

# 化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体はすべて標準状態として存在するものとする。

必要があれば、以下の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, F = 19.0, Na = 23.0, Cl = 35.5

気体定数： $8.3 \times 10^3 (\text{Pa} \cdot \text{L}) / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 8.3 (\text{Pa} \cdot \text{m}^3) / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 0.082 (\text{atm} \cdot \text{L}) / (\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$

気体の標準状態：0℃, 1 atm =  $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ コ〕

問1. 以下の説明にあてはまるものを、解答群よりそれぞれ選べ。〔解答は 1 - ア ~ カ〕

(1) 次の分子のうち、極性のないもの。

〔解答は 1 - ア〕

〔解答群〕 ① アンモニア      ② 二酸化炭素      ③ メタノール  
④ 水      ⑤ 酢 酸      ⑥ フッ化水素

(2) 次の原子またはイオンのうち、電子の数が他と異なるもの。

〔解答は 1 - イ〕

〔解答群〕 ①  $\text{S}^{2-}$       ②  $\text{Mg}^{2+}$       ③ Ne      ④  $\text{F}^-$       ⑤  $\text{O}^{2-}$       ⑥  $\text{Na}^+$

(3) 次の原子のうち、原子核中の中性子数が最も多い原子。

〔解答は 1 - ウ〕

〔解答群〕 ①  $^{10}_5\text{B}$       ②  $^{11}_5\text{B}$       ③  $^{12}_6\text{C}$       ④  $^{13}_6\text{C}$       ⑤  $^{14}_6\text{C}$       ⑥  $^{14}_7\text{N}$

(4) 117.0 g の塩化ナトリウム (NaCl) 中に含まれるナトリウムの質量 (g)。

〔解答は 1 - エ g〕

〔解答群〕 ① 23.0      ② 35.5      ③ 46.0      ④ 71.0      ⑤ 81.5      ⑥ 94.0

(5) 次の化合物ないし単体のうち、原子間の結合が共有結合のみであるもの。

〔解答は 1 - オ〕

〔解答群〕 ① 金      ② 塩化アンモニウム      ③ 酸化マグネシウム  
④ 水銀      ⑤ ダイヤモンド      ⑥ 硫酸ナトリウム

(6) 次の反応のうち、中和反応であるもの。

〔解答は 1 - カ 〕

- 〔解答群〕
- ① 金属の鉄が塩酸と反応し、水素を発生する。
  - ② マグネシウム金属が酸素と反応し、酸化マグネシウムが生成する。
  - ③ 一酸化窒素が酸素と反応し、二酸化窒素が生成する。
  - ④ 水酸化カルシウムが塩酸と反応し、塩化カルシウムが生成する。
  - ⑤ 水と二酸化硫黄がヨウ素と反応し、硫酸を生成する。
  - ⑥ 過酸化水素水に二酸化マンガンに触媒として加えると、酸素を発生する。

問 2. 次の文のうち、正しいものはどれか。〔解答は 1 - キ 〕

- 〔解答群〕
- ① 質量数は陽子数と中性子数の和である。
  - ② 原子量と質量数は厳密に等しい。
  - ③ 原子核中の陽子数と中性子数は常に等しい。
  - ④ 化学変化において、一つの原子の陽子数と電子数に差が生じることはない。
  - ⑤ 中性子数が等しく、陽子数が異なる原子を互いに同位体という。
  - ⑥ 陽子数が等しく、中性子数が異なる原子を互いに同素体という。

問 3. ある金属 M について、酸化数 +2 となる酸化物（組成式  $\text{MO}$ ）28.0 g を完全にフッ化物（組成式  $\text{MF}_2$ ）に変えたところ、39.0 g となった。この金属 M の原子量は次のどれか。

〔解答は 1 - ク 〕

- 〔解答群〕
- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 24.3 | ② 32.1 | ③ 40.0 |
| ④ 54.9 | ⑤ 58.7 | ⑥ 87.6 |

問 4. 原子番号が p である元素 X の +2 価のイオンと、原子番号が q である元素 Y の -1 価のイオンは同じ電子配置であった。このとき、p と q の関係として正しいものはどれか。

〔解答は 1 - ケ 〕

- 〔解答群〕
- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| ① $q = p - 3$ | ② $q = p - 2$ | ③ $q = p - 1$ |
| ④ $q = p + 1$ | ⑤ $q = p + 2$ | ⑥ $q = p + 3$ |

問 5. 元素 X には相対質量が p の同位体 A と、相対質量が  $p + 1.00$  の同位体 B がある。同位体 A、B の天然存在比がそれぞれ 20 %、80 % である場合、元素 X の原子量として正しいものはどれか。

〔解答は 1 - コ 〕

- 〔解答群〕
- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| ① $p + 0.10$ | ② $p + 0.20$ | ③ $p + 0.40$ |
| ④ $p + 0.60$ | ⑤ $p + 0.80$ | ⑥ $p + 0.90$ |

