



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 22
คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ
วันอาทิตย์ ที่ 5 เมษายน 2569
เวลา 09.00 – 14.00 น.

เฉลยข้อสอบภาคปฏิบัติ

ศุณย์ สอวน. _____

การทดลองที่ 1 (คะแนนรวม 20 คะแนน)

การวิเคราะห์สารอินทรีย์และการแยกสารด้วยตัวทำละลาย

ตอนที่ 1: การวิเคราะห์สาร C-G (คะแนนรวม 10 คะแนน)

1.1 ผลการทดสอบการละลาย (2.4 คะแนน = ช่องละ 0.15 คะแนน $\times$ 16 ช่อง) และระบุกลุ่มการละลาย (1 คะแนน = สารละ 0.2 คะแนน $\times$ 5 สาร)

- เขียนสัญลักษณ์ + เมื่อละลาย สัญลักษณ์ - เมื่อไม่ละลาย และเว้นว่างไว้เมื่อไม่ได้ทดสอบ
- เขียน “กรด” “เบส” หรือ “กลาง” สำหรับผลทดสอบความเป็นกรด-เบสด้วยกระดาษลิตมัส
- ระบุกลุ่มการละลายเพียง 1 กลุ่ม โดยทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐

สาร ตัวอย่าง	น้ำ	Litmus test	5% NaOH	5% NaHCO ₃	5% HCl	conc. H ₂ SO ₄	ระบุกลุ่มการละลาย
C	-		+	+			☐ S _A ☐ S _N ☐ S _B ☒ A ₁ ☐ A ₂ ☐ B ☐ N ☐ I
D	-		-		-	+	☐ S _A ☐ S _N ☐ S _B ☐ A ₁ ☐ A ₂ ☐ B ☒ N ☐ I
E	+	กรด					☒ S _A ☐ S _N ☐ S _B ☐ A ₁ ☐ A ₂ ☐ B ☐ N ☐ I
F	-		+	+			☐ S _A ☐ S _N ☐ S _B ☒ A ₁ ☐ A ₂ ☐ B ☐ N ☐ I
G	-		-		-	+	☐ S _A ☐ S _N ☐ S _B ☐ A ₁ ☐ A ₂ ☐ B ☒ N ☐ I

เกณฑ์การให้คะแนน

การทดสอบการละลาย : ตรวจให้คะแนนเฉพาะช่องที่ highlights จำนวน 16 ช่อง เท่านั้น ช่องอื่นไม่ตรวจให้คะแนน

การระบุกลุ่มการละลาย : เลือกตอบเพียงคำตอบเดียว กรณีตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน

1.2 ผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน (1 คะแนน) และ

ระบุชื่อสาร (5 คะแนน = สารละ 1 คะแนน $\times$ 5 สาร)

- เขียนสัญลักษณ์ + เมื่อผลเป็นบวก สัญลักษณ์ - เมื่อผลเป็นลบ และเว้นว่างไว้เมื่อไม่ได้ทดสอบ
- ระบุชื่อของสารตัวอย่าง โดยพิจารณาจากตารางที่ 1

สารตัวอย่าง	FeCl ₃	2,4-DNP	KMnO ₄	Fehling	CAN	ระบุชื่อสาร (ตามตารางที่ 1)
C	+	-	+	-	+	salicylic acid
D	-	+	-	-	-	benzophenone
			-			
E	-	-	+	-	-	oxalic acid
F	-	-	-	-	-	benzoic acid
G	-	-	+	-	+	cyclohexanol

เกณฑ์การให้คะแนน

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน ให้คะแนนดังนี้

ช่องที่ Highlights และเป็นเส้นทึบคือช่องที่ต้องทำ ช่องที่ Highlights และเป็นเส้นประเป็นช่องที่เลือกทำ

- การวิเคราะห์สาร C (0.25 คะแนน): ให้คะแนนการทดสอบกับ FeCl₃ หรือ KMnO₄ หรือ CAN อย่างใดอย่างหนึ่ง
- การวิเคราะห์สาร D (0.25 คะแนน): ให้คะแนนการทดสอบกับ 2,4-DNP และ KMnO₄ หรือ 2,4-DNP และ Fehling หรือ KMnO₄
- การวิเคราะห์สาร E (ไม่มีคะแนน) เนื่องจากนักเรียนสามารถสรุปได้จากผลการละลาย
- การวิเคราะห์สาร F (0.25 คะแนน): ให้คะแนนการทดสอบกับ FeCl₃ หรือ KMnO₄ หรือ CAN อย่างใดอย่างหนึ่ง
- การวิเคราะห์สาร G (0.25 คะแนน): ให้คะแนนการทดสอบกับ CAN

