



เคมีพื้นฐาน (10303105)

ภาคเรียนที่ 2/2564

กรดเบส

Acid-Base

อ.ดร. ปิยธิดา กล้าภู

E-mail: kpiyatida@gmail.com

สาขาวิชาเคมี ห้อง 2301 อาคาร 60 ปี คณะวิทยาศาสตร์

Website: www.chemistry.mju.ac.th

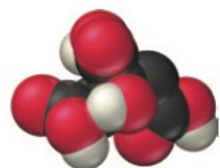
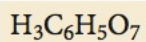


Acid-Base (กรดเบส)

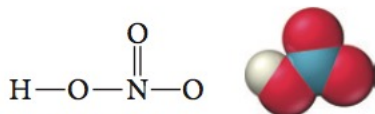
- ลักษณะทั่วไปของกรดเบส
- นิยามของกรดเบส
- สมบัติความเป็นกรดเบสของน้ำ
- pH กับการวัดความเป็นกรด
- ความแรงของกรดเบส
- กรดอ่อนและเบสอ่อน
- กรดไดโปรติกและพอลิโปรติก
- โครงสร้างและความแรงของกรด
- ปฏิกิริยาของกรดเบส
- สารละลายบัฟเฟอร์
- การไทเทรตกรดเบส
- อินดิเคเตอร์กรดเบส

1. ลักษณะทั่วไปของกรดเบส

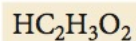
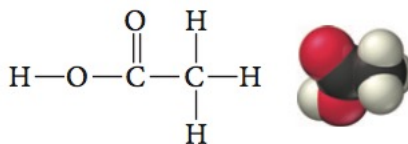
กรด (Acid)



Citric acid



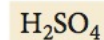
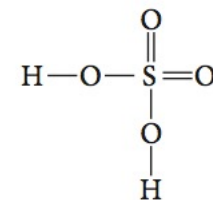
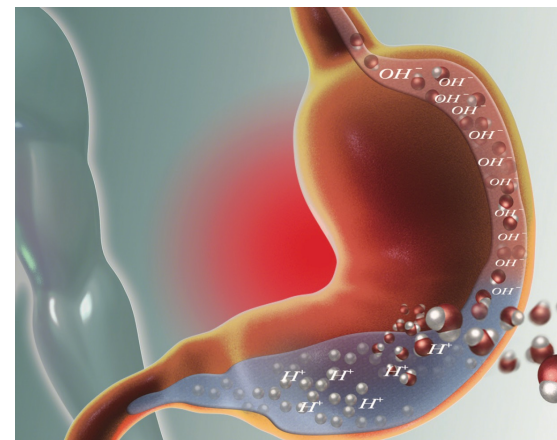
Nitric acid



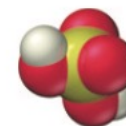
Acetic acid



Hydrochloric acid



Sulfuric acid



1. ลักษณะทั่วไปของกรดเบส

เบส (Base)



Sodium hydroxide

ใช้ทำสบู่



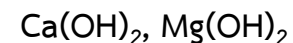
Ammonia, Ammonium hydroxide

น้ำยาทำความสะอาด ล้างกระจก



Sodium bicarbonate

ผงฟู



Calcium hydroxide, Magnesium hydroxide

ยาลดกรดในกระเพาะอาหาร



1. ลักษณะทั่วไปของกรดเบส

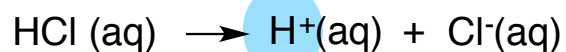
กรด	เบส
กรดมีรสเปรี้ยว	เบสมีรสฝาด และลื่นเหมือนสบู่
เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง	เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน
ทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น Mg, Zn ได้แก๊ส H ₂ $2\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{Mg}_{(\text{s})} \rightarrow \text{MgCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})}$	ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะที่อุณหภูมิปกติ
ทำปฏิกิริยากับคาร์บอเนต (CO ₃ ²⁻) และไบคาร์บอเนต (HCO ₃ ⁻) จะได้แก๊ส CO ₂ $2\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{CaCO}_{3(\text{s})} \rightarrow \text{CaCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$ $\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{NaHCO}_{3(\text{s})} \rightarrow \text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$	ทำปฏิกิริยากับสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH ₄ Cl) จะได้แก๊สแอมโมเนีย (NH ₃) $\text{NaOH}_{(\text{s})} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{NH}_{3(\text{g})}$
สารละลายกรดในน้ำสามารถนำไฟฟ้าได้	สารละลายเบสในน้ำสามารถนำไฟฟ้าได้

2. นิยามของกรดเบส

กรดเบสของอาร์เรเนียส (Arrhenius acid-base)

คศ 1880s

กรด (Acid)

สารที่แตกตัวในน้ำให้ H^+ 

กรด

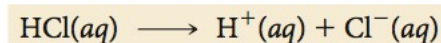
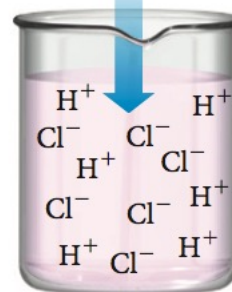
เบส (Base)

สารที่แตกตัวในน้ำให้ OH^- 

เบส

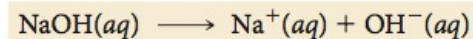
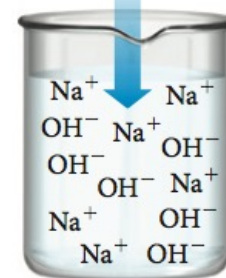
Arrhenius Acid

HCl



Arrhenius Base

NaOH



2. นิยามของกรดเบส

กรดเบสของบรอนสเตด-ลาวรี (Brønsted-Lowry acid-base)

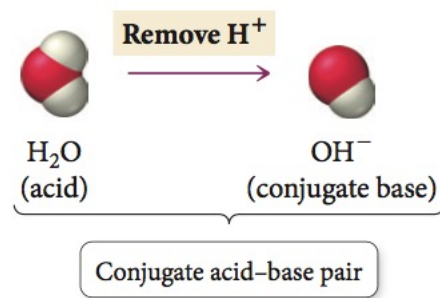
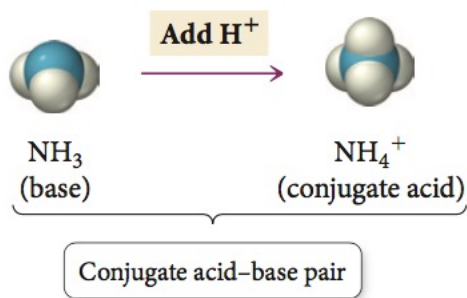
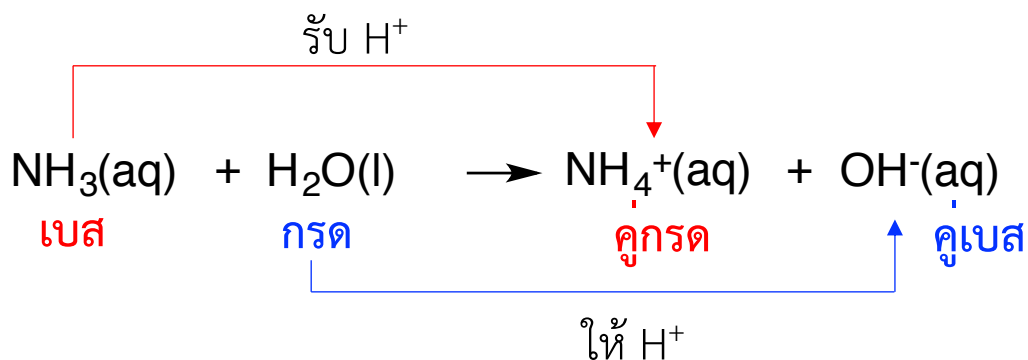
คศ 1923

กรด (Acid)

สารที่ให้ H^+
แล้วกลายเป็นคู่เบส (Conjugate base)

เบส (Base)

สารที่รับ H^+
แล้วกลายเป็นคู่กรด (Conjugate acid)



