

## 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17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. 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 N:14 O:16 Al:27 S:32 Pb:207

ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4$  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。

原子の中の電子は、電子殻とよばれる層に分かれて存在している。電子殻は原子核に近い内側から順に K 殻, L 殻, M 殻, N 殻…と名付けられており、①各電子殻に収容される電子の数には限度がある。電子は、静電的な力で強く原子核に引きつけられるため、内側の電子殻にあるほどエネルギーの低い安定な状態になる。このため電子は最も内側の K 殻から順に外側の電子殻へと配置される。原子の中で、最も外側の電子殻にある電子を最外殻電子といい、このうち②原子がイオンになったり互いに結びついたりするときに働くものを価電子という。一般に、価電子の数が同じ原子同士はよく似た化学的性質を示す。

③原子の価電子の数は原子番号の増加にともない周期的に変化するため、性質のよく似た元素もまた周期的に現れることとなる。例えば、原子の最も外側の電子殻から電子を 1 個取り去り、1 価の陽イオンにするために必要なエネルギーをイオン化エネルギーというが、これと原子番号の関係をまとめたものが図 1 である。イオン化エネルギーが原子番号の増大に対して周期的に増減している様子がみてとれる。

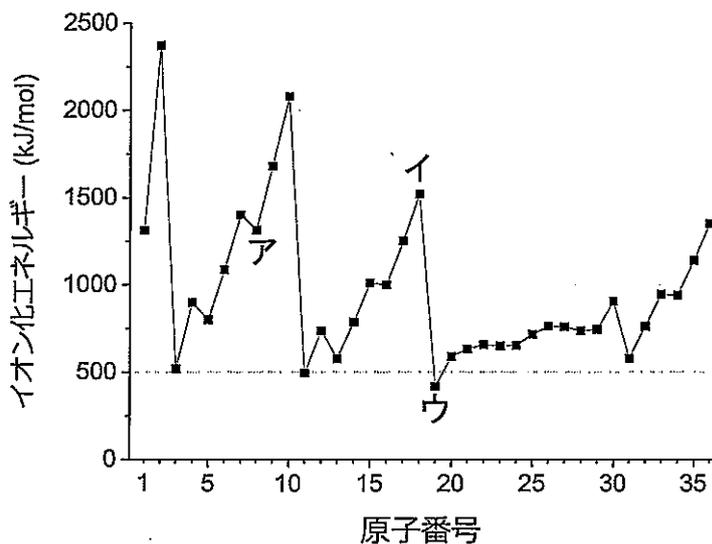


図 1 イオン化エネルギーの原子番号に対する周期的変化

問 1 下線(1)に関して M 殻に収容できる最大の電子の数を下の選択肢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  | ② 4  | ③ 8  |
| ④ 12 | ⑤ 14 | ⑥ 18 |

問 2 下線(2)に関して原子番号 10 の元素ネオン Ne の価電子の数を下の選択肢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 | ② 2 | ③ 4  |
| ④ 6 | ⑤ 8 | ⑥ 10 |

問 3 下線(3)に関して元素の性質の周期性に着目し元素の周期表をつくった人物を下の選択肢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 ラザフォード | ② リービヒ | ③ เมนделレーエフ |
| ④ ラボアジエ  | ⑤ ドルトン | ⑥ ベルセリウス     |

問 4 図 1 における原子番号 8 の元素アに該当するものを下の選択肢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 ホウ素 B | ② 炭素 C  | ③ 窒素 N     |
| ④ 酸素 O  | ⑤ フッ素 F | ⑥ ナトリウム Na |

問 5 図 1 における原子番号 18 の元素イに該当するものを下の選択肢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 硫黄 S   | ② 塩素 Cl    | ③ アルゴン Ar   |
| ④ カリウム K | ⑤ カルシウム Ca | ⑥ スカンジウム Sc |

