

## 化学基礎・化学

### 問題 1

- (1) 炭素の質量は、  
 $10.9 \text{ mg} \times (\text{C}/\text{CO}_2) = 10.9 \text{ mg} \times (12/44) \doteq 2.972\dots \doteq 2.97 \text{ mg}$   
 水素の質量は、  
 $6.12 \text{ mg} \times (2\text{H}/\text{H}_2\text{O}) = 6.12 \text{ mg} \times (2/18) \doteq 0.68 \text{ mg}$   
 酸素の質量は、  
 $5.00 \text{ mg} - (2.97 \text{ mg} + 0.68 \text{ mg}) = 1.35 \text{ mg}$  である。  
 これらの質量を各元素の原子量で割ると原子の数の比が求められるので  
 $\text{C}:\text{H}:\text{O} = 2.97/12 : 0.68/1 : 1.35/16 \doteq 0.248 : 0.680 : 0.084$   
 $\doteq 2.95 : 8.10 : 1$   
 実験で求めた値は実験誤差を含んでいるため、最も近い整数を求めると  
 $3:8:1$  となる。  
 よって、組成式は  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

答.  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

- (2) 原子量の比を求めると、  
 $\text{C}:\text{H}:\text{O} = 39.9/12 : 6.7/1 : 53.4/16 \doteq 3.325 : 6.7 : 3.337$   
 $\doteq 1 : 2 : 1$   
 よって組成式は、 $\text{CH}_2\text{O}$  となる。  
 その組成式量は  $12 \times 1 + 2 \times 1 + 16 \times 1 = 30$   
 分子量は 180 であることから、 $180/30 = 6$  (倍) となる。  
 したがって、分子式は  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

答.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



## 化学基礎・化学

### 問題 3

- (1) カルボン酸 A、B の電離定数  $K_A$ 、 $K_B$  は、それぞれ

$$K_A = \frac{[\text{R}_A\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R}_A\text{COOH}]} \quad K_B = \frac{[\text{R}_B\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R}_B\text{COOH}]}$$

と表せる。A、B の濃度はそれぞれ  $C_A$ 、 $C_B$ 、電離度はそれぞれ  $\alpha$ 、 $\beta$  であるので、

$$[\text{R}_A\text{COOH}] = C_A - C_A\alpha, \quad [\text{R}_B\text{COOH}] = C_B - C_B\beta$$

$$[\text{R}_A\text{COO}^-] = C_A\alpha, \quad [\text{R}_B\text{COO}^-] = C_B\beta$$

$$[\text{H}^+] \text{ はそれぞれ } C_A\alpha, C_B\beta$$

と表せる。

よって、

$$K_A = \frac{C_A\alpha \times C_A\alpha}{C_A - C_A\alpha} = \frac{C_A\alpha^2}{1 - \alpha} \quad K_B = \frac{C_B\beta \times C_B\beta}{C_B - C_B\beta} = \frac{C_B\beta^2}{1 - \beta}$$

- (2) カルボン酸 A の水溶液の pH は 2.5、カルボン酸 B の水溶液の pH は 4.0 であるので、

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \text{ より、}$$

$$\text{カルボン酸 A: } 2.5 = -\log [\text{H}^+] \quad \text{カルボン酸 B: } 4.0 = -\log [\text{H}^+]$$

よって、カルボン酸 A の水溶液の水素イオン濃度は、 $1.0 \times 10^{-2.5} \text{ mol/L}$

カルボン酸 B の水溶液の水素イオン濃度は、 $1.0 \times 10^{-4.0} \text{ mol/L}$

$$(1) \text{ より、} 1.0 \times 10^{-2.5} = C_A\alpha$$

$$1.0 \times 10^{-4.0} = C_B\beta$$

すなわち、

$$\alpha = \frac{1.0 \times 10^{-2.5}}{C_A} \quad \beta = \frac{1.0 \times 10^{-4.0}}{C_B}$$

