

2024 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18ページあります。試験中、ページの脱落等気づいた場合は、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 O : 16.0 Na : 23.0 Cl : 35.5

気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, 0°C は 273 K とする。

問題 I. 次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えなさい。

元素を ア の順に並べると、元素の性質が周期性を示すことを元素の周期律といい、性質のよく似た元素が同じ縦の列に並ぶようにして組んだ表を、元素の周期表という。また、周期表の縦の列を イ といい横の行を ウ という。

元素に周期律があるのは、原子番号の増加によって エ の数が周期的に変化するためである。また、エ は、原子が結合を作るときやイオンになるときに重要な役割を果たす。原子から、電子を 1 個取り去るのに必要なエネルギーを オ という。反対に、原子が電子を 1 個受け取るときに放出されるエネルギーを カ という。

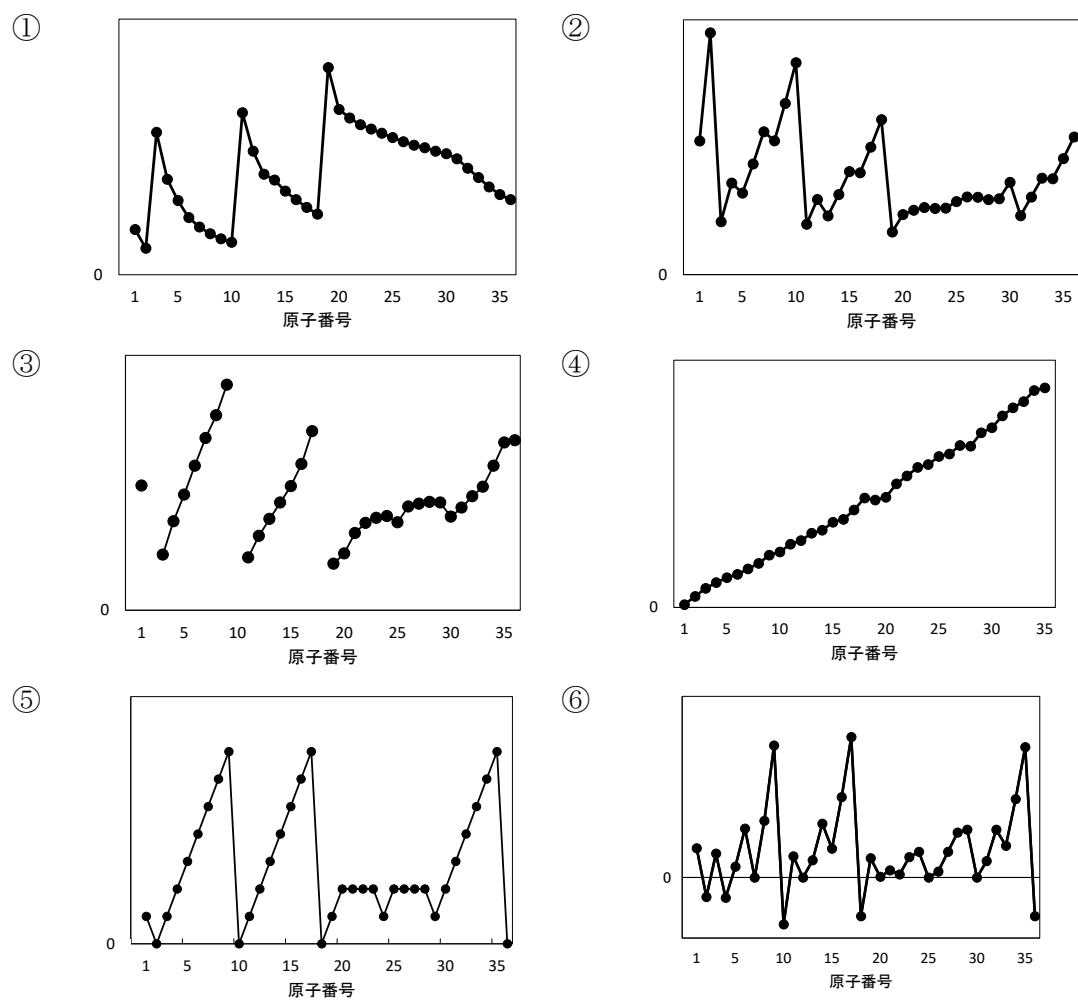
問 1 空欄 ア , イ , ウ にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	ア	イ	ウ
①	原子量	周期	族
②	原子量	族	周期
③	陽子数	周期	族
④	陽子数	族	周期
⑤	中性子数	周期	族
⑥	中性子数	族	周期