2. นิยามของกรดเบส

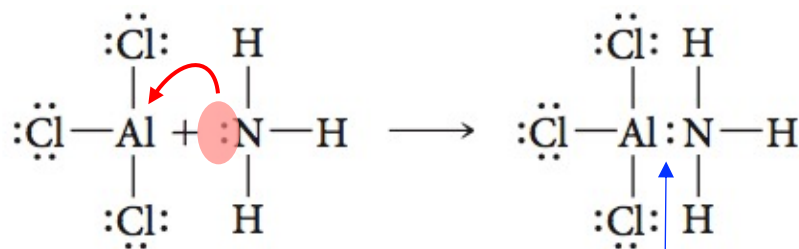
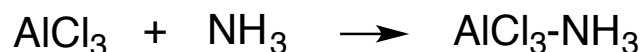
กรดเบสของลิวอิส (Lewis acid-base)

ใช้อธิบายกรดเบสที่ไม่มีการแตกตัวให้ H^+ หรือ OH^-

กรด (Acid)

สารที่รับ คู่อิเล็กตรอน

เบส (Base)

สารที่ให้ คู่อิเล็กตรอนLewis
acidLewis
baseสร้างพันธะโควาเลนต์
(Covalent bond)

2. นิยามของกรดเบส

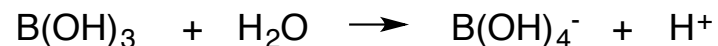
ตัวอย่าง 1 สารในข้อใดตัวไปนี้ที่เป็นกรดหรือเบสตามนิยามของอาร์เรเนียส



ตัวอย่าง 2 จงบอกคู่กรด-เบสตามนิยามของบรอนสเตด-ลาวรี จากปฏิกิริยาต่อไปนี้

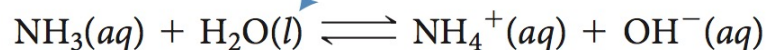


ตัวอย่าง 3 จงระบุกรดหรือเบสตามนิยามของลิวอิส



3. สมบัติความเป็นกรดเบสของน้ำ

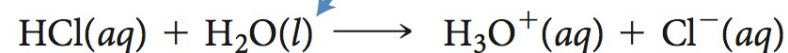
น้ำทำหน้าที่
เป็นกรด



เบส
(รับ H^+)

กรด
(ให้ H^+)

น้ำทำหน้าที่
เป็นเบส

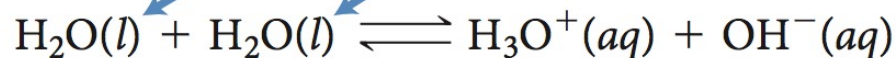


กรด
(ให้ H^+)

เบส
(รับ H^+)

น้ำทำหน้าที่
เป็นทั้งกรดและเบส

Amphoteric

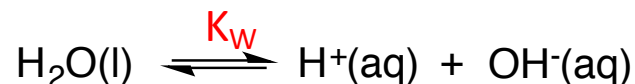


เบส
(รับ H^+)

กรด
(ให้ H^+)

3. สมบัติความเป็นกรดเบสของน้ำ

การแตกตัวด้วยตัวเองของน้ำ (Autoionization)



ค่าคงที่ผลคูณของไอออนของน้ำ;

(Ion-product constant of water)

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

ที่อุณหภูมิ 25°C;

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$$

น้ำบริสุทธิ์ เป็นกลาง (neutral)

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$$

ในสารละลายกรด มี $[\text{H}^+]$ เพิ่มขึ้น K_w คงที่ ดังนั้น $[\text{OH}^-]$ ลดลง $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$

ในสารละลายเบส มี $[\text{OH}^-]$ เพิ่มขึ้น K_w คงที่ ดังนั้น $[\text{H}^+]$ ลดลง $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$

3. สมบัติความเป็นกรดเบสของน้ำ

ตัวอย่าง 4 จงคำนวณค่าความเข้มข้นของ $[H^+]$ หรือ $[OH^-]$ ในสารละลายที่กำหนดให้ต่อไปนี้

a) สารทำความสะอาดแอมโมเนียที่ใช้ในบ้านมี $[OH^-] = 0.0025 \text{ M}$ จงหา $[H^+]$

b) จงหา $[OH^-]$ ในสารละลาย HCl ที่มี $[H^+] = 1.3 \text{ M}$

4. pH กับการวัดความเป็นกรด

เมื่อรู้ความเข้มข้นของ H^+

$$pH = -\log[H^+] \text{ หรือ } pH = -\log[H_3O^+]$$

เมื่อรู้ pH ต้องการหาความเข้มข้นของ H^+

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

เมื่อรู้ความเข้มข้นของ OH^-

$$pOH = -\log[OH^-] \quad [OH^-] = 10^{-pOH}$$

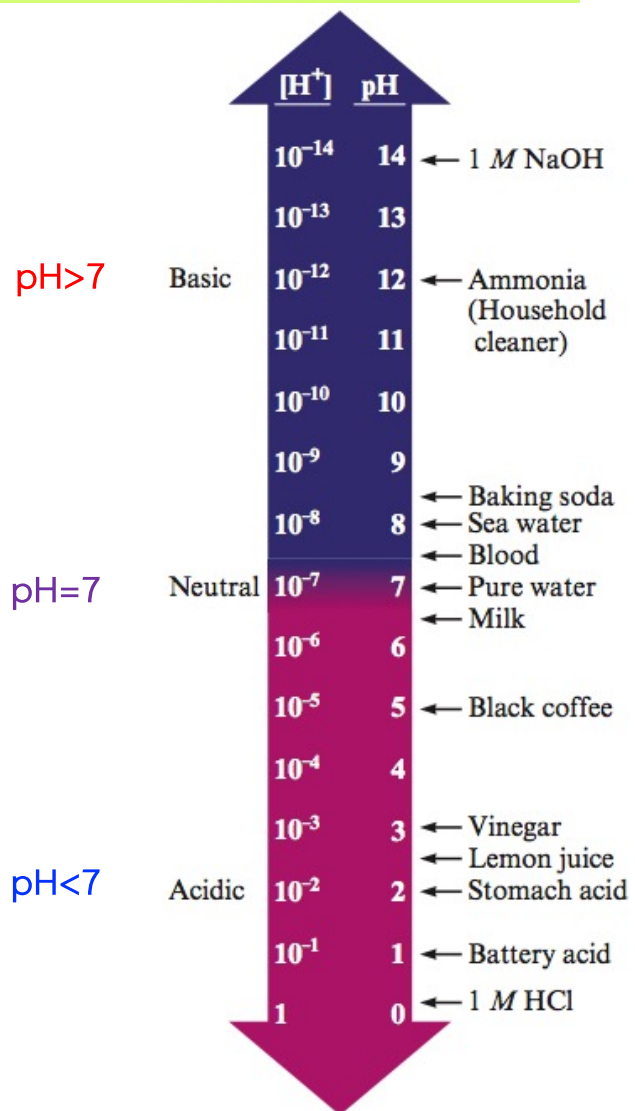
พิจารณาค่าคงที่ผลคูณของไอออนของน้ำที่ $25^\circ C$ $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$

$$-(\log[H^+] + \log[OH^-]) = -\log(1.0 \times 10^{-14})$$

$$-\log[H^+] - \log[OH^-] = 14$$

$$pH + pOH = 14$$

4. pH กับการวัดความเป็นกรด



เครื่องวัด pH (pH meter)



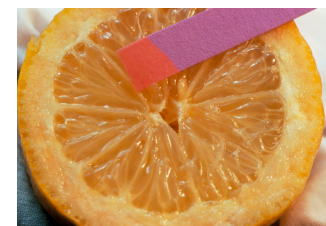
Charles D. Winters

กระดาษวัด pH (pH paper)



Photo © Cengage Learning. All rights reserved

กระดาษลิตมัส (Litmus paper)