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ～ キ 〕

問 1. 次の文中の空欄 ア にあてはまるものを、解答群より選べ。〔解答は 2 - ア 〕

周期表の 1 族元素のうち、水素を除くリチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、フランシウムの 6 種類の元素をアルカリ金属という。放射性元素であるフランシウムを除いた 5 種類のアルカリ金属の反応性の高さは、ア の順である。

- 〔解答群〕
- ① セシウム > カリウム > ルビジウム > リチウム > ナトリウム
  - ② リチウム > ナトリウム > カリウム > ルビジウム > セシウム
  - ③ セシウム > ルビジウム > カリウム > ナトリウム > リチウム
  - ④ ルビジウム > セシウム > リチウム > ナトリウム > カリウム
  - ⑤ ルビジウム > リチウム > ナトリウム > カリウム > セシウム
  - ⑥ リチウム > セシウム > カリウム > ルビジウム > ナトリウム

問 2. 次の文中の空欄 A ～ C に入る各化合物の組み合わせとして正しいものを、解答群より選べ。〔解答は 2 - イ 〕

周期表の 2 族元素は、アルカリ土類金属と呼ばれる。その代表的元素であるカルシウムは、炭酸カルシウムが主成分である石灰石として主に産出される。この炭酸カルシウムを加熱することによって、A が得られる。A に水を加えると、発熱しながら反応し B が生成する。

B の飽和水溶液に二酸化炭素を通じると、炭酸カルシウムの白色沈殿を生じる。さらに二酸化炭素を過剰に通じると、炭酸カルシウムは C となって溶解する。

〔解答群〕

- |   |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|
| ① | A 酸化カルシウム   | B 水酸化カルシウム  | C 炭酸水素カルシウム |
| ② | A 酸化カルシウム   | B 炭酸水素カルシウム | C 水酸化カルシウム  |
| ③ | A 炭酸水素カルシウム | B 水酸化カルシウム  | C 酸化カルシウム   |
| ④ | A 炭酸水素カルシウム | B 酸化カルシウム   | C 水酸化カルシウム  |
| ⑤ | A 水酸化カルシウム  | B 炭酸水素カルシウム | C 酸化カルシウム   |
| ⑥ | A 水酸化カルシウム  | B 酸化カルシウム   | C 炭酸水素カルシウム |

問3. 次の文中の空欄  ～  に入る各用語の組み合わせとして正しいものを、解答群より選べ。〔解答は  -  〕

遷移元素は、大まかに次の(1)～(5)のような特徴を持つことが知られている。

- (1) 単体は密度が大きく、融点が高いものが多い。
- (2) 1つの元素が複数の  をとることが多い。
- (3) イオンや化合物には、有色のものが多い。
- (4) 単体や化合物には、 としてはたらくものが多い。
- (5) ほかのイオンや分子と配位結合した  をつくるものが多い。

- |       |                                      |                                    |                                     |
|-------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 〔解答群〕 | ① <input type="text" value="A"/> 分子量 | <input type="text" value="B"/> 酸化剤 | <input type="text" value="C"/> 錯イオン |
|       | ② <input type="text" value="A"/> 結合数 | <input type="text" value="B"/> 還元剤 | <input type="text" value="C"/> 陰イオン |
|       | ③ <input type="text" value="A"/> 酸化数 | <input type="text" value="B"/> 触 媒 | <input type="text" value="C"/> 錯イオン |
|       | ④ <input type="text" value="A"/> 結合数 | <input type="text" value="B"/> 還元剤 | <input type="text" value="C"/> 陽イオン |
|       | ⑤ <input type="text" value="A"/> 分子量 | <input type="text" value="B"/> 触 媒 | <input type="text" value="C"/> 陰イオン |
|       | ⑥ <input type="text" value="A"/> 酸化数 | <input type="text" value="B"/> 酸化剤 | <input type="text" value="C"/> 陽イオン |

問4. 次の操作1～3について、用いたA～Dの各金属は「マグネシウム」、「鉄」、「銅」、および「銀」のいずれかである。このとき、A～Dにあてはまる各金属を、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は  -  ～  〕

【操作1】金属A・Bは希硫酸に溶け水素を発生したが、金属C・Dは溶けなかった。

【操作2】金属Bは熱水と反応して水素を発生したが、金属Aは反応しなかった。

【操作3】Cの硝酸塩水溶液に金属Dを入れると、Dの表面にCが析出した。

金属A：      金属B：      金属C：      金属D：

- 〔解答群〕 ① マグネシウム      ② 鉄      ③ 銅      ④ 銀

3 以下の各問いに答えよ。なお、水のイオン積 ( $K_w$ ) は、 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  で一定である。

〔解答は 3 - ア ~ ク 〕

問 1. 化学反応の速さとしくみに関して述べた次の文章のうち、正しいものはどれか。

〔解答は 3 - ア 〕

- 〔解答群〕
- ① 反応速度は、単位時間あたりに反応した反応物の質量で記述される。
  - ② 反応物の濃度を大きくしても、反応速度は変化しない。
  - ③ 触媒は、反応後にはもとの物質とは異なる物質に変化する。
  - ④ 触媒を用いると、反応の活性化エネルギーが無触媒の場合とは異なる別の反応経路を通る。
  - ⑤ 触媒を用いると、反応エンタルピーは小さくなる。

