การทดลองที่ 15
การหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อฝึกทักษะการไทเทรตปฏิกิริยารีดอกซ์
2. เพื่อหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

หลักการ

ออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) คือปริมาณของออกซิเจนที่ละลายหรือละลายลงในน้ำ ปริมาณ DO จะถูกวัดเป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) หรือส่วนต่อล้าน (ppm) เป็นขั้นตอนสำคัญในการควบคุมและดูแลคุณภาพของน้ำที่มีผลกับอุตสาหกรรม การเกษตร และสิ่งแวดล้อม การวัดปริมาณ DO นี้เป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินความเหมาะสมของน้ำสำหรับแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำและคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่สมบูรณ์ของระบบน้ำในพื้นที่นั้น [1]

ปริมาณ DO ในน้ำจะแปรผกผันตามอุณหภูมิและความเข้มข้นของแร่ธาตุในน้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงและความเข้มข้นของแร่ธาตุที่สูงอาจทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำละลายลงลง ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของน้ำลดลงและสามารถเกิดน้ำเน่าเสียได้ ปริมาณ DO ในน้ำธรรมชาติมักมีความแปรปรวนอยู่ในช่วงระดับต่ำถึงปานกลาง ซึ่งอยู่ในระดับประมาณ 5 - 14 mg/L หรือประมาณ 5,000 - 14,000 µg/L ซึ่งเป็นส่วนน้อยของปริมาณน้ำที่มีอยู่ในน้ำทะเลหรือน้ำเค็ม

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าต่างกันตามสถานที่และความต้องการของสิ่งมีชีวิต รวมถึงการใช้น้ำในแต่ละสาขาอุตสาหกรรม ดังนั้นการแบ่งประเภทปริมาณ DO ในน้ำมีดังนี้ [2]

1) ปริมาณออกซิเจนในน้ำธรรมชาติ
   - น้ำที่มีคุณภาพดีมักมีปริมาณ DO ระดับ 5 - 8 mg/L หรือมากกว่านี้
   - น้ำเสียมักมีปริมาณ DO ต่ำกว่า 3 mg/L
2) ปริมาณออกซิเจนในน้ำสำหรับสัตว์น้ำ
   - DO ต่ำกว่า 4 mg/L: ปลาไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
   - DO 4 - 6 mg/L: ปลาจำนวนน้อยมากสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
   - DO 6.5 - 9.5 mg/L: ปลาตัวใหญ่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ปลาตัวเล็กๆ อาจทำให้มีข้อจำกัดในการดำรงชีวิต
   - DO 9.5 - 12 mg/L: ปลาทุกขนาดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
3) ปริมาณออกซิเจนในน้ำสำหรับอุตสาหกรรมหรือเกษตรกรรม
   - มาตรฐานน้ำดื่ม: DO ระดับ 8 - 9 mg/L (คุณภาพน้ำดี ใช้สำหรับการอุปโภคบริโภค)
   - DO 6.7 - 8 mg/L: คุณภาพน้ำเริ่มมีการปนเปื้อน ใช้ในการอุปโภค
   - DO 4.5 - 6.7 mg/L: คุณภาพน้ำปนเปื้อนปานกลาง ใช้ในการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม

CATRE LAB

- DO ต่ำกว่า 4.5 mg/L: คุณภาพน้ำมีการปนเปื้อนมาก พืชและสัตว์น้ำเริ่มได้รับความเสี่ยง ใช้ประโยชน์ได้น้อย
- DO ต่ำกว่า 4 mg/L: คุณภาพน้ำอยู่ในภาวะวิกฤติ พืชและสัตว์น้ำเริ่มได้รับความเสี่ยง ใช้ประโยชน์ได้น้อย
- DO ต่ำกว่า 2 mg/L: คุณภาพน้ำอยู่ในภาวะวิกฤติ พืชและสัตว์น้ำไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ใช้ประโยชน์ไม่ได้

