

## 化 学

## 注 意

1. 問題は全部で14ページである。
2. 解答用紙に氏名を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。
5. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

## マーク・シート記入上の注意

1. HBの黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の○を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が1のとき)

1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
---	----------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

<余 白>

<余 白>

次の **I** ~ **III** の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1 C 12 O 16 K 39 Fe 56 Zn 65 I 127

**I** 次の問1～問4に答えよ。

問1 次の(A)～(C)の記述にあてはまる化合物として適切なものを各化合物群の①～⑩から一つ選べ。

- (A) 炭化カルシウム(カーバイド)に水を加えると生成する。 **1**
- (B) (A)で生成した化合物に触媒を用いて酢酸を反応させると生成する。 **2**
- (C) 2-プロパノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると生成する。 **3**

化合物群

(A)

- |                              |                                      |                             |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| ① $\text{CH}_4$              | ② $\text{C}_2\text{H}_6$             | ③ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ |
| ④ $\text{CH}\equiv\text{CH}$ | ⑤ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ | ⑥ $\text{CH}_3\text{OH}$    |
| ⑦ $\text{CH}_3\text{CHO}$    | ⑧ $\text{CH}_3\text{COOH}$           | ⑨ $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ |
| ⑩ $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ |                                      |                             |

(B)

- |   |                                       |  |
|---|---------------------------------------|--|
| ① $\text{CH}_3\text{OH}$                | ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$   | ③ $\text{CH}_3\text{CHO}$                |
| ④ $\text{CH}_3\text{OCH}_3$             | ⑤ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ | ⑥ $\text{CH}_3\text{COCH}_3$             |
| ⑦ $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$           | ⑧ $\text{CH}_2=\text{CHOCOCH}_3$      | ⑨ $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ |
| ⑩ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ |                                       |  |

(C)

- |                                       |   |                                      |
|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
| ① $\text{CH}_3\text{OH}$              | ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$     | ③ $\text{CH}_3\text{CHO}$            |
| ④ $\text{CH}_3\text{COOH}$            | ⑤ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$    | ⑥ $\text{CH}_3\text{OCH}_3$          |
| ⑦ $\text{CH}_3\text{COCH}_3$          | ⑧ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ | ⑨ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ |
| ⑩ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ |   |                                      |

問 2 以下の記述のうち、誤りを含むものの組み合わせを①～⑩から一つ選べ。

4

ア. マレイン酸を加熱すると酸無水物を生ずるが、フマル酸を加熱しても酸無水物は生じない。

イ. ベンゼンに紫外線を照射しながら塩素と反応させると、ベンゼンヘキサクロリドが生じる。

ウ. サリチル酸にメタノールと少量の濃硝酸を加えると、アセチルサリチル酸が生成する。

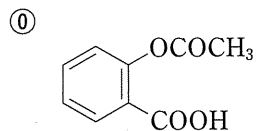
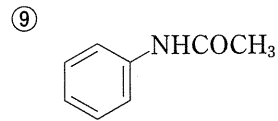
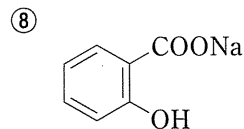
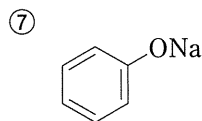
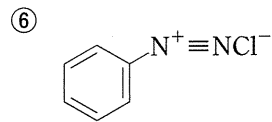
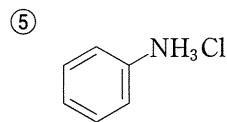
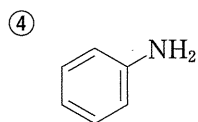
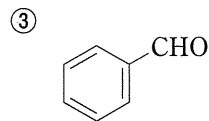
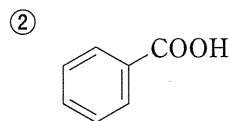
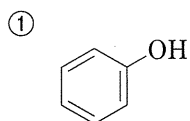
エ. *o*-キシレンを酸化するとフタル酸が生じ、*p*-キシレンを酸化するとテレフタル酸が生じる。

オ. ベンゼンと濃硫酸を反応させるとニトロベンゼンが生じる。

- ① アとイ    ② アとウ    ③ アとエ    ④ アとオ    ⑤ イとウ  
⑥ イとエ    ⑦ イとオ    ⑧ ウとエ    ⑨ ウとオ    ⑩ エとオ

