

•กรด-เบส (Acid-Base)•

ทฤษฎีกรด-เบส

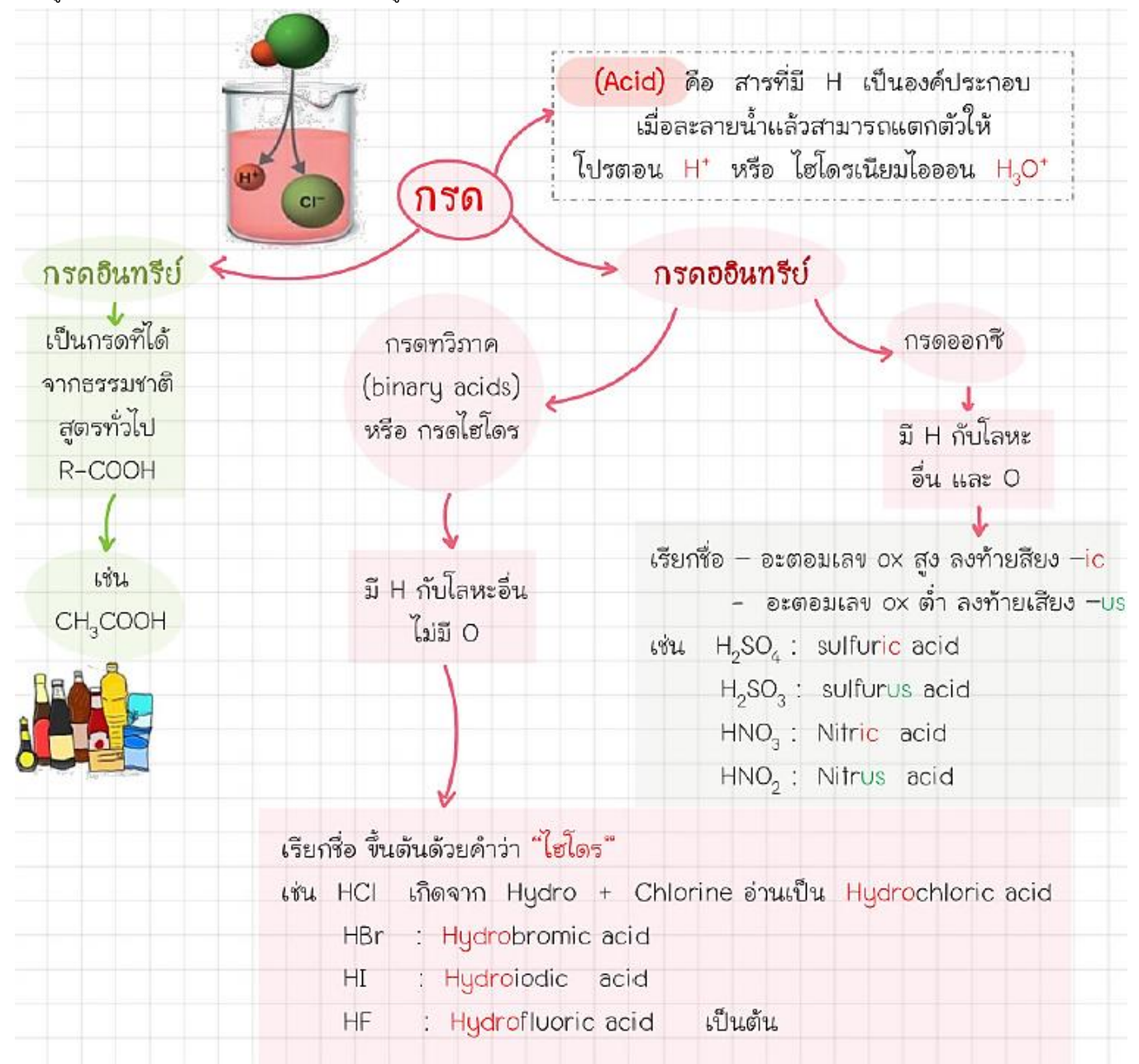
จุดประสงค์การเรียนรู้

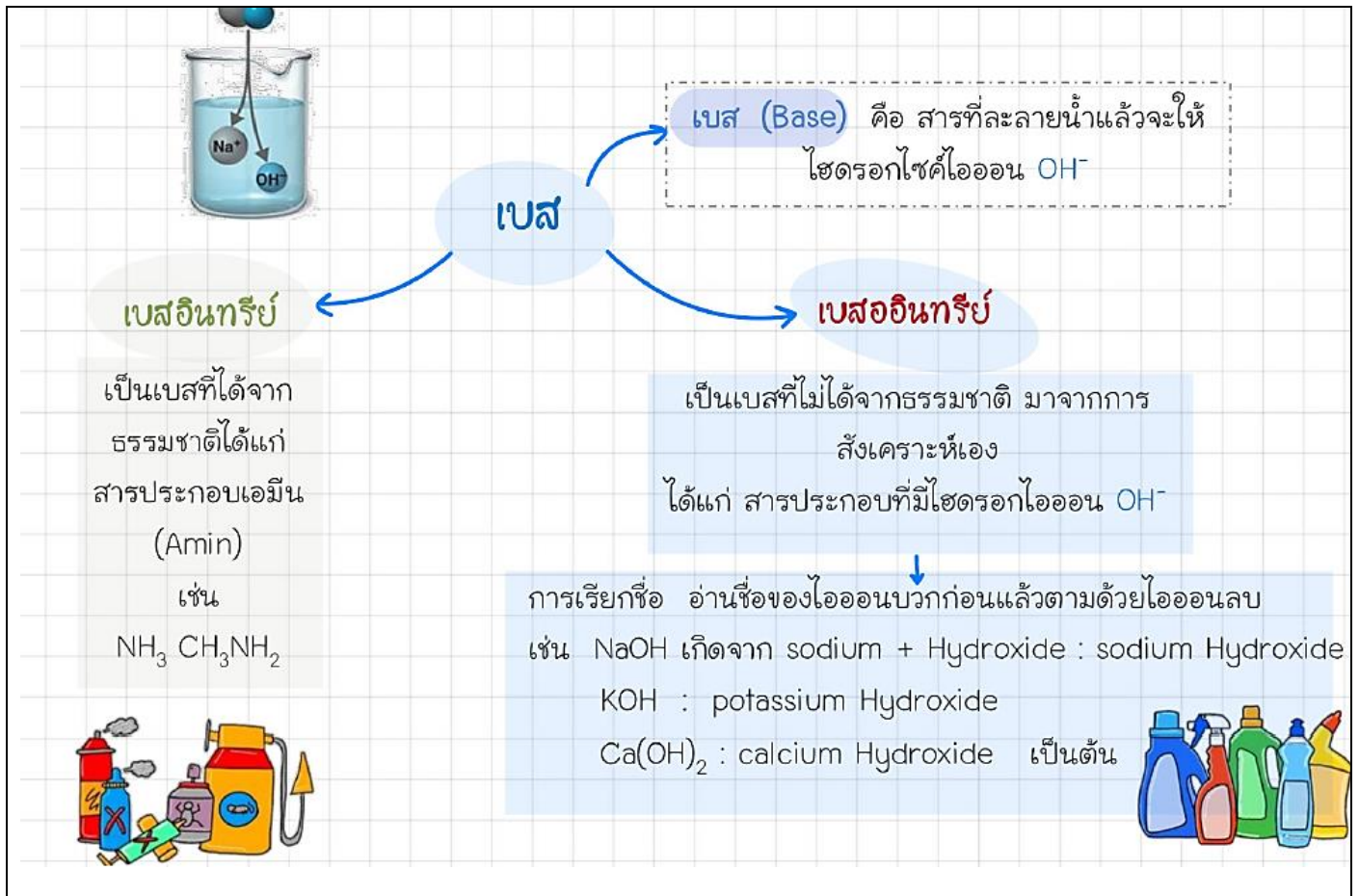
1. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส
2. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี



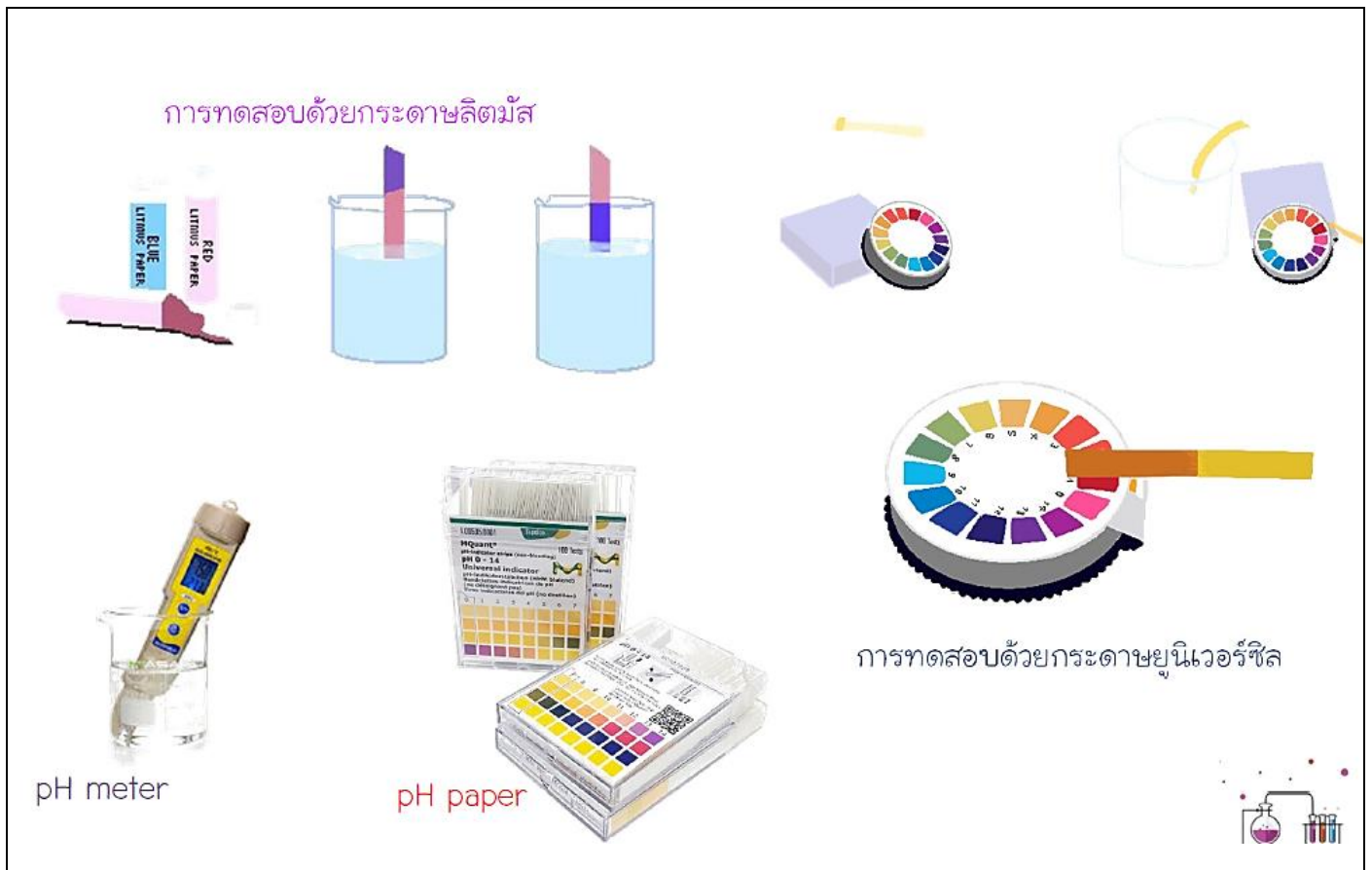
สูตรเคมีของกรด-เบส

o สารเคมีมีจำนวนมาก เพื่อให้เกิดความสับสนในการศึกษาจึงจำแนกประเภทของสารโดยพิจารณาจากสูตรเคมี ดังนั้น การจำแนกตามสูตรเคมีของกรด-เบส เป็นดังนี้





