

## เคมี บทที่ 8 กรด - เบส

## ตอนที่ 1 สารละลายกรด เบส และ ทฤษฎีกรด - เบส

## สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส

สารละลายกรด	สารละลายเบส
1. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสี..... เป็นสี.....	1. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสี..... เป็นสี.....
2. บางชนิดมีรส..... มีฤทธิ์กัด	2. มีรส..... ลื่นมือคล้ายสบู่
3. ทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น Mg, Zn ฯลฯ ให้ก๊าซ .....	3. ส่วนใหญ่ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะที่อุณหภูมิปกติ
4. ทำปฏิกิริยากับเบสได้ ..... กับ.....	4. ทำปฏิกิริยากับกรดได้ ..... กับ .....
5. นำไฟฟ้าได้	5. นำไฟฟ้าได้

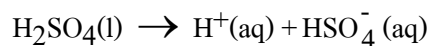
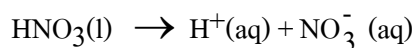
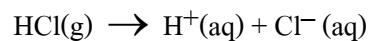
1(มข 37) จากสารต่อไปนี้ สารในข้อใดบ้างที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแดงเป็นสีน้ำเงิน

- |               |                     |                  |
|---------------|---------------------|------------------|
| 1. น้ำมะนาว   | 2. น้ำยาล้างกระจก   | 3. แอสไพรินในน้ำ |
| 4. น้ำขี้เถ้า | 5. น้ำย่อยในกระเพาะ | 6. เลือด         |
|               | 7. น้ำอัดลม         |                  |
1. 1, 3, 5, 6      2. 2, 4, 6      3. 1, 3, 5, 7      4. 2, 4      (ข้อ 2)

## ตอบ

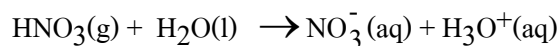
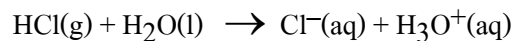
## ไอออนในสารละลายกรด

เมื่อนำกรดไปละลายน้ำ มักจะแตกตัวไปประจุบวกเป็น  $H^+$  และ ประจุลบอื่น ๆ เช่น



คุณสมบัติต่าง ๆ ของกรด จะเกิดจาก  $H^+$  ตรงนี้นั่นเอง

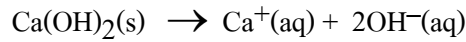
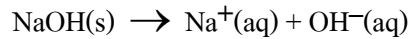
และปกติแล้ว  $H^+$  จะถูกน้ำ ( $H_2O$ ) ล้อมรอบ กลายเป็น  $H_3O^+(aq)$  ดังนั้นสมการที่สมบูรณ์คือ



$H^+$  หรือ  $H_3O^+$  เรียกว่า ไฮโดรเนียมไอออน หรือไฮโดรเจนไอออน

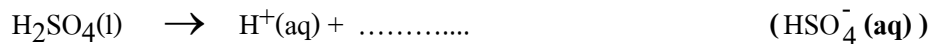
**ไอออนในสารละลายเบส**

เมื่อนำเบสไปละลายน้ำส่วนมากจะแตกตัวให้  $\text{OH}^-$  ไอออนเสมอ เช่น

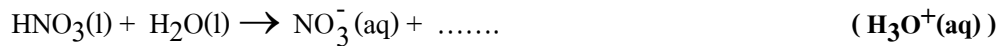


คุณสมบัติต่าง ๆ ของเบสจะเกิดจาก  $\text{OH}^-(\text{aq})$  ตรงนี้นั่นเอง  $\text{OH}^-$  เรียกว่า ไฮดรอกไซด์ไอออน

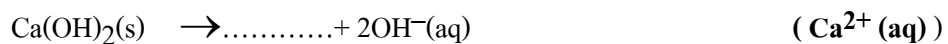
2. จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



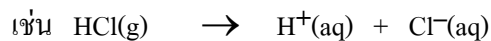
3. จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



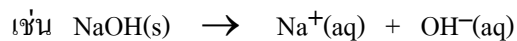
4. จงเขียนสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

**ทฤษฎีของอาร์รีเนียส**

กรด (acid) คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้  $\text{H}^+$  หรือ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ไอออน



เบส (base) คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้  $\text{OH}^-$  ไอออน



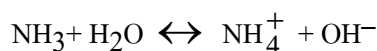
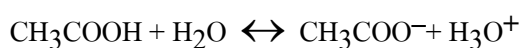
ทฤษฎีนี้มีข้อจำกัดหลายอย่างเช่น กรดหรือเบสต้องละลายน้ำได้ แต่มีสารหลายอย่างไม่สามารถละลายน้ำได้ ดังนั้นทฤษฎีนี้ก็จะบอกไม่ได้ว่าสารนั้นเป็นกรดหรือเบส

**ทฤษฎีของบรอนสเตดและเลาว์รี**

กรด (acid) คือ สารที่สามารถให้โปรตรอน ( $\text{H}^+$ ) แก่สารอื่นได้

เบส (base) คือ สารที่สามารถรับโปรตรอน ( $\text{H}^+$ ) จากสารอื่นได้

5. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้จึงระบุว่าสารตั้งต้นตัวใดเป็นกรด และตัวใดเป็นเบส



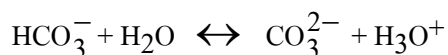
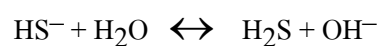
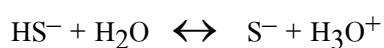
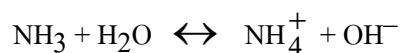
### ต้องรู้เพิ่มเติม

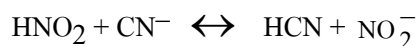
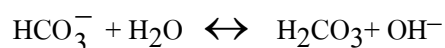
1) คู่กรด - เบส คือ คู่ของสารที่ทำหน้าที่เป็นกรดในปฏิกิริยาไปข้างหน้า กับ สารที่ทำหน้าที่เป็นเบสในปฏิกิริยาย้อนกลับ หรือ คู่ของสารที่ทำหน้าที่เป็นเบสในปฏิกิริยาไปข้างหน้า กับ สารที่ทำหน้าที่เป็นกรดในปฏิกิริยาย้อนกลับ

<p>คู่กรด - เบส</p> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ <p>กรดอ่อน    เบสอ่อน                    เบสแก่    กรดแก่</p> <p>คู่กรด - เบส</p> <p>เรียก <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> ว่าเป็นคู่กรดของ <math>\text{CH}_3\text{COO}^-</math></p> <p>เรียก <math>\text{H}_2\text{O}</math> ว่าเป็นคู่เบสของ <math>\text{H}_3\text{O}^+</math></p> <p>เรียก <math>\text{CH}_3\text{COO}^-</math> ว่าเป็นคู่เบสของ <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></p> <p>เรียก <math>\text{H}_3\text{O}^+</math> ว่าเป็นคู่กรดของ <math>\text{H}_2\text{O}</math></p>	<p>คู่กรด - เบส</p> $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ <p>เบสอ่อน    กรดอ่อน    กรดแก่    เบสแก่</p> <p>คู่กรด - เบส</p> <p>เรียก <math>\text{NH}_3</math> ว่าเป็นคู่เบสของ <math>\text{NH}_4^+</math></p> <p>เรียก <math>\text{H}_2\text{O}</math> ว่าเป็นคู่กรดของ <math>\text{H}_3\text{O}^+</math></p> <p>เรียก <math>\text{NH}_4^+</math> ว่าเป็นคู่กรดของ <math>\text{NH}_3</math></p> <p>เรียก <math>\text{OH}^-</math> ว่าเป็นคู่เบสของ <math>\text{H}_2\text{O}</math></p>
--	---

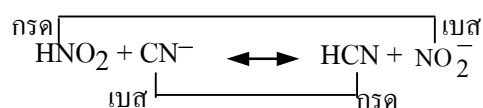
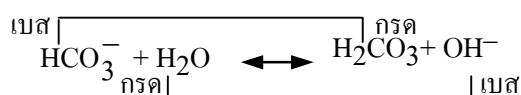
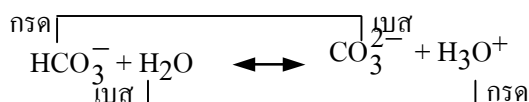
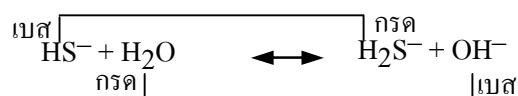
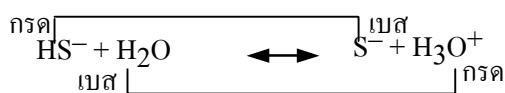
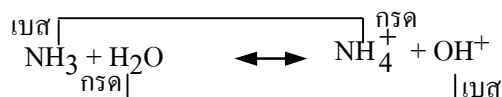
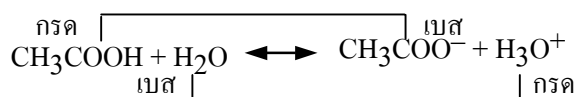
2) สารแอมฟิโปรติก (Amphiprotic) หรือ สารแอมโฟเทอริก (Amphoteric) คือ สารที่ทำหน้าที่เป็นได้ทั้งกรดและเป็นได้ทั้งเบส

6. ให้จับคู่กรด-เบส พร้อมบอกว่าสารตัวใดเป็นกรดและตัวใดเป็นเบส

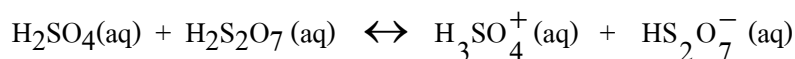




**ตอบ**



7(En 41/2) กรดซัลฟิวริกทำปฏิกิริยากับกรดไพโรซัลฟิวริกดังสมการ



โมเลกุลและไอออนคู่ใดในปฏิกิริยาที่ทำหน้าที่เป็นกรด

- |   |   |             |
|---|---|-------------|
| 1. $\text{H}_2\text{SO}_4$ และ $\text{H}_3\text{SO}_4^+$          | 2. $\text{H}_2\text{SO}_4$ และ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$   |             |
| 3. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ และ $\text{HS}_2\text{O}_7^-$ | 4. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ และ $\text{H}_3\text{SO}_4^+$ | (ตอบข้อ 4.) |

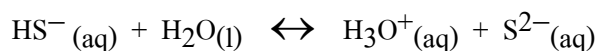
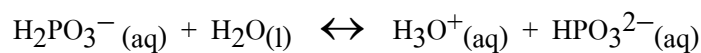
**ตอบ**

8. จากปฏิกิริยาผันกลับได้ต่อไปนี้  $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

สารคู่ใดที่จัดเป็นกรดตามทฤษฎีของเบรินสเตด (Bronsted) ทั้ง 2 สาร

- |  |  |             |
|--|--|-------------|
| 1. $\text{HCO}_3^-$ และ $\text{CO}_3^{2-}$ | 2. $\text{HCO}_3^-$ และ $\text{H}_2\text{O}$ |             |
| 3. $\text{OH}^-$ และ $\text{H}_2\text{O}$  | 4. $\text{OH}^-$ และ $\text{CO}_3^{2-}$      | (ตอบข้อ 2.) |

9. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้

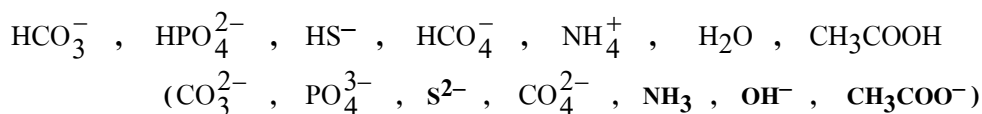


ไอออนในข้อใดเป็นคู่กรด - เบสซึ่งกันและกัน

1.  $\text{H}_2\text{PO}_3^-$  ,  $\text{HPO}_3^{2-}$
2.  $\text{H}_2\text{PO}_3^-$  ,  $\text{H}_3\text{O}^+$
3.  $\text{H}_3\text{O}^+$  ,  $\text{S}^{2-}$
4.  $\text{H}_3\text{O}^+$  ,  $\text{HS}^-$  (ตอบข้อ 1.)

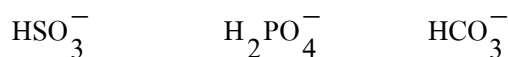
**ตอบ**

10. จงบอกสารที่เป็นคู่เบสของกรดต่อไปนี้



**ตอบ**

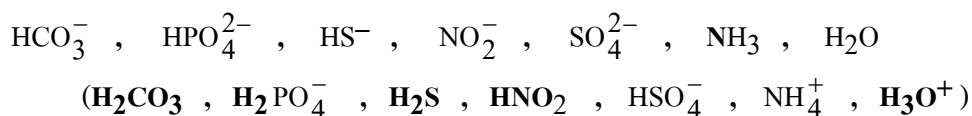
11(En 39) ข้อใดเป็นคู่เบสของกรดต่อไปนี้ตามลำดับ



1.  $\text{SO}_3^{2-}$  ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  ,  $\text{CO}_3^{2-}$
2.  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$
3.  $\text{HSO}_3^-$  ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  ,  $\text{CO}_3^{2-}$
4.  $\text{SO}_3^{2-}$  ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (ตอบข้อ 1.)

