

## การทดลองที่ 4.2 : การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

### วัตถุประสงค์

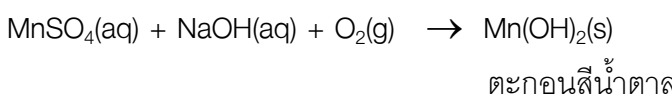
- 1) เพื่อเข้าใจการไทเทรตแบบปฏิกิริยารีดอกซ์
- 2) เพื่อสามารถหาออกซิเจนละลายในน้ำตัวอย่าง

### หลักการ

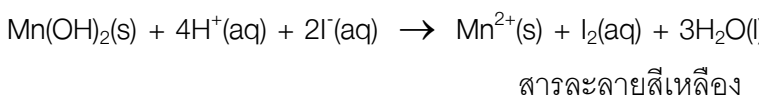
การหาค่าออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen, DO) คือการหาปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนในน้ำเป็นลักษณะที่สำคัญที่จะบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำจะอยู่ในช่วง 14.6 mg/L ที่ 0°C และ 7 mg/L ที่ 35°C ภายใต้อุณหภูมิ 1 บรรยากาศ ในน้ำเสียค่าอิ่มตัวของออกซิเจนที่ละลายน้อยกว่าในน้ำสะอาด การวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายทำได้หลายวิธี เช่นการใช้เครื่องวัดเรียกว่า ดีไอมิเตอร์ (DO meter) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำได้โดยตรง (หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร) หรือจะใช้วิธีทางเคมี เช่นวิธีไอโอดิเมตริกเคชันของไอโอดเมตริก (azide modification of iodometric method)

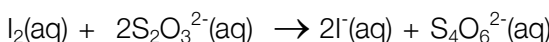
ในการทดลองนี้จะใช้วิธีไอโอดิเมตริกเคชันของไอโอดเมตริก ซึ่งเป็นการไทเทรตแบบเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox reaction) อาศัยปฏิกิริยาเคมีจากการเติมแมงกานีสซัลเฟต และอัลคาไลด์ไอโอไดด์ไฮดรอกไซด์ ไปเกิดปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แล้วรวมตัวเป็นตะกอนสีน้ำตาลของแมงกานีสไฮดรอกไซด์ (Mn(OH)<sub>2</sub>) ดังสมการ



ตะกอน Mn(OH)<sub>2</sub> จะละลาย เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกและเกิดสารละลายสีเหลืองของไอโอดีน (I<sub>2</sub>) ดังสมการ



ปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำตามปริมาณสัมพันธ์ สามารถหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นโดยไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ดังสมการ



### อุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 mL

### สารเคมี

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (manganese sulfate) ละลาย MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 48.0 กรัม หรือ ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 100 mL (อาจารย์ผู้ควบคุมเตรียมให้)

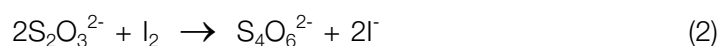
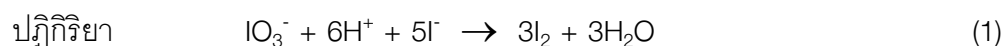
- อัลคาไลน์ ไอโอไดด์ เอไซด์ (alkaline-iodide-azide) ละลาย NaOH 50 กรัม และ NaI 13.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางปริมาตร 100 mL และเติมโซเดียมเอไซด์ (NaN<sub>3</sub>) 1 กรัม (ซึ่งละลายในน้ำกลั่น 4 mL) (อาจารย์ผู้ควบคุมเตรียมให้)
- น้ำแป้ง ละลายแป้ง 1.6 กรัม เติมกรดซาลิไซลิก 0.2 กรัม ในน้ำร้อนเดือด 100 mL
- 0.025 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O (Mw=248.18 g/mol)  
ชั่ง Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O 6.02xx กรัม ในบีกเกอร์ 50 mL ละลายน้ำกลั่นเล็กน้อย และเติม NaOH 0.4 กรัม เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรเป็น 1000 mL
- 0.025 N KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (Mw=389.92 g/mol)  
ชั่ง KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0.4062 กรัม (ผ่านการอบที่ 105°C) ในบีกเกอร์ 50 mL ละลายน้ำกลั่นเล็กน้อย เทใส่ขวดวัดปริมาตร 500 mL ปรับปริมาตรครบขีดปริมาตร