問 3 ニトロベンゼンをスズと濃塩酸で還元して得られた化合物 A に、水酸化ナトリウム水溶液を加え化合物 B を得た。B をエーテルに溶かし、そこに塩酸を加えてよく混ぜたところ、水層に化合物 A が得られた。B に無水酢酸を作用させると、化合物 C と酢酸が生成した。B 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て得られた化合物 D に、化合物 E を加えたところ、橙赤色の *p*-ヒドロキシアゾベンゼンが生成した。化合物 A ~ E の構造式として正しいものをそれぞれ①~⑩から一つ選べ。

A 5    B 6    C 7    D 8    E 9



問 4 脂肪酸として  $C_mH_nCOOH$  のみから構成される油脂 A がある。439 g の油脂 A を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量は 84 g だった。

(1)  $m$  と  $n$  の値の組み合わせとして適切なものを①～⑩から一つ選べ。

10

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| ① $m = 13, n = 27$ | ② $m = 13, n = 25$ |
| ③ $m = 15, n = 31$ | ④ $m = 15, n = 29$ |
| ⑤ $m = 15, n = 27$ | ⑥ $m = 15, n = 25$ |
| ⑦ $m = 17, n = 35$ | ⑧ $m = 17, n = 33$ |
| ⑨ $m = 17, n = 31$ | ⑩ $m = 17, n = 29$ |

(2) 100 g の油脂 A に付加するヨウ素の質量 (g) として最も適切なものを①～⑩から一つ選べ。 11

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 170 | ② 172 | ③ 174 | ④ 176 | ⑤ 180 |
| ⑥ 182 | ⑦ 184 | ⑧ 188 | ⑨ 190 | ⑩ 192 |

(3) 油脂はけん化されてセッケンを生じる。セッケンの性質として正しいものの組み合わせを①～⑩から一つ選べ。 12

ア. 一定質量の油脂をけん化してセッケンを作るとき、油脂の分子量が大きいほど必要となる塩基の質量は多くなる。

イ. 塩基性の水溶液で使うと、脂肪酸が遊離するため洗浄力を失う。

ウ. 水溶液中で加水分解して弱塩基性となるため、羊毛や絹など動物性繊維の洗濯には適さない。

エ.  $Ca^{2+}$  や  $Mg^{2+}$  を多く含む水 (硬水) で使用すると、洗浄力が高まる。

オ. セッケンの疎水基が油汚れと接すると引き合い、ミセルを形成して水中に分散する。これを乳化作用という。

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① アとイ | ② アとウ | ③ アとエ | ④ アとオ | ⑤ イとウ |
| ⑥ イとエ | ⑦ イとオ | ⑧ ウとエ | ⑨ ウとオ | ⑩ エとオ |

<余 白>



II 次の問1, 問2に答えよ。

問1 第4周期までの典型元素に関する以下の文を読み, 設問(1)~(6)に答えよ。

典型元素のうち, [13]や[14]の酸化物の多くは, 水と反応して[15]を生成する。このうち, [13]の酸化物から生じた[15]は水によく溶ける強塩基である。[14]の酸化物から生じた[15]の中には, 水への溶解度が低いものもある。

[13]や[14]は, 実験条件を整えると水素化合物<sup>(a)</sup>をつくる。これらの水素化合物の多くは不安定であり, 水と激しく反応して気体と[16]を生成する。[14]の場合, 1 molの水素化合物が水と完全に反応して[16]を生成するとき, [ア]の気体が発生する。

一方, 他の典型元素の酸化物の中には, 水と反応させると酸性を示す分子<sup>(b)</sup>をつくるものがある。

(1) [13], [14]にあてはまる最も適切な語句を解答群からそれぞれ一つ選べ。

- ① アルカリ金属                      ② アルカリ土類金属                      ③ 14族の元素  
④ 15族の元素                      ⑤ 16族の元素                      ⑥ ハロゲン  
⑦ 希ガス

(2) [15]にあてはまる最も適切な語句を解答群から一つ選べ。

- ① 水素化合物                      ② 水和物                      ③ 水和水  
④ 水和イオン                      ⑤ 水酸化物                      ⑥ 過酸化物  
⑦ 酸無水物

(3) [16]にあてはまる最も適切な語句を解答群から一つ選べ。

- ① 水和物                      ② 水和水                      ③ 水和イオン                      ④ 水酸化物  
⑤ 酸化物                      ⑥ 過酸化物                      ⑦ 酸無水物

(4) 下線部(a)の化合物における水素の酸化数を解答群から一つ選べ。 [17]

- ① -4                      ② -3                      ③ -2                      ④ -1                      ⑤ 0  
⑥ +1                      ⑦ +2                      ⑧ +3                      ⑨ +4