**ตอบ**

12. จงบอกสารที่เป็นคู่กรดของเบสต่อไปนี้



**ตอบ**

13(En 39) ข้อใดที่ไอออนแต่ละชนิดในน้ำ มีสมบัติเป็นกรด

1.  $\text{NH}_4^+$  ,  $\text{CO}_3^{2-}$  ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$
2.  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ,  $\text{HCO}_3^-$  ,  $\text{NO}_3^-$
3.  $\text{NH}_4^+$  ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ,  $\text{HCO}_3^-$
4.  $\text{HS}^-$  ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (ตอบข้อ 3.)

**วิธีทำ**

### ตอนที่ 2 การแตกตัวของกรดแก่ – เบสแก่

**กรดแก่ (Strong acid)** คือ กรดที่แตกตัวให้  $H^+$  หรือ  $H_3O^+$  อีออนได้ดี (แตกตัวได้ 100%)

มีเพียง 6 ตัว คือ (เรียงตามลำดับตามความแก่)  $HClO_4$  ,  $HI$  ,  $HBr$  ,  $HCl$  ,  $HNO_3$  ,  $H_2SO_4$

**เบสแก่ (Strong base)** คือ เบสที่แตกตัวให้  $OH^-$  ได้ดี (แตกตัวได้ 100%) มีเพียง 8 ตัว

คือ  $LiOH$  ,  $NaOH$  ,  $KOH$  ,  $CsOH$  ,  $RbOH$  ,  $Ca(OH)_2$  ,  $Ba(OH)_2$  ,  $Sr(OH)_2$

14. กรดแก่มี 6 ตัว ได้แก่.....

เบสแก่มี 8 ตัว ได้แก่.....

เมื่อนำกรดแก่และเบสแก่ไปละลายน้ำ กรดแก่เบสแก่จะแตกตัวหมด 100% และ ไม่ผันกลับ

การคำนวณใช้วิธีคำนวณเหมือนสมการเคมีธรรมดา

**15**  $Sr(OH)_2$  เป็นเบสแก่เมื่อนำ  $Sr(OH)_2$  61 กรัม มาละลายในน้ำ  $200\text{ cm}^3$  สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้น  $OH^-$  อีออนกี่โมลต่อลิตร ( $Sr = 88$  ,  $O = 16$  ,  $H = 1$ ) (5)

วิธีทำ

16. นำกรดซัลฟูริก ( $H_2SO_4$ ) 49 กรัม มาละลายน้ำ  $200\text{ cm}^3$  สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้น  $H^+$  อีออนกี่โมลต่อลิตร (5 โมล/ลิตร)

วิธีทำ

17. กรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) เป็นกรดแก่ ถ้านำกรดนี้ 0.3 โมล มาละลายน้ำ  $600 \text{ cm}^3$  ความเข้มข้นไฮโดรเนียมไอออนเป็นกี่โมลต่อลิตร (0.5 โมล/ลิตร)

วิธีทำ

18. สารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  เข้มข้น 2 โมลต่อลิตร จำนวน  $100 \text{ cm}^3$  เมื่อนำไปเติมน้ำจนมีปริมาตรเป็น  $500 \text{ cm}^3$  สารละลายใหม่ที่ได้จะมีความเข้มข้น  $\text{H}^+$  ไอออนกี่โมลต่อลิตร (0.8)

วิธีทำ

- 19(มข 40)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  เป็นเบสแก่ เมื่อนำ  $100 \text{ cm}^3$  ของ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ผสมน้ำลงไปอีก  $400 \text{ cm}^3$  จงหาความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  เป็น  $\text{mol/dm}^3$  (0.04 โมล/ลิตร)

วิธีทำ

- 20 ผสมสารละลาย  $\text{HCl}$  เข้มข้น 1 โมล/ลิตร  $200 \text{ cm}^3$  กับ สารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  เข้มข้น 0.5 โมล/ลิตร  $600 \text{ cm}^3$  แล้วเติมน้ำลงไปอีก  $200 \text{ cm}^3$  สารละลายใหม่ที่ได้จะมีความเข้มข้น  $\text{H}^+$  ไอออนกี่โมลต่อลิตร (0.8)

วิธีทำ



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

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{1}$$

$$x = \sqrt{1.8 \times 10^{-5}} = 0.0042 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{จึงได้ว่า } [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x = 0.0042$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 1 - x = 1 - 0.0042 = 0.9958 \text{ mol/dm}^3$$

### วิธีทำที่ 2 ใช้สูตรลัด

$$[\text{กรดที่แตกตัว}] = [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

$$\text{ร้อยละการแตกตัว} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} \times 100 = \frac{\sqrt{K_a}}{\sqrt{C_a}} \times 100$$

เมื่อ  $K_a$  = ค่าคงที่การแตกตัวของกรดซึ่งมีค่าน้อยมาก

$C_a$  = ความเข้มข้นกรดที่เริ่มต้น

$$\text{ดังนั้น สำหรับข้อนี้ } [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 1} = 0.0042 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{และจะได้ต่อว่า } [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0042$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 1 - 0.0042 = 0.9958 \text{ mol/dm}^3$$

นอกจากนี้ยังจะได้ว่า

$$\text{ร้อยละการแตกตัว} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} \times 100 = \frac{0.0042}{1} \times 100 = 0.42\%$$

โปรดทราบว่า การประมาณค่าเช่น  $1 - x \approx 1$  และการใช้สูตรลัด จะกระทำได้อีกต่อเมื่อ

$\frac{C_a}{K_a} > 1000$  เท่านั้น หากมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1000 จะใช้สูตรลัดหรือประมาณ

ค่าเช่น  $1 - x \approx 1$  ไม่ได้ ต้องคำนวณโดยใช้สมดุลเคมีโดยตรงและประมาณค่าไม่ได้

22. จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  และ % การแตกตัวของกรด HA ซึ่งเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$

$$(K_a = 1 \times 10^{-7})$$

$$([\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} , 0.1 \%)$$

วิธีทำ

23(En 44/1) HA เป็นกรดอ่อนมีค่าคงที่สมดุลการแตกตัวเท่ากับ  $1 \times 10^{-4}$  มีสารละลาย HA  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด

1. 1                      2. 2                      3. 4                      4. 10                      (ข้อ 1)

วิธีทำ

24(มข 31) ถ้าสารละลายของกรดอ่อน HA ที่เข้มข้น  $0.012$  โมล/ลิตร มีปริมาณ  $\text{H}_3\text{O}^+$  อีออน  $2.5 \times 10^{-3}$  โมล/ลิตร จงคำนวณหาค่า  $K_a$  ของกรดนี้                      ( $5.21 \times 10^{-4}$ )

วิธีทำ

25(En 44/2) กรดอ่อน HX มีค่าคงที่การแตกตัวเท่ากับ  $2.5 \times 10^{-6}$  สารละลายกรด HX จะต้องมีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จึงจะทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  เท่ากับ  $2 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

1. 0.8                      2. 1.6                      3.  $2.0 \times 10^{-3}$                       4.  $3.6 \times 10^{-3}$                       (ข้อ 2)

วิธีทำ

26. กรดโมโนโปรติกชนิดหนึ่งแตกตัวได้ 5.0% ถ้าสารละลายนี้เข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $600 \text{ cm}^3$  จะมีความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  อีออนเท่าใด                      ( $0.025 \text{ mol/dm}^3$ )

วิธีทำ

27. เมื่อนำกรด HCN ซึ่งมีค่า  $K_a = 4.9 \times 10^{-10}$  นำมา 5.4 กรัม เติมน้ำกลั่นลงไปให้ได้ ปริมาตร 2 ลิตร อยากทราบว่า กรดนี้แตกตัวกี่ % (0.007 %)

วิธีทำ

- 28(En42/2) ละลายกรดฟอร์มิก (HCOOH) จำนวนหนึ่งลงในน้ำ 5 ลิตร พบว่ามี  $H_3O^+$  เข้มข้น เท่ากับ  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3}$  ถ้าค่าคงที่สมดุลของกรดนี้เท่ากับ  $2.0 \times 10^{-4}$  สารละลายนี้ มีกรดฟอร์มิกละลายอยู่ที่กี่กรัม (28.75 กรัม)

วิธีทำ

- 29(มข 31) ที่  $25^\circ\text{C}$  สารละลาย HF เข้มข้น 0.09 โมล/ลิตร แตกตัวได้ 0.8% ดังนั้นสารละลาย HF เข้มข้น 0.04 โมล/ลิตร ที่  $25^\circ\text{C}$  จะแตกตัวกี่เปอร์เซ็นต์ (1.2%)

วิธีทำ

- 30(มข 37) ค่าร้อยละการแตกตัวของสารละลายกรดแอสिटิก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ที่มีความเข้มข้นต่อไปนี้อย่างใดมีค่ามากที่สุด

A  $1.00 \text{ mol/dm}^3$

B  $0.10 \text{ mol/dm}^3$

C  $0.010 \text{ mol/dm}^3$

1. ข้อ A      2. ข้อ B      3. ข้อ C      4. แตกตัวเท่ากันหมด (ข้อ 3)

วิธีทำ

**การเปรียบเทียบความแรงของกรด สามารถพิจารณาได้จากค่า  $K_a$** 

โดย กรดที่มีค่า  $K_a$  มาก จะแตกตัวให้  $H^+$  ได้มาก จะมีความเป็นกรดสูงกว่ากรดที่มีค่า  $K_a$  น้อย

31(มข 33) สารละลาย 4 อย่างต่อไปนี้ สารละลายแต่ละอย่างเข้มข้น  $10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

สารละลายใดเป็นกรดมากที่สุด

- |                 |   |                             |         |
|-----------------|---|-----------------------------|---------|
| ก. $HClO_2$     | , | $K_a = 1.1 \times 10^{-2}$  |         |
| ข. $HC_2H_3O_2$ | , | $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$  |         |
| ค. $HCN$        | , | $K_a = 4.0 \times 10^{-10}$ |         |
| ง. $HF$         | , | $K_a = 6.7 \times 10^{-4}$  | (ข้อ ก) |

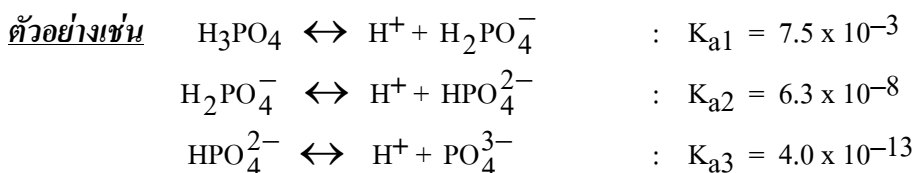
**วิธีทำ**

32(มข 33) ไอออนหรือโมเลกุลใดที่มีความเข้มข้นสูงสุด ในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น  $10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

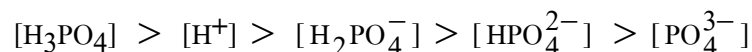
- |          |           |                |               |         |
|----------|-----------|----------------|---------------|---------|
| ก. $H^+$ | ข. $OH^-$ | ค. $CH_3COO^-$ | ง. $CH_3COOH$ | (ข้อ ง) |
|----------|-----------|----------------|---------------|---------|

**วิธีทำ**

สำหรับกรดโพลีโปรติก ซึ่งสามารถแตกตัวให้  $H^+$  ได้หลายขั้นตอน

**สิ่งที่ควรรู้ ได้แก่**

- $K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$  เสมอ
- เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด จะได้ว่า  $H_3PO_4 > H_2PO_4^- > HPO_4^{2-}$
- เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่สมดุลจะพบว่า



33(มข 36) Phosphoric acid ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) เป็นกรดโพลีโปรติก มีค่า  $K_{a1} = 7.25 \times 10^{-3}$  ที่  $25^\circ\text{C}$  ค่า  $K_{a2}$  ของ กรดนี้เท่ากับเท่าใด

1.  $6.23 \times 10^{-8}$       2.  $7.52 \times 10^{-3}$       3.  $2.2 \times 10^{-2}$       4.  $2.2 \times 10^{-1}$  (ข้อ 1)

วิธีทำ

34(En 41) ถ้ากรด  $\text{H}_2\text{Y}$  มีค่าคงที่สมดุลเป็น  $K_{a1} = 1.5 \times 10^{-6}$  และ  $K_{a2} = 1.5 \times 10^{-12}$  ในสารละลายกรดนี้มีไอออนใดอยู่มากน้อยกว่ากันให้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

1.  $\text{HY}^-$  ,  $\text{Y}^{2-}$  ,  $\text{H}_3\text{O}^+$       2.  $\text{Y}^{2-}$  ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  ,  $\text{HY}^-$   
3.  $\text{H}_3\text{O}^+$  ,  $\text{HY}^-$  ,  $\text{Y}^{2-}$       4.  $\text{H}_3\text{O}^+$  ,  $\text{Y}^{2-}$  ,  $\text{HY}^-$  (ข้อ 3)

วิธีทำ

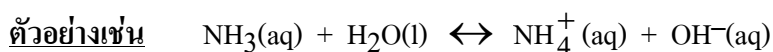
35. จงหาความเข้มข้นของ  $[\text{H}^+]$  ในสารละลาย  $\text{H}_2\text{S}$  เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$

$$(\text{K}_1 = 1.0 \times 10^{-7} , \text{K}_2 = 1.2 \times 10^{-13}) \quad (10-4)$$

วิธีทำ

#### การแตกตัวของเบสอ่อน

เบสอ่อนคือ เบสที่แตกตัวได้น้อย และ ปฏิกิริยาการแตกตัวจะผันกลับได้  
การคำนวณต้องคำนวณแบบสมดุลเคมี โดยใช้ค่าคงที่ของสมดุลมาคิด