การระบุชื่อสาร : ให้คะแนนทั้งกรณีที่ระบุคำตอบเป็นชื่อสารและระบุคำตอบเป็นหมายเลขสาร

: กรณีระบุคำตอบมากกว่า 1 สาร ให้ 0 คะแนน

1.3 การวิเคราะห์ความมีขั้วของสารตัวอย่าง C-G (0.6 คะแนน = สารละ 0.3 คะแนน $\times$ 2 สาร)

สารตัวอย่างที่มีขั้วสูงที่สุด คือ

E

สารตัวอย่างที่มีขั้วต่ำที่สุด คือ

D

ตอนที่ 2 : การแยกและการวิเคราะห์สารประกอบในสารผสม H (คะแนนรวม 10 คะแนน)

$$\text{น้ำหนักสารผสม H} = \boxed{1.0000} \text{ g}$$

2.1 น้ำหนักของสารที่ได้จากชั้น CH_2Cl_2

น้ำหนักขามระเหย + สาร =	XX.XXXX	g	
น้ำหนักขามระเหย =	XX.XXXX (ติดสติ๊กเกอร์น้ำหนักในช่องนี้)	g	ลายมือชื่อกรรมการ
น้ำหนักสาร =	0.XXXX	g	
ร้อยละผลได้กลับคืน (% recovery) =	XX.XX	%	

เกณฑ์การให้คะแนน : ร้อยละผลได้กลับคืนของสารจากชั้น CH_2Cl_2 (2.5 + 0.3 คะแนน)

1) คะแนนร้อยละผลได้ (2.5 คะแนน)

2.5 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ถึง $100+1\text{SD}$ = $92.58 \leq X \leq 102.36$
2.0 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 1SD ถึง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) = $90.22 \leq X < 92.58$
1.5 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 2SD ถึง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 1SD = $87.86 \leq X < 90.22$
1.0 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 3SD ถึง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 2SD = $85.50 \leq X < 87.86$
0.5 คะแนน	= $> 100+1\text{SD}$ = ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 3SD (= < 85.50)
0 คะแนน	ไม่ได้ตะกอน

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คำนวณจากผลการทดลองของกลุ่มควบคุมที่ไม่มีข้อผิดพลาด จำนวน $n = 40$

2) การคำนวณ (0.3 คะแนน)

ผลการคำนวณถูกต้อง ให้ 0.2 คะแนน

เลขนัยสำคัญถูกต้อง ให้ 0.1 คะแนน (กรณีที่คำตอบไม่ถูกต้อง จะไม่พิจารณาคะแนนเลขนัยสำคัญ)

2.2 น้ำหนักของสารที่ได้จากชั้นน้ำ

น้ำหนักกระจกนาฬิกา + กระดาษกรอง + สาร =	XX.XXXX	g	
น้ำหนักกระจกนาฬิกา + กระดาษกรอง =	XX.XXXX (ติดสติ๊กเกอร์น้ำหนักในช่องนี้)	g	ลายมือชื่อกรรมการ
น้ำหนักสาร =	0.XXXX	g	
ร้อยละผลได้กลับคืน (% recovery) =	XX.XX	%	

เกณฑ์การให้คะแนน : ร้อยละผลได้กลับคืนของสารจากชั้นน้ำ (2.5 + 0.3 คะแนน)

1) คะแนนร้อยละผลได้ (2.5 คะแนน)	
2.5 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ถึง 100 $= 85.30 \leq X \leq 100$
2.0 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 1SD ถึง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) $= 76.36 \leq X < 85.30$
1.5 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 2SD ถึง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 1SD $= 67.41 \leq X < 76.36$
1.0 คะแนน	= ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 3SD ถึง ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) - 2SD $= 58.47 \leq X < 67.41$
0.5 คะแนน	= > 100 $= < \text{ค่าเฉลี่ย } (\bar{X}) - 3SD (= < 58.47)$
0 คะแนน	ไม่ได้ตะกอน

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คำนวณจากผลการทดลองของกลุ่มควบคุมที่ไม่มีข้อผิดพลาด จำนวน $n = 40$

2) การคำนวณ (0.3 คะแนน)