<https://www.thoughtco.com/what-is-litmus-paper-3976018>
<http://photographersdirect.com/buyers/stockphoto.php?image=1923461>

4. pH กับการวัดความเป็นกรด

ตัวอย่าง 5 น้ำฝนมี $\text{pH} = 4.82$ จงหา $[\text{H}^+]$

ตัวอย่าง 6 จงหา $[\text{H}^+]$ และ $[\text{OH}^-]$ ของสารละลายที่มี $\text{pH} = 4.4$

ตัวอย่าง 7 จงหา pH ของสารละลาย NaOH ที่มีความเข้มข้น $2.9 \times 10^{-4} \text{ M}$

5. ความแรงของกรดเบส

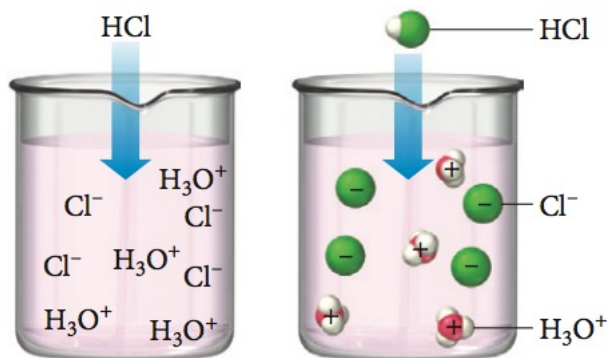
กรดแก่ (Strong acid)

แตกตัวได้หมดในน้ำ



A Strong Acid

When HCl dissolves in water, it ionizes completely.



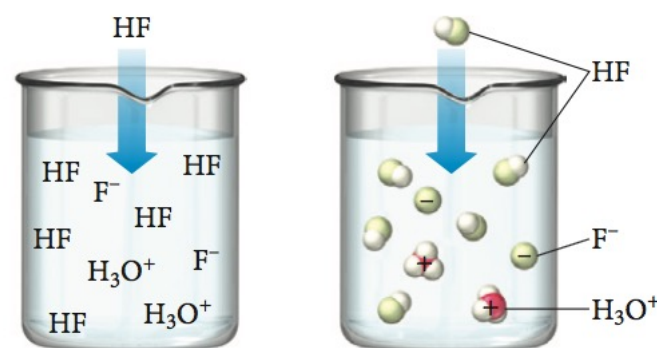
กรดอ่อน (Weak acid)

แตกตัวได้จำกัดในน้ำ



A Weak Acid

When HF dissolves in water, only a fraction of the molecules ionize.



กรดแก่ (Strong acids)

Hydrochloric acid (HCl)

Nitric acid (HNO₃)

Hydrobromic acid (HBr)

Perchloric acid (HClO₄)

Hydroiodic acid (HI)

Sulfuric acid (H₂SO₄)

กรดอ่อน (Weak acids)

Hydrofluoric acid (HF)

Sulfurous acid (H₂SO₃)Acetic acid (CH₃COOH)Carbonic acid (H₂CO₃)

Formic acid (HCOOH)

Phosphoric acid (H₃PO₄)

5. ความแรงของกรดเบส

ตารางเปรียบเทียบความแรงของกรด และคู่เบส

กรดแก่ คู่เบส เป็นเบสอ่อน กรดอ่อน คู่เบสเป็นเบสแก่

TABLE 15.2 Relative Strengths of Conjugate Acid-Base Pairs

	Acid	Conjugate Base	
Acid strength increases ↑ กรดแก่	Strong acids	HClO ₄ (perchloric acid)	ClO ₄ ⁻ (perchlorate ion)
		HI (hydroiodic acid)	I ⁻ (iodide ion)
		HBr (hydrobromic acid)	Br ⁻ (bromide ion)
		HCl (hydrochloric acid)	Cl ⁻ (chloride ion)
		H ₂ SO ₄ (sulfuric acid)	HSO ₄ ⁻ (hydrogen sulfate ion)
		HNO ₃ (nitric acid)	NO ₃ ⁻ (nitrate ion)
		H ₃ O ⁺ (hydronium ion)	H ₂ O (water)
	Weak acids	HSO ₄ ⁻ (hydrogen sulfate ion)	SO ₄ ²⁻ (sulfate ion)
		HF (hydrofluoric acid)	F ⁻ (fluoride ion)
		HNO ₂ (nitrous acid)	NO ₂ ⁻ (nitrite ion)
		HCOOH (formic acid)	HCOO ⁻ (formate ion)
		CH ₃ COOH (acetic acid)	CH ₃ COO ⁻ (acetate ion)
		NH ₄ ⁺ (ammonium ion)	NH ₃ (ammonia)
		HCN (hydrocyanic acid)	CN ⁻ (cyanide ion)
		H ₂ O (water)	OH ⁻ (hydroxide ion)
		NH ₃ (ammonia)	NH ₂ ⁻ (amide ion)
			Base strength increases ↓ เบสแก่



Zn reacts more vigorously with a strong acid like HCl (left) than with a weak acid like CH₃COOH (right) of the same concentration because there are more H⁺ ions in the former solution.

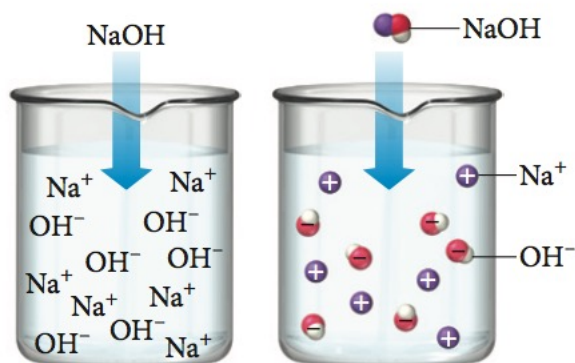
5. ความแรงของกรดเบส

เบสแก่ (Strong base)

แตกตัวได้หมดในน้ำ



A Strong Base

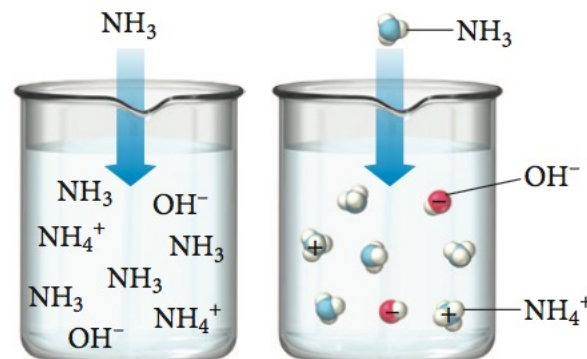


เบสอ่อน (Weak base)

แตกตัวได้จำกัดในน้ำ



A Weak Base



เบสแก่ (Strong bases)

Lithium hydroxide (LiOH)

Strontium hydroxide (Sr(OH)₂)

Sodium hydroxide (NaOH)

Calcium hydroxide (Ca(OH)₂)

Potassium hydroxide (KOH)

Barium hydroxide (Ba(OH)₂)

เบสอ่อน (Weak bases)

Ammonia (NH₃)Pyridine (C₅H₅N)Carbonate ion (CO₃²⁻)Aniline (C₆H₅NH₂)Ethylamine (C₂H₅NH₂)Bicarbonate ion (HCO₃²⁻)

5. ความแรงของกรดเบส

ตัวอย่าง 8 จงหาความเข้มข้นของ H^+ และ Cl^- ในสารละลาย 0.30 M HCl

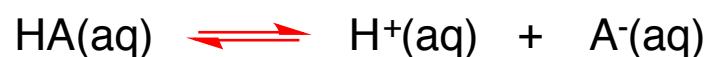
ตัวอย่าง 9 จงหาความเข้มข้นของ Ca^{2+} และ OH^- ในสารละลาย 0.30 M Ca(OH)_2

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

การแตกตัวของกรดอ่อน



หรือเขียนแบบง่าย คือ



ค่าคงที่การแตกตัวของกรด

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

หรือ

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

$$pK_a = -\log[K_a]$$

pK_a มาก $\rightarrow K_a$ น้อย $\rightarrow$ แตกตัวได้น้อย $\rightarrow$ ความเป็นกรดน้อย