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

ค่า  $K$  นี้เป็นค่าคงที่การแตกตัวของเบส จึงเรียกเป็นค่า  $K_b$

**ตัวอย่างที่ 2** กำหนดให้ BOH เป็นเบสอ่อนชนิดหนึ่ง มี  $K_b = 1.50 \times 10^{-8}$

จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  อีออน ที่ภาวะสมดุลในสารละลาย BOH 0.0125 โมล/ลิตร

**วิธีทำที่ 1 คิดโดยตรง** สมมุติ BOH แยกตัว  $x$  โมล/ลิตร (ซึ่งมีค่าน้อยมาก)

จาก	$\text{BOH(aq)} \leftrightarrow \text{B}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
<u>เริ่มต้น</u>	0.0125            0            0            mol/dm <sup>3</sup>
<u>เปลี่ยนแปลง</u>	-x            +x            +x            mol/dm <sup>3</sup>
<u>ที่สมดุล</u>	$0.0125 - x \approx 0.0125$ x            x            mol/dm <sup>3</sup>

$$\text{จาก} \quad K_a = \frac{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]}$$

$$1.5 \times 10^{-8} = \frac{x \cdot x}{0.0125}$$

$$x = \sqrt{1.5 \times 10^{-8} \times 0.0125}$$

$$x = 1.37 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{จึงได้ว่า} \quad [\text{OH}^-] = x = 1.37 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

**วิธีทำที่ 2 ใช้สูตรลัด**

$$[\text{เบสที่แตกตัว}] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

$$\text{ร้อยละการแตกตัว} = \frac{[\text{OH}^-]}{C_b} \times 100 = \frac{\sqrt{K_b}}{\sqrt{C_b}} \times 100$$

เมื่อ  $K_b$  = ค่าคงที่การแตกตัวเบสซึ่งมีค่าน้อยมาก

$C_b$  = ความเข้มข้นเบสที่เริ่มต้น

ดังนั้น ในโจทย์ข้อนี้

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b} = \sqrt{1.5 \times 10^{-8} \times 0.0125} = 1.37 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{ร้อยละการแตกตัวเบส} = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} \times 100 = \sqrt{\frac{1.5 \times 10^{-8}}{0.0125}} \times 100 = 0.1\%$$

36.  $\text{NH}_4\text{OH}$  เข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$  มีค่า  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$  มี % การแตกตัวเท่าใด (0.6 %)

วิธีทำ

**การเปรียบเทียบความแรงของเบส สามารถพิจารณาได้จากค่า  $K_b$**

โดย เบสที่มีค่า  $K_b$  มาก จะแตกตัวให้  $\text{OH}^-$  ได้มาก จะมีความเป็นเบสสูงกว่าเบสที่มีค่า  $K_b$  น้อย

37. สารละลายเบส 4 ชนิด ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน มีค่า  $K_b$  ดังนี้

สารละลายเบส	$K_b$
A	$2.0 \times 10^{-4}$
B	$3.0 \times 10^{-6}$
C	$9.0 \times 10^{-6}$
D	$4.2 \times 10^{-8}$

ก. จงเปรียบเทียบความเป็นเบสจากมากไปน้อย (A > C > B > D)

ข. จงเปรียบเทียบความเป็นกรดจากมากไปน้อย (D > B > C > A)

วิธีทำ

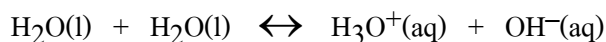
38(En 36) จากสารละลายเบสต่อไปนี้ เบสชนิดใดเป็นเบสอ่อนที่สุด (ข้อ 4)

ตัวเลข	เบส	ความเข้มข้น ( $\text{mol/dm}^3$ )	ร้อยละของการแตกตัว
1	AOH	0.1	5.0
2	BOH	0.5	1.0
3	COH	1.0	0.5
4	DOH	5.0	0.1

วิธีทำ

### ตอนที่ 4 การแตกตัวของน้ำ

โดยทั่วไปแล้ว น้ำบริสุทธิ์ก็สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้เช่นกัน แต่น้อยมาก จึงนำไฟฟ้าได้เลย สมการการแตกตัวของน้ำคือ



และ ในน้ำบริสุทธิ์  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \quad (\text{ถือว่าน้อยมาก})$$

ปฏิกิริยานี้ผันกลับได้ สมการจึงมีค่าคงที่ของสมดุล ซึ่งเรียกชื่อเฉพาะว่า  $K_w$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$K_w = (1 \times 10^{-7})(1 \times 10^{-7})$$

$$K_w = 1 \times 10^{-14}$$

### ข้อควรทราบเกี่ยวกับการแตกตัวของน้ำ

1)  $K_a \times K_b = K_w$

เมื่อ  $K_a$  = ค่าคงที่การแตกตัวของกรด

$K_b$  = ค่าคงที่การแตกตัวของคู่เบสของกรดนั้น

$$K_w = 1 \times 10^{-14}$$

2) เมื่อเติมกรดลงในน้ำ

จะทำให้  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  จะมีมากขึ้น ( $> 1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ )

แต่  $[\text{OH}^-]$  จะมีลดลง ( $< 1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ )

เมื่อเติมเบสลงในน้ำ

จะทำให้  $[\text{OH}^-]$  จะมีมากขึ้น ( $> 1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ )

แต่  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  จะมีลดลง ( $< 1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ )

แต่  $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} = K_w$  (เท่าเดิม)

39. ถ้านำ  $\text{HNO}_3$ หนัก 6.3 กรัม ละลายในน้ำแล้วทำให้ปริมาตรเป็น 10 ลิตร จงหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{OH}^-$  อีออน (0.01 mol/dm<sup>3</sup>, 1x10<sup>-12</sup> mol/dm<sup>3</sup>)

วิธีทำ

40. กรดฟอร์มิก ( $\text{HCOOH}$ ) มีค่าคงที่สมดุลที่ 25°C เท่ากับ  $1.8 \times 10^{-4}$  จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  และ  $[\text{OH}^-]$  ในสารละลายกรดฟอร์มิกเข้มข้น 0.56 mol/dm<sup>3</sup> ที่ภาวะสมดุล

วิธีทำ

(10<sup>-2</sup>, 10<sup>-12</sup>)

41. สารละลาย  $\text{NH}_3$  เข้มข้น 0.0050 โมล/ลิตร จะมีความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  อีออนเป็นเท่าใด (กำหนดให้  $K_b$  ของ  $\text{NH}_3$  เป็น  $1.8 \times 10^{-5}$ ) (3.33x10<sup>-11</sup> mol/dm<sup>3</sup>)

วิธีทำ



45. สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น  $\text{H}_3\text{O}^+$   $1 \times 10^{-3}$  mol/dm<sup>3</sup> จะมีค่า pH เท่าใด (3)

วิธีทำ

46. สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น  $\text{OH}^-$   $1 \times 10^{-4}$  mol/dm<sup>3</sup> จะมีค่า pOH เท่าใด (4)

วิธีทำ

47. สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น  $\text{H}_3\text{O}^+$   $2 \times 10^{-5}$  mol/dm<sup>3</sup> จะมีค่า pH เท่าใด (4.7)

วิธีทำ

**ข้อควรรู้**

1) ในสารละลายหนึ่ง ๆ ค่า  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

หรือ  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

หรือ  $\text{pOH} = 14 - \text{pH}$

2) ในภาวะเป็นกรด  $\text{pH} < 7$  และ  $\text{pOH} > 7$

ภาวะที่เป็นกลาง  $\text{pH} = 7$  และ  $\text{pOH} = 7$

ภาวะที่เป็นเบส  $\text{pH} > 7$  และ  $\text{pOH} < 7$

3) ค่า pH และ pOH อาจมีค่ามากกว่า 14 หรือ น้อยกว่า 0 ก็ได้

48. เบสชนิดหนึ่งมีค่า  $[\text{OH}^-] = 10^{-2}$  จงหาค่า pOH , pH (12 , 2)

วิธีทำ

49. กรดชนิดหนึ่งมีค่า  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.02$  mol/l จงหาค่า pH , pOH (1.7 , 12.3)

วิธีทำ

**ขั้นตอนการคำนวณหาค่า pH , pOH จากกรดแก่ - เบสแก่**

**ขั้นที่ 1** ให้หา  $[H_3O^+]$  หรือ  $[OH^-]$  จากการแตกตัวของกรดแก่ - เบสแก่นั้นๆ ก่อน

**ขั้นที่ 2** ใช้สูตร  $pH = -\log [H_3O^+]$  หรือ  $pOH = -\log [OH^-]$

จริงๆ แล้วยังมี  $[H_3O^+]$ ,  $[OH^-]$  ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำรวมอยู่ด้วย

แต่มีค่าน้อยมาก จึงไม่ต้องนำมาบวกเพิ่มก็ได้

50(มข 38)  $Ca(OH)_2$  หนัก 0.148 กรัม ละลายน้ำได้หมดเป็นสารละลายที่มีปริมาตร  $400.0 \text{ cm}^3$

pH ของสารละลายนี้เป็นเท่าใด (Ca = 40, O = 16, H = 1,  $\log 5 = 0.70$ )

1. 12.30                      2. 12.00                      3. 11.70                      4. 2.30                      (ข้อ 2)

วิธีทำ

51(มข 42) สารละลายกรดแก่ HA มีความเข้มข้น  $0.05 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $100 \text{ cm}^3$  ถ้านำ

มาเติมน้ำให้มีปริมาตรเป็น 5 เท่าของของเดิมจะมีค่า pH เป็นเท่าใด (2)

วิธีทำ

52(มข 39)  $M(OH)_2$  เป็นเบสแก่ เมื่อนำสารละลายของเบสนี้เข้มข้น  $0.025 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร

$100 \text{ cm}^3$  มาเติมน้ำเพิ่มอีก  $400 \text{ cm}^3$  จงหา pH ของสารละลายที่ได้นี้ (12)

วิธีทำ

53. เมื่อผสมสารละลาย HCl 0.01 mol/dm<sup>3</sup> 150 cm<sup>3</sup> กับ HCl 0.06 mol/l 150 cm<sup>3</sup> เข้าด้วยกัน  
จะได้สารละลายที่มี pH เท่าใด (1.4)

วิธีทำ

54. จงคำนวณหา pH ของสารละลาย H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> เข้มข้น 5x10<sup>-4</sup> mol/dm<sup>3</sup> (3)

วิธีทำ

55(En 39) จงหา pH ของสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.10 mol/dm<sup>3</sup> (13)

วิธีทำ

56. มีสารละลายกรดชนิดหนึ่ง pH เท่ากับ 5 จงหาความเข้มข้น H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ในสารละลายกรดนี้  
วิธีทำ (10<sup>-5</sup>)

57(มข 37) เมื่อนำสารละลายกรดแก่ที่มี pH เท่ากับ 5.0 มาจำนวน 10 cm<sup>3</sup> แล้วเทลงไป  
ในน้ำจืดได้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 cm<sup>3</sup> สารละลายกรดในตอนหลังนี้มี pH เท่าใด  
1. 4.5                      2. 5.5                      3. 6.0                      4. 6.5                      (ข้อ 3)

วิธีทำ

**ขั้นตอนการคำนวณหาค่า pH , pOH จากกรดอ่อน - เบสอ่อน**

**ขั้นที่ 1** ให้หา  $[H_3O^+]$  หรือ  $[OH^-]$  จากการแตกตัวของกรดอ่อน - เบสอ่อนนั้นๆ ก่อน

**ขั้นที่ 2** ใช้สูตร  $pH = -\log [H_3O^+]$  หรือ  $pOH = -\log [OH^-]$

จริงๆ แล้วยังมี  $[H_3O^+]$  ,  $[OH^-]$  ที่ได้จากการแตกตัวของน้ำรวมอยู่ด้วย

แต่มีค่าน้อยมาก จึงไม่ต้องนำมาบวกเพิ่มก็ได้

58. จงหา pH ของสารละลาย  $CH_3COOH$  เข้มข้น  $5.56 \text{ mol/dm}^3$  ( $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ) (2)

วิธีทำ

59. สารละลายกรด  $HCN$  เข้มข้น  $2.5 \times 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$  มีค่า pH เท่าใด ( $K_a = 4 \times 10^{-10}$ ) (5)

วิธีทำ

60. กรดอ่อน HA เข้มข้น  $1.0 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $100 \text{ cm}^3$  กรดนี้แตกตัวได้ 0.10%

ค่า pH และค่าคงที่สมดุลของกรดนี้ มีค่าเป็นเท่าใดตามลำดับ (ข้อ 3)

1. 1 ,  $1 \times 10^{-6}$       2. 2 ,  $1 \times 10^6$       3. 3 ,  $1 \times 10^{-6}$       4. 3 ,  $2 \times 10^6$

วิธีทำ

61(มข 32) มีสารละลายกรดอ่อนชนิดหนึ่งที่มีความเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  อยู่  $0.5$  ลิตร พบว่า pH ของสารละลายนี้เท่ากับ  $5$  กรดอ่อนชนิดนี้แตกตัวได้กี่เปอร์เซ็นต์ (0.01%)

วิธีทำ

62(En 40) สารละลายกรดชนิดหนึ่งมีความเข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  pH ของสารละลายเท่ากับ  $3$  กรดนี้แตกตัวร้อยละเท่าไร (กรดนี้เป็นกรดมอนอโพรติก)

1. 0.001                      2. 0.1                      3. 1                      4. 10                      (ข้อ 4)