### วิธีการทดลอง

#### ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- ชั่ง KI 2 กรัม ในบีกเกอร์ 50 mL แล้วเทใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 mL เติมน้ำกลั่น 100 mL
- เติม conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 mL ด้วยปิเปต 1 mL
- ปิเปตสารละลาย KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 20 mL ใส่ลงไป เขย่าให้เข้ากัน
- ไทเทรตกับสารละลาย Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ที่บรรจุในบิวเรต จนสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อน ให้หยุดไทเทรตไว้ก่อน ให้เติมน้ำแป้ง 20 หยด แล้วไทเทรตต่อจนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสารละลายใสไม่มีสี
- จดปริมาตรของสารละลาย Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ตามหลักเลขนัยสำคัญ)
- คำนวณความเข้มข้นของ Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (หน่วย N)

#### การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไอโอซัลเฟต



$$\text{ปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยา (1)} \quad \text{mol I}_2 = \left(\frac{3}{1}\right) \text{mol IO}_3^-$$

$$\text{ปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยา (2)} \quad \text{mol I}_2 = \left(\frac{1}{2}\right) \text{mol S}_2\text{O}_3^{2-}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \left(\frac{1}{2}\right) \text{mol S}_2\text{O}_3^{2-} = \left(\frac{3}{1}\right) \text{mol IO}_3^-$$

$$\text{mol S}_2\text{O}_3^{2-} = \left(\frac{6}{1}\right) \text{mol IO}_3^-$$

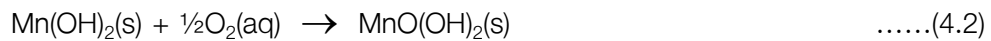
$$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \left(\frac{6}{1}\right) \left( \frac{N_{\text{KH}(\text{IO}_3)_2} \times V_{\text{KH}(\text{IO}_3)_2}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}} \right)$$

## ตอนที่ 2 การหาค่าออกซิเจนละลายในน้ำตัวอย่าง

1. เก็บน้ำตัวอย่างในขวด DO (แนะนำวิธี ขั้นตอนและข้อควรระวังในการเก็บตัวอย่าง)
2. เติมสารละลาย  $MnSO_4$  1 mL และสารละลายอัลคาไลน์ ไอโอดีน เอไซด์ 1 mL ลงในขวด BOD โดยให้ปลายปิเปตแตะที่ปากขวดเหนือผิวน้ำตัวอย่างเล็กน้อย (อย่าให้ปลายปิเปตจุ่มลงในน้ำตัวอย่าง) ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลง 15 ครั้ง เพื่อให้ของเหลวผสมเข้ากัน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นดังสมการ

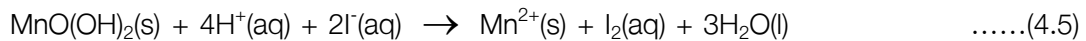
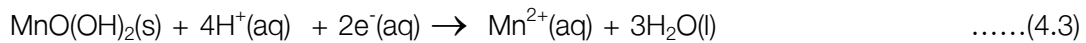


ตะกอนสีขาวของ  $Mn(OH)_2$  จะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนในน้ำเป็นตะกอนสีน้ำตาลของแมงกานีส (IV) ออกซิไฮดรอกไซด์ ( $MnO(OH)_2$ ) ดังสมการ