問 6 図 1 を参考にし、原子番号 3 から 10 の元素のうち原子の直径の最も小さなものを下の選択肢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 原子番号 3 | ② 原子番号 4  | ③ 原子番号 5 |
| ④ 原子番号 6 | ⑤ 原子番号 7  | ⑥ 原子番号 8 |
| ⑦ 原子番号 9 | ⑧ 原子番号 10 |          |

問 7 図 1 における原子番号 19 の元素ウが属する元素の分類として最も適切なものを問 8 の下の選択肢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。

問 8 図 1 における原子番号 21 から 30 までの元素は原子番号が増えてもイオン化エネルギーは大きく変化していない。これらの元素が属する元素の分類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。

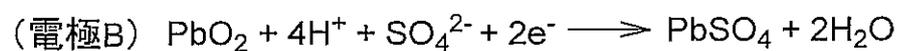
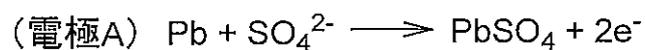
問 7, 8 に対する選択肢

- |              |            |              |
|--------------|------------|--------------|
| ① 希ガス(貴ガス)元素 | ② アルカリ金属元素 | ③ アルカリ土類金属元素 |
| ④ ハロゲン元素     | ⑤ 遷移元素     | ⑥ 非金属元素      |

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12に答えなさい。

下の図2は鉛蓄電池の模式図である。電極Aと電極Bの間に豆電球をつないで放電させると、電極AではPbがPbSO<sub>4</sub>になる[ア]反応が起こり、電極BではPbO<sub>2</sub>がPbSO<sub>4</sub>になる[イ]反応が起こり、電解液の希硫酸の濃度は[ウ]。このときの電極A, Bで起こる変化のイオン反応式は次のようになり、電極AでPbSO<sub>4</sub>が1 mol生成するにあたり電子は2 mol生成する。



鉛蓄電池は長時間放電すると、起電力は次第に低下する。そこで外部の電源につないで放電時とは逆向きに電流を流せば起電力を回復できる。そのような電池を二次電池とよぶ。

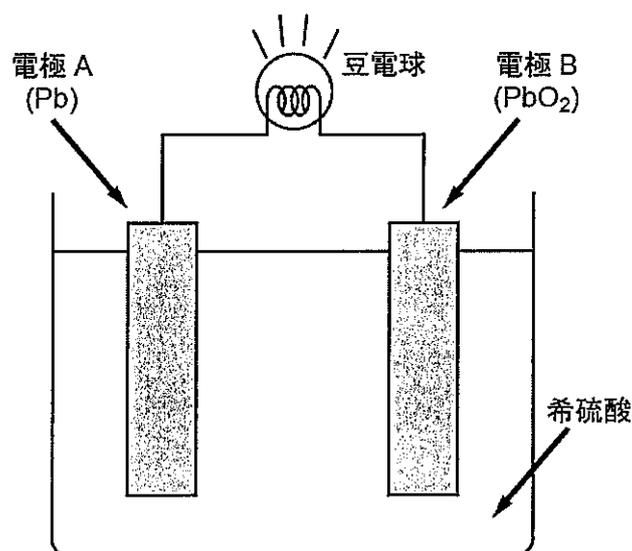


図2 鉛蓄電池の模式図

問 9 空欄  ~  に当てはまる語句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。

	ア	イ	ウ
①	酸化	還元	増加する
②	還元	酸化	増加する
③	酸化	還元	変化しない
④	還元	酸化	変化しない
⑤	酸化	還元	減少する
⑥	還元	酸化	減少する

問 10 放電時の電極 A と B はそれぞれ何極と呼ばれるか。最も適切な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。

	電極 A	電極 B
①	正極	負極
②	負極	正極
③	陽極	陰極
④	陰極	陽極

問 11 放電することで電極 B の質量が 96 g 増加した。このときの電極 A の質量の増加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。

