

2024 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 18 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 : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Cu : 63.5 Pb : 207

気体定数を $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$, ファラデー定数を $F = 9.7 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)における理想気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。 0°C は 273 K とする。

問題 I. 次の文章を読んで、問 1～問 5 に答えなさい。

原子は電氣的に中性であるが、その中心には正の電荷をもつ原子核があり、原子核は正の電荷をもつ と、電荷をもたない とからできている。また、原子核に含まれる と の数の和を という。元素の種類は の数で決まっています、例えば、フッ素原子 F の原子核中には、 個の が含まれている。

同じ元素の原子で の数の異なるものを互いに という。自然界に存在する塩素原子 Cl には相対質量が 35.0 と 37.0 の 2 種類が存在する。これらの存在比は相対質量の小さいものから順に 3 : 1 である。そのため、自然界に存在する塩素分子 Cl_2 では、分子の相対質量が異なるものが 3 種類存在する。またその存在比は、分子の相対質量の小さいものから : : 1 である。

問 1 空欄 , , にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを下の選択肢①～⑩の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> | <input type="text" value="ウ"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | 電 子 | 陽 子 | 原子量 |
| ② | 電 子 | 陽 子 | 質量数 |
| ③ | 電 子 | 中性子 | 原子量 |
| ④ | 電 子 | 中性子 | 質量数 |
| ⑤ | 陽 子 | 電 子 | 原子量 |
| ⑥ | 陽 子 | 電 子 | 質量数 |
| ⑦ | 陽 子 | 中性子 | 原子量 |
| ⑧ | 陽 子 | 中性子 | 質量数 |
| ⑨ | 中性子 | 陽 子 | 原子量 |
| ⑩ | 中性子 | 陽 子 | 質量数 |

問 2 空欄 と同じ数になるものを下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 原子量 ② 質量数 ③ 原子番号
④ アボガドロ数 ⑤ 価電子数

問 3 空欄 にあてはまる数を下の選択肢①～⑩の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7
⑥ 8 ⑦ 9 ⑧ 10 ⑨ 11 ⑩ 12

問 4 空欄 にあてはまる語句を下の選択肢①～⑥の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 単量体 ② 同族体 ③ 同素体
④ 単 体 ⑤ 同位体 ⑥ 異性体

問 5 空欄 , にあてはまる最も適切な数値の組み合わせを下の選択肢①～⑦の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | カ | キ |
|---|---|---|
| ① | 3 | 2 |
| ② | 6 | 3 |
| ③ | 6 | 4 |
| ④ | 8 | 3 |
| ⑤ | 8 | 4 |
| ⑥ | 9 | 3 |
| ⑦ | 9 | 6 |

問題Ⅱ． 次の文章を読んで、問6～問9に答えなさい。

化学結合には、イオン結合、共有結合、金属結合の3種類がある。一般に、イオン結合は、 元素と 元素の組み合わせからなり、共有結合は、 元素と 元素の組み合わせからなる。

共有結合では、各原子のもつ の差により結合に極性が生じる。例えば、塩化水素分子HClでは、 原子の は 原子の より大きい。そのため 原子が を引きつけ、 原子は の電荷を少し帯び、結合に極性を生じる。HClのような極性がある分子を極性分子という。また、 が異なる原子の組み合わせからなる分子でも、分子の形によっては無極性分子になるものもある。

問6 空欄 , , , にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを下の選択肢①～⑥の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	金属	金属	金属	非金属
②	金属	金属	非金属	非金属
③	金属	非金属	金属	金属
④	金属	非金属	非金属	非金属
⑤	非金属	非金属	金属	金属
⑥	非金属	非金属	金属	非金属

問7 空欄 にあてはまる語句を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|-------------|---------|---------|
| ① 陽子数 | ② 電子数 | ③ 電子親和力 |
| ④ イオン化エネルギー | ⑤ 電気陰性度 | |

問 8 空欄 , , , にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを下の選択肢①～⑧の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	カ	キ	ク	ケ
①	水素	塩素	孤立電子対	正
②	水素	塩素	孤立電子対	負
③	水素	塩素	共有電子対	正
④	水素	塩素	共有電子対	負
⑤	塩素	水素	孤立電子対	正
⑥	塩素	水素	孤立電子対	負
⑦	塩素	水素	共有電子対	正
⑧	塩素	水素	共有電子対	負

問 9 極性分子を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|---------|---------|-------|
| ① アセチレン | ② 二酸化炭素 | ③ メタン |
| ④ アンモニア | ⑤ エチレン | |

