205      ④ 235      ⑤ 243

問15 白金電極を用い、硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  水溶液を  $5.00 \text{ A}$  の電流で  $965$  秒間電気分解した。析出した銀の質量は何  $\text{g}$  か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 1.40      ② 2.70      ③ 5.40      ④ 10.8      ⑤ 16.2

IV. 問 16～問 20 に答えなさい。

問16 ハロゲン元素(F, Cl, Br, I)とその化合物の性質に関する記述のうち、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 ハロゲン元素の単体はいずれも二原子分子である。
- ② 臭素の単体は常温・常圧で赤褐色の液体である。
- ③ ハロゲンの酸化力の強さは、 $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ の順である。
- ④ ハロゲン化水素の水溶液の酸としての強さは、 $HI > HBr > HCl > HF$ の順である。
- ⑤ ハロゲン化水素の沸点は、 $HI > HBr > HCl > HF$ の順である。

問17 濃硫酸に関する記述のうち、酸化作用による反応はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 塩化ナトリウムに濃硫酸を加え、加熱すると塩化水素が生じる。
- ② スクロースに濃硫酸を加えると、スクロースから水分子が脱離し、炭化する。
- ③ 銅に濃硫酸を加え、加熱すると二酸化硫黄が発生する。
- ④ エタノールに濃硫酸を加え、 $160\sim 170\text{ }^\circ\text{C}$ で加熱するとエチレンが生じる。
- ⑤ 濃硫酸に湿った水素を通じると、乾燥した水素が生じる。

問18 硝酸に関する記述のうち、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 硝酸は熱や光により分解しやすく、褐色びんに入れて冷暗所に保存する。
- ② 濃硝酸は、発煙性を示す。
- ③ 濃硝酸は強い酸化力があり、銅、銀、金をよく溶かす。
- ④ 硝酸の工業的製法として、オストワルト法がある。
- ⑤ 濃硝酸と濃硫酸の混合物を混酸と呼び、芳香族化合物のニトロ化反応に用いられる。

問19 次の記述のうち、2族元素の化合物である硫酸カルシウムおよび硫酸バリウムの両方に該当するものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 医療用として、X線撮影の造影剤に用いられる。
- ② 水和物はセッコウとして、建築材料などに使われる。
- ③ 水への溶解度は、硫酸マグネシウムに比べて小さい。
- ④ 乾燥剤や融雪剤として用いられる。
- ⑤ 豆腐を製造する際の凝固剤として用いられる。

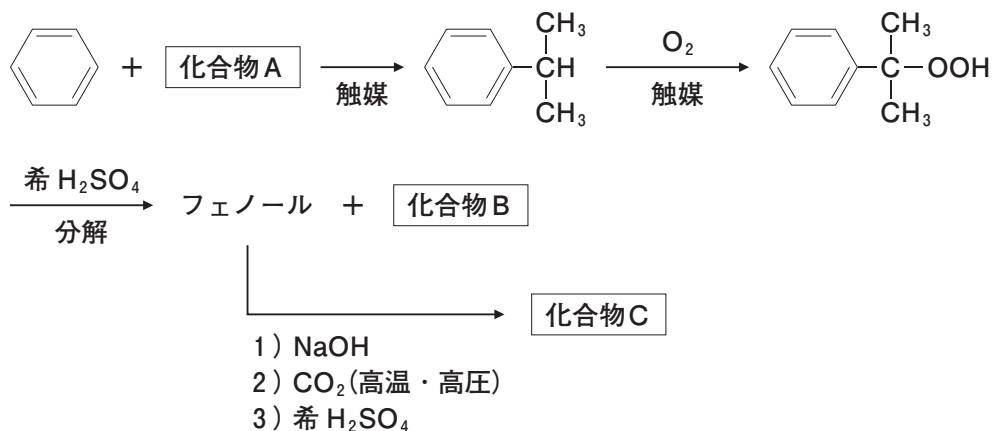
問20 工業的なアンモニアの製法であるハーバー・ボッシュ法は、四酸化三鉄を主成分とする触媒を用いて、窒素と水素から直接合成される。ハーバー・ボッシュ法により  $1.40 \times 10^4$  kg の窒素を消費して得られるアンモニアの質量は何 kg か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお、ハーバー・ボッシュ法では 1 mol の窒素から 2 mol のアンモニアが生成されるものとする。

- ①  $8.50 \times 10^3$
- ②  $1.20 \times 10^4$
- ③  $1.70 \times 10^4$
- ④  $2.35 \times 10^4$
- ⑤  $2.70 \times 10^4$

