

## 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 16 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      O : 16      S : 32      Pb : 207

ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

**問題 I .** 次の文章を読んで，問 1～問 8 に答えなさい。

物質を構成している基本的な成分を元素といい，現在知られている元素は約 120 種類である。1 種類の元素からなる物質を単体といい，2 種類以上の元素からなる物質を化合物という<sup>(1)</sup>。他の物質が混じっておらず，ただ 1 種類の物質からなるものを純物質といい，融点や沸点，密度などは物質それぞれに決まった固有の値をとる。一方，自然界や我々の身のまわりにあるものの多くは何種類かの純物質が様々な割合で混じり合った混合物として存在する。混合物の場合は融点，沸点などは純物質が混合している割合に応じて異なった値を示す。例えば，純物質である水の凝固点は 1 気圧 ( $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) のもとで  $0^\circ\text{C}$  であるが，塩化ナトリウム<sup>(3)</sup> **NaCl** を加えた水溶液とするとより低い温度となる。これを凝固点降下という。よって物質の性質を調べるためには，混合物から目的の物質を取り出す分離とよばれる操作が必要となる。分離された物質をさらに純粋なものにするために不純物を取り除く操作は精製とよばれる。分離・精製は，混合物に含まれる物質の性質の違いを利用して行われる。

問 1 下線(1)に関して化合物を下の選択肢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 黒鉛  | ② 単斜硫黄 | ③ 水晶 |
| ④ オゾン | ⑤ 黄リン  | ⑥ 水銀 |

問 2 下線(1)に関して以下のA～Cの文章中の下線の「酸素」が元素と単体のいずれを示しているか、最も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。

- A. 水にも過酸化水素にも酸素が含まれている。  
 B. 酸素とオゾンは互いに同素体である。  
 C. 酸素の同素体には酸素とオゾンがある。

	A	B	C
①	単 体	単 体	単 体
②	単 体	単 体	元 素
③	単 体	元 素	単 体
④	単 体	元 素	元 素
⑤	元 素	単 体	単 体
⑥	元 素	単 体	元 素
⑦	元 素	元 素	単 体
⑧	元 素	元 素	元 素

問 3 下線(2)に関して純物質を下の選択肢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 石 油                                      ② オリーブオイル                      ③ セメント  
 ④ 炭酸水                                      ⑤ 空 気                                      ⑥ ダイヤモンド

問 4 下線(3)に関して凝固点降下度が最も小さい水溶液を下の選択肢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、電解質を溶質とする場合の凝固点降下度の大きさは、一定質量の溶媒に溶けているイオンの総数に比例するものとする。

- ① 0.3 mol/kg スクロース水溶液              ② 0.5 mol/kg グルコース水溶液  
 ③ 0.3 mol/kg KCl 水溶液                      ④ 0.3 mol/kg CaCl<sub>2</sub> 水溶液  
 ⑤ 0.3 mol/kg AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 水溶液              ⑥ 0.2 mol/kg K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 水溶液

問 5 下線(4)に関して植物の葉から緑色の色素を取り出す操作として最も適切なものを問 8 の下の選択肢①～⑦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 6 下線(4)に関して塩化銀の沈殿を含む水溶液から塩化銀の沈殿を取り出す操作として最も適切なものを問 8 の下の選択肢①～⑦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 7 下線(4)に関して砂の混じったヨウ素からヨウ素を取り出す操作として最も適切なものを問 8 の下の選択肢①～⑦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 8 下線(4)に関して原油からガソリンや灯油などの成分を取り出す操作として最も適切なものを下の選択肢①～⑦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 5 ～問 8 に対する選択肢