การวิเคราะห์ปริมาณ DO สามารถทำได้ผ่านหลายวิธี เช่น การใช้เครื่องวัดที่เรียกว่า ดีโอมิเตอร์ (DO Meter) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้โดยตรง (หน่วยเป็น mg/L) หรือผ่านวิธีทางเคมี เช่น วิธีไอโอโดเมตรี (Iodometry) ซึ่งเป็นกระบวนการทางเคมีที่ใช้ในการวัดปริมาณ DO ในน้ำโดยใช้สารเคมีสำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีของสารทดสอบเมื่อมีการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำ วิธีนี้ช่วยให้สามารถตรวจสอบปริมาณออกซิเจนในน้ำได้อย่างถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ เพื่อการควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้นๆ อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล [3]

ดังนั้นในการทดลองนี้จะใช้วิธีไอโอโดเมตรี (Iodometry) เพื่อหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ วิธีนี้ใช้กระบวนการไทเทรตแบบปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction) โดยใช้สารที่สนใจที่มีความแรงพอที่จะทำปฏิกิริยากับไอโอไดด์ (Iodide; I^-) ที่มีมากเกินพอในสภาวะกรด แล้วเปลี่ยนเป็นไอโอดีน (Iodine; I_2) จากนั้นจึงทำการไทเทรตเพื่อหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้น

กระบวนการวิธีไอโอโดเมตรีมีขั้นตอนหลักดังนี้ [4]

1) เตรียมตัวอย่างน้ำที่ต้องการตรวจวัดปริมาณ DO โดยให้ตัวอย่างน้ำอยู่ในสภาวะกรด โดยใช้กรด (Acid) เช่น กรดซัลฟิวริก (Sulfuric Acid) เพื่อปรับสภาพน้ำให้เป็นกรด เป็นต้น
2) เตรียมสารที่จะใช้ในกระบวนการ คือสารไอโอไดด์ (Iodide) และสารที่ใช้ในการไทเทรต (Titration) เช่น สารที่มีความเข้มข้นของไอโอไดน์ (Iodine) ที่ทราบล่วงหน้า อย่างโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$)
3) นำตัวอย่างน้ำที่ต้องการตรวจวัดมาใส่ในภาชนะที่เหมาะสมและเติมสารไอโอไดด์ (Iodide) เพื่อเริ่มกระบวนการ โดยการนำไอโอไดด์มาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำ จะทำให้ไอโอดีน (Iodine) กลายเป็นสีน้ำเงิน
4) หลังจากนั้นใช้สารไอโอไดน์ที่มีความเข้มข้นที่ทราบล่วงหน้าในการไทเทรต เมื่อสารไอโอไดน์ที่มีความเข้มข้นทำปฏิกิริยากับตัวอย่างน้ำ จะเริ่มเปลี่ยนสีของน้ำจากสีน้ำเงินไปสู่สีอ่อนลง และเมื่อไอโอไดน์ใช้หมดก็จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอีกครั้ง
5) การไทเทรตจะสิ้นสุดเมื่อสารไอโอไดน์ที่มีความเข้มข้นทำปฏิกิริยากับตัวอย่างน้ำสมบูรณ์ และจดบันทึกปริมาณที่ใช้ในกระบวนการไทเทรต
6) จากปริมาณที่ใช้ในกระบวนการไทเทรต สามารถคำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้จากสมการที่ 15.1

$$\text{ปริมาณ } O_2 \text{ ที่ละลายในน้ำ (mg/L)} = \frac{M \times V}{V_{sample}} \times 8000 \qquad (15.1)$$

เมื่อ M คือความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรต (M)

V คือปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรต (mL)

V_{sample} คือปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไทเทรต (mL)

การทดลองจึงอาศัยปฏิกิริยาเคมีจากการเติมแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) และอัลคาไลด์ไอโอไดด์เอไซด์ (Alkaline-iodide-azide) ไปทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แล้วรวมตัวเป็นตะกอนสีน้ำตาลของแมงกานีสไฮดรอกไซด์ ($Mn(OH)_2$) ดังปฏิกิริยา

$$MnSO_4(aq) + NaOH(aq) + O_2(g) \longrightarrow Mn(OH)_2(s)$$

(ตะกอนสีน้ำตาล)

