



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 22
คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ

วันอาทิตย์ ที่ 5 เมษายน 2569

เวลา 09.00 – 14.00 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

เลขประจำตัวสอบ _____

การทดลองที่ 1 (20 คะแนน)

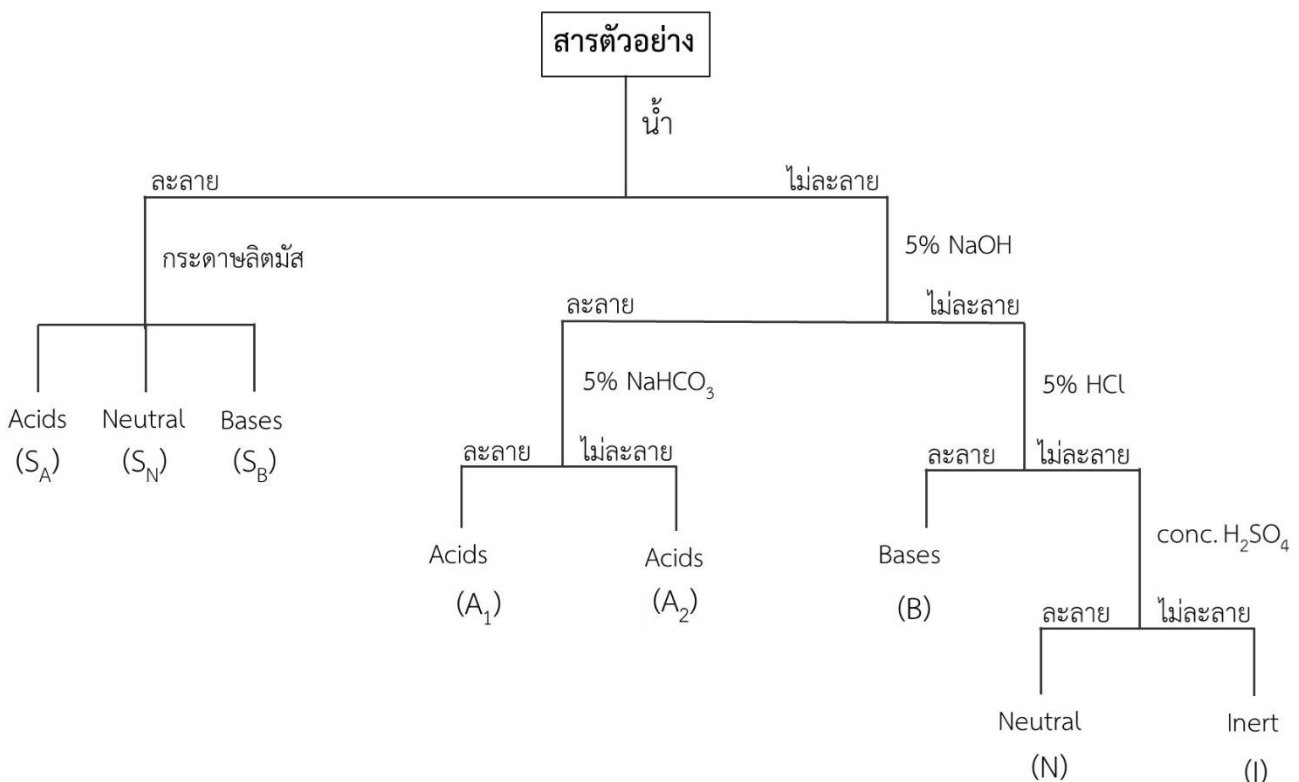
การวิเคราะห์สารอินทรีย์และการแยกสารด้วยตัวทำละลาย

บทนำ

สารอินทรีย์มีความหลากหลายทั้งในเชิงโครงสร้างและสมบัติทางเคมี การวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับประเภทของสารอินทรีย์อาศัยสมบัติการละลายและความเป็นกรด-เบสของสาร สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ (Soluble) เป็นสารที่มีขั้วและมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้กระดาษลิตมัส ได้แก่ กลุ่ม S_A กลุ่ม S_N และกลุ่ม S_B ซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติเป็นกรด กลาง และเบส ตามลำดับ

สารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ เป็นสารที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วต่ำ ต้องใช้สมบัติทางเคมีเพิ่มเติมในการจำแนกเพื่อระบุลักษณะเฉพาะของสาร โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่

- 1) สารที่มีสมบัติเป็นกรด (Acids) แบ่งย่อยเป็นกลุ่ม A_1 ซึ่งเป็นสารที่ละลายในเบสแก่และเบสอ่อน และกลุ่ม A_2 เป็นสารที่ละลายเฉพาะในเบสแก่
- 2) สารที่มีสมบัติเป็นเบส (Bases) อยู่ในกลุ่ม B เป็นสารที่ทำปฏิกิริยาและละลายได้ในกรดเจือจาง
- 3) สารที่มีสมบัติเป็นกลาง (Neutral) อยู่ในกลุ่ม N ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดหรือเบสเจือจาง แต่ทำปฏิกิริยากับกรดเข้มข้น
- 4) สารที่มีความเฉื่อย (Inert) อยู่ในกลุ่ม I เป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาและไม่ละลายในตัวทำละลายข้างต้น



แผนภาพแสดงการทดสอบการละลาย

จากข้อมูลการละลายเมื่อนำมาประกอบกับผลการทดสอบด้วยรีเอเจนต์เฉพาะ สามารถจำแนกหมู่ฟังก์ชันหรือ
ระบุประเภทของสารอินทรีย์ได้

สารผสมอินทรีย์ชนิดของแข็งที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน แยกออกจากกันได้โดยเปลี่ยนของแข็งให้อยู่ในรูปสารละลาย
และสกัดแยกด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม เมื่อแยกสารออกจากกันแล้ว ทำกลับมาให้เป็นของแข็ง

การทดลองนี้มี 2 ตอน ที่เกี่ยวเนื่องกัน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์สาร C-G (10 คะแนน)

วิเคราะห์สารตัวอย่าง จำนวน 5 สาร (สาร C-G) ว่าเป็นสารใดจากสารที่กำหนดให้ในตารางที่ 1 จำนวน 12 สาร
ด้วยการนำไปทดสอบการละลายและวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยรีเอเจนต์ที่จัดเตรียมให้

ตอนที่ 2 การแยกและการวิเคราะห์สารองค์ประกอบในสารผสม H (10 คะแนน)

สารผสม H เป็นของแข็งที่ประกอบด้วยสารจากตารางที่ 1 จำนวน 2 ชนิด ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 โดยมวล
ให้นักเรียนแยกสารผสม H โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย นำสารที่แยกได้มาวิเคราะห์สมบัติการละลายและทดสอบ
หมู่ฟังก์ชันเพื่อระบุชื่อของสารองค์ประกอบในสารผสม H และคำนวณร้อยละผลได้กลับคืนของสารที่ได้จากการสกัด

ตารางที่ 1 หมายเลขและชื่อสาร

สาร หมายเลข	ชื่อสาร	สาร หมายเลข	ชื่อสาร
1	salicylic acid (2-hydroxybenzoic acid)	7	naphthalene
2	acetaldehyde (ethanal)	8	benzoic acid
3	benzophenone (diphenylmethanone)	9	cyclohexene
4	hexanal	10	cyclohexanol
5	diphenylamine	11	β -naphthol (naphthalen-2-ol)
6	oxalic acid (ethanedioic acid)	12	glucose

เครื่องแก้วและวัสดุอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
1	หลอดทดลอง	45	หลอด	ถ้าไม่พอ ให้เทสารทิ้งในบีกเกอร์ สำหรับทิ้งของเสียอินทรีย์ แล้วล้างหลอดด้วยน้ำกลั่น
2	ที่วางหลอดทดลอง	2	อัน	
3	จุกยางสีดำ (สำหรับปิดหลอดทดลอง)	11	อัน	สำหรับการทดสอบสารตัวอย่าง G และการทดสอบด้วย conc. H ₂ SO ₄
4	แท่งแก้วคน	2	อัน	
5	หลอดหยดพลาสติก ขนาด 3 mL	6	อัน	