วิธีทำ

63(En 38) กรดอ่อน HA ปริมาตร  $100 \text{ cm}^3$  วัดค่า pH ได้เท่ากับ  $4$  ค่าคงที่สมดุลของกรดนี้เท่ากับ  $1.0 \times 10^{-7}$  ความเข้มข้นของกรดและร้อยละของการแตกตัวเป็นไปตามข้อใด

	ความเข้มข้น ( $\text{mol/dm}^3$ )	ร้อยละการแตกตัว	
1.	0.1	0.1	
2.	1.0	1.0	
3.	1.0	0.1	
4.	0.1	1.0	(ข้อ 1)

วิธีทำ



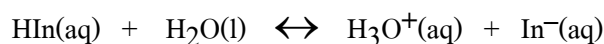
### ตอนที่ 6 อินดิเคเตอร์

อินดิเคเตอร์ (Indicator) คือ สารอินทรีย์ (ส่วนใหญ่จะเป็นกรดอ่อน) ที่มีสีและสามารถเปลี่ยนสีได้ เมื่อ pH ของสารละลายเปลี่ยนไป

สูตรสมมติของอินดิเคเตอร์ทั่วไปคือ HIn

(In จะมีโครงสร้างซับซ้อนมาก จึงเขียนเป็นสัญลักษณ์แทน)

**ตัวอย่างเช่น** สาร Bromothymol blue (HIn) เมื่อนำไปละลายน้ำได้



สีเหลือง

สีน้ำเงิน

- ค่า  $K_a$  ของ HIn เท่ากับ  $1 \times 10^{-7}$  ดังนั้นในสภาวะเป็นกลางปริมาณ HIn จะมีค่าเท่ากับปริมาณ  $\text{In}^-$  สีของสารละลายจึงเป็นสีเขียว (เหลืองผสมน้ำเงิน)
- ถ้าเติมกรด ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ลงไป ปฏิกิริยาจะผันกลับ เกิด HIn มากขึ้นสีเหลืองจึงเข้มขึ้น
- ถ้าเติมเบส ( $\text{OH}^-$ ) ลงไป  $\text{OH}^-$  จะไปทำปฏิกิริยากับ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ทำให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  มีปริมาณน้อยลง และ จะเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้นเกิด  $\text{In}^-$  มากขึ้นสีน้ำเงินเข้มขึ้น

#### ตัวอย่างอินดิเคเตอร์ที่ควรรู้จัก

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีในช่วง pH ต่ำ	สีในช่วง pH สูง
Bromothymol blue	6.0 – 8.0	เหลือง	น้ำเงิน
Methyl red	4.2 – 6.2	แดง	เหลือง
Phenolphthalein	8.3 – 10.0	ไม่มีสี	ชมพู

67. สารละลายกรดชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาทดสอบกับอินดิเคเตอร์ ได้ผลการทดลองดังนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	สีที่สังเกตเห็น
A	3.0 – 5.0	น้ำเงิน – แดง	แดง
B	3.8 – 5.4	เหลือง – น้ำเงิน	เขียว
C	5.1 – 8.0	แดง – น้ำเงิน	แดง
D	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน	เหลือง

สารละลายกรดนี้ควรมีค่า pH ประมาณเท่าใด

1. 6                      2. 5                      3. 4                      4. 3                      (ข้อ 2)

68(มข 45) สารละลายกรดชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาทดสอบกับอินดิเคเตอร์ ได้ผลการทดลองดังนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	สีที่สังเกตเห็น
A	3.0 – 5.0	น้ำเงิน – แดง	แดง
B	3.8 – 5.4	เหลือง – น้ำเงิน	เขียว
C	5.1 – 8.0	แดง – น้ำเงิน	แดง
D	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน	เหลือง

สารละลายกรดนี้ควรมีความเข้มข้นที่โมลต่อลิตร

1.  $10^{-6}$       2.  $10^{-5}$       3.  $10^{-4}$       4.  $10^{-3}$       (ข้อ 2)

วิธีทำ

69(มข 39) เมื่อนำสารละลาย x มาเติมอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH	การเปลี่ยนสี	สีที่สังเกตได้
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 – 10	ไม่มีสี – แดงชมพู	ไม่มีสี
เมทิลออเรนจ์	3.1 – 4.4	แดง – เหลือง	สี A
โบรโมไทมอลบลู	6.2 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน	เขียว
ฟีนอลเรด	6.7 – 8.3	เหลือง – แดง	ส้ม
เมทิลเรด	4.4 – 6.2	แดง – เหลือง	เหลือง

สารละลาย X ควรมี pH ในช่วงใด และสี A คือสีอะไร

1. 6.2 – 6.7 , สีเหลือง      2. 6.7 – 8.3 , สีส้ม  
3. 6.2 – 7.6 , สีเหลือง      4. 6.7 – 7.6 , สีเหลือง      (ข้อ 4)

วิธีทำ

#### การคำนวณหาช่วง pH

$$\text{ช่วง pH} = -\log K_{\text{HIn}} \pm 1$$

ตัวอย่างที่ 3 อินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งมีค่า  $K_{\text{HIn}} = 1.0 \times 10^{-3}$  การเปลี่ยนสีจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน เมื่อนำอินดิเคเตอร์นี้มาตรวจสอบสารที่มี pH = 1 , pH = 2.5 , pH = 3.4 , pH = 6 , pH = 9 สารละลายจะมีสีอะไรตามลำดับ





72. จงบอกว่าไอออนบวกต่อไปนี้ อาจได้มาจากการแตกตัวของเบสใด

**ตัวอย่าง**  $\text{Na}^+$  อาจมาจาก NaOH อันเป็น เบสแก่ .

- |                     |                |               |                                 |
|---------------------|----------------|---------------|---------------------------------|
| 1) $\text{Li}^+$    | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (LiOH , เบสแก่)                 |
| 2) $\text{Na}^+$    | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (NaOH , เบสแก่)                 |
| 3) $\text{K}^+$     | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (KOH , เบสแก่)                  |
| 4) $\text{Cs}^+$    | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (CsOH , เบสแก่)                 |
| 5) $\text{Rb}^+$    | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (RbOH , เบสแก่)                 |
| 6) $\text{Ca}^{2+}$ | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (Ca(OH) <sub>2</sub> , เบสแก่)  |
| 7) $\text{Ba}^{2+}$ | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (Ba(OH) <sub>2</sub> , เบสแก่)  |
| 8) $\text{Sr}^{2+}$ | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (Sr(OH) <sub>2</sub> , เบสแก่)  |
| 9) $\text{Mg}^{2+}$ | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (Mg(OH) <sub>2</sub> , เบสอ่อน) |
| 10) $\text{NH}_4^+$ | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | ( $\text{NH}_3$ , เบสอ่อน)      |

73. จงบอกว่าไอออนลบต่อไปนี้ อาจได้มาจากการแตกตัวของกรดใด

**ตัวอย่าง**  $\text{Cl}^-$  อาจมาจาก HCl อันเป็น กรดแก่ .

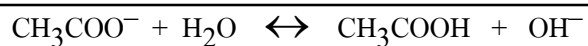
- |                              |                |               |                                       |
|------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------------|
| 1) $\text{ClO}_4^-$          | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | ( $\text{HClO}_4$ , กรดแก่)           |
| 2) $\text{I}^-$              | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (HI , กรดแก่)                         |
| 3) $\text{Br}^-$             | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (HBr , กรดแก่)                        |
| 4) $\text{Cl}^-$             | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | (HCl , กรดแก่)                        |
| 5) $\text{NO}_3^-$           | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | ( $\text{HNO}_3$ , กรดแก่)            |
| 6) $\text{SO}_4^{2-}$        | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , กรดแก่)   |
| 7) $\text{CH}_3\text{COO}^-$ | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ , กรดอ่อน) |
| 8) $\text{HCOO}^-$           | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | ( $\text{HCOOH}$ , กรดอ่อน)           |
| 9) $\text{PO}_4^{3-}$        | อาจมาจาก ..... | อันเป็น ..... | ( $\text{HPO}_4^{2-}$ , กรดอ่อน)      |



**กรณีที่ 1** เกลือที่เกิดจากกรดอ่อนกับเบสแก่ เช่น  $\text{CH}_3\text{COONa}$



$\text{Na}^+$  ได้จากเบสแก่ (NaOH) ดังนั้น  $\text{Na}^+$  จะละลายน้ำได้ดี และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ แต่  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ได้จากกรดอ่อน ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ดังนั้น  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  เกิดปฏิกิริยาผันกลับกับน้ำได้ดังนี้



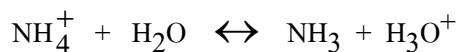
ดังนั้นสุดท้ายสารละลายจึงมีฤทธิ์เป็นเบส เพราะมี  $\text{OH}^-$  อยู่ เรียก ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

**โปรดจำให้แม่นยำ กรดอ่อนจะสร้างเบส ( $\text{OH}^-$ )**

**กรณีที่ 2** เกลือที่เกิดจากกรดแก่กับเบสอ่อน เช่น  $\text{NH}_4\text{Cl}$



$\text{Cl}^-$  ได้จากกรดแก่ (HCl) ดังนั้น  $\text{Cl}^-$  จะละลายน้ำได้ดี และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ แต่  $\text{NH}_4^+$  ได้จากเบสอ่อน ( $\text{NH}_3$ ) ดังนั้น  $\text{NH}_4^+$  เกิดปฏิกิริยาผันกลับกับน้ำ ได้ดังนี้



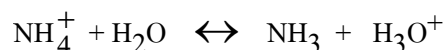
ดังนั้นสุดท้ายสารละลายจึงมีฤทธิ์เป็นกรด เพราะมี  $\text{H}_3\text{O}^+$  อยู่ เรียก ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

**โปรดจำให้แม่นยำ เบสอ่อนจะสร้างกรด ( $\text{H}_3\text{O}^+$ )**

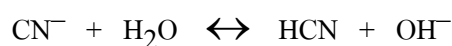
**กรณีที่ 3** เกลือที่เกิดจากกรดอ่อนกับเบสอ่อน เช่น  $\text{NH}_4\text{CN}$



$\text{NH}_4^+$  ได้จากเบสอ่อน ( $\text{NH}_3$ ) เกิดปฏิกิริยาผันกลับกับน้ำได้ดังนี้



$\text{CN}^-$  ได้จากกรดอ่อน (HCN) เกิดปฏิกิริยาผันกลับกับน้ำได้ดังนี้



จะเห็นว่าในสารละลายมีทั้งกรดและเบส เมื่อรวมกันแล้วจะเป็นกรดหรือเบสให้พิจารณาที่ค่า  $K_a$  และ  $K_b$  ของกรดอ่อนและเบสอ่อนอันเป็นต้นกำเนิดของเกลือ นั้น ซึ่งในที่นี้ก็คือ HCN และ  $\text{NH}_3$

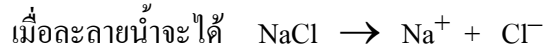
ถ้า  $K_a > K_b$  ปฏิกิริยารวมจะเป็นกรด

ถ้า  $K_a < K_b$  ปฏิกิริยารวมจะเป็นเบส

ถ้า  $K_a = K_b$  ปฏิกิริยารวมจะเป็นกลาง

**โปรดจำให้แม่นยำ กรดอ่อนจะสร้างเบส ( $\text{OH}^-$ ) และเบสอ่อนจะสร้างกรด ( $\text{H}_3\text{O}^+$ )**

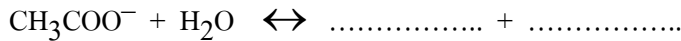
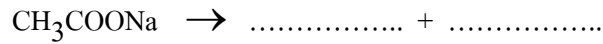
กรณีที่ 4 เกลือที่เกิดจากกรดแก่กับเบสแก่ เช่น NaCl



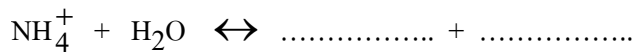
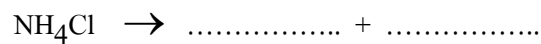
$\text{Na}^+$  ได้จากเบสแก่ NaOH และ  $\text{Cl}^-$  ได้จากกรดแก่ HCl

ทั้ง  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  จะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ในสารละลายจึงเป็นกลาง

75. เกลือ  $\text{CH}_3\text{COONa}$  เกิดจากกรดอ่อนกับเบสแก่ ไอออนจากกรดอ่อนจะสร้าง  $\text{OH}^-$  ดังนี้



76. เกลือ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  เกิดจากกรดแก่กับเบสอ่อน ไอออนจากเบสอ่อนจะสร้าง  $\text{H}_3\text{O}^+$  ดังนี้



77. จงบอกว่า สารละลายเกลือต่อไปนี้ จะมีฤทธิ์เป็นกรด หรือ เบส หรือ เป็นกลาง

1)  $\text{CH}_3\text{COONa}$

2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

3) NaCN

4)  $\text{NH}_4\text{Cl}$

5)  $\text{NH}_4\text{I}$

6)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

7)  $\text{NH}_4\text{CN}$

8)  $\text{K}_2\text{SO}_4$

9)  $\text{KNO}_3$

ตอบ 1) เบส 2) เบส 3) เบส 4) กรด 5) กรด 6) กรด 7) ยังไม่แน่ 8) กลาง 9) กลาง

78(En 35) เมื่อนำเกลือ 4 ชนิด ต่อไปนี้มาละลายน้ำ

ก.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

ข.  $\text{CH}_3\text{COONa}$

ค.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

ง.  $\text{K}_2\text{SO}_4$

สารละลายของเกลือชนิดใดบ้างที่สามารถเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