(5)  $\square{\text{ア}}$  にあてはまる気体の質量を有効数字2桁で求め、次の形式で示せ。

$$\square{18}.\square{19} \times 10^{\square{20}} \text{g}$$

(6) 下線部(b)に該当する分子、すなわち、典型元素の酸化物が水と反応すると生成する分子であり、かつ、その典型元素の酸化数が+7となる分子に含まれる原子の数として最も適切な数値を解答群から一つ選べ。  $\square{21}$

- ① 3                      ② 4                      ③ 5                      ④ 6                      ⑤ 7

問 2 以下の文を読み、設問(1)~(8)に答えよ。

適切な濃度に調製した  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^{+}$  の各イオンを含み、他の金属イオンは含まない水溶液 A がある。A に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、全ての金属イオンが沈殿を生じる。ここで、過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると  $\square{22}$  の沈殿が溶ける。一方、A に少量のアンモニア水を加えると、 $\square{23}$  が沈殿を生じる。このうち、過剰量のアンモニア水を加えたときに溶けるのは  $\square{24}$  の沈殿である。

水溶液 A が酸性であるとき、硫化水素を通じると硫化物の沈殿を生じるのは  $\square{25}$  である。酸性の条件で  $\square{26}$  の硫化物は沈殿しない。しかし、硫化水素が  $\square{27}$  をもつために、金属イオンとして  $\square{26}$  のみを含む酸性の水溶液に硫化水素を通じると、水溶液が濁ることがある。また、 $\square{28}$  は硫化物の沈殿を生じないが、金属イオンとして  $\square{28}$  のみを含む水溶液に硫化水素を通じたとき、水溶液を塩基性にする水溶液が濁ることがある。このとき生じる沈殿は  $\square{28}$  の  $\square{29}$  であると考えられる。

- (1)  $\square{22}$  にあてはまる最も適切な語句を語群 A から一つ選べ。
- (2)  $\square{23}$  にあてはまる最も適切な語句を語群 B から一つ選べ。
- (3)  $\square{24}$  にあてはまる最も適切な語句を語群 A から一つ選べ。
- (4)  $\square{25}$  にあてはまる最も適切な語句を語群 A から一つ選べ。
- (5)  $\square{26}$  にあてはまる最も適切な化学式を語群 C から一つ選べ。
- (6)  $\square{27}$  にあてはまる最も適切な語句を語群 D から一つ選べ。
- (7)  $\square{28}$  にあてはまる最も適切な化学式を語群 C から一つ選べ。

(8) 29 にあてはまる最も適切な語句を語群 E から一つ選べ。

語群 A

- |   |   |
|---|---|
| ① $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ のみ | ② $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ のみ |
| ③ $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ のみ    | ④ $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ のみ    |
| ⑤ $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ のみ    | ⑥ $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ のみ |
| ⑦ $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ のみ    | ⑧ $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ のみ |
| ⑨ $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Zn}^{2+}$ のみ    | ⑩ $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ のみ    |

語群 B

- ①  $\text{Al}^{3+}$  を除くすべての金属イオン
- ②  $\text{Zn}^{2+}$  を除くすべての金属イオン
- ③  $\text{Fe}^{3+}$  を除くすべての金属イオン
- ④  $\text{Pb}^{2+}$  を除くすべての金属イオン
- ⑤  $\text{Cu}^{2+}$  を除くすべての金属イオン
- ⑥  $\text{Ag}^+$  を除くすべての金属イオン
- ⑦ すべての金属イオン

語群 C

- |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ① $\text{Al}^{3+}$ | ② $\text{Zn}^{2+}$ | ③ $\text{Fe}^{3+}$ | ④ $\text{Pb}^{2+}$ |
| ⑤ $\text{Cu}^{2+}$ | ⑥ $\text{Ag}^+$    |                    |                    |

語群 D

- |        |       |        |       |
|--------|-------|--------|-------|
| ① 酸化作用 | ② 還元性 | ③ 脱水作用 | ④ 吸湿性 |
| ⑤ 潮解性  |       |        |       |

語群 E

- |         |       |        |         |
|---------|-------|--------|---------|
| ① 水素化合物 | ② 水和物 | ③ 水和水  | ④ 水和イオン |
| ⑤ 水酸化物  | ⑥ 酸化物 | ⑦ 過酸化物 | ⑧ 酸無水物  |

<余 白>

III 次の問1, 問2に答えよ。

問1 次の文中の空欄 30 ~ 38 にあてはまる最も適切な数値を, 同じ番号の解答群から選び, マーク・シートの解答欄にマークせよ。気体はすべて理想気体とし, 気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。

