



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เฉลิมฉลองสถาปนาครบรอบ 72 ปี ในปี พ.ศ. 2558



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 11
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3 มิถุนายน 2558

เวลา 08:30 – 13:30 น.

เฉลยข้อสอบภาคปฏิบัติ

ศุณย์ สอวน.

เลขประจำตัวสอบ.....

การทดลองที่ 1

การหาปริมาณ Total Alkalinity และ Free Alkalinity ในสารตัวอย่าง (23 คะแนน)

1.1 การหาปริมาณ total alkalinity ในสารตัวอย่าง (10.5 คะแนน)

ตารางที่ 1 ข้อมูลการไทเทรตหา total alkalinity ในสารตัวอย่าง (8.25 คะแนน)

ข้อมูลการทดลอง	การทดลองครั้งที่			- สีถูกต้องและส่ง 3 ขวด ได้ 1 คะแนน 2 ขวด ได้ 0.5 คะแนน 1 ขวด ได้ 0.5 คะแนน
	1	2	3	
ความเข้มข้น HCl (M)	0.04961			
ปริมาตรสารละลายตัวอย่าง (mL)	25.00	25.00	25.00	- ปริมาตร ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ทุกช่อง 0.25 คะแนน
ปริมาตร HCl เริ่มต้น (mL)	0.00	0.00	0.00	- Precision ของ mL HCl ที่ใช้ 1 คะแนน (พิจารณาจาก RSD)
ปริมาตร HCl ที่จุดยุติ (mL)	23.40	23.40	23.35	- Accuracy ของ mL HCl ที่ใช้ 4 คะแนน (เทียบกับค่าอ้างอิง)
ปริมาตร HCl ที่ใช้ (mL)	23.40	23.40	23.35	
สีของสารละลายที่จุดยุติ	เขียวเหลือง	เขียวเหลือง	เขียวเหลือง	
mmol HCl ที่จุดยุติ (เลขนัยสำคัญ 5 ตัว)	1.1609	1.1609	1.1584	- เลขนัยสำคัญถูกทุกช่อง 0.25 คะแนน
	คำตอบถูกช่องละ $0.25 \times 3 = 0.75$ คะแนน			
total alkalinity (mg/L ในรูป CaCO ₃) (เลขนัยสำคัญ 5 ตัว)	2323.6	2323.6	2318.7	
	คำตอบถูกช่องละ $0.25 \times 3 = 0.75$ คะแนน			
total alkalinity เฉลี่ย (mg/L ในรูป CaCO ₃) (เลขนัยสำคัญ 4 ตัว)	2322			
	คำตอบเฉลี่ยถูก 0.25 คะแนน			

แสดงวิธีคำนวณ ปริมาณ total alkalinity (mg/L ในรูป CaCO_3) ของการไทเทรตครั้งที่ 1 (2.25 คะแนน)

	0.25	0.25		
mmol HCl ที่จุดยุติ	$= 23.40 \text{ mL} \times 0.04961 \text{ mmol/mL} = 1.1609 \text{ mmol}$			(0.5)
	0.5	0.25	0.25	
mmol CO_3^{2-} ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl	$= 1/2 (1.1609 \text{ mmol}) = 0.58044 \text{ mmol}$			(1.0)
		0.25	0.25	
ปริมาณ total alkalinity (mg/L ในรูป CaCO_3)	$= \frac{0.58044 \times 10^{-3} \text{ mmol}}{25.00 \text{ mL}} \times \frac{100.08 \text{ mg}}{1 \text{ mmol}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$			(0.75)
	0.25			
	$= 2323.6 \text{ mg}$			

1.2 การหาปริมาณ free alkalinity ในสารตัวอย่าง (10.5 คะแนน)

ตารางที่ 2 ข้อมูลการไทเทรตหา free alkalinity ในสารตัวอย่าง (9.5 คะแนน)