ตัวอย่าง

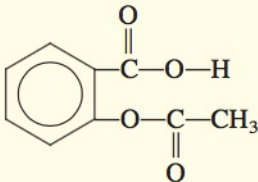
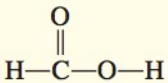
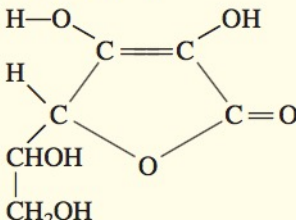
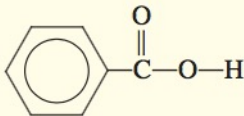
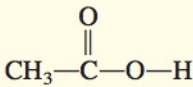
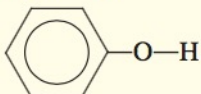
	K_a	pK_a
CH_3COOH	1.8×10^{-5}	4.74
CHCl_2COOH	5.0×10^{-2}	1.30

CH_3COOH มีความเป็นกรดน้อยกว่า CHCl_2COOH

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน (K_a)

TABLE 15.3 Ionization Constants of Some Weak Acids and Their Conjugate Bases at 25°C

Name of Acid	Formula	Structure	K_a	Conjugate Base	$K_b^\dagger$
Hydrofluoric acid	HF	H—F	7.1×10^{-4}	F^-	1.4×10^{-11}
Nitrous acid	HNO_2	O=N—O—H	4.5×10^{-4}	NO_2^-	2.2×10^{-11}
Acetylsalicylic acid (aspirin)	$C_9H_8O_4$		3.0×10^{-4}	$C_9H_7O_4^-$	3.3×10^{-11}
Formic acid	HCOOH		1.7×10^{-4}	$HCOO^-$	5.9×10^{-11}
Ascorbic acid*	$C_6H_8O_6$		8.0×10^{-5}	$C_6H_7O_6^-$	1.3×10^{-10}
Benzoic acid	C_6H_5COOH		6.5×10^{-5}	$C_6H_5COO^-$	1.5×10^{-10}
Acetic acid	CH_3COOH		1.8×10^{-5}	CH_3COO^-	5.6×10^{-10}
Hydrocyanic acid	HCN	H—C≡N	4.9×10^{-10}	CN^-	2.0×10^{-5}
Phenol	C_6H_5OH		1.3×10^{-10}	$C_6H_5O^-$	7.7×10^{-5}

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

การแตกตัวของเบสอ่อน



ค่าคงที่การแตกตัวของเบส

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

$$pK_b = -\log[K_b]$$

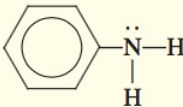
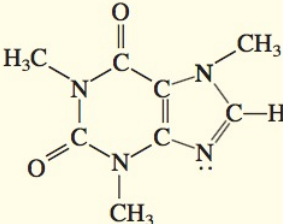
pK_b มาก $\rightarrow K_b$ น้อย $\rightarrow$ แตกตัวได้น้อย $\rightarrow$ ความเป็นเบสน้อย

$$\text{ร้อยละการแตกตัวของกรด (เบส)} = \frac{\text{จำนวนโมลของกรด (เบส) ที่แตกตัว}}{\text{จำนวนโมลของกรด (เบส) ทั้งหมด}} \times 100\%$$

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

ค่าคงที่การแตกตัวของเบสอ่อน (K_b)

TABLE 15.4 Ionization Constants of Some Weak Bases and Their Conjugate Acids at 25°C

Name of Base	Formula	Structure	K_b^*	Conjugate Acid	K_a
Ethylamine	$C_2H_5NH_2$	$CH_3-CH_2-\ddot{N}-H$ H	5.6×10^{-4}	$C_2H_5NH_3^+$	1.8×10^{-11}
Methylamine	CH_3NH_2	$CH_3-\ddot{N}-H$ H	4.4×10^{-4}	$CH_3NH_3^+$	2.3×10^{-11}
Ammonia	NH_3	$H-\ddot{N}-H$ H	1.8×10^{-5}	NH_4^+	5.6×10^{-10}
Pyridine	C_5H_5N		1.7×10^{-9}	$C_5H_5NH^+$	5.9×10^{-6}
Aniline	$C_6H_5NH_2$		3.8×10^{-10}	$C_6H_5NH_3^+$	2.6×10^{-5}
Caffeine	$C_8H_{10}N_4O_2$		5.3×10^{-14}	$C_8H_{11}N_4O_2^+$	0.19
Urea	$(NH_2)_2CO$	$H-\ddot{N}-C(=O)-\ddot{N}-H$ H H	1.5×10^{-14}	$H_2NCONH_3^+$	0.67

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

การคำนวณค่า pH ของกรดอ่อนเบสอ่อน

ตรวจสอบร้อยละการแตกตัว

น้อยกว่า 5%

ใช้วิธีประมาณ (ตัด x ทิ้ง)

มากกว่า 5%

ต้องใช้วิธีแก้สมการกำลังสอง
เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องตัวอย่าง 10 จงคำนวณ pH ของสารละลาย HF 0.50 M ที่อุณหภูมิ 25°Cการแตกตัวของกรดอ่อน $\text{HF(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^{\text{+}}(\text{aq}) + \text{F}^{-}(\text{aq})$ จากตารางค่า K_a
$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 7.1 \times 10^{-4}$$

	HF	H ⁺	F ⁻
เริ่มต้น	0.50	0.00	0.00
เปลี่ยนแปลง			
สมดุล			

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

การคำนวณค่า pH ของกรดอ่อน

ตัวอย่าง 11 จงคำนวณ pH ของสารละลาย HF 0.050 M ที่อุณหภูมิ 25°C

แก้สมการโดยใช้วิธีประมาณ จะได้ ค่า $x = 6.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ ตรวจสอบร้อยละการแตกตัว $\frac{6.0 \times 10^{-3} \text{ M}}{0.050 \text{ M}} \times 100 = 12\%$

มากกว่า 5%

ต้องใช้วิธีแก้สมการกำลังสอง
เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

$$ax^2 + bx + c = 0.$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

การคำนวณค่า pH ของกรดอ่อนเบสอ่อน

ตรวจสอบร้อยละการแตกตัว

น้อยกว่า 5%

ใช้วิธีประมาณ (ตัด x ทั้ง)

มากกว่า 5%

ต้องใช้วิธีแก้สมการกำลังสอง
เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

ตัวอย่าง 12 จงคำนวณ pH ของสารละลายแอมโมเนีย 0.40 M ที่อุณหภูมิ 25°C

การแตกตัวของเบสอ่อน

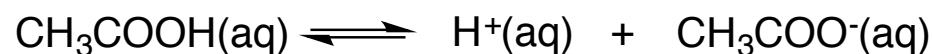
จากตารางค่า K_b

เริ่มต้น			
เปลี่ยนแปลง			
สมดุล			

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

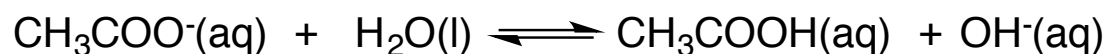
ความสัมพันธ์ระหว่าง K_a K_b

ตัวอย่าง การแตกตัวของกรดอ่อน



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

การแตกตัวของคูเบส



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

ผลคูณของ

$$K_a K_b = \frac{[\text{H}^+][\cancel{\text{CH}_3\text{COO}^-}]}{[\cancel{\text{CH}_3\text{COOH}}]} \times \frac{[\cancel{\text{CH}_3\text{COOH}}][\text{OH}^-]}{[\cancel{\text{CH}_3\text{COO}^-}]}$$

$$K_a K_b = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$$

6. กรดอ่อนและเบสอ่อน

ความสัมพันธ์ระหว่าง K_a K_b

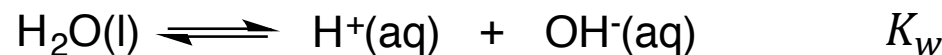
การแตกตัวของกรดอ่อน



การแตกตัวของคู่เบส



สมการรวม



จากกฎเรื่องสมดุลเคมี ค่า K ของสมการรวม = ผลคูณของค่า K ของสมการย่อย

ดังนั้น

$$K_w = K_a K_b = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} \quad K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