問題Ⅲ. 次の文章を読んで、問10～問14に答えなさい。

0.25 mol/L の硫酸 H_2SO_4 200 mL に、ある量のアンモニア NH_3 (気体) を完全に吸収させた後、メチルオレンジを指示薬として滴下した。この溶液を 0.40 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で滴定したところ、100 mL で終点に達した。この結果より、吸収させた NH_3 の体積は標準状態で L であったことが分かった。

問10 0.25 mol/L の H_2SO_4 200 mL が水溶液中で放出する水素イオン H^+ の物質量 [mol] を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.050 ② 0.10 ③ 0.15 ④ 0.20 ⑤ 0.25

問11 滴定した NaOH 水溶液の物質量 [mol] を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.020 ② 0.030 ③ 0.040 ④ 0.050 ⑤ 0.060

問12 吸収させた NH_3 の物質量 [mol] を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.010 ② 0.040 ③ 0.060 ④ 0.10 ⑤ 0.14

問13 空欄 にあてはまる数値を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.22 ② 0.45 ③ 0.90 ④ 1.1 ⑤ 1.3

問14 下線(a)の操作直後の水溶液の色として適切なものを下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 無色 ② 赤色 ③ 黄色 ④ 緑色 ⑤ 青色

次ページ以降にも問題があります。

問題Ⅳ. 次の文章を読んで、問 15～問 19 に答えなさい。

体積をかえることができる密閉容器がある。この容器に 18.2 g の試料アのみを入れた。これを圧力 P_0 を一定に保ちつつ毎時 $6.1 \times 10^3 \text{ J}$ で加熱した。その際の試料の温度変化を測定したところ、図 a のようになった。なお、図 a の D から E までの間では試料アの液体状態が存在していた。また、この試料について、飽和蒸気圧と温度の関係は図 b である。ただし、図 a の E から F の間では試料蒸気は理想気体として扱う。また、図 b の T_A 、 T_E 、 T_F は図 a の状態 A、E、F における温度を表している。

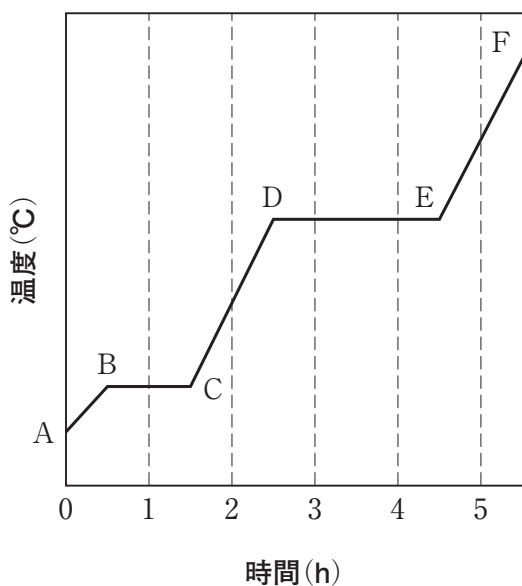


図 a

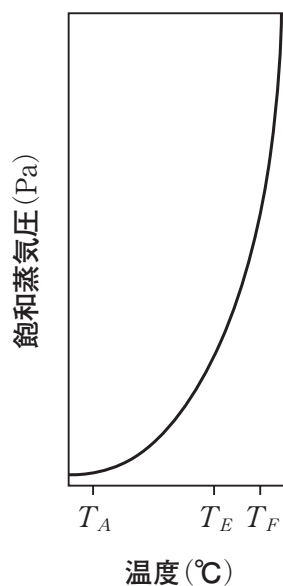


図 b

問 15 図 a の B から C までの間で試料アはどのような状態にあるか。最も適切なものを問 16 の下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 16 図 a の D から E までの間で試料アはどのような状態にあるか。最も適切なものを下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 15、問 16 の選択肢

- ① 固体だけが存在する。
- ② 固体と液体が存在する。
- ③ 液体だけが存在する。
- ④ 液体と気体が存在する。
- ⑤ 固体、液体、気体が存在する。

問17 圧力 P_0 を 2 倍にすると、図 a の E の状態に相当する状態 E' の温度が $T_{E'}$ となった。この時、温度 T_E と $T_{E'}$ との間に成り立つ関係について最も適切なものを下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① $2T_{E'} = T_E$ ② $T_{E'} = 2T_E$ ③ $T_{E'} > T_E$
④ $T_{E'} < T_E$ ⑤ $T_{E'} = T_E$