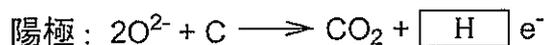
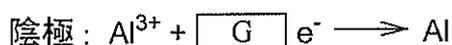
- |        |         |         |
|--------|---------|---------|
| ① 32 g | ② 48 g  | ③ 64 g  |
| ④ 96 g | ⑤ 122 g | ⑥ 144 g |

問 12 鉛蓄電池と同じ二次電池を下の選択肢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 アルカリマンガン乾電池 | ② 酸化銀電池   |
| ③ リチウム電池      | ④ 空気電池    |
| ⑤ リチウムイオン電池   | ⑥ マンガン乾電池 |

**問題Ⅲ.** 次の文章を読んで、問 13～問 26 に答えなさい。

アルミニウム原子は価電子を  $\boxed{A}$  個もち、 $\boxed{A}$  価の陽イオンになりやすい。アルミニウム Al は単体としては天然に存在しないが、地殻中には化合物として酸素 O、 $\boxed{B}$  の次に多く存在する元素で、金属元素では最も多い。単体は銀白色の軽くて柔らかい軽金属で、原料のボーキサイトから得られた  $\boxed{C}$  を熔融塩電解（ホール・エルー法）により製錬して製造される。 $\boxed{C}$  は非常に  $\boxed{D}$  が高いので、まず、電解槽中で  $\boxed{E}$  を約 1000℃ の高温で融解し、これに  $\boxed{C}$  を加えると  $\boxed{F}$  現象により混合融解塩を得る。ここで、電解槽の陽極・陰極の両極に①炭素電極を用いて電気分解をおこなうと、アルミニウムは融解状態で陰極部分にたまってくる。両極の主な反応は次のように表せる。



$\boxed{I}$  は、②硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの濃い混合水溶液を冷却すると得られる無色透明の正八面体結晶で、水に溶かすとそれぞれの成分イオンに電離する。粘土の微粒子などによって濁った水に  $\boxed{I}$  を加えると、水を澄ませることができる。これは、価数の大きい陽イオンである  $\boxed{A}$  価のアルミニウムイオンによって、負に帯電した粘土のコロイド粒子が  $\boxed{J}$  されるためである。また、 $\boxed{I}$  の水溶液は、加水分解して  $\boxed{K}$  を示す。

問 13 空欄  $\boxed{A}$  に当てはまる数値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。

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7

問 14 空欄  $\boxed{B}$  に当てはまる元素として最も適切なものを下の選択肢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 水素 H    ② 炭素 C    ③ 窒素 N    ④ ナトリウム Na  
⑤ ケイ素 Si    ⑥ リン P    ⑦ 塩素 Cl    ⑧ カルシウム Ca

問 15 空欄 **C** に当てはまる化合物として最も適切なものを下の選択肢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。

- ① 窒化アルミニウム      ② 酸化アルミニウム  
③ 水酸化アルミニウム    ④ 硫酸アルミニウム

問 16 空欄 **D** に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～③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 沸点    ② 融点    ③ 三重点

問 17 空欄 **E** に当てはま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 ケイ砂      ② リン灰石      ③ 氷晶石  
④ 石灰石      ⑤ 蛍石            ⑥ セッコウ

問 18 空欄 **F** に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～③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 凝固点降下    ② 沸点上昇    ③ 蒸気圧降下

問 19 空欄 **G** に当てはまる数値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 20 空欄 **H** に当てはまる数値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 下線(1)の電気分解において、アルミニウム 1.0 kg を得るために必要な電気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。

- ①  $8.9 \times 10^5$  C    ②  $1.2 \times 10^6$  C    ③  $1.4 \times 10^6$  C  
④  $3.6 \times 10^6$  C    ⑤  $1.1 \times 10^7$  C    ⑥  $1.4 \times 10^7$  C

問 22 下線(1)の電気分解において、アルミニウム 1.0 kg を得る際に消耗する陽極（炭素）の質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。