ผลการคำนวณถูกต้อง ให้ 0.2 คะแนน

เลขนัยสำคัญถูกต้อง ให้ 0.1 คะแนน (กรณีที่คำตอบไม่ถูกต้อง จะไม่พิจารณาคะแนนเลขนัยสำคัญ)

2.3 การระบุสารองค์ประกอบของสารผสม H (4 คะแนน)

ผลการทดสอบการละลาย (ไม่มีคะแนน)

สารจาก	น้ำ	Litmus test	5% NaOH	5% NaHCO ₃	5% HCl	conc. H ₂ SO ₄	ระบุกลุ่มการละลาย
ชั้น CH ₂ Cl ₂	-		-		-	+	☐ S _A ☐ S _N ☐ S _B ☐ A ₁ ☐ A ₂ ☐ B ☒ N ☐ I
ชั้นน้ำ	-		+	+			☐ S _A ☐ S _N ☐ S _B ☒ A ₁ ☐ A ₂ ☐ B ☐ N ☐ I

ผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน (ไม่มีคะแนน)

สารจาก	FeCl ₃	2,4-DNP	KMnO ₄	Fehling	CAN
ชั้น CH ₂ Cl ₂	-	+	-	-	-
ชั้นน้ำ	-	-	-	-	-

ระบุชื่อสารองค์ประกอบของสารผสม H (ตามตารางที่ 1) (4 คะแนน)

สารจากชั้น CH₂Cl₂ คือ

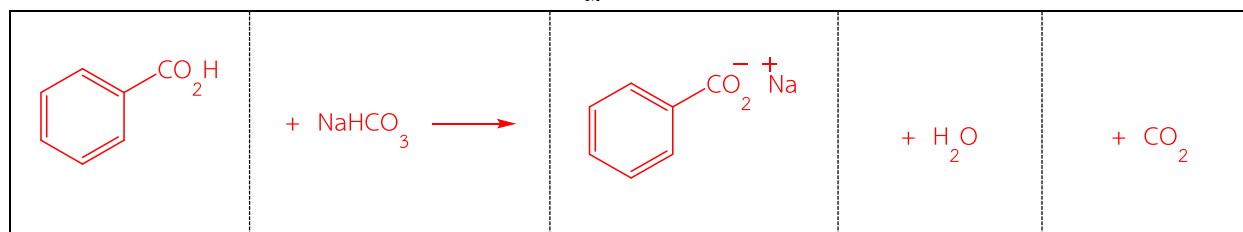
benzophenone / สาร 3

สารจากชั้นน้ำ คือ

benzoic acid / สาร 8

เกณฑ์การให้คะแนน : คำตอบถูกต้อง และระบุสารได้ถูกต้อง ให้สารละ 2 คะแนน

: กรณีระบุสารผิดชั้น ให้ 0 คะแนน

2.4 เขียนสมการเคมี (แบบแสดงโครงสร้าง) ของปฏิกิริยาระหว่างสารตัวอย่างจากชั้นน้ำกับ NaHCO₃ (0.4 คะแนน)

(0.1 คะแนน)

(0.2 คะแนน)

(0.05 คะแนน)

(0.05 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนน : แสดงโครงสร้างของสารไม่ถูกต้อง ไม่ให้คะแนน

: เขียนผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง ให้สารละ 0.05 คะแนน

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

ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (คะแนนรวม 3.75 คะแนน)

ตารางที่ 1 บันทึกผลการไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (3 คะแนน)

ปริมาตรสารละลาย KIO_3 = ...10.00..... mL
 ความเข้มข้นของสารละลาย KIO_3 = ... 2.50×10^{-3} mol/L

ข้อมูลการทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สเกลบนบิวเรตเริ่มต้น (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ เฉลี่ย (mL) จากผลครั้งที่ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	15.41		

สำหรับการกรรมการคุมสอบเท่านั้น ตรวจเฉพาะข้อสรุปกรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น หากเทกก่อนการตรวจจะถือว่า นักเรียนไม่ได้ทำการไทเทรต จำนวนที่ทำการไทเทรต ครั้ง ลายมือชื่อกรรมการ
--

เกณฑ์การให้คะแนนตารางที่ 1 (3 คะแนน)