การทดสอบสารละลายกรด-เบส

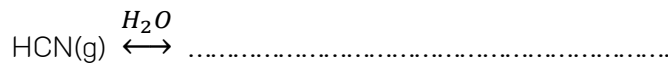
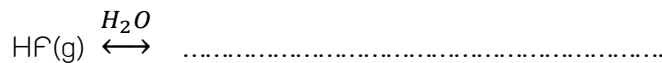
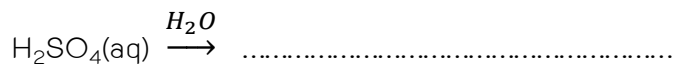
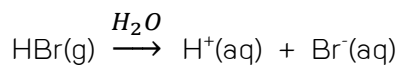
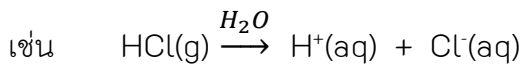




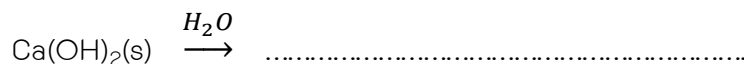
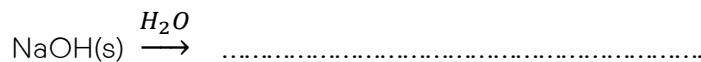
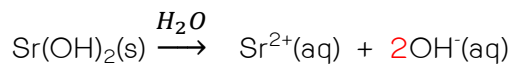
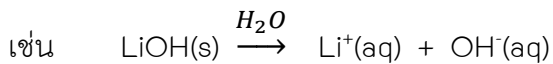
ทฤษฎีกรด-เบส

1. ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส

สวันเต เอากุสต์ อาร์เรเนียส เป็นนักเคมีชาวสวีเดน ได้ศึกษาสารที่ละลายน้ำและการนำไฟฟ้าของสารละลาย โดยพบว่า สารจะแตกตัวเป็นไอออน เมื่อละลายอยู่ในน้ำ และให้นิยามกรดและเบสไว้ว่า
กรด คือ



เบส คือ



ข้อจำกัดของทฤษฎีกรด - เบสของอาร์เรเนียส

1. สารต้อง..... ถ้า.....จะใช้อธิบายไม่ได้
2. กรดต้องมี เกิดขึ้น เบสต้องมี ถ้าไม่มีจะระบุไม่ได้ว่าสารใดเป็นกรดหรือเบส

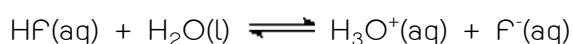
2. ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

เบรินสเตดและลาวรี ได้ศึกษาการให้และรับโปรตอนของสาร เพื่อใช้ในการอธิบายและจำแนกกรด-เบสได้กว้างขึ้น โดยให้นิยามของกรดและเบสไว้ว่า

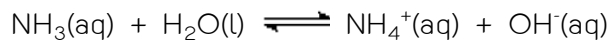
กรด คือ

เบส คือ

เช่น HF มีสมบัติเป็นกรดตามทฤษฎีของเบรินสเตด-ลาวรี เนื่องจาก.....ดังสมการ



กรด เบส



เบส กรด



.....



.....



.....

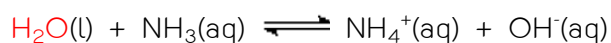
****ข้อจำกัดของทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี****

1. สารใดที่ไม่มี จะบอกไม่ได้ว่าสารละลายนั้นจะเป็นกรดหรือเบส
2. สารใดที่มี.....แต่ไม่สามารถ..... หรือไม่สามารถรับ.....จากสารอื่นได้ จะไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นกรดหรือเบส

สารแอมฟิโปรติกหรือสารแอมโฟเทอริก (Amphiprotic or Amphoteric substance)

สารแอมโฟเทอริก คือ สารที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส สารที่ทำหน้าที่เป็นทั้งกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับสารตัวหนึ่ง และทำหน้าที่เป็นเบสเมื่อทำปฏิกิริยากับอีกสารหนึ่ง ตามทฤษฎีกรด - เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

● กรณียของ H_2O



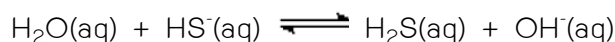
.....



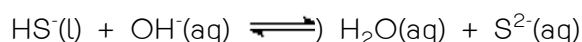
.....

**** H_2O จึงเป็นสารแอมโฟเทอริก**

● กรณียของ HS^-



.....



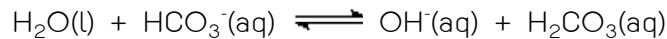
.....

**** HS^- จึงเป็นสารแอมโฟเทอริก**

นอกจากนี้สารแอมโฟเทอริกอื่นๆ ได้แก่ HCO_3^- , HSO_4^- , H_2PO_4^- เป็นต้น

คู่กรด-คู่เบส

จากปฏิกิริยากรด-เบสทฤษฎีของบรอนสเตด-ลาวรี (Bronsted-Lowry) เช่น



พิจารณาปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหน้า

H_2O มีสมบัติเป็น..... เพราะ

HCO_3^- มีสมบัติเป็น.....เพราะ

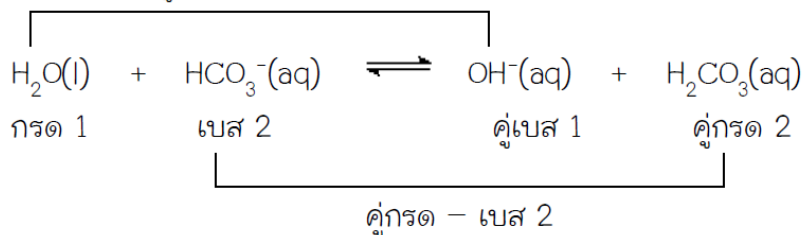
พิจารณาปฏิกิริยาย้อนกลับ

OH^- มีสมบัติเป็น..... เพราะ

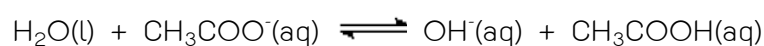
H_2CO_3 มีสมบัติเป็น..... เพราะ

- มีข้อน่าสังเกตอยู่อย่างหนึ่งว่า สมการฝั่งซ้ายและฝั่งขวามีตัวคล้ายกันอยู่ คือ...../..... และ/.....
- สารที่ทำหน้าที่เป็นกรด เมื่อให้โปรตอน (H^+) ไปแล้ว อนุภาคที่เหลืออยู่สามารถรับโปรตอนได้ จึงเรียกเบสที่เกิดขึ้นว่า “.....” หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “.....”
- สารที่ทำหน้าที่เป็นเบส เมื่อรับโปรตอนจากสารอื่นมาแล้วจะได้อนุภาคที่มีโปรตอน (H^+) เพิ่มขึ้น 1 ตัว ดังนั้น จึงสามารถทำหน้าที่เป็นกรดให้โปรตอนแก่สารอื่นได้ จึงเรียกรวมที่เกิดจากเบสว่า “.....” หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “.....”

คู่กรด - เบส 1



ตัวอย่าง



.....

เรียก CH_3COO^- ว่าคู่เบสของ.....

OH^- ว่าคู่เบสของ.....

CH_3COOH ว่าคู่กรดของ.....

H_2O ว่าคู่กรดของ.....

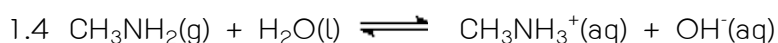
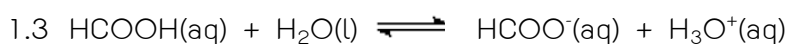
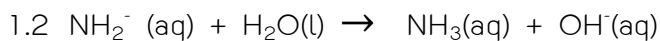
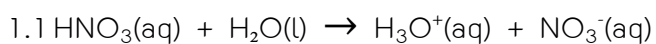


**ข้อสังเกตเกี่ยวกับคู่กรด - เบส

1. สารที่เป็นคู่กรด - เบสจะมี.....ต่างกัน 1 ตัว ส่วนอะตอมอื่นเหมือนกัน
2. คู่กรดจะมี.....คู่เบสอยู่ 1 ตัว หรือคู่เบสจะมี.....คู่กรด อยู่ 1 ตัว

ตรวจสอบความเข้าใจ 1

1. จงโยงเส้นแสดงความสัมพันธ์และระบุคู่กรด-เบสของสารในปฏิกิริยาต่อไปนี้



2. จงระบุคู่กรด-เบส จากสารที่กำหนดให้

คู่กรด	คู่เบส
	CN ⁻
H ₂ S	
	HSO ₃ ⁻
H ₃ PO ₄	
	H ₂ O
HPO ₄ ²⁻	
CH ₃ COOH	
	SO ₄ ²⁻

3. จงระบุคู่กรด-เบส จากสารที่กำหนดให้

คู่กรด	สาร	คู่เบส
	H ₃ PO ₄	
	H ₂ PO ₄ ⁻	
	H ₂ S	
	HS ⁻	
	H ₂ O	
	NH ₃	
	HCO ₃ ⁻	
	HNO ₃	

จากตารางสารใดเป็นสารแอมโฟเทอริก คือ

.....

4. เขียนสมการเคมีแสดงการแตกตัวของ พร้อมทั้งระบุคู่กรด-คู่เบส



คู่กรดของ HCO₃⁻ คือ..... สมการ

คู่เบสของ HCO₃⁻ คือ..... สมการ

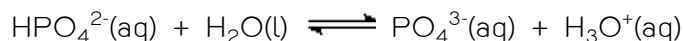
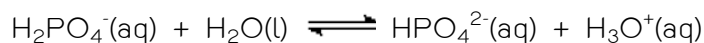
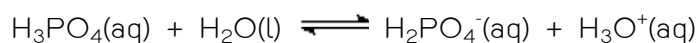
4.2 HPO_3^{2-}

คู่กรดของ HPO_3^{2-} คือ..... สมการ

คู่เบสของ HPO_3^{2-} คือ..... สมการ

กรดโพลีโปรติก (polyprotic acid)

สารบางชนิดสามารถให้หรือรับโปรตอนได้มากกว่า 1 โปรตอนต่อ 1 โมเลกุล ในแต่ละขั้นของปฏิกิริยาการแตกตัวจะมีคู่กรด-เบสเกิดขึ้น เช่น กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) แตกตัวในน้ำให้ 3 โปรตอนการระบุดูกรด-เบสในแต่ละขั้น แสดงดังสมการเคมี



กรดมอนอโปรติก (monoprotic acid) คือ กรดที่แตกตัวให้ 1 โปรตอนต่อ 1 โมเลกุล เช่น HF HCOOH

กรดพอลิโปรติก (polyprotic acid) คือ กรดที่แตกตัวให้โปรตอนมากกว่า 1 โปรตอนต่อ 1 โมเลกุล เช่น H_2S H_3PO_4



ตัวอย่าง เขียนสมการเคมีแสดงการแตกตัวของกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) พร้อมระบุคู่กรด-เบสในแต่ละขั้น

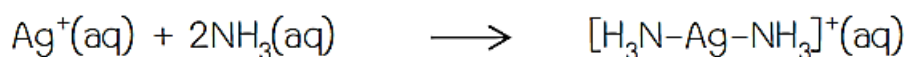
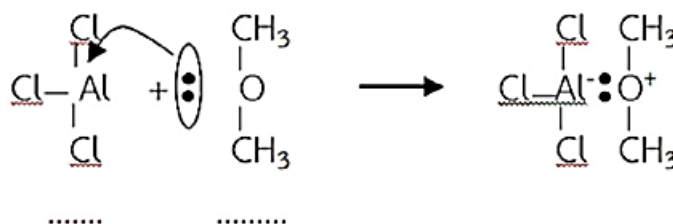
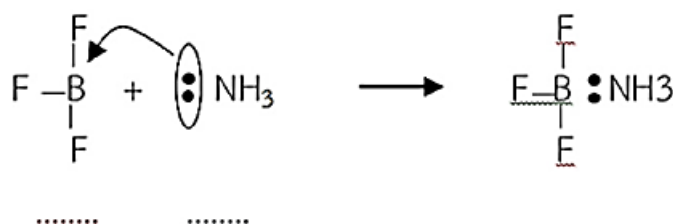
3. ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส

กิลเบิร์ต นิวตัน ลิวอิส นักเคมีชาวอเมริกันได้เสนอนิยามของกรดและเบสขึ้น ว่า

กรด คือ สารที่สามารถ.....

เบส คือ สารที่สามารถ.....

