



$\text{CH}_3\text{NH}_2$  เป็นคู่เบสของกรด  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$  และ  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$  เป็นคู่กรดของเบส  $\text{CH}_3\text{NH}_2$

3. จงระบุคู่เบสของกรดแต่ละชนิดต่อไปนี้

$\text{NH}_4^+$	คู่เบสคือ	$\text{NH}_3$
$\text{HClO}$	คู่เบสคือ	$\text{ClO}^-$
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	คู่เบสคือ	$\text{HPO}_4^{2-}$
$\text{HIO}_4$	คู่เบสคือ	$\text{IO}_4^-$
$\text{CH}_3\text{COOH}$	คู่เบสคือ	$\text{CH}_3\text{COO}^-$

4. จงระบุคู่กรดของเบสต่อไปนี้

$\text{HS}^-$	คู่กรดคือ	$\text{H}_2\text{S}$
$\text{HSO}_4^-$	คู่กรดคือ	$\text{H}_2\text{SO}_4$
$\text{CO}_3^{2-}$	คู่กรดคือ	$\text{HCO}_3^-$
$\text{HPO}_4^{2-}$	คู่กรดคือ	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$
$\text{PO}_4^{3-}$	คู่กรดคือ	$\text{HPO}_4^{2-}$

5. จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $[\text{H}^+]$  หน่วยเป็น mol/L ของสารละลายต่อไปนี้

5.1 สารละลายที่มี pH = 3.00

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

$$-\log [\text{H}^+] = 3.00$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog} (-3)$$

$$= 1 \times 10^{-3} \quad \text{mol/L}$$

5.2 สารละลายที่มี pH = 8.00

$$-\log [\text{H}^+] = 8.00$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog} (-8)$$

$$= 1 \times 10^{-8} \quad \text{mol/L}$$

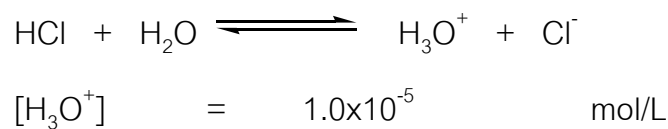
5.3 สารละลายที่มี pH = 4.20

$$\begin{aligned} -\log [\text{H}^+] &= 4.20 \\ \log [\text{H}^+] &= -4.20 \\ [\text{H}^+] &= \text{antilog} (-4.20) = \text{antilog} (-5+0.80) \\ &= \text{antilog} (-5) + \text{antilog} (0.80) \\ &= 6.3 \times 10^{-5} \quad \text{mol/L} \end{aligned}$$

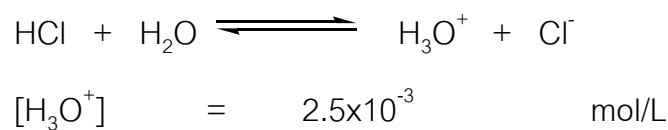
5.4 สารละลายที่มี pH = 9.40

$$\begin{aligned} -\log [\text{H}^+] &= 9.40 \\ \log [\text{H}^+] &= -9.40 \\ [\text{H}^+] &= \text{antilog} (-9.40) = \text{antilog} (-10 + 0.60) \\ &= \text{antilog} (-10) + \text{antilog} (0.60) \\ &= 3.98 \times 10^{-10} \quad \text{mol/L} \end{aligned}$$

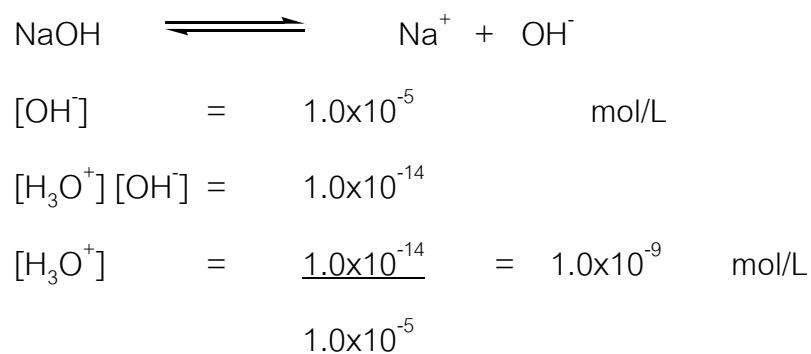
5.5 สารละลาย HCl  $1.0 \times 10^{-5}$  M HCl เป็นกรดแก่แตกตัว 100%