問18 図 a の F の温度が $327\text{ }^\circ\text{C}$ 、試料 A の蒸気圧が $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、容器の体積が 50 L であったときの試料 A の分子量を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

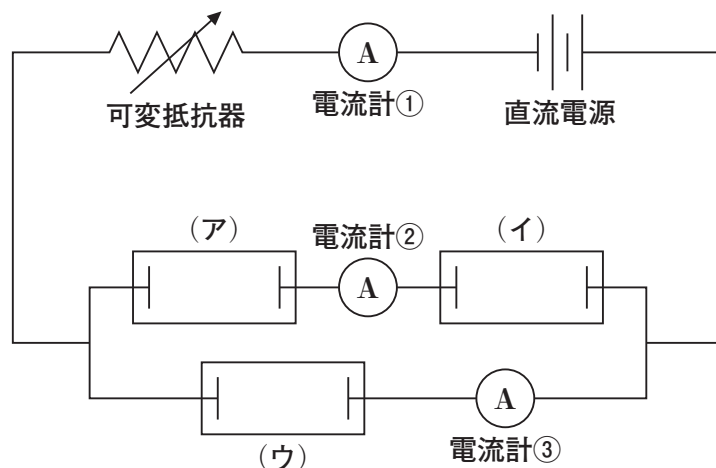
- ① 11 ② 18 ③ 34 ④ 42 ⑤ 60

問19 試料 A の分子量が問 18 で求めた値であるとき、試料 A の融解熱 [J/mol] を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 4.0×10^3 ② 5.0×10^3 ③ 6.0×10^3
④ 7.5×10^3 ⑤ 9.0×10^3

問題 V. 次の文章を読んで、問 20～問 23 に答えなさい。

図のように白金電極を入れた 3 つの電解槽(ア), (イ), (ウ)を直流電源に接続した。次に, (ア)には希硫酸 H_2SO_4 , (イ)には硫酸銅(II) CuSO_4 水溶液, (ウ)には食塩 NaCl 水を入れ, 電流計①が 8.0 A の値を示すように可変抵抗器で調節しつつ 3 時間 1 分電解した。この結果, (イ)の電極の質量が 7.6 g 増加した。電解を行っている間, 電流計②, ③が示す値は変わらず, 電流計②, ③が示す値の合計は電流計①の値と等しかった。



図

問20 電解を行っている電流計②が示していた電流の値[A]を計算し, 最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び, その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.28 ② 0.55 ③ 1.1 ④ 2.1 ⑤ 4.2

問21 電解を行っている電流計③が示していた電流の値[A]を計算し, 最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び, その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 3.8 ② 5.9 ③ 6.9 ④ 7.4 ⑤ 7.7

問22 27℃, 1.0×10^5 Pa の条件のもとで, 電解槽(ウ)の陽極で発生した気体の体積[L]を計算し, 最も近い数値を下の選択肢①~⑤の中から1つ選び, その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 4.2 ② 8.2 ③ 12 ④ 17 ⑤ 24

問23 27℃, 1.0×10^5 Pa の条件のもとで, 電解槽(ア)の陽極で発生した気体の体積[L]を計算し, 最も近い数値を下の選択肢①~⑤の中から1つ選び, その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.37 ② 0.74 ③ 1.5 ④ 2.2 ⑤ 3.0

問題Ⅵ. 次の文章を読んで、問 24～問 27 に答えなさい。

乾いた硝酸鉛(Ⅱ) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ を加熱すると、反応式(ア)によって二酸化窒素 NO_2 が発生する。



発生した NO_2 の一部は四酸化二窒素 N_2O_4 となり、十分に時間が経過した後には反応式(イ)に示す平衡状態に達する。



反応式(イ)は、 NO_2 が N_2O_4 になる反応が発熱反応であり、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 17°C の条件では(イ)の反応の平衡はほとんど完全に右に移動しているとする。

問24 乾いた $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 6.6 g を完全に分解したとすると、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 17°C の条件下で生じた N_2O_4 の物質質量[mol]を計算し、最も近い値を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.50×10^{-2} ② 1.0×10^{-2} ③ 2.0×10^{-2}
④ 4.0×10^{-2} ⑤ 8.0×10^{-2}

