

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 14 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 40 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。

必要があれば、原子量として次の数値を用いなさい。

H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Na : 23 Mg : 24
Al : 27 S : 32 Cl : 35 Fe : 56 Cu : 64 Ag : 108

アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$, ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

問題 I. 次の問1～問8に答えなさい。

問1 硫化鉄(II) FeS 17.6 gは何 molか。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.17 mol ② 0.20 mol ③ 0.31 mol
④ 0.35 mol ⑤ 0.40 mol ⑥ 0.50 mol

問2 アルミニウム原子 Al 2.4×10^{23} 個は何 molか。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.24 mol ② 0.27 mol ③ 0.40 mol
④ 0.48 mol ⑤ 0.54 mol ⑥ 0.60 mol

問3 マグネシウム原子 Mg 1.8×10^{24} 個の質量は何 gか。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 30 g ② 40 g ③ 43 g
④ 60 g ⑤ 68 g ⑥ 72 g

問4 メタン CH_4 0.25 molの体積は、標準状態で何 Lとなるか。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、メタンは理想気体とする。

- ① 4.0 L ② 4.2 L ③ 4.8 L
④ 5.6 L ⑤ 6.0 L ⑥ 8.0 L

問5 ダイヤモンド 1.0 cm^3 に含まれる炭素原子の数は何個か。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、ダイヤモンドの密度は 3.5 g/cm^3 とする。

- ① 1.8×10^{23} 個 ② 3.0×10^{23} 個 ③ 3.5×10^{23} 個
④ 4.2×10^{23} 個 ⑤ 6.0×10^{23} 個 ⑥ 7.0×10^{23} 個

問 6 水酸化ナトリウム NaOH 2.0 g を水に溶解させ 200 mL の水溶液を調製した。この水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 2.5×10^{-2} mol/L ② 4.0×10^{-2} mol/L ③ 5.0×10^{-2} mol/L
④ 2.0×10^{-1} mol/L ⑤ 2.5×10^{-1} mol/L ⑥ 4.0×10^{-1} mol/L

問 7 質量パーセント濃度 28 % の濃アンモニア水 (NH_3 の水溶液) のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、濃アンモニア水の密度は 0.90 g/cm^3 とする。

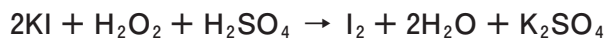
- ① 13 mol/L ② 14 mol/L ③ 15 mol/L
④ 16 mol/L ⑤ 17 mol/L ⑥ 18 mol/L

問 8 質量パーセント濃度 98 %、密度 1.8 g/cm^3 の濃硫酸 H_2SO_4 を水で希釈して 4.0 mol/L の希硫酸を 250 mL 調製した。使用した濃硫酸は何 mL か。最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 25 mL ② 44 mL ③ 56 mL
④ 60 mL ⑤ 72 mL ⑥ 98 mL

問題Ⅱ. 次の文章を読んで、問9～問13に答えなさい。

ヨウ化カリウム水溶液に硫酸で酸性にした過酸化水素水を加えると次の反応が起こる。



このとき過酸化水素は 剤としてはたらくことになる。反応にともない溶液の色はヨウ化物イオンの 色からヨウ素の 色へと変化する。

一方、硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると次の反応が起こる。



このとき過酸化水素は 剤としてはたらくことになる。反応にともない溶液の色は過マンガン酸イオンの 色からマンガン(Ⅱ)イオンの 色へと変化する。

問9 空欄 , に当てはまる適切な語句の組み合わせを下の選択肢

①～④の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

| | |
|---|---|
| A | B |
|---|---|

- | | | |
|---|----|----|
| ① | 酸化 | 酸化 |
| ② | 酸化 | 還元 |
| ③ | 還元 | 酸化 |
| ④ | 還元 | 還元 |

問10 空欄 , に当てはまる適切な語句の組み合わせを下の選択肢

①～④の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

| | |
|---|---|
| ア | イ |
|---|---|

- | | | |
|---|----|----|
| ① | 無 | 褐 |
| ② | 白 | 黒 |
| ③ | 褐 | 青紫 |
| ④ | 赤橙 | 緑 |

問11 空欄 , に当てはまる適切な語句の組み合わせを下の選択肢

①～④の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

| | |
|---|---|
| ウ | エ |
|---|---|

- | | | |
|---|----|-----|
| ① | 無 | 黒 |
| ② | 青 | 無 |
| ③ | 赤橙 | 緑 |
| ④ | 赤紫 | ほぼ無 |