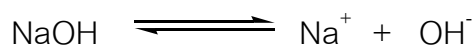
5.6 สารละลาย HCl  $2.5 \times 10^{-3}$  M



5.7 สารละลาย NaOH  $1.0 \times 10^{-5}$  M



5.8 สารละลาย NaOH  $3.2 \times 10^{-5}$  M

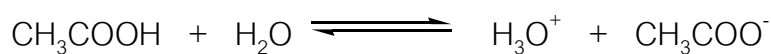


$$[\text{OH}^-] = 3.2 \times 10^{-5} \quad \text{mol/L}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{3.2 \times 10^{-5}} = 3.1 \times 10^{-10} \quad \text{mol/L}$$

5.9 สารละลาย  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.1 M  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$



เริ่มต้น

$$0.1 \text{ M} \qquad \qquad \qquad 0 \qquad \qquad 0$$

สมดุล

$$0.1-x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad x$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{0.1}{1.8 \times 10^{-5}} > 1000$$

ดังนั้น  $0.1-x \sim 0.1 \quad \text{M}$

$$\frac{x^2}{0.1-x} = 1.8 \times 10^{-5}$$

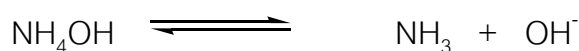
$$0.1-x$$

$$x^2 = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$x = 1.34 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.34 \times 10^{-3} \quad \text{mol/L}$$

5.10 สารละลาย  $\text{NH}_4\text{OH}$  0.1 M  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$



เริ่มต้น

$$0.1 \text{ M} \qquad \qquad \qquad 0 \qquad \qquad 0$$

สมดุล

$$0.1-x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad x$$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_3][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$\frac{[\text{OH}^-]}{K_a} = \frac{0.1}{1.8 \times 10^{-5}} > 1000$$

ดังนั้น  $0.1 - x \sim 0.1$  M

$$\frac{x^2}{0.1 - x} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$x^2 = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1 = 1.8 \times 10^{-6}$$

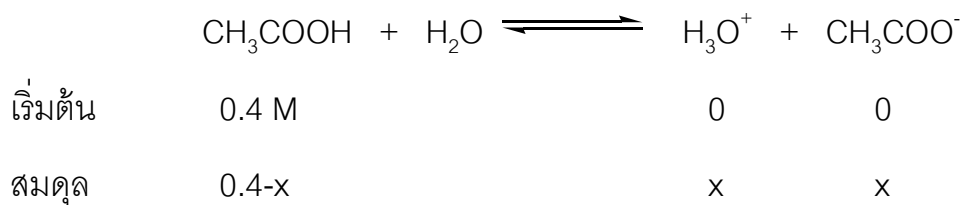
$$x = 1.34 \times 10^{-3}$$

$$[\text{OH}^-] = 1.34 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.34 \times 10^{-3}} = 7.5 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

6. จงคำนวณหา pH ของสารละลายต่อไปนี้ และให้เรียงลำดับ pH จากน้อยไปมาก

6.1 สารละลาย  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.4 M  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

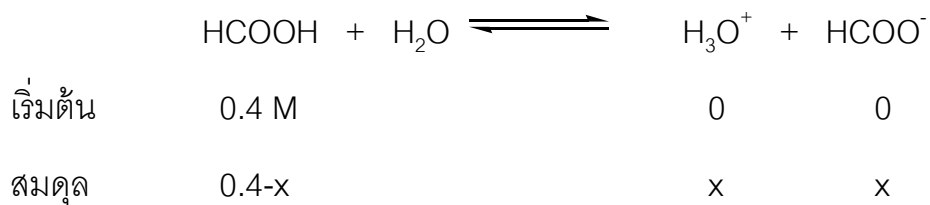
$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{0.4}{1.8 \times 10^{-5}} > 1000$$