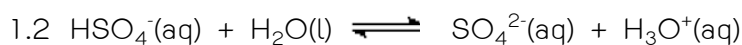
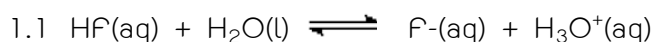
- ปฏิกิริยาระหว่างกรด - เบส ตามทฤษฎีนี้ อธิบายในลักษณะที่มีการใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมกัน
กรด.....เรียกว่าเป็น Electrophile และเบส.....เรียกว่าเป็น Nucleophile
และตามทฤษฎีนี้สารที่เป็นเบสต้องมีอิเล็กตรอนคู่อิสระ เช่น



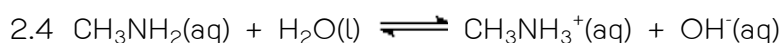
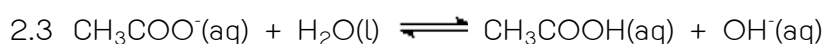
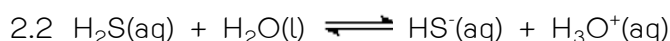
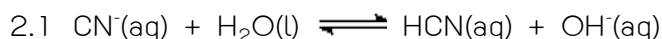
- ข้อดีของทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส คือ สามารถจำแนกกรด-เบสที่ไม่มีทั้ง H^+ หรือ OH^- ในสารนั้น และแม้ว่าสารนั้นไม่ได้อยู่ในรูปสารละลาย แต่อยู่ในสถานะแก๊สก็สามารถใช้ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิสอธิบายความเป็นกรด-เบสได้
- ข้อจำกัดของทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส คือ ต้องทราบโครงสร้างทางอิเล็กตรอนของสารนั้นๆด้วย

ตรวจสอบความเข้าใจ 2

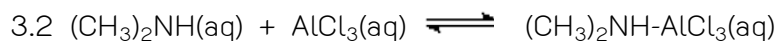
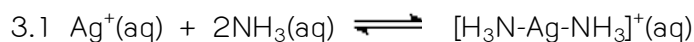
1. วงกลมสารตั้งต้นที่เป็นกรดตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส



2. วงกลมสารตั้งต้นที่เป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบส เบรินสเตด-ลาวรี



3. วงกลมสารตั้งต้นที่เป็นกรดตามทฤษฎีกรด-เบสลิวอิส



4. สมการการแตกตัวเป็นไอออนของสาร H_2X และ QH_2 ในน้ำ เป็นดังนี้



4.1. ทฤษฎีใดใช้อธิบายว่าสาร H_2X มีสมบัติเป็นกรด.....

4.2. จากทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี สาร QH_2 มีสมบัติใด.....

8. เมื่อนำเกลือโซเดียมไนไตรต์ (NaNO_2) มาละลายน้ำ และทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส พบว่า กระดาษลิตมัสสีแดงเปลี่ยนเป็นน้ำเงิน

8.1 จงเขียนสมการของปฏิกิริยาเมื่อไนไตรต์ไอออน (NO_2^-) ทำปฏิกิริยากับน้ำ

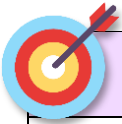
.....

8.2 จากสมการ สารตั้งต้นใดทำหน้าที่เป็นกรด ตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี

.....

8.3 จากสมการ จงระบุคู่กรด-เบสของสารตั้งต้นแต่ละชนิด

.....



การแตกตัวของกรด-เบส

จุดประสงค์การเรียนรู้

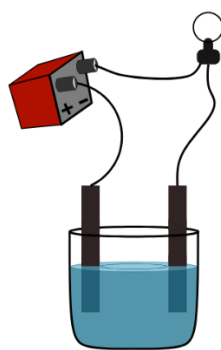
3. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส



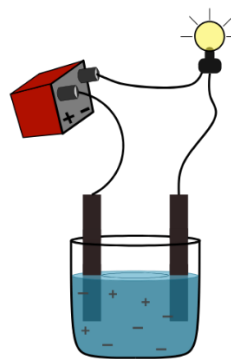
สารละลายอิเล็กโทรไลต์

สารอิเล็กโทรไลต์ คือ สารที่เมื่อหลอมเหลวหรือละลายในน้ำจะนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากแตกตัวให้อิออนได้

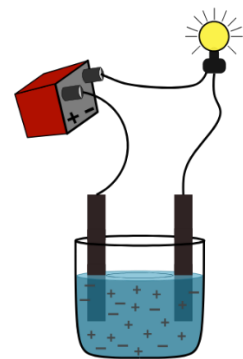
- สารอิเล็กโทรไลต์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ,
..... ,



Non Electrolyte



Weak Electrolyte



Strong Electrolyte

ความหมาย			
การนำไฟฟ้า			
การแตกตัวเป็นไอออน			
ตัวอย่าง			

- สรุปสมบัติของกรด-เบส

ให้นักเรียนสังเกตสมบัติบางประการของกรด เบส และกลาง

	กรด	กลาง	เบส
1. ความสามารถในการนำไฟฟ้า			
2. ผลทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส			
3. ค่า pH			

ตรวจสอบความเข้าใจ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. เมื่อนำสารละลาย A B C D และ E ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ไปทดสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสและ ความสามารถในการนำไฟฟ้า ได้ข้อมูลดังนี้

สารละลาย	การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส	ความสว่างของหลอดไฟ
A	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก
B	แดง→น้ำเงิน	สว่างเล็กน้อย
C	น้ำเงิน→แดง	สว่างมาก
D	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง
E	น้ำเงิน→แดง	สว่างเล็กน้อย

1.1 สารละลายใดจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อนหรือสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

ตอบ.....

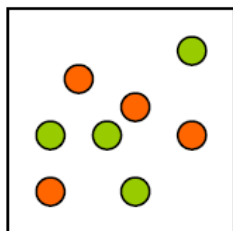
1.2 สารละลายใดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ที่มีสมบัติเป็นกรด

ตอบ.....

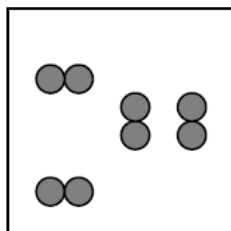
1.3 สารละลายใดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ที่มีสมบัติเป็นกลาง

ตอบ.....

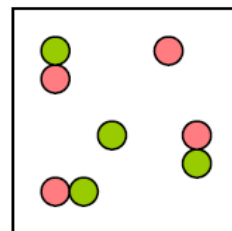
2. สาร 3 ชนิด มีสูตร PQ AB และ XY เมื่อละลายน้ำ แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงดังในรูป ก. ข. และ ค. ตามลำดับ



ก.



ข.



ค.

2.1 จากรูปให้ระบุว่าสารใดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่หรือสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

3. เขียนสมการแสดงการแตกตัวเป็นไอออนในน้ำของสารต่อไปนี้

3.1 KNO_3 และ HBr ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่

ตอบ.....
.....

3.2 HCN และ H_2S ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน

ตอบ.....
.....

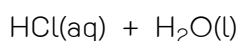


การแตกตัวของกรดแก่-เบสแก่

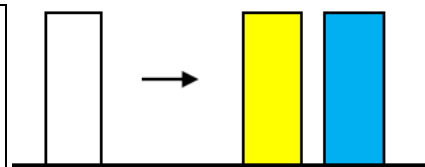
กรดแก่ (Strong acid) เป็นอิเล็กโทรไลต์.....ที่แตกตัวเป็นไอออนได้มากหรือแตกตัวเป็นไอออนได้..... ในสารละลายจะพบแตกไอออนบวกกับไอออนลบ แต่ไม่พบโมเลกุลของสารและไม่มีภาวะสมดุลของระบบ จึงเกิดปฏิกิริยา.....อย่างเดียว

ตัวอย่างกรดแก่ มีอยู่ 6 ชนิด ประกอบด้วย.....

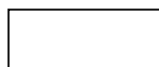
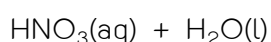
- สมการทั่วไปของการแตกตัวของกรดแก่



..... +



- ถ้าทราบความเข้มข้นของกรดแก่ จะสามารถบอกความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนในสารละลายได้ เช่น สารละลาย HNO_3 เข้มข้น 1 mol/dm^3 จะแตกตัวให้ H_3O^+ และ NO_3^- ชนิดละ 1 mol/dm^3 ดังนี้



..... +

ความเข้มข้นเริ่มต้น

(mol/dm^3)

ความเข้มข้นสุดท้าย

(mol/dm^3)

ดังนั้น กรดแก่แตกตัวได้ร้อยละ.....มีการเปลี่ยนแปลงไป..... ถ้าทราบความเข้มข้นของสารละลายกรดแก่ จะคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ ในสารละลาย ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1. สารละลาย HCl ปริมาตร 5 dm^3 มี HCl ละลายอยู่ 1.5 mol จะมีไอออนชนิดใดบ้าง และมีความเข้มข้นเท่าใด

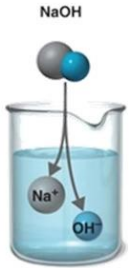
ตัวอย่าง 2. สารละลายกรดไฮโดรโบรมิก (HBr) 500 cm^3 มี HBr อยู่ 0.5 mol จะมีไอออนชนิดใดบ้างในสารละลายและมีความเข้มข้นเท่าใด

ตัวอย่าง 3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเกิดจากการผ่านแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ 11.2 dm^3 ที่ STP ลงในน้ำจนได้สารละลายปริมาตร 5 dm^3 จะมีความเข้มข้นของ H_3O^+ เป็นเท่าไร

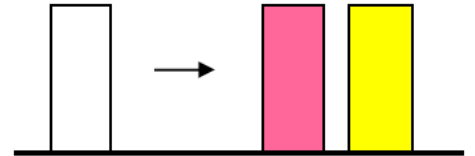
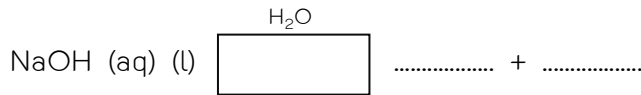
ตัวอย่าง 4. สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 100 cm^3 จะมี H_3O^+ กี่ mol/dm^3 และถ้าเติมน้ำลงไปให้มีปริมาตรเป็น 250 cm^3 จะมีความเข้มข้นของ H_3O^+ เป็นเท่าใด

เบสแก่ (Strong base) เป็นอิเล็กโทรไลต์.....ที่แตกตัวเป็นไอออนได้มากหรือแตกตัวเป็นไอออนได้.....ในสารละลายจะพบแตกไอออนบวกของ.....กับไอออนลบของ..... แต่ไม่พบโมเลกุลของสารและไม่มีภาวะสมดุลของระบบ จึงเกิดปฏิกิริยา.....อย่างเดียว

ตัวอย่างเบสแก่ เช่น.....