กรดแก่ (K_a มาก) จะมี คู่เบสที่อ่อนมาก (K_b น้อย)

เบสแก่ (K_b มาก) จะมี คู่กรดที่อ่อนมาก (K_a น้อย)

ตัวอย่าง

CH_3COOH มีค่า $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

ดังนั้น คู่เบส CH_3COO^- มีค่า $K_b = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.6 \times 10^{-10}$

7. กรดไดโปรติกและพอลิโปรติก

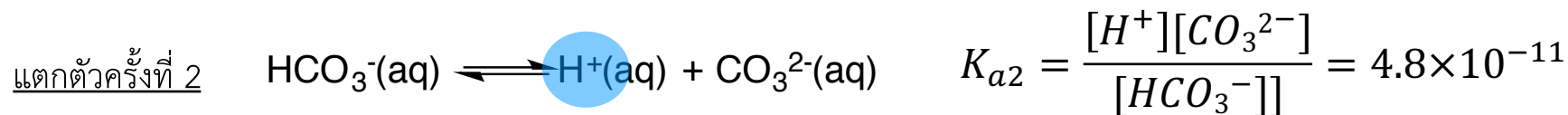
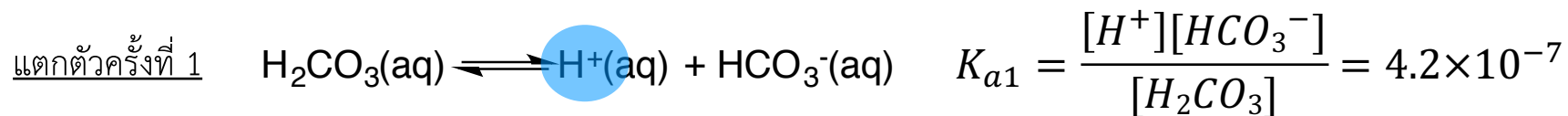
กรดไดโปรติก

Diprotic = แยกตัวให้โปรตอน (H^+) 2 ตัว

กรดพอลิโปรติก

Polyprotic = แยกตัวให้โปรตอน (H^+) > 1 ตัว

เช่น กรดคาร์บอนิก, $H_2CO_3 \rightarrow$ เป็นกรดไดโปรติก $\rightarrow$ แยกตัวให้โปรตอน (H^+) 2 ตัว



$$K_{a1} > K_{a2} > K_{a3} > \dots \text{เสมอ}$$

การดึงโปรตอน (H^+) จากโมเลกุลที่เป็นกลาง จะง่ายกว่าการดึงจากโมเลกุลที่มีประจุลบ

7. กรดไดโปรติกและพอลิโปรติก

ค่าคงที่การแตกตัว (K_a) ของกรดไดโปรติกและพอลิโปรติก**TABLE 15.5** Ionization Constants of Some Diprotic Acids and a Polyprotic Acid and Their Conjugate Bases at 25°C

Name of Acid	Formula	Structure	K_a	Conjugate Base	K_b
Sulfuric acid	H_2SO_4	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O-H \\ \\ O \end{array}$	very large	HSO_4^-	very small
Hydrogen sulfate ion	HSO_4^-	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O^- \\ \\ O \end{array}$	1.3×10^{-2}	SO_4^{2-}	7.7×10^{-13}
Oxalic acid	$H_2C_2O_4$	$\begin{array}{c} O \quad O \\ \quad \\ H-O-C-C-O-H \end{array}$	6.5×10^{-2}	$HC_2O_4^-$	1.5×10^{-13}
Hydrogen oxalate ion	$HC_2O_4^-$	$\begin{array}{c} O \quad O \\ \quad \\ H-O-C-C-O^- \end{array}$	6.1×10^{-5}	$C_2O_4^{2-}$	1.6×10^{-10}
Sulfurous acid*	H_2SO_3	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O-H \end{array}$	1.3×10^{-2}	HSO_3^-	7.7×10^{-13}
Hydrogen sulfite ion	HSO_3^-	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O^- \end{array}$	6.3×10^{-8}	SO_3^{2-}	1.6×10^{-7}
Carbonic acid	H_2CO_3	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-C-O-H \end{array}$	4.2×10^{-7}	HCO_3^-	2.4×10^{-8}
Hydrogen carbonate ion	HCO_3^-	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-O-C-O^- \end{array}$	4.8×10^{-11}	CO_3^{2-}	2.1×10^{-4}
Hydrosulfuric acid	H_2S	$H-S-H$	9.5×10^{-8}	HS^-	1.1×10^{-7}
Hydrogen sulfide ion [†]	HS^-	$H-S^-$	1×10^{-19}	S^{2-}	1×10^5

1.กรดไฮโดรเฮลิก (Hydrohalic acids)

HF, HCl, HBr, HI

พลังงานพันธะลดลง H-X



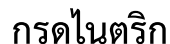
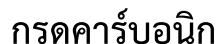
พันธะแข็งแกร่งลดลง



ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

[illegible]

2.กรดออกโซ (Oxoacids) ไฮโดรเจน+ออกซิเจน+ธาตุอื่นอีก 1 ธาตุ (H-O-Z-)



เช่น



A blank periodic table grid with columns labeled 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, and 8A. The elements Chlorine (Cl), Bromine (Br), and Iodine (I) are placed in the 7A column at the 3rd, 4th, and 5th rows respectively.

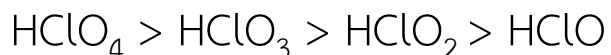
เช่น

+7

+5

+3

+1

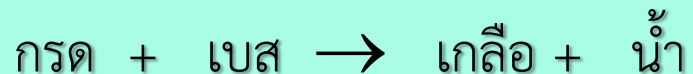
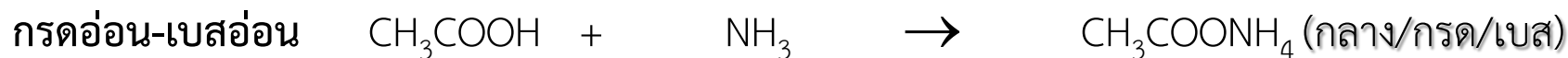
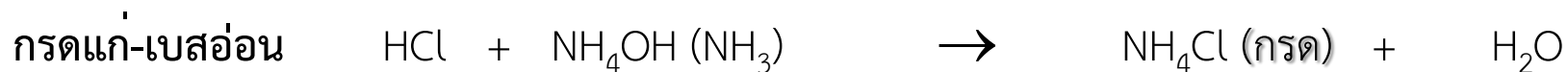


a) HClO , HBrO , HIO

b) HNO_3 , HNO_2

9. ปฏิกิริยาของกรดเบส

ปฏิกิริยาสะเทิน (neutralization)

ปฏิกิริยาที่กรดกับเบส แบ่งได้เป็น 4 แบบ

9. ปฏิกิริยาของกรดเบส

ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

ปฏิกิริยาระหว่างไอออนบวก/ไอออนลบ ของเกลือ กับ น้ำ

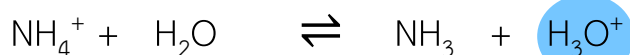
1. เกลือที่ให้สารละลายเป็นกลาง (กรดแก่+เบสแก่)

pH = 7

ทั้ง Na^+ และ Cl^- ไม่ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส สารละลายจึงเป็นกลาง

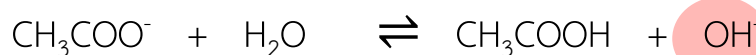
2. เกลือที่ให้สารละลายเป็นกรด (กรดแก่+เบสอ่อน)

pH < 7

 Cl^- ไม่ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส NH_4^+ คู่กรดของเบสอ่อน ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ H_3O^+
สารละลายจึงเป็นกรด