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
6	หลอดหยดแก้ว (สำหรับ conc. H_2SO_4 และสารตัวอย่าง G)	2	อัน	จัดวางในหลอดทดลอง
7	ปากคีบ (forceps)	1	อัน	
8	กระจกนาฬิกา (ไม่ระบุน้ำหนัก)	1	อัน	
9	กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน (อย่างละ)	10	ชิ้น	บรรจุในถุงซิปล็อค
10	กรวยแยก ขนาด 100 mL	1	อัน	
11	ปิเกตอร์ ขนาด 50 mL	1	ใบ	
12	ปิเกตอร์ ขนาด 100 mL	2	ใบ	
13	กระบอกตวง ขนาด 10 mL	1	อัน	
14	ขวดรูปกรวย ขนาด 50 mL	1	ใบ	
15	จุกยางปิดขวดรูปกรวย	1	อัน	
16	ข้อต่อสารพลาสติก (ข้อนกาแฟ)	7	อัน	
17	ชามระเหย ขนาด 75 mL ที่ระบุน้ำหนัก	1	อัน	บรรจุในถุงซิปล็อค
18	กระดาษกรอง เบอร์ 4 พร้อมกระจกนาฬิกา ที่ระบุน้ำหนัก	1	ชุด	บรรจุในถุงซิปล็อค
19	กล่องกระดาษพร้อมฝาปิด	1	ชุด	สำหรับป้องกันสารฟุ้งกระจาย และ สำหรับบรรจุอุปกรณ์ขณะร้อน
20	ขาตั้งและห่วงโลหะ	1	ชุด	
21	ปิเกตอร์ทิ้งของเสียจากการทดลองที่ 1	1	ใบ	
22*	กรวยแก้ว	1	อัน	
23*	ขวดน้ำกลั่น	1	ขวด	
24*	นาฬิกาจับเวลา	1	อัน	
25*	กระดาษทิชชู	1	ห่อ	
26*	ฉลากติดเครื่องแก้ว	1	แผ่น	
27*	ถุงมือ	2	คู่	สามารถขอเปลี่ยนขนาดได้
28*	ปากกา permanent	1	ด้าม	
29*	ภาชนะสำหรับทิ้งขยะทั่วไป	1	ใบ	

หมายเหตุ : รายการที่ 22* - 29* ใช้ร่วมกับการทดลองที่ 2

หลอดทดลองที่มีสติ๊กเกอร์สีแดง สำหรับใช้ในการทดสอบด้วย conc. H_2SO_4 (ห้ามล้างหรือกลั้วเพื่อใช้ซ้ำ)
และใช้ใส่หลอดหยดสำหรับ conc. H_2SO_4

สารเคมี

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ/ปริมาตร		ภาชนะบรรจุ	สัญลักษณ์ความปลอดภัย
1-5	สารตัวอย่าง C-G (ชนิดละ)	1 ซ้อน หรือ 3 mL		ถุงซีปล็อก หรือ หลอดทดลอง	
6	สารผสม H	1.000X	g	บีกเกอร์ขนาด 100 mL	
7	5% NaOH	10	mL	หลอดทดลอง	
8	5% NaHCO ₃	25	mL	ขวดพลาสติก	-
9	5% HCl	10	mL	หลอดทดลอง	
10	conc. H ₂ SO ₄	5	mL	หลอดทดลองฝาเกลียว	
11	แอซีโตน	10	mL	ขวดแก้วฝาเกลียว	
12	เอทานอล	3	mL	กระป๋องพลาสติก	
13	3% FeCl ₃	2	mL	กระป๋องพลาสติก	
14	2,4-dinitrophenyl hydrazine (2,4-DNP)	3	mL	กระป๋องพลาสติก	
15	0.01 M KMnO ₄	3	mL	กระป๋องพลาสติก	
16	Fehling A	3	mL	หลอดทดลอง	
17	Fehling B	3	mL	หลอดทดลอง	
18	ceric ammonium nitrate (CAN)	2	mL	กระป๋องพลาสติก	
19	CH ₂ Cl ₂	12	mL	ขวดแก้วฝาเกลียว	
20	anh. Na ₂ SO ₄	2	g	ขวดแก้วฝาเกลียว	
21	20% HCl	10	mL	หลอดทดลองฝาเกลียว	
22*	3M H ₂ SO ₄	50	mL	ขวดพลาสติก	