① ろ過

② 分留

③ 凝集

④ 滴定

⑤ 再結晶

⑥ 抽出

⑦ 昇華法

次ページ以降にも問題があります。

**問題Ⅱ.** 次の文章を読んで、問9～問13に答えなさい。

塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  は水に溶かすと正の電荷をもつナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  と負の電荷をもつ塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  に分かれる。正の電荷をもつイオンを陽イオン、負の電荷をもつイオンを陰イオンという。原子がイオンになるとき、原子番号が最も近い希ガスの原子と同じ電子配置をとる傾向がある。<sup>(1)</sup>陽イオンの場合は最外殻電子を取り去り、陰イオンの場合は電子を受け取って希ガスと同じ電子配置をとる。原子から最外殻電子1個を取り去るのに必要なエネルギーをイオン化エネルギー<sup>(2)</sup>、原子が電子1個を受け取るときに放出されるエネルギーを電子親和力という。イオンが球形であるとみなしたとき、その半径をイオン半径という。

<sup>(3)</sup> 固体の塩化ナトリウム中では、多数のナトリウムイオンと塩化物イオンがクーロン力で結びついている。このような陽イオンと陰イオンのクーロン力による結合をイオン結合といい、陽イオンと陰イオンがイオン結合によって規則正しく配列した結晶をイオン結晶<sup>(4)</sup>という。

**問9** 下線(1)に関してネオン  $\text{Ne}$  原子と同じ電子配置をもつイオン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 $\text{Li}^+$   | ② $\text{Be}^{2+}$ | ③ $\text{Na}^+$ |
| ④ $\text{S}^{2-}$ | ⑤ $\text{Cl}^-$    | ⑥ $\text{K}^+$  |

**問10** 下線(2)に関してイオン化エネルギーが最大の原子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 $\text{He}$ | ② $\text{B}$ | ③ $\text{C}$  |
| ④ $\text{O}$  | ⑤ $\text{F}$ | ⑥ $\text{Al}$ |

**問11** 下線(3)に関して最も大きなイオン半径をもつイオン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 $\text{F}^-$  | ② $\text{Na}^+$ | ③ $\text{S}^{2-}$  |
| ④ $\text{Cl}^-$ | ⑤ $\text{K}^+$  | ⑥ $\text{Ca}^{2+}$ |

問12 下線(4)に関して述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢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 イオン結晶は硬く砕けにくい。
- ② イオン結晶は昇華しやすい。
- ③ 酸化マグネシウム  $\text{MgO}$  の結晶はイオン結晶である。
- ④ すべてのイオン結晶は水に溶けやすい。
- ⑤ イオン結晶は融点が低いものが多い。

問13 下線(4)に関して塩化ナトリウムの結晶は図1に示すようにナトリウムイオンと塩化物イオンが交互に並んでいる。下図の立方体の一辺の長さを  $a$  cm, 結晶の密度を  $d$  g/cm<sup>3</sup>, アボガドロ定数を  $N_A$ /mol とするとき塩化ナトリウムの式量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。

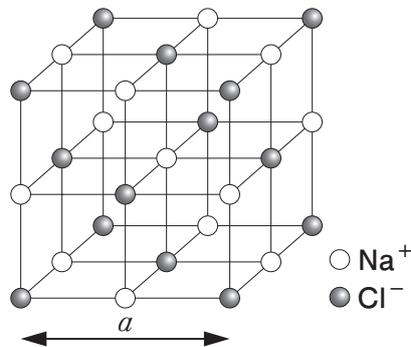


図1 塩化ナトリウムの結晶構造

- ①  $\frac{da^3N_A}{8}$
- ②  $\frac{da^3N_A}{4}$
- ③  $\frac{da^3N_A}{5}$
- ④  $\frac{8N_A}{da^3}$
- ⑤  $\frac{4N_A}{da^3}$
- ⑥  $\frac{2N_A}{da^3}$

**問題Ⅲ.** 次の文章を読んで、問 14～問 18 に答えなさい。

スズ Sn と鉛 Pb は  族に属する両性元素で、原子は  個の価電子をもち、酸化数が  と  の化合物をつくる。鉛は酸化数が  の方が安定である。 色の酸化鉛(Ⅳ)  $\text{PbO}_2$  には酸化力がある。これを利用して、酸化鉛(Ⅳ)は鉛蓄電池の正極板に用いられる。

問14 空欄  に入る数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 11      ② 12      ③ 13      ④ 14      ⑤ 15      ⑥ 16

