

# 化学基礎・化学

## 問題 1

(1)

|   |  |
|---|--|
| ① | $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ |
| ② | $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$                          |

(2)

|   |
|---|
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$                |
| $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ |

(3)

|              |            |
|--------------|------------|
| 炭酸水素ナトリウム水溶液 | 炭酸ナトリウム水溶液 |
|--------------|------------|

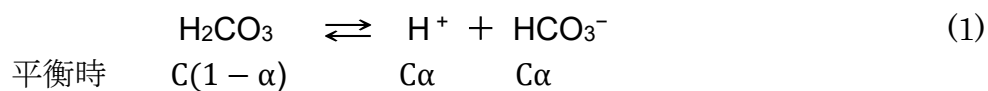
(4)

(a)

|  |
|--|
| <p>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の電離定数は、H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の電離定数よりも極めて小さいから。<br/>(34 字)</p> |
|--|

(b)

溶解した  $\text{CO}_2$  濃度を  $C$  [mol/L]、電離度を  $\alpha$  とすると



$$K = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{C\alpha C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = 5.0 \times 10^{-7}$$

$1-\alpha \cong 1$  と近似できることから、

$$K = C\alpha^2 \text{ となり、 } \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} \quad (2)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{5.0 \times 10^{-7}}{5.0 \times 10^{-3}}} = \sqrt{1.0 \times 10^{-4}} = 1.0 \times 10^{-2}$$

答  $1.0 \times 10^{-2}$

(c)

(b)の(1)と(2)式より  $[\text{H}^+]$  は、

$$[\text{H}^+] = C\alpha = C \times \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{CK}$$

$$= \sqrt{5.0 \times 10^{-3} \times 5.0 \times 10^{-7}} = 5.0 \times 10^{-5} \text{ [mol/L]}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(5.0 \times 10^{-5})$$

$$= 5.0 - 0.70 = 4.3$$

有効数字 2 桁より pH 4.3

答 pH 4.3

## 化学基礎・化学

### 問題 2

(1)

試料中の各元素の質量は次のように計算される。

$$\text{炭素の質量} \quad 35.2 \text{ mg} \times \frac{\text{C}}{\text{CO}_2} = 35.2 \text{ mg} \times \frac{12}{44} = 9.6 \text{ mg}$$

$$\text{水素の質量} \quad 18.0 \text{ mg} \times \frac{2\text{H}}{\text{H}_2\text{O}} = 18.0 \text{ mg} \times \frac{2.0}{18} = 2.0 \text{ mg}$$

$$\text{酸素の質量} \quad 14.8 \text{ mg} - (9.6 \text{ mg} + 2.0 \text{ mg}) = 3.2 \text{ mg}$$

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{9.6}{12} : \frac{2.0}{1.0} : \frac{3.2}{16} = 0.80 : 2.0 : 0.20 = 4 : 10 : 1$$

組成式は  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  となる。

分子量が 100 以下のため、該当する分子式は  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  のみとなる。

答  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

(2)

|        |                |
|--------|----------------|
| 起きた反応  | ヨードホルム反応       |
| 生成した沈殿 | $\text{CHI}_3$ |

(3)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 分 | 子 | 間 | で | 水 | 素 | 結 | 合 | を | 形 |
| 成 | で | き | な | い | た | め | に | 沸 | 点 |
| が | 低 | い | 。 |   |   |   |   |   |   |

(4)

|         |                                    |                                    |                         |                                    |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 反応する化合物 | <input checked="" type="radio"/> A | <input checked="" type="radio"/> B | <input type="radio"/> C | <input checked="" type="radio"/> D |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|

(5)

|   |   |
|---|---|
| A | $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$ |
| B | $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ |
| C | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$                                     |
| D | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$                             |

(6)

|               |                                    |                         |                         |                         |
|---------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 鏡像異性体が存在する化合物 | <input checked="" type="radio"/> A | <input type="radio"/> B | <input type="radio"/> C | <input type="radio"/> D |
|---------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|

# 化学基礎・化学

## 問題 3

(1)

(a)

|   |    |   |    |
|---|----|---|----|
| ア | 3  | イ | 74 |
| ウ | 70 |   |    |

(b)

相対質量 70 (35-35) の分子の割合は

$$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$$

相対質量 72 (35-37) の分子の割合は

$$\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times 2 = \frac{6}{16}$$

相対質量 74 (37-37) の分子の割合は

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

最も多く存在するのは相対質量 70 の分子で、最も少なく存在するのは相対質量 74 の分子である。したがって、それぞれの分子の割合より、9 倍となる。

答 9 倍

(2)

|        |                 |       |      |
|--------|-----------------|-------|------|
|        | Cl <sub>2</sub> | NaClO | NaCl |
| 塩素の酸化数 | 0               | +1    | -1   |

(3)

|   |
|---|
| 化学反応式   |
| $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ |
| 理由  |
| 塩素ガスが発生するため (11 字)  |

(4)

(a)

|  |
|--|
| $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ |
|--|

(b)

|    |     |     |
|----|-----|-----|
| 触媒 | 酸化剤 | 還元剤 |
|----|-----|-----|

(c)