ตะกอนของ $Mn(OH)_2$ จะละลาย เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกและเกิดสารละลายสีเหลืองของไอโอดีน (I_2) ดังปฏิกิริยา

$$Mn(OH)_2(s) + 4H^+(aq) + 2I^-(aq) \longrightarrow Mn^{2+}(s) + I_2(aq) + 3H_2O(l)$$

(สารละลายสีเหลือง)

ปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำตามปริมาณสารสัมพันธ์ สามารถหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นโดยไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ดังปฏิกิริยา

$$I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \longrightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$

ตัวอย่างเช่น จงหาความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ โดยใช้ KIO_3 0.3446 g ละลายในน้ำ แลวเติม KI ที่มากเกินพอ ทำให้เป็นกรดด้วย HCl จะเกิดเป็นสารละลาย I_2 แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย $Na_2S_2O_3$ โดยมีจุดยุติเท่ากับ 20.50 mL (กำหนดให้ Mw. KIO_3 = 214.00 g/mol)

วิธีทำ

1) เขียนปฏิกิริยาการไทเทรต

$IO_3^-(aq) + I^-(aq) + H_3O^+(aq) \longrightarrow I_2(aq) + H_2O(l)$ (1)

$I_2(aq) + S_2O_3^{2-}(aq) \longrightarrow I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$ (2)

2) ตรวจสอบและดุลสมการให้ถูกต้อง

$IO_3^-(aq) + 5I^-(aq) + 6H_3O^+(aq) \longrightarrow 3I_2(aq) + 9H_2O(aq)$ (1)

$I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \longrightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$ (2)

3) หาปริมาณสัมพันธ์ของแต่ละปฏิกิริยา

ปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยา (1)

$$\text{mmol } I_2 = \left[\frac{3}{1}\right] \text{mmol } IO_3^-$$

ปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยา (2)

$$\text{mmol } I_2 = \left[\frac{1}{2}\right] \text{mmol } S_2O_3^{2-}$$

ฉะนั้น

$$\left[\frac{1}{2}\right] \text{mmol } S_2O_3^{2-} = \left[\frac{3}{1}\right] \text{mmol } IO_3^-$$

$$\text{mmol } S_2O_3^{2-} = \left[\frac{6}{1}\right] \text{mmol } IO_3^-$$

$$\text{mmol } S_2O_3^{2-} = \left[\frac{6}{1}\right]\left[\frac{\text{mg } KIO_3}{\text{Mw.}KIO_3}\right]$$

$$\text{mmol } S_2O_3^{2-} = \left[\frac{6}{1}\right]\left[\frac{0.3446\times10^3}{214.00}\right]$$

ดังนั้น mmol $S_2O_3^{2-}$ เท่ากับ 9.6616 mmol

4) หาความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

$$[S_2O_3^{2-}] = \left[\frac{9.6616 \text{ mmol}}{20.50 \text{ mL}}\right]$$

ดังนั้น ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้เท่ากับ 0.4713 M

CATRE LAB

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสาร
2. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 mL
3. บิวเรต ขนาด 50.00 mL
4. กระบอกตวง ขนาด 50 mL
5. ขวด Duran ขนาด 250 mL
6. ปิเปต ขนาด 1, 5 mL
7. บีกเกอร์ ขนาด 50, 100, 250 mL
8. กระจกนาฬิกา
9. ขวดปรับปริมาตร 100, 250, 500 mL