問15 空欄  に入る数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 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問16 空欄  に入る数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 +1      ② +2      ③ +3      ④ +4      ⑤ +5      ⑥ +6

問17 空欄  に入る数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 +1      ② +2      ③ +3      ④ +4      ⑤ +5      ⑥ +6

問18 空欄  に入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 青 灰                      ② 黄                      ③ 赤  
④ 黒 褐                      ⑤ 白                      ⑥ 無

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 19～問 27 に答えなさい。

鉛蓄電池は、自動車のバッテリーなどに用いられている。鉛蓄電池を放電させると、両極では、それぞれ次のような変化がおこる。<sup>(1)</sup>

負極



正極



ここで、質量パーセント濃度 30 %、密度 1.24 g/cm<sup>3</sup> の希硫酸 1.0 L を電解液とする鉛蓄電池を、電流 10 A で 1 時間 20 分 25 秒放電した。

鉛蓄電池を長時間放電させると、しだいに両極とも水に溶けにくい  色の  でおおわれてくる。

**問19** 下線(1)の鉛蓄電池を放電させるとき、酸化剤としてはたらく物質と還元剤としてはたらく物質の組み合わせ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。

	酸化剤	還元剤
①	Pb	PbSO <sub>4</sub>
②	Pb	PbO <sub>2</sub>
③	PbSO <sub>4</sub>	Pb
④	PbSO <sub>4</sub>	PbO <sub>2</sub>
⑤	PbO <sub>2</sub>	Pb
⑥	PbO <sub>2</sub>	PbSO <sub>4</sub>

**問20** 空欄  に入る数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 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問21 空欄  に入る数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 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問22 空欄  に入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 青 灰                      ② 黄                      ③ 赤  
④ 黒 褐                      ⑤ 白                      ⑥ 無

問23 空欄  に入る物質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 Pb                      ② PbSO<sub>4</sub>                      ③ PbO<sub>2</sub>

問24 流れた電子の物質量[mol]を計算し、最も近い数値を下の選択肢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 0.010                      ② 0.050                      ③ 0.10  
④ 0.50                      ⑤ 1.0                      ⑥ 5.0

問25 負極で増加した質量[g]を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 3.0      ② 6.0      ③ 12      ④ 24      ⑤ 48      ⑥ 96

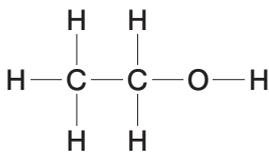
問26 正極で増加した質量[g]を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 2.0      ② 4.0      ③ 8.0      ④ 16      ⑤ 32      ⑥ 64

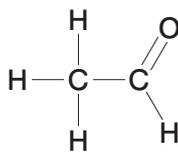
問27 放電後の希硫酸の質量パーセント濃度[%]を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 21      ② 23      ③ 25      ④ 27      ⑤ 29      ⑥ 31

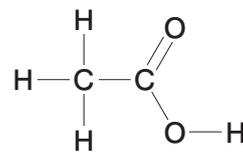
問題 V. 次に示す化合物(ア)~(ケ)について, 問 28~問 32 に答えなさい。



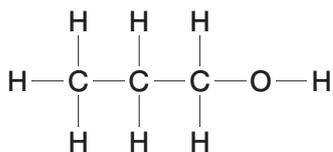
(ア)



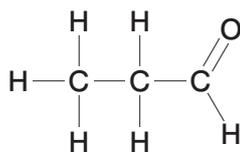
(イ)



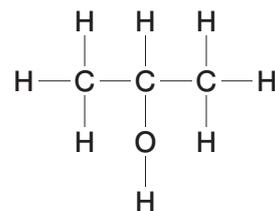
(ウ)



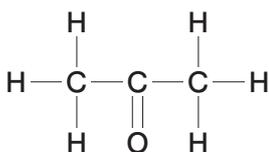
(エ)



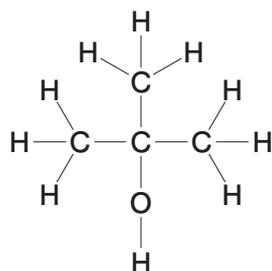
(オ)