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| 名称 | 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )    |
| 理由 | 塩化水素 ( $\text{HCl}$ ) を除去するため |

(d)

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| 名称 | 濃硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )    |
| 理由 | 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) を除去するため |

(e)

空気の分子量は  $\text{N}_2 = 28.0$ 、 $\text{O}_2 = 32.0$  より

$$28.0 \times 0.8 + 32.0 \times 0.2 = 28.8$$

塩素の分子量は  $\text{Cl}_2 = 71.0$

集気びんの内容積が 1.12 L なので、この集気びんの中に含まれる気体の物質量は

$$1.12 \div 22.4 = 0.0500 \text{ mol}$$

(実験後の質量) - (実験前の質量) = 1.055 g なので、塩素の物質量を  $x$  mol とすると以下の式がなりたつ。

$$71x + 28.8 \times (0.0500 - x) - 28.8 \times 0.0500 = 1.055$$

より

$$71x - 28.8x = 1.055$$

これを解いて

$$x = 0.025$$

答 0.025 mol

# 化学基礎・化学

## 問題 4

(1)

|   |            |   |    |
|---|------------|---|----|
| ア | 単量体 (モノマー) | イ | 付加 |
| ウ | 縮合         | エ | 水  |

(2)

|  |
|--|
| ヘキサメチレンジアミン  |
| $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$   |
| アジピン酸  |
| $\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \qquad \text{O} \\ \parallel \qquad \qquad \qquad \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ |



(3)

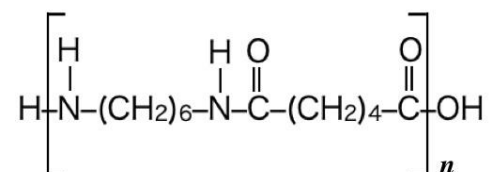
ヘキサメチレンジアミンの組成式は  $C_6H_{16}N_2$  であり、その式量は

$$12.0 \times 6 + 1.00 \times 16 + 14.0 \times 2 = 116$$

アジピン酸の組成式は  $C_6H_{10}O_4$  であり、その式量は

$$12.0 \times 6 + 1.00 \times 10 + 16.0 \times 4 = 146$$

ナイロン 66 の構造式は下のとおりである。



重合するときに水分子が 2 個はずれるので、ナイロン 66 の分子量は分子両端の H と OH を含めると

$$(116 + 146 - 18.0 \times 2)n + 18.0 = 226n + 18.0$$

分子量が 24200 なので、以下の式が成り立つ。

$$226n + 18.0 = 24200$$

この式より、 $n = 107$  が得られる。

1 分子中のアミド結合の個数は  $2n-1$  であるから

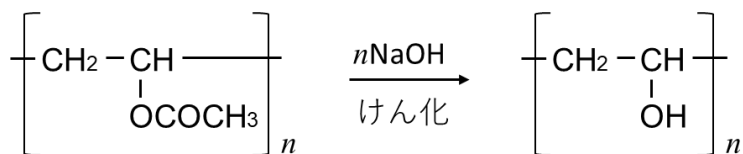
$$2 \times 107 - 1 = 213$$

答 213 個

(4)

(a)

けん化により、ポリ酢酸ビニルがポリビニルアルコールになる反応は以下のとおりである。



ポリ酢酸ビニル

ポリビニルアルコール

ポリ酢酸ビニルの構成単位 ( $\text{C}_4\text{O}_2\text{H}_6$ ) の式量は 86.0 で、ポリビニルアルコールの構成単位 ( $\text{C}_2\text{OH}_4$ ) の式量は 44.0 である。

ポリ酢酸ビニルとポリビニルアルコールの物質質量 (モル数) は同じであることから、得られたポリビニルアルコールの質量は、

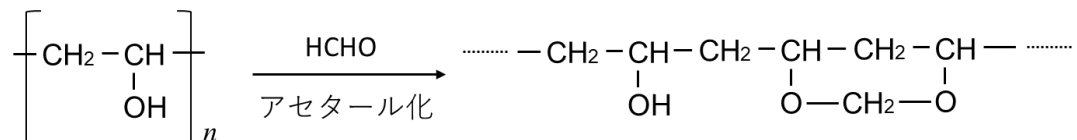
$$6.45 \text{ [g]} \times \frac{44.0}{86.0} = 3.30 \text{ [g]}$$

答

3.30 g

(b)

アセタール化により、ポリビニルアルコールがビニロンになる反応は以下のとおりである。



ビニロンの構成単位は、70 % がポリビニルアルコール（構成単位  $\text{C}_2\text{OH}_4$  の式量 44.0）で、30 % がアセタール化されたもの（構成単位  $\text{C}_5\text{O}_2\text{H}_8$  式量 100）である。したがって、ビニロンの分子量は、

$$44.0 \times 1500 \times 0.7 + 100 \times 1500 \times 0.3 \times \frac{1}{2} = 68700$$

となる。

答 6.87 × 10<sup>4</sup>