



หาความดันไอ และ ความร้อนแฝง การเกิดไอของน้ำ

- หาความร้อนแฝงของการระเหยด้วยวิธีการวัดปริมาณของไอ เพื่อคำนวณค่าความดันไอของสารตัวนั้น
- หาค่าความดันไอจาก จาน้ำขึ้นบนภาชนะที่วางค่าความดันไอและ temp ที่ใช้ในภาชนะ แล้วจึงหา Enthalpy ของการระเหย
- จาก "ความดัน" ของกราฟ

ทฤษฎี - ความร้อนแฝง / Enthalpy ของการระเหย = Energy ที่ใช้กับระบบเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะจาก liquid → gas

จำนวน mol ของ ไอที่ได้ออกสัมพันธ์กับปริมาณ Heat ที่ใช้กับ liquid และ vapor pressure สัมพันธ์กับ V, mol, temp ของสาร

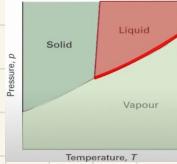
ตามกฎ ideal gas

- สภาวะที่สมดุลที่พบได้กับการระเหยระหว่าง phase liquid และ ไอของสาร เมื่อมีการเปลี่ยน temp ของ vapor pressure ของ liquid ของสารจะเปลี่ยนไปตามเส้นแบ่ง phase (phase boundary) ระหว่าง liquid phase และ Vapour phase บนแผนภูมิวัฏจักร
- ถ้า Enthalpy ของการเกิดไอสัมพันธ์กับความดันของไอสัมพันธ์กับเส้นแบ่ง phase

ตามสมการคลอเซียส-คลาเปรอง ดังนี้

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S}{\Delta V}$$

โดยที่ $\Delta S = \frac{\Delta H_{vap}}{T_{boil}}$ และ $\Delta V = V_{vap} - V_L$



เมื่อ mol เท่ากัน $V_{vap} \gg V_L$ จึงประมาณได้ว่า

$\Delta V \approx V_{vap}$ และเมื่อพิจารณาว่าไอเป็น ideal gas จะได้

$$V_{vap} = \frac{nRT}{p}$$

แทน V_{vap} ด้วย n: ลงใน ① จะได้

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H_{vap} \cdot p}{RT^2}$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{\Delta H_{vap}}{RT^2} dT \quad \text{②}$$

อินทิเกรตสมการ ② ในช่วง p_1, p_2 และ T_1, T_2 และ

พิจารณา ΔH_{vap} เป็น constant ในช่วง T ที่ใกล้เคียงกันได้

$$\log \frac{p_2}{p_1} = - \frac{\Delta H_{vap}}{2.303R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad \text{④}$$

$$\text{หรือ} \quad \log p = - \frac{\Delta H_{vap}}{2.303R} \cdot \frac{1}{T} + C \quad \text{⑤}$$

อุปกรณ์

- ปีกาลอง - หลอดวัดปริมาณ
- น้ำกลั่น - เทอร์โมมิเตอร์
- น้ำหนัก - หลอด
- น้ำแข็ง - Hotplate & stirrer
- แท่งกวนแม่เหล็ก

วิธีทำ

- 1) เทวอร์นลงดินในลอบอยู่ใกล้กับปีกกาลองวัดเทอร์โมมิเตอร์ ในอ่าง T 5 และ 80-80°C ได้ และ แท่งกวนแม่เหล็กและฮีตเตอร์ ไม่นานแล้ว

- 2) ต่ำน้ำหลอดที่มีอากาศ 1.5 ml ลงในปีกกาลอง แล้วเทวอร์นกลับวัด

- 3) เทมน้ำแข็งในหลอดจนสูงเป็น 5°C โดยระวังไม่ให้ระดับน้ำสูงที่ (ขีดน้ำออก)

- 4) ที่ ~5°C อ่าน V ในหลอดและบันทึก T ที่แท้จริง

- 5) เปิด hotplate เพิ่ม T น้ำอย่างรวดเร็ว

- 6) เมื่อถึง T ที่ต้องการอ่าน V ในหลอด และบันทึก T ที่แท้จริง

- 7) ทำการทดลองจนถึง T: 80°C นำข้อมูลที่ได้ไปหาความร้อนแฝงของการเกิดไอของน้ำ

วิธีคำนวณ

- 1) จำนวน mol ของ air

$$n_{air} = \frac{p_{atm} V}{RT}$$

p อากาศที่ใกล้ 0°C

$$- p_{atm} \text{ ในหลอด} = p_{air} + p_{H_2O} = p_{atm}$$

ที่ T ต่างๆ น้ำจะไม่ไอน้ำของอากาศ $p_{H_2O} \approx 0$ atm

$$- \text{ใน } p_{atm} = 1 \text{ atm จะได้ } p_{air} = p_{atm} = 1.00 \text{ atm}$$

- 2) จำนวน p_{air} → จำนวน p ของอากาศ (p_{air})

ในอุณหภูมิที่ T ต่างๆ (80-80°C)

$$\text{โดยที่ } p_{air} = \frac{n_{air} RT}{V}$$

- 3) จำนวนความดันไอของน้ำในแก๊สผสม (p_{H_2O}) ที่ T ต่างๆ โดยที่ $p_{H_2O} = 1 - p_{air}$

- 4) สร้างกราฟ เส้นตรงระหว่าง $\log p_{H_2O}$ กับ $\frac{1}{T}$



และคำนวณหา slope โดยใช้ $R = 8.314 \times 10^3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$$\frac{n \Delta T}{V}$$