1. ก และ ข

2. ก และ ค

3. ข และ ค

4. ข และ ง

(ข้อ 3)

79(En 44/1) เมื่อนำสารต่อไปนี้มาละลายน้ำ

ก. KI

ข.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

ค.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

ง.  $\text{NH}_4\text{NO}_2$

กำหนดให้  $K_b$  ของสารละลาย  $\text{NH}_3 = 1.8 \times 10^{-5}$

$K_a$  ของ  $\text{HNO}_2 = 4.6 \times 10^{-4}$

สมบัติต่อไปนี้ของสาร ก-ง ข้อใดถูกต้อง

(ข้อ 3)

	สมบัติของสารละลาย		
	กรด	กลาง	เบส
1.	ก และ ง	ข	ค
2.	ก	ข	ค และ ง
3.	ข และ ง	ก	ค
4.	ค	ก	ข และ ง

วิธีทำ

80(มข 37) มีหลอดทดลอง 3 หลอด บรรจุสารละลายเกลือ

หลอดที่ 1 บรรจุ NaCl

หลอดที่ 2 บรรจุ  $\text{NH}_4\text{Cl}$

หลอดที่ 3 บรรจุ  $\text{CH}_3\text{COONa}$

แต่ละหลอดเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  และมีปริมาตร  $10 \text{ cm}^3$  หลอดใดมี pH สูงสุด

1. หลอดบรรจุ  $\text{CH}_3\text{COONa}$
2. หลอดบรรจุ  $\text{NH}_4\text{Cl}$
3. หลอดบรรจุ NaCl
4. ทุกหลอดมี pH เท่ากันคือ (ข้อ 1)

วิธีทำ

81. สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากันของเกลือต่อไปนี้ ข้อใดมีความเป็นเบสมากที่สุด

$$K_a \text{ ของกรดที่ } 25^\circ\text{C} \quad \text{HClO}_2 = 1.1 \times 10^{-2}$$

$$\text{CH}_3\text{COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\text{HF} = 6.8 \times 10^{-4}$$

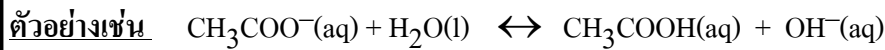
$$\text{HCN} = 4.8 \times 10^{-10}$$

1.  $\text{NaClO}_2$
2.  $\text{CH}_3\text{COONa}$
3. NaF
4. NaCN (ข้อ 4.)

วิธีทำ

### ค่าคงที่ไฮโดรลิซิส

**กรณีอออนลบ ( จากกรดอ่อน ) เกิดไฮโดรลิซิส**



$$\text{ที่ภาวะสมดุล } K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

และเรายังจะได้อีกว่า  $K_h = \frac{K_w}{K_a}$

เมื่อ  $K_h$  = ค่าคงที่ของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

$K_a$  = ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน อันเป็นที่มาของอออนลบนั้น

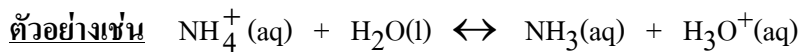
(ในที่นี้  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ได้มาจากกรดอ่อน  $\text{CH}_3\text{COOH}$  จึงใช้ค่า  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

สำหรับความเข้มข้น  $\text{OH}^-$  ที่เกิด อาจคำนวณหาค่าได้โดยใช้สูตรถัดต่อไปนี้ได้

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_h C_s}$$

เมื่อ  $C_s$  = ความเข้มข้นของเกลืออันเป็นที่มาของอออนลบนั้น

**กรณีอออนบวก ( จากเบสอ่อน ) เกิดไฮโดรลิซิส**



$$\text{ที่ภาวะสมดุล } K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

และเรายังจะได้อีกว่า  $K_h = \frac{K_w}{K_b}$

เมื่อ  $K_h$  = ค่าคงที่ของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

$K_b$  = ค่าคงที่การแตกตัวของเบสอ่อน อันเป็นที่มาของอออนบวกนั้น

(ในที่นี้  $\text{NH}_4^+$  ได้มาจากกรดอ่อน  $\text{NH}_3$  จึงใช้ค่า  $K_b$  ของ  $\text{NH}_3$ )

สำหรับความเข้มข้น  $\text{H}_3\text{O}^+$  ที่เกิด อาจคำนวณหาค่าได้โดยใช้สูตรถัดต่อไปนี้ได้

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{k_h C_s}$$

เมื่อ  $C_s$  = ความเข้มข้นของเกลืออันเป็นที่มาของอออนบวกนั้น

82. จงคำนวณหาค่า pH ของสารละลาย  $\text{CH}_3\text{COONa}$  เข้มข้น  $1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

ถ้า  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ที่  $25^\circ\text{C}$  คือ  $1.8 \times 10^{-5}$  (8)

วิธีทำ

83. สารละลาย  $\text{NH}_4\text{Cl}$  เข้มข้น  $1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  จะมี pH เท่าใด

(กำหนด  $K_b$  ของ  $\text{NH}_3$  ที่  $25^\circ\text{C}$  คือ  $1.8 \times 10^{-5}$ ) (6)

วิธีทำ

84. สารละลายโซเดียมวาเลอเรต ( $\text{NaV}$ ) เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  มี pH เท่าไร

( สมมุติค่า  $K_a$  ของ  $\text{HV}$  คือ  $1 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$  ) (9)

วิธีทำ

85.  $\text{KCN}$  เข้มข้น  $0.05 \text{ mol/dm}^3$  มีค่า pH เท่าใด ( $\text{HCN}$  มีค่า  $K_a = 5 \times 10^{-10}$ ) (11)

วิธีทำ

86. ถ้าสารละลาย XCl เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  มี pH 5 จงหาค่า  $K_h$  ของ  $X^+$  อีออน  $(10^{-10})$

วิธีทำ

87. ในสารละลาย NaCN เข้มข้น  $4.5 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$  มีความเข้มข้นของ HCN เท่าไร

ถ้าค่า  $K_a$  ของ HCN คือ  $4.5 \times 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$   $(1 \times 10^{-3})$

วิธีทำ

XX

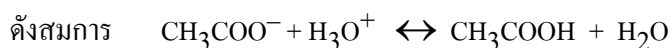
### ตอนที่ 9 บัฟเฟอร์

สารละลายบัฟเฟอร์ คือ สารละลายที่สามารถควบคุม pH ให้คงที่ได้ เมื่อเติมกรดหรือเบส  
ลงเล็กน้อย บัฟเฟอร์ มี 2 ชนิด ได้แก่

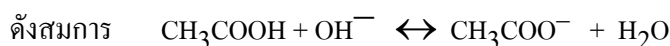
**ชนิดที่ 1 บัฟเฟอร์ที่ได้จาก กรดอ่อน ผสมกับ เกลือของกรดอ่อนนั้น**

เช่น ผสม  $\text{CH}_3\text{COOH}$  กับ  $\text{CH}_3\text{COONa}$  เข้าด้วยกัน

เมื่อเติม  $\text{H}^+$  จากกรดใดๆ ลงไป  $\text{H}^+$  จะถูกสะเทินด้วย  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  จากเกลือ



เมื่อเติม  $\text{OH}^-$  จากเบสใดๆ ลงไป  $\text{OH}^-$  จะถูกสะเทินด้วย  $\text{CH}_3\text{COOH}$  จากกรด



เราสามารถหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ของบัฟเฟอร์กรดได้จากสมการ

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{[\text{กรด}]}{[\text{เกลือ}]} \cdot K_a$$

และ 
$$\text{pH} = -\log K_a - \log \frac{[\text{กรด}]}{[\text{เกลือ}]}$$

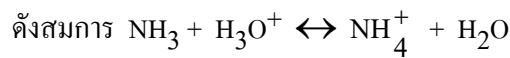
เนื่องจาก  $-\log K_a = \text{p}K_a$

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{กรด}]}{[\text{เกลือ}]}$$

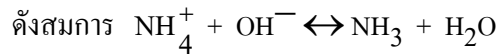
## ชนิดที่ 2 บัฟเฟอร์ที่ได้จาก เบสอ่อน ผสมกับ เกลือของเบสอ่อนนั้น

เช่น ผสม  $\text{NH}_3$  กับ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  เข้าด้วยกัน

เมื่อเติม  $\text{H}^+$  จากกรดใดๆ ลงไป  $\text{H}^+$  จะถูกสะเทินด้วย  $\text{NH}_3$  จากเบส



เมื่อเติม  $\text{OH}^-$  จากเบสใดๆ ลงไป  $\text{OH}^-$  จะถูกสะเทินด้วย  $\text{NH}_4^+$  จากเกลือ



เราสามารถหา  $[\text{OH}^-]$  ของบัฟเฟอร์เบสได้จากสมการ

$$[\text{OH}^-] = \frac{[\text{เบส}]}{[\text{เกลือ}]} \cdot K_b$$

และ 
$$\text{pOH} = -\log K_b - \log \frac{[\text{เบส}]}{[\text{เกลือ}]}$$

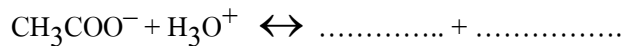
เนื่องจาก  $-\log K_b = \text{p}K_b$

$$\text{pOH} = \text{p}K_b - \log \frac{[\text{เบส}]}{[\text{เกลือ}]}$$

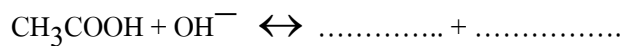
การพิจารณาว่าสารผสมคู่ใดเป็นบัฟเฟอร์หรือไม่นั้น หากสารทั้งสองไม่ทำปฏิกิริยากัน หากสารคู่  
นั้นๆ มีตัวหนึ่งเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อน แล้วอีกตัวเป็นเกลือซึ่งมีไอออนของกรดอ่อน หรือเบสอ่อน  
นั้นอยู่ สารผสมนั้นจะเป็นบัฟเฟอร์ทันที ไม่ต้องสนใจปริมาณสารแต่ละตัว

### 88. ผสม $\text{CH}_3\text{COOH}$ กับ $\text{CH}_3\text{COONa}$ เข้าด้วยกัน

เมื่อเติม  $\text{H}_3\text{O}^+$  จากกรด จะเกิด

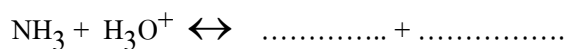


เมื่อเติม  $\text{OH}^-$  จากเบสใด จะเกิด

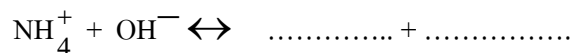


### 89. ผสม $\text{NH}_3$ กับ $\text{NH}_4\text{Cl}$ เข้าด้วยกัน

เมื่อเติม  $\text{H}_3\text{O}^+$  จากกรด จะเกิด



เมื่อเติม  $\text{OH}^-$  จากเบสใด จะเกิด



90. สารผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากันต่อไปนี้ ข้อใดเป็นบัฟเฟอร์

- .....1.  $\text{KNO}_2$  0.05 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 5 cm<sup>3</sup> กับ  $\text{HNO}_2$  0.05 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup>  
 .....2.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 4 cm<sup>3</sup> กับ  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0.2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup>  
 .....3.  $\text{NaOH}$  0.6 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 3 cm<sup>3</sup> กับ  $\text{NaHSO}_4$  0.3 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 7 cm<sup>3</sup>  
 .....4.  $\text{NH}_3$  0.5 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup> กับ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.8 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 5 cm<sup>3</sup>  
 .....5.  $\text{NaCl}$  3 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 40 cm<sup>3</sup> กับ  $\text{HCl}$  1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 20 cm<sup>3</sup>

ตอบ 1. ✓ 2. ✓ 3. ✗ 4. ✓ 5. ✗

91(มข 40) พิจารณาสารประกอบแต่ละคู่ต่อไปนี้

- a.  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$       b.  $\text{NH}_4\text{OH}$  และ  $\text{NaCN}$   
 c.  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ  $\text{CH}_3\text{COOH}$       d.  $\text{NaOH}$  และ  $\text{NaCl}$   
 e.  $\text{NH}_3$  และ  $\text{NH}_4\text{Cl}$

สารละลายคู่ใดบ้างที่มีการเปลี่ยนแปลง pH น้อยมาก เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไป

1. a , b      2. a , c      3. c , e      4. d , e      (ข้อ 3)

วิธีทำ

92(มข 34) สารละลาย 4 ชนิด ที่มีสารประกอบคู่หนึ่งละลายอยู่คือ

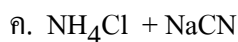
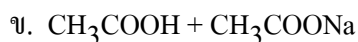
1.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  และ  $\text{CH}_3\text{COONa}$       2.  $\text{NH}_3$  และ  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
 3.  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  และ  $\text{FeCl}_2$       4.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  และ  $\text{NaCN}$

สารละลายใดจะเปลี่ยนค่า pH น้อยมาก เมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่ลงไป

- ก. 1 และ 2      ข. 1, 2 และ 4  
 ค. 1, 2 และ 3      ง. ถูกทุกข้อ      (ข้อ ค)

วิธีทำ

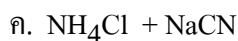
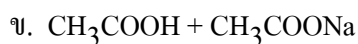
93. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ให้มี pH ประมาณ 9 ควรใช้สารผสมคู่ใด



(ข้อ ก.)

วิธีทำ

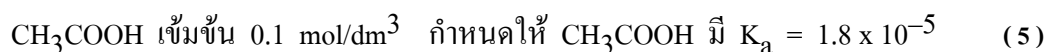
94. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ให้มี pH น้อยกว่า 7 ควรใช้สารผสมคู่ใด



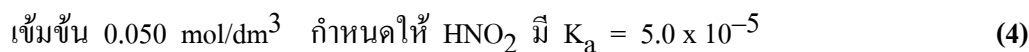
(ข้อ ข.)

