



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 16

ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วันจันทร์ที่ 7 ธันวาคม 2563

เวลา 09.00 – 14.00 น.

เฉลยข้อสอบภาคปฏิบัติ

เลขประจำตัวสอบ _____

การทดลองที่ 1 (20 คะแนน)
การหาค่าไอโอดีนของกรดโอเลอิก
(Iodine value determination of oleic acid)

ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานปฐุมภูมิ KIO_3 (0.5 คะแนน)

รหัสของ KIO_3	=	Kxxx	
น้ำหนักของ KIO_3	=	0.4439	g

A1 (0.5 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานปฐุมภูมิ KIO_3	=	0.02074	M	คำตอบถูกต้องตามหลัก เลขนัยสำคัญ (0.2) **เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง (-0.1)**
--	---	---------	---	--

วิธีคำนวณ

คะแนนรวม 0.3 คะแนน แบ่งการให้คะแนนเป็นส่วน

$$[\text{KIO}_3] = 0.4439 \text{ g KIO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KIO}_3}{214.00 \text{ g KIO}_3} \times \frac{1}{100.00 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 0.02074 \text{ M}$$

(0.2) (0.1)

B1

(1 คะแนน)

สำหรับกรรมการเท่านั้น	
จำนวนครั้งการไทเทรต ☐ 3 ครั้ง ☐ 2 ครั้ง ☐ 1 ครั้ง	 ลายมือชื่อกรรมการ

เกณฑ์การให้คะแนนจำนวนครั้งการไทเทรต (1 คะแนน)

ไทเทรตครบ 3 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	1 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.75 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.5 คะแนน
ไทเทรต แต่ไม่มีลายเซ็นกรรมการ	0 คะแนน

B2

(2 คะแนน)

ตารางที่ 1.2.1 บันทึกปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สเกลเริ่มต้นของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	0.00	11.65	23.30
สเกลสุดท้ายของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	11.65	23.30	34.95
ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (mL)	11.65	11.65	11.65
ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ เฉลี่ย (mL)	11.65		

เกณฑ์การให้คะแนนบันทึกปริมาตร (1 คะแนน)

คำตอบทุกช่องถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ	1 คะแนน
⊗ บันทึกปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ มีเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง (มีทศนิยมไม่เท่ากับสองตำแหน่ง) ที่ใดที่หนึ่ง	-0.2 คะแนน
⊗ ลบปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	-0.2 คะแนน
⊗ คำนวณค่าเฉลี่ยปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ไม่ถูกต้อง	-0.2 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน Precision (1 คะแนน)

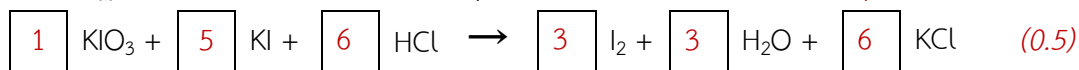
เกณฑ์การพิจารณาที่ใช้ในกรณีที่ไทเทรตไม่ครบ 3 ครั้งด้วย	
ผลต่างของปริมาตร ≤ 0.10 mL	1 คะแนน
$0.10 \text{ mL} < \text{ผลต่างของปริมาตร} \leq 0.20 \text{ mL}$	0.75 คะแนน
ผลต่างของปริมาตร $> 0.20 \text{ mL}$	0.5 คะแนน

ป

B3

(1 คะแนน)

สมการแสดงการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (เติมตัวเลขให้ครบทุกช่อง) (ตอบเป็นเลขลงตัวที่น้อยที่สุดก็ให้คะแนน)



B4

(3.5 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

=

0.1068

M

คำตอบถูกต้องตามหลัก

เลขนัยสำคัญ (0.5)

เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง (-0.2)

เกณฑ์การให้คะแนน (2 คะแนน)	
ความถูกต้อง (Accuracy) ของ $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ ค่า $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ อยู่ในช่วง	
$ x - \bar{x} \leq 0.5 \text{ S.D.}$	2 คะแนน
$0.5 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 1 \text{ S.D.}$	1.5 คะแนน
$1 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 2 \text{ S.D.}$	1 คะแนน
$2 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 3 \text{ S.D.}$	0.5 คะแนน
$ x - \bar{x} > 3 \text{ S.D.}$	0 คะแนน

วิธีคำนวณ

จำนวนโมล KIO_3 (0.25)

$$\text{Mol KIO}_3 = \text{Molarity of KIO}_3 \times \text{Measured Volume of KIO}_3 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}$$

$$\text{Mol KIO}_3 = \frac{0.02074 \text{ mol KIO}_3}{1 \text{ L}} \times 10.00 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 2.074 \times 10^{-4} \text{ mol KIO}_3$$

จำนวนโมล $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.25)

$$\text{Mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Mol KIO}_3 \times \frac{6 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol KIO}_3}$$

$$\text{Mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2.074 \times 10^{-4} \text{ mol KIO}_3 \times \frac{6 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol KIO}_3} = 1.244 \times 10^{-3} \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

ความเข้มข้น $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.50)

$$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = \text{mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \frac{1}{\text{Measured Volume of Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = 1.244 \times 10^{-3} \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \frac{1}{11.65 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 0.1068 \text{ M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

เลขประจำตัวสอบ _____

ตอนที่ 3 การหาค่าไอโอดีนของกรดโอลิอิก (12 คะแนน)

C1

(1 คะแนน)

สำหรับกรรมการเท่านั้น	
จำนวนครั้งการไทเทรต ☐ 3 ครั้ง ☐ 2 ครั้ง ☐ 1 ครั้ง	 ลายมือชื่อกรรมการ