1A. การบันทึกปริมาตร (0.5 คะแนน)	
บันทึกปริมาตร/ลบปริมาตร/ค่าเฉลี่ย/เลขนัยสำคัญ ถูกต้องทุกช่อง	0.5 คะแนน
ก. เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ข. ลบปริมาตรไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ค. คำนวณปริมาตรเฉลี่ยไม่ถูกต้อง	หัก 0.1 คะแนน
1B. Precision (0.3 คะแนน) **ต้องเลือกอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะให้คะแนน**	
ผลต่างของปริมาตร $\max - \min \leq 0.10$ mL	0.3 คะแนน
$0.10 \text{ mL} < \max - \min \leq 0.20$ mL	0.2 คะแนน
$0.20 \text{ mL} < \max - \min$	0 คะแนน
1C. จำนวนครั้งของการไทเทรต (0.2 คะแนน)	
ไทเทรตครบ 3 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.2 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.1 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน
ไม่มีลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน
1D. Accuracy (2.0 คะแนน)	
$ X - \bar{X} \leq 1SD$	2.0 คะแนน
$1SD < X - \bar{X} \leq 2SD$	1.0 คะแนน
$2SD < X - \bar{X} \leq 3SD$	0.5 คะแนน
$3SD < X - \bar{X} $	0 คะแนน

แสดงวิธีคำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ในหน่วย mol/L (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ

ความเข้มข้นของ
สารละลายมาตรฐาน
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

=

10.00 mL KIO_3

15.43 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

×

2.50×10^{-3} mol KIO_3

1000 mL KIO_3

×

6 mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

1 mol KIO_3

×

1000 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

1 L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

×

×

=

9.72×10^{-3}

mol/L

เกณฑ์การให้คะแนน การคำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ (0.50 คะแนน)	
แสดงการคำนวณถูกต้องด้วยวิธีเปลี่ยนหน่วย และเขียนหน่วยกำกับทุกช่อง	0.50 คะแนน
คำตอบ (0.25 คะแนน)	
คำนวณคำตอบถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ (เลขนัยสำคัญ 3 ตัว)	0.25 คะแนน

ตอนที่ 2 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย EDTA (คะแนนรวม 3.75 คะแนน)

ตารางที่ 2 บันทึกผลการไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย EDTA (3 คะแนน)

ปริมาตรสารละลาย CaCO_3 = ...10.00..... mL
 ความเข้มข้นของสารละลาย CaCO_3 = ... 6.51×10^{-3} mol/L

ข้อมูลการทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สเกลบนบิวเรตเริ่มต้น (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA ที่ใช้ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA เฉลี่ย (mL) จากผลครั้งที่ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	6.60		

สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น ตรวจเฉพาะขวดปรุปรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น หากเททิ้งก่อนการตรวจจะถือว่านักเรียนไม่ได้ทำการไทเทรต จำนวนที่ทำการไทเทรต ครั้ง ลายมือชื่อกรรมการ
--

เกณฑ์การให้คะแนนตารางที่ 2 (3 คะแนน)

2A. การบันทึกปริมาตร (0.5 คะแนน)	
บันทึกปริมาตร/ลบปริมาตร/ค่าเฉลี่ย/เลขนัยสำคัญ ถูกต้องทุกช่อง	0.5 คะแนน
ก. เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ข. ลบปริมาตรไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ค. คำนวณปริมาตรเฉลี่ยไม่ถูกต้อง	หัก 0.1 คะแนน
2B. Precision (0.3 คะแนน) **ต้องเลือกอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะให้คะแนน**	
ผลต่างของปริมาตร $\max - \min \leq 0.10 \text{ mL}$	0.3 คะแนน
$0.10 \text{ mL} < \text{ผลต่างของปริมาตร } \max - \min \leq 0.20 \text{ mL}$	0.2 คะแนน
$0.20 \text{ mL} < \text{ผลต่างของปริมาตร } \max - \min$	0 คะแนน
2C. จำนวนครั้งของการไทเทรต (0.2 คะแนน)	
ไทเทรตครบ 3 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.2 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.1 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน
ไม่มีลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน
2D. Accuracy (2.0 คะแนน)	
$ X - \bar{X} \leq 1SD$	2.0 คะแนน
$1SD < X - \bar{X} \leq 2SD$	1.0 คะแนน
$2SD < X - \bar{X} \leq 3SD$	0.5 คะแนน
$3SD < X - \bar{X} $	0 คะแนน

แสดงวิธีคำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน EDTA ในหน่วย mol/L (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของ} \\ \text{สารละลายมาตรฐาน} \\ \text{EDTA} &= \frac{10.00 \text{ mL CaCO}_3}{6.60 \text{ mL EDTA}} \times \frac{6.51 \times 10^{-3} \text{ mol CaCO}_3}{1000 \text{ mL CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol EDTA}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \\ &\quad \frac{1000 \text{ mL EDTA}}{1 \text{ L EDTA}} \times \frac{\quad}{\quad} \times \frac{\quad}{\quad} \\ &= 9.86 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน การคำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน EDTA (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ (0.50 คะแนน)	
แสดงการคำนวณถูกต้องด้วยวิธีเปลี่ยนหน่วย และเขียนหน่วยกำกับทุกช่อง	0.50 คะแนน
คำตอบ (0.25 คะแนน)	
คำนวณคำตอบถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ (เลขนัยสำคัญ 3 ตัว)	0.25 คะแนน

ตอนที่ 3 หาปริมาณ Mg^{2+} และ/หรือ Cu^{2+} ในสารตัวอย่าง (คะแนนรวม 6 คะแนน)

การทดลองในตอนที่ 3 เป็นการทดลองเพื่อหาปริมาณของ ☐ Mg^{2+} ☒ Cu^{2+} ☐ $\text{Mg}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

เกณฑ์การให้คะแนน (0.25 คะแนน)

3A. คำตอบถูกต้อง (0.25 คะแนน)	
ถ้าตอบ Cu^{2+} ถูกต้อง	0.25 คะแนน
ถ้าตอบ Mg^{2+} หรือ $\text{Mg}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ไม่ถูกต้อง	0 คะแนน

ตารางที่ 3 บันทึกผลการไทเทรตในตอนที่ 3 (5 คะแนน)

ข้อมูลการทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สเกลบนบิวเรตเริ่มต้น (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ เฉลี่ย (mL) จากผลครั้งที่ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	12.59		

สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น	
ตรวจเฉพาะขวดรูปกรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น หากเททิ้งก่อนการตรวจจะถือว่านักเรียนไม่ได้ทำการไทเทรต	
จำนวนที่ทำการไทเทรต	ครั้ง ลายมือชื่อกรรมการ

เกณฑ์การให้คะแนนตารางที่ 3 (5 คะแนน)

3A. การบันทึกปริมาตร (0.5 คะแนน)	
บันทึกปริมาตร/ลบปริมาตร/ค่าเฉลี่ย/เลขนัยสำคัญ ถูกต้องทุกช่อง	0.5 คะแนน
ก. เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ข. ลบปริมาตรไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ค. คำนวณปริมาตรเฉลี่ยไม่ถูกต้อง	หัก 0.1 คะแนน
3B. Precision (0.3 คะแนน) **ต้องเลือกอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะให้คะแนน**	
ผลต่างของปริมาตร $\max - \min \leq 0.15 \text{ mL}$	0.3 คะแนน
$0.15 \text{ mL} < \text{ผลต่างของปริมาตร } \max - \min \leq 0.30 \text{ mL}$	0.2 คะแนน
$0.30 \text{ mL} < \text{ผลต่างของปริมาตร } \max - \min$	0 คะแนน
3C. จำนวนครั้งของการไทเทรต (0.2 คะแนน)	
ไทเทรตครบ 3 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.2 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.1 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน
ไม่มีลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน
3D. Accuracy (4.00 คะแนน)	
$ X - \bar{X} \leq 1SD$	4 คะแนน
$1SD < X - \bar{X} \leq 2SD$	3 คะแนน
$2SD < X - \bar{X} \leq 3SD$	1.5 คะแนน
$3SD < X - \bar{X} $	0 คะแนน

แสดงวิธีคำนวณหาปริมาณโลหะในตอนที่ 3 ในหน่วย mol/L (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{ความเข้มข้นของ } \text{Cu}^{2+} &= \frac{12.59 \text{ mL } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}}{10.00 \text{ mL sample}} \times \frac{9.72 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}}{1000 \text{ mL } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \times \frac{1 \text{ mol } \text{Cu}^{2+}}{1 \text{ mol } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \times \\
 &\quad \frac{1000 \text{ mL sample}}{1 \text{ L sample}} \times \frac{\quad}{\quad} \times \frac{\quad}{\quad} \\
 &= 1.22 \times 10^{-2} \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน การคำนวณหาปริมาณโลหะในตอนที่ 3 (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ (0.50 คะแนน)	
แสดงการคำนวณถูกต้องด้วยวิธีเปลี่ยนหน่วย และเขียนหน่วยกำกับทุกช่อง	0.50 คะแนน
คำตอบ (0.25 คะแนน)	
คำนวณคำตอบถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ (เลขนัยสำคัญ 3 ตัว)	0.25 คะแนน