3. เกลือที่ให้สารละลายเป็นเบส (กรดอ่อน+เบสแก่)

pH > 7

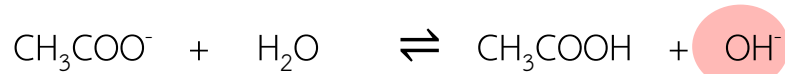
 Na^+ ไม่ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส CH_3COO^- คู่เบสของกรดอ่อน ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ OH^-
สารละลายจึงเป็นเบส

9. ปฏิกิริยาของกรดเบส

ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

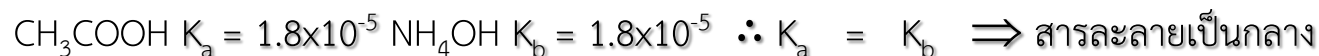
ปฏิกิริยาระหว่างไอออนบวก/ไอออนลบ ของเกลือ กับ น้ำ

4. เกลือของกรดอ่อน+เบสอ่อน

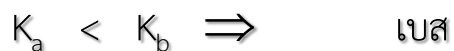
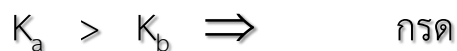
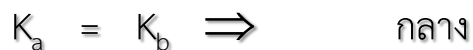


NH_4^+ คู่กรดของเบสอ่อน ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ H_3O^+
สารละลายจึงเป็นกรด

CH_3COO^- คู่เบสของกรดอ่อน ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ OH^-
สารละลายจึงเป็นเบส



เกลือของกรดอ่อน-เบสอ่อน ละลายน้ำ สารละลายอาจมีฤทธิ์เป็นกรด กลาง หรือ เบส ขึ้นอยู่กับชนิดของ
กรดอ่อน (K_a) หรือ เบสอ่อน (K_b)



9. ปฏิกิริยาของกรดเบส

ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

ปฏิกิริยาระหว่างไอออนบวก/ไอออนลบ ของเกลือ กับ น้ำ

ชนิดของเกลือ	ไอออนที่เกิดไฮโดรไลซิส	pH
กรดแก่-เบสแก่	-	7
กรดแก่-เบสอ่อน	ไอออนบวก	< 7
กรดอ่อน-เบสแก่	ไอออนลบ	> 7
กรดอ่อน-เบสอ่อน	ไอออนลบและบวก	
	$K_a = K_b$	7
	$K_a > K_b$	< 7
	$K_a < K_b$	> 7

9. ปฏิกริยาของกรดเบส

ตัวอย่าง จงทำนายว่าสารละลายต่อไปนี้เป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง

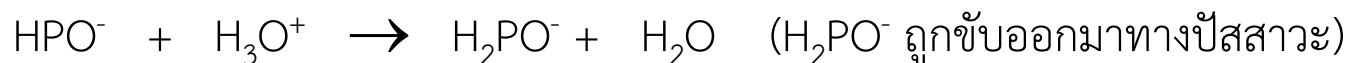
- a) NH_4I b) NaNO_2 c) NH_4F d) NH_4CN

10. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

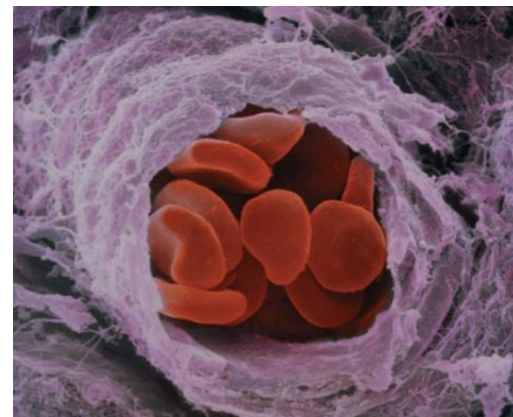
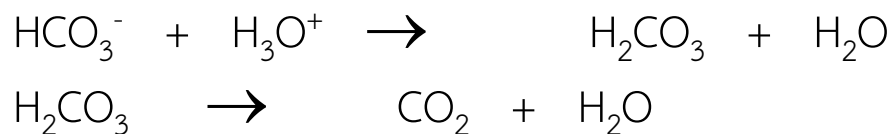
สารละลายที่สามารถต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH เมื่อมีการเติมกรดแก่ (H^+) หรือเบสแก่ (OH^-) ปริมาณน้อยๆลงในสารละลาย”

สารละลายบัฟเฟอร์ในสิ่งมีชีวิต

- H_2PO^- / HPO_4^{2-} เกี่ยวข้องกับการทำงานของไต เมื่อออกกำลังกายนานๆ จะมีกรดเกิดขึ้น ทำให้ pH ของเลือดเปลี่ยนไป ระบบบัฟเฟอร์ H_2PO^- / HPO_4^{2-} ในเลือดจะเข้าทำปฏิกิริยา เพื่อลดความเข้มข้นของกรดได้



- H_2CO_3 / HCO_3^- จะควบคุม pH ของพลาสมาในเลือดให้มีค่า 7.35-7.45 ดังนี้



10. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

สารละลายที่สามารถต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH เมื่อมีการเติมกรดแก่ (H^+) หรือ เบสแก่ (OH^-) ปริมาณน้อยๆลงในสารละลาย”

สารละลายบัฟเฟอร์ ประกอบด้วย

❖ **กรดอ่อน** กับ **เกลือของกรดอ่อน (คู่เบส)** $\Rightarrow$ **บัฟเฟอร์กรด**

เช่น $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$

HF / F^-

$\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$

❖ **เบสอ่อน** กับ **เกลือของเบสอ่อน (คู่กรด)** $\Rightarrow$ **บัฟเฟอร์เบส**

เช่น $\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$

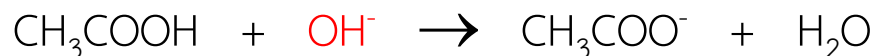
10. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

การต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH

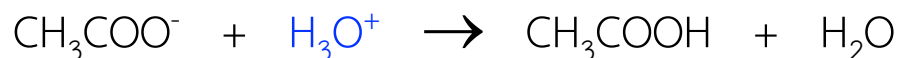
$[H^+]$ และ $[OH^-]$ ที่เติมลงไปจะถูกทำปฏิกิริยาโดยสารละลายบัฟเฟอร์
ทำให้ pH เปลี่ยนแปลงน้อยมาก

สารละลายบัฟเฟอร์กรด : CH_3COOH / CH_3COONa

- ❖ เมื่อเติมเบสแก่ (OH^-) ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ กรดอ่อน (CH_3COOH) จะ neutralize เบสแก่ นั้น แล้วทำให้กลับไปเป็นคู่เบสของกรดอ่อน (CH_3COO^-)



- ❖ เมื่อเติมกรดแก่ (H_3O^+) ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ คู่เบสของกรดอ่อน (CH_3COO^-) จะ neutralize กรดแก่ นั้น แล้วทำให้กลับไปเป็นคู่กรด (CH_3COOH)



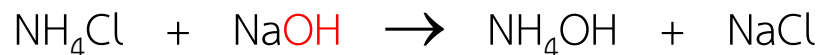
10. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

การต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH

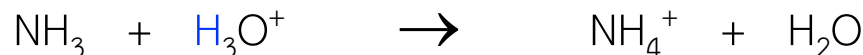
$[H^+]$ และ $[OH^-]$ ที่เติมลงไปจะถูกทำปฏิกิริยาโดยสารละลายบัฟเฟอร์
ทำให้ pH เปลี่ยนแปลงน้อยมาก