- สมการทั่วไปของการแตกตัวของเบสแก่



- ถ้าทราบความเข้มข้นของเบสแก่ จะสามารถบอกความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน ในสารละลายได้ เช่น สารละลาย NaOH เข้มข้น 1 mol/dm^3 จะแตกตัวให้ Na^+ และ OH^- ชนิดละ 1 mol/dm^3 ดังนี้



ความเข้มข้นเริ่มต้น

(mol/dm^3)

ความเข้มข้นสุดท้าย

(mol/dm^3)

ตัวอย่างที่ 1. สารละลาย Ba(OH)_2 ปริมาตร 5 dm^3 มี Ba(OH)_2 ละลายอยู่ 1 mol จะมีไอออนชนิดใดบ้าง และมีความเข้มข้นเท่าใด

ตัวอย่างที่ 2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 250 cm^3 มี NaOH อยู่ 0.6 โมล จะมีไอออนชนิดใดบ้างในสารละลาย และมีความเข้มข้นเท่าใด

ตัวอย่างที่ 3. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) ปริมาตร 500 cm^3 มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์ละลายอยู่ 14.8 กรัม จะมีไอออนชนิดใดบ้างและมีความเข้มข้นเท่าไร ($\text{Ca}=40$, $\text{O}=16$ และ $\text{H}=1$)

ตัวอย่างที่ 4. สารละลายลิเทียมไฮดรอกไซด์ (LiOH) 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 100 cm^3 จะมีไฮดรอกไซด์ไอออนเข้มข้นเท่าใด และถ้าเติมน้ำลงไปอีก 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออนเข้มข้นเป็นเท่าใด



ตรวจสอบความเข้าใจ 4

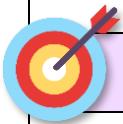
1. สารละลายกรดไฮโดรไอโอดิก (HI) ปริมาตร 200 มิลลิลิตร มีไฮไดรด์ไอออน (I^-) เข้มข้น 0.2 โมลต่อลิตร จะมีไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) กี่โมล

2. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่มีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ในสารละลายเท่ากับ 0.45 โมลต่อลิตร ปริมาตร 250.00 มิลลิลิตร จะต้องใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์กี่กรัม ($\text{K} = 39$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$)

3. ในการเตรียมสารละลายปริมาตร 100.0 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) 1.0 โมลต่อลิตร ต้องใช้แบเรียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) กี่กรัม

4. นำสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.5 mol/dm^3 จำนวน 250 cm^3 ผสมกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 ปริมาตร 250 cm^3 จงหาความเข้มข้นของ OH^- หลังจากผสมเรียบร้อยแล้ว

5. สารละลายสตรอนเชียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Sr}(\text{OH})_2$) ปริมาตร 0.40 ลิตร มีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) 1.0 โมลต่อลิตร ถ้าเติมน้ำลงไปจนได้สารละลายปริมาตร 2.00 ลิตร จงคำนวณจำนวนโมลและความเข้มข้นของสตรอนเชียมไอออน (Sr^{2+}) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)



การแตกตัวของกรดอ่อน-เบสอ่อน

จุดประสงค์การเรียนรู้

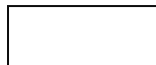
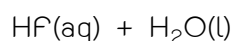
3. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส



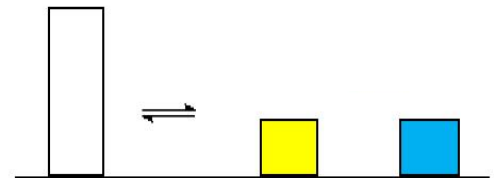
การแตกตัวของกรดอ่อน-เบสอ่อน

กรดอ่อน (Weak acid) จัดเป็นอิเล็กโทรไลต์.....เนื่องจากกรดอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้.....และยังมีโมเลกุลของกรดละลายอยู่ในสารละลาย การแตกตัวของกรดอ่อนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่.....
ณ ภาวะสมดุล จึงมีทั้งโมเลกุลของกรดอ่อนกับไอออนที่เกิดจากการแตกตัว

- สมการทั่วไปของการแตกตัวของกรดอ่อน



..... +



- ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนยังนิยมบอกเป็น “ร้อยละ”

เช่น ถ้าสารละลาย HF เข้มข้น 1 mol/dm³ แตกตัวได้ร้อยละ 5 หมายความว่า

ในสารละลายปริมาตร 1 dm³ มีกรด HA ละลายอยู่ 1 mol เมื่อถึงภาวะสมดุลจะมีกรด HA เพียง mol เท่านั้นที่แตกตัวเป็นไอออน

ดังนั้น ถ้าทราบจำนวนโมลของกรดอ่อนที่แตกตัวหรือทราบจำนวนโมลของไอออนที่เกิดขึ้น จะคำนวณหาปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดอ่อนได้ ดังนี้

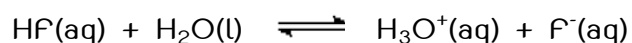
$$\text{ร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อน} = \frac{\text{ปริมาณของกรดอ่อนที่แตกตัวได้}}{\text{ปริมาณกรดอ่อนที่เริ่มต้น}} \times 100$$

ตัวอย่าง 1 สารละลายกรด HF เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 แตกตัวได้เพียง 0.05 mol/dm^3 จงคำนวณหาปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละ



ปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดอ่อนแต่ละชนิด สามารถใช้เปรียบเทียบได้ว่า “กรดอ่อนชนิดใดจะแตกตัวได้ดีกว่ากันเมื่อมีความเข้มข้นเท่ากัน”

ละลายกรดอ่อน HF ในน้ำ เมื่อปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะสมดุล เขียนสมการได้ดังนี้



ในสารละลายมีน้ำอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบปริมาณของตัวถูกละลาย จึงถือว่าความเข้มข้นของน้ำมีค่าคงที่ สามารถเขียนสมการค่าคงที่ของการแตกตัวของกรด (Acid ionization constant : K_a) ดังนี้

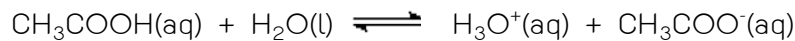
$$K_a = \dots\dots\dots$$

ตัวอย่างกรดที่แตกตัวให้โปรตอนได้หลายขั้นและค่า K_a ของแต่ละขั้นแสดงในตาราง

กรด	สูตร	ปฏิกิริยาการให้โปรตอนของกรดในน้ำ	ค่า K_a
ฟอสฟอรัส	H_3PO_3^*	$\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{PO}_3^-$ $\text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HPO}_3^{2-}$	$K_{a1} = 1.6 \times 10^{-2}$ $K_{a2} = 6.3 \times 10^{-7}$

- ในกรณีของกรดที่แตกตัวได้หลายขั้นและมีค่า $K_{a1} \dots\dots\dots K_{a2}$ มาก
- การเปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดโดยทั่วไปจะใช้เพียงค่า.....เพราะว่าในสารละลายมี H_3O^+ ที่เกิดจากการแตกตัวในขั้นที่ 1.....ขั้นที่ 2

ตัวอย่าง 2 จงคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ ในสารละลายกรดแอซีติกที่มีความเข้มข้น 0.5 mol/dm^3 กำหนดให้ค่า K_a ของกรดแอซีติกเท่ากับ 1.8×10^{-5}



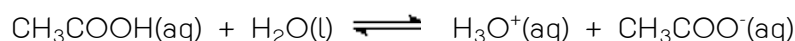
เนื่องจาก K_a ของกรดแอซีติกมีค่าน้อยมาก แสดงว่า กรดแตกตัวเป็นไอออนได้น้อยมาก นั่นคือ x มีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของกรด ดังนั้น

*** โดยทั่วไปการจะทราบว่า x มีค่าน้อยมาก สามารถตัดทิ้งได้หรือไม่???**

- ให้นำค่าความเข้มข้นของกรดอ่อนตอนเริ่มต้น สมมติให้เป็น C_a มาหารด้วย ค่า K_a
- ถ้าได้ผลลัพธ์มีค่ามากกว่า 1,000 ก็ไม่ต้องนำค่า x ใน $(0.5 - x)$ มาคิดคำนวณ
- นอกจากการคำนวณตามวิธีข้างต้นแล้ว ถ้า C_a มาหารด้วยค่า K_a ถ้าได้ผลลัพธ์มีค่ามากกว่า 1,000 สามารถใช้สูตรลัดในการคำนวณหา $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ได้ดังนี้



จากตัวอย่างเดิม จงคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ ในสารละลายกรดแอซีติกที่มีความเข้มข้น 0.5 mol/dm^3 กำหนดให้ค่า K_a ของกรดแอซีติกเท่ากับ 1.8×10^{-5}

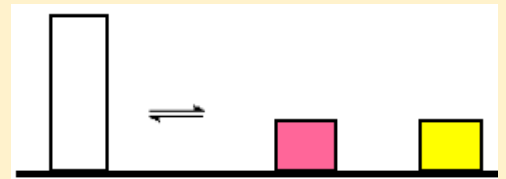


ตัวอย่างที่ 3 สารละลายกรด HA เป็นกรดอ่อนเข้มข้น 0.01 สามารถแตกตัวได้ไฮโดรเนียมไอออนเข้มข้น 0.0001 mol/dm^3 ค่าคงที่การแตกตัวของกรดนี้มีค่าเท่าใด

ตัวอย่างที่ 4 สารละลายกรด HCN เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 แตกตัวได้ร้อยละ 2 ค่าคงที่การแตกตัวของกรดนี้มีค่าเท่าใด

เบสอ่อน (Weak base) จัดเป็นอิเล็กโทรไลต์.....เนื่องจากเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้.....และยังมีโมเลกุลของเบสละลายอยู่ในสารละลาย การแตกตัวของเบสอ่อนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่..... ณ ภาวะสมดุล จึงมีทั้งโมเลกุลของเบสอ่อนกับไอออนที่เกิดจากการแตกตัว

- สมการทั่วไปของการแตกตัวของเบสอ่อน



- ปริมาณการแตกตัวของเบสอ่อนยังนิยมบอกเป็น “ร้อยละ”

เช่น ถ้าสารละลาย BOH เข้มข้น 1 mol/dm^3 แตกตัวได้ร้อยละ 10 หมายความว่า ในสารละลายปริมาตร 1 dm^3 มีเบส BOH ละลายอยู่ 1 mol เมื่อถึงภาวะสมดุลจะมีเบส BOH เพียง.....mol เท่านั้นที่แตกตัวเป็นไอออน

ดังนั้น ถ้าทราบจำนวนโมลของเบสอ่อนที่แตกตัวหรือทราบจำนวนโมลของไอออนที่เกิดขึ้น จะคำนวณหาปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของเบสอ่อนได้ ดังนี้

$$\text{ร้อยละการแตกตัวของเบสอ่อน} = \frac{\text{ปริมาณของเบสอ่อนที่แตกตัวได้} \times 100}{\text{ปริมาณเบสอ่อนที่เริ่มต้น}}$$

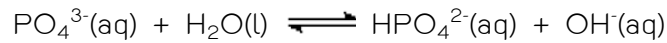
ตัวอย่าง 1 สารละลาย B เป็นเบสอ่อน เข้มข้น 0.5 mol/dm^3 แตกตัวได้เพียง 0.02 mol/dm^3 จงคำนวณหา ร้อยละการแตกตัวของเบสอ่อน

ปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของเบสอ่อนแต่ละชนิด สามารถใช้เปรียบเทียบได้ว่า
“เบสอ่อนชนิดใดจะแตกตัวได้ดีกว่ากันเมื่อมีความเข้มข้นเท่ากัน”

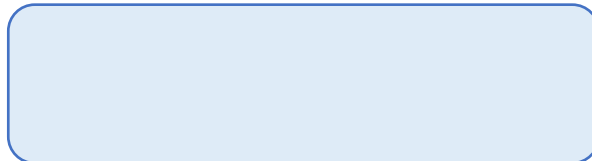
ค่าคงที่การแตกตัวของเบสอ่อน (Base ionization constant) ใช้สัญลักษณ์ K_b และอาจพิจารณาได้จากค่าร้อยละของการแตกตัวของเบสอ่อนได้เช่นกัน เช่น $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

$$K_b = \dots\dots\dots$$

ตัวอย่าง 2 จงคำนวณหาความเข้มข้นของ OH^- ของฟอสเฟตไอออนที่มีความเข้มข้น 0.4 mol/dm^3 กำหนดให้ค่า K_b ของฟอสเฟตไอออนเท่ากับ 2.2×10^{-2}



- เนื่องจาก K_b ของฟอสเฟตไอออนมีค่าน้อยมาก แสดงว่า แตกตัวเป็นไอออนได้น้อยมาก นั่นคือ x มีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นเริ่มต้น ดังนั้น
- ให้นำค่าความเข้มข้นของเบสอ่อนตอนเริ่มต้น สมมติให้เป็น C_b มาหารด้วย ค่า K_b
- ถ้าได้ผลลัพธ์มีค่ามากกว่า 1,000 ก็ไม่ต้องนำค่า x ใน $(0.5 - x)$ มาคิดคำนวณ
- นอกจากการคำนวณตามวิธีข้างต้นแล้ว ถ้า C_b มาหารด้วยค่า K_b ถ้าได้ผลลัพธ์มีค่ามากกว่า 1,000 สามารถใช้สูตรลัดในการคำนวณหา $[\text{OH}^-]$ ได้ดังนี้



ตรวจสอบความเข้าใจ 5

1. พิจารณาค่าคงที่ของการแตกตัวของกรด (K_a) 4 ชนิด ดังตาราง

กรด	สูตร	ปฏิกิริยาการให้โปรตอนของกรดในน้ำ	ค่า K_a
ฟอสฟอรัส	H_3PO_3	$\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{PO}_3^-$	$K_{a1} = 1.6 \times 10^{-2}$
ซัลฟิวรัส	H_2SO_3	$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_3^-$	$K_{a1} = 1.3 \times 10^{-2}$
คาร์บอนิก	H_2CO_3	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$	$K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$
ฟอสฟอริก	H_3PO_4	$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$K_{a1} = 7.9 \times 10^{-3}$

- 1.1 กรดชนิดใดแตกตัวได้ดีที่สุด
- 1.2 กรดชนิดใดแตกตัวได้น้อยที่สุด
- 1.3 จงเรียงลำดับความแรงของกรดทั้ง 4 ชนิด จากมากไปน้อย
- 1.4 สารใดมีความเป็นเบสมากที่สุด

2. ถ้าค่าคงที่สมดุลของเบสเข้มข้น 0.1 M ที่ 25 °C เป็นดังแสดงในตาราง

สารละลายเบส	ค่าคงที่สมดุล(K_b)
A	1.79×10^{-5}
B	9.00×10^{-7}
C	7.00×10^{-7}
D	1.50×10^{-14}

จงลำดับความแรงของเบสจากมากไปน้อย

.....

3. กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) มีค่า $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$ และมีค่า $K_{a2} = 5 \times 10^{-11}$ ตามลำดับ

4.1 ที่สภาวะสมดุลมีสารและไอออนต่างๆ อะไรบ้าง

.....

.....

4.2 เรียงลำดับไอออนที่เกิดจากการแตกตัวในระบบจากมากไปหาน้อย

.....

4. สารละลายแอมโมเนีย (NH_3) เข้มข้น 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มีค่า K_b เท่ากับ 1.8×10^{-5} และ สารละลายคาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) เข้มข้น 1.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และ มีค่า K_b เท่ากับ 2.1×10^{-4} ตามลำดับ

5.1 จงเปรียบเทียบปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายทั้ง 2 ชนิด

.....

.....

5.2 จงเปรียบเทียบความแรงของคู่กรดของ NH_3 และ CO_3^{2-}

.....

5. จากค่า K_a ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่กำหนดต่อไปนี้

K_a ของ $\text{HF} = 6.8 \times 10^{-4}$	K_a ของ $\text{HClO}_4 = 3.5 \times 10^{-5}$
K_{a1} ของ $\text{H}_2\text{CO}_3 = 4.4 \times 10^{-7}$	K_{a2} ของ $\text{H}_2\text{CO}_3 = 5.0 \times 10^{-7}$
K_a ของ $\text{HCN} = 5.0 \times 10^{-10}$	

6.1 สารละลายกรดที่มีความเข้มข้นเท่ากัน สารละลายกรดชนิดใดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนมากที่สุด และน้อยที่สุดตามลำดับ

6.2 เบสชนิดใดที่แรงที่สุด



ตรวจสอบความเข้าใจ 6

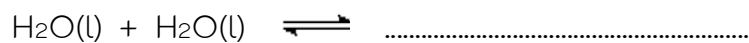
1. สารละลายกรดอ่อน HA เข้มข้น 0.05 mol/dm^3 แยกตัวได้ 0.01 mol/dm^3 สารละลายกรดอ่อน HA แยกตัวได้ร้อยละเท่าใด
2. ในสารละลายกรด CH_3COOH เข้มข้น 0.5 mol/dm^3 ที่ภาวะสมดุลจะมี H_3O^+ ไอออน เข้มข้นกี่ mol/dm^3 (ให้ K_a ของ CH_3COOH ที่ $25^\circ\text{C} = 1.8 \times 10^{-5}$)
 1. 1.8×10^{-2} 2. 1.8×10^{-3} 3. 3.0×10^{-2} 4. 3.0×10^{-3}
3. ถ้าสารละลายของกรดอ่อน HA ที่เข้มข้น 0.01 โมล/ลิตร มีปริมาณ H_3O^+ ไอออน 2.0×10^{-3} โมล/ลิตร ค่า K_a ของกรดนี้มีค่าเท่ากับข้อใดต่อไปนี้
4. กำหนดให้ BOH เป็นเบสอ่อนชนิดหนึ่ง มี $K_b = 1.50 \times 10^{-8}$ จงคำนวณหาความเข้มข้นของ OH^- ไอออน ที่ภาวะสมดุลในสารละลาย BOH เข้มข้น 0.06 โมล/ลิตร
 1. $1. \times 10^{-4}$ 2. 3×10^{-4} 3. 1×10^{-5} 4. 3×10^{-5}

5. NH_4OH เข้มข้น 0.5 mol/dm^3 มีค่า $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ มีร้อยละการแตกตัวเท่าใด

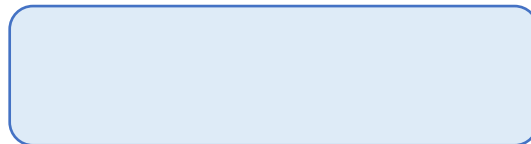


การแตกตัวของน้ำ

- น้ำจึงจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่อ่อนมาก แตกตัวได้น้อย เรียกว่า การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น้ำบริสุทธิ์ 2 โมเลกุล แตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออนกับไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7} ต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ดังสมการ



- จากสมการการแตกตัวของน้ำสามารถหา **ค่าคงที่สมดุล** ได้ซึ่งเรียกว่า **ค่าคงที่ของการแตกตัวของน้ำ** (Ionization constant of water) ใช้สัญลักษณ์ K_w ดังนั้น



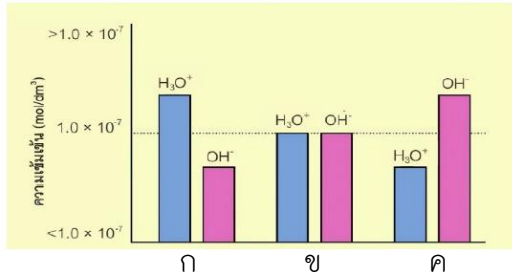
- ณ อุณหภูมิ 25°C $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ ดังนั้น $K_w = \dots\dots\dots$
- จากผลการทดลองพบว่า **น้ำที่อุณหภูมิสูงนำไฟฟ้าได้.....ที่อุณหภูมิต่ำ** แสดงว่า น้ำที่อุณหภูมิสูงแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ K_w

อุณหภูมิ (°C)	ค่า K_w
10	3.0×10^{-15}
25	1.0×10^{-14}
40	2.9×10^{-14}
60	9.5×10^{-14}

ดังนั้น การบอกค่า K_w จึงต้องระบุอุณหภูมิเช่นเดียวกับค่าคงที่อื่น ๆ โดยปกติเราจะไม่กล่าวถึงหน่วย

ตรวจสอบความเข้าใจ 7

1. จากภาพแสดงความเข้มข้นของ H_3O^+ กับ OH^- ในสารละลาย ก ข และ ค สารละลายทั้ง 3 ชนิด ควรมีสัมบัติความเป็นกรด-เบสอย่างไร



การพิจารณาว่าสารละลายเป็นกรดหรือเบส

1. ถ้า $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ สารละลายเป็น.....
2. ถ้า $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ สารละลายเป็น.....
3. ถ้า $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ สารละลายเป็น.....

สารละลาย ก มีสมบัติเป็น.....ข มีสมบัติเป็น..... ค มีสมบัติเป็น.....

2. จากตารางแสดงค่าความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ของ A , B , C , D และ E จงเติมค่าความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ลงในช่องว่างพร้อมทั้งระบุความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย

สารละลาย	ความเข้มข้น (mol/dm^3)		ความเป็นกรด - เบสของสารละลาย
	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{OH}^-]$	
A	2.0×10^{-5}	.....	.....
B	.....	1.0×10^{-2}	.....
C	5.0×10^{-7}	.....	.....
D	1.0×10^{-9}	.....	.....
E	.....	1.0×10^{-4}	.....



ความสัมพันธ์ระหว่าง K_a K_b และ K_w

- ค่าคงที่การแตกตัวของคู่กรด-เบส (K_a และ K_b) มีความสัมพันธ์กับค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ K_w

ถ้าทราบค่า K_a ของกรดจะสามารถคำนวณค่า K_b ของคู่เบสได้

หรือ ถ้าทราบค่า K_b ของเบสจะสามารถคำนวณค่า K_a ของคู่กรดได้

กรด	K_a	คู่เบส	K_b
NH_4^+	5.56×10^{-10}		
		H_2PO_4^-	1.45×10^{-12}
CH_3COOH	1.80×10^{-5}		
		HCOO^-	5.62×10^{-8}
H_2CO_3	4.47×10^{-7}		

1. สารละลายกรดอ่อน HY มีค่า $K_a = 2.0 \times 10^{-6}$ จงระบุคู่เบสของกรด HY และค่า K_b ของเบสนี้เป็นเท่าใด
2. คำนวณค่าคงที่การแตกตัวของเบสของกรด HA 0.80 โมลต่อลิตร ซึ่งมีร้อยละการแตกตัวเท่ากับ 0.42



ค่า pH และ pOH กับสารละลายกรด-เบส

- ค่า pH (power of hydrogen ions) เป็นค่าที่นิยมใช้บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายเจือจาง ซึ่งโดยทั่วไปความเข้มข้นของ H_3O^+ หรือ OH^- ไม่เกิน 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- pH จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 ซึ่งอาจเป็นจำนวนเต็มหรือไม่เป็นจำนวนเต็มก็ได้ ค่า pH



- ค่า pH คือ ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเมียมไอออน (H_3O^+) นิยมใช้บอกความเป็นกรดหรือเบส

pH > 7 สารละลายเป็นเบส
pH < 7 สารละลายเป็นกรด
pH = 7 สารละลายเป็นกลาง

ค่า pH สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

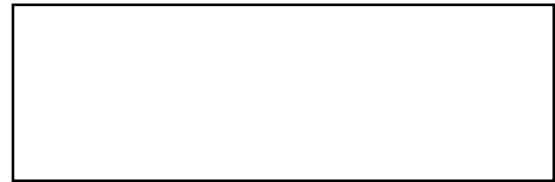


หน่วยของความเข้มข้นนิยมเป็นโมลต่อลิตร (mol/L)

- ตัวอย่างเช่น สารละลายที่เป็นกลางหรือน้ำบริสุทธิ์มีความเข้มข้นของ H_3O^+ เป็น 1×10^{-7} โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมีค่า pH เป็นเท่าไร

- ค่า pOH ค่าความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) โดยสามารถใช้บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้
ค่า pOH สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

pOH > 7 สารละลายเป็นกรด
pOH < 7 สารละลายเป็นเบส
pOH = 7 สารละลายเป็นกลาง



หน่วยของความเข้มข้นนิยมเป็นโมลต่อลิตร (mol/L)

- ค่า pH และ pOH สามารถใช้บอกค่าความเป็นกรดและเบสได้ แต่มีข้อแตกต่างที่ต้องระวัง คือ
**pH ยิ่งน้อยแสดงว่าสารละลายนั้นยิ่งเป็น.....มาก
**แต่ถ้าค่า pOH ยิ่งน้อยแสดงว่าสารละลายนั้นมีความเป็น.....มาก

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

$$\text{หรือ} \quad \text{pOH} = 14 - \text{pH}$$

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายกรดที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ มี pH และค่า pOH เท่าใด

ค่า log ที่ควรทราบ

log 1 =	0
log 2 =	0.3010
log 3 =	0.4771
log 4 =	0.6021
log 5 =	0.6990
log 10 =	1

ตัวอย่างที่ 2 สารละลายเบสมีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ มีค่า pOH และค่า pH เท่าใด

ตัวอย่างที่ 3 สารละลายชนิดหนึ่งมี pH 8 มีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออนและไฮโดรเนียมไอออนเท่าใด

ตัวอย่างที่ 4 สารละลายกรดแอซิดิก (CH_3COOH) 0.50 โมลต่อลิตร มีค่า pH เท่าใด

ตัวอย่างที่ 5 สารละลายของยาลดกรดในกระเพาะอาหาร pH 10.00 มีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) เป็นเท่าใด



ตรวจสอบความเข้าใจ 8

1. เรียงลำดับ pH ของสารละลายกรดไนตริก (HNO_2) กรดไนตริก (HNO_3) และกรดแอซิดิก (CH_3COOH) ที่มีความเข้มข้น 0.10 โมลต่อลิตร เท่ากัน จากนั้นน้อยไปหามาก

2. คำนวณ pH ของสารละลายเมทิลเอมีน (CH_3NH_2) และแอมโมเนีย (NH_3) ที่มีความเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร เท่ากัน



การวัดค่า pH ในสารละลายกรด-เบส

ตรวจสอบความเข้าใจ 9

1. pH ของสารละลายนี้อยู่ในช่วง.....