หมายเหตุ : หากต้องการเบิกสารเพิ่ม ให้ยกป้ายแจ้งกรรมการ การเบิกแต่ละครั้งจะถูกหักสารละ 2 คะแนน

* ใช้ร่วมกับการทดลองที่ 2

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์สาร C-G

1. ทดสอบการละลายของสาร C-G โดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด ทดสอบเรียงตามลำดับดังนี้

น้ำกลั่น 5% NaOH 5% NaHCO₃ 5% HCl conc. H₂SO₄

(ไม่จำเป็นต้องทดสอบกับตัวทำละลายทุกชนิด) ใช้แผนภาพการทดสอบการละลายเป็นแนวทางในการทดลอง
หลอดที่สารตัวอย่างเป็นของเหลว หลังการทดสอบการละลายให้ปิดด้วยจุกยางสีดำเพื่อลดกลิ่นรบกวน

1.1 ทดสอบการละลายน้ำและความเป็นกรด-เบส

- หยดสารตัวอย่าง 4 หยด หรือตักสารขนาดเท่าหัวไม้ขีด ใส่ในหลอดทดลอง
- เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1 mL หรือ 20 หยด เขย่าหรือใช้แท่งแก้วช่วยคน และสังเกตผล
- ถ้าสารตัวอย่างละลายในน้ำ ให้ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายนั้นด้วยกระดาษลิตมัส
- ถ้าสารตัวอย่างไม่ละลายน้ำ ให้นำหลอดทดลองใหม่มาทดสอบด้วยตัวทำละลายชนิดถัดไป

1.2 ทดสอบการละลายในตัวทำละลายอื่น ๆ

- หยดสารตัวอย่าง 4 หยด หรือตักสารขนาดเท่าหัวไม้ขีด ใส่ในหลอดทดลอง
- เติมตัวทำละลายปริมาตร 1 mL หรือ 20 หยด เขย่าหรือใช้แท่งแก้วช่วยคน และสังเกตผล
- ถ้าสารตัวอย่างไม่ละลาย ให้นำหลอดทดลองใหม่มาทดสอบด้วยตัวทำละลายชนิดถัดไป
- การทดสอบการละลายด้วย conc. H₂SO₄ ให้ใช้หลอดทดลองที่แห้งซึ่งติดสติ๊กเกอร์สีแดงเท่านั้น
 หลังการทดสอบให้ปิดด้วยจุกยางสีดำ และห้ามนำหลอดมาล้างหรือกลั้วหรือนำกลับมาใช้ใหม่

การสังเกตการละลาย

- สารที่ละลายจะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งตอนเขย่าและตอนหยุดเขย่า
- ของแข็งบางชนิดอาจละลายได้น้อยหรือช้า หลังจากเขย่าแล้ว ควรวางไว้ 1-2 นาที แล้วจึงตัดสินใจว่า

ละลายหรือไม่ละลาย

- การละลายของสารบางชนิดอาจยังเห็นเป็นของแข็ง แต่ถ้ามีฟองแก๊สเกิดขึ้นที่พื้นผิวของแข็ง ถือว่าสารมีการละลายได้ในตัวทำละลายนั้น

2. การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของสาร C-G และสารที่แยกได้จากสารผสม H (ตอนที่ 2) ด้วยรีเอเจนต์ที่กำหนดให้ (ไม่จำเป็นต้องทดสอบทุกรีเอเจนต์)

2.1 ปฏิกริยากับสารละลาย 3% FeCl_3 (ผลบวก : เกิดสารละลายสีม่วงเข้มหรือสีน้ำเงินกับสารกลุ่มฟีนอล)

