



หน่วยที่ 5



สารละลาย





หัวข้อเรื่อง (Topics)

5.1 ความหมายและองค์ประกอบของสารละลาย

5.2 ความเข้มข้นของสารละลาย

5.3 การเตรียมสารละลาย

5.4 สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

5.5 สารละลายกรดและสารละลายเบส



5.1 ความหมายและองค์ประกอบของสารละลาย

สารละลาย (Solution) หมายถึง สารเนื้อเดียวที่ไม่บริสุทธิ์ เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มารวมกันสารละลายแบ่งส่วนประกอบได้ 2 ส่วนคือ

5.1.1 ตัวทำละลาย (Solvent) หมายถึง สารที่มีความสามารถในการทำให้สารต่าง ๆ ละลายได้โดยไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารนั้น

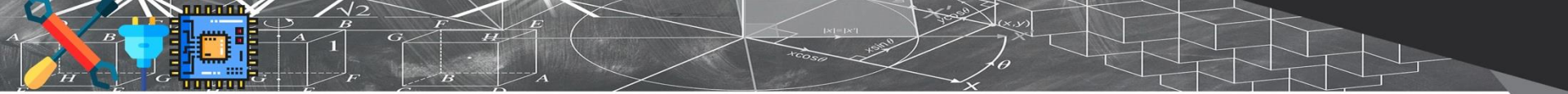
5.1.2 ตัวละลาย (Solute) หมายถึง สารที่ถูกตัวทำละลายละลายให้กระจายออกไปทั่วในตัวทำละลายโดยไม่ทำปฏิกิริยาเคมีต่อกัน อาจเรียกอีกอย่างว่า ตัวถูกละลาย

สารละลายมีทั้ง 3 สถานะ คือ สารละลายของแข็ง สารละลายของเหลว และสารละลายแก๊ส

1. **สารละลายของแข็ง** หมายถึง สารละลายที่มีตัวทำละลายมีสถานะเป็นของแข็ง เช่น ทองเหลือง นาก โลหะบัดกรี สัมฤทธิ์ เป็นต้น

2. **สารละลายของเหลว** หมายถึง สารละลายที่มีตัวทำละลายมีสถานะเป็นของเหลว เช่น น้ำเชื่อม น้ำหวาน น้ำเกลือ น้ำปลา น้ำส้มสายชู น้ำอัดลม เป็นต้น

3. **สารละลายก๊าซ** หมายถึง สารละลายที่มีตัวทำละลายมีสถานะเป็นก๊าซ เช่น อากาศ ก๊าซหุงต้ม เป็นต้น

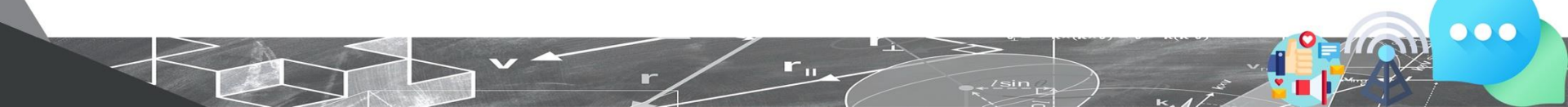


ตัวละลายแต่ละชนิดจะใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างตัวทำละลายและตัวถูกละลาย ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนั้นจะต้องรวมเป็นเนื้อเดียวกันและไม่ทำปฏิกิริยาเคมีต่อกัน การละลายของสารในตัวทำละลายนั้น สามารถทราบได้ว่าสารละลายแต่ละชนิดนั้นมีสารใดเป็นตัวทำละลายและมีสารใดเป็นตัวละลาย โดยมีวิธีการสังเกตตัวทำละลายและตัวละลายดังนี้

1. ใช้สถานะของสารละลายเป็นเกณฑ์ ถ้าสารละลายนั้นเกิดจากสารที่มีสถานะต่างกัน ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน สารใดที่มีสถานะเดียวกับกับสารละลาย สารนั้นจะเป็นตัวทำละลาย



สารละลายที่มีสถานะของเหลว



2. ใช้ปริมาณของสารแต่ละชนิดเป็นเกณฑ์ ถ้าสารละลายนั้นเกิดจากสารที่มีสถานะเดียวกัน ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน สารใดที่มีปริมาณมากกว่า สารนั้นจะเป็นตัวทำละลาย



สารละลายที่มีสถานะของแข็ง



5.2 ความเข้มข้นของสารละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย (Concentration of Solution) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าในสารละลายหนึ่ง ๆ มีปริมาณตัวถูกละลายจำนวนเท่าไร สารละลายเข้มข้น คือ สารละลายที่มีปริมาณตัวละลาย ละลายในสารละลายมาก ส่วนสารละลายเจือจาง คือ สารละลายที่มีปริมาณตัวละลายละลายในสารละลายน้อย เมื่อเทียบกับตัวทำละลาย