วิธีทำ

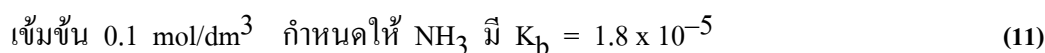
95. จงคำนวณหา pH ของสารละลายที่มี  $\text{CH}_3\text{COONa}$  เข้มข้น  $0.18 \text{ mol/dm}^3$  และ

วิธีทำ

96(มข 38) จงคำนวณหา pH ของสารละลายที่มี  $\text{HNO}_2$  เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  และ  $\text{NaNO}_2$

วิธีทำ

97. จงคำนวณหา pH ของสารละลายที่มี  $\text{NH}_4\text{Cl}$  เข้มข้น  $1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  และ  $\text{NH}_3$

วิธีทำ



## ตอนที่ 10 การคำนวณเกี่ยวกับปฏิกิริยากรดเบส

สูตรที่ใช้คำนวณเกี่ยวกับปฏิกิริยาของกรดกับเบส

**กรณีที่ 1** หาก กรด กับ เบสทำปฏิกิริยากันหมดพอดี

สูตร  $a c_a v_a = b c_b v_b$  ใช้หาปริมาณกรด หรือ เบส ที่ทำปฏิกิริยากันหมดพอดี

$a$  คือ จำนวน  $H^+$  ในกรด

$b$  คือ จำนวน  $OH^-$  ในเบส

$c_a$  คือ ความเข้มข้นกรด ( โมล/ลิตร )

$c_b$  คือ ความเข้มข้นเบส ( โมล/ลิตร )

$v_a$  คือ ปริมาตรกรด ( $cm^3$ )

$v_b$  คือ ปริมาตรเบส ( $cm^3$ )

การคำนวณหา  $[H_3O^+]$  และ  $[OH^-]$  ต้องคิดการเกิดไฮโดรไลซิสของเกลือที่เกิด

กล่าวคือ **หากไอออนลบจากกรดเกิดไฮโดรไลซิส**

$$[OH^-] = \sqrt{k_h C_s} \quad \text{และ} \quad k_h = \frac{k_w}{K_a}$$

เมื่อ  $k_h$  = ค่าคงที่ของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

$K_a$  = ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน อันเป็นที่มาของไอออนลบนั้น

**หากไอออนบวกจากเบสเกิดไฮโดรไลซิส**

$$[H_3O^+] = \sqrt{k_h C_s} \quad \text{และ} \quad k_h = \frac{k_w}{K_b}$$

เมื่อ  $k_h$  = ค่าคงที่ของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

$K_b$  = ค่าคงที่การแตกตัวของเบสอ่อน อันเป็นที่มาของไอออนบวกนั้น

**กรณีที่ 2** เมื่อเหลือกรดแก่หรือเบสแก่

หาก เหลือกรดแก่

$$[H_3O^+] = \frac{a c_a v_a - b c_b v_b}{V_{รวม}} \quad \text{และ} \quad [\text{กรดที่เหลือ}] = \frac{a c_a v_a - b c_b v_b}{a V_{รวม}}$$

หาก เหลือเบสแก่

$$[OH^-] = \frac{b c_b v_b - a c_a v_a}{V_{รวม}} \quad \text{และ} \quad [\text{เบสที่เหลือ}] = \frac{b c_b v_b - a c_a v_a}{b V_{รวม}}$$

**กรณีที่ 3** เมื่อเหลือกรดอ่อนหรือเบสอ่อน

หาก เหลือกรดอ่อน จะได้สารละลายบัฟเฟอร์

$$[\text{กรดที่เหลือ}] = \frac{a c_a v_a - b c_b v_b}{a V_{รวม}}$$

$$[H_3O^+] = \frac{[\text{กรด}]}{[\text{เกลือ}]} \cdot K_a$$

$$pH = pK_a - \log \frac{[\text{กรด}]}{[\text{เกลือ}]}$$

หาก เหลือเบสอ่อน จะได้สารละลายบัฟเฟอร์

$$[\text{เบสที่เหลือ}] = \frac{b c_b v_b - a c_a v_a}{b v_{\text{รวม}}}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{[\text{เบส}]}{[\text{เกลือ}]} \cdot k_b$$

$$\text{pOH} = \text{pk}_b - \log \frac{[\text{เบส}]}{[\text{เกลือ}]}$$

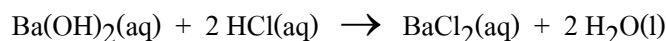
สูตรสำหรับคำนวณหาปริมาณเกลือที่เกิด

ในกรณีที่เหลือกรด หรือ เบสหมด  $[\text{เกลือ}] = \frac{c_b v_b}{a v_{\text{รวม}}}$

ในกรณีที่เหลือเบส หรือ กรดหมด  $[\text{เกลือ}] = \frac{c_a v_a}{b v_{\text{รวม}}}$

### 10.1 กรณีที่ กรด กับ เบส ทำปฏิกิริยากันหมดพอดี

**ตัวอย่าง** แบเรียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกดังสมการ



ถ้าสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำปฏิกิริยาสะเทินด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้นกี่โมลาร์

**วิธีทำ** จาก  $\text{Ba(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\text{จะได้ว่า } \frac{\text{โมล Ba(OH)}_2}{1} = \frac{\text{โมล HCl}}{2}$$

$$2 \text{ โมล Ba(OH)}_2 = \text{โมล HCl}$$

$$2 \frac{c v}{1000} = \frac{c v}{1000}$$

$$2 c (50) = (0.1) (100)$$

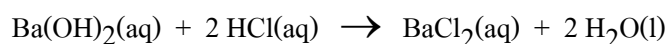
$$\boxed{c = 0.1 \text{ โมล/ลิตร}}$$

หรืออาจใช้สูตรลัด  $a c_a v_a = b c_b v_b$

$$1 (0.1) (100) = 2 c (50)$$

$$\boxed{c = 0.1 \text{ โมล/ลิตร}}$$

101(En 41) แบเรียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกดังสมการ



ถ้าสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำปฏิกิริยาสะเทินด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้นกี่โมลาร์

1. 0.300                      2. 0.150                      3. 0.100                      4. 0.075                      (ข้อ 4)

วิธีทำ

102(En 35) ถ้าต้องการสะเทินสารละลาย  $\text{Ba(OH)}_2$  เข้มข้น 0.05 M ปริมาตร 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้กรดฟอสฟอริก ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) เข้มข้น 0.25 M กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 0.4                      2. 4                      3. 8                      4. 12                      (ข้อ 2.)

วิธีทำ

103(En 33) เมื่อนำสารละลายอิ่มตัว  $\text{Ca(OH)}_2$  ปริมาตร 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาไทเทรตด้วยสารละลาย HCl เข้มข้น 0.200 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เมื่อถึงจุดยุติพบว่าใช้ HCl ไป 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในสารละลายอิ่มตัวนี้มี  $\text{Ca(OH)}_2$  กี่กรัม

1. 1.48                      2. 2.96                      3. 0.074                      4. 0.148                      (ข้อ 3.)

วิธีทำ

104. สารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  เข้มข้น  $2 \text{ mol/dm}^3$   $100 \text{ cm}^3$  ถ้าจะต้องใช้สารละลาย  $\text{NaOH}$  เข้มข้น 60% โดยมวล/ปริมาตร  $\text{g cm}^{-3}$  จึงจะทำปฏิกิริยากับกรดนี้หมดพอดี (26.67)

วิธีทำ

105. น้ำส้มสายชูตัวอย่างมีกรดอะซิติก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) อยู่ร้อยละ 4.8 โดยมวล/ปริมาตร ในการติเตรต น้ำส้มสายชูกับสารละลาย  $\text{NaOH}$  พบว่าน้ำส้มสายชู  $10 \text{ cm}^3$  ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย  $\text{NaOH}$   $20 \text{ cm}^3$  จงหาความเข้มข้นของ  $\text{NaOH}$  ในหน่วยร้อยละโดยมวล/ปริมาตร (1.6)

วิธีทำ

106. เมื่อนำสารละลายกรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $40 \text{ cm}^3$  ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบส  $\text{NaOH}$   $0.5 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $20 \text{ cm}^3$  หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์แล้วสารละลายที่เหลือต้องใช้กรด  $\text{HCl}$   $50 \text{ cm}^3$  จึงจะทำปฏิกิริยาสะเทินพอดี อยากทราบว่าสารละลายกรด  $\text{HCl}$  มีความเข้มข้นเท่าใด

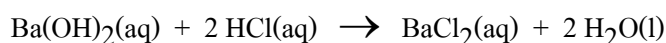
1. 0.5                      2. 0.05                      3. 0.04                      4. 0.4                      (ข้อ 3.)

วิธีทำ

107. เมื่อนำสารละลายกรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $40 \text{ cm}^3$  ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบส  $\text{NaOH}$   $0.5 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $20 \text{ cm}^3$  หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์แล้ว สารละลายที่เหลือต้องใช้  $\text{HCl}$   $0.04 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $5 \text{ cm}^3$  จึงจะทำปฏิกิริยาสะเทินพอดี อยากรบว่าสารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ที่นำมา มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (0.12 mol/dm<sup>3</sup>)

วิธีทำ

108. แบเรียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกดังสมการ



ถ้าสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์  $50$  ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำปฏิกิริยาสะเทินด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น  $0.1$  โมลาร์ ปริมาตร  $100$  ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาความเข้มข้นของเกลือ  $\text{BaCl}_2$  ที่เกิดขึ้น (0.033 โมล/ลิตร)

วิธีทำ

109. เมื่อนำสารละลายอิ่มตัว  $\text{Ca(OH)}_2$  ปริมาตร  $50.0$  ลูกบาศก์เซนติเมตร มาไทเทรตด้วยสารละลาย  $\text{HCl}$  เข้มข้น  $0.200$  โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เมื่อถึงจุดยุติพบว่าใช้  $\text{HCl}$  ไป  $10.0$  ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาความเข้มข้นเกลือ  $\text{CaCl}_2$  ที่เกิด (0.0167 โมล/ลิตร)

วิธีทำ

กรณีที่เกิดกับเบส ทำปฏิกิริยากันหมดพอดี หากต้องการ  $[H_3O^+]$  ,  $[OH^-]$  จะต้องคิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือที่เกิดขึ้น

110. นำสารละลาย  $0.30\text{ M NH}_3$   $50.0\text{ cm}^3$  มาผสมกับ  $0.30\text{ M HCl}$   $50.0\text{ cm}^3$  สารละลายผสมจะมี pH เท่าใด (สมมติว่า  $NH_3$  มี  $K_b = 1.5 \times 10^{-5}$ ) (5)

วิธีทำ

111. นำสารละลาย  $0.10\text{ M NaOH}$   $25.0\text{ cm}^3$  มาผสมกับ กรดอ่อน HA เข้มข้น  $0.10\text{ M}$   $25.0\text{ cm}^3$  สารละลายผสมจะมี pH เท่าใด (สมมติว่า HA มี  $K_a = 5 \times 10^{-4}$ ) (8)

วิธีทำ

112. นำสารละลาย HCl  $0.01$  โมล/ลิตร  $100\text{ cm}^3$  ผสมกับสารละลาย NaOH  $0.01$  โมล/ลิตร จำนวน  $100\text{ cm}^3$  จงคำนวณหา pH ของสารละลายผสม
1. 2                      2. 5                      3. 7                      4. 8                      (ข้อ 3.)

