

ผลการทดลอง ชุดที่ 2

การทดลองที่ 2

การวัดความร้อนด้วยแคลอริมิเตอร์

ทำการทดลอง วัน...พฤษภาคม...ที่...๒...เดือน...กันยายน...พ.ศ...๒๕๖๔... เวลา...๑๕:๐๐ น. บ่าย
ชื่อ...ปณณพัฒน์...สกุล...กิมศิริ...เลขประจำตัว...๔๖๒๐๖๘๒๑...กลุ่มที่...๓...ลำดับที่...๔๒

ตอนที่ 1 การหาค่าคงที่แคลอริมิเตอร์

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
น้ำหนักแคลอริมิเตอร์ (g)	102.453	102.453	
น้ำหนักแคลอริมิเตอร์ + น้ำเย็น (g)	126.849	127.214	
น้ำหนักน้ำเย็นในแคลอริมิเตอร์ (g)	๒๔.๓๙๖	๒๔.๗๖๑	
น้ำหนักแคลอริมิเตอร์ + น้ำผสม	150.342	150.617	
น้ำหนักน้ำอุ่นในแคลอริมิเตอร์ (g)	๒๖.๔๙๓	๒๖.๔๐๓	
อุณหภูมิน้ำเย็นเริ่มต้น (°C)	๒๘.๑	๒๘.๘	
อุณหภูมิน้ำอุ่นก่อนผสม (°C)	62.0	62.0	
อุณหภูมิน้ำผสม (°C)	4๒.๖	4๒.4	
ค่าคงที่แคลอริมิเตอร์ (cal/°C)	8.๒๐	8.๙๗	เฉลี่ย = 8.58

วิธีคำนวณหาค่าคงที่แคลอริมิเตอร์

ครั้งที่ 1

$$\Delta T_1 = T(\text{น้ำผสม}) - T(\text{น้ำอุ่น}) = \dots\dots\dots -19.7^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_2 = T(\text{น้ำผสม}) - T(\text{น้ำเย็น}) = \dots\dots\dots 14.2^{\circ}\text{C}$$

$$C_c = -(m_1 s \Delta T_1 + m_2 s \Delta T_2) / \Delta T_2$$

$$= \frac{-(23.493 \text{ g} \times 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \times (-19.7^{\circ}\text{C}) + 24.396 \text{ g} \times 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \times 14.2^{\circ}\text{C})}{14.2^{\circ}\text{C}}$$

$$\approx 8.10 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$$

เวลา(วินาที)	0	15	30	45	60	120	180	240	300
อุณหภูมิ									
น้ำเย็น		-	-	-	28.4	28.3	28.3	28.2	28.1
น้ำผสม		42.3	42.2	42.1	42.0	41.0	40.5	40.0	39.6

ครั้งที่ 2

$$\Delta T_1 = T(\text{น้ำผสม}) - T(\text{น้ำอุ่น}) = \dots\dots\dots -19.6^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_2 = T(\text{น้ำผสม}) - T(\text{น้ำเย็น}) = \dots\dots\dots 13.6^{\circ}\text{C}$$

$$C_c = -(m_1 s \Delta T_1 + m_2 s \Delta T_2) / \Delta T_2$$

$$= \frac{-(23.403 \text{ g} \times 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \times (-19.6^{\circ}\text{C}) + 24.761 \text{ g} \times 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \times 13.6^{\circ}\text{C})}{13.6^{\circ}\text{C}}$$