問25 問 24 で発生した N_2O_4 を容積が 6.0 L の容器にいれ、 127°C に加熱したところ、内部の圧力は、 $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ になり、平衡状態になった。このとき、 NO_2 に分解した N_2O_4 の物質質量を x [mol] とし、容器内の物質質量[mol]を表す式として最も適切なものを下の選択肢①～⑩の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① $0.50 \times 10^{-2} - 2x$ ② $0.50 \times 10^{-2} + x$ ③ $1.0 \times 10^{-2} - x$
④ $1.0 \times 10^{-2} + 2x$ ⑤ $2.0 \times 10^{-2} - 2x$ ⑥ $2.0 \times 10^{-2} + x$
⑦ $4.0 \times 10^{-2} - x$ ⑧ $4.0 \times 10^{-2} + 2x$ ⑨ $8.0 \times 10^{-2} - 2x$
⑩ $8.0 \times 10^{-2} + x$

問26 問25で平衡状態になったときの x の値を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。なお、 NO_2 ならびに N_2O_4 はともに理想気体としてふるまう。

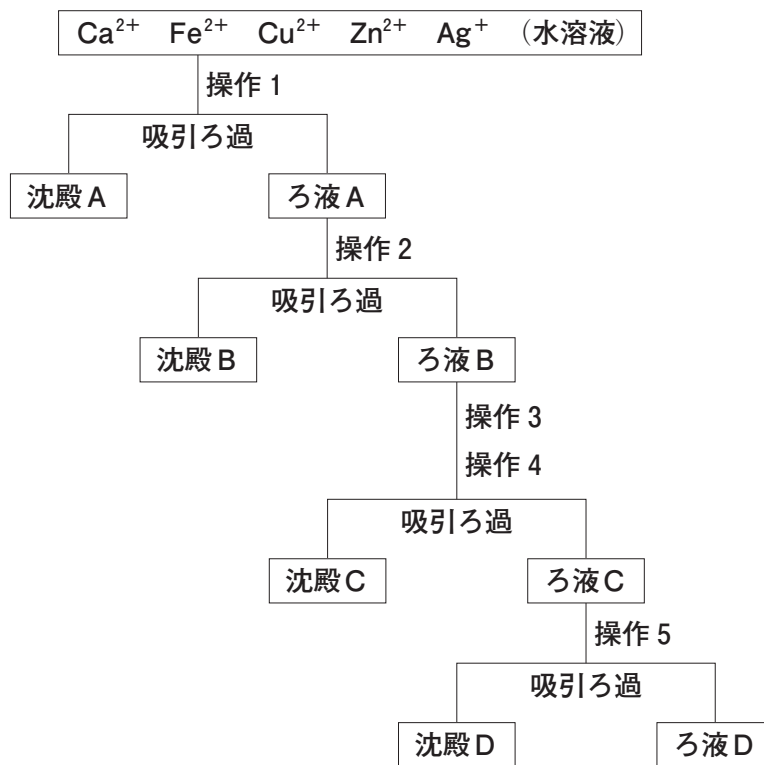
- ① 1.8×10^{-3} ② 3.5×10^{-3} ③ 7.0×10^{-3}
④ 1.4×10^{-2} ⑤ 2.8×10^{-2}

問27 問25で平衡状態になった容器内では N_2O_4 の何%が NO_2 に分解したかを計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 4.3 ② 8.5 ③ 17 ④ 26 ⑤ 34

問題Ⅶ. 次の文章を読んで、問 28～問 31 に答えなさい。

Ca^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^{+} を含む水溶液がある。各金属イオンを分離するために図に示す操作を行った。



図

問28 操作 1 として適切なものを問 29 の下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問29 操作 5 として適切なものを下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 28, 問 29 の選択肢

- ① 硫化水素を通じる。
- ② 煮沸し、希塩酸を加える。
- ③ 希塩酸を加える。
- ④ 炭酸アンモニウム水溶液を加える。
- ⑤ アンモニア水を十分に加える。

問30 沈殿Aの色として適切なものを下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 赤褐色 ② 白色 ③ 黒色 ④ 黄色 ⑤ 青白色

問31 ろ液Dの炎色反応の色として適切なものを下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 橙赤色 ② 黄色 ③ 青緑色 ④ 紫色 ⑤ 青色

問題Ⅷ. 次の文章を読んで、問 32～問 35 に答えなさい。

アルコールは、分子間に水素結合が形成されるため同程度の分子量の炭化水素に比べて、沸点や融点がかなり 。炭素原子の数が ものは水に溶けにくくなる。また分子中のヒドロキシ基の数が多いほど水に 。このヒドロキシ基は水溶液中でほとんど電離せず、水溶液は中性である。