$C_A$  と  $C_B$  はともに  $0.010 \text{ mol/L}$  であるから、

$$\alpha = 100 \times 10^{-2.5} \quad \beta = 100 \times 10^{-4.0}$$

よって、

$$\alpha = 100 \times (1 \div 320) = 0.31$$

$$\beta = 100 \times (1 \div 10000) = 0.010$$

- (3) (2) より、カルボン酸 A の電離度は 0.010 mol/L において 0.31 と 0.050 よりも大きく、(1) の式において  $1-\alpha \approx 1$  と近似できない。よって、カルボン酸 A の電離定数は、

$$K_A = \frac{C_A \alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0.01 \times 0.31^2}{1-0.31} = \frac{0.00096}{0.69} = 0.0014$$

すなわち、 $K_A = 1.4 \times 10^{-3}$  mol/L

カルボン酸 A の水溶液を 10 倍希釈すると濃度は  $1.0 \times 10^{-3}$  mol/L となり、電離度は 0.31 よりもさらに大きくなるため、やはり  $1-\alpha \approx 1$  と近似できない。よって、

$$K_A = \frac{C_A \alpha^2}{1-\alpha}$$

より、 $C_A \alpha^2 + K_A \alpha - K_A = 0$   $\alpha > 0$  であるから、

$$\alpha = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4C_A K_A}}{2C_A}$$

$K_A = 1.4 \times 10^{-3}$  mol/L、 $C_A = 1.0 \times 10^{-3}$  mol/L を代入して、

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{-1.4 \times 10^{-3} + \sqrt{(1.4 \times 10^{-3})^2 + (4 \times 1.0 \times 10^{-3} \times 1.4 \times 10^{-3})}}{2 \times 1.0 \times 10^{-3}} \\ &= \frac{-1.4 + \sqrt{1.4^2 + (4 \times 1.4)}}{2} = \frac{-1.4 + \sqrt{2.0 + 5.6}}{2} \\ &= \frac{-1.4 + \sqrt{7.6}}{2} = -0.7 + \frac{\sqrt{7.6}}{2} \end{aligned}$$

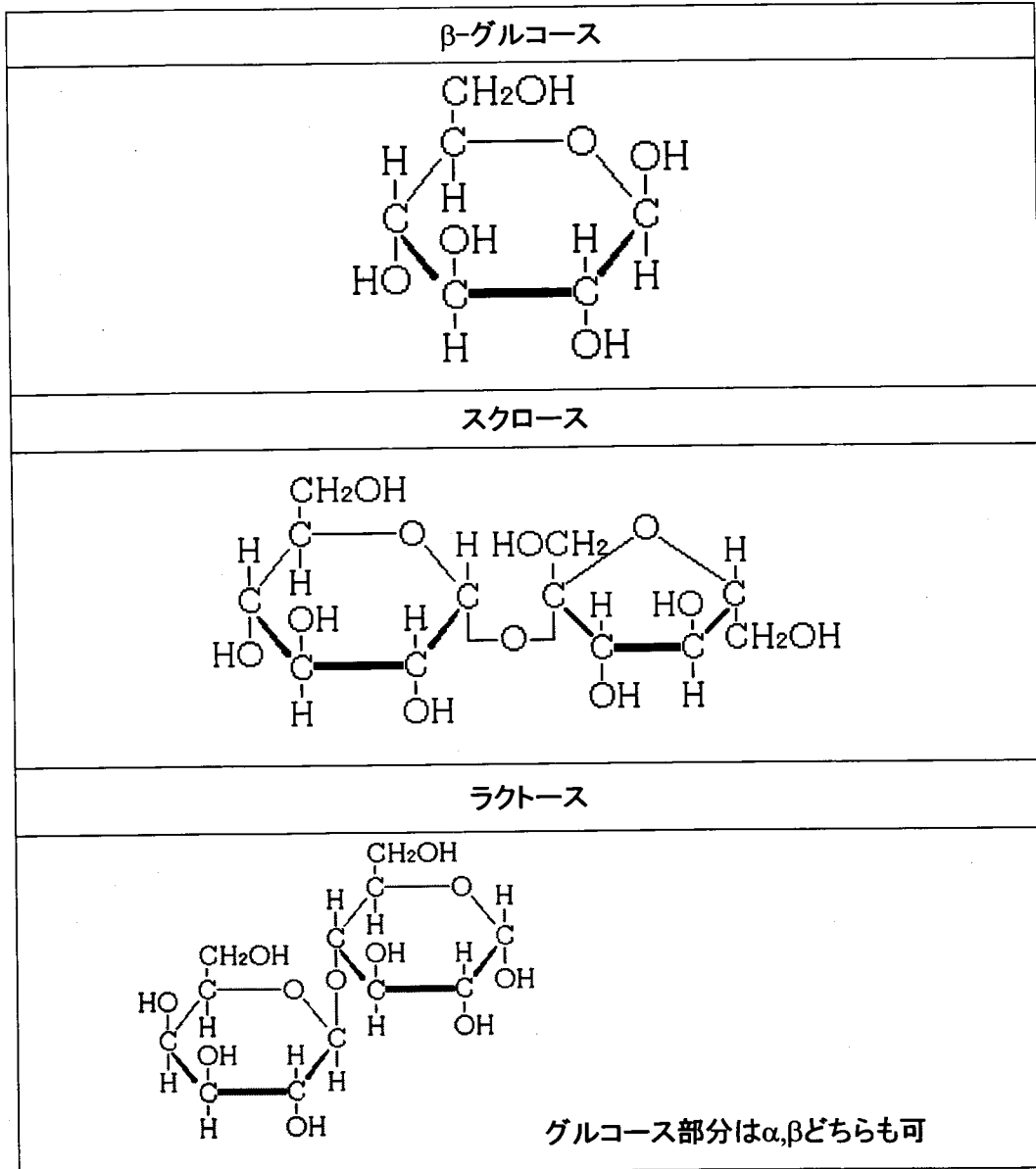
(4)