ดังนั้น  $0.4 - x \sim 0.4$  M

$$\frac{x^2}{0.4 - x} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\begin{aligned}
 X^2 &= 1.8 \times 10^{-5} \times 0.4 = 7.2 \times 10^{-6} \\
 X &= 2.68 \times 10^{-3} \\
 [\text{H}_3\text{O}^+] &= 2.68 \times 10^{-3} \quad \text{mol/L} \\
 \text{pH} &= -\log [2.68 \times 10^{-3}] \\
 &= -\log (2.68) - \log 10^{-3} \\
 \text{pH} &= 3 - 0.43 = 2.57
 \end{aligned}$$

6.2 สารละลาย  $\text{HCOOH}$  0.4 M  $K_a = 1.7 \times 10^{-4}$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{0.4}{1.7 \times 10^{-4}} > 1000$$

ดังนั้น  $0.4-x \sim 0.4$  M

$$\frac{x^2}{0.4-x} = 1.7 \times 10^{-4}$$

$$0.4-x$$

$$X^2 = 1.7 \times 10^{-4} \times 0.4 = 6.8 \times 10^{-5}$$

$$X = 8.25 \times 10^{-3}$$

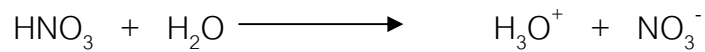
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 8.25 \times 10^{-3} \quad \text{mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log [8.25 \times 10^{-3}]$$

$$= -\log (8.25) - \log 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 3 - 0.92 = 2.08$$

6.3 สารละลาย  $\text{HNO}_3$  0.4 M



$\text{HNO}_3$  แยกตัว 100%

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.4 \quad \text{mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log [0.4]$$

$$= -\log (4 \times 10^{-1})$$

$$= -\log(4) - \log 10^{-1}$$

$$= 1 - 0.60 = 0.40$$

7. สารละลายกรดโมโนโปรติกชนิดหนึ่งเข้มข้น 0.04 M มีการแยกตัว 14% จงคำนวณหาค่าคงที่การแยกตัวของกรดนี้

$$\text{แยกตัว} \quad 14\% = (14/100) \times 0.04 \text{ M} = 0.0056 \quad \text{M}$$



$$\text{เริ่มต้น} \quad 0.04 \text{ M} \qquad \qquad \qquad 0 \text{ M} \qquad \qquad 0 \text{ M}$$

$$\text{สมดุล} \quad (0.04 - 0.0056 \text{ M}) \qquad \qquad \qquad 0.0056 \text{ M} \quad 0.0056 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$K_a = \frac{(0.0056 \text{ M})(0.0056 \text{ M})}{(0.0344 \text{ M})}$$

$$= 9.1 \times 10^{-4}$$

8. สารละลายเบสอ่อนชนิดหนึ่งเข้มข้น 0.30 M มี pH 10.66 เบสชนิดนี้มีค่า  $K_b$  เท่าไร

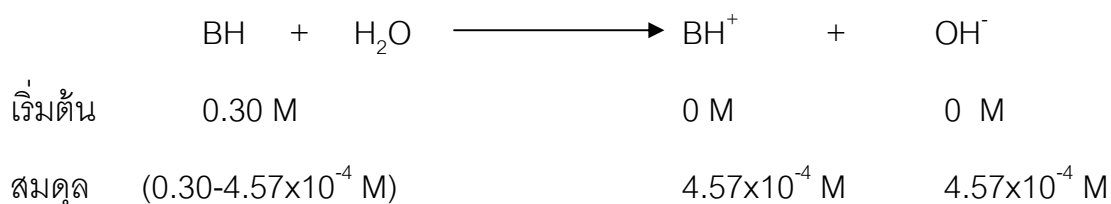
$$\text{pH} = 10.66$$

$$-\log [\text{H}^+] = 10.66$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog} (-10.66)$$

$$[\text{H}^+] = 2.19 \times 10^{-11} \quad \text{M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.19 \times 10^{-11}} = 4.57 \times 10^{-4} \text{ M}$$