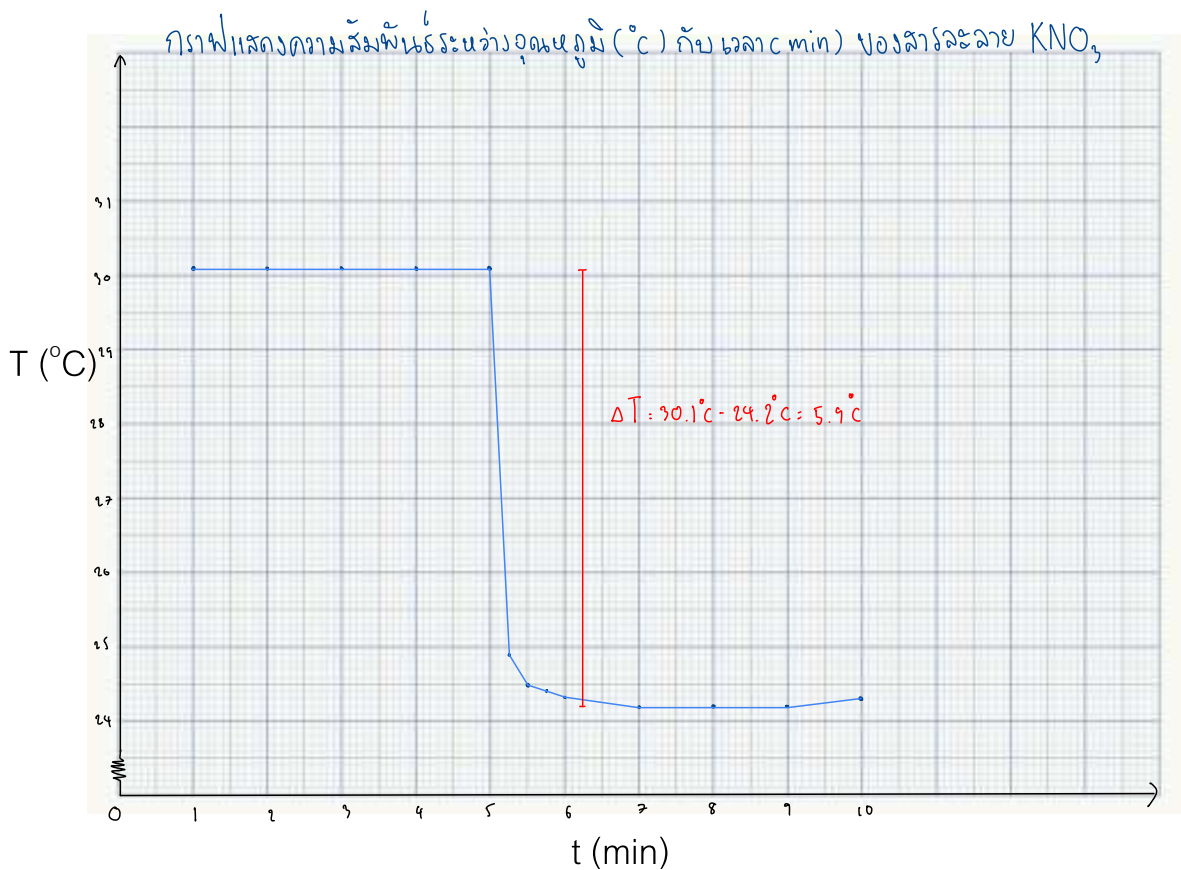
$$\approx 8.97 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$$

เวลา(วินาที)	0	15	30	45	60	120	180	240	300
อุณหภูมิ									
น้ำเย็น		-	-	-	29.0	28.9	28.9	28.8	28.8
น้ำผสม		42.4	42.4	42.2	42.2	41.5	40.9	40.4	39.9

ตอนที่ 2 การหาเอนทัลปีของการละลาย

	KNO ₃	Na ₂ CO ₃
น้ำหนักแคลอริมิเตอร์ (g)	102.453	101.148
น้ำหนักแคลอริมิเตอร์ + น้ำ (g)	151.771	150.025
น้ำหนักน้ำในแคลอริมิเตอร์ (g)	49.318	47.777
น้ำหนักสาร (g)	3.940	3.996
อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ (°C)	30.1	27.1
อุณหภูมิสารละลาย (°C) จากกราฟ	24.2	30.8
ความร้อนที่น้ำได้รับหรือสูญเสีย (cal)	-310	190
ความร้อนที่แคลอริมิเตอร์ได้รับหรือสูญเสีย (cal)	-51	32
เอนทัลปีของการละลาย (cal/mol)	9.25×10^3	-5.89×10^3
ΔH_{soln} จาก Handbook (kcal/mol)	+8.35	-5.93
% ความผิดพลาด	10.8	0.7