- หยดสารตัวอย่าง 4 หยด หรือตักสารขนาดเท่าหัวไม้ขีด ใส่ในหลอดทดลอง (กรณีสารเป็นของแข็ง ให้ละลายด้วยเอซีโทนปริมาณเล็กน้อยก่อน)
- หยดสารละลาย 3% FeCl_3 2 หยด เขย่า และสังเกตการเปลี่ยนแปลง

2.2 ปฏิกริยากับสารละลาย 2,4-dinitrophenylhydrazine (2,4-DNP)

(ผลบวก : เกิดตะกอนสีเหลือง-ส้มกับสารประกอบแอลดีไฮด์หรือคีโตน)

- หยดสารตัวอย่าง 4 หยด หรือตักสารขนาดเท่าหัวไม้ขีด ใส่ในหลอดทดลอง (กรณีสารเป็นของแข็ง ให้ละลายด้วยเอทานอลปริมาณเล็กน้อยก่อน)
- เติมสารละลาย 2,4-DNP 5 หยด เขย่า วางทิ้งไว้ 2-3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง

2.3 ปฏิกริยากับสารละลาย 0.01 M KMnO_4

- หยดสารตัวอย่าง 4 หยด หรือตักสารขนาดเท่าหัวไม้ขีด ใส่ในหลอดทดลอง (กรณีสารเป็นของแข็ง ให้ละลายด้วยเอซีโทนปริมาณเล็กน้อยก่อน)
- เติมสารละลาย 3 M H_2SO_4 1 หยด
- เติมสารละลาย 0.01 M KMnO_4 5 หยด เขย่า และสังเกตการเปลี่ยนแปลง

2.4 ปฏิกริยากับสารละลาย Fehling

- หยดสารตัวอย่าง 4 หยด หรือตักสารขนาดเท่าหัวไม้ขีด ใส่ในหลอดทดลอง (กรณีสารเป็นของแข็ง ให้ละลายด้วยเอซีโทนปริมาณเล็กน้อยก่อน)
- เตรียมสารละลาย Fehling โดยนำสารละลาย Fehling A ผสมกับสารละลาย Fehling B อัตราส่วน 1:1 (เก็บสารละลาย Fehling ทั้งสองชนิดไว้สำหรับการทดสอบสารที่ได้จากตอนที่ 2)
- นำสารละลาย Fehling ที่เตรียมได้เติมลงในหลอดทดลองที่มีสารตัวอย่าง หลอดละ 0.5 mL หรือ 10 หยด
- ต้มในอ่างน้ำร้อน (ยกป้ายแจ้งกรรมการ) เป็นเวลา 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง

2.5 ปฏิกริยากับสารละลาย ceric ammonium nitrate (CAN)

(ผลบวก : เกิดสารละลายสีแดงหรือสีน้ำตาลเข้มกับสารประเภทแอลกอฮอล์หรือฟีนอล ตามลำดับ)

- หยดสารตัวอย่าง 4 หยด หรือตักสารขนาดเท่าหัวไม้ขีด ใส่ในหลอดทดลอง (กรณีสารเป็นของแข็ง ให้ละลายด้วยเอซีโทนปริมาณเล็กน้อยก่อน)
- ใส่สารละลาย ceric ammonium nitrate (CAN) 3 หยด เขย่า และสังเกตการเปลี่ยนแปลง

3. การวิเคราะห์ความมีขั้วของสารตัวอย่าง C-G

ระบุสารตัวอย่างที่มีขั้วสูงที่สุด และสารตัวอย่างที่มีขั้วต่ำที่สุด

ตอนที่ 2 การแยกและวิเคราะห์สารองค์ประกอบในสารผสม H

* เมื่อต้องการใช้ตุ้ดูดควัน ตู้อบสาร และเครื่องชั่ง ให้ยกป้ายเพื่อให้กรรมการคุมสอบพาไปยังจุดเครื่องมือ (ดูข้อปฏิบัติการใช้เครื่องมือในคำชี้แจง)

สารผสม H น้ำหนัก 1.000X g (บรรจุในปิกเกอร์) นำมาแยกออกจากกันโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย ดังนี้