สารเคมี

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (Manganese sulfate; $MnSO_4 \cdot 4H_2O$) เตรียมโดยชั่ง $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ 48.00XX กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางด้วยขวดปรับปริมาตร 100 mL
2. อัลคาไลน์ ไอโอไดด์ เอไซด์ (Alkaline-iodide-azide) เตรียมโดยชั่ง NaOH 50.XXXX กรัม และ NaI 13.5XXX กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 mL หลังจากนั้นชั่ง NaN_3 1.00XX กรัม ละลายในน้ำกลั่น 4 mL ผสมสารละลายเข้าด้วยกัน แล้วปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตร 100 mL
3. น้ำแป้ง (Starch solution) เตรียมโดยละลายแป้งมัน 2.00XX กรัม ด้วยน้ำร้อนเดือด และปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตร 100 mL
4. Sodium Thiosulfate Pentahydrate ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, Mw. 248.18 g/mol) เตรียมโดยชั่ง $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 3.XXXX กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย เติม NaOH 0.2X กรัม จากนั้นให้ปรับปริมาตรเป็น 500 mL ด้วยขวดปรับปริมาตร แล้วบรรจุใส่ลงในบิวเรตขนาด 50 mL
5. Potassium Hydrogen Di-iodate ($KH(IO_3)_2$, Mw. 389.92 g/mol) 0.025 M เตรียมโดยนำ $KH(IO_3)_2$ ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C หลังจากสารเย็นตัวลงให้นำมาชั่งน้ำหนัก 2.4XXX กรัม ละลายน้ำกลั่นเล็กน้อย จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 250 mL ด้วยขวดปรับปริมาตร
6. Sulfuric acid 6M เตรียมโดยตวงน้ำ 33.0 mL ใส่ลงในบีกเกอร์ 250 mL ตวง Sulfuric acid เข้มข้น 17.0 mL ค่อยๆ รินสารละลายกรดลงในน้ำอย่างช้าๆ และปิดฝาด้วยกระจกนาฬิกา

CATRE LAB

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$

1. ชั่ง KI 2.00XX กรัม ในบีกเกอร์ 50 mL แล้วเทใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 mL เติมน้ำกลั่น 50 mL
2. ปิเปตสารละลาย H_2SO_4 1 mL และใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่
3. ปิเปตสารละลาย $KH(IO_3)_2$ 1 mL ด้วยปิเปต และใส่ลงไป เขย่าให้เข้ากัน
4. ไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่บรรจุในบิวเรต จนสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อน ให้หยุดไทเทรตไว้ก่อน ให้เติมน้ำแป้ง 10 mL แล้วไทเทรตต่อจนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสารละลายใสไม่มีสี
5. จดปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (ตามหลักเลขนัยสำคัญ)
6. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ หน่วยโมลาร์ (M)

ตอนที่ 2 การทดลองหาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

1. เก็บน้ำตัวอย่างลงในขวด Duran
2. ปิเปตสารละลาย $MnSO_4$ 1 mL และสารละลายอัลคาไลน์ ไอโอไดด์ เอไซด์ 1 mL ลงในขวด โดยให้ปลายปิเปตแตะที่ปากขวดเหนือผิวน้ำตัวอย่างเล็กน้อย (อย่าให้ปลายปิเปตจุ่มลงในน้ำตัวอย่าง)
3. ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลง 15 ครั้ง เพื่อให้ของเหลวผสมเข้ากัน ทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ ตะกอนสีขาวของ $Mn(OH)_2$ จะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนในน้ำเป็นตะกอนสีน้ำตาลของแมงกานีส (IV) ออกซีไฮดรอกไซด์ ($Mn(OH)_2$)
4. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนได้ปริมาณน้ำใส ½ ของขวด (ปริมาณตะกอนขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ)
5. ปิเปตH_2SO_4 1 mL โดยให้กรดค่อยๆ ไหลไปข้างขวด ปิดจุกผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลงจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ในขั้นตอนนี้แมงกานีส (IV) จะออกซิไดซ์ไอโอไดด์ (I^-) เป็นไอโอดีน (I_2) ทันที ซึ่งให้สารละลายสีเหลืองใส
6. ตวงสารละลายปริมาตร 100 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ 250 mL
7. ไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่บรรจุในบิวเรต จนสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนให้หยุดไทเทรต แล้วเติมน้ำแป้ง 10 mL แล้วไทเทรตต่อจนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสารละลายไม่มีสี
8. จดปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (ตามหลักเลขนัยสำคัญ)
9. คำนวณปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (หน่วย mg/L)