ชนิดของสารละลาย	สีของสารละลายเมื่อเติม		
	Methyl orange	Bromocresol green	Methyl red
A	ส้ม	เขียว	แดง

2. pH ของสารละลายนี้อยู่ในช่วง.....

ชนิดของสารละลาย	สีของสารละลายเมื่อเติม		
	Limus	Methyl red	Phenol red
A	ม่วง	ส้ม	เหลือง

3. pH ของสารละลายนี้อยู่ในช่วง.....

ชนิดของสารละลาย	สีของสารละลายเมื่อเติม		
	Bromocresol green	Methyl orange	Phenol red
A	เขียว	เหลือง	เหลือง

4. สารละลายกรด HCl มีความเข้มข้น 0.002 mol/dm^3 เมื่อทดสอบด้วย Methyl yellow จะปรากฏสีใด (กำหนดให้ $\log 3 = 0.4771$, $\log 2 = 0.301$)



สมบัติกรด-เบสของเกลือ

ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (Hydrolysis) หมายถึง ปฏิกิริยาระหว่างสารใด ๆ กับน้ำแล้วเกิดสารใหม่

ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ หมายถึง ปฏิกิริยาระหว่างเกลือหรือไอออนจากเกลือกับน้ำ แล้วเกิด H_3O^+ หรือ OH^- ทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยทั่วไปสามารถทำนายความเป็นกรด – เบส ของเกลือได้อย่างคร่าว ๆ โดยเปรียบเทียบความแรงของกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยาจนได้เป็นเกลือ นั้น ดังนี้

1. เกลือที่เกิดจากกรดแก่กับเบสแก่ เช่น

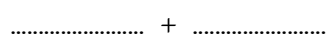
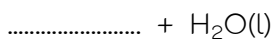
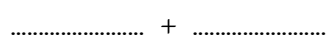


เมื่อละลายน้ำไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสหรือไอออนจากเกลือไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ดังนั้น H_3O^+ และ OH^- ที่เกิดจากการแตกตัวของน้ำยังคงเท่าเดิม สารละลายจึงมีสมบัติเป็น.....

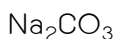
2. เกลือที่เกิดจากกรดแก่กับเบสอ่อน เช่น



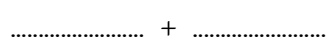
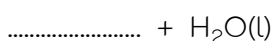
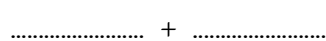
เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวออกเป็นไอออนบวกและไอออนลบ ไอออนบวกซึ่งมาจากเบสอ่อนจะทำปฏิกิริยากับน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ H_3O^+ จึงทำให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ ในสารละลายเพิ่มขึ้น สารละลายที่ได้จึงมีสมบัติเป็น.....



3. เกลือที่เกิดจากกรดอ่อนกับเบสแก่ เช่น



เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวออกเป็นไอออนบวกและไอออนลบ ไอออนลบซึ่งมาจากกรดอ่อนจะทำปฏิกิริยากับน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ OH^- จึงทำให้ความเข้มข้นของ OH^- ในสารละลายเพิ่มขึ้น สารละลายที่ได้จึงมีสมบัติเป็น.....



4. เกลือที่เกิดจากการด่อนกับเบสอ่อน เช่น



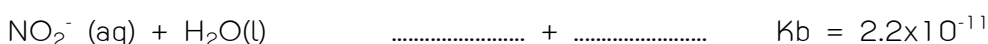
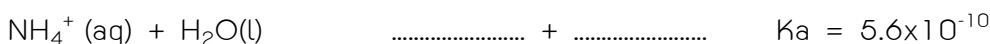
เมื่อละลายน้ำทั้งไอออนบวกและไอออนลบ จะทำปฏิกิริยากับน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส แต่สารละลายจะมีสมบัติเป็นกรด เป็นเบส หรือเป็นกลางนั้น ขึ้นอยู่กับความแรงของกรดหรือความแรงของเบส ซึ่งพิจารณาได้จากค่า K_a และ K_b

ถ้า $K_a > K_b$ สารละลายจะมีสมบัติเป็น.....

$K_a < K_b$ สารละลายจะมีสมบัติเป็น.....

$K_a = K_b$ สารละลายจะมีสมบัติเป็น.....

ตัวอย่างเช่น เมื่อ NH_4NO_2 ละลายน้ำ จะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้



ทั้ง NH_4^+ และ NO_2^- ต่างก็เกิดไฮโดรลิซิส จึงได้ทั้ง H_3O^+ และ OH^- เกิดขึ้น แต่สารละลายของ NH_4NO_2 มีสมบัติเป็น.....



กิจกรรม 10.2 การทดลองสมบัติกรด-เบสของสารละลายเกลือ

- จุดประสงค์ :
1. ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติกรด-เบสของสารละลายเกลือ
 2. ระบุสมบัติกรด-เบสของสารละลายเกลือจากอินดิเคเตอร์
 3. ระบุชนิดของไอออนที่ส่งผลต่อสมบัติกรด-เบสของสารละลายเกลือ

อุปกรณ์ สารเคมี และสารเคมี

- | | |
|---|---|
| 1. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) | 2. แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) |
| 3. โซเดียมอะซิเตต (CH_3COONa) | 4. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ |
| 5. ข้อนตักสารเบอร์ 1 | 6. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 7. แท่งแก้วคน | 8. กระบอกตวงขนาด 10 mL |
| 9. หลอดหยด | |

วิธีการทดลอง

1. นำ NaCl NH_4Cl และ CH_3COONa ใส่ลงในหลอดทดลอง หลอดละ 1 ชนิด ปริมาณ 1 ข้อน จากนั้นเติมน้ำปริมาตร 5 mL ลงในแต่ละหลอด คนสารด้วยแท่งแก้วคนจนได้เป็นสารละลายเนื้อเดียว

2. หยดสารละลายแต่ละชนิด หลอดละ 1 หยด ลงบนกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ สังเกตสี และเปรียบเทียบกับแถบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่ pH ต่างๆ พร้อมบันทึกค่า pH ของสารละลายแต่ละชนิด

บันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	การเปลี่ยนสีของกระดาษ	pH
NaCl		
NH ₄ Cl		
CH ₃ COONa		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารละลายเกลือแต่ละชนิดมีสมบัติกรด-เบส เป็นอย่างไร

ตอบ.....

.....

2. เกลือทั้งสามชนิดเมื่อละลายน้ำให้ไอออนชนิดใดบ้าง

ตอบ.....

.....

3. ไอออนใดทำให้สมบัติกรด-เบสของสารละลายเกลือ NaCl กับ NH₄Cl แตกต่างกัน

ตอบ.....

.....

4. ไอออนใดทำให้สมบัติกรด-เบสของสารละลายเกลือ NaCl กับ CH₃COONa แตกต่างกัน

ตอบ.....

.....



ตรวจสอบความเข้าใจ 10

1. เมื่อเกลือต่อไปนี้ละลายในน้ำ สารละลายที่ได้จะมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับสมบัติของสารละลาย

สารประกอบของเกลือ	สมบัติของสารละลาย		
	กรด	กลาง	เบส
1) NaHCO_3			
2) K_2S			
3) NaI			
4) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$			
5) Na_3PO_4			

2. ไอออนใดในสารประกอบของเกลือต่อไปนี้ สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้

- 1) KCN ไอออนที่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสคือ.....
- 2) CH_3COOLi ไอออนที่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสคือ.....
- 3) NaClO_4 ไอออนที่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสคือ.....
- 4) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ไอออนที่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสคือ.....
- 5) Na_2CO_3 ไอออนที่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสคือ.....

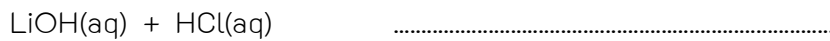
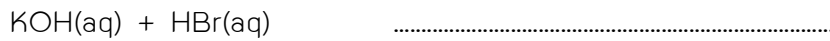
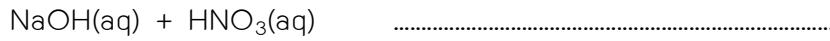
3. เมื่อนำเกลือต่อไปนี้มาละลายน้ำ เกลือชนิดใดจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ถ้าเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส แล้ว สารละลายของเกลือเหล่านี้จะมีสมบัติเป็นกรด เป็นเบส หรือเป็นกลาง จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสที่เกิดขึ้น

- 1) NaCN
-
- 2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
-
- 3) NaNO_3
-

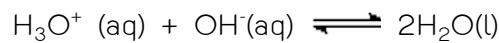


ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรด-เบส

จากทฤษฎีกรด - เบสของเบรินสเตด - ลาวรี ที่กล่าวว่า “กรด คือ สารที่ให้โปรตอน และ เบส คือ สารที่รับโปรตอน” เมื่อกรดทำปฏิกิริยากับเบสจะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างกรดและเบส



ตัวอย่างปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่ กับเบสแก่ โดย H_3O^+ จากกรด จะทำปฏิกิริยากับ OH^- จากเบส ได้น้ำ ดังสมการ



- ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเนียมไอออนจากกรดกับไฮดรอกไซด์จากเบส เกิดเป็นน้ำเรียกว่า ปฏิกิริยาการสะเทิน (Neutralization)
- ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสจะได้เกลือกับน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่จะมีบางปฏิกิริยาที่ได้เกลือเพียงอย่างเดียว เช่น ปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ NH_3 ได้เกลือ NH_4Cl ดังสมการ

.....

เกร็ดความรู้

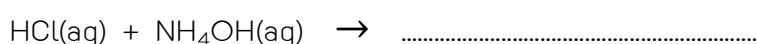
เมื่อกรดกับเบสทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดตะกอน แสดงว่า ได้เกลือที่ไม่ละลายน้ำ แต่ถ้าไม่มีตะกอนเกิดขึ้น แสดงว่า ไอออนที่เป็นองค์ประกอบของเกลือนั้นไม่รวมตัวกัน หรือ กล่าวได้ว่าเกลือนั้นละลายน้ำได้น้อย ต้องระเหยน้ำออกจึงจะได้เกลือที่เป็นของแข็ง ดังนั้น เกลือที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสอาจเป็นเกลือที่ละลายน้ำหรือไม่ละลายน้ำก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของไอออนที่มาจากกรดและเบสคู่นั้น ๆ

ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส แบ่งออกได้ตามชนิดของปฏิกิริยา ดังนี้

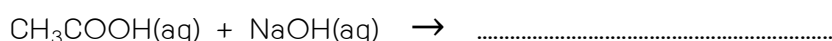
1. ปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ เช่น



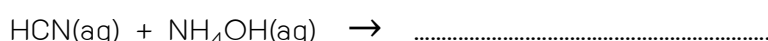
2. ปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสอ่อน เช่น



3. ปฏิกิริยาระหว่างกรดอ่อนกับเบสแก่ เช่น



4. ปฏิกิริยาระหว่างกรดอ่อนกับเบสอ่อน เช่น



ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบสในน้ำนี้ จะทำให้สารละลายที่ได้แสดงสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลางได้ ซึ่งพิจารณาได้เป็น 2 กรณี

1. ในกรณีกรดและเบสทำปฏิกิริยากันแล้วมีกรดหรือเบสเหลืออยู่ ถ้ามีกรดเหลืออยู่สารละลายแสดงสมบัติเป็น..... ถ้ามีเบสเหลืออยู่สารละลายก็จะแสดงสมบัติเป็น.....
2. ถ้ากรดกับเบสทำปฏิกิริยากันหมดพอดี ได้เกลือกับน้ำ สารละลายของเกลือที่ได้จากปฏิกิริยาจะแสดงสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง ขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือนั้นว่ามาจากกรดและเบสประเภทใด

ตรวจสอบความเข้าใจ 11

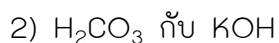
1. สารประกอบของเกลือต่อไปนี้ เกิดจากกรดและเบสชนิดใด

เกลือ	สารตั้งต้น		เกลือ	สารตั้งต้น	
	กรด	เบส		กรด	เบส
1 KBr			4 K_2CO_3	.....	.....
2 $NaNO_3$			5 KCN	.....	.....
3 $MgSO_4$			6 CH_3COONa	.....	.....

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสต่อไปนี้



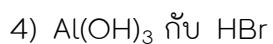
.....



.....



.....



.....



.....