1つの酸素原子に2個の炭化水素基が結合した化合物を という。 は、炭素数の等しい 価アルコールの構造異性体であるが、アルコールに比べて、沸点が 。

はアルコールと異なり、ナトリウムとは反応しない。 はナトリウムと反応すると、 とナトリウムエトキシドを生じる。2個の炭化水素基が等しい は、アルコールの によって合成される。

問32 空欄 , , にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを下の選択肢①～⑧の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> | <input type="text" value="ウ"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | 低い | 多い | 溶けやすい |
| ② | 低い | 多い | 溶けにくい |
| ③ | 低い | 少ない | 溶けやすい |
| ④ | 低い | 少ない | 溶けにくい |
| ⑤ | 高い | 多い | 溶けやすい |
| ⑥ | 高い | 多い | 溶けにくい |
| ⑦ | 高い | 少ない | 溶けやすい |
| ⑧ | 高い | 少ない | 溶けにくい |

問33 空欄 , , にあてはまる最も適切な語句と数値の組み合わせを下の選択肢①～⑧の中から1つ選び, その番号を解答欄にマークしなさい。

	エ	オ	カ
①	エーテル	1	高い
②	エーテル	1	低い
③	エーテル	2	高い
④	エーテル	2	低い
⑤	エステル	1	高い
⑥	エステル	1	低い
⑦	エステル	2	高い
⑧	エステル	2	低い

問34 空欄 , , にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを下の選択肢①～⑧の中から1つ選び, その番号を解答欄にマークしなさい。

	キ	ク	ケ
①	メタノール	水素	加水分解
②	メタノール	水素	脱水縮合
③	メタノール	酸素	加水分解
④	メタノール	酸素	脱水縮合
⑤	エタノール	水素	加水分解
⑥	エタノール	水素	脱水縮合
⑦	エタノール	酸素	加水分解
⑧	エタノール	酸素	脱水縮合

問35 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物の構造異性体の数として正しい数を下の選択肢①～⑧の中から1つ選び, その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 2 | ② 3 | ③ 4 | ④ 5 |
| ⑤ 6 | ⑥ 7 | ⑦ 8 | ⑧ 9 |

問題IX. 次の文章を読んで、問36～問40に答えなさい。

分子式が $C_7H_6O_2$ の芳香族化合物には、複数の構造異性体が存在する。この構造異性体の1つである芳香族化合物Aは、トルエンや ア の酸化反応によって合成できる。また、この構造異性体の1つであり、置換基を2つもつ芳香族化合物Bは、アンモニア性硝酸銀水溶液を加え、穏やかに加熱したのちに、希硫酸を加えて酸性にすると芳香族化合物Cが生成する。芳香族化合物Cは、解熱・鎮痛作用のあるアスピリンの原料として有用な化合物である。

問36 芳香族化合物Aの説明として誤っているものを下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 昇華性の無色の固体である。
- ② 冷水には溶けにくい熱水に溶ける。
- ③ 水溶液中で電離して炭酸より強い酸性を示す。
- ④ 水溶液中で電離して硫酸より弱い酸性を示す。
- ⑤ 加熱すると分子内で脱水反応が進行する。

問37 空欄 ア にあてはまる芳香族化合物として誤っているものを下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① エチルベンゼン ② ベンズアルデヒド ③ ベンジルアルコール
- ④ スチレン ⑤ ナフタレン

問38 芳香族化合物A 61.0 mg を完全燃焼させたときに得られる水分子の質量[mg]を計算し最も近い数値を下の選択肢①～⑧の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 1.40 ② 2.75 ③ 5.24 ④ 13.5
- ⑤ 27.0 ⑥ 32.0 ⑦ 36.3 ⑧ 40.2

問39 芳香族化合物Bの説明として正しいものを下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 無臭の淡黄色の液体で、水よりも重い。
- ② 水溶液中で電離して塩基性を示す。
- ③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を作用させると呈色する。
- ④ さらし粉水溶液を作用させると呈色する。
- ⑤ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を作用させると黄色沈殿を生じる。

問40 芳香族化合物Cの置換基の組み合わせとして正しいものを下の選択肢①～⑨の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① カルボキシ基, ケトン基
- ② カルボキシ基, アルデヒド基
- ③ カルボキシ基, ヒドロキシ基
- ④ カルボキシ基, カルボキシ基
- ⑤ ヒドロキシ基, ケトン基
- ⑥ ヒドロキシ基, アルデヒド基
- ⑦ ケトン基, ケトン基
- ⑧ アルデヒド基, アルデヒド基
- ⑨ ヒドロキシ基, ヒドロキシ基