- ① 0.33 kg    ② 0.44 kg    ③ 0.59 kg  
④ 3.3 kg    ⑤ 4.4 kg    ⑥ 5.9 kg

問 23 空欄  に当てはまる物質として最も適切なものを下の選択肢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。

- ① アルマイト    ② アルミナ    ③ ジュラルミン    ④ ミョウバン

問 24 下線(2)の硫酸アルミニウムの水溶液にアンモニア水を加えたときに沈殿する物質として最も適切なものを下の選択肢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。

- ① アルミニウム    ② 酸化アルミニウム    ③ 水酸化アルミニウム  
④ ビス（硫酸）アルミニウムカリウム十二水和物

問 25 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①～④の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 透析    ② 凝析    ③ 塩析    ④ 分散

問 26 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①～③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 酸性    ② 中性    ③ 塩基性

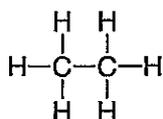
次ページ以降にも問題があります。

問題IV. 以下の問 27～問 32 に答えなさい。

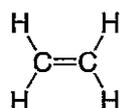
問 27 次の化合物 A～D の炭素-炭素結合の長さを長い順に並べたとき、正しい順番を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



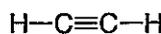
A



B



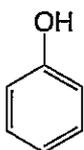
C



D

- ① A, B, C, D
- ② B, A, C, D
- ③ B, C, A, D
- ④ C, A, D, B
- ⑤ D, C, B, A
- ⑥ D, C, A, B

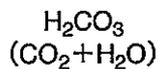
問 28 次の化合物 A～D を酸として強い順に並べたとき、正しい順番を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



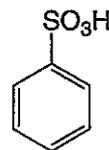
A



B



C



D

- ① A, B, C, D
- ② B, C, D, A
- ③ B, D, A, C
- ④ C, B, D, A
- ⑤ D, B, C, A
- ⑥ D, C, B, A

問 29 次の化合物 A~D を分子量の大きい順に並べたとき、正しい順番を下の選択肢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。

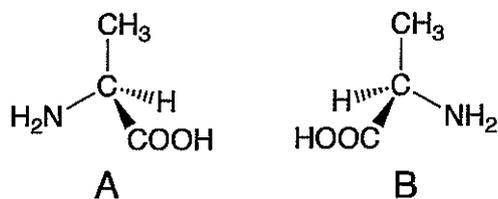
A サリチル酸      B キシレン      C アニリン      D 酢酸エチル

- ① A, B, C, D
- ② A, C, B, D
- ③ B, A, D, C
- ④ C, A, B, D
- ⑤ C, B, D, A
- ⑥ D, B, C, A

問 30 次の化合物 A と B の沸点を比べたとき、Aの方が沸点が高い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。

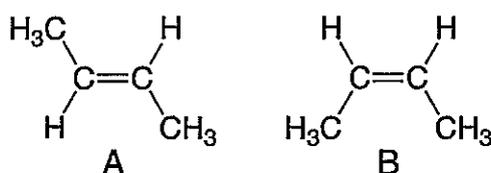
	A	B
①	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
②	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
③	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$
④	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$

問 31 次の化合物 A と 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 A と B は構造異性体の関係にある。
- ② 天然には A と B がほぼ 1:1 の割合で存在する。
- ③ A と B は味やにおいなどの生理作用が同じである。
- ④ A はニンヒドリン反応で紫色に呈色するが、B は呈色しない。
- ⑤ A と B は融点や水への溶解度などの物理的性質が同じである。