問 2. 以下の文中の空欄 [イ] ~ [エ] にあてはまる 1 桁の数値を、それぞれマークせよ。

「 $5.0 \times 10^{-2} \text{mol/L}$  の酢酸水溶液において、酢酸の電離度は 0.20 である。このとき、水素イオン濃度は [イ]  $\times 10^{-[ウ]}$  mol/L であり、pH は [エ] である。」

〔解答は 3 - イ ~ エ 〕

問 3. 以下の文中の空欄 [オ] ~ [キ] にあてはまる数値をマークせよ。なお、 $\log_{10} 2.0 = 0.30$  とする。

「水酸化カリウムの電離度が 1.0 であるとき、 $5.0 \times 10^{-2} \text{mol/L}$  水酸化カリウム水溶液の pH を小数第一位まで求めると、[オ] [カ] . [キ] である。」

〔解答は 3 - オ ~ キ 〕

問 4. 次の(a)~(d)の各水溶液の pH の序列として正しいものを解答群より選べ。但し、塩酸および希硫酸の電離度はいずれも 1.0 とする。

〔解答は 3 - ク 〕

- (a)  $5.0 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  の希硫酸  
(b)  $1.0 \times 10^{-2} \text{mol/L}$  の塩酸を水で 1000 倍に希釈した水溶液  
(c)  $1.0 \times 10^{-1} \text{mol/L}$  の希硫酸 50 mL に、 $1.8 \times 10^{-1} \text{mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を加え反応させた水溶液  
(d) pH が 4.5 の炭酸水

- 〔解答群〕
- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| ① (a) > (b) > (c) > (d) | ② (a) > (d) > (c) > (b) |
| ③ (b) > (c) > (d) > (a) | ④ (b) > (d) > (a) > (c) |
| ⑤ (c) > (a) > (d) > (b) | ⑥ (c) > (d) > (b) > (a) |
| ⑦ (d) > (b) > (c) > (a) | ⑧ (d) > (c) > (a) > (b) |

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ～ シ 〕

問1. エタノールに関する以下の文について、あとの各問いに答えよ。

エタノールは無色の液体であり、酒類、消毒液、溶剤およびさまざまな有機化合物の原料として用いられている。エタノールに濃硫酸を少量ずつ加えた後に加熱すると、<sub>(A)</sub>130℃では分子間で脱水反応して ア が生成し、<sub>(B)</sub>160℃では分子内で脱水反応して イ が生成する。

工業用エタノールは、触媒の存在下で加熱・加圧し、 イ に水蒸気を ウ させて製造されている。一方、飲料用エタノールは、アルコール エ によって製造されている。

(1) 文中の空欄 ア ～ エ にあてはまるものを、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は 4 - ア ～ エ 〕

- 〔解答群〕 ① アセチレン                      ② エタン                      ③ エチレン  
                    ④ ジエチルエーテル                      ⑤ アセトアルデヒド                      ⑥ 酢酸エチル  
                    ⑦ 置換                      ⑧ 付加                      ⑨ 発酵                      ⑩ 縮合

(2) エタノールは分子量が46であり、その分子量と比較的近い有機化合物として、分子量が46のジメチルエーテル、分子量が44のプロパンがある。これら3つの化合物について、沸点の序列として正しいものを解答群より選べ。

〔解答は 4 - オ 〕

- 〔解答群〕 ① エタノール > ジメチルエーテル > プロパン  
                    ② エタノール > プロパン > ジメチルエーテル  
                    ③ ジメチルエーテル > プロパン > エタノール  
                    ④ ジメチルエーテル > エタノール > プロパン  
                    ⑤ プロパン > エタノール > ジメチルエーテル

(3) 下線部(B)の反応の名称として、適切なものはどれか。〔解答は 4 - カ 〕

- 〔解答群〕 ① 中和                      ② 置換                      ③ 付加  
                    ④ 脱離                      ⑤ 縮合                      ⑥ エステル化  
                    ⑦ けん化                      ⑧ アミノ化                      ⑨ 還元

【次ページに続く】

- (4) 「エタノール、エチレンおよびジエチルエーテルの燃焼エンタルピー（燃焼熱）は、それぞれ  $-1367 \text{ kJ/mol}$ ,  $-1411 \text{ kJ/mol}$ , および  $-2724 \text{ kJ/mol}$  である。

このとき、下線部(A)の反応エンタルピー（反応熱）は、 を正負の符号,   を二桁の数値として,     $\text{kJ/mol}$  となる。

同様に、下線部(B)の反応エンタルピー（反応熱）は、 を正負の符号,   を二桁の数値として,     $\text{kJ/mol}$  となる。」

I.  に入る正負の符号を、解答群より選べ。〔解答は  -  〕

〔解答群〕  +  -

II.   に入る二桁の数値をマークせよ。

〔解答は  -   〕

III.  に入る正負の符号を、解答群より選べ。〔解答は  -  〕

〔解答群〕  +  -

IV.   に入る二桁の数値をマークせよ。

〔解答は  -   〕