溶液の名称	緩衝液
性質	酸や塩基を加えても、加えた $H^+$ や $OH^-$ が水溶液中で反応し消費されるために、pH の値がほぼ一定に保たれる。

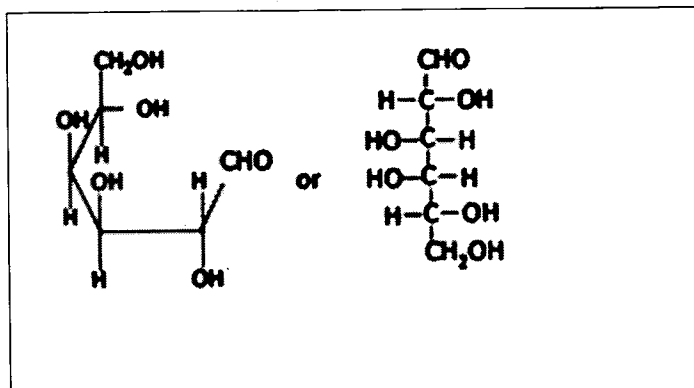
# 化学基礎・化学

## 問題 4

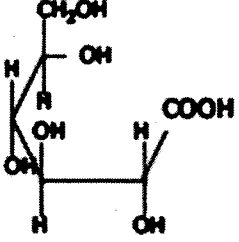
(1)



(2)



(3) 鎖状構造のグルコースはアルデヒド基を有しているため。

沈殿	グルコースが変換する物質
<p style="text-align: center;"><math>\text{Cu}_2\text{O}</math> (酸化銅(I))</p>	

(5) 環状グルコースと鎖状グルコースは平衡状態になっている。このためフェーリング反応によって鎖状グルコースが減少すると、環状グルコースがこれを補うように平衡が移動する。反応が進むと、グルコースをすべて反応させることができる。

(6) スクロースはフルクトースの2位の水酸基とグルコースの1位の水酸基が脱水縮合で結合されている。両方の水酸基とも還元性を示す開環構造を作るのに必要だが、縮合して開環できないからである。