1. นำสารผสม H มาละลายด้วย CH_2Cl_2 และถ่ายโอนลงในกรวยแยก
2. สกัดสารผสม H ด้วย 5% NaHCO_3 ปริมาตร 10 mL (มีความดันเกิดขึ้นในกรวยแยก)
3. นำชั้น CH_2Cl_2 มาสกัดด้วย 5% NaHCO_3 (อีกครั้ง) ปริมาตร 5 mL และ
 - กำจัดน้ำที่ปะปนในชั้น CH_2Cl_2 ด้วย anhyd. Na_2SO_4
 - ค่อย ๆ เทเฉพาะสารละลาย CH_2Cl_2 ใส่ในชามระเหยที่แห้งและทราบน้ำหนัก แล้วนำไประเหยบนปิกเกอร์ น้ำร้อนที่อยู่ใต้ตุ้ดูดควันเป็นเวลา 14-15 นาที (ยกป้ายแจ้งกรรมการเพื่อนำสารไประเหย)

คำเตือน : หากกรรมการตรวจสอบพบ anhyd. Na_2SO_4 ในชามระเหยจะไม่นำเข้าตุ้ดูดควันให้

- เมื่อครบเวลา ยกป้ายแจ้งกรรมการ เพื่อนำชามระเหยลงจากเตา (สารในชามยังมีลักษณะเหลว)
 - วางชามระเหยให้เย็น และใช้แท่งแก้วคนชวดชามระเหยเพื่อให้เกิดของแข็ง โดยของแข็งที่ได้จะต้องทำให้มีลักษณะร่วนเป็นผง บันทึกน้ำหนักตะกอนพร้อมชามระเหย (ยกป้ายแจ้งกรรมการ)
 - คำนวณร้อยละผลได้กลับคืนของสารที่สกัดได้จากชั้น CH_2Cl_2 และนำไปทดสอบเพื่อวิเคราะห์ว่าเป็นสารใด
4. นำชั้นน้ำมาเติม 20% HCl จนสารละลายเป็นกรด และไม่มีตะกอนเกิดเพิ่มอีก
 - กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 (ใช้กระดาษกรองและกระจกนาฬิกาที่ทราบน้ำหนัก) และล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น
 - นำกระดาษกรองที่มีตะกอนวางบนกระจกนาฬิกา และวางในตู้อบ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที (ยกป้ายแจ้งกรรมการ)
 - วางให้เย็นและบันทึกน้ำหนัก (ยกป้ายแจ้งกรรมการ)
 - คำนวณร้อยละผลได้กลับคืนของสารที่สกัดได้จากชั้นน้ำและนำไปทดสอบเพื่อวิเคราะห์ว่าเป็นสารใด
 5. เขียนสมการเคมี (แบบแสดงโครงสร้าง) ของปฏิกิริยาระหว่างสารตัวอย่างในชั้นน้ำกับ NaHCO_3

การทดลองที่ 2 (20 คะแนน)
การหาปริมาณ Mg^{2+} และ Cu^{2+} ในสารตัวอย่าง

บทนำ

น้ำที่มีการปนเปื้อน Mg^{2+} และ Cu^{2+} ในระดับสูง สามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศได้อย่างมีนัยสำคัญ โดย Mg^{2+} เป็นสาเหตุสำคัญต่อความกระด้างของน้ำ ขณะที่ Cu^{2+} อาจก่อให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะเหล่านี้จึงมีความจำเป็นต่อการควบคุมคุณภาพน้ำและการจัดการสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม เมื่อน้ำตัวอย่างมีทั้ง Mg^{2+} และ Cu^{2+} ร่วมกัน การหาปริมาณด้วยวิธีการไทเทรตอาจมีความซับซ้อน เนื่องจากไอออนโลหะทั้งสองสามารถเกิดการรบกวนซึ่งกันและกัน เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมควบคู่กับเทคนิคการลดหรือแยกการรบกวนของไอออนโลหะ

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

ส่วนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ ด้วยวิธีไอโอโดเมตรี ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดไอโอดีนจากไอโอเดตและการไทเทรตไอโอดีนด้วยไทโอซัลเฟต ดังสมการ (1)–(2)



การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน EDTA (H_4Y) อาศัยปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนกับไอออนโลหะ ดังสมการ (3)–(4)