問12 酸化と還元に関する下の選択肢①～④の文章の中から正しいものを一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 酸化還元反応において、酸化剤とは自分自身が酸化される物質のことである。
- ② 物質が水素と化合する反応は酸化である。
- ③ 金属イオンが金属の単体になるのは酸化である。
- ④ 酸化還元反応では、酸化された原子の酸化数の増加量の総和と還元された原子の酸化数の減少量の総和は等しい。

問13 下線の原子の酸化数を比較し、酸化数が最も大きいものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① $\underline{\text{S}}$ O₂
- ② H₂ $\underline{\text{S}}$
- ③ NO₂
- ④ HNO₃
- ⑤ N₂
- ⑥ NH₃

問題Ⅲ. 次の文章を読んで、問 14～問 22 に答えなさい。

河川水や湖沼水中の塩化物イオン Cl^- は、降水、岩石や土壌からの流出のほか、人間社会の排水に由来する。このため、塩化物イオンは、河川や湖沼の人為的汚染の有無を判断する材料となっている。そこで、ある河川の河口付近での水を試料水として採水し、この試料水に含まれる塩化物イオンの濃度を調べる実験を以下の手順で行った。

(手順 1) を用いて 25 mL の試料水を正確にはかりとり、100 mL の三角フラスコに入れた。ここで、溶液の pH は酸性に調整した。

(手順 2) 次に、三角フラスコを振り混ぜ、0.010 mol/L の硝酸銀標準溶液を から少しずつ滴下すると 色の沈殿が生成した。硝酸銀標準溶液をさらに滴下し、新たな沈殿が生成しなくなってから、さらに数 mL を過剰に加えた。ここまで滴下した硝酸銀標準溶液の体積は 15.00 mL であった。

(手順 3) その後、三角フラスコの内容物をよく振り混ぜて暗所に静置した。ここまで生成した沈殿をろ過して取り除き、この沈殿を洗浄した液は、ろ液と一緒に三角フラスコに集めた。

このようにして集めた溶液中に含まれる銀イオン Ag^+ を(手順 4)のようにして滴定し、その量から試料水中の Cl^- の濃度を求めることにした。

(手順 4) (手順 3)で集めた溶液に、指示薬として 色の鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} を含む酸性水溶液を少量加えた後、溶液をよく振り混ぜながら、0.010 mol/L のチオシアン酸カリウム(KSCN)標準溶液で滴定した。チオシアン酸イオン SCN^- は Ag^+ と難溶性の白色沈殿 AgSCN を生成する。溶液中の Ag^+ がすべて沈殿すると、 SCN^- は Fe^{3+} と錯イオンを形成する。このため、溶液は 色になる。振り混ぜても 色が消えなくなった点を滴定の終点とした。終点までに要した KSCN 標準溶液は 4.50 mL であった。

このようにして塩化物イオンの濃度を求める方法はフォルハルト法と呼ばれる。

問14 空欄 に当てはまる器具として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① メスフラスコ ② メスピペット ③ こまごめピペット
④ ホールピペット ⑤ ビーカー ⑥ ビュレット

問15 空欄 に当てはまる器具として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① メスフラスコ ② メスピペット ③ こまごめピペット
④ ホールピペット ⑤ ビーカー ⑥ ビュレット

問16 空欄 に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 濃 青 ② 白 ③ 黒
④ 紫 ⑤ 暗 赤 ⑥ 血 赤

問17 (手順3)で集めた溶液中に含まれる Ag^+ の物質量[mol]を計算し、最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 4.5×10^{-5} mol ② 1.5×10^{-4} mol ③ 2.0×10^{-4} mol
④ 4.5×10^{-4} mol ⑤ 1.5×10^{-3} mol ⑥ 2.0×10^{-3} mol

問18 (手順3)で生成した沈殿の質量[g]を計算し、最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 1.5×10^{-2} g ② 3.0×10^{-2} g ③ 4.5×10^{-2} g
④ 1.5×10^{-1} g ⑤ 3.0×10^{-1} g ⑥ 4.5×10^{-1} g

問19 空欄 に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 血 赤 ② 濃 青 ③ 黄 褐
④ 淡 緑 ⑤ 青 白 ⑥ 緑 白

問20 空欄 に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 血 赤 ② 濃 青 ③ 黄 褐
④ 淡 緑 ⑤ 青 白 ⑥ 緑 白

問21 (手順4)における指示薬として最も適切なものを下の選択肢①～③の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① FeCl_2 ② $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ③ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

問22 試料水中に含まれる Cl^- の濃度[mol/L]を計算し、最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 4.2×10^{-4} mol/L ② 1.4×10^{-3} mol/L ③ 4.2×10^{-3} mol/L
④ 1.4×10^{-2} mol/L ⑤ 4.2×10^{-2} mol/L ⑥ 1.4×10^{-1} mol/L