เกณฑ์การให้คะแนน (1 คะแนน)	
ไทเทรตครบ 3 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	1 คะแนน
ไทเทรต 2 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.75 คะแนน
ไทเทรต 1 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.5 คะแนน
ไทเทรต แต่ไม่มีลายเซ็นกรรมการ	0 คะแนน

C2

(1 คะแนน)

ตารางที่ 1.3.1 บันทึกผลการทดลองการหาค่าไอโอดีนของกรดโอลิอิก

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
รหัสของ pyridinium tribromide	Pxxx	Pyyy	Pzzz
น้ำหนักของ pyridinium tribromide (g)	0.5239	0.5224	0.5260
รหัสของ oleic acid	Oxxx	Oxxx	Oxxx
น้ำหนักของ oleic acid (g)	0.2373	0.2297	0.2362
สเกลเริ่มต้นของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	6.00	18.70	31.50
สเกลสุดท้ายของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	18.70	21.50	44.30
ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (mL)	12.70	12.80	12.80

เกณฑ์การให้คะแนน (1 คะแนน)	
คำตอบทุกช่องถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ	1 คะแนน
⊗ บันทึกน้ำหนักของ pyridinium tribromide หรือ oleic acid ไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง (ทศนิยมสี่ตำแหน่ง)	-0.2 คะแนน
⊗ บันทึกปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง (ทศนิยมสองตำแหน่ง)	-0.2 คะแนน
⊗ ลบปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง (ทศนิยมสองตำแหน่ง)	-0.2 คะแนน

เลขประจำตัวสอบ _____

C3

(8 คะแนน)

ตารางที่ 1.3.2 บันทึกผลการคำนวณการหาค่าไอโอดีนของกรดโอเลอิก

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
จำนวนโมลของ Br_2 ที่เกิดปฏิกิริยากับ oleic acid (mol)	0.000845 หรือ 8.45×10^{-4}	0.000836 หรือ 8.36×10^{-4}	0.000847 หรือ 8.47×10^{-4}	คำตอบทุกข้อถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ (0.5) **คำตอบหรือเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง (-0.2)**
ค่าไอโอดีน (iodine value)	90.4	92.4	91.0	คำตอบทุกข้อถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ (0.5) **คำตอบหรือเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง (-0.2)**
ค่าไอโอดีนเฉลี่ย	91.3			

เกณฑ์การให้คะแนน (7 คะแนน)	
ความถูกต้อง (Accuracy) ของค่าไอโอดีนเฉลี่ย ค่าไอโอดีนเฉลี่ยอยู่ในช่วง	
$ x - \bar{x} \leq 0.5 \text{ S.D.}$	5 คะแนน
$0.5 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 1.5 \text{ S.D.}$	4 คะแนน
$1.5 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 2.5 \text{ S.D.}$	3 คะแนน
$2.5 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 3.5 \text{ S.D.}$	2 คะแนน
$ x - \bar{x} > 3.5 \text{ S.D.}$	1 คะแนน
ความเที่ยง (Precision) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง	
$0.0 \leq \text{S.D.} \leq 1.5$	2 คะแนน
$1.5 < \text{S.D.} \leq 3$	1.5 คะแนน
$3 < \text{S.D.} \leq 4.5$	1 คะแนน
$4.5 < \text{S.D.} \leq 6.0$	0.5 คะแนน
$\text{S.D.} > 6.0$ หรือ มีผลการทดลองเพียง 1 ครั้ง	0 คะแนน

เลขประจำตัวสอบ _____

C4

(2 คะแนน)

วิธีคำนวณจำนวนโมลของ Br_2 ที่เกิดปฏิกิริยากับ oleic acid และค่าไอโอดีนใช้ค่าจากการทดลองครั้งที่ 1จำนวนโมลของ Br_2 ทั้งหมดที่เติมเข้าไป

(0.75)

ไม่นำ mass purity ของ pyridinium มาร่วมในการคำนวณ (-0.25)

$$\text{Mol Br}_2 \text{ Added} = \frac{\text{Mass of Pyridinium Tribromide} \times \text{Mass Purity}}{\text{Molar Mass of Pyridinium Tribromide}} \times \frac{1 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol Pyridinium Tribromide}}$$

$$\text{Mol Br}_2 \text{ Added} = \frac{0.5239 \text{ g Pyridinium Tribromide}}{319.82 \text{ g/mol}} \times 0.9300 \times \frac{1 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol Pyridinium Tribromide}}$$

(0.25) (0.25) (0.25)

$$\text{Mol Br}_2 \text{ Added} = 0.001523 \text{ mol Br}_2$$

จำนวนโมลของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่เกิดปฏิกิริยา

(0.25)

$$\text{Mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Added} = 12.70 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.1068 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 0.001356 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

จำนวนโมลของ Br_2 ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

(0.25)

$$\text{Mol Unreacted Br}_2 = 0.001356 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol I}_2}{2 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol Br}_2}{1 \text{ mol I}_2} = 0.0006780 \text{ mol Br}_2$$

จำนวนโมลของ Br_2 ที่ทำปฏิกิริยากับ oleic acid

(0.25)

$$\text{Mol Br}_2 \text{ Reacted with Oleic Acid} = 0.001523 \text{ mol Br}_2 \text{ Added} - 0.0006780 \text{ mol Br}_2 \text{ Unreacted}$$

$$\text{Mol Br}_2 \text{ Reacted with Oleic Acid} = 0.000845 \text{ mol Br}_2$$

ค่าไอโอดีน

(รวม 0.5)

$$\text{Iodine Value} = 0.000845 \text{ mol Br}_2 \times \frac{1 \text{ mol I}_2}{1 \text{ mol Br}_2} \times \frac{253.80 \text{ g I}_2}{1 \text{ mol I}_2} \times \frac{100 \text{ g Oleic Acid}}{0.2373 \text{ g Oleic Acid}} = 90.4$$