การบอกความเข้มข้นของสารละลาย สามารถบอกได้หลายวิธีดังนี้

5.2.1 ร้อยละ แบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ร้อยละโดยมวล (%w/w) เป็นหน่วยที่บอกมวลของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน (กรัม, กิโลกรัม)

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลตัวละลาย}}{\text{มวลสารละลาย}} \times 100$$

2. ร้อยละโดยปริมาตร (%v/v) เป็นหน่วยที่บอกปริมาตรของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}} \times 100$$

3. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (%w/v) เป็นหน่วยที่บอกมวลของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = \frac{\text{มวลตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}} \times 100$$

5.2.2 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ โมลาริตี (mol/dm^3 ; Molarity)

เนื่องจาก 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรมีค่าเท่ากับ 1 ลิตร จึงอนุโลมให้ใช้โมลต่อลิตร (mol/l) หรือเรียกว่า โมลาร์ (Molar) ใช้สัญลักษณ์ “M”

$$\text{โมลาร์ (M)} = \frac{\text{จำนวน โมลของตัวละลาย (mol)}}{\text{ปริมาตรสารละลาย (dm}^3\text{)}}$$

หมายเหตุ

$$\text{จำนวน โมล (n)} = \frac{\text{มวล (g)}}{\text{มวล โมเลกุล (g/mol)}}$$



5.2.3 โมลต่อกิโลกรัมหรือโมลาลิตี (mol/kg; molality)

หน่วยนี้อาจเรียกว่า โมแลล (molal) ใช้สัญลักษณ์ “m” เป็นหน่วยความเข้มข้นที่บอกให้ทราบว่าในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม (kg) มีตัวละลาย ละลายอยู่ที่โมล

$$\text{โมแลล (m)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย (mol)}}{\text{มวลสารละลาย (kg)}}$$

5.2.4 ส่วนในล้านส่วน (part per million; ppm)

หน่วยนี้เป็นหน่วยความเข้มข้นที่บอกให้ทราบว่าในสารละลาย 1 ล้านส่วนมีตัวถูกละลาย ละลายอยู่ที่ส่วน

$$\text{ppm} = \frac{\text{มวลหรือปริมาตรตัวละลาย (g หรือ cm}^3\text{)}}{\text{มวลหรือปริมาตรสารละลาย (g หรือ cm}^3\text{)}} \times 10^6$$

5.2.5 เศษส่วนโมล (Mole Fraction; X)

เศษส่วนโมลเป็นหน่วยที่แสดงสัดส่วนโดยจำนวนโมลของสารที่เป็นองค์ประกอบในสารละลายต่อจำนวนโมลรวมของสารทุกชนิดในสารละลาย

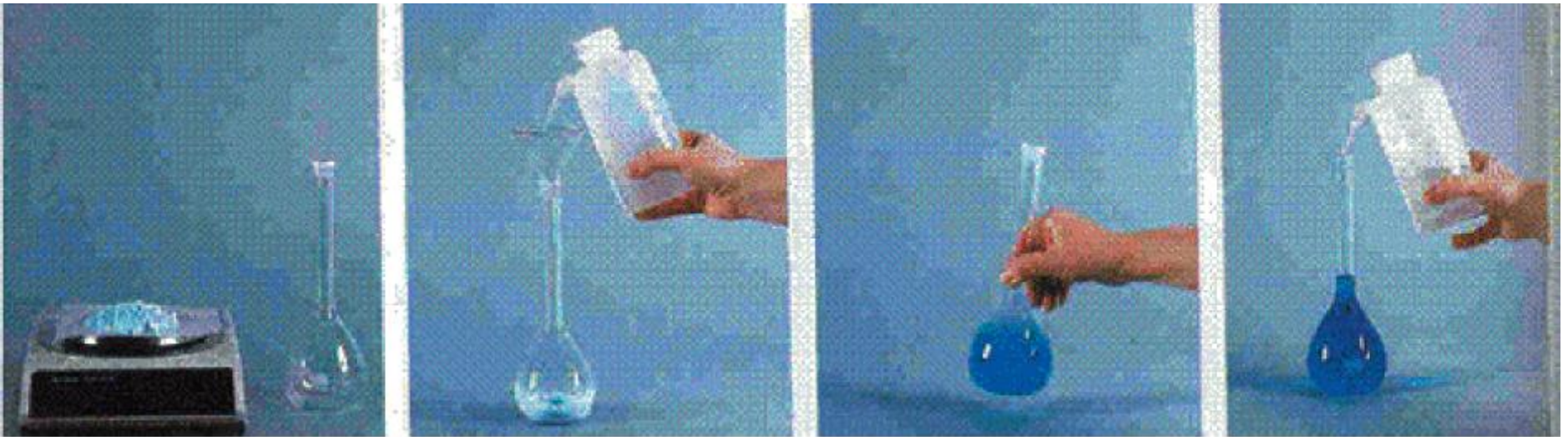
$$\text{เศษส่วน โมลของ A เขียนแทนด้วย } X_A = \frac{a}{a+b}$$

$$\text{เศษส่วน โมลของ B เขียนแทนด้วย } X_B = \frac{b}{a+b}$$

5.3 การเตรียมสารละลาย

ในการเตรียมสารละลายนั้นจะต้องใช้ปริมาณของตัวทำละลายและตัวละลายให้สอดคล้องกับปริมาณของสารละลายที่ต้องการเตรียม