V. 次の記述を読み、問 21～問 25 に答えなさい。

ベンゼン環に(ア)が直接結合した化合物をフェノール類という。フェノールは、水にあまり溶けないが、わずかに電離し、その水溶液は(イ)を示す。フェノール類の多くは、(ウ)水溶液を加えると、青～紫色に呈色する。

フェノールは、工業的にはベンゼンからクメン法により合成されている。以下はクメン法の合成経路とフェノールから化合物Cを合成する操作について示している。



問21 ア～ウに入る語句の組合せとして、最も適当なものはどれか。①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	ヒドロキシ基	強い酸性	塩化鉄(Ⅲ)
②	ヒドロキシ基	弱い酸性	塩化鉄(Ⅲ)
③	ヒドロキシ基	強い酸性	塩化鉄(Ⅱ)
④	ヒドロキシ基	弱い酸性	塩化鉄(Ⅱ)
⑤	カルボキシ基	強い酸性	塩化鉄(Ⅲ)
⑥	カルボキシ基	弱い酸性	塩化鉄(Ⅲ)
⑦	カルボキシ基	強い酸性	塩化鉄(Ⅱ)
⑧	カルボキシ基	弱い酸性	塩化鉄(Ⅱ)



問22 化合物A, Bの組合せとして最も適当なものはどれか。①～⑥のうちから一つ選びなさい。

	化合物A	化合物B
①	プロパン	アセトン
②	プロパン	2-プロパノール
③	プロペン	アセトン
④	プロペン	2-プロパノール
⑤	プロピン	アセトン
⑥	プロピン	2-プロパノール

問23 クメン法を用いて、フェノールを470 kgつくるのに必要なベンゼンの質量は何 kg か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 160      ② 195      ③ 390      ④ 566      ⑤ 780

問24 フェノールの特徴として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 室温では特有のにおいのある無色の結晶であり、潮解性がある。  
② ナトリウムと反応して水素を発生する。  
③ ベンゼンより *o*-位や *p*-位で置換反応を受けやすい。  
④ 殺菌作用があり、消毒剤として用いられている。  
⑤ 水酸化ナトリウム水溶液には溶けない。

問25 化合物Cは何か。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① フタル酸      ② テレフタル酸      ③ サリチル酸  
④ アセチルサリチル酸      ⑤ サリチル酸メチル

VI. 問 26～問 30 に答えなさい。

問26 セルロース  $(C_6H_{10}O_5)_n$  は、 $\beta$ -グルコースが縮合重合したものである。648 g のセルロースにセルラーゼを反応させて加水分解し、二糖のセロビオース  $C_{12}H_{22}O_{11}$  を得た。これに十分な量のフェーリング液を加えて加熱したところ、酸化銅(Ⅰ)  $Cu_2O$  の沈澱を得た。この沈澱物の質量は何 g か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、還元性の糖 1 mol から酸化銅(Ⅰ) 1 mol が生成するものとする。

- ① 143            ② 286            ③ 429            ④ 572            ⑤ 715

問27 分子量  $4.05 \times 10^5$  のデンプンの重合度はいくらか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 250            ② 1000            ③ 1500            ④ 1750            ⑤ 2500

問28 アミノ酸およびタンパク質に関する記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ①  $\alpha$ -アミノ酸はひとつの炭素原子にアミノ基とカルボキシ基が結合しており、すべての  $\alpha$ -アミノ酸において、この炭素原子は不斉炭素原子である。
- ② アミノ酸は等電点より低い pH の緩衝液中で電気泳動すると、陰極側に移動する。
- ③ アミノ酸どうしのアミド結合を特にジスルフィド結合という。
- ④ 加熱により凝固したタンパク質に、多量の電解質を加えると再びもとに戻る。
- ⑤  $\alpha$ -ヘリックス構造や  $\beta$ -シート構造は、タンパク質の三次構造である。

**問29** 核酸に関する記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 核酸は、ヌクレオチドが付加重合して鎖状に多数結合したポリヌクレオチドである。
- ② DNA を構成する糖は、デオキシリボースおよびリボースである。
- ③ ヌクレオチドの塩基どうしの結合により、リボースが形成される。
- ④ DNA の構成塩基は、アデニン、ウラシル、グアニン、シトシンの4種である。
- ⑤ DNA の二重らせん構造では、塩基どうしが水素結合を形成している。

**問30** 高分子化合物に関する記述のうち、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 一般に重合度には幅があり、分子量は不均一なために平均分子量で表される。
- ② 高分子化合物の多くは明確な融点を示さない。
- ③ 高分子化合物の平均分子量は、その溶液の浸透圧を測定することで求まる。
- ④ 陽イオン交換樹脂には、正の電荷を有する高分子化合物が用いられる。
- ⑤ 天然ゴム(生ゴム)に硫黄を加えて加熱すると、架橋構造が生じる。