ข้อมูลการทดลอง	การทดลองครั้งที่			- สีถูกต้องและส่ง 3 ขวด ได้ 1 คะแนน 2 ขวด ได้ 0.5 คะแนน 1 ขวด ได้ 0.5 คะแนน
	1	2	3	
ความเข้มข้น HCl (M)	0.04961			
ปริมาตรสารละลายตัวอย่าง (mL)	25.00	25.00	25.00	- ปริมาตร ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ทุกช่อง 0.25 คะแนน
ปริมาตร HCl เริ่มต้น (mL)	0.00	0.00	0.00	- Precision ของ mL HCl ที่ใช้
ปริมาตร HCl ที่จุดยุติ (mL)	5.75	5.90	5.75	1 คะแนน (พิจารณาจาก RSD)
ปริมาตร HCl ที่ใช้ (mL)	5.75	5.90	5.75	- Accuracy ของ mL HCl ที่ใช้ 5 คะแนน (เทียบกับค่าอ้างอิง)
สีของสารละลายที่จุดยุติ	เขียว	เขียว	เขียว	
mmol HCl ที่จุดยุติ (เลขนัยสำคัญ 4 ตัว)	0.2853	0.2927	0.2853	- เลขนัยสำคัญถูกทุกช่อง 0.25 คะแนน
	คำตอบถูกช่องละ $0.25 \times 3 = 0.75$ คะแนน			
free alkalinity ในหน่วยโมลาร์ (M) (เลขนัยสำคัญ 4 ตัว)	0.01141	0.01171	0.01141	
	คำตอบถูกช่องละ $0.25 \times 3 = 0.75$ คะแนน			
free alkalinity เฉลี่ยในหน่วยโมลาร์ (M) (เลขนัยสำคัญ 4 ตัว)	0.01151			
	คำตอบเฉลี่ยถูก 0.5 คะแนน			

แสดงวิธีคำนวณ ความเข้มข้นของ free alkalinity (free OH⁻) ของการไทเทรตครั้งที่ 1 (1 คะแนน)

mmol HCl ที่จุดยุติ	$5.75 \text{ mL} \times 0.04961 \text{ mmol/mL} = 0.2853 \text{ mmol}$	(0.5)
ปริมาณ free alkalinity (เทียบเป็น mmol OH ⁻)	$= 0.2853 \text{ mmol}$	
ความเข้มข้นของ free alkalinity, OH ⁻ (M)	$= \frac{0.2853 \text{ mmol}}{25.00 \text{ mL}} = 0.01141 \text{ M}$	(0.5)

1.3 ตอบคำถาม (2 คะแนน)

ความเข้มข้นของ CO₃²⁻ = 0.01751 M (0.5)

แสดงวิธีคำนวณ ความเข้มข้นของ CO₃²⁻ ของการไทเทรตครั้งที่ 1

mmol HCl ที่เหลือ	$= 1.1609 - 0.2853 = 0.8756 \text{ mmol}$	(0.5)
mmol CO ₃ ²⁻	$= \frac{1}{2} \text{ mmol HCl ที่เหลือ} = \frac{1}{2} (1.1609 - 0.2853) = 0.4378 \text{ mmol}$	(0.5)
ความเข้มข้นของ CO ₃ ²⁻ (M)	$= \frac{0.4378 \text{ mmol}}{25.00 \text{ mL}} = 0.01751 \text{ M}$	(0.5)

การทดลองที่ 2

การวิเคราะห์ชนิดของเกลือในสารละลายตัวอย่าง (8 คะแนน)

2.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง (2.4 คะแนน)