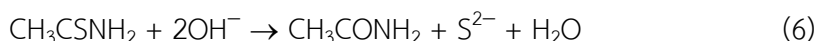


ส่วนที่ 2 การหาปริมาณ Mg^{2+} และ Cu^{2+} ในน้ำตัวอย่าง

เมื่อทราบความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานแล้ว วิเคราะห์น้ำตัวอย่างด้วยวิธีไอโอโดเมตรี โดยอาศัยการออกซิไดส์ไอโอไดต์ให้เกิดไอโอดีน ตามสมการ (5) และติดตามปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วย $Na_2S_2O_3$



ในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อกำจัดการรบกวนจากโลหะชนิดอื่น แยกไอออนโลหะที่ไม่ต้องการออกไปก่อนด้วยวิธีการตกตะกอน โดยใช้ thioacetamide (C_2H_5NS) ในสถานะเบส เพื่อสร้างซัลไฟด์ (S^{2-}) ดังสมการ (6)



โดยซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับโลหะที่รบกวน เกิดเป็นตะกอนโลหะซัลไฟด์และถูกแยกออกจากสารละลาย หลังจากนั้นจึงไทเทรตหาปริมาณโลหะที่เหลืออยู่ด้วย EDTA

เครื่องแก้วและวัสดุอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
1	ขวดรูปกรวย ขนาด 125 mL	9	ขวด	
2	ขวดรูปกรวย ขนาด 250 mL	6	ขวด	
3	บิวเรต ขนาด 50 mL	2	อัน	
4	ปิเปตแบบกระเปาะ ขนาด 10 mL	2	อัน	
5	บีกเกอร์ ขนาด 150 mL	2	ใบ	
6	หลอดหยดพลาสติก ขนาด 3 mL	5	อัน	
7	ขาตั้งและที่จับบิวเรต	1	ชุด	
8	จุกยางปิดขวดรูปกรวย ขนาด 125 mL	9	อัน	
9	จุกยางปิดขวดรูปกรวย ขนาด 250 mL	6	อัน	
10	จุกยาง (พร้อมทึป)	1	อัน	
11	กระดาษกรองเบอร์ 1	4	แผ่น	บรรจุในถุงพลาสติก
12	กรวยแก้ว	2	อัน	อีก 1 อัน ใช้ของการทดลองที่ 1
13	กรวยพลาสติก	1	อัน	
14	บีกเกอร์ทิ้งของเสียจากการทดลองที่ 2	1	ใบ	
15	น้ำกลั่น (สำหรับเติม)	1	ขวด	
16*	ขวดน้ำกลั่น	1	ขวด	
17*	นาฬิกาจับเวลา	1	อัน	
18*	กระดาษทิชชู	1	ห่อ	
19*	ฉลากติดเครื่องแก้ว	1	แผ่น	
20*	ถุงมือ	2	คู่	สามารถขอเปลี่ยนขนาดได้
21*	ปากกา permanent	1	ด้าม	
22*	ภาชนะสำหรับทิ้งขยะทั่วไป	1	ใบ	

หมายเหตุ : รายการที่ 16* - 22* ใช้ร่วมกับการทดลองที่ 1

สารเคมี

ลำดับ	รายการ	ปริมาตร/ปริมาณ		ภาชนะบรรจุ	สัญลักษณ์ความปลอดภัย
1	สารละลายน้ำตัวอย่าง Mg^{2+} และ Cu^{2+}	100	mL	ขวดพลาสติก	
2	สารละลาย EDTA	150	mL	ขวดพลาสติก	
3	สารละลาย $Na_2S_2O_3$	150	mL	ขวดพลาสติก	
4	สารละลายมาตรฐาน $CaCO_3$ (ความเข้มข้นที่แน่นอนติดไว้ข้างขวด)	50	mL	ขวดพลาสติก	-
5	สารละลายมาตรฐาน KIO_3 (ความเข้มข้นที่แน่นอนติดไว้ข้างขวด)	50	mL	ขวดพลาสติก	
6	สารละลาย 20% KI	50	mL	ขวดพลาสติก	
7*	สารละลาย 3M H_2SO_4	50	mL	ขวดพลาสติก	
8	สารละลายบัฟเฟอร์ pH 10	20	mL	ขวดพลาสติก	
9	สารละลายน้ำแป้ง			กระป๋องพลาสติก	
10	สารละลาย Eriochrome black T (EBT)			กระป๋องพลาสติก	
11	สารละลาย 6M NH_4OH	10	mL	ขวดพลาสติก	
12	สารละลาย 8% C_2H_5NS	10	mL	ขวดพลาสติก	

