



เทคนิคการเตรียมสารละลาย (Solution Preparation Technique)

นางสาวชมภูษ พิมพ์ทอง
นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)

การเตรียมสารละลายเป็นกิจกรรมที่จำเป็นอย่างมากต่อการปฏิบัติงานวิเคราะห์ทดสอบ ทั้งด้านการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีที่เป็นพื้นฐานบุคลากรปฏิบัติงาน และผู้เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ทดสอบทางห้องปฏิบัติการ จะต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายชนิดต่างๆ การจัดเก็บ และการเลือกใช้เครื่องมือในการเตรียมเพื่อให้เกิดความมั่นใจในความถูกต้องแม่นยำตามมาตรฐานสากล และส่งผลให้ผลการวัดน่าเชื่อถือ

● เทคนิคการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเตรียมสารละลาย

1. การเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับงานในห้องปฏิบัติการ

1.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ ต้องมีความเหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ

1.1.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ ตรงตามวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน เช่น งานที่ต้องการความแม่นยำสูงก็ต้องใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำ สูงตามไปด้วย และสามารถตรวจสอบ หรือสอบกลับได้

1.1.2 มีขนาดบรรจุ และความจุที่เหมาะสมกับชนิดของงาน เช่น ในการเตรียมสารละลายที่ใช้ในปริมาณน้อย ๆ ก็ต้องใช้ขนาดบรรจุที่เหมาะสม เพื่อจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านการจัดซื้อ ทั้งสารเคมี อุปกรณ์ เครื่องแก้ว

1.1.3 วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือ อุปกรณ์ ต้องมีความเหมาะสมกับงาน หรือความคงทน เช่น สารละลายกรด ต่าง Conc. ความร้อน ต้องใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ชนิดที่ทนกรด-ด่าง ทนต่อการกัดกร่อนสูง และทนความร้อนสูงด้วย

1.2 ตรวจสอบเครื่องมือ อุปกรณ์ ก่อนนำมาใช้งาน

1.2.2 การตรวจสอบสภาพภายนอกทั่วไป เช่น รอยแตก รอยร้าว รอยรูด รอยขีด สนิม สายไฟฟ้า เป็นต้น

1.2.3 การตรวจสอบความสะอาด เช่น รอยหยดน้ำ

1.2.4 ตรวจสอบท่อน้ำและcondenser ของเครื่องกลั่นต้องสะอาด ไม่อุดตัน (กรณีเครื่องมือ) ก่อนปฏิบัติงานทุกครั้ง เพื่อลดความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน

- 1.3 มีแผนการซ่อมบำรุงประจำปีปฏิบัติตามแผนที่ได้จัดทำและมีการลงบันทึกการซ่อมบำรุง รวมถึงประวัติการใช้งาน (กรณีเครื่องมือ)
- 1.4 มีแผนการบำรุงรักษา แผนการสอบเทียบ (calibration) หรือการทวนสอบ (verification) และต้องปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ และผลการสอบเทียบ ทวนสอบที่ได้ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2. ชนิดของเครื่องแก้ว

2.1 แบ่งตามวิธีการสอบเทียบเครื่องแก้ว

- 2.1.1 เครื่องแก้วที่สอบเทียบแบบถ่ายของเหลว (to deliver) ใช้ตัวย่อว่า TD หรือ D หรือ EX (ISO) เช่น ปิเปต (Pipetes) บิวเรต (Burets) กระบอกตวง (Cylinders) ฯลฯ
- 2.1.2 เครื่องแก้วที่สอบเทียบแบบบรรจุ (to contain) ใช้ตัวย่อว่า TC หรือ C หรือ In (ISO) เช่น ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask) ขวดวัดความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity Bottles)

2.2 แบ่งตามชั้นคุณภาพ (Class of accuracy)

- 2.2.1 Class A : เป็นเครื่องแก้วที่มีความแม่นยำสูง มีค่า Tolerances ต่ำ ใช้สำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบที่ต้องการความแม่นยำสูง
- 2.2.2 Class B : เป็นเครื่องแก้วที่มีความแม่นยำต่ำกว่ามีค่า Tolerances เป็นสองเท่าของเครื่องแก้ว Class A

3. การใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร

- 3.1 ปิเปตวัดปริมาตร เป็นอุปกรณ์วัดของเหลวที่มีความแม่นยำสูง ใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง เช่น ใช้ในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน ใช้เตรียมสารละลายตัวอย่าง เป็นต้น
- 3.2 ปิเปตแกรดูเอตเตด เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวที่ไม่ต้องการความแม่นยำมากนัก ใช้เพื่อการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง เช่น ใช้ในการเตรียมสารละลายทำปฏิกิริยา (Reagent) สารละลายที่ให้เติมมากเกินไป

วิธีใช้ปิเปต

1. กลั้วปิเปตที่สะอาดด้วยของเหลวที่ต้องการ 1-2 ครั้งเพื่อปรับพื้นที่ผิวของปิเปต
2. บีบลูกยางเพื่อไล่ลมออก
3. สวมลูกยางลงบนปลายด้านบนของปิเปตแล้วจุ่มปลายท่อของปิเปตลงในสารละลายดูดยของเหลวเข้าปิเปต จนระดับของเหลวอยู่เหนือขีดปริมาตร
4. ดึงลูกยางออก ปิดด้วยปลายนิ้วชี้ทันทียกปลายปิเปตขึ้นจากของเหลว ชั้บปลายปิเปตด้านบนออก

5. ตั้งปิเปตให้ตรง ปรับระดับของเหลวเท่าขีดปริมาตร
 6. จับปิเปตตั้งตรง ปล่อยของเหลวจากปิเปตลงในภาชนะรองรับ ให้ปลายปิเปตสัมผัสภาชนะด้านใน จนของเหลวหยุดไหล รออีก 3 วินาที หรือ 15 วินาที สำหรับปิเปตชนิดมี waiting time หรือเป่าของเหลวออกจนหมด สำหรับ ปิเปตชนิด blow out
- 3.3 ขวดวัดปริมาตร (ชนิด TC) ใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่ต้องการความเข้มข้นที่แน่นอน เช่น สารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่าง
- 3.4 ขวดวัดปริมาตร (ชนิด TD) ใช้สำหรับถ่ายของเหลวที่ต้องการปริมาตรที่แน่นอนจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง เช่น สารละลายตัวอย่าง

วิธีใช้ขวดวัดปริมาตร

1. ขวดวัดปริมาตรที่สะอาดและแห้งหรือกลั้วด้วยตัวทำละลาย
 2. เทสารละลายใส่ขวดผ่านทางกรวยแก้ว หรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม เติมตัวทำละลาย ต่ำกว่าขีดกำหนดปริมาตร เขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน และอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง
 3. เติมตัวทำละลายจนถึงขีดกำหนดปริมาตรโดยใช้หลอดหยด
- 3.5 บิวเรต เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลว ใช้ในการไทเทรต (titration) กระจบอทดวง (ชนิด TD) ใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง ในกรณีที่ไม่ต้องการความแม่นยำ ก่อนใช้ต้องสะอาด ไม้รั่วหรืออุดตัน ทำการทดสอบการรั่วโดยบรรจุน้ำกลั่นให้ถึงขีด 0 ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที น้ำล้นไม่เกินครึ่งขีดย่อย

วิธีใช้บิวเรต

1. กลั้วบิวเรตที่สะอาดด้วยสารละลายที่ต้องการบรรจุ
 2. เติมของเหลวลงบิวเรตผ่านทางกรวย หรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม ให้สูงกว่าขีดศูนย์ประมาณ 10 มม.
 3. กำจัดฟองอากาศภายในบิวเรต โดยปล่อยของเหลวออกทางสตัด์ปค็อก
 4. ปรับระดับของเหลวที่ปริมาตรศูนย์โดยปล่อยของเหลวออกทางสตัด์ปค็อกและปล่อยให้บิวเรตที่ภายในภาชนะ เพื่อขจัดของเหลวที่ปลายบิวเรต
- 3.6 กระจบอทดวง (ชนิด TC) ใช้ในการวัดปริมาตรของเหลวที่บรรจุในกระจบอทดวง ในกรณีที่ไม่ต้องการความแม่นยำ เช่น ของเหลวที่ได้จากการกลั่น
- 3.7 ขวดวัดความถ่วงจำเพาะ ใช้สำหรับวัดความถ่วงจำเพาะของของเหลว โดยบรรจุของเหลวในขวดจนเต็ม ปิดจุกขวด นำไปชั่งน้ำหนัก