สารละลายบัฟเฟอร์เบส : NH_3 / NH_4Cl

❖ เมื่อเติม NaOH (เบสแก่) ลงในสารละลายบัฟเฟอร์

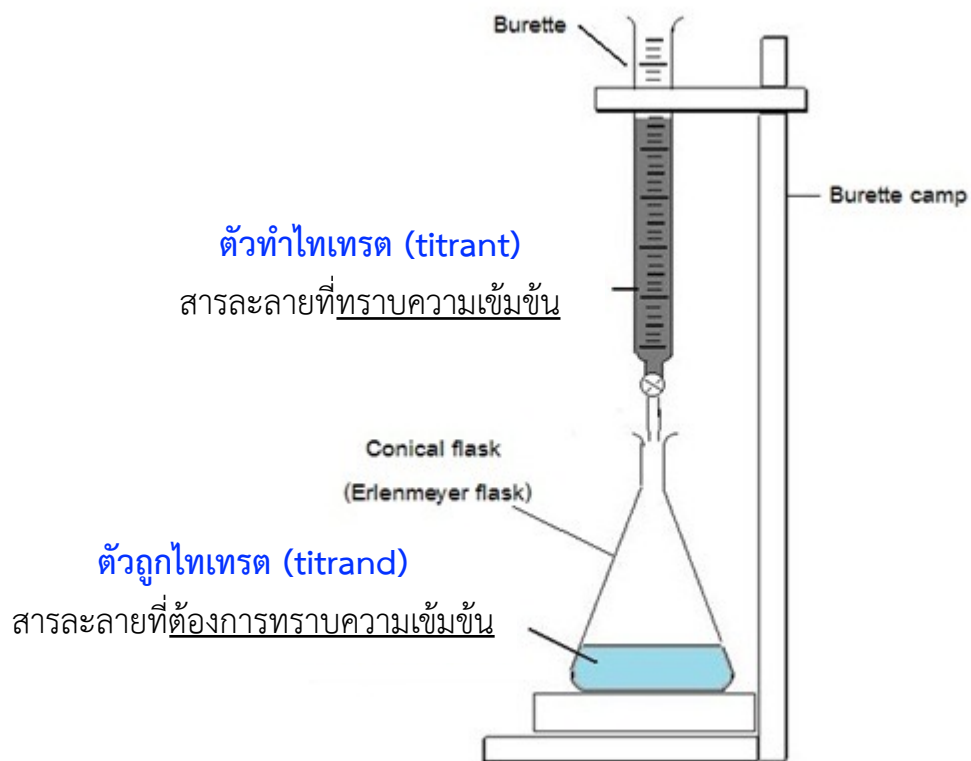


❖ เมื่อเติม HCl (กรดแก่) ลงในสารละลายบัฟเฟอร์



11. การไทเทรตของสารละลายกรดเบส

“การทดลองที่ใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบปริมาตรและความเข้มข้น ทำปฏิกิริยากับสารละลายตัวอย่างเพื่อหาค่าความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์”



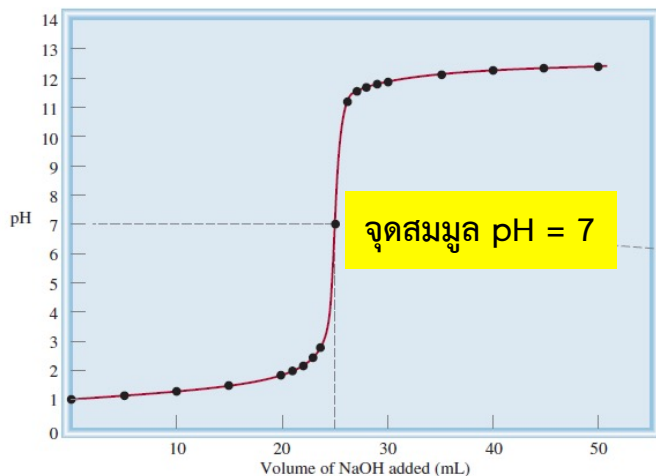
11. การไทเทรตของสารละลายกรดเบส

จุดสมมูล (equivalent point)

จุดที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน (มองไม่เห็น)

กราฟของการไทเทรต

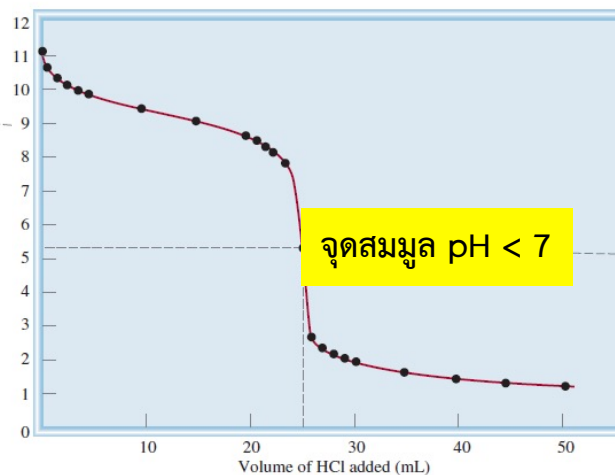
กรดแก่-เบสแก่



จุดยุติ (end point)

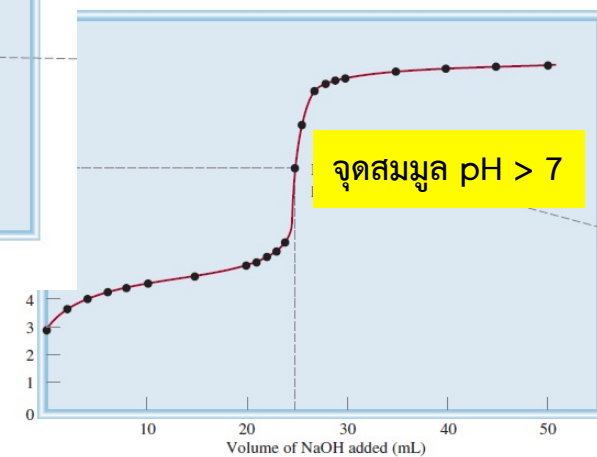
จุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี (สังเกตเห็นได้จากการไทเทรต)

กรดแก่-เบสอ่อน



The indicator phenolphthalein is colorless in acidic solution and pink in basic solution.

กรดอ่อน-เบสแก่

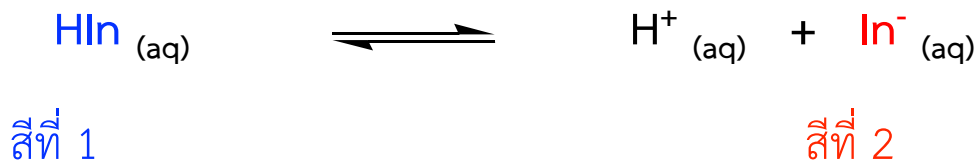


12. อินดิเคเตอร์กรดเบส

“สารอินทรีย์ที่เปลี่ยนสีได้ เมื่อ pH ของสารละลายเปลี่ยน”