(0.25) (0.25)

การทดลองที่ 2 (20 คะแนน)

การหาความเข้มข้นของกรดตัวอย่างด้วยเทคนิคแคลอริเมตรี

(Acid concentration determination using calorimetric technique)

ตอนที่ 1 การหาค่าความจุความร้อนของแคลอริมิเตอร์ (9.5 คะแนน)

(5.5 คะแนน)

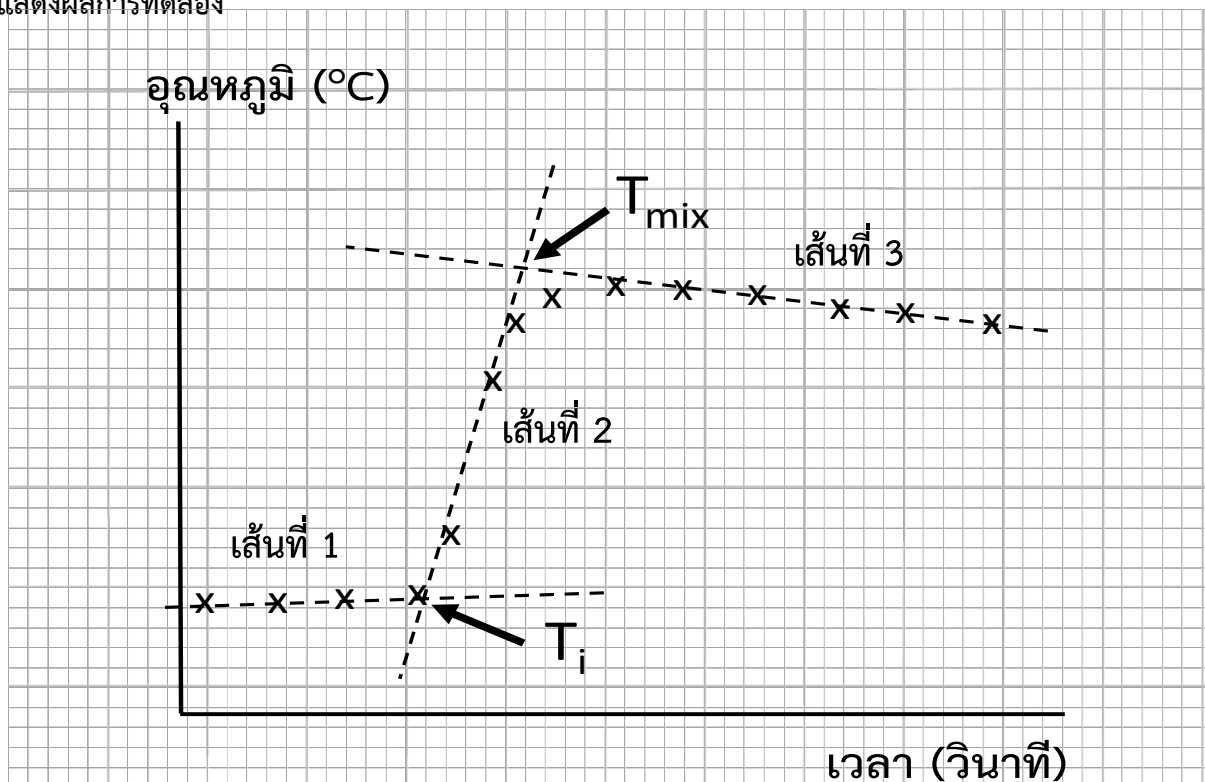
ตารางที่ 2.1.1 บันทึกอุณหภูมิของสารละลายในแคลอริมิเตอร์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (s)	0	30	60	90	120	125	130	135	140	145	150
อุณหภูมิ (°C)											

เวลา (s)	180	210	240	270	300	330	360	390	420
อุณหภูมิ (°C)									