問 2 空欄 エ にあてはまる最も適切な語句の原子番号に対応する変化を示した図を問 3 の下の選択肢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。

問 3 空欄 にあてはまる最も適切な語句の原子番号に対応する変化を示した図 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。

問 2, 問 3 の選択肢



問 4 空欄 にあてはまる最も適切な語句を下の選択肢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 電気陰性度 | ② イオン化エネルギー | ③ 電子親和力 |
| ④ ファンデルワールス力 | ⑤ 静電的な引力 | |

問題Ⅱ. 次の文章を読んで、問5～問8に答えなさい。

この世界には、さまざまな物質が存在している。物質は純物質と混合物に分類することができる。また、純物質は、1種類の元素からできている単体と2種類以上の元素からできている化合物に分類できる。ある種の元素では、複数の単体を持つものがあり、同じ元素の単体で性質の異なる物質を、互いに同素体という。

また、混合物を分離精製する方法には、ろ過、再結晶、抽出、蒸留、昇華法、クロマトグラフィーなどがある。

問5 純物質と混合物の組み合わせを下の選択肢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 水とメタノール
- ② 酸素と水素
- ③ ドライアイスと硫酸銅水溶液
- ④ 青銅とステンレス
- ⑤ 酸素と水酸化ナトリウム

問6 単体と化合物の組み合わせを下の選択肢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 水と空気
- ② 酸素と塩素
- ③ 氷とドライアイス
- ④ ダイヤモンドと塩化ナトリウム
- ⑤ メタノールとエタノール

問7 同素体を持つ元素名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。

- | | | |
|-----------|------------|---------|
| ① 窒素と酸素 | ② 水素とアルゴン | ③ 炭素と塩素 |
| ④ ホウ素とフッ素 | ⑤ 水素とケイ素 | ⑥ 窒素とリン |
| ⑦ 酸素と硫黄 | ⑧ ヘリウムとネオン | |

問 8 赤ワインからエタノールを取り出す方法として最も適したものを下の選択肢 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 ろ過 | ② 再結晶 | ③ 抽出 |
| ④ 蒸留 | ⑤ 昇華法 | ⑥ クロマトグラフィー |

問題Ⅲ. 次の文章を読んで、問9～問13に答えなさい。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液中には、 CH_3COOH と CH_3COO^- が多量に存在し、次の電離平衡が成立している。



この混合水溶液に少量の酸(H^+)を加えると、ア方向の反応が起き、また、少量の塩基(OH^-)を加えると、イ方向の反応が起きて、それぞれ加えられた H^+ 、 OH^- が消費されて、混合水溶液のpHはほぼ一定に保たれる。このような溶液をウという。

また、酢酸の電離平衡において酢酸の初濃度を c [mol/L]、 $25\text{ }^\circ\text{C}$ における電離度を α とすると、酢酸の電離定数 K_a は次のように表される。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{c\alpha \times c\alpha}{\text{エ}}$$

酢酸のような弱酸では、電離度 α は1よりかなり小さいため、次のように近似式が得られる。

$$K_a = \text{オ}$$

問9 空欄アからウにあてはまる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。

	ア	イ	ウ
①	右	左	飽和溶液
②	右	左	緩衝液
③	右	左	コロイド溶液
④	左	右	飽和溶液
⑤	左	右	緩衝液
⑥	左	右	コロイド溶液

問 10 空欄 にあてはまる式を下の選択肢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 $c\alpha$ ② $c(1+\alpha)$ ③ $c(1-\alpha)$ ④ $c^2(1-\alpha)$ ⑤ $c(1-\alpha)^2$

問 11 空欄 にあてはまる式を下の選択肢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 c^2 ② $c^2\alpha$ ③ $c\alpha^2$ ④ $1+\alpha$ ⑤ $1-\alpha$

問 12 0.010 mol/L 酢酸水溶液の電離度 α を計算し、最も近い数値を下の選択肢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。ただし、酢酸の電離定数 $K_a = 2.6 \times 10^{-5}$ mol/L, $\sqrt{2.6} = 1.6$, $\sqrt{10} = 3.2$, $\sqrt{26} = 5.1$ とする。