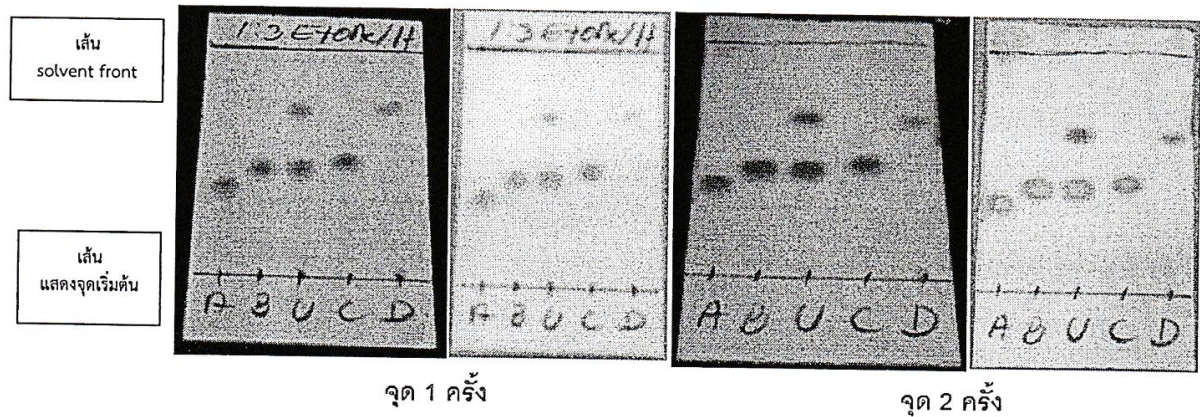
รหัส สารตัวอย่าง	ผลการทดลองที่สังเกตได้หลังเติมรีเอเจนต์					ไอออนที่คาดว่าจะมีในสารละลาย	
	AgNO ₃	BaCl ₂	HCl	NH ₄ SCN	(NH ₄) ₂ SO ₄	ไอออนบวก	ไอออนลบ
xx3x ทำ flame test ได้เปลวไฟ สีม่วงอ่อน	ตะกอน สีน้ำตาลแดง (0.1 คะแนน)	ตะกอน สีเหลือง (0.1 คะแนน)	สารละลาย สีส้ม (0.1 คะแนน)	X (0.1 คะแนน)	X (0.1 คะแนน)	K ⁺ (0.15 คะแนน)	CrO ₄ ²⁻ (0.15 คะแนน)
xx1x	ตะกอนขาว (0.1 คะแนน)	ตะกอนขาว (0.1 คะแนน)	X (0.1 คะแนน)	สารละลายสี แดงเลือดนก (0.1 คะแนน)	X (0.1 คะแนน)	Fe ³⁺ (0.15 คะแนน)	SO ₄ ²⁻ (0.15 คะแนน)
xx2x	ตะกอนขาว (0.1 คะแนน)	X (0.1 คะแนน)	X (0.1 คะแนน)	X (0.1 คะแนน)	ตะกอนขาว (0.1 คะแนน)	Sr ²⁺ หรือ Ca ²⁺ หรือ Ba ²⁺ (0.15 คะแนน)	Cl ⁻ (0.15 คะแนน)

การทดลองที่ 3

การวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบาง (9 คะแนน)

3.1 วาดรูปแผ่น TLC โดยแสดงวงแทนจุดของสารทุกสาร (4 คะแนน)

อัตราส่วนตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุด = 1:3 EtOAc/hexane



- 1.1 ระบุอัตราส่วนตัวทำละลายครบทุกแผ่น = 0.5 คะแนน (ระบุไม่ครบให้ศูนย์)
- 1.2 เฉพาะแผ่นที่ใช้ในการคำนวณ
 - มีเส้นแสดงจุดเริ่มต้น = 0.25 คะแนน
 - มีเส้นแสดง solvent front = 0.25 คะแนน
 - เส้นผ่านศูนย์กลางวง ≤ 0.50 cm = 0.5 คะแนน (พิจารณาจากวงที่มีขนาดใหญ่ที่สุด)
 - 0.51–1.00 cm = 0.25 คะแนน
 - > 1.00 cm = 0 คะแนน
 - มีการ label จุดสารทุกสาร = 0.5 คะแนน (label ไม่ครบให้ศูนย์)
- 1.3 การแยกของวงสาร A, B, C แยกทั้ง 3 จุด = 1 คะแนน
 - แยก 1 จุด = 0.5 คะแนน
 - ไม่แยกเลย = 0 คะแนน
- 1.4 ค่า R_f ของสาร A, B, C
 - 0.40–0.60 = 0.5 คะแนน (ต้องเลือก 1:3 EtOAc/hexane เท่านั้น)
 - ถ้าเลือกอัตราส่วนอื่น ได้ไม่เกิน 0.25 คะแนน
 - 0.20–0.39 หรือ 0.61–0.80 = 0.25 คะแนน
 - 0.00–0.19 หรือ 0.81–1.00 = 0 คะแนน
- 1.5 วงซ้อนเกยกันด้านข้าง $< 50\%$ ของพื้นที่วง = 0.5 คะแนน
 - $> 50\%$ ของพื้นที่วง = 0 คะแนน

- หักคะแนนการเบิกแผ่น TLC เพิ่ม แผ่นละ 1 คะแนน
- หักคะแนนการใช้ปากกาขีดเส้นเริ่มต้นและ solvent front บนแผ่น TLC แผ่นละ 0.1 คะแนน

3.2 สรุปผลการทดลอง (5 คะแนน)

3.2.1 การระบุชนิดและหาค่า R_f ของสารบริสุทธิ์ (3.5 คะแนน)

สารบริสุทธิ์ที่ 1 คือ ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D และมีค่า $R_f =$

0.44

(1 คะแนน ตอบผิด -0.25)

(ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

ค่าเบี่ยงเบนเกิน ± 0.2 ให้	-0.5
ตอบค่า R_f สลับสาร	-0.5
มีหน่วย	-0.1

แสดงวิธีคำนวณค่า R_f ของสารบริสุทธิ์จาก TLC แผ่นที่ (0.75 คะแนน)

$$R_f = \frac{1.55 \text{ cm}}{3.50 \text{ cm}} \leftarrow \begin{array}{l} \text{วัดระยะทางที่สารเคลื่อนที่แตกต่างไม่เกิน } \pm 2 \text{ mm ได้ } 0.3 \\ \text{วัดระยะทางที่ solvent เคลื่อนที่แตกต่างไม่เกิน } \pm 2 \text{ mm ได้ } 0.25 \end{array} \begin{array}{l} \pm 3-4 \text{ mm ได้ } 0.15 \\ \pm 3-4 \text{ mm ได้ } 0.15 \end{array}$$

$$= 0.44 \leftarrow \text{ผลคำนวณถูก ได้ } 0.15 \quad \text{ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ได้ } 0.05$$

สารบริสุทธิ์ที่ 2 คือ ☐ A ☐ B ☐ C ☒ D และมีค่า $R_f =$

0.70

(1 คะแนน ตอบผิด -0.25)

(ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

ค่าเบี่ยงเบนเกิน ± 0.2 ให้	-0.5
ตอบค่า R_f สลับสาร	-0.5
มีหน่วย	-0.1

แสดงวิธีคำนวณค่า R_f ของสารบริสุทธิ์จาก TLC แผ่นที่ (0.75 คะแนน)

$$R_f = \frac{2.45 \text{ cm}}{3.50 \text{ cm}} \leftarrow \begin{array}{l} \text{วัดระยะทางที่สารเคลื่อนที่แตกต่างไม่เกิน } \pm 2 \text{ mm ได้ } 0.3 \\ \text{วัดระยะทางที่ solvent เคลื่อนที่แตกต่างไม่เกิน } \pm 2 \text{ mm ได้ } 0.25 \end{array} \begin{array}{l} \pm 3-4 \text{ mm ได้ } 0.15 \\ \pm 3-4 \text{ mm ได้ } 0.15 \end{array}$$

$$= 0.70 \leftarrow \text{ผลคำนวณถูก ได้ } 0.15 \quad \text{ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ได้ } 0.05$$

3.2.2 ลำดับความมีขั้วของสาร

A

>

B

>

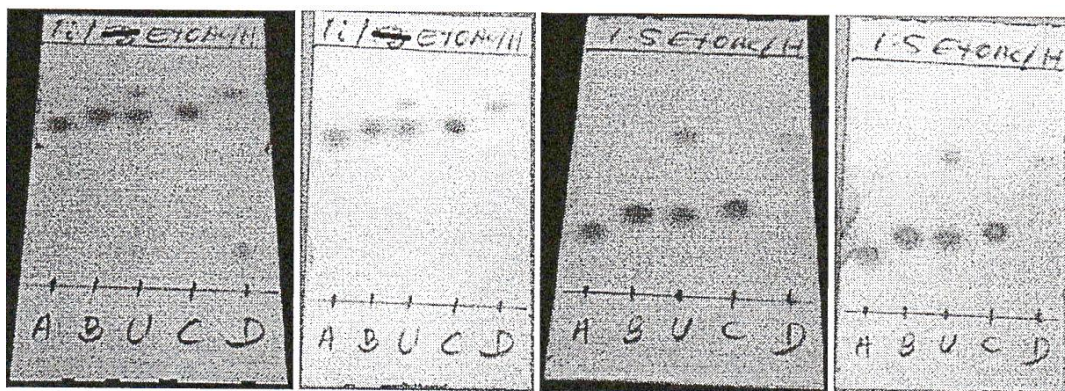
C

>

D

(1.5 คะแนน)

ลักษณะของแผ่น TLC เมื่อเลือกใช้ 1:1 EtOAc/hexane และ 1:5 EtOAc/hexane



1:1 EtOAc/hexane

1:5 EtOAc/hexane

1:1 EtOAc/hexane

สาร B: $R_f = 2.35/3.45 = 0.68$ สาร D: $R_f = 2.70/3.45 = 0.78$

1:5 EtOAc/hexane

สาร B: $R_f = 0.98/3.45 = 0.28$ สาร D: $R_f = 2.15/3.45 = 0.62$