ลายมือชื่อกรรมการ

กราฟแสดงผลการทดลอง



เลขประจำตัวสอบ _____

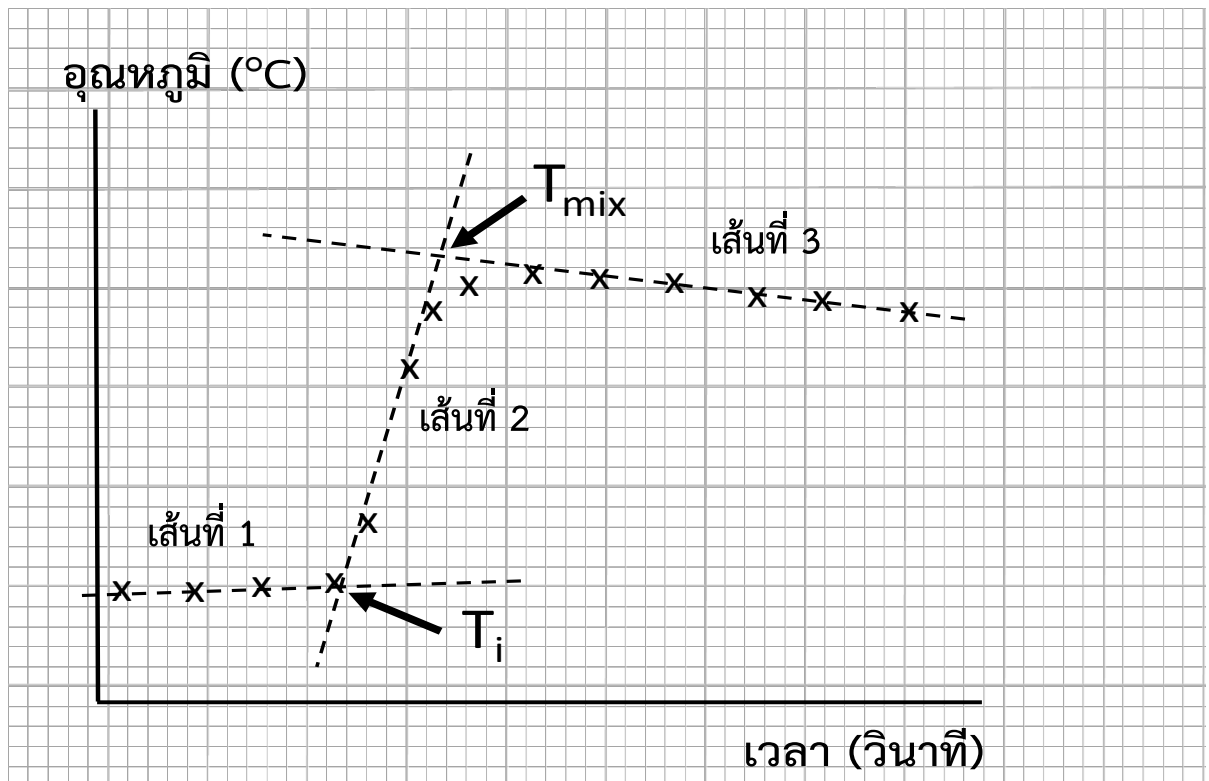
ตารางที่ 2.1.2 บันทึกอุณหภูมิของสารละลายในแคลอริมิเตอร์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (s)	0	30	60	90	120	125	130	135	140	145	150
อุณหภูมิ (°C)											

เวลา (s)	180	210	240	270	300	330	360	390	420
อุณหภูมิ (°C)									

ลายมือชื่อกรรมการ

กราฟแสดงผลการทดลอง



ตารางที่ 2.1.3 (ในกรณีที่จำเป็นต้องทำการทดลองเพิ่ม)

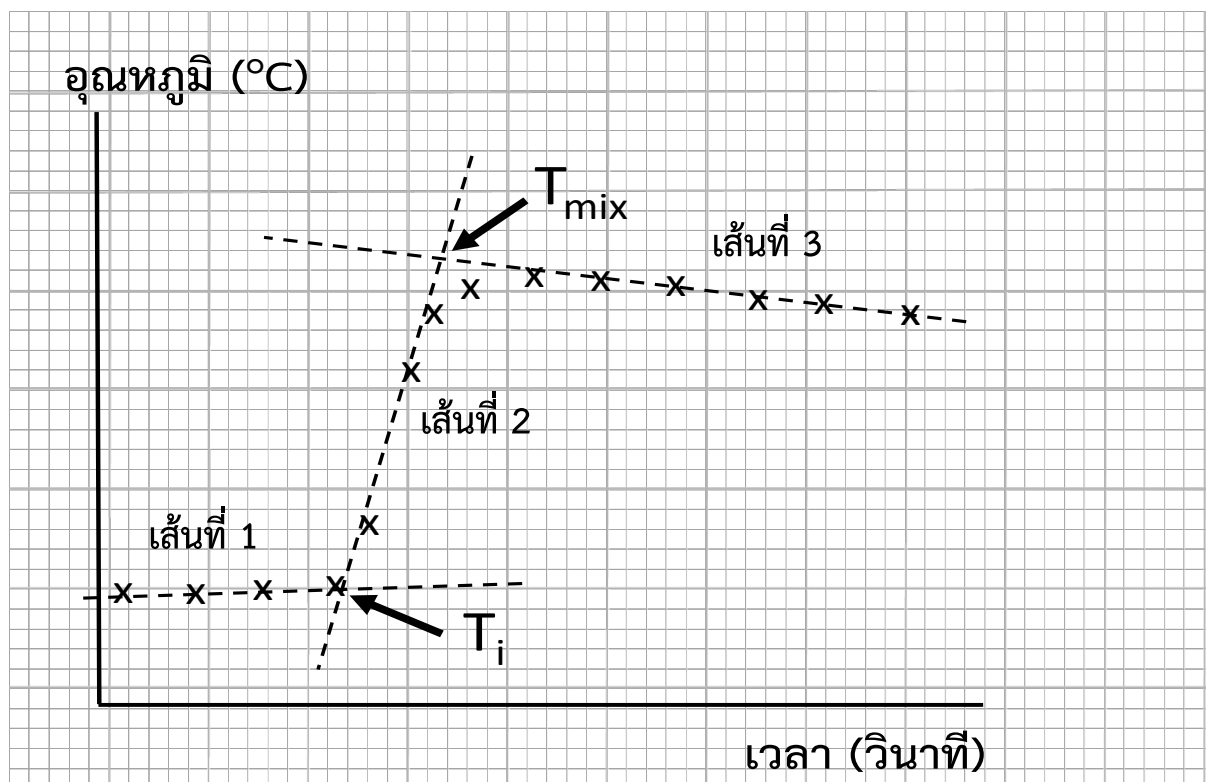
บันทึกอุณหภูมิของสารละลายในแคลอริมิเตอร์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (s)	0	30	60	90	120	125	130	135	140	145	150
อุณหภูมิ (°C)											

เวลา (s)	180	210	240	270	300	330	360	390	420
อุณหภูมิ (°C)									

ลายมือชื่อกรรมการ

กราฟแสดงผลการทดลอง



D1

เกณฑ์การให้คะแนน (1 คะแนน)	
บันทึกผลครบ 2 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	1 คะแนน
บันทึกผล 1 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.5 คะแนน
บันทึกผล แต่ไม่มีลายเซ็นกรรมการ	0 คะแนน