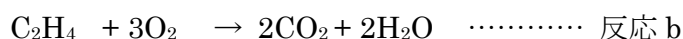
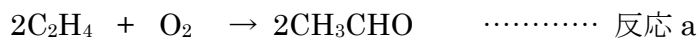
- ① 1.6×10^{-3} ② 2.6×10^{-3} ③ 3.2×10^{-3} ④ 5.1×10^{-3} ⑤ 1.6×10^{-2}
⑥ 3.2×10^{-2} ⑦ 5.1×10^{-2} ⑧ 0.16 ⑨ 0.32 ⑩ 0.51

問 13 0.010 mol/L 酢酸水溶液の pH 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。ただし、酢酸の電離定数 $K_a = 2.6 \times 10^{-5}$ mol/L, $\log_{10} 1.6 = 0.20$, $\log_{10} 2.6 = 0.41$, $\log_{10} 3.2 = 0.51$, $\log_{10} 5.1 = 0.71$ とする。

- ① 2.6 ② 3.3 ③ 3.8 ④ 4.7 ⑤ 5.2

問題Ⅳ. 次の文章を読んで、問 14～問 18 に答えなさい。

触媒の入った 24 L の反応容器に、400 K でエチレン C_2H_4 2.0 mol と酸素 O_2 1.0 mol の混合気体を封入したところ以下の a と b の反応が同時に進行した。



酸素が全て消費されたとき、生成したアセトアルデヒド CH_3CHO と二酸化炭素 CO_2 の物質質量〔mol〕の比は 2 : 1 であった。なお、触媒の体積は無視できるものとする。

問 14 反応 a と b で消費した酸素をそれぞれ x mol, y mol とする。生成したアセトアルデヒドの物質質量〔mol〕を表す最も適切な式を下の選択肢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 x | ② $\frac{3}{2}x$ | ③ $2x$ |
| ④ y | ⑤ $\frac{3}{2}y$ | ⑥ $2y$ |

問 15 反応 a と b で消費した酸素をそれぞれ x mol, y mol とする。生成した二酸化炭素の物質質量〔mol〕を表す最も適切な式を下の選択肢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 $\frac{1}{3}x$ | ② $\frac{2}{3}x$ | ③ $\frac{3}{2}x$ |
| ④ $\frac{1}{3}y$ | ⑤ $\frac{2}{3}y$ | ⑥ $\frac{3}{2}y$ |

問 16 x と y の関係を示す最も適切な式を下の選択肢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 $x + y = 1.0$

② $x + y = 3.0$

③ $2x + y = 1.0$

④ $2x + y = 3.0$

⑤ $x + 3y = 1.0$

⑥ $x + 3y = 3.0$

問 17 酸素が全て消費されたときに、生成したアセトアルデヒドの質量[g]を計算し、最も近い数値を下の選択肢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 9.0

② 18

③ 27

④ 35

⑤ 45

⑥ 54

問 18 酸素が全て消費された直後の 400 Kにおける反応容器内の全圧[Pa]を計算し、最も近い数値を下の選択肢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 5.5×10^4

② 1.0×10^5

③ 1.4×10^5

④ 2.5×10^5

⑤ 3.6×10^5

⑥ 5.0×10^5

問題 V. 次の文章を読んで、問 19～問 22 に答えなさい。

ヒトの正常な血液の浸透圧は 310 K で 7.6×10^5 Pa である。同じ温度でこの血液と同じ浸透圧を持つショ糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 水溶液 5.0 L をつくるには、ア [g] のショ糖が必要である。一方、同じ温度でこの血液と同じ浸透圧を持つ塩化ナトリウム NaCl 溶液 1.0 L をつくるには、イ [g] の塩化ナトリウムが必要である。なお、塩化ナトリウムは完全に電離しているものとする。

問 19 浸透圧 π [Pa]，溶質のモル濃度 c [mol/L]，絶対温度 T [K] との関係を表す最も適切な式を下の選択肢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。なお、 R は気体定数と同じ値であるとする。

① $\pi = \frac{c}{RT}$

② $\pi = \frac{cR}{T}$

③ $\pi = cRT$

④ $\pi = \frac{1}{cRT}$

⑤ $\pi = c^2RT$

⑥ $\pi = cRT^2$

問 20 問 19 で求めた関係式の名称を下の選択肢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 ボイルの法則

② シャルルの法則

③ ファントホッフの法則

④ ヘスの法則

⑤ 気体の状態方程式

問 21 空欄 ア の値を計算し、最も近い数値を下の選択肢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 1.0×10^2