問題Ⅳ. 次の文章を読んで、問23～問27に答えなさい。

白金 Pt の金属板を陰極および陽極にして、硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液に 5.0 A の直流電流を一定時間流した。このとき、陽極では気体が発生し、陰極では「ある物質」が 3.2 g 析出した。

問23 陰極で起こる反応として最も適切な語句を下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 酸化 ② 還元 ③ 中和 ④ 放電 ⑤ 充電

問24 陰極に析出した「ある物質」として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① Pt ② Cu ③ H_2SO_4
④ SO_2 ⑤ CuSO_4 ⑥ H_2O

問25 電流を流した時間[s]を計算し、最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 96.5 s ② 121 s ③ 241 s
④ 483 s ⑤ 965 s ⑥ 1930 s

問26 陽極で発生した気体として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

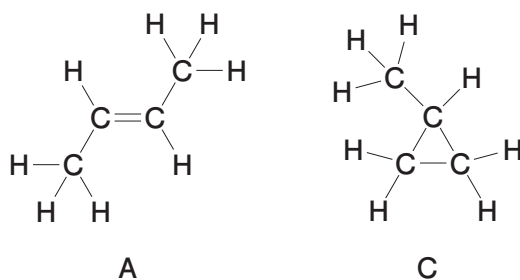
- ① H_2 ② O_2 ③ H_2S ④ SO_2 ⑤ NH_3 ⑥ NO_2

問27 陽極で発生した気体の標準状態での体積[L]を計算し、最も近い値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

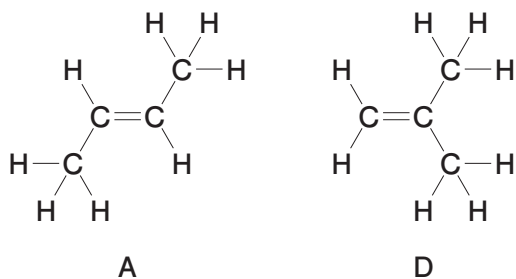
- ① 0.28 L ② 0.56 L ③ 1.1 L
④ 2.8 L ⑤ 5.6 L ⑥ 11 L

次ページ以降にも問題があります。

問30 下の化合物AとCの関係を問31の下の選択肢①～③の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



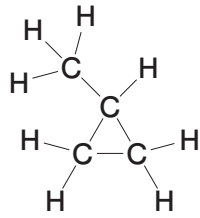
問31 下の化合物AとDの関係を下の選択肢①～③の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



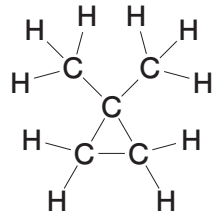
問29～問31に対する選択肢

- ① 構造異性体の関係
- ② 立体異性体の関係
- ③ 構造異性体の関係でも立体異性体の関係でもない

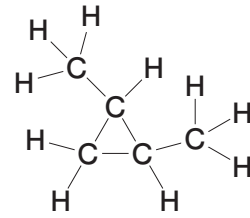
問32 不斉炭素原子をもつ化合物を下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



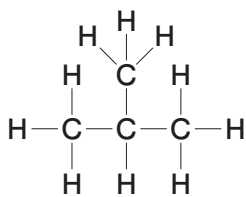
①



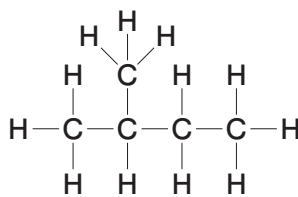
②



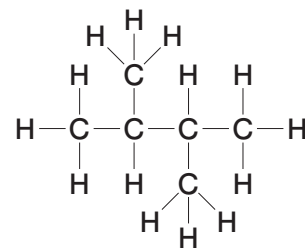
③



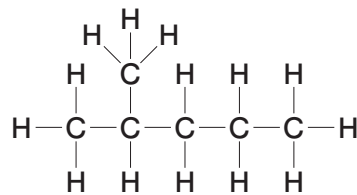
④



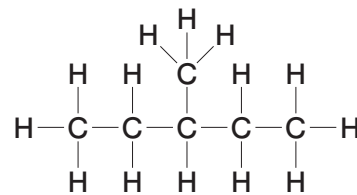
⑤



⑥



⑦



⑧

問題 VI. 次の文章を読んで、問 33～問 36 に答えなさい。

分子式 C_8H_{10} で表される芳香族炭化水素 **A**、**B**、**C** がある。**A** を過マンガン酸カリウムで酸化すると、分子式 $C_7H_6O_2$ の化合物 **D** が得られた。**B** を過マンガン酸カリウムで酸化すると **E** となり、**E** を加熱すると分子内で反応が起こり **F** に変化した。**C** を過マンガン酸カリウムで酸化して得られる化合物 **G** は、ペットボトルやポリエステル繊維の原料として用いられる。