เวลา (วินาที)	15	30	45	60	120	180	240	300
อุณหภูมิน้ำ (°C)	--	--	--	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1
อุณหภูมิสารละลาย (°C)	24.9	24.5	24.4	24.3	24.2	24.2	24.2	24.3



วิธีคำนวณหาเอนทัลปีของการละลาย

$$-q_r = q_{sol} + q_c = ms\Delta T + C_c\Delta T$$

$$q_r = -[(49.3189 + 3.9409) \cdot 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (29.2 \text{ K} - 30.1 \text{ K}) + (8.58 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1}) \cdot (29.2 \text{ K} - 30.1 \text{ K})]$$

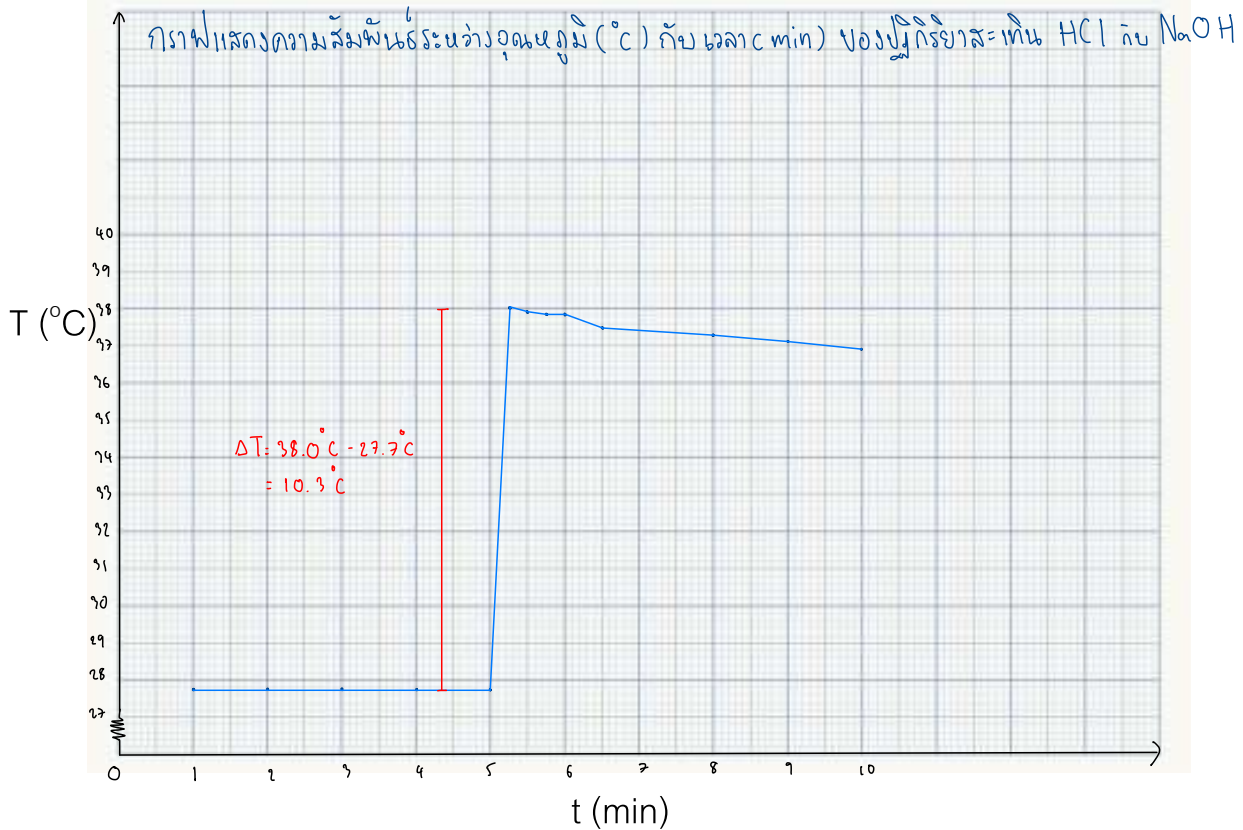
$$= -3.61 \text{ cal}$$

เอนทัลปีของการละลาย = $\frac{-3.61 \text{ cal}}{0.03901 \text{ mol}} = -9.25 \times 10^3 \text{ cal/mol}$

ตอนที่ 3 การหาความร้อนของปฏิกิริยาสะเทิน

ชนิดของกรดและเบส	HCl	CH ₃ COOH	HCl + NH ₃
ค่าที่วัดได้	+ NaOH	+ NaOH	
น้ำหนักแคลอริมิเตอร์ (g)	102.453	102.248	104.155
น้ำหนักแคลอริมิเตอร์ + สารละลายผสม (g)	206.388	205.963	213.053
น้ำหนักของสารละลายผสม (g)	103.935	103.115	108.898
อุณหภูมิของเบสในแคลอริมิเตอร์ (°C)	27.7	28.3	31.1
อุณหภูมิสุดท้ายของสารละลายผสม (°C), T _{max}	38.0	37.5	39.3
อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (ΔT) (°C)	10.3	9.2	8.2
ความร้อนของปฏิกิริยาสะเทิน (cal)	-1158	-1029	-960
เอนทัลปีของปฏิกิริยาสะเทินต่อโมลของน้ำที่เกิดขึ้น (cal/mol)	-1.5×10^4	-1.4×10^4	-1.9×10^4
ΔH _{neut} จาก Handbook (kcal/mol)	-13.8	-13.4	-12.8
% ความผิดพลาด	8.7	4.5	1.5

เวลา (วินาที)	15	30	45	60	120	180	240	300
อุณหภูมิเบส (°C)	--	--	--	27.7	27.7	27.7	27.7	27.7
อุณหภูมิสารละลาย (°C)	38.0	37.9	37.8	37.8	37.5	37.3	37.1	36.9



วิธีคำนวณหาเอนทัลปีของปฏิกิริยาสะเทินต่อโมลของน้ำที่เกิดขึ้น

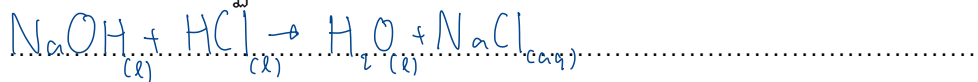
$$-q_r = ms\Delta T + C_c\Delta T$$

$$q_r = -[(103.995\text{ g})(1\text{ cal/g}^{\circ}\text{K})(10.3\text{ K}) + (8.58\text{ cal/K}^{\circ})(10.3\text{ K})]$$

$$= -1158$$

เอนทัลปีของปฏิกิริยาสะเทิน = $\frac{-1158\text{ kcal}}{0.075\text{ mol}} = -15\text{ kcal/mol}$

เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาสะเทินและคำนวณจำนวนโมลของน้ำที่เกิดขึ้น



ทางสมการดังกล่าวจะสังเกตได้ว่า อัตราส่วนระหว่าง NaOH ที่ใช้ กับ H₂O ที่เกิดขึ้นในสมการ เป็น 1:1