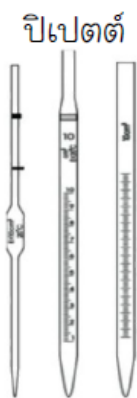
การไทเทรตกรด-เบส (Acid-base Titration)

- กระบวนการไทเทรต (Titration) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาปริมาณกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยาพอกัน แล้วนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบ โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี
- จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดิกันนั้น เรียกว่า **จุดสมมูลหรือจุดสะเทิน (Equivalence point)**
- จุดสมมูลของกรดและเบสแต่ละคู่จะมีค่า pH ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยากันดังนี้

- + ถ้าเป็นการไทเทรตระหว่าง **กรดแก่กับเบสแก่** ค่า pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล.....
- + ถ้าเป็นการไทเทรตระหว่าง **กรดอ่อนกับเบสแก่** ค่า pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล.....
- + ถ้าเป็นการไทเทรตระหว่าง **กรดแก่กับเบสอ่อน** ค่า pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล.....

- ในการไทเทรต เราไม่สามารถพิจารณาจุดสมมูลของกรดและเบสได้อย่างชัดเจน
- จึงจะถือเอา **จุดที่ใกล้เคียงกับจุดสมมูลมากที่สุดเพื่อยุติการไทเทรต** โดยเรียกจุดดังกล่าวว่า **จุดยุติ (End point)** ซึ่งหมายถึง **จุดที่ขณะไทเทรตสารละลายกรด - เบส ที่มีอินดิเคเตอร์อยู่ในสารละลายเปลี่ยนสี** ซึ่งผู้ทดลองคาดว่า สารละลายกรดรวมพอดิกับสารละลายเบสจึงหยุดการไทเทรต
- ดังนั้น ในการไทเทรตจึงต้องเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม จึงจะทำให้จุดยุติใกล้เคียงกับจุดสมมูลของกรดกับเบสนั้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการไทเทรต

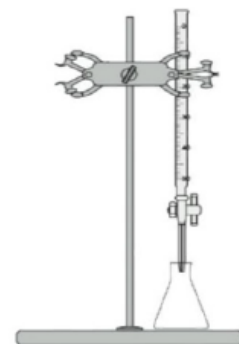


ปิเปตต์



บิวเรตต์

การจัดเครื่องมือสำหรับการไทเทรต



จุดยุติ เป็นจุดที่.....

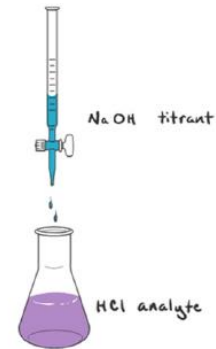
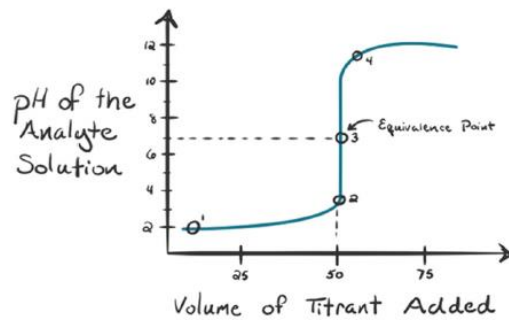
จุดสมมูล เป็นจุดที่.....

หากต้องการให้จุดยุติเป็นจุดเดียวกันกับจุดสมมูล ต้องเลือกใช้.....ที่เหมาะสมในการไทเทรต

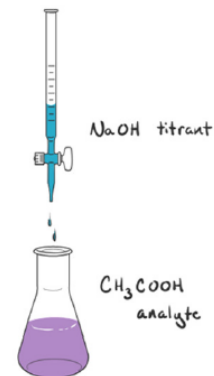
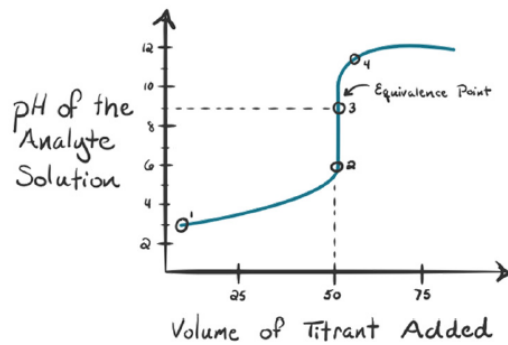
เกร็ดความรู้

หลักการเลือกอินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตกรด - เบส

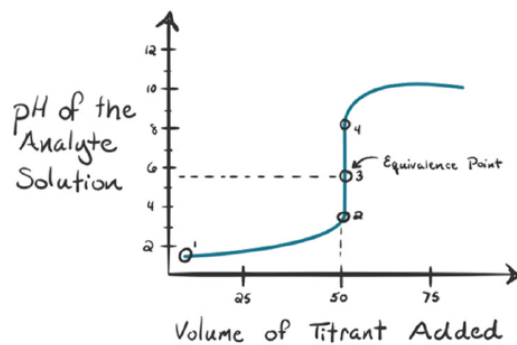
การไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่



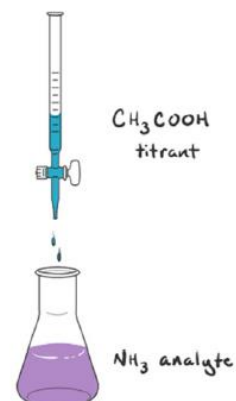
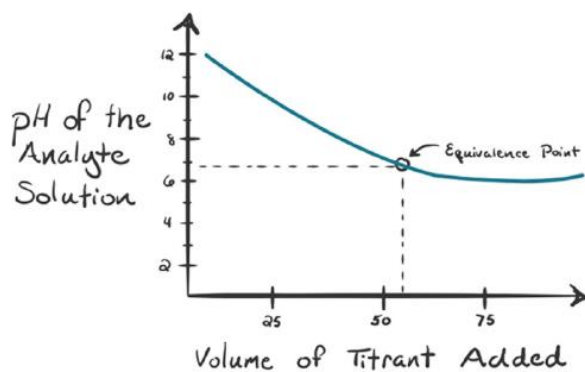
การไทเทรตเบสแก่กับการด่อน



การไทเทรตกรดแก่กับเบสอ่อน



การไทเทรตกรดอ่อนกับเบสอ่อน



- การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส ต้องเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่มีการเปลี่ยนสีของ pH ในช่วงที่กราฟการไทเทรตมีความชันมากที่สุด เช่น การไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่ ซึ่งพบว่า ช่วงที่ชันที่สุดมีค่า pH เราจึงสามารถเลือกอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH.....ได้หลายชนิด ได้แก่

เมทิลออเรนจ์ (ช่วง pH 3.2 – 4.4)

เมทิลเรด (ช่วง pH 4.2 – 6.3)

โบรโมไทมอลบลู (ช่วง pH 6.0 – 7.6)

ฟีนอล์ฟทาลีน (ช่วง pH 8.3 – 10.0)

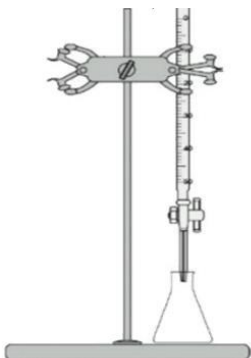
- อาจพิจารณาตามความแรงของกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันในระหว่างการไทเทรต ดังนี้
 - ✓ **กรดแก่กับเบสแก่** ให้เลือกอินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณ 7
 - ✓ **กรดแก่กับเบสอ่อน** ให้เลือกอินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ต่ำกว่า 7
 - ✓ **กรดอ่อนกับเบสแก่** ให้เลือกอินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH สูงกว่า 7
 - ✓ **กรดอ่อนกับเบสอ่อน** ให้เลือกอินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณ 7 แต่ไม่นิยมทำ

**การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย
กรดและสารละลายเบสจากการไทเทรต**

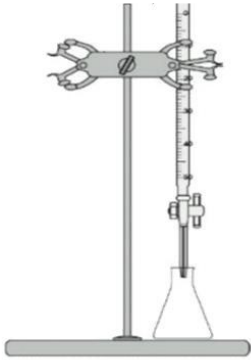
ในกรณีที่สารละลายกรดและเบสมีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (mol/dm^3) สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร ดังนี้ $aC_1V_1 = bC_2V_2$	C_1 และ C_2 แทนความเข้มข้นของสารละลายกรดและเบส (mol/dm^3) V_1 และ V_2 แทนปริมาตรของสารละลายกรดและเบส หน่วย cm^3 a แทน H^+ ที่แตกตัวได้จากกรด 1 โมเลกุล เช่น H_2SO_4 a = HCl a = CH_3COOH a = b แทน OH^- ที่แตกตัวได้จากเบส 1 โมเลกุล เช่น NaOH b = Mg(OH)_2 b =
--	--

ตัวอย่างที่ 1 สารละลาย HCl ปริมาตร 10 cm^3 ไทเทรตพอดีกับสารละลาย NaOH 0.1 mol/dm^3

ปริมาตร 10 mol/dm^3 จงหาความเข้มข้นของสารละลาย HCl

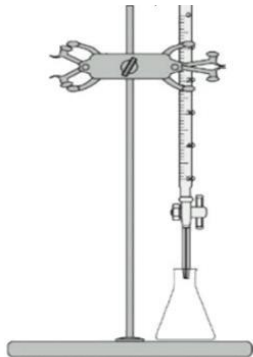


ตัวอย่างที่ 2 สารละลาย Ca(OH)_2 ปริมาตร 20 cm^3 ไทเทรตพอดีกับสารละลาย HCl 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 10 cm^3 จงหาความเข้มข้นของสารละลาย Ca(OH)_2

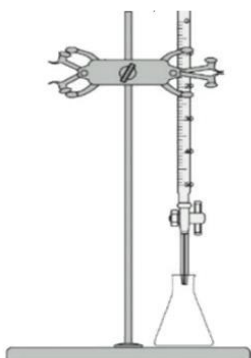


ตรวจสอบความเข้าใจ 12

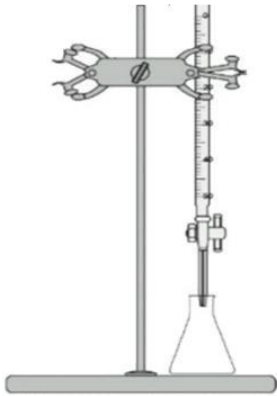
1. สารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 0.05 mol/dm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.02 mol/dm^3 ปริมาตร 60 cm^3 จงหาปริมาตรของสารละลายกรด H_2SO_4 ที่ใช้



2. ในการไทเทรตสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) ปริมาตร 25.00 มิลลิลิตร พบว่าทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 0.10 mol/dm^3 ปริมาตร 20.00 มิลลิลิตร สารละลายกรดไนตริกมีความเข้มข้นเท่าใด



3. ในการไทเทรตสารละลายแอมโมเนีย (NH_3) ปริมาตร 25.00 มิลลิลิตร กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.50 โมลต่อลิตร โดยใช้เมทิลเรดเป็นอินดิเคเตอร์ ปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้เท่ากับ 32.40 มิลลิลิตร สารละลายแอมโมเนียมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยมวลต่อปริมาตร



กิจกรรม 10.3 การทดลองการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์

- จุดประสงค์ :
1. ทดลองเพื่อศึกษาการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์
 2. เปรียบเทียบจุดยุติของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิด
 3. อธิบายการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ให้ได้จุดยุติใกล้เคียงกับจุดสมมูล

อุปกรณ์ สารเคมี และสารเคมี

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. สารละลายกรดแอสติก (CH_3COOH) 0.1 mol/L | |
| 2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 mol/L | |
| 3. เมทิลออเรนจ์ | 4. ฟีนอล์ฟทาลีน |
| 5. ปิเปตต์ขนาด 10 mL | 6. ปิเปตต์ขนาด 50 mL |
| 7. ขวดรูปกรวยขนาด 125 mL | 8. บีกเกอร์ ขนาด 100 mL |
| 9. หลอดหยด | 10. กรวยกรอง |
| 11. ขาดังพร้อมที่จับ | 13. ขวดน้ำกลั่น |

วิธีการทดลอง (ศึกษาจากในหนังสือเรียน)

บันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH ในการทดลองนี้คือ mol/L

ความเข้มข้นของสารละลาย CH_3COOH ในการทดลองนี้คือ mol/L

อินดิเคเตอร์ที่ใช้คือ

สีสารละลายเริ่มต้น (เมื่อเติมอินดิเคเตอร์)..... สีสารละลาย ณ จุดยุติ.....