ตอนที่ 4 หาปริมาณ Mg^{2+} และ/หรือ Cu^{2+} ในสารตัวอย่าง (ต่อ) (คะแนนรวม 6.5 คะแนน)

การทดลองในตอนี่ 4 เป็นการทดลองเพื่อหาปริมาณของ ☒ Mg^{2+} ☐ Cu^{2+} ☐ $Mg^{2+} + Cu^{2+}$

เกณฑ์การให้คะแนน (0.25 คะแนน)

4A. คำตอบถูกต้อง (0.25 คะแนน)	
ถ้าตอบ Mg^{2+} ถูกต้อง	0.25 คะแนน
ถ้าตอบ Cu^{2+} หรือ $Mg^{2+} + Cu^{2+}$ ไม่ถูกต้อง	0 คะแนน

ตารางที่ 4 บันทึกผลการไทเทรตในตอนี่ 4 (5.5 คะแนน)

ข้อมูลการทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สเกลบนบิวเรตเริ่มต้น (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA ที่ใช้ (mL)	x.xx	x.xx	x.xx
ปริมาตรของสารละลาย EDTA เฉลี่ย (mL) จากผลครั้งที่ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	13.23		

สำหรับกรรมการคุมสอบเท่านั้น	
ตรวจเฉพาะขวดรูปกรวยที่ไทเทรตแล้วเท่านั้น หากเททิ้งก่อนการตรวจจะถือว่านักเรียนไม่ได้ทำการไทเทรต	
จำนวนที่ทำการไทเทรต	ครั้ง
ลายมือชื่อกรรมการ	

เกณฑ์การให้คะแนนตารางที่ 4 (5.5 คะแนน)

4A. การบันทึกปริมาตร (0.5 คะแนน)	
บันทึกปริมาตร/ลบปริมาตร/ค่าเฉลี่ย/เลขนัยสำคัญ ถูกต้องทุกช่อง	0.5 คะแนน
ก. เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ข. ลบปริมาตรไม่ถูกต้องช่องใดช่องหนึ่ง	หัก 0.2 คะแนน
ค. คำนวณปริมาตรเฉลี่ยไม่ถูกต้อง	หัก 0.1 คะแนน
4B. Precision (0.3 คะแนน) **ต้องเลือกอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะให้คะแนน**	
ผลต่างของปริมาตร $\max - \min \leq 0.15 \text{ mL}$	0.3 คะแนน
$0.15 \text{ mL} < \text{ผลต่างของปริมาตร} \max - \min \leq 0.30 \text{ mL}$	0.2 คะแนน
$0.30 \text{ mL} < \text{ผลต่างของปริมาตร} \max - \min$	0 คะแนน
4C. จำนวนครั้งของการไทเทรต (0.2 คะแนน)	
ไทเทรตครบ 3 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.2 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0.1 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน
ไม่มีลายมือชื่อกรรมการ	0 คะแนน

4D. Accuracy (4.5 คะแนน)	
$ X - \bar{X} \leq 1SD$	4.5 คะแนน
$1SD < X - \bar{X} \leq 2SD$	3.0 คะแนน
$2SD < X - \bar{X} \leq 3SD$	1.5 คะแนน
$3SD < X - \bar{X} $	0 คะแนน

แสดงวิธีคำนวณหาปริมาณโลหะในตอนที่ 4 ในหน่วย mol/L (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{ความเข้มข้นของ } \text{Mg}^{2+} &= \frac{13.23 \text{ mL EDTA}}{10.00 \text{ mL sample}} \times \frac{9.92 \times 10^{-3} \text{ mol EDTA}}{1000 \text{ mL EDTA}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol EDTA}} \times \\
 &\quad \frac{1000 \text{ mL sample}}{1 \text{ L sample}} \times \frac{\quad}{\quad} \times \frac{\quad}{\quad} \\
 &= 1.31 \times 10^{-2} \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน การคำนวณหาปริมาณโลหะในตอนที่ 4 (0.75 คะแนน)

วิธีคำนวณ (0.50 คะแนน)	
แสดงการคำนวณถูกต้องด้วยวิธีเปลี่ยนหน่วย และเขียนหน่วยกำกับทุกช่อง	0.50 คะแนน
คำตอบ (0.25 คะแนน)	
คำนวณคำตอบถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ (เลขนัยสำคัญ 3 ตัว)	0.25 คะแนน