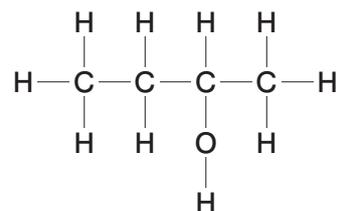
(カ)



(キ)



(ク)



(ケ)

問28 銀鏡反応を示す化合物の数を下の選択肢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 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9

問29 鏡像異性体が存在する化合物の数を下の選択肢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 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9

問30 ナトリウム Na を加えると水素が発生する化合物の数を下の選択肢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 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9

問31 酢酸カルシウムの熱分解やクメン法で得られる化合物を下の選択肢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 (ア)          ② (イ)          ③ (ウ)          ④ (エ)          ⑤ (オ)  
⑥ (カ)          ⑦ (キ)          ⑧ (ク)          ⑨ (ケ)

問32 酸の性質を示す化合物を下の選択肢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 (ア)          ② (イ)          ③ (ウ)          ④ (エ)          ⑤ (オ)  
⑥ (カ)          ⑦ (キ)          ⑧ (ク)          ⑨ (ケ)

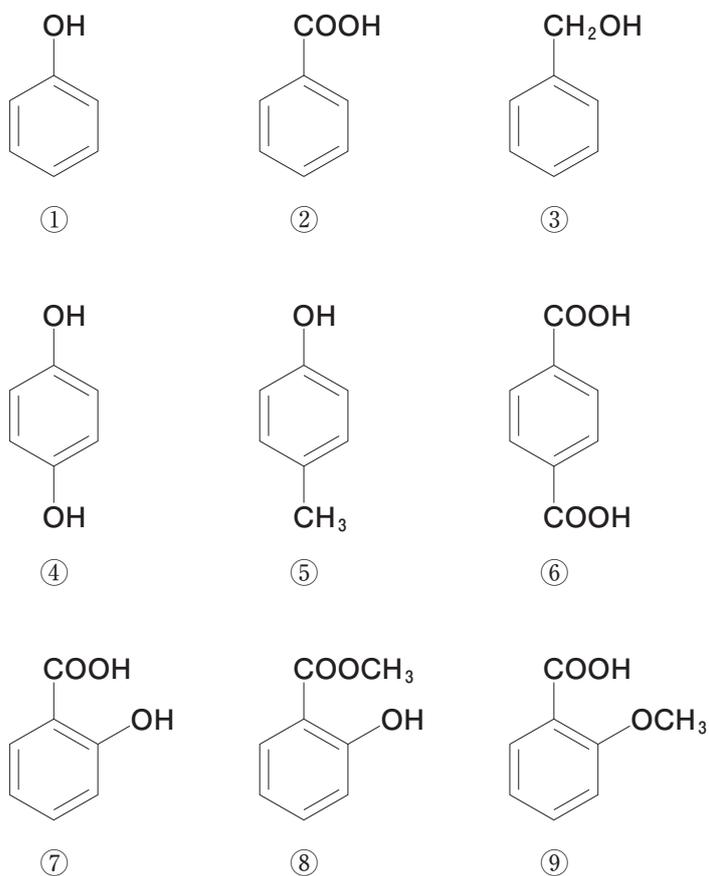
**問題Ⅵ.** 次の文章を読んで、問 33～問 35 に答えなさい。

炭素 C、水素 H、酸素 O のみからなる化合物 A の元素分析を行ったところ、炭素 77.7 %、水素 7.5 %、酸素 14.8 % の組成であった。また、A の分子量はトルエンより大きく、フマル酸より小さい。

問33 化合物 A の組成式を下の選択肢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  $C_3H_3O$                       ②  $C_4H_3O_2$                       ③  $C_6H_6O$   
④  $C_7H_6O_3$                       ⑤  $C_7H_8O$                         ⑥  $C_8H_8O_3$