การอ่านปริมาตร

อ่านที่ส่วนโค้งล่างของผิวของของเหลว (meniscus) สัมผัสกับขอบบนของขีดกำหนดปริมาตร โดยสายตาของผู้อ่านอยู่ในระดับเดียวกับ meniscus

● หลักการเตรียมสารละลายตามวิธีมาตรฐาน

องค์ประกอบสำคัญในการเตรียมสารละลายที่สำคัญ

1. ประเภทของสารละลายที่ต้องการเตรียม
2. ความเข้มข้น และปริมาตรที่ต้องการ
3. การเลือกใช้สารเคมี
4. การเลือกใช้เครื่องมือ/ เครื่องแก้ววัดปริมาตร
5. เทคนิคการใช้ เครื่องมือ/ เครื่องแก้ววัดปริมาตร/ อุปกรณ์

ประเภทของสารละลาย

1. สารละลายมาตรฐาน

- สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (primary) standard

สารละลายที่มีความเข้มข้นที่แน่นอน เตรียมจากสารมาตรฐานปฐมภูมิ

กรณีที่สารมาตรฐานเป็นของแข็ง

ชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด ละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม แล้วทำให้ได้ปริมาตรที่แน่นอน คำนวณความเข้มข้นจากน้ำหนักของสารและปริมาตรที่เตรียม

กรณีที่เตรียมจากสารละลายมาตรฐานเข้มข้น

เจือจางสารละลายมาตรฐานเข้มข้น โดยใช้เครื่องแก้วปริมาตรที่มีความแม่นยำสูง

สารมาตรฐานปฐมภูมิ

- มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 99.9% มีรายละเอียดแสดงชนิดและปริมาณของสารมลทิน
- มีความเสถียรในบรรยากาศปกติ ไม่ดูดความชื้น ไม่สลายตัวเมื่อโดนแสง และความร้อน
- ต้องเป็นสารประกอบที่ไม่มีโมเลกุลของน้ำ (hydrate water)
- ละลายในตัวทำละลายที่หาง่าย ราคาถูก เช่น H_2O และเกิดปฏิกิริยาในการตัวกลางที่ใช้ได้
- เเตรต
- มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

- สารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ (secondary standard)

เตรียมจากสารเคมีที่ไม่ใช่สารมาตรฐานปฐมภูมิ การชั่งน้ำหนัก และเครื่องแก้ววัดปริมาตรที่ใช้ไม่ต้องการความแม่นยำมากนัก นำสารละลายที่ได้ไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) โดยการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

- สารละลายมาตรฐานตติยภูมิ (tertiary standard)
เตรียมจากสารเคมีที่ไม่ใช่สารมาตรฐานปฐมภูมิ การชั่งน้ำหนักและเครื่องแก้ว ปริมาตรที่ใช้ ไม่ต้องการความแม่นยำมากนัก นำสารละลายที่ได้ไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) โดยการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ

2. สารละลายรีเอเจนต์และอินดิเคเตอร์
3. สารละลายบัฟเฟอร์
4. สารละลายที่ใช้งานทั่วไป

ความเข้มข้นและปริมาตร

- ความเข้มข้นของสารละลาย
โมลาร์ (M) : จำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลิตร
นอร์มอล (N) : จำนวนสมมูลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลิตร
- หน่วยเปรียบเทียบ
ร้อยละ (%) ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 ส่วน
ส่วนในล้านส่วน (part per million , ppm)
ส่วนในพันล้านส่วน (part per billion , ppb)
ส่วนในล้านล้านส่วน (part per trillion , ppt)