หมายเหตุ : หากต้องการเบิกสารเพิ่ม ให้ยกป้ายแจ้งกรรมการ การเบิกแต่ละครั้งจะถูกหักสารละ 2 คะแนน

* ใช้ร่วมกับการทดลองที่ 1

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน KIO_3 ปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL เติมสารละลาย 3 M H_2SO_4 ปริมาตร 5 mL
2. เติมสารละลาย 20% KI ปริมาตร 5 mL ไทเทรตทันทีด้วยสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จนได้สีเหลืองอ่อน
3. เติมสารละลายน้ำแอมโมเนีย 3 หยด ไทเทรตจนสีน้ำเงินหายไป บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต
4. ทดลองตามข้อ 1. – 3. อีก 2 ครั้ง
5. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

**** “ยกป้าย” แจ้งกรรมการตรวจเฉพาะขวดรูปกรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น และลงนาม ****

ตอนที่ 2 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย EDTA

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน CaCO_3 ปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL เติมสารละลายบัฟเฟอร์ pH 10 ปริมาตร 2 mL และเติม EBT จำนวน 2 หยด
2. ไทเทรตด้วยสารละลาย EDTA จนได้สีน้ำเงิน บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต
3. ทดลองตามข้อ 1. – 2. อีก 2 ครั้ง
4. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย EDTA

**** “ยกป้าย” แจ้งกรรมการตรวจเฉพาะขวดรูปกรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น และลงนาม ****

ตอนที่ 3 หาปริมาณ Mg^{2+} และ/หรือ Cu^{2+} ในสารตัวอย่าง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL เติมสารละลาย 3 M H_2SO_4 ปริมาตร 5 mL
2. เติมสารละลาย 20% KI ปริมาตร 5 mL ไทเทรตทันทีด้วยสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จนได้สีเหลืองอ่อน
3. เติมสารละลายน้ำแอมโมเนีย 3 หยด ไทเทรตจนสีน้ำเงินหายไป บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต
4. ทดลองตามข้อ 1. – 3. อีก 2 ครั้ง
5. คำนวณหาความเข้มข้นของ Mg^{2+} และ/หรือ Cu^{2+} ในสารตัวอย่าง

**** “ยกป้าย” แจ้งกรรมการตรวจเฉพาะขวดรูปกรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น และลงนาม ****

ตอนที่ 4 หาปริมาณ Mg^{2+} และ/หรือ Cu^{2+} ในสารตัวอย่าง (ต่อ)

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL เติมสารละลาย 6 M NH_4OH ปริมาตร 1 mL
2. เติมสารละลาย 8% $\text{C}_2\text{H}_5\text{NS}$ ปริมาตร 1 mL ปิดจุกยางแล้วเขย่าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 นาที วางทิ้งไว้อีก 1 นาที กรองและล้างด้วยน้ำกลั่นประมาณ 70 mL โดยรองรับด้วยขวดรูปกรวยขนาด 250 mL
3. จากนั้นเติมสารละลายบัฟเฟอร์ pH 10 ปริมาตร 2 mL และเติม EBT จำนวน 5 หยด ลงในขวดรูปกรวยข้อ 2 แล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน EDTA จนได้สีน้ำเงิน บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต
4. ทดลองตามข้อ 1. – 3. อีก 2 ครั้ง
5. คำนวณหาความเข้มข้นของ Mg^{2+} และ/หรือ Cu^{2+} ในสารตัวอย่าง

**** “ยกป้าย” แจ้งกรรมการตรวจเฉพาะขวดรูปกรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น และลงนาม ****