หรือคือจำนวน mol ของ H₂O ที่ได้มีค่าเท่ากับจำนวน mol ของ NaOH ที่ใช้ด้วย จะได้

$$\text{mol}_{\text{H}_2\text{O}} = \text{mol}_{\text{NaOH}} = \frac{15\text{ mol}}{1} \times \frac{10^{-3}\text{ K}}{1\text{ mol}} \times 50\text{ mL}$$

$$= 7.5 \times 10^{-2}\text{ mol}$$

คำถามท้ายการทดลอง

1. ในการหาค่าคงที่แคลอริมิเตอร์ทั้ง 2 ครั้งได้ค่าคงที่แคลอริมิเตอร์เท่ากันหรือไม่.....ไม่เท่ากัน
 และเปรียบเทียบค่าคงที่นี้กับกลุ่มอื่นได้ค่าเหมือนกันหรือไม่.....ไม่เท่ากัน
 เพราะเหตุใด.....เพราะ: การทดลองครั้งแรก แคลอริมิเตอร์ที่วัดเป็นเพียงแคลอริมิเตอร์อย่างง่าย

2. สรุปผลการทดลอง ในการหาค่าเอนทัลปีของการละลายของสารทั้งสองชนิด และนำทฤษฎีของการละลายมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวได้ดังนี้

$\text{KNO}_3 \cdot \Delta H_{\text{soln}}$ เป็นบวก เนื่องจากพลังงาน Lattice > พลังงานไฮเดรชัน จึงเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \Delta H_{\text{soln}}$ เป็นลบ เนื่องจากพลังงาน Lattice < พลังงานไฮเดรชัน จึงเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

3. ถ้าใช้ KNO_3 (หรือ Na_2CO_3) ปริมาณไม่เท่ากัน ค่าความร้อนที่น้ำได้รับของการละลาย KNO_3 (หรือ Na_2CO_3) จะเท่ากันหรือไม่.....ไม่เท่ากัน.....เพราะเหตุใด
หากปริมาณสารที่นำไปละลายมีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณความร้อนที่คาย/ดูดก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย

ถ้าใช้ KNO_3 (หรือ Na_2CO_3) ปริมาณไม่เท่ากัน เอนทัลปีของการละลาย KNO_3 (หรือ Na_2CO_3) จะเท่ากันหรือไม่.....เท่ากัน.....เพราะเหตุใด
เพราะ: เอนทัลปี คือปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงใน 1 mol

4. จากผลการทดลองเรื่องเอนทัลปีของปฏิกิริยาสะเทิน ถ้าเปลี่ยนระบบกรดเบสเป็นดังต่อไปนี้ เอนทัลปีของปฏิกิริยาสะเทินจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อเทียบกับระบบ

HCl 1.50 M กับ NaOH 1.50 M

- (i) HCl 1.00 M กับ NaOH 1.00 M

ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะ ถึงแม้ว่า H_2O ที่ได้จะมีจำนวน mol ลดลง แต่เอนทัลปี คือปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงใน 1 mol เอนทัลปี จึงไม่เปลี่ยนแปลง

- (ii) HNO_3 1.50 M กับ KOH 1.50 M

ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะ HNO_3 กับ KOH เป็นกรดแก่ และ เบสแก่ เช่นเดียวกันระบบ จึงเกิดตัวไอออนบวกได้ และ ΔH_{neut} คัดจาก mol ของน้ำที่เกิดขึ้น ΔH_{neut} จึงไม่เปลี่ยนแปลง

5. เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ΔH จาก Handbook ถ้าต้องการให้ผลการทดลองถูกต้องมากขึ้น ควรปรับปรุงการทดลองอย่างไรบ้าง

- 1.) ใช้แคลอริมิเตอร์ที่มีฉนวนสูงเพื่อให้นิเวศการทดลองไม่ถูกรบกวน
- 2.) เทสารในเชิงสารสัมพันธ์กันมากที่สุด เพื่อให้เกิดการละลาย หรือ ปฏิกิริยาสะเทินได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 3.) ทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อให้นิเวศที่ได้มีความถูกต้อง และ แม่นยำมากขึ้น