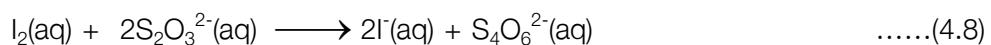
3. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนได้ปริมาณน้ำใส  $\frac{1}{2}$  ของขวด (ปริมาณตะกอนขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ)

4. เติม conc.  $H_2SO_4$  1 mL โดยให้กรดค่อย ๆ ไหลไปข้างขวด ปิดจุกผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลงจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ในขั้นตอนนี้แมงกานีส (IV) จะออกซิไดซ์ไอโอดีน (I<sup>-</sup>) เป็นไอโอดีน (I<sub>2</sub>) แทนที่ ซึ่งให้สารละลายสีเหลืองใส ดังสมการ



5. ตวงสารละลายปริมาตร 20 mL (ใช้กระบอกตวง 100 mL กับปิเปต 1 mL) ใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 mL

6. ไทเทรตกับสารละลาย  $Na_2S_2O_3$  ที่บรรจุในบิวเรต จนสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนให้หยุดไทเทรตแล้วเติมน้ำแข็ง 1 mL (20 หยด) แล้วไทเทรตต่อจนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสารละลายไม่มีสี



7. จดปริมาตรของสารละลาย  $Na_2S_2O_3$  (ตามหลักเลขน้อยสำคัญ)

8. คำนวณปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (หน่วย mg/L)

$$\text{ปริมาณ } O_2 \text{ ที่ละลาย (mg/L)} = \frac{N_{Na_2S_2O_3} \times V_{Na_2S_2O_3}}{V_{\text{sample}}} \times 8000 \quad \dots(4.9)$$

## รายงานการทดลอง

ปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการไทเทรต  
การทดลองที่ 4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ผู้ทำการทดลอง .....

.....

.....

.....

กลุ่ม ..... วันที่ทำการทดลอง .....

### 1. วัตถุประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

### 2. หลักการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 3. วิธีการทดลอง

3.1 คำนวณและอธิบายการเตรียมสารละลาย

1) 0.025 N  $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$  ปริมาตร 100 mL

.....

.....

.....

.....

.....

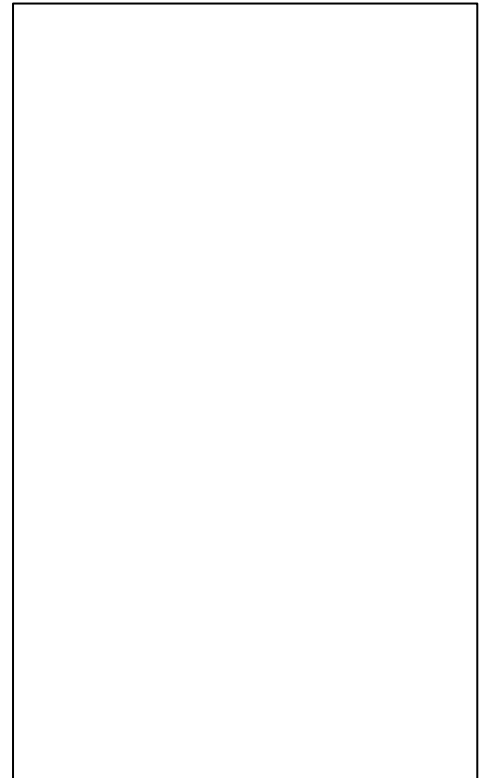
.....

2) 0.025 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ปริมาตร 1000 mL

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 3.3 ขั้นตอนการทดลอง

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



### 4. ผลการทดลอง

**ตอนที่ 1** การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

น้ำหนัก KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ..... กรัม

ความเข้มข้น KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> เป็น ..... นอร์มัล

ผลการไทเทรตการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ปริมาตร KH(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (mL)			
ปริมาตร Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mL)			
จำนวนโมล Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol)			
ความเข้มข้น Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (N)			
ความเข้มข้น Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (N) เฉลี่ย ± SD			