② 2.5×10^2

③ 5.0×10^2

④ 1.0×10^3

⑤ 2.5×10^3

⑥ 5.0×10^3

問 22 空欄 の値を計算し、最も近い数値を下の選択肢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 4.3

② 8.6

③ 22

④ 43

⑤ 86

⑥ 2.2×10^2

問題VI. 次の文章を読んで、問 23～問 26 に答えなさい。

気体、液体、固体の中に、ほかの物質が直径 1～数百 nm 程度の大きさの粒子となつて分散している状態をコロイドといい、このような大きさの粒子をコロイド粒子という。分散している粒子（コロイド粒子）は ア といい、分散させている物質は イ という。金や水酸化鉄(III)などの無機物質が、コロイド粒子の大きさとなり分散したものを ウ という。コロイド粒子が液体中に分散したものを、特にコロイド溶液といい、^(a)横から強い光を当てると、光の通路が輝いて見える。

粉碎することでコロイド粒子の大きさとなっているセラミックの原料 1.0 mg を水 10 L に分散させたコロイド溶液を作製したところ、体積 $2.4 \times 10^{-8} \text{ cm}^3$ 中に 450 個の粒子があった。全てのコロイド粒子が同じ大きさの球形で、その密度 ρ が 6.0 g/cm^3 であった。

問 23 空欄 ア，イ，ウ に入る語句の最も適切な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。

	ア	イ	ウ
①	分散媒	分散質	分子コロイド
②	分散媒	分散質	分散コロイド
③	分散媒	分散質	会合コロイド
④	分散質	分散媒	分子コロイド
⑤	分散質	分散媒	分散コロイド
⑥	分散質	分散媒	会合コロイド

問 24 下線部(a)の性質を表す適切な名称を下の選択肢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 ブラウン運動 | ② 電気泳動 | ③ 塩析 |
| ④ チンダル現象 | ⑤ 凝析 | |

問 25 作製したコロイド溶液 $2.4 \times 10^{-8} \text{ cm}^3$ 中で、450 個のコロイド粒子が占める体積 V_{CP} [cm^3] を表す最も適切な式を下の選択肢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 $V_{\text{CP}} = \frac{2.4}{\rho} \times 10^{-12}$ ② $V_{\text{CP}} = 2.4\rho \times 10^{-12}$ ③ $V_{\text{CP}} = \frac{1}{2.4\rho} \times 10^{-12}$

④ $V_{\text{CP}} = \frac{2.4}{\rho} \times 10^{-15}$ ⑤ $V_{\text{CP}} = 2.4\rho \times 10^{-15}$ ⑥ $V_{\text{CP}} = \frac{1}{2.4\rho} \times 10^{-15}$

問 26 コロイド粒子の半径 r [cm] を計算し、最も近い数値を下の選択肢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 5.0×10^{-7} ② 6.0×10^{-7} ③ 7.0×10^{-7}