問33 化合物 **A** の名称を問 35 の下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問34 化合物 **B** の名称を問 35 の下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問35 化合物 **C** の名称を下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 33～問 35 に対する 選択肢

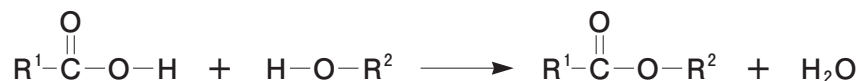
- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| ① ベンゼン | ② トルエン | ③ エチルベンゼン |
| ④ <i>o</i> -キシレン | ⑤ <i>m</i> -キシレン | ⑥ <i>p</i> -キシレン |
| ⑦ ナフタレン | ⑧ アントラセン | ⑨ スチレン |

問36 化合物 **D**～**G** の名称の適切な組み合わせを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | D | E | F | G |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | サリチル酸 | マレイン酸 | 無水マレイン酸 | フマル酸 |
| ② | サリチル酸 | フタル酸 | 無水フタル酸 | テレフタル酸 |
| ③ | サリチル酸 | マレイン酸 | フマル酸 | フタル酸 |
| ④ | サリチル酸 | フタル酸 | フマル酸 | 無水フタル酸 |
| ⑤ | 安息香酸 | マレイン酸 | 無水マレイン酸 | フマル酸 |
| ⑥ | 安息香酸 | フタル酸 | 無水フタル酸 | テレフタル酸 |
| ⑦ | 安息香酸 | マレイン酸 | フマル酸 | フタル酸 |
| ⑧ | 安息香酸 | フタル酸 | フマル酸 | 無水フタル酸 |

問題Ⅶ. 次の文章を読んで、問 37～問 40 に答えなさい。

カルボン酸とアルコールが縮合すると、 結合をもつ化合物が生成する。このような化合物を一般に といい、 を生成する反応を 化という。 化はカルボン酸の とアルコールの から水が生成する脱水縮合反応である。



例えば、酢酸とエタノールの混合物に触媒として少量の を加えて加熱すると、酢酸エチルと水が生じる。

に を加えて加熱すると 化の逆反応が進み、カルボン酸とアルコールになる。この反応を の加水分解という。

また、 に を加えて加熱するとカルボン酸のナトリウム塩とアルコールが生じる。塩基を用いた の加水分解を、特に という。

問37 空欄 ～ に当てはまる適切な語句と原子・原子団の組み合わせを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

| | <input type="text" value="A"/> | <input type="text" value="B"/> | <input type="text" value="C"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | エーテル | H | OH |
| ② | エステル | H | OH |
| ③ | アミド | H | OH |
| ④ | ペプチド | H | OH |
| ⑤ | エーテル | OH | H |
| ⑥ | エステル | OH | H |
| ⑦ | アミド | OH | H |
| ⑧ | ペプチド | OH | H |

問38 空欄 ～ に当てはまる適切な語句の組み合わせを下の選択肢

①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

| | <input type="text" value="D"/> | <input type="text" value="E"/> | <input type="text" value="F"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | 水酸化ナトリウム水溶液 | 濃硫酸 | 塩化ナトリウム水溶液 |
| ② | 水酸化ナトリウム水溶液 | 希硫酸 | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ③ | 塩化ナトリウム水溶液 | 濃硫酸 | 塩化ナトリウム水溶液 |
| ④ | 塩化ナトリウム水溶液 | 希硫酸 | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ⑤ | 濃硫酸 | 濃硫酸 | 塩化ナトリウム水溶液 |
| ⑥ | 濃硫酸 | 希硫酸 | 水酸化ナトリウム水溶液 |

問39 空欄 に当てはまる適切な語句を下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|---------|----------|----------|
| ① 乳 化 | ② 乳 濁 | ③ けん化 |
| ④ 中 和 | ⑤ 酸 化 | ⑥ アセタール化 |
| ⑦ アセチル化 | ⑧ アルカリ融解 | ⑨ オゾン分解 |

問40 脱水縮合反応を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① エタノールと濃硫酸の混合物を 160～170℃で加熱すると、エチレンが生成する。
- ② エタノールと濃硫酸の混合物を 130～140℃で加熱すると、ジエチルエーテルが生成する。
- ③ アニリン塩酸塩に水酸化ナトリウム水溶液を加えるとアニリンが遊離する。
- ④ アニリンの希塩酸溶液を氷冷しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムが得られる。
- ⑤ アセチレンを赤熱した鉄に触れさせるとベンゼンになる。
- ⑥ アセチレンをアンモニア性硝酸銀水溶液に通じると、銀アセチリドを生じる。