เกรดสารเคมี

- Technical or commercial grad
เป็นสารที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ ใช้ในงานที่สารมลทินไม่มีผลกระทบต่องานนั้น เช่น ใช้เป็นสารควบคุมความชื้น ใช้เตรียมสารสำหรับล้างทำความสะอาดเครื่องแก้ว/อุปกรณ์ เป็นต้น
- USP Grade
เป็นสารเคมีที่รับรองคุณภาพตามมาตรฐาน United States Pharmacopoeia ซึ่งจะใช้ในการผลิตยาและทางด้านเภสัชกรรม ซึ่งมีความบริสุทธิ์ 99% ขึ้นไป
- Chemical Pure (C.P.) grade
เป็นสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูง ใช้เตรียมรีเอเจนต์ในงานวิเคราะห์/ทดสอบ และการสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีความบริสุทธิ์ 99% ขึ้นไป เช่นกัน
- Reagent grade
เป็นสารเคมีที่รับรองคุณภาพตามมาตรฐานของ Reagent Chemical Committee of the American Chemical Society (ACS) ซึ่งเป็นเกรดสูง จะแสดงค่า maximum limits of impurity บนฉลากข้างภาชนะบรรจุ ชัดเจน
- Standard Grade

เป็นสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูง มีสมบัติเป็นสารมาตรฐาน มีใบรับรองแสดงผลการวิเคราะห์ และแสดงรายละเอียดอย่างชัดเจนบนฉลากข้างภาชนะบรรจุ มีความบริสุทธิ์ 99.9% ขึ้นไป

- Special – Purpose Reagent

เป็นสารเคมีที่ใช้เฉพาะสำหรับแต่ละงาน เช่นการวิเคราะห์โลหะหนัก สำหรับใช้งานกับเครื่อง HPLC เป็นต้น

เครื่องมือ/ อุปกรณ์ที่จำเป็น ในการเตรียมสารละลาย

- เครื่องชั่งไฟฟ้า

แบ่งเป็นเครื่องชั่งหยาบ ชั่งสารโดยประมาณ 2 และ 3 ตำแหน่ง และเครื่องชั่งละเอียด สำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำ ตั้งแต่ 4 ตำแหน่งขึ้นไป ตำแหน่งที่มากขึ้น ราคาของเครื่องชั่งจะค่อนข้างสูง

- เครื่องแก้ววัดปริมาตร

จะต้องมีความเคร่งครัดในการใช้เป็นอย่างมาก และเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละงานด้วย

- เครื่องมือ/ อุปกรณ์/ เครื่องแก้วอื่นๆ

เช่นขวดชั่งสาร ข้อนตักสาร ปีกเกอร์ ฟลาสก์ กระดาษชั่งสาร เป็นต้น

- เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส

การเก็บสารละลาย

ควรเก็บสารละลายในภาชนะที่เหมาะสม เช่นขวดแก้วสำหรับสารละลายกรด และขวดพลาสติกประเภท Polyolefin สำหรับสารละลายด่าง พร้อมฝาปิดที่ตัวทำละลายไม่ระเหยและแก๊สไม่ละลายลงไป สารที่มีความไวต่อแสงจะต้องเก็บในขวดสีชา ป้องกันการเกิด Oxidation และเก็บไว้ในอุณหภูมิที่เหมาะสม (15-30° C)

การเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับ สมบัติของสาร สารปนเปื้อน และตัวทำละลาย ซึ่งจะแตกต่างกันไป

การเขียนรายละเอียดข้างภาชนะ

สารที่เตรียมสำหรับใช้งานภายในห้องปฏิบัติการควรมีรายละเอียดเพื่อให้ทราบว่าเป็นสารอะไร ดังต่อไปนี้

- ชื่อและความเข้มข้นของสารละลาย
- วันที่เตรียม
- ชื่อของผู้เตรียมสารละลาย
- ความปลอดภัยในการใช้งาน