CATRE LAB

<u>รายงานผลการทดลองที่ 15 การหาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)</u>

ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นแน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$

น้ำหนัก $KH(IO_3)_2$ ที่ใช้2.4419 กรัม

ความเข้มข้นของสารละลาย $KH(IO_3)_2$ ที่ใช้ 0.025 M

ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ เป็น 0.007 M

ปฏิกิริยาการไทเทรต

$$IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O \qquad (1)$$

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-} \qquad (2)$$

อินดิเคเตอร์ คือ น้ำแป้ง (Starch solution)

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ปริมาตรสารละลาย $KH(IO_3)_2$ (mL)	1.00	1.00	1.00
ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ก่อนการไทเทรต (mL)	50.00	50.00	50.00
ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ หลังสิ้นสุดการไทเทรต (mL)	27.00	29.50	29.00
ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไป (mL)	23.00	20.50	21.00
ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไป เฉลี่ย (mL)	21.50		

แสดงการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (M)

1) คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย $KH(IO_3)_2$ ที่แน่นอน

จากน้ำหนัก $KH(IO_3)_2$ ที่ใช้ 2.4419 g ละลายในน้ำ 250 mL และ Mw. 389.92 g/mol จะได้

$$g = \frac{\text{Concentration} \times \text{volume}}{1000} \times Mw$$

$$[KH(IO_3)_2] = \frac{2.4419 \times 1000}{389.92 \times 250}$$

ดังนั้น ความเข้มข้นของสารละลาย $KH(IO_3)_2$ ที่ใช้เป็น 0.025 M

2) คำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$

จากปฏิกิริยาการไทเทตที่เกิดขึ้น และความเข้มข้นของสารละลาย $KH(IO_3)_2$ ที่ใช้ 0.025 M ปริมาตร 1.00 mL

$$IO_3^- + 5I^- + 6H_3O^+ \longrightarrow 3I_2 + 3H_2O \qquad (1)$$

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-} \qquad (2)$$

หาปริมาณสัมพันธ์ของแต่ละปฏิกิริยา

ปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยา (1)

$$\text{mmol } I_2 = \left[\frac{3}{1}\right] \text{mmol } IO_3^-$$

ปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยา (2)

$$\text{mmol } I_2 = \left[\frac{1}{2}\right] \text{mmol } S_2O_3^{2-}$$

ฉะนั้น

$$\left[\frac{1}{2}\right] \text{mmol } S_2O_3^{2-} = \left[\frac{3}{1}\right] \text{mmol } IO_3^-$$

$$\text{mmol } S_2O_3^{2-} = \left[\frac{6}{1}\right] \text{mmol } IO_3^-$$

$$M_{S_2O_3^{2-}} = \left[\frac{6}{1}\right]\left[\frac{M_{KH(IO_3)_2} \times V_{KH(IO_3)_2}}{V_{Na_2S_2O_3}}\right]$$

$$M_{S_2O_3^{2-}} = \left[\frac{6}{1}\right]\left[\frac{0.025 \times 1}{21.50}\right]$$

ดังนั้น ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่แน่นอนเท่ากับ 0.007 M

CATRE LAB

ตอนที่ 2 การทดลองหาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ประเภทตัวอย่างน้ำ (ระบุ) น้ำประปาภายในห้องปฏิบัติการ

เขียนปฏิกิริยาการไทเทรต

$$MnSO_4 + NaOH + O_2 \longrightarrow Mn(OH)_2 \quad (1)$$

$$Mn(OH)_2 + 4H^+ + 2I^- \longrightarrow Mn^{2+} + I_2 + 3H_2O \quad (2)$$

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-} \quad (3)$$

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (mL)	100	100	100
ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไทเทรต (mL)	12.00	12.00	12.00
ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไป เฉลี่ย (mL)	12.00		

แสดงการคำนวณปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (หน่วย mg/L)

จากปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ 100 mL ในการไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ความเข้มข้น 0.007 M ปริมาตร 12.00 mL

จากสูตรการหาปรอมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จะได้

$$\text{ปริมาณ } O_2 \text{ ที่ละลายในน้ำ (mg/L)} = \frac{M_{Na_2S_2O_3} \times V_{Na_2S_2O_3}}{V_{sample}} \times 8000$$

$$\text{ปริมาณ } O_2 \text{ ที่ละลายในน้ำ (mg/L)} = \frac{0.007 \times 12.00}{100} \times 8000$$

ดังนั้น ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำประปา เท่ากับ 6.72 mg/L

<u>สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง</u>

จากการทดลองการหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ใช้วิธีไอโอโดเมตรี (Iodometry) และกระบวนการไทเทรตแบบปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction) เพื่อหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ การทดลองอาศัยการใช้แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) และอัลคาไลด์ไอโอไดด์เอไซด์ (Alkaline-iodide-azide) เพื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และเมื่อปฏิกิริยาเสร็จสิ้น สารละลายจะเปลี่ยนเป็นตะกอนสีน้ำตาลของแมงกานีสไฮดรอกไซด์ ($Mn(OH)_2$) โดยการเติมกรดซัลฟิวริกจะทำให้ตะกอนอยู่ในสภาวะกรดและสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของไอโอดีน (I_2) จากนั้นใช้สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) เพื่อไทเทรตกับไอโอดีนที่เกิดขึ้นและหาความเข้มข้นของไอโอดีนนั้นได้

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) หาได้โดยการไทเทรตกับโพแทสเซียมไฮโดรเจน ไดไอโอเดต ($KH(IO_3)_2$) โดยทราบว่าความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ เท่ากับ 0.007M จากนั้นจึงใช้น้ำประปาตัวอย่างเพื่อหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้น ซึ่งปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำตามปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ และได้ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็น 6.72 mg/L

ดังนั้น ผลการทดลองเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค และจากค่ามาตรฐานน้ำดื่ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำควรอยู่ที่ระดับ 8 - 9 mg/L เพื่อให้น้ำมีคุณภาพดีสำหรับการดื่มและใช้ในการอุปโภค โดยค่าที่ได้จากการทดลองอยู่ต่ำกว่าช่วงนี้ แสดงถึงคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการอุปโภคได้ แต่ยังมีความเป็นไปได้ที่มีการปนเปื้อนเล็กน้อย

หมายเหตุ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ได้ขึ้นอยู่กับแหล่งตัวอย่างที่เก็บมาเท่านั้น (ในการทดลองนี้ใช้น้ำประปาภายในห้องปฏิบัติการ)

FATHE LAB

อ้างอิง

[1] บริษัท นีโอนิคส์ จำกัด, “ออกซิเจนในน้ำคืออะไร (Dissolved oxygen),” บริษัท นีโอนิคส์ จำกัด, 19 7 2022. [ออนไลน์]. Available: https://www.tools.in.th/dissolved-oxygen/oxygen-in-water/. [เข้าถึงเมื่อ 18 9 2023].

[2] สำนักงานประมงจังหวัดนครนายก, “ออกซิเจนในน้ำคืออะไร? ทำไมต้องวัดออกซิเจนในน้ำ?,” สำนักงานประมงจังหวัดนครนายก, 2023. [ออนไลน์]. Available: https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_activities/16/116613. [เข้าถึงเมื่อ 19 9 2023].

[3] ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ บริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ บริการวิเคราะห์น้ำเสีย, “การวิเคราะห์ BOD (Biological Oxygen Demand),” ห้องปฏิบัติการ เอส เอส ซี ออยล์ จำกัด (ว. 302) , 11 6 2020. [ออนไลน์]. Available: https://www.facebook.com/sscoillab/posts/289498899104353/. [เข้าถึงเมื่อ 19 9 2023].

[4] วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ, “เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry); การไทเทรตปฏิกิริยารีดอกซ์,” คณะวิยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครเหนือ, 23 5 2020. [ออนไลน์]. Available: https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=7#bwg31/1558. [เข้าถึงเมื่อ 19 9 2023].

CATRE LAB