เลขประจำตัวสอบ

ตารางที่ 2.1.4 บันทึกอุณหภูมิ T_i , T_{mix} , ΔT และ $\Delta T_{เฉลี่ย}$

ค่าที่ได้จากการทดลอง	ครั้งที่	ครั้งที่
T_i (°C)	xx.x	xx.x
T_{mix} (°C)	xx.x	xx.x
ΔT (°C)	xx.x	xx.x
$\Delta T_{เฉลี่ย}$ (°C)	13.5	

D2

คะแนนรวม 4.5 คะแนน		
เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน	รวม
บันทึกอุณหภูมิในตารางได้ครบและถูกต้อง ⊗ บันทึกไม่ครบทุกช่องที่กำหนด ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.2 คะแนน/ตาราง -0.1 คะแนน/ตาราง -0.1 คะแนน/ตาราง	0.4 คะแนน
เลือกแกนและสเกลได้เหมาะสม	0.2 คะแนน/กราฟ	0.4 คะแนน
ลงจุดให้ครบตามรูปที่ 1 (ลงจุด ให้ครบ) ⊗ ลงจุดไม่ครบตามรูปที่ 1 (ลงจุดไม่ครบ)	0.25 คะแนน/กราฟ -0.1 คะแนน/กราฟ	0.5 คะแนน
ลากเส้นแนวโน้มทั้ง 3 เส้นได้ถูกต้อง (เส้นที่ 1 ผ่านจุดอย่างน้อย 3 จุด, เส้นที่ 2 ผ่านจุดที่ เวลา 125, 130, 135 วินาทีขณะผสมอย่างน้อย 2 จุด และเส้นที่ 3 ผ่านจุดอย่างน้อย 3 จุด)	0.5 คะแนน/กราฟ -0.1 คะแนน/เส้น (เส้นที่ 1) -0.2 คะแนน/เส้น (เส้นที่ 2 หรือ 3)	1 คะแนน
รายงาน T_i จากกราฟถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.15 คะแนน/ค่า -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
รายงาน T_{mix} จากกราฟถูกต้องตามหลักเลข นัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.15 คะแนน/ค่า -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
ΔT ระบุถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.15 คะแนน/ค่า -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
คำนวณ $\Delta T_{เฉลี่ย}$ ถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง	0.3 คะแนน -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
อุณหภูมิที่เวลา 0 – 120 วินาที ห่างกันไม่เกิน 0.5°C	0.25 คะแนน/กราฟ	0.5 คะแนน
ΔT 2 ครั้ง ห่างกันไม่เกิน 0.5°C (ดูช่วงค่าอุณหภูมิจากการทดลอง)	0.5 คะแนน	0.5 คะแนน

D3

(1.5 คะแนน)

ปริมาณความร้อนของปฏิกิริยาที่คายออกมา

=

2.85

kJ

คำตอบถูกต้องตามหลัก

เลขนัยสำคัญ (0.5)

เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง (-0.2)

วิธีคำนวณ

หมายเหตุ กำหนดให้ใช้ปริมาตรของ NaOH เท่ากับ 25.00 mL สำหรับคำนวณ

$$\text{จำนวนโมล NaOH} = \frac{5.07 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL}} \times 25.00 \text{ mL} = 0.127 \text{ mol} \quad (0.25)$$

$$\text{จำนวนโมล HCl} = \frac{1.99 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ mL}} \times 25.00 \text{ mL} = 0.0498 \text{ mol} \quad (0.25)$$

$$\text{จำนวนโมล H}_2\text{O} = \text{จำนวนโมล HCl (สารกำหนดปริมาณ)} = 0.0498 \text{ mol} \quad (0.25)$$

$$\text{ปริมาณความร้อนของปฏิกิริยาที่คายออกมา} = 0.0498 \text{ mol} \times 57.3 \text{ kJ/mol} = 2.85 \text{ kJ} \quad (0.25)$$

D4

(1.5 คะแนน)

ปริมาณความร้อนที่สารละลายได้รับ

=

2.66

kJ

คำตอบถูกต้องตามหลัก

เลขนัยสำคัญ (0.5)

เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง (-0.2)

วิธีคำนวณ

หมายเหตุ กำหนดให้ใช้ปริมาตรของ NaOH เท่ากับ 25.00 mL สำหรับคำนวณ

$$\text{มวลของสารละลาย NaOH} = 1.166 \text{ g/mL} \times 25.00 \text{ mL} = 29.15 \text{ g} \quad (0.25)$$

$$\text{มวลของสารละลาย HCl} = 1.021 \text{ g/mL} \times 25.00 \text{ mL} = 25.52 \text{ g} \quad (0.25)$$

$$\text{มวลของสารละลายผสม} = 29.15 \text{ g} + 25.52 \text{ g} = 54.67 \text{ g} \quad (0.25)$$

$$\text{ปริมาณความร้อนที่สารละลายได้รับ} = 54.67 \text{ g} \times 3.598 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 13.5 \text{ }^{\circ}\text{C} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 2.66 \text{ kJ} \quad (0.25)$$

D5

(1 คะแนน)

ความจุความร้อนของแคลอริมิเตอร์

=

0.014

kJ/°C

คำตอบถูกต้องตามหลัก

เลขนัยสำคัญ (0.5)

เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง (-0.2)

วิธีคำนวณ

หมายเหตุ กำหนดให้ใช้ปริมาตรของ NaOH เท่ากับ 25.00 mL สำหรับคำนวณ

$$q_{\text{cal}} = q_{\text{rxn}} - q_{\text{soln}} = 2.85 \text{ kJ} - 2.66 \text{ kJ} = 0.19 \text{ kJ} \quad (0.25)$$

$$\text{ความจุความร้อนของแคลอริมิเตอร์} = \frac{0.19 \text{ kJ}}{13.5 \text{ }^{\circ}\text{C}} = 0.014 \text{ kJ/}^{\circ}\text{C} \quad (0.25)$$