④ 5.0×10^{-6} ⑤ 6.0×10^{-6} ⑥ 7.0×10^{-6}

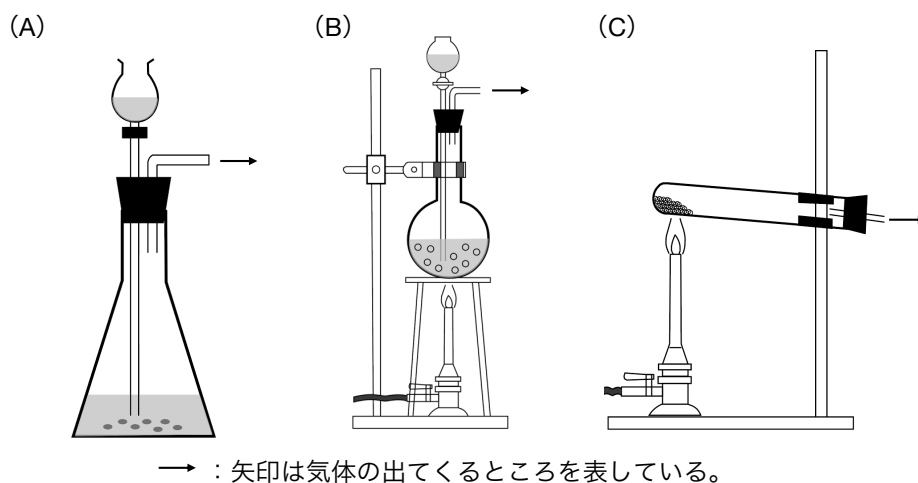
問題Ⅶ. 次の文章を読んで、問 27～問 30 に答えなさい。

下記に、実験室で気体を発生させるときに使用する試薬，発生装置，ならびに気体の捕集方法について示す。

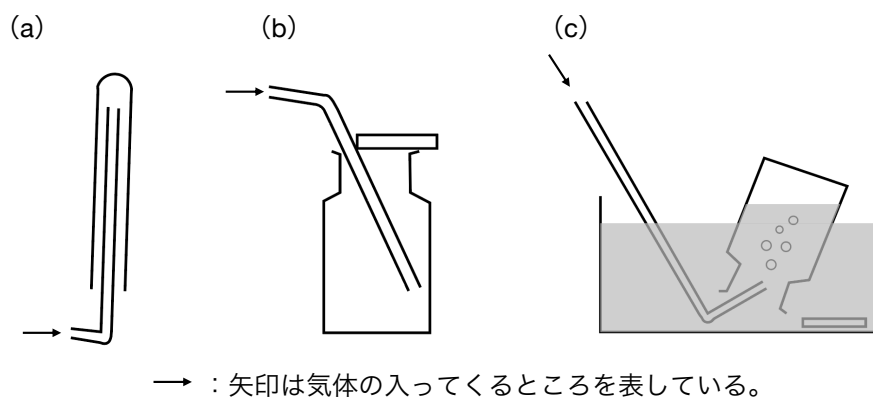
〔A 群：気体を発生させるときに使用する試薬〕

- | | | | |
|--------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① NaCl | ② FeS | ③ NH_4Cl | ④ H_2O_2 |
| ⑤ Cu | ⑥ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | ⑦ MnO_2 | ⑧ CaCO_3 |

〔B 群：気体を発生させるときに使用する発生装置〕



〔C 群：気体の捕集方法〕



問 27 実験室で二酸化炭素を発生させるのに希塩酸を使用するとき、もう 1 つ使用する試薬として正しいものを **A 群**の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。

問 28 実験室で二酸化硫黄を発生させるのに濃硫酸を使用するとき、もう 1 つ使用する試薬として正しいものを **A 群**の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。

問 29 実験室で二酸化炭素を発生させるときに使用する気体の発生装置を **B 群**から、気体の捕集方法を **C 群**からそれぞれ選べ。**B 群**と **C 群**の最も適切な組み合わせを**問 30** の下の選択肢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。

問 30 実験室で二酸化硫黄を発生させるときに使用する気体の発生装置を **B 群**から、気体の捕集方法を **C 群**からそれぞれ選べ。**B 群**と **C 群**の最も適切な組み合わせを下の選択肢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。

問 29 と問 30 の選択肢

	B 群	C 群
①	A	a
②	A	b
③	A	c
④	B	a
⑤	B	b
⑥	B	c
⑦	C	a
⑧	C	b
⑨	C	c

問題Ⅷ. 次の文章を読んで、問 31～問 35 に答えなさい。

分子式 $C_5H_{10}O_2$ で表されるエステル **A** とエステル **B** がある。

エステル **A** を加水分解すると、化合物 **C** と化合物 **D** が生じ、化合物 **C** は銀鏡反応を示した。化合物 **D** は不斉炭素原子をもつため、鏡像異性体をもつ化合物であった。

一方、エステル **B** を加水分解すると、化合物 **E** と化合物 **F** が生じ、化合物 **E** は銀鏡反応を示さなかった。化合物 **E** はエタノールを し生じる化合物 **G** をさらに することでも得られる。化合物 **F** を すると、ヨードホルム反応を示す化合物 **H** が生じた。

問 31 化合物 **D** がもつ官能基を下の選択肢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 ヒドロキシ基 | ② ケトン基 | ③ カルボキシ基 |
| ④ ホルミル基 | ⑤ エーテル結合 | |

問 32 空欄 にあてはまる最も適切な語句を下の選択肢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 中和 | ② 還元 | ③ 酸化 | ④ ニトロ化 | ⑤ アセチル化 |
|------|------|------|--------|---------|

問 33 化合物 **H** の物質名を下の選択肢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。

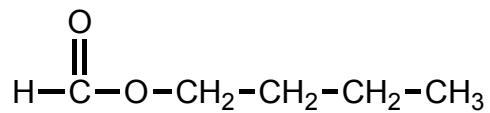
- | | | |
|------------|-------------|--------------|
| ① ホルムアルデヒド | ② アセトアルデヒド | ③ プロピオンアルデヒド |
| ④ アセトン | ⑤ エチルメチルケトン | |

