

## ปฏิบัติการที่ 4

### การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยวิธีไทเทรต

### (Quantitative analysis by titration method)

การทดลองที่ 4.3 : การหาความกระด้างรวมในตัวอย่างน้ำ

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อฝึกทักษะการไทเทรตปฏิกิริยาแบบเกิดไอออนเชิงซ้อน
2. เพื่อหาปริมาณความกระด้างรวมในน้ำ

#### หลักการ

ความกระด้างของน้ำเป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะตกตะกอนสบู่ สบู่จะถูกทำให้ตกตะกอนโดย  $\text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Mg}^{2+}$  ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจตกตะกอนโดยไอออนตัวอื่น ๆ เช่น  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  ได้ด้วย แต่เนื่องจากไอออน  $\text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Mg}^{2+}$  มีอยู่ในน้ำธรรมชาติเป็นปริมาณมาก ดังนั้นจึงให้คำจำกัดความของความกระด้างของน้ำว่าเป็นสมบัติของน้ำ ซึ่งแทนค่าความเข้มข้นทั้งหมดของ  $\text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Mg}^{2+}$  ซึ่งบอกในรูปมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L หรือ ppm) ของแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) เช่น น้ำอ่อน, น้ำค่อนข้างกระด้าง, น้ำกระด้าง และน้ำกระด้างมากจะมีความกระด้างเป็น 0-75, 75-150, 150-300 และมากกว่า 300 mg/L as  $\text{CaCO}_3$  ตามลำดับ

ความกระด้างของน้ำจะแสดงในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตรของเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต ในการวิเคราะห์จะนำน้ำตัวอย่างมาทำการไทเทรตด้วยสารละลาย EDTA โดยมี eriochrome Black-T เป็นอินดิเคเตอร์

#### สารเคมี

1.  $\text{CaCO}_3$  (MW=100.01 g/mol) ชั่ง  $\text{CaCO}_3$  1.0000 กรัม (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ  $105^\circ\text{C}$  นาน 1 ชั่วโมง) ในปิเกตอร์ 50 mL ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 25.00 mL จนละลายหมด ต้มจนเดือดเพื่อไล่  $\text{CO}_2$  จึงเทสารทั้งหมดลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 1000 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (1 mL = 1 mg  $\text{CaCO}_3$ )
2. EDTA (MW=372.24 g/mol) ชั่ง  $\text{Na}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  หนักประมาณ 3.725 กรัม (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ  $80^\circ\text{C}$  นาน 1 ชั่วโมง) ละลายในน้ำ 700 mL กวนสารละลายโดยใช้แท่งแม่เหล็ก เติม NaOH ที่ละน้อย ๆ (ประมาณ 5 กรัม) คนจนละลายหมดแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1000 mL
3. สารละลาย eriochrome black-T 1% w/v ละลาย eriochrome black-T 1.0 กรัม ใน 100 mL (20:20:60 v/v ethanol : ethanolamine :  $\text{H}_2\text{O}$ )
4. บัฟเฟอร์ pH 10 ( $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_3$ ) ชั่งเกลือ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  6.8 กรัม ละลายด้วยสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 57 mL แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบปริมาตร 100 mL

#### วิธีการทดลอง

##### ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นแน่นอนของสารละลาย EDTA

- 1) ปิเปตสารละลาย  $\text{CaCO}_3$  ปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 2 mL
- 2) เติมสารละลาย eriochrome black-T 4-5 หยด
- 3) ไทเทรตกับสารละลาย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนจากม่วงแดงเป็นสีฟ้าอย่างถาวร



- 4) บันทึกปริมาตรสารละลาย EDTA
- 5) คำนวณความเข้มข้นแน่นอนของสารละลาย EDTA

#### การคำนวณความเข้มข้นแน่นอนของสารละลาย EDTA



$$1 \text{ โมล } \text{Ca}^{2+} \equiv 1 \text{ โมล EDTA}$$

$$M_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}} = M_{\text{CaCO}_3} \times V_{\text{CaCO}_3}$$

$$M_{\text{EDTA}} = \frac{M_{\text{CaCO}_3} V_{\text{CaCO}_3}}{V_{\text{EDTA}}}$$

#### ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาความกระด้างของน้ำ

- 1) ตวงน้ำตัวอย่าง 50 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 2 mL
- 2) เติมสารละลาย eriochrome black-T 4-5 หยด (สารละลายเป็นสีม่วงแดง ถ้าน้ำตัวอย่างมีความกระด้าง)
- 3) ไทเทรตกับสารละลาย EDTA จนสารละลายกลายเป็นสีฟ้าอย่างถาวร
- 4) คำนวณความกระด้างรวม (ในหน่วย mg/L as  $\text{CaCO}_3$ )

#### การคำนวณหาความกระด้างรวมในน้ำ

$$\text{ความกระด้างรวม (mg/L as } \text{CaCO}_3) = \frac{M_{\text{EDTA}} V_{\text{EDTA}} \times \text{MW}_{\text{CaCO}_3}}{V_{\text{sample}}} \times 1000$$



รายงานการทดลอง  
ปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการไทเทรต

การทดลองที่ 4.3 การวิเคราะห์หาความกระด้างรวมในตัวอย่างน้ำ

ผู้ทำการทดลอง .....

กลุ่ม..... วันที่ทำการทดลอง .....

---

1. วัตถุประสงค์การทดลอง

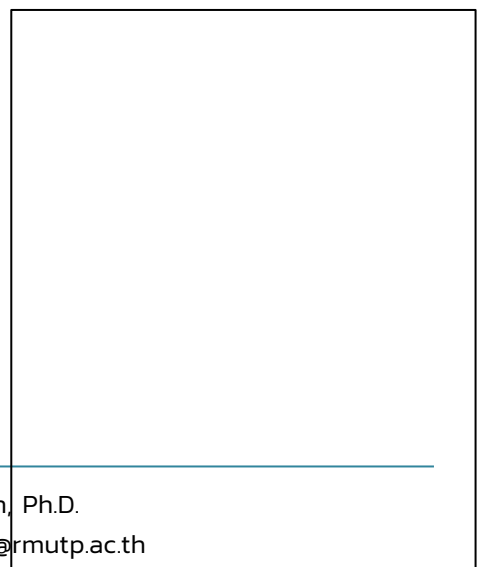
.....

2. หลักการ

.....

3. วิธีการทดลอง

.....



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

#### 4. ผลการทดลอง

**ตอนที่ 1** การหาความเข้มข้นมาตรฐานสารละลาย EDTA

ปฏิกิริยาการไทเทรต .....

อินดิเคเตอร์ คือ .....

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ความเข้มข้น $\text{CaCO}_3$ (M)			
ปริมาตร $\text{CaCO}_3$ (mL)			
ปริมาตร EDTA (mL)			
ความเข้มข้น EDTA (M)			
ความเข้มข้น EDTA (M) เฉลี่ย $\pm$ SD			

แสดงการคำนวณหาความเข้มข้น EDTA ในการไทเทรต (ครั้งที่ 1)

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

**ตอนที่ 2** การวิเคราะห์หาความกระด้างรวมในน้ำตัวอย่าง

ประเภทน้ำตัวอย่าง (ระบุแหล่ง).....

ปฏิกิริยาการไทเทรต .....

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (mL)			
ปริมาตร EDTA (mL) ที่จุดยุติ			
จำนวนมิลลิโมล EDTA (mmol)			
จำนวนมิลลิโมล $\text{CaCO}_3$ (mmol)			
จำนวน $\text{CaCO}_3$ (มิลลิกรัม)			
ความกระด้างรวม (mg/L) ในน้ำตัวอย่าง			
ความกระด้างรวมเฉลี่ย (mg/L) $\pm$ SD			



