

สารละลายมาตรฐาน

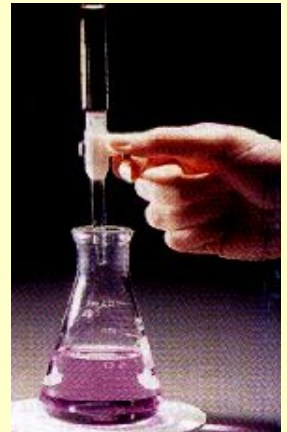
โดย

นางสาวสุทธิณี มีสุข

ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)

การวิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธีปริมาตรวิเคราะห์ ด้วยการไทเทรต (Titrimetric Analysis) นั้นสามารถทำได้โดยวัดปริมาตรของสารละลายมาตรฐานที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายตัวอย่าง ซึ่งกระบวนการที่สารละลายมาตรฐานเข้าทำปฏิกิริยาพอดีกับสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์นี้เรียกว่าการไทเทรต (Titration) ซึ่งสิ่งที่สำคัญสำหรับการไทเทรตเพื่อต้องการวิเคราะห์หาปริมาณสารตัวอย่างนี้ก็คือสารละลายมาตรฐาน



สารละลายมาตรฐาน หมายถึง สารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว การเตรียมสารละลายมาตรฐานให้มีความเข้มข้นที่ถูกต้องแน่นอน เพื่อใช้สำหรับทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง สามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

1. วิธีตรง หรือเรียกว่าการเตรียมสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary standard solution) โดยเตรียมจากการชั่งสารที่จะใช้ทำเป็นสารละลาย ที่มีความบริสุทธิ์ให้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด แล้วละลายในตัวทำละลายให้มีปริมาตรตามที่ต้องการพอดีในขวดวัดปริมาตร ซึ่งเครื่องแก้วหรือเครื่องมือที่ใช้ควรเป็นชนิด Class A ที่ผ่านการสอบเทียบมาแล้ว จากนั้นจึงคำนวณค่าความเข้มข้นที่แน่นอนจากการชั่งน้ำหนักที่ได้และจากปริมาตรที่เตรียมขึ้น ซึ่งคุณสมบัติของสารละลายมาตรฐานปฐมภูมินั้นจะต้องเตรียมจากสารที่มีความบริสุทธิ์สูง หากเป็นไปได้ควรสอบกลับได้ถึงหน่วย SI และเมื่อเตรียมเป็นสารละลายแล้วจะได้สารที่มีความเสถียรสูง เก็บรักษาได้นานโดยที่ความเข้มข้นไม่เปลี่ยนแปลง

2. วิธีอ้อม หรือเรียกว่าการเตรียมสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary standard solution) โดยการเตรียมสารละลายอย่างหยาบๆ แล้วนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิเพื่อหาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย หรือเรียกว่าเป็นการเทียบค่าความเข้มข้น (standardize) กับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ นิยมใช้วิธีนี้ในกรณีที่ไม่สามารถหาสารมาตรฐานปฐมภูมิที่เหมาะสมได้ สารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ มักมีระดับความบริสุทธิ์หรือเสถียรภาพต่ำกว่าสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

ความสำคัญของสารละลายมาตรฐาน

ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้สารละลายมาตรฐาน เนื่องจากเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ทดสอบที่ใช้หาความเข้มข้นของสารตัวอย่างโดยการเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐาน หากเปรียบเทียบการวิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธีปริมาตรวิเคราะห์นี้กับการวิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้เครื่องมือ (Instrumental Analysis) เช่นเครื่อง UV - Vis Spectrophotometer แล้วนั้น สารละลายมาตรฐานก็เปรียบได้กับกราฟมาตรฐาน (Standard Curve) ที่ใช้ในการเทียบหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับความเข้มข้นของสารละลายเช่นกัน