วิธีทำ



116(En 42/1) ถ้าผสมสารละลาย  $\text{NH}_3$  เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $25 \text{ cm}^3$  กับสารละลาย  $\text{HCl}$  เข้มข้น  $0.15 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $100 \text{ cm}^3$  ค่า pH ของสารละลายเป็นเท่าใด (1)

วิธีทำ

117(En 40) นำ  $\text{Ca(OH)}_2$  หนัก 1.48 กรัม ผสมกับสารละลาย  $\text{HCl}$   $0.02 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $1 \text{ dm}^3$  เกิดปฏิกิริยาดังสมการ  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (สมการยังไม่ดุล) เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลงสารละลายมี pH เท่าไร (กำหนดให้  $\log 2 = 0.3010$ )

1. 1.7                      2. 7.0                      3. 12.3                      4. 13.7                      (ข้อ 3)

วิธีทำ

118(En 44/1) เมื่อนำสารละลาย  $\text{HCl}$  เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $45 \text{ cm}^3$  มาผสมกับสารละลาย  $\text{NaOH}$  เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $x \text{ cm}^3$  จะได้สารละลายที่มี  $\text{pH} = 12$  จงคำนวณหาค่า  $x$  (5  $\text{cm}^3$ )

วิธีทำ

119(มข 32) จะต้องใช้ NaOH กี่โมล เติมลงในสารละลาย HCl  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $500 \text{ cm}^3$  เพื่อให้สารละลายมี pH เท่ากับ 13 (สมมติว่าปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลง) (0.1)

วิธีทำ

120. เมื่อผสมสารละลาย NaOH  $2 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $100 \text{ cm}^3$  กับสารละลาย NaOH  $3 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $100 \text{ cm}^3$  และสารละลาย HCl  $2 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $100 \text{ cm}^3$  สารละลายที่ได้มี pH เท่าใด (14)

วิธีทำ

### 10.3 กรณีสี่ ปฏิกริยาเกลือ กรดอ่อน หรือ เบสอ่อน

กรณีี่ กรด เข้าทำปฏิกิริยากับเบส แล้วสุดท้ายเหลือ กรดอ่อน หรือ เบสอ่อนอยู่ สารละลายสุดท้าย จะมีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ การหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ,  $[\text{OH}^-]$  จะต้องใช้สมการของบัฟเฟอร์

121. สารละลายบัฟเฟอร์ชนิดหนึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $0.5 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $20 \text{ cm}^3$  กับสารละลาย  $\text{NaOH}$   $0.5 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $5 \text{ cm}^3$  จงคำนวณ pH ของสารละลายบัฟเฟอร์นี้

กำหนด  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.0 \times 10^{-5}$  ,  $\log 3 = 0.48$

1. 4.52      2. 5.35      3. 3.27      4. คำนวณไม่ได้เพราะไม่ใช่บัฟเฟอร์ (1)

วิธีทำ

122. ผสมสารละลาย  $\text{NH}_4\text{OH}$   $0.50 \text{ mol/dm}^3$   $30 \text{ cm}^3$  เข้ากับสารละลาย  $\text{HNO}_3$   $0.50 \text{ mol/dm}^3$   $20 \text{ cm}^3$  เข้าด้วยกัน ความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ในสารละลายผสมนี้มีค่าเท่ากับกี่  $\text{mol/dm}^3$  (กำหนด  $K_b$  ของ  $\text{NH}_4\text{OH} = 1 \times 10^{-5}$ ) (2.0x10<sup>-9</sup>)

วิธีทำ

123. ผสม HCl 0.2 โมล เข้ากับ NH<sub>3</sub> 0.6 โมล แล้วทำให้สารละลายมีปริมาตร 2 dm<sup>3</sup>  
จงคำนวณ pH ของสารละลายนี้ (สมมติว่า K<sub>b</sub> ของ NH<sub>3</sub> = 10<sup>-5</sup>) (9.3)

วิธีทำ

124. สารผสมต่อไปนี้ ข้อใดเป็นบัฟเฟอร์

- .....1. CH<sub>3</sub>COOH 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup> กับ NaOH 3 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 5 cm<sup>3</sup>  
.....2. HNO<sub>2</sub> 1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 20 cm<sup>3</sup> กับ NaOH 1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup>  
.....3. HCN 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 20 cm<sup>3</sup> กับ KOH 1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 40 cm<sup>3</sup>  
.....4. HF 1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 30 cm<sup>3</sup> กับ LiOH 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 30 cm<sup>3</sup>  
.....5. NH<sub>3</sub> 3 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 50 cm<sup>3</sup> กับ HCl 1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup>  
.....6. KOH 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup> กับ HI 1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup>  
.....7. CH<sub>3</sub>COONa 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 40 cm<sup>3</sup> กับ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 20 cm<sup>3</sup>  
.....8. NH<sub>4</sub>Cl 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup> กับ KOH 2 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 20 cm<sup>3</sup>

ตอบ 1. ✓ 2. ✓ 3. ✗ 4. ✗ 5. ✓ 6. ✗ 7. ✗ 8. ✗



**ขั้นที่ 3** นำปริมาตรเบส NaOH ที่ใช้หยดไป ความเข้มข้นเบสและปริมาตรกรดในขวด  
ไปคำนวณหาความเข้มข้นของ HCl ในขวดชมพู โดยถือว่ากรด - เบสทำปฏิกิริยากัน  
หมดพอดี ดังในตัวอย่างต่อไป

**\*\* กระบวนการทดลองหาความเข้มข้นแบบนี้เรียก การไตเตรด \*\***

126. สารละลาย  $\text{Ba(OH)}_2$  จำนวน  $40 \text{ cm}^3$  ไตเตรตพอดีกับสารละลาย HCl เข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $10 \text{ cm}^3$  สารละลาย  $\text{Ba(OH)}_2$  มีความเข้มข้นเท่าใด ( $1.25 \times 10^{-3} \text{ M}$ )

วิธีทำ

127(มข 33) ใช้สารละลาย NaOH  $0.500 \text{ mol/dm}^3$  หาความเข้มข้นของสารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ความเข้มข้นของกรดเป็นกี่  $\text{mol/dm}^3$  ถ้ากรด  $20.0 \text{ cm}^3$  สะเทินพอดีกับเบส  $40.0 \text{ cm}^3$   
ก. 0.125                      ข. 0.250                      ค. 0.500                      ง. 1.00                      (ข้อ ค)

วิธีทำ

128. ถ้าต้องการสะเทินสารละลาย  $\text{Ba(OH)}_2$  เข้มข้น  $0.05 \text{ M}$  ปริมาตร  $30 \text{ cm}^3$  จะต้องใช้  
กรดฟอสฟอริก ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) เข้มข้น  $0.25 \text{ M}$  กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร  
1. 0.4                      2. 4                      3. 8                      4. 12                      (ข้อ 2)

วิธีทำ

129. เมื่อนำสารละลายที่มี HCl 0.01 mol มาทำปฏิกิริยาสะเทินด้วยสารละลาย Ca(OH)<sub>2</sub> เข้มข้น 0.1 mol/dm<sup>3</sup> จะต้องใช้ Ca(OH)<sub>2</sub> กี่ cm<sup>3</sup> (50)

วิธีทำ

130(มข 37) ปิเปตต์สารละลายกรด H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> มา 10.00 cm<sup>3</sup> เติมน้ำกลั่นลงไปอีก 30.00 cm<sup>3</sup> มาไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.20 mol/dm<sup>3</sup> พบว่าเมื่อถึงจุดยุติใช้ NaOH ไป 20.00 cm<sup>3</sup> สารละลายกรด H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ที่ปิเปตต์มา มีความเข้มข้นกี่ mol/dm<sup>3</sup> (0.2M)

วิธีทำ

131(มข 42) Mg(OH)<sub>2</sub> ผสมแป้ง เป็นยาลดกรดในกระเพาะอาหาร ถ้านำมา 0.10 กรัม ทำเป็นสารละลายแล้วไทเทรตด้วย HCl 0.20 mol/dm<sup>3</sup> ปรากฏว่าใช้ HCl ไป 10 cm<sup>3</sup> จงหาว่าในยาลดกรดนี้ 1 กรัม มี Mg(OH)<sub>2</sub> เป็นส่วนผสมอยู่ที่กี่กรัม (0.058 กรัม)

วิธีทำ

132(มข 41) องค์ประกอบที่สำคัญของยาแก้ปวดคือ แอสไพริน ( $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$ ) ถ้านำยาแก้ปวดมา 0.5 กรัม ไทเทรตกับ  $\text{NaOH}$  ที่มีความเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $20.0 \text{ cm}^3$  ยาแก้ปวดนี้มีแอสไพรินอยู่ร้อยละเท่าใด ( $\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{H} = 1$ ) (72%)

### วิธีทำ

#### กราฟของการไตเตรต

ในการไตเตรตนั้น ถ้านำเอาปริมาณสารละลายที่หยดลงไป และ pH ของสารละลายที่ถูกหยด ในขวดสีชมพูมาเขียนกราฟ จะได้กราฟรูปตัว S เสมอ เรียกกราฟนี้ว่า กราฟไตเตรชัน

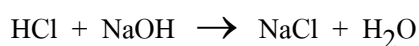
(Titration curve)

#### กรณีที่ 1 การไตเตรต เบสแก่กับกรดแก่

เช่น การไตเตรต  $\text{NaOH}$  โดยหยด  $\text{HCl}$  ลงไป

เขียนกราฟไตเตรชันได้ดังรูป

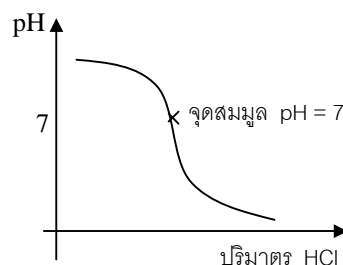
และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ



เกลือ  $\text{NaCl}$  จะไม่เกิดไฮโดรลิซิสกับน้ำต่อ ที่จุดสมมูล จึงมี  $\text{pH} = 7$

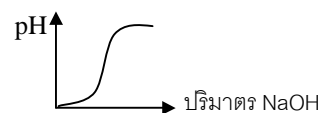
การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ซึ่งเปลี่ยนสีที่  $\text{pH}$  ประมาณ 7

เช่น Bromothymol Blue ช่วงเปลี่ยนสี 6.0 – 8.0



หมายเหตุ หากไตเตรต  $\text{HCl}$  โดยหยด  $\text{NaOH}$  ลงไป

เขียนกราฟไตเตรชันได้ดังรูป

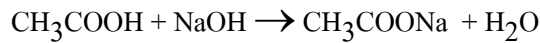


**กรณีที่ 2 การติเตรต เบสแก่ กับกรดอ่อน**

เช่น การติเตรต NaOH โดยหยด  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ลงไป

เขียนกราฟติเตรชันได้ดังรูป

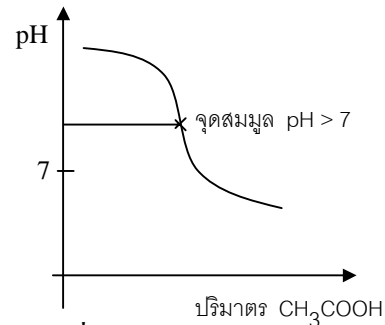
และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ



เกลือ  $\text{CH}_3\text{COONa}$  จะเกิดไฮโดรลิซิสกับน้ำต่อ ได้เบส ที่จุดสมมูล จึงมี  $\text{pH} > 7$

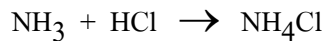
การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ซึ่งเปลี่ยนสีที่  $\text{pH}$  สูงกว่า 7

เช่น Phenolphthalein ช่วงเปลี่ยนสี 8.3 – 10.0

**กรณีที่ 3 การติเตรตเบสอ่อนกับกรดแก่**

เช่น การติเตรต  $\text{NH}_3$  โดยหยด  $\text{HCl}$  ลงไป

เขียนกราฟติเตรชันได้ดังรูป และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ

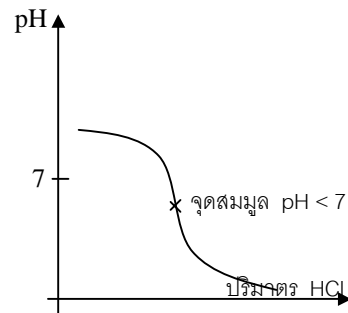


เกลือ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  จะเกิดไฮโดรลิซิสกับน้ำต่อ ได้กรด

ที่จุดสมมูล จึงมี  $\text{pH} < 7$

การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ซึ่งเปลี่ยนสีที่  $\text{pH}$  ต่ำกว่า 7

เช่น methyl red ช่วงเปลี่ยนสี 4.2 – 6.2



133. ในการติเตรตกรดและเบสคู่ต่าง ๆ ต่อไปนี้ อินดิเคเตอร์ใดเหมาะสมที่สุด

กำหนดอินดิเคเตอร์ให้ดังนี้ อินดิเคเตอร์ A มีช่วงเปลี่ยนสี  $\text{pH} = 3 - 4$

อินดิเคเตอร์ B มีช่วงเปลี่ยนสี  $\text{pH} = 6 - 8$

อินดิเคเตอร์ C มีช่วงเปลี่ยนสี  $\text{pH} = 9 - 10$

1.  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$ ..... 2.  $\text{HCl} + \text{NaOH}$ .....

3.  $\text{HCN} + \text{KOH}$ ..... 4.  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HNO}_3$ .....

5.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{LiOH}$ .....