ตอนที่ 2 การหาความเข้มข้นของสารละลายกรดตัวอย่าง diprotic acid (10.5 คะแนน)

(5.5 คะแนน)

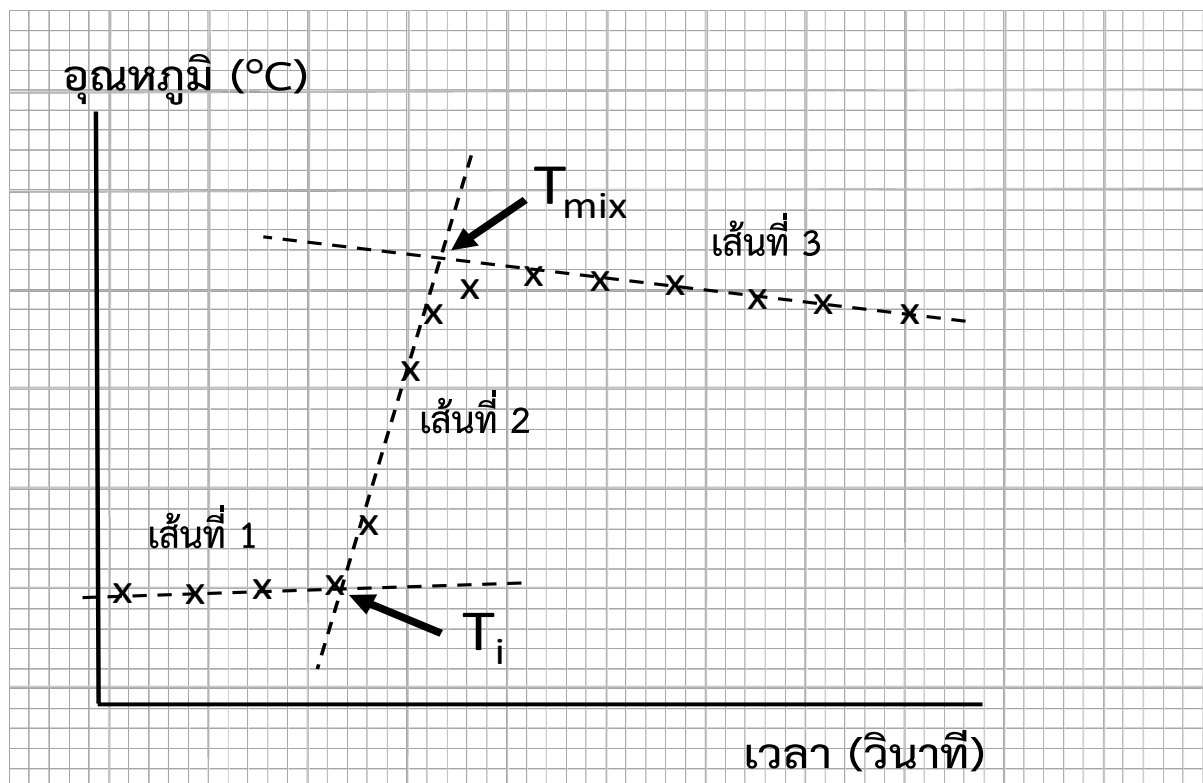
ตารางที่ 2.2.1 บันทึกอุณหภูมิของสารละลายในแคลอริมิเตอร์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (s)	0	30	60	90	120	125	130	135	140	145	150
อุณหภูมิ (°C)											

เวลา (s)	180	210	240	270	300	330	360	390	420
อุณหภูมิ (°C)									

ลายมือชื่อกรรมการ

กราฟแสดงผลการทดลอง



เลขประจำตัวสอบ

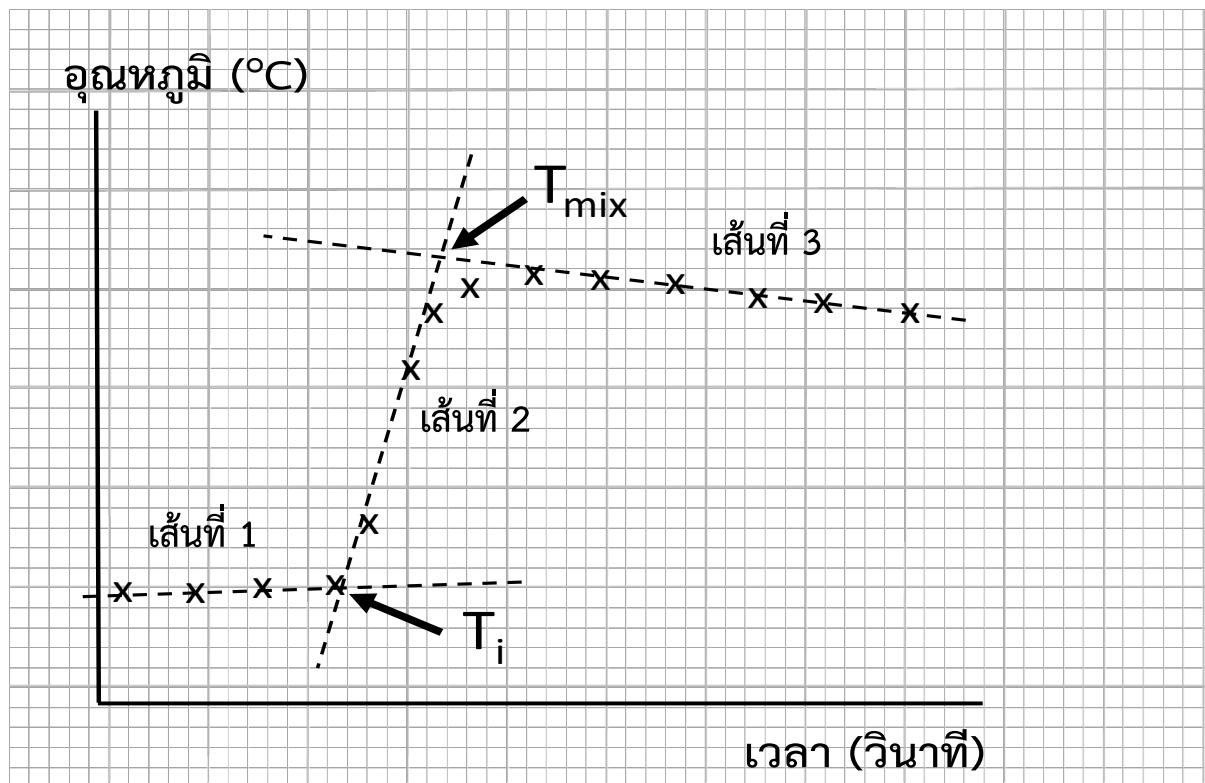
ตารางที่ 2.2.2 บันทึกอุณหภูมิของสารละลายในแคลอริมิเตอร์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (s)	0	30	60	90	120	125	130	135	140	145	150
อุณหภูมิ (°C)											