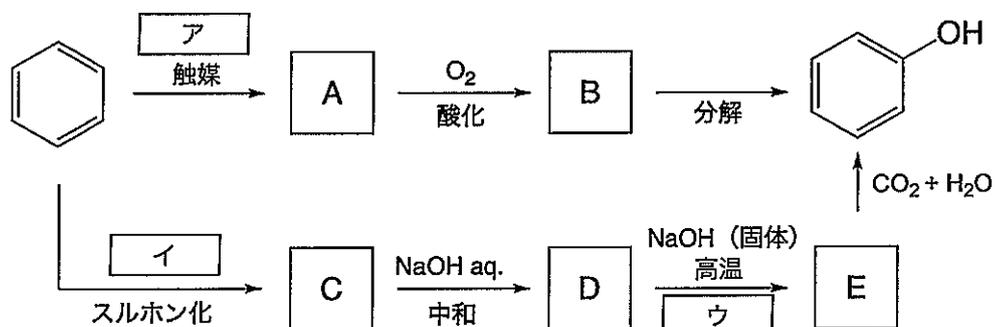
問 32 次の化合物 A と B について述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



- ① A と B は構造異性体の関係にある。
- ② A をトランス形、B をシス形という。
- ③ A と B は沸点や融点などの物理的性質が同じである。
- ④ A は臭素水を脱色するが、B は脱色しない。
- ⑤ A と B は不斉炭素原子をもつ。

次ページ以降にも問題があります。

問題 V. 次に示す反応経路図をみて、問 33～問 40 に答えなさい。



問 33 空欄「ア」に当てはまる化合物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 エタン                      ② エチレン                      ③ アセチレン  
 ④ プロパン                      ⑤ プロペン                      ⑥ プロピン

問 34 空欄「イ」に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～⑧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 濃硫酸                      ② 濃硝酸                      ③ 濃塩酸                      ④ 希硫酸  
 ⑤ 希硝酸                      ⑥ 希塩酸                      ⑦ 濃硫酸と濃硝酸の混合物  
 ⑧ 濃硝酸と濃塩酸の混合物

問 35 空欄「ウ」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 けん化                      ② 転化                      ③ アルカリ融解  
 ④ 加水分解                      ⑤ 中和                      ⑥ 電解精錬

問 36 空欄 **A** に当てはまる化合物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 クメン                      ② トルエン                      ③ スチレン  
④ キシレン                      ⑤ ナфтаレン                      ⑥ アントラセン

問 37 空欄 **B** の化合物に含まれる結合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  $-C\equiv C-$                       ②  $=C=O$                       ③  $=C-O-C=$   
④  $-O-O-H$                       ⑤  $\equiv C-O-H$                       ⑥  $=C=C=O$

問 38 空欄 **C** , **D** に当てはまる化合物の最も適切な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。

- |   | <b>C</b>  | <b>D</b>          |
|---|-----------|-------------------|
| ① | ニトロベンゼン   | <i>o</i> -ニトロトルエン |
| ② | ニトロベンゼン   | アニリン              |
| ③ | トルエン      | 安息香酸              |
| ④ | トルエン      | 2,4,6-トリニトロトルエン   |
| ⑤ | ベンゼンスルホン酸 | クメンヒドロペルオキシド      |
| ⑥ | ベンゼンスルホン酸 | ベンゼンスルホン酸ナトリウム    |

問 39 空欄 **E** の化合物について述べた次の文章のうち、誤っているものを下の選択肢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。

- ① フェノールと水酸化ナトリウムが反応すると化合物 E が生成する。  
② フェノールと塩化ナトリウムが反応すると化合物 E が生成する。  
③ フェノールと金属ナトリウムが反応すると化合物 E が生成する。  
④ 化合物 E は塩化ベンゼンジアゾニウムと反応して *p*-ヒドロキシアゾベンゼンを生成する。

問 40 フェノールについて述べた次の文章のうち、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 エタノールと異なり、無水酢酸と反応してエステルを生成しない。
- ② エタノールと同様、水によく溶ける。
- ③ *o*-位と *p*-位で水素原子の置換反応が起こりやすい。
- ④ フェノールの水溶液に臭素水を加えても反応は起こらない。
- ⑤ フェノールの水溶液はわずかに電離して、弱い塩基性を示す。