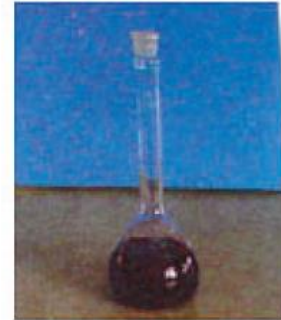
5.3.1 ตัวอย่างการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ เช่น การเตรียมสารละลายจุนดี (CuSO_4) ที่มีมีความเข้มข้น 7% โดยมวลต่อปริมาตรจำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร (หมายถึง มี CuSO_4 7 กรัมต่อสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)



การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์



5.3.2 การเตรียมสารละลายจากสารละลายที่มีอยู่แล้วมาทำให้เจือจาง เช่น การเตรียมสารละลายต่างทึบที่มีค่าความเข้มข้น 5% โดยมวลต่อปริมาตรจำนวน 250 cm^3 จากสารละลายต่างทึบที่มีอยู่ความเข้มข้น 10% โดยมวลต่อปริมาตร



การเตรียมสารละลายด้วยการทำให้เจือจาง



5.4 สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

5.4.1 สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Solution) หมายถึง สารที่เมื่อละลายในน้ำแล้วนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากมีไอออนซึ่งอาจจะเป็นไอออนบวก หรือไอออนลบเคลื่อนที่อยู่ในสารละลาย

5.4.2 สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ (Non-electrolyte) หมายถึง สารที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อละลายน้ำ ทั้งนี้เนื่องจาก สารพวกนอนอิเล็กโทรไลต์ จะไม่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้

Dissolved ions (NaCl)



Electrolyte solution

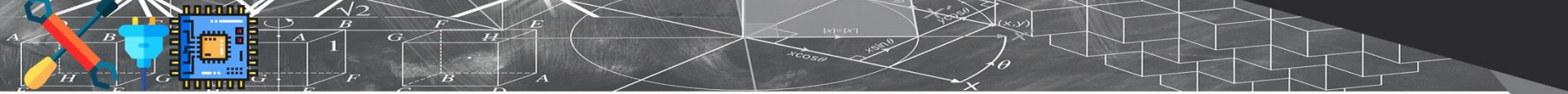
Dissolved molecules (sugar)



Nonelectrolyte solution

การเป็นอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ของสาร





สารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่าง ๆ นำไฟฟ้าได้ไม่เท่ากัน เนื่องจากการแตกตัวเป็นไอออนของอิเล็กโทรไลต์ไม่เท่ากัน อิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่า ก็จะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าอิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวเป็นไอออนได้น้อยกว่า อิเล็กโทรไลต์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. อิเล็กโทรไลต์แก่ (Strong Electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้มาก อาจจะแตกตัวได้ 100% และนำไฟฟ้าได้ดีมาก
2. อิเล็กโทรไลต์อ่อน (Weak Electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวได้บางส่วน นำไฟฟ้าได้น้อย

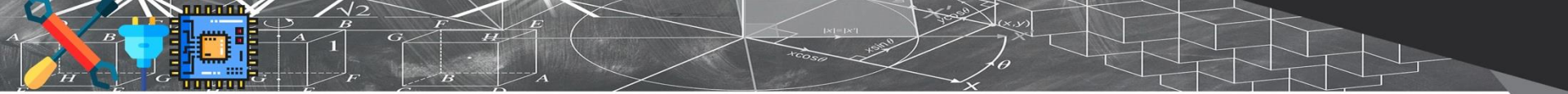


5.5 สารละลายกรดและสารละลายเบส

สารละลายกรดและสารละลายเบส ทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ให้ผู้เรียนสังเกต ไอออนที่ได้จากการแตกตัวของสารละลายกรดและเบส