เวลา (s)	180	210	240	270	300	330	360	390	420
อุณหภูมิ (°C)									

ลายมือชื่อกรรมการ

กราฟแสดงผลการทดลอง



ตารางที่ 2.2.3 (ในกรณีที่จำเป็นต้องทำการทดลองเพิ่ม)

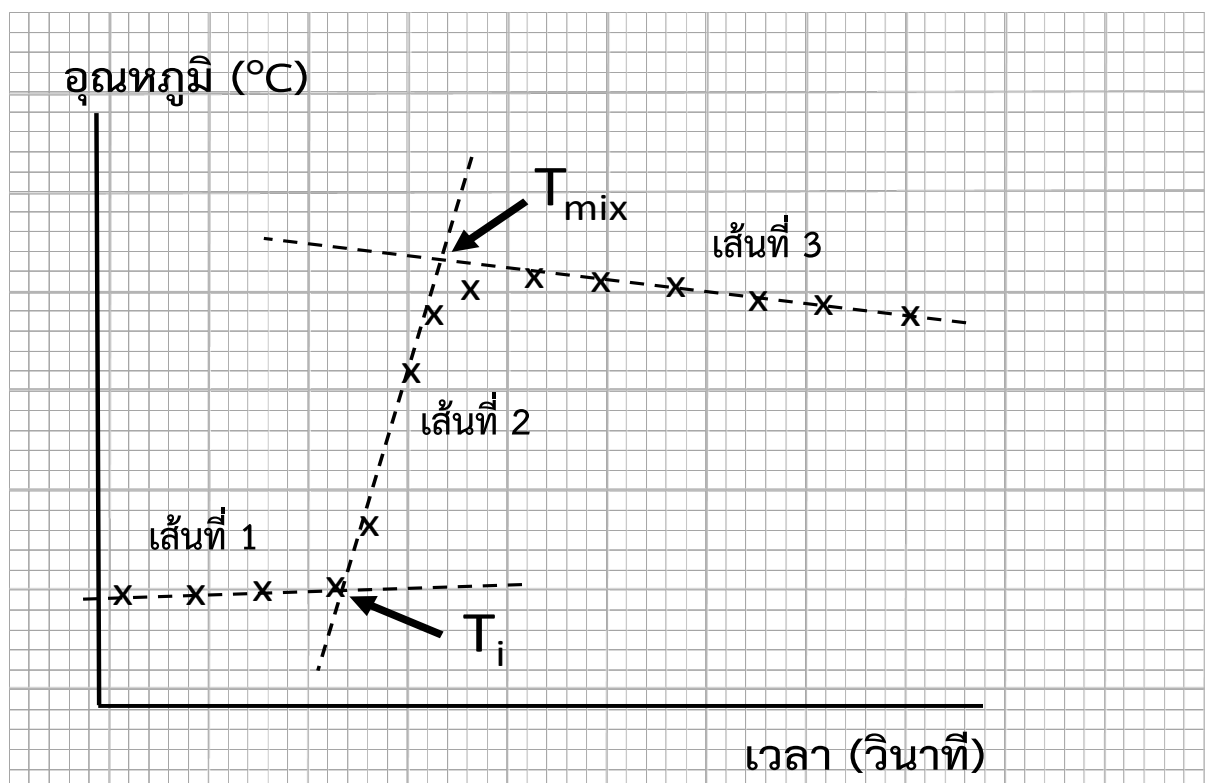
บันทึกอุณหภูมิของสารละลายในแคลอริมิเตอร์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (s)	0	30	60	90	120	125	130	135	140	145	150
อุณหภูมิ (°C)											

เวลา (s)	180	210	240	270	300	330	360	390	420
อุณหภูมิ (°C)									

ลายมือชื่อกรรมการ

กราฟแสดงผลการทดลอง

**E1**

เกณฑ์การให้คะแนน (1 คะแนน)	
บันทึกผลครบ 2 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	1 คะแนน
บันทึกผล 1 ครั้ง พร้อมลายเซ็นกรรมการ	0.5 คะแนน
บันทึกผล แต่ไม่มีลายเซ็นกรรมการ	0 คะแนน