問 34 エステル **A** を表す構造式を問 35 の下の選択肢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。

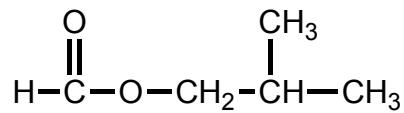
問 35 エステル B を表す構造式を下の選択肢①～⑧の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 34 と問 35 の選択肢

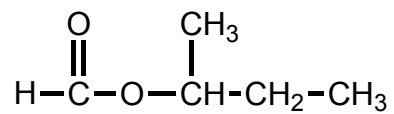
①



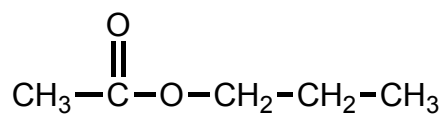
②



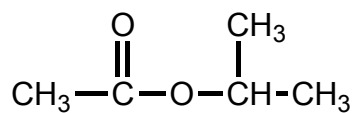
③



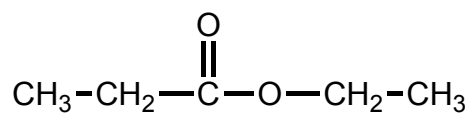
④



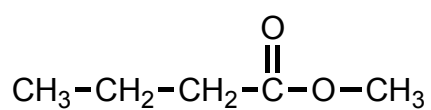
⑤



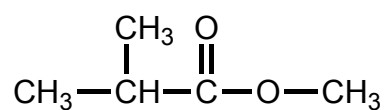
⑥



⑦

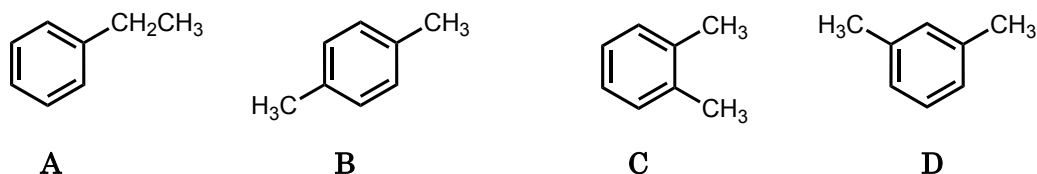


⑧



問題Ⅸ. 次の文章を読んで、問 36～問 40 に答えなさい。

C_8H_{10} で表される芳香族化合物には、図に示した 4 つの異性体 A, B, C, D が存在する。



図

化合物 C を、過マンガン酸カリウムで酸化すると、ア が生成する。ア はエタノールと反応し、イ を与える。また、ア を加熱すると、分子内脱水縮合反応が進行し化合物 E を生じる。化合物 E は、酸化バナジウムを触媒に用いてウを酸化しても得ることができる。

問 36 二置換化合物 B, C, D の置換位置の表記として、正しい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。

	B	C	D
①	オルトー	メター	パラー
②	オルトー	パラー	メター
③	メター	オルトー	パラー
④	メター	パラー	オルトー
⑤	パラー	メター	オルトー
⑥	パラー	オルトー	メター

問 37 空欄 ア にあてはまる物質名を下の選択肢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 マレイン酸 | ② フマル酸 | ③ シュウ酸 |
| ④ フタル酸 | ⑤ サリチル酸 | ⑥ 乳酸 |

問 38 空欄 イ の化合物がもつ官能基を下の選択肢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 エーテル結合 | ② スルホ基 | ③ アミノ基 |
| ④ カルボキシ基 | ⑤ エステル結合 | |

問 39 空欄 ウ にあてはまる適切な物質名を下の選択肢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 クメン | ② フェノール | ③ ニトロベンゼン |
| ④ トルエン | ⑤ スチレン | ⑥ クレゾール |
| ⑦ ナфтаレン | ⑧ サリチル酸 | |

問 40 化合物 A, B, C, D を、それぞれニトロ化して得られるニトロ基が一置換した化合物の異性体の数の順として正しいものを下の選択肢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 $A > B > C > D$ | ② $A > B > C = D$ | ③ $A = D > C > B$ | ④ $B > A > C > D$ |
| ⑤ $B > A = C > D$ | ⑥ $B > A > C = D$ | ⑦ $B > D > A > C$ | ⑧ $C > D > A > B$ |
| ⑨ $D > A = C > B$ | ⑩ $D > B > A > C$ | | |