(1) 濃硫酸を  $130^\circ\text{C}$  程度に加熱してエタノールを加えることで主に得られる化合物 A には 30 組の非共有電子対と 31 組の共有電子対がある。化合物 A の炭素原子間の距離は約 32 nm である。濃硫酸を  $160^\circ\text{C}$  程度に加熱してエタノールを加えることで主に得られる化合物 B の炭素原子間の距離は約 33 nm である。塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒として, 化合物 B を酸化して得られる化合物 C には 34 組の非共有電子対がある。ベンゼンの炭素原子間の距離はいずれも等しく, 約 35 nm である。

- |    |        |        |        |        |        |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 30 | ① 0    | ② 1    | ③ 2    | ④ 3    | ⑤ 4    |
|    | ⑥ 5    | ⑦ 6    | ⑧ 7    | ⑨ 8    |        |
| 31 | ① 0    | ② 2    | ③ 4    | ④ 6    | ⑤ 8    |
|    | ⑥ 10   | ⑦ 12   | ⑧ 14   | ⑨ 16   |        |
| 32 | ① 0.11 | ② 0.13 | ③ 0.14 | ④ 0.15 | ⑤ 0.17 |
|    | ⑥ 1.1  | ⑦ 1.3  | ⑧ 1.4  | ⑨ 1.5  |        |
| 33 | ① 0.11 | ② 0.13 | ③ 0.14 | ④ 0.15 | ⑤ 0.17 |
|    | ⑥ 1.1  | ⑦ 1.3  | ⑧ 1.4  | ⑨ 1.5  |        |
| 34 | ① 0    | ② 1    | ③ 2    | ④ 3    | ⑤ 4    |
|    | ⑥ 5    | ⑦ 6    | ⑧ 7    | ⑨ 8    |        |
| 35 | ① 0.11 | ② 0.13 | ③ 0.14 | ④ 0.15 | ⑤ 0.17 |
|    | ⑥ 1.1  | ⑦ 1.3  | ⑧ 1.4  | ⑨ 1.5  |        |

(2) 鉄と亜鉛の混合物 15.8 g に十分な量の塩酸を加えて反応させると、標準状態(0℃,  $1.01 \times 10^5$  Pa)で 5.6 L の水素が発生した。この混合物 15.8 g に含まれる鉄の物質量は  mol である。

- ① 0.01    ② 0.02    ③ 0.03    ④ 0.04    ⑤ 0.05  
⑥ 0.06    ⑦ 0.07    ⑧ 0.08    ⑨ 0.09

(3) 27℃で、 $1.0 \times 10^5$  Pa, 3.0 L の気体 A と、 $3.0 \times 10^5$  Pa, 4.0 L の気体 B を 10.0 L の容器に入れた後に、容器内の温度を 77℃にした。このときの気体 A の分圧は   $\times 10^4$  Pa で、容器内の全圧は   $\times 10^5$  Pa である。気体 A と気体 B は反応しないものとする。

- ① 1.5    ② 2.5    ③ 3.5    ④ 4.5    ⑤ 5.5  
⑥ 6.5    ⑦ 7.5    ⑧ 8.5    ⑨ 9.5
- ① 0.2    ② 0.4    ③ 0.6    ④ 0.8    ⑤ 1.0  
⑥ 1.2    ⑦ 1.4    ⑧ 1.6    ⑨ 1.8

問 2 以下の文(a)~(g)の中で誤りを含むものが3つある。この組み合わせを解答群①~⑩の中から一つ選べ。 39

- (a) 希薄溶液において、浸透圧は溶液のモル濃度と温度に比例する。
- (b) 同じ濃度であれば、電解質も電解質でない物質も希薄溶液の浸透圧は同じである。
- (c) 親水コロイドは多量の電解質を加えるとコロイド粒子が集まり沈殿するが、疎水コロイドは十分な量の電解質を加えても沈殿を生じない。
- (d) 親水コロイドの中には疎水コロイドの凝析を起こりにくくするものがある。
- (e) コロイド粒子のブラウン運動は、溶媒分子の熱運動による。
- (f) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に直流の電圧をかけると陰極の方に移動する。
- (g) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子は、セロハンのような半透膜を通過できる。

- |    |                 |                 |                 |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 39 | ① (a), (b), (g) | ② (a), (c), (e) | ③ (b), (d), (f) |
|    | ④ (b), (c), (e) | ⑤ (b), (c), (g) | ⑥ (c), (d), (f) |
|    | ⑦ (c), (e), (f) | ⑧ (c), (e), (g) | ⑨ (d), (e), (f) |
|    | ⑩ (d), (e), (g) |                 |                 |