วิธีเทียบความเข้มข้น (Standardization) ของสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมินั้น สามารถทำได้เองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งวิธีวิเคราะห์ที่ใช้วิธีเทียบความเข้มข้นนี้ ได้แก่การวิเคราะห์หาปริมาณความกระด้างทั้งหมดในน้ำ (Hardness) โดยวิธี Titrimetric Method ทำโดยเตรียมสารละลายมาตรฐาน EDTA 0.01 M ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ โดยการชั่ง EDTA 3.723 g ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร และเตรียมสารละลายมาตรฐาน CaCO₃ 0.01 M ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ โดยการชั่ง CaCO₃ ที่ผ่านการอบแล้วที่น้ำหนักที่แน่นอน 1.0000 g ละลายในน้ำกลั่นที่ต้มไล่ CO₂ แล้วและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร (1 ml = 1 mg CaCO₃) จากนั้นนำสารละลายมาตรฐาน EDTA 0.01 M มาเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐาน CaCO₃ 0.01 M โดยการปิเปตสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ CaCO₃ 0.01 M 10 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมสารละลายบัฟเฟอร์และใช้ Eriochrome Black T เป็นอินดิเคเตอร์ นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน EDTA 0.01 M เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน คำนวณความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายมาตรฐาน EDTA จากสูตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

- เมื่อ
- C₁ = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ CaCO₃ (เท่ากับ 0.01 M)
 - V₁ = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ CaCO₃ ที่ใช้ (เท่ากับ 10 ml)
 - C₂ = ความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายมาตรฐาน EDTA (M)
 - V₂ = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน EDTA ที่ใช้ไป (ml)

หลังจากทราบค่าความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายมาตรฐาน EDTA แล้วนั้น จะนำสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิที่ได้ไปใช้ในการเป็นไทเทรนต์ (titrant) หรือใช้ไทเทรตกับสารตัวอย่าง เพราะเมื่อถึงจุดที่สารละลายทั้งสองทำปฏิกิริยากันพอดี (เรียกว่าจุดสมมูล) จนสังเกตเห็นจุดยุติ (คือจุดที่สารละลายเกิดการเปลี่ยนสี) แล้วนั้น จะสามารถคำนวณเพื่อหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างได้ ตัวอย่างของการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณความกระด้างทั้งหมดในน้ำ ทำโดยปิเปตตัวอย่างน้ำปริมาตร 50 ml เติมสารละลายบัฟเฟอร์เล็กน้อย เติม Eriochrome Black T และนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน EDTA เมื่อถึงจุดยุติให้จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน EDTA ที่ใช้ไป สำหรับ blank ทำเช่นเดียวกันแต่ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง นำมาคำนวณค่าปริมาณความกระด้างทั้งหมดในรูปของ CaCO₃ (mg/L) จาก

$$CaCO_3 (mg / L) = \frac{\{V(EDTA)_{sample} - V(EDTA)_{blank}\} \times M \times 1000 \times 100.01}{V_{sample} (50 ml)}$$

- เมื่อ
- M = ความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายมาตรฐาน EDTA
 - V (EDTA)_{sample} = ปริมาตรของ Std. EDTA Solⁿ ที่ใช้ในการไทเทรตกับสารตัวอย่าง (ml)
 - V (EDTA)_{blank} = ปริมาตรของ Std. EDTA Solⁿ ที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank (ml)
 - V_{sample} = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (ml)