ครั้งที่	ปริมาตรสารละลาย CH_3COOH	สารละลายมาตรฐาน NaOH		
		ขีดวัดปริมาตร เริ่มต้น	ขีดวัดปริมาตร เมื่อถึงจุดยุติ	ปริมาตรที่ใช้ (mL)
1				
2				
3				

บันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH ในการทดลองนี้คือ mol/L

ความเข้มข้นของสารละลาย CH_3COOH ในการทดลองนี้คือ mol/L

อินดิเคเตอร์ที่ใช้คือ

สีสารละลายเริ่มต้น (เมื่อเติมอินดิเคเตอร์)..... สีสารละลาย ณ จุดยุติ.....

ครั้งที่	ปริมาตรสารละลาย CH_3COOH	สารละลายมาตรฐาน NaOH		
		ขีดวัดปริมาตร เริ่มต้น	ขีดวัดปริมาตร เมื่อถึงจุดยุติ	ปริมาตรที่ใช้ (mL)
1				
2				
3				

บันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 3

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH ในการทดลองนี้คือ mol/L

ความเข้มข้นของสารละลาย CH_3COOH ในการทดลองนี้คือ mol/L

อินดิเคเตอร์ที่ใช้คือ

สีสารละลายเริ่มต้น (เมื่อเติมอินดิเคเตอร์)..... สีสารละลาย ณ จุดยุติ.....

ครั้งที่	ปริมาตรสารละลาย CH_3COOH	สารละลายมาตรฐาน NaOH		
		ขีดวัดปริมาตร เริ่มต้น	ขีดวัดปริมาตร เมื่อถึงจุดยุติ	ปริมาตรที่ใช้ (mL)
1				
2				
3				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรตจนถึงจุดยุติของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
ตอบ.....

2. ปริมาตรของ NaOH ที่ควรใช้ในการไทเทรตเพื่อให้ทำปฏิกิริยาพอดีกับ CH_3COOH เป็นเท่าใด

ตอบ.....

3. อินดิเคเตอร์ใดให้ปริมาตรของ NaOH ที่จุดยุติใกล้เคียงกับปริมาตรของ NaOH ที่จุดสมมูล

ตอบ.....

4. ช่วง pH การเปลี่ยนสีของเมทิลออเรนจ์ โบรโมไทมอลบลู และฟีนอล์ฟทาลีน ในรูป 10.7 ในหนังสือเรียน หน้า 45 มีความสัมพันธ์กับการเลือกอินดิเคเตอร์ให้ได้ใกล้เคียงกับจุดสมมูลอย่างไร

ตอบ.....



สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution)

ตารางการเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำกลั่นและสารละลาย ก

สารละลาย	pH	pH ที่เปลี่ยนแปลง
น้ำกลั่น 1,000 cm ³	7	–
เมื่อเติม HCl ลงไปเล็กน้อย	2	5
เมื่อเติม NaOH ลงไปเล็กน้อย	12	5
สารละลาย ก (CH ₃ COOH 0.01 mol/dm ³ + CH ₃ COONa 0.01 mol/dm ³) 1,000 cm ³	4.74	–
เมื่อเติม HCl ลงไปเล็กน้อย	4.66	0.08
เมื่อเติม NaOH ลงไปเล็กน้อย	4.83	0.09

- สารละลายบัฟเฟอร์ เป็นสารที่มีสมบัติควบคุม pH ของสารละลาย ให้คงที่เมื่อเติมกรดหรือเบสลงในสารละลายเล็กน้อย แล้วค่า pH ของสารละลายยังมีค่าคงที่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

ปฏิกิริยาของบัฟเฟอร์

- สารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติก (CH₃COOH) และโซเดียมอะซิเตต (CH₃COONa)
CH₃COOH เป็นกรดอ่อนที่แตกตัวให้ CH₃COO⁻ กับ H₃O⁺ จำนวนหนึ่ง แต่โมเลกุลส่วนใหญ่ยังเป็น CH₃COOH ส่วน CH₃COONa นั้นสามารถแตกตัวได้ทั้งหมด จึงมี CH₃COO⁻ กับ Na⁺ อยู่จำนวนมาก ดังสมการ



- ✓ เมื่อเติมกรด เช่น HCl
(aq) + H_3O^+ (aq)
- ✓ เมื่อเติมเบส เช่น NaOH
(aq) + OH^- (aq)

ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลง pH ของระบบขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ CH_3COOH และ CH_3COO^- ในระบบ

การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์

หลักการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ คือ เตรียมสารละลายโดยให้มีของผสมอยู่เป็นคู่กรดหรือคู่เบสนั้น ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

1. ใช้กรดอ่อนผสมกับเกลือของกรดอ่อนนั้น
2. ใช้เบสอ่อนผสมกับเกลือของเบสอ่อนนั้น
3. ใช้กรดอ่อนและเบสแก่ โดยให้ทำปฏิกิริยาจนเบสแก่หมด แต่กรดอ่อนเหลือ
4. ใช้เบสอ่อนและกรดแก่ โดยให้ทำปฏิกิริยาจนกรดแก่หมด แต่เบสอ่อนเหลือ

สารละลายบัฟเฟอร์	กรด	คู่เบส
สารละลายของกรด CH_3COOH และเกลือ CH_3COONa	CH_3COOH	CH_3COO^-
สารละลายของกรด H_3PO_4 และเกลือ NaH_2PO_4	H_3PO_4	
สารละลายของเกลือ NaH_2PO_4 และเกลือ Na_2HPO_4	H_2PO_4^-	
สารละลายของกรด H_2CO_3 และเกลือ NaHCO_3	H_2CO_3	
สารละลายของเกลือ NaHCO_3 และเกลือ Na_2CO_3	HCO_3^-	
สารละลายของเกลือ NH_4Cl และเบส NH_3	NH_4^+	NH_3

✚ CH_3COOH 2 mol/dm³ จำนวน 10 cm³ กับ NaOH 3 mol/dm³ จำนวน 5 cm³

✚ NH_3 3 mol/dm³ จำนวน 50 cm³ กับ HCl 1 mol/dm³ จำนวน 20 cm³

✚ KCN 2 mol/dm³ จำนวน 10 cm³ กับ HI 1 mol/dm³ จำนวน 10 cm³

✚ สารละลายใดต่อไปนี้ควบคุม pH ได้ดีที่สุด

- สารละลายผสมที่มี HCl 0.50 mol/L และ NaOH 0.50 mol/L
- สารละลายผสมที่มี NaHCO_3 0.10 mol/L และ Na_2CO_3 0.10 mol/L
- สารละลายผสมที่มี CH_3COONa 0.10 mol/L และ CH_3COOH 0.10 mol/L
- สารละลายผสมที่มี H_3PO_4 0.50 mol/L และ NaH_2PO_4 0.50 mol/L



กิจกรรม 10.4 การทดลองศึกษาสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์

- จุดประสงค์ :**
1. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้
 2. ทำการทดลองศึกษาสารละลายบัฟเฟอร์และประสิทธิภาพของสารละลายบัฟเฟอร์ได้
 3. สร้างแบบจำลองโดยใช้เทคนิค Stop motion จากดินเบาเพื่ออธิบายปฏิกิริยาของบัฟเฟอร์ได้

อุปกรณ์ สารเคมี และสารเคมี

วัสดุ อุปกรณ์	สารเคมี
1. หลอดหยด	1. สารละลายกรดแอซิติก (CH_3COOH) 0.1 M
2. จานหลุมพลาสติก	2. สารละลายโซเดียมแอซิเตต (CH_3COONa) 0.1 M
3. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.1 M
4. กระดาษสติกเกอร์	4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 M
5. ถุงซิปล็อคใส	5. ตัวอย่างบัฟเฟอร์ธรรมชาติ (แตงกวาสด)
6. มีดและเขียง	6. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

1. วัดกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์และบันทึกผล
2. วัดค่า pH ของน้ำกลั่นและบันทึกผล
3. ใช้หลอดหยดหยดกรด HCl 0.1 M ลงในน้ำกลั่นครึ่งละ 1 หยด สังเกตการเปลี่ยนสี บันทึกจำนวนหยด และค่า pH
4. ทำซ้ำแบบเดียวกันโดยใช้หลอดหยดหยดเบส NaOH 0.1 M ลงในน้ำกลั่นครึ่งละ 1 หยด สังเกตการเปลี่ยนสี บันทึกจำนวนหยด และค่า pH
5. ทำการทดลองแบบเดียวกันโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์แทนน้ำกลั่น

ผลการทดลอง

1. ผลของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อการควบคุมการเปลี่ยนแปลง pH เมื่อเติมกรด HCl

สารละลาย	จำนวนหยดของ HCl	ค่า pH เริ่มต้น / สีอินดิเคเตอร์	ค่า pH สุดท้าย / สีอินดิเคเตอร์
น้ำกลั่น pH =			
แอซิเตตบัฟเฟอร์ pH =			
บัฟเฟอร์ธรรมชาติ..... pH=			

2. การศึกษาผลของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อการควบคุมการเปลี่ยนแปลง pH เมื่อเติมกรด NaOH

สารละลายบัฟเฟอร์	จำนวนหยดของ NaOH	ค่า pH เริ่มต้น / สีนดิเคเตอร์	ค่า pH สุดท้าย / สีนดิเคเตอร์
น้ำกลั่น pH =			
แอซิเตตบัฟเฟอร์ pH =			
บัฟเฟอร์ธรรมชาติ..... pH=			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบคำถามท้ายการทดลอง

1. สารละลายบัฟเฟอร์มีสมบัติอย่างไร

.....

.....

.....

2. องค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ มีอะไรบ้าง จงยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

3. จงอธิบายประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์

.....

.....

ตรวจสอบความเข้าใจ 13

1. ถ้าสารละลายแต่ละชนิดมีความเข้มข้นและปริมาตรเท่ากัน เมื่อผสมสารละลายเข้าด้วยกัน ข้อใดเป็นสารละลายบัฟเฟอร์

ข้อ	สารละลายที่ 1	สารละลายที่ 2
1.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$
2.	NaF	HF
3.	Ca(OH)_2	$\text{Ca(NO}_3)_2$
4.	H_3PO_4	Na_3PO_4
5.	HCOOH	HCOOK
6.	Na_2HPO_4	Na_3PO_4

2. เมื่อผสมสารละลายคู่ที่กำหนดให้โดยใช้ปริมาตรเท่ากัน สารละลายผสมที่ได้จัดเป็นสารละลายบัฟเฟอร์หรือไม่ เพราะเหตุใด

2.1 ผสมสารละลาย NaOH 0.2 mol/dm^3 กับ H_2SO_4 0.1 mol/dm^3

.....

.....

2.2 ผสมสารละลาย NH_3 0.1 mol/dm^3 กับ NH_4Cl 0.1 mol/dm^3

.....

.....

2.3 ผสมสารละลาย CH_3COOH 0.1 mol/dm^3 กับ CH_3COOK 0.1 mol/dm^3

.....

.....

2.4 ผสมสารละลาย NH_4OH 0.05 mol/dm^3 กับ HCl 0.1 mol/dm^3

.....

.....

2.5 ผสมสารละลาย NaOH 0.5 mol/dm^3 กับ HCN 1 mol/dm^3

.....

.....

3. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไป

3.1 เติม HCl ลงในสารละลายผสมของ H_2PO_4^- กับ HPO_4^{2-}

.....

.....

3.2 เติม NaOH ลงในสารละลายผสมของ H_2CO_3 กับ HCO_3^-

.....
.....

2.3 เติม HNO_3 ลงในสารละลายผสมของ HCN กับ KCN

.....
.....

4. สารละลายผสมคู่ใดต่อไปนี้ควบคุม pH ได้ดีที่สุด

4.1. H_3PO_4 0.10 mol/L ปริมาตร 10 mL และ NaOH 0.10 mol/L ปริมาตร 5 mL

4.2. CH_3COOH 0.10 mol/L ปริมาตร 10 mL และ NaOH 0.10 mol/L ปริมาตร 10 mL

4.3. NH_3 0.10 mol/L ปริมาตร 10 mL และ HCl 0.10 mol/L ปริมาตร 10 mL

4.4. HCl 0.50 mol/L ปริมาตร 10 mL กับ NaOH 0.50 mol/L ปริมาตร 10 mL