เลขประจำตัวสอบ

ตารางที่ 2.2.4 บันทึกอุณหภูมิ T_i , T_{mix} , ΔT และ $\Delta T_{เฉลี่ย}$

ค่าที่ได้จากการทดลอง	ครั้งที่	ครั้งที่
T_i (°C)	xx.x	xx.x
T_{mix} (°C)	xx.x	xx.x
ΔT (°C)	xx.x	xx.x
$\Delta T_{เฉลี่ย}$ (°C)	20.3	

E2

คะแนนรวม 4.5 คะแนน		
เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน	รวม
บันทึกอุณหภูมิในตารางได้ครบและถูกต้อง ⊗ บันทึกไม่ครบทุกช่องที่กำหนด ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.2 คะแนน/ตาราง -0.1 คะแนน/ตาราง -0.1 คะแนน/ตาราง	0.4 คะแนน
เลือกแกนและสเกลได้เหมาะสม	0.2 คะแนน/กราฟ	0.4 คะแนน
ลงจุดให้ครบตามรูปที่ 1 (ลงจุด ให้ครบ) ⊗ ลงจุดไม่ครบตามรูปที่ 1 (ลงจุดไม่ครบ)	0.25 คะแนน/กราฟ -0.1 คะแนน/กราฟ	0.5 คะแนน
ลากเส้นแนวโน้มทั้ง 3 เส้นได้ถูกต้อง (เส้นที่ 1 ผ่านจุดอย่างน้อย 3 จุด, เส้นที่ 2 ผ่านจุดที่ เวลา 125, 130, 135 วินาทีขณะผสมอย่างน้อย 2 จุด และเส้นที่ 3 ผ่านจุดอย่างน้อย 3 จุด)	0.5 คะแนน/กราฟ -0.1 คะแนน/เส้น (เส้นที่ 1) -0.2 คะแนน/เส้น (เส้นที่ 2 หรือ 3)	1 คะแนน
รายงาน T_i จากกราฟถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.15 คะแนน/ค่า -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
รายงาน T_{mix} จากกราฟถูกต้องตามหลักเลข นัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.15 คะแนน/ค่า -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
ΔT ลบถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้องที่ใดที่หนึ่ง	0.15 คะแนน/ค่า -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
คำนวณ $\Delta T_{เฉลี่ย}$ ถูกต้องตามหลักเลขนัยสำคัญ ⊗ เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง	0.3 คะแนน -0.1 คะแนน	0.3 คะแนน
อุณหภูมิที่เวลา 0 – 120 วินาที ห่างกันไม่เกิน 0.5°C	0.5 คะแนน	0.5 คะแนน
ΔT 2 ครั้ง ห่างกันไม่เกิน 0.5°C (ดูช่วงค่าอุณหภูมิจากการทดลอง)	0.5 คะแนน	0.5 คะแนน

(5 คะแนน)

ความเข้มข้นกรดตัวอย่าง

=

1.61

M

คำตอบถูกต้องตามหลัก

เลขนัยสำคัญ (0.5)

เลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง (-0.2)

วิธีคำนวณ

F1

หมายเหตุ

กำหนดให้ใช้ปริมาตรของ NaOH เท่ากับ 25.00 mL สำหรับคำนวณ

ความร้อนของแคลอรีมิเตอร์ (q_{cal})	= $0.014 \text{ kJ/}^{\circ}\text{C}^{-1} \times 20.3^{\circ}\text{C}$	= 0.28 kJ	(0.2)
มวลของสารละลาย NaOH	= $1.166 \text{ g/mL} \times 25.00 \text{ mL}$	= 29.15 g	(0.2)
มวลของสารละลายกรดตัวอย่าง	= $1.077 \text{ g/mL} \times 25.00 \text{ mL}$	= 29.92 g	
มวลของสารละลายผสม	= $29.15 \text{ g} + 29.92 \text{ g}$	= 59.07 g	
ความร้อนของสารละลาย (q_{soln})	= $59.07 \text{ g} \times 3.580 \text{ J g}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1} \times 20.3^{\circ}\text{C} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}}$	= 4.34 kJ	(0.2)
ความร้อนของสารละลาย (q_{rxn})	= $4.34 \text{ kJ} + 0.28 \text{ kJ}$	= 4.62 kJ	(0.2)
จำนวนโมล H_2O	= $4.62 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol}}{57.3 \text{ kJ}}$	= 0.0806 mol	(0.2)
ความเข้มข้นของสารละลายกรดตัวอย่าง	$\text{H}_2\text{A} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{A} + 2\text{H}_2\text{O}$ น้ำ 0.0806 mol คิดเป็นกรดตัวอย่าง $0.0806/2 \text{ mol} = 0.0403 \text{ mol}$		
ความเข้มข้นของกรดตัวอย่าง	= $0.0403 \text{ mol} \times \frac{1000 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}}$	= 1.61 M	(0.25)

F2

เกณฑ์การให้คะแนน (3 คะแนน)	
ความถูกต้อง (Accuracy) ของความเข้มข้นกรดตัวอย่างอยู่ในช่วง	
$ x - \bar{x} \leq 0.75 \text{ S.D.}$	3 คะแนน
$0.75 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 1.5 \text{ S.D.}$	2 คะแนน
$1 \text{ S.D.} < x - \bar{x} \leq 2.25 \text{ S.D.}$	1 คะแนน
$ x - \bar{x} > 2.25 \text{ S.D.}$	0 คะแนน
เกณฑ์การให้คะแนนหลังจากตรวจรายงานแล้ว	
นำค่าความจุความร้อนของแคลอรีมิเตอร์ที่เป็นลบมาคำนวณความเข้มข้นกรดตัวอย่าง	-2 คะแนน
	จากคะแนนรวม