5.5.1 ทฤษฎีกรด-เบส

1. ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน ค.ศ. 1887 ได้ตั้งทฤษฎีกรด-เบส โดยศึกษาการละลายน้ำและนำไฟฟ้าของสารละลาย พบว่าสารอิเล็กโทรไลต์จะแตกตัวเป็นไอออน
กรด คือ สารที่เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน
เบส คือ สารที่เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน
2. ทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตต-ลาวรี โจฮันส์ นิโคลัสเบรินสเตต นักเคมีชาวเดนมาร์ก และ โทมัสมาร์ติน ลาวรี นักเคมีชาวอังกฤษ ได้ศึกษาการให้และรับโปรตอนของสาร เพื่อใช้ในการอธิบาย และจำแนกกรด-เบสได้กว้างขึ้น และได้ตั้งทฤษฎีกรด-เบส ขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1923
กรด คือ สารที่สามารถให้โปรตอนกับสารอื่น ๆ ได้ (Proton Donor)
เบส คือ สารที่สามารถรับโปรตอนจากสารอื่นได้ (Proton Acceptor)



3. ทฤษฎีกรด-เบส ของลิวอิส ในปี ค. ศ. 1923 ลิวอิสได้เสนอนิยามของกรดและเบสดังนี้
กรด คือ สารที่สามารถรับอิเล็กตรอนคู่จากเบส แล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์
เบส คือ สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่ในการเกิดพันธะโคเวเลนต์

ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส ตามทฤษฎีนี้ อธิบายในลักษณะที่มีการใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมกันกรด
รับอิเล็กตรอนเรียกว่าเป็น Electrophile และเบสให้อิเล็กตรอนเรียกว่าเป็น Nucleophile และตามทฤษฎี
นี้สารที่เป็นเบสต้องมีอิเล็กตรอนคู่อิสระ

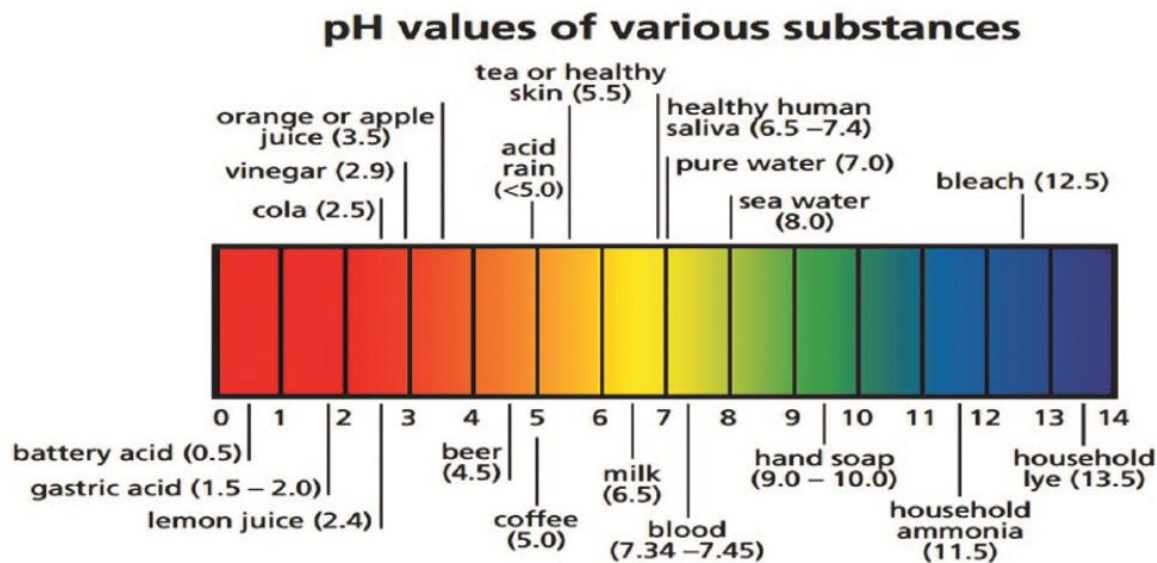
5.5.2 ค่า pH ของสารละลาย

pH ย่อมาจากคำว่า Positive Potential of the Hydrogen Ions คือ ค่าที่แสดงถึงความเข้มข้น
ของไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ใช้บอกความเป็นกรดหรือเบสของการ
ละลาย โดยค่า pH ของสารละลายเป็นค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน



วิธีวัด pH ของสารละลาย วัดได้ 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีเปรียบเทียบสี วิธีนี้เป็นการวัด pH โดยประมาณ ซึ่งทำได้โดยเติมอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมลงไปในการวัด pH แล้วเปรียบเทียบสีกับสารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบค่า pH แน่แน่นอน



สีมาตรฐานที่ใช้เทียบค่า pH



2. วิธีวัดความต่างศักย์ วิธีนี้วัด pH ได้อย่างละเอียด (มีความถูกต้อง 0.01 หน่วย pH) โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า พีเอชมิเตอร์ ซึ่งวัด pH ของสารละลายได้โดยวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว



พีเอชมิเตอร์