$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BH}]}$$

$$K_b = \frac{(4.57 \times 10^{-4} \text{ M})(4.57 \times 10^{-4} \text{ M})}{(0.30 - 4.57 \times 10^{-4})}$$

$$= 6.97 \times 10^{-7}$$

9. สารละลายในข้อใดจัดว่าเป็นสารละลายบัฟเฟอร์

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 10.1 KCl/HCl                            | 10.2 NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 10.3 Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> /NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> |
| 10.4 KNO <sub>2</sub> /HNO <sub>2</sub> | 10.5 HCOOK/HCOOH                                      | 10.6 KHSO <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                  |

สารละลายบัฟเฟอร์ คือ NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>                      Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>/NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

KNO<sub>2</sub>/HNO<sub>2</sub>                      HCOOK/HCOOH

10. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่มี pH = 8.60 ควรจะเลือกกรดอ่อนชนิดใดต่อไปนี้จะเหมาะสม

HA (K<sub>a</sub> = 2.7 × 10<sup>-3</sup>)                      HB (K<sub>a</sub> = 4.4 × 10<sup>-6</sup>)                      HC (K<sub>a</sub> = 2.6 × 10<sup>-9</sup>)

เลือกกรดอ่อนชนิด HC (K<sub>a</sub> = 2.6 × 10<sup>-9</sup>)

11. จงคำนวณหา pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อไปนี้

11.1 0.20 M CH<sub>3</sub>COONa/ 0.20 M CH<sub>3</sub>COOH (K<sub>a</sub> = 1.8 × 10<sup>-5</sup>)

$$\text{pH} = \text{pK}_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]}$$

$$\text{pH} = -\log (1.8 \times 10^{-5}) - \log \frac{[0.20 \text{ M}]}{[0.20 \text{ M}]}$$



$$\text{pH} = -\log (1.8 \times 10^{-5}) = 4.74$$

11.2 0.40 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  / 0.40 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  ( $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ )

$$\text{pOH} = \text{p}K_b - \log \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4\text{Cl}]}$$

$$\text{pOH} = -\log (1.8 \times 10^{-5}) - \log \frac{[0.40 \text{ M}]}{[0.40 \text{ M}]}$$

$$\text{pOH} = 4.74$$

$$\text{pH} = 14 - 4.74 = 9.26$$

12. สารละลายบัฟเฟอร์ของ  $\text{CH}_3\text{COONa}/\text{CH}_3\text{COOH}$  มี  $\text{pH} = 4.50$  จงคำนวณหาอัตราส่วนของ

$[\text{CH}_3\text{COONa}]$

$[\text{CH}_3\text{COOH}]$

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]}$$

$$4.50 = -\log (1.8 \times 10^{-5}) - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]}$$

$$\log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]} = 4.74 - 4.50 = 0.24$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \text{antilog} (0.24) = 1.73$$

13. สารละลายบัฟเฟอร์ที่เตรียมจาก  $\text{CH}_3\text{COOH}$  20.0 g และ  $\text{CH}_3\text{COONa}$  17.5 g ในน้ำและทำให้สารละลายมีปริมาตร 500 mL มี  $\text{pH}$  เท่าไร

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = (20.0 \text{ g} / 60 \text{ g mol}^{-1})(1000/500 \text{ mL}) = 0.67 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = (17.5 \text{ g} / 82 \text{ g mol}^{-1})(1000/500 \text{ mL}) = 0.43 \text{ M}$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]}$$

$$\text{pH} = 4.74 - \log (0.67 \text{ M} / 0.43 \text{ M})$$

$$\text{pH} = 4.74 - 0.19$$

$$= 4.55$$

14. การไทเทรตระหว่างสารละลายต่อไปนี้ควรใช้สารใดเป็นอินดิเคเตอร์

14.1 HCl 0.10 M 10.0 cm<sup>3</sup> และ NaOH 0.10 M 10.0 cm<sup>3</sup>

Bromthymol blue

14.2 CH<sub>3</sub>COOH 0.15 M 10.0 cm<sup>3</sup> และ NaOH 0.10 M 10.0 cm<sup>3</sup>

Phenolphthalein, Phenol red

14.3 HCl 0.10 M 10.0 cm<sup>3</sup> และ NH<sub>4</sub>OH 0.10 M 10.0 cm<sup>3</sup>

Bromcresol green, Methyl orange