หลักการทำงาน

สมดุลของสารละลายอินดิเคเตอร์กรด-เบส (HIn) ในน้ำ เป็นดังนี้

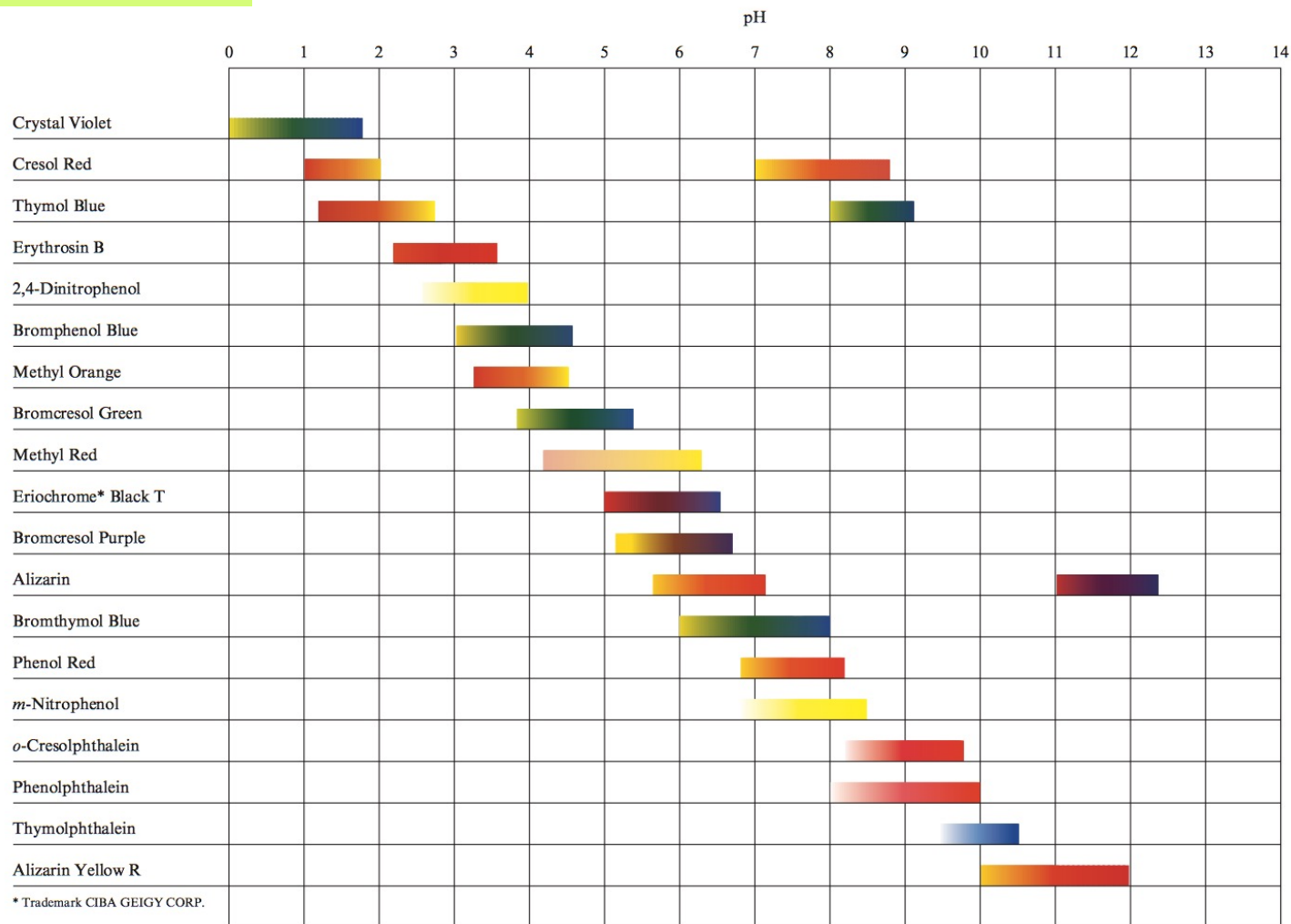


- ในสภาวะกรด $[\text{H}^+]$ จะทำให้สมดุลไปทางซ้าย $\Rightarrow$ สีที่ 1
- ในสภาวะเบส $[\text{OH}^-]$ จะทำให้สมดุลไปทางขวา $\Rightarrow$ สีที่ 2

$$K_{\text{in}} = \frac{[\text{H}^+][\text{I}^-]}{[\text{HIn}]} \quad \text{ช่วง pH ของการเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์} \quad \text{pH} = \text{pK}_{\text{in}} \pm 1$$

12. อินดิเคเตอร์กรดเบส

ช่วง pH ของการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ



The pH ranges shown are approximate. Specific transition ranges depend on the indicator solvent chosen.

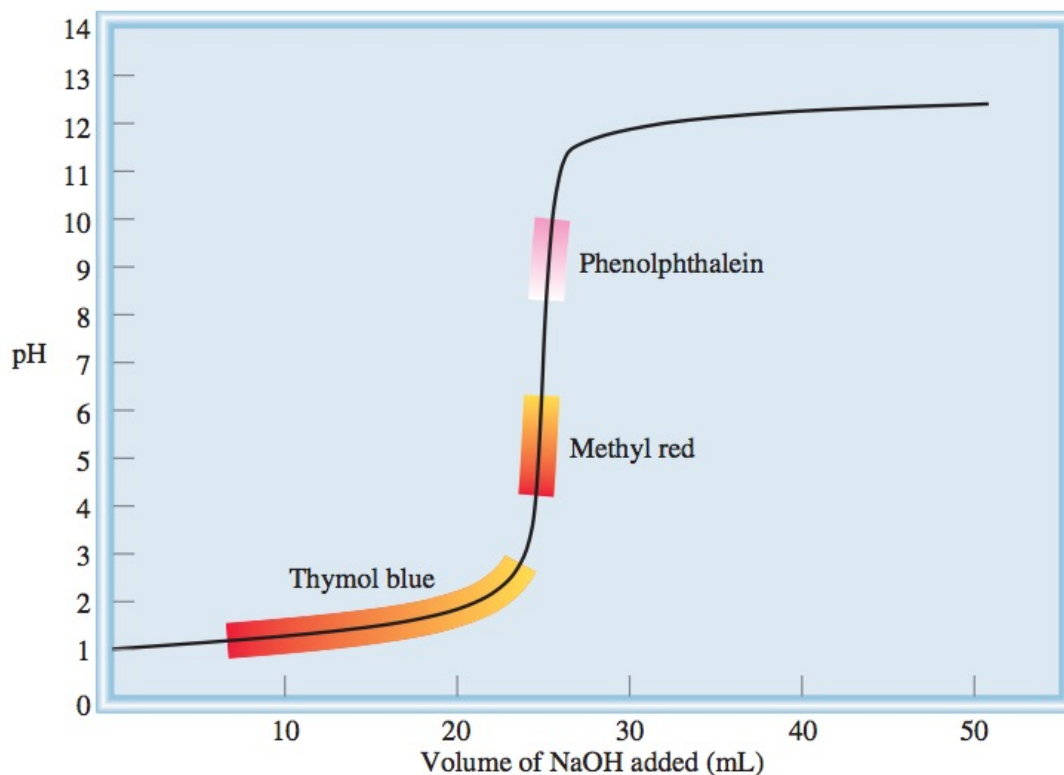
Figure 15.8 | The useful pH ranges for several common indicators. Note that most indicators have a useful range of about two pH units, as predicted by the expression $pK_a \pm 1$.

12. อินดิเคเตอร์กรดเบส

การเลือกอินดิเคเตอร์

“เลือกอินดิเคเตอร์ที่มีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล”

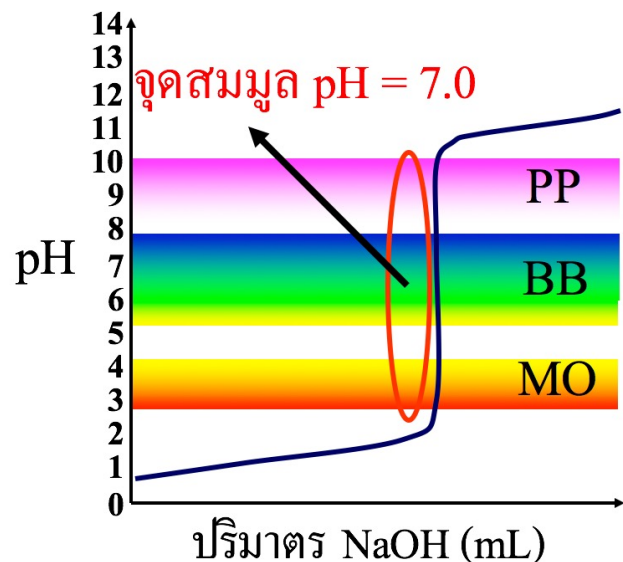
การไทเทรตกรดแก่-เบสแก่



ใช้อินดิเคเตอร์ตัวไหน??

12. อินดิเคเตอร์กรดเบส

NaOH 0.1 M ปริมาตร 10 mL กับ HCl 0.1 M

NH₃ 0.1 M ปริมาตร 10 mL กับ HCl 0.1 M