1. มีความบริสุทธิ์สูง ไม่ควรมีสสิ่งเจือปน (Impurity) อยู่มากกว่า 0.01 - 0.02 % และควรสามารถทดสอบสิ่งเจือปนในเชิงคุณภาพได้
2. มีเสถียรภาพสูง นั่นคือสามารถเก็บรักษาในสภาพที่บริสุทธิ์ได้นาน ไม่ดูดความชื้นง่าย ไม่ทำปฏิกิริยากับแก๊สในอากาศ และไม่เกิดปฏิกิริยาเมื่อได้รับแสง เป็นต้น
3. มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เพื่อให้มีความผิดพลาดจากการชั่งน้อย โดยทั่วไปความผิดพลาดจากการชั่งจะอยู่ประมาณ 0.1 - 0.2 mg ดังนั้นเพื่อให้ความผิดพลาด จากการชั่งไม่เกิน 1 ppt ควรใช้รีเอเจนทีไม่น้อยกว่า 200 mg
4. ไม่เป็นสารที่มีน้ำผลึก (Hydrated substance) ยกเว้นสารที่น้ำผลึกมีเสถียรภาพสูง จำนวนโมลของน้ำผลึกไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อนำไปอบหรือเก็บไว้ในโถดูดความชื้น
5. สามารถเตรียมได้ในเชิงพาณิชย์
6. ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ต้องการใช้

ตัวอย่างสารมาตรฐานปฐมภูมิและทุติยภูมิ

สารมาตรฐานปฐมภูมิ	สารมาตรฐานทุติยภูมิ
- Calcium Carbonate (CaCO ₃)	- Ethylene Diamine Tetraacetate (EDTA)
- Potassium Hydrogen Iodate (KH(IO ₃) ₂)	- Sodium Thiosulfate (Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O)
- Potassium Dichromate (K ₂ Cr ₂ O ₇)	- Ferrous ammonium sulfate (FeSO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄ ·6H ₂ O)
- Sodium Carbonate (Na ₂ CO ₃)	- Sulfuric Acid (H ₂ SO ₄)

จากความรู้ข้างต้นที่กล่าวมานั้น จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธีปริมาตรวิเคราะห์ด้วยการไทเทรต เพื่อให้ทราบค่าเชิงปริมาณของสารตัวอย่างนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ใช้เป็นตัวเทียบค่าความเข้มข้นและนำมาคำนวณเพื่อหาปริมาณของสารตัวอย่างนั้นคือสารละลายมาตรฐาน โดยเฉพาะสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ ที่ต้องมีค่าที่เชื่อถือได้ เพราะต้องถ่ายทอดไปยังสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ และนำความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายมาตรฐานทุติยภูมินั้นไปหาความเข้มข้นของสารตัวอย่าง ดังนั้น การวิเคราะห์หาปริมาณนอกจากเรื่องความบริสุทธิ์ของสารเคมีที่เลือกใช้แล้ว ความรู้ความสามารถ เทคนิคที่ใช้ในการเตรียมสารละลายและทักษะของเจ้าหน้าที่ทดสอบจึงเป็นสิ่งสำคัญไม่แพ้กัน หากเจ้าหน้าที่ทดสอบทราบและเข้าใจถึงความสำคัญของสารละลายมาตรฐานชนิดต่างๆ แล้ว จะทำให้เกิดความตระหนักและให้ความสำคัญกับการเตรียมสารละลายมาตรฐาน ที่เป็นตัวถ่ายทอดความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ ทำให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับแก่บุคคลทั่วไป ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญกับการเตรียมและการเลือกใช้สารละลายมาตรฐานที่เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

1. สารละลายมาตรฐาน อ้างถึงวันที่ 5 มกราคม 2554 เข้าถึงได้จาก : <http://agri.wu.ac.th/msamsak/Soil/Lab/StdSolution.htm>
2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ, ปฏิบัติการทดลองที่ 5 การวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีและดีบุกในสารละลายตัวอย่างด้วยวิธีการทางเคมีวิเคราะห์ อ้างถึงวันที่ 5 มกราคม 2554 เข้าถึงได้จาก: http://www.sut.ac.th/Engineering/Metal/pdf/Chem%20Met%20Lab/Lab_5_Chemical_Analysis.pdf
3. การวิเคราะห์ความกระด้างทั้งหมดในน้ำ อ้างถึงวันที่ 27 มกราคม 2554 เข้าถึงได้จาก <http://www.vcharkarn.com/vcafe/135753>