**ตอบ** 1. ใช้ C 2. ใช้ B 3. ใช้ C 4. ใช้ A 5. ใช้ B

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ประกอบการตอบคำถาม 3 ข้อถัดไป

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีในช่วง pH ต่ำ	สีในช่วง pH สูง
Methyl orange	3.1 - 4.4	แดง	เหลือง
Methyl red	4.2 - 6.2	แดง	เหลือง
Litmus	5.0 - 8.0	แดง	น้ำเงิน
Phenolphthalein	8.3 - 10.0	ไม่มีสี	แดง

134. ในการไทเทรต ระหว่างกรดซัลฟิวริกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ใด

1. Methyl orange    2. Methyl red    3. Litmus    4. Phenolphthalein (ข้อ 3.)

135. ในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดคาร์บอนิกกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ใด

1. Methyl orange    2. Methyl red    3. Litmus    4. Phenolphthalein (ข้อ 4.)

136. อินดิเคเตอร์ในข้อใดที่เหมาะสมที่สุดในการไทเทรต ระหว่างกรดไนตริก ( $K_a = 5.1 \times 10^{-4}$  mol/dm<sup>3</sup>) กับสารละลาย NaOH 0.1 mol/dm<sup>3</sup>

1. Methyl orange    2. Methyl red    3. Litmus    4. Phenolphthalein (ข้อ 4.)

#### สมบัติบางอย่างของสารละลาย กรด เบส และ เกลือ

สมบัติบางอย่างของกรดแก่ ได้แก่ นำไฟฟ้าได้ดีมาก

เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จาก น้ำเงิน เป็นแดง

ทำปฏิกิริยากับโลหะ ได้ก๊าซ H<sub>2</sub> เป็นก๊าซใสไม่มีสี



สมบัติบางอย่างของเบสแก่ ได้แก่ นำไฟฟ้าได้ดีมาก

เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จาก แดง เป็นน้ำเงิน

ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ ไม่เกิดก๊าซ H<sub>2</sub>

สมบัติบางอย่างของกรดอ่อน ได้แก่ นำไฟฟ้าได้เล็กน้อย

เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จาก น้ำเงิน เป็นแดง

ทำปฏิกิริยากับโลหะ ได้ก๊าซ H<sub>2</sub> เป็นก๊าซใสไม่มีสี

สมบัติบางอย่างของเบสอ่อน ได้แก่ นำไฟฟ้าได้เล็กน้อย

เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จาก แดง เป็นน้ำเงิน

ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ ไม่เกิดก๊าซ H<sub>2</sub>

สมบัติบางอย่างของเกลือ ได้แก่ ความสามารถในการนำไฟฟ้า จะขึ้นกับความสามารถในการละลาย เกลือที่ละลายน้ำได้ดี จะนำไฟฟ้าได้ดี  
 เกลือที่ละลายน้ำได้น้อยก็จะนำไฟฟ้าได้น้อย

ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ ไม่เกิดก๊าซ  $H_2$

เกลือกรดแก่-เบสแก่ จะเป็นกลาง ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส  
 เกลือกรดอ่อน-เบสแก่ จะเป็นเบส ไม่เปลี่ยนสี แดง เป็น น้ำเงิน  
 เกลือกรดแก่-เบสอ่อน จะเป็นกรด ไม่เปลี่ยนสีน้ำเงิน เป็น แดง

สมบัติบางอย่างของสารประกอบโควาเลนต์ ได้แก่ หากไม่แตกตัวได้กรด จะไม่นำไฟฟ้า  
 ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

137(En 43/1) สาร A, B, C, D มีสมบัติดังนี้

สาร	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	การนำไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ	ปฏิกิริยากับลวด Mg
A	น้ำเงิน → แดง	นำ	สว่างมาก	เกิดแก๊สไม่มีสี
B	ไม่เปลี่ยนสี	นำ	สว่างปานกลาง	ไม่เกิดแก๊ส
C	แดง → น้ำเงิน	นำ	สว่างน้อย	ไม่เกิดแก๊ส
D	น้ำเงิน → แดง	นำ	สว่างน้อย	เกิดแก๊สไม่มีสี

สาร A, B, C, D น่าจะเป็นสารใด

(ข้อ 3)

ข้อ	A	B	C	D
1.	กรดอ่อน	เกลือ	เบสแก่	กรดแก่
2.	กรดอ่อน	เกลือ	เบสแก่	กรดอ่อน
3.	กรดแก่	เกลือ	เบสอ่อน	กรดอ่อน
4.	กรดแก่	เกลือ	เบสอ่อน	กรดแก่

ตอบ

138(มข 43) เมื่อนำสารละลาย A B C และ D ความเข้มข้นเท่ากันไปทดสอบการเปลี่ยน

สีกระดาษลิตมัส และความสามารถในการนำไฟฟ้า ได้ข้อมูลดังนี้

(ข้อ 1)

สารละลาย	สีกระดาษลิตมัส	ความสว่างของหลอดไฟ
A	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก
B	แดง → น้ำเงิน	สว่างเล็กน้อย
C	น้ำเงิน → แดง	สว่างมาก
D	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่างเลย

สารละลาย A B C และ D ในข้อใดเป็นไปได้

	A	B	C	D
1.	NaCl	NH <sub>4</sub> OH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>
2.	NaCl	NaOH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	H <sub>2</sub> O
3.	KNO <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> COOH	KOH	NH <sub>4</sub> CN
4.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	H <sub>2</sub> S	CH <sub>3</sub> OH

**ตอบ**

139(En 40) นำสารละลาย A, B, C และ D ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ทดสอบความสามารถใน

การนำไฟฟ้าจากความสว่างของหลอดไฟ และสมบัติกรด-เบสของสารจากสีของกระดาษ

ลิตมัสได้ ผลการทดลองดังนี้

สารละลาย	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	ความสว่างของหลอดไฟ
A	น้ำเงิน → แดง	สว่างปานกลาง
B	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก
C	แดง → น้ำเงิน	สว่างเล็กน้อย
D	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง

สารละลาย A, B, C และ D อาจเป็นสารละลายใด ตามลำดับ

1. CH<sub>3</sub>COOH , NaCl , NaOH , CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>
2. HCl , KMnO<sub>4</sub> , CH<sub>3</sub>COONa , I<sub>2</sub>
3. NH<sub>4</sub>Cl , Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , NH<sub>4</sub>OH , C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>
4. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , KNO<sub>3</sub> , NH<sub>4</sub>Cl , NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>

(ข้อ 3)

## ตอน 12 การแบ่งประเภท และการเรียกชื่อกรด - เบส

### การแบ่งประเภทของกรด

- ก) แบ่งตามจำนวน  $H^+$  ที่ได้จากการแตกตัว
1. กรดโมนोโปรติก (Monoprotic acid) คือ กรดที่แตกตัวให้  $H^+$  ได้ 1 ตัว เช่น  $HCl$   $HNO_3$  เป็นต้น
  2. กรดโพลีโปรติก (Polyprotic acid) คือ กรดที่แตกตัวให้  $H^+$  ได้มากกว่า 1 ตัว ถ้าแตกตัวให้  $2H^+$  เรียก กรด diprotic เช่น  $H_2CO_3$   $H_2SO_4$  ถ้าแตกตัวให้  $3H^+$  เรียก กรด triprotic เช่น  $H_3PO_4$   $H_3BO_3$
- ข) แบ่งตามแหล่งที่มา
1. กรดอินทรีย์ (Organic acid หรือ Carboxylic acid) คือ กรดที่มีหมู่คาร์บอกซิล ( $-COOH$ ) หรือ หมู่ซัลโฟนิก ( $-SO_3H$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชัน เป็นกรดที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น  $HCOOH$ ,  $CH_3COOH$ ,  $C_6H_5SO_3H$
  2. กรดอนินทรีย์ หรือ กรดแร่ (Inorganic acid หรือ Mineral acid) คือ กรดที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น  $HNO_3$   $H_2SO_4$   $HMnO_4$
- ค) แบ่งตามธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
1. กรดไฮโดร หรือ กรดธาตุคู่ (Hydro acid หรือ Binary acid) คือ กรดที่ประกอบด้วย ไฮโดรเจน และ โลหะ เท่านั้น เช่น  $HF$   $HCl$   $HBr$   $HCN$  เป็นต้น กรดไฮโดรนี้ จะไม่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
  2. กรดออกซิ (Oxy acid) คือ กรดที่มีธาตุ  $H$ ,  $O$  และธาตุอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบ เช่น  $HCOOH$   $H_2SO_3$   $H_3BO_3$   $HMnO_4$
- ง) แบ่งตามความสามารถในการแตกตัว
1. กรดแก่ (Strong acid) คือ กรดที่แตกตัวให้  $H^+$  หรือ  $H_3O^+$  อ่อนได้ดี (แตกตัวได้ 100%) มีเพียง 6 ตัว ได้แก่ (เรียงตามลำดับตามความแก่)  $HClO_4$   $HI$ ,  $HBr$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$
  2. กรดอ่อน (Weak acid) คือ กรดที่แตกตัวให้  $H^+$  หรือ  $H_3O^+$  อ่อนน้อย เช่น  $CH_3COOH$  เป็นต้น

### 140. จงอธิบายการแบ่งประเภทกรด

#### ตอบ

141(En 39) ข้อใดที่สารทุกตัวเป็นกรดอ่อน

1. HF HNO<sub>2</sub> HCOOH HBr HCN
2. HCN HI H<sub>2</sub>S HF HCOOH
3. HI HF HCN HBr HNO<sub>2</sub>
4. HF HNO<sub>2</sub> HCOOH HCN H<sub>2</sub>S

(ข้อ 4)

ตอบ

### การแบ่งประเภทของเบส

ก) แบ่งตามแหล่งที่มา

1. เบสอินทรีย์ หมายถึง เบสที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือได้มาจากสิ่งที่มีชีวิต ได้แก่ สารประกอบเอมีน เช่น CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> , C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>
2. เบสอนินทรีย์ หมายถึง เบสที่ได้มาจากสิ่งไม่มีชีวิต สารประกอบไฮดรอกไซด์ เช่น NaOH KOH เป็นต้น

ข) แบ่งตามความสามารถในการแตกตัว

1. เบสแก่ (Strong base) คือ เบสที่แตกตัวให้ OH<sup>-</sup> ได้ดี (แตกตัวได้ 100%) มีเพียง 8 ตัว คือ LiOH , NaOH , KOH , CsOH , RbOH , Ca(OH)<sub>2</sub> , Ba(OH)<sub>2</sub> , Sr(OH)<sub>2</sub>
2. เบสอ่อน (Weak base) คือ เบสที่แตกตัวให้ OH<sup>-</sup> ได้น้อย (แตกตัวได้ไม่หมด) เช่น NH<sub>3</sub> เป็นต้น

### การเรียกชื่อกรด

#### 1. การเรียกชื่อกรดไฮโดร

การเรียกชื่อกรดชนิดนี้ให้อ่าน ไฮโดร (Hydro) นำหน้าแล้วตามด้วยชื่อ โลหะแต่เปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น อิก (ic) เช่น

HF = กรดไฮโดรฟลูออริก

HCl = กรดไฮโดรคลอริก

HBr = กรดไฮโดรโบรมิก

HI = กรดไฮโดรไอโอดิก

H<sub>2</sub>S = กรดไฮโดรซัลฟิวริก

HCN = กรดไฮโดรไซยานิก

#### 2. การเรียกชื่อกรดออกซิหรือกรดออกโซ

2.1 ถ้าโลหะซึ่งรวมตัวกับ H และ O เกิดกรด 1 ชนิด ให้เรียกชื่ออะตอมกลาง แต่เปลี่ยนพยางค์ท้ายเป็น อิก เช่น H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> อ่านว่า กรดคาร์บอนิก

2.2 ถ้าโลหะ ซึ่งรวมตัวกับ H และ O เกิดกรดออกซิ 2 ชนิดให้เรียกชื่อธาตุอะตอมกลาง (อโลหะอื่นที่ไม่ใช่ H หรือ O) แต่เปลี่ยนพยางค์ท้ายเป็นอีก เมื่อธาตุนั้นมีเลขออกซิเดชันสูง (หรือกรดนั้นมี O มากกว่า) หรือเปลี่ยนพยางค์ท้ายเป็น อัส เมื่อธาตุนั้นมีเลขออกซิเดชันสูง (หรือกรดนั้นมี O น้อยกว่า) เช่น ไนโตรเจน เมื่อรวมตัวกับ H และ O กรดเกิด 2 ชนิดคือ  $\text{HNO}_2$  อ่านว่า กรดไนไตรต์  $\text{HNO}_3$  อ่านว่า กรดไนตริก การเรียกชื่อกรดออกซิดังกล่าวข้างต้น เป็นการเรียกชื่อสามัญ นอกจากเรียกชื่อสามัญแล้ว อาจเรียกชื่อกรดในระบบ IUPAC ก็ได้ ชื่อกรดตามระบบนี้ให้บอกจำนวนอะตอมของธาตุออกซิเจน ด้วยจำนวนนับในภาษากรีก และอ่านธาตุออกซิเจนว่า ออกซิ แล้วตามด้วยชื่อธาตุอะตอมกลางที่เปลี่ยนพยางค์ท้ายเป็นอีก ดูตัวอย่างในตาราง

ชนิดของกรด	ชื่อสามัญ	ชื่อตามระบบ IUPAC
$\text{H}_2\text{SO}_3$	กรดซัลฟิวรัส	กรดไตรออกซิซัลฟิวริก
$\text{H}_2\text{SO}_4$	กรดซัลฟิวริก	กรดเตตระออกซิซัลฟิวริก
$\text{HNO}_2$	กรดไนไตรต์	กรดไดออกซิไนตริก
$\text{HNO}_3$	กรดไนตริก	กรดไตรออกซิไนตริก
$\text{H}_3\text{PO}_3$	กรดฟอสฟอรัส	กรดไตรออกซิฟอสฟอริก
$\text{H}_3\text{PO}_4$	กรดฟอสฟอริก	กรดเตตระออกซิฟอสฟอริก

2.3 ถ้าธาตุอโลหะที่เป็นอะตอมกลางเกิดกรดได้มากกว่า 2 ชนิด การเรียกชื่อกรดต้องใช้คำมาเติมหน้าชื่อกรด ดังนี้  
ใช้คำว่า ไฮโป นำหน้าชื่อกรดที่อโลหะซึ่งเป็นอะตอมกลางมีเลขออกซิเดชันต่ำกว่ากรดอัส (มี O น้อยกว่า)  
และ ใช้คำว่า เพอร์ นำหน้าชื่อกรดที่อโลหะ ซึ่งเป็นอะตอมกลางมีเลขออกซิเดชันสูงกว่ากรดอิก (มี O มากกว่า) *ตัวอย่างเช่น*

ชนิดของกรด	ชื่อสามัญ	ชื่อ IUPAC
$\text{HClO}$	กรดไฮโปคลอรัส	กรดมอนอกโซคลอริก
$\text{HClO}_2$	กรดคลอรัส	กรดไดออกโซคลอริก
$\text{HClO}_3$	กรดคลอริก	กรดไตรออกโซคลอริก
$\text{HClO}_4$	กรดเปอร์คลอริก	กรดเตตระออกโซคลอริก