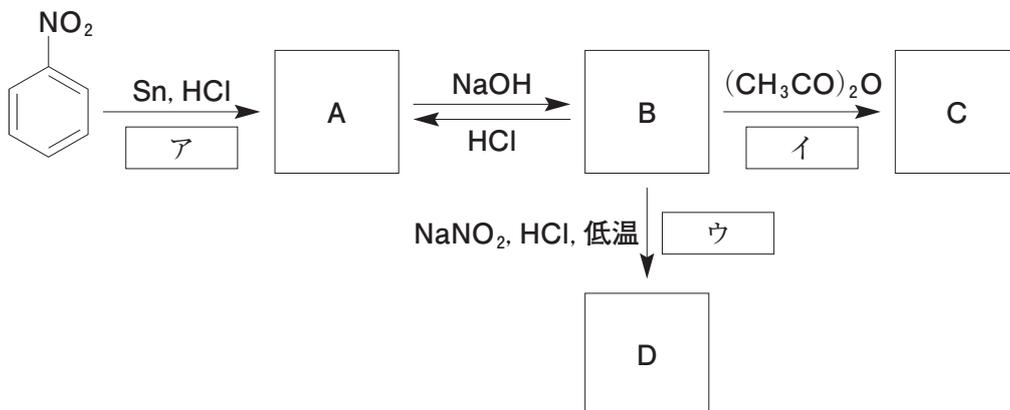
問34 化合物 A に塩化鉄(Ⅲ)  $FeCl_3$  水溶液を加えても呈色しなかった。化合物 A の構造式を下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



問35 化合物 A について述べた文章のうち、正し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 化合物 A の水溶液に臭素水を加えると白色沈殿を生じる。
- ② 化合物 A はポリエチレンテレフタレート (PET) の原料に用いられる。
- ③ 化合物 A は解熱鎮痛薬として用いられる。
- ④ *o*-キシレンを触媒を用いて酸化すると化合物 A が生成する。
- ⑤ 化合物 A を触媒を用いて酸化すると安息香酸が生成する。
- ⑥ 化合物 A を含む溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると塩を作って溶解する。

問題Ⅶ. 次に示す反応経路図をみて、問 36～問 40 に答えなさい。



問36 空欄 ア ~ ウ に当てはまる語句として最も適切な組み合わせを下の選択肢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。

- |   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">ア</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">イ</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">ウ</span> |
|---|--|--|--|
| ① | 中 和  | エステル化  | ニトロ化   |
| ② | 中 和  | アセタール化   | カップリング   |
| ③ | 中 和  | アセチル化  | ジアゾ化   |
| ④ | 酸 化  | エステル化  | カップリング   |
| ⑤ | 酸 化  | アセタール化   | ジアゾ化   |
| ⑥ | 酸 化  | アセチル化  | ニトロ化   |
| ⑦ | 還 元  | エステル化  | カップリング   |
| ⑧ | 還 元  | アセタール化   | ニトロ化   |
| ⑨ | 還 元  | アセチル化  | ジアゾ化   |

問37 化合物Aについて述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢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 水に可溶である。
- ② 分子内にアミド結合をもつ。
- ③ 特有の臭いをもつ無色の液体である。
- ④ ピクリン酸の原料である。
- ⑤ ハロゲン化物である。

問38 化合物Bについて述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢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 水にわずかに溶け、水溶液は酸性を示す。
- ② 分子内にアゾ基をもつ。
- ③ 無色、無臭の固体である。
- ④ TNTの原料である。
- ⑤ さらし粉水溶液で酸化すると、赤紫色を呈する。

問39 化合物Cについて述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢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 水によく溶け、水溶液は塩基性を示す。
- ② 分子内にアミド結合をもつ。
- ③ 強い芳香をもつ無色の液体である。
- ④ アスピリンともいい、解熱鎮痛剤として用いられる。
- ⑤ 酸無水物である。

問40 化合物Dについて述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢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 水に不溶である。
- ② 分子内にアゾ基をもつ。
- ③ 特有の臭いをもつ橙赤色の固体である。
- ④ 染料として用いられる。
- ⑤ ジアゾニウム塩である。