11 คลอรีมิเตอร์

- มาลองหาค่า ΔH_{neut} ของสารละลาย CH_3COOH

ทฤษฎี - ทางเคมีสนใจการถ่ายเทความร้อนในปฏิกิริยาเคมี

มวล \rightarrow ความร้อนจำเพาะของสาร
 $q = c \cdot \Delta T \cdot m$ หรือ $q = c \cdot \Delta T \cdot \rho \cdot V$ (ถ้ารู้ปริมาตร)
 ความร้อนของปฏิกิริยา q_{rxn} จะเปลี่ยนเป็น q_{sol}

$q = c \cdot \Delta T \cdot m$ หรือ $q = c \cdot \Delta T \cdot \rho \cdot V$
 $q = c \cdot \Delta T \cdot m$ หรือ $q = c \cdot \Delta T \cdot \rho \cdot V$

- คลอรีมิเตอร์ เป็นระบบที่ป้องกันการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อม แต่จะวัดผ่านตัวกลาง เช่น น้ำ

- การวัดความร้อน ไม่สามารถวัดได้โดยตรงจากกระบวนการโดยตรง

ขั้นตอนการทดลอง

- 1) นำค่าคงที่ของแคลอรีมิเตอร์ (C_c)
- 2) นำค่าอุณหภูมิของสารละลาย ($\Delta H_{\text{solution}}$)
- 3) นำค่าอุณหภูมิของปฏิกิริยาเคมี (ΔH_{neut})

การทดลองที่ 1 นำค่าคงที่ของแคลอรีมิเตอร์ (C_c)

ขั้นตอน

- 1) ชั่งน้ำหนัก แคลอรีมิเตอร์
- 2) เติมน้ำกลั่น 50 mL และชั่งน้ำหนัก
- 3) บันทึก T ทุก 1 นาที นาน 5 นาที
- 4) เติมน้ำกลั่น 50 mL
- 5) บันทึก T ของสารละลายก่อนผสมในแคลอรีมิเตอร์
- 6) กวนน้ำกลั่นเวลา และวัด T น้ำผสม ณ วินาทีที่ 15, 20, 45, 60 และทุกๆ 50 วินาที จนครบ 500 วินาที จากนั้นนำแคลอรีมิเตอร์ไปชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

ความร้อนที่น้ำร้อนเสียไป = ความร้อนที่น้ำเย็นได้รับ + ความร้อนที่แคลอรีมิเตอร์ได้รับ

$$-q_{\text{H}_2\text{O}} = q_{\text{cold}} + q_{\text{calorimeter}}$$

$$-m_1 \cdot c \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c \cdot \Delta T_2 + C_c \cdot \Delta T_2$$

$$C_c = \frac{-m_1 \cdot c \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot c \cdot \Delta T_2}{\Delta T_2}$$

การทดลองที่ 2 นำค่าอุณหภูมิของสารละลาย ($\Delta H_{\text{solution}}$)

ขั้นตอน

- 1) ชั่งน้ำหนัก แคลอรีมิเตอร์
- 2) เติมน้ำกลั่น 50 mL และชั่งน้ำหนัก
- 3) บันทึก T ทุก 1 นาที นาน 5 นาที
- 4) ชั่ง KNO_3 หรือ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \sim 4$ กรัม ใส่ลงในแคลอรีมิเตอร์
- 5) กวนสารละลายเวลา และวัด T น้ำผสม ณ วินาทีที่ 15, 20, 45, 60 และทุกๆ 50 วินาที จนครบ 500 วินาที จากนั้นนำแคลอรีมิเตอร์ไปชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$-q_{\text{reaction}} = q_{\text{sol}} + q_{\text{cal}}$$

$$= m_{\text{sol}} \cdot c \cdot \Delta T + C_c \cdot \Delta T$$

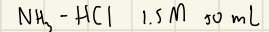
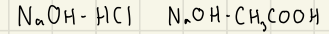
$$= (m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{salt}}) \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta H_{\text{sol}} = \frac{q_{\text{reaction}}}{\text{mol salt}}$$

การทดลองที่ 3 นำค่าอุณหภูมิของปฏิกิริยาเคมี (ΔH_{neut})

ขั้นตอน

ทำปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส
 1) เติมน้ำกลั่น 50 mL



การคำนวณ

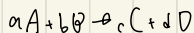
$$-q_{\text{reac}} = q_{\text{sol}} + q_{\text{cal}}$$

$$= m_{\text{sol}} \cdot c \cdot \Delta T + C_c \cdot \Delta T$$

$$\Delta H_{\text{sol}} = \frac{-q_{\text{reac}}}{\text{mol H}_2\text{O}}$$

อัตราการเกิด reaction

purpose หา reaction rate



$$\text{rate} = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{d} \frac{d[D]}{dt}$$

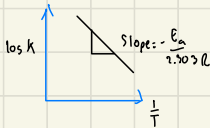
Rate Law

$$\text{rate} = k[A]^x[B]^y$$

m+n คืออันดับรวมของปฏิกิริยา

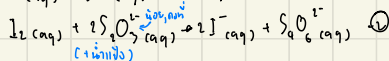
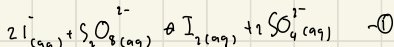
$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303RT}$$



วิธีการทดลอง

หาฟิโนโลอิดิน



ปฏิกิริยา (1) ได้ I_2 และเกิดปฏิกิริยาที่ (2) เมื่อ I_2 ทำปฏิกิริยากับ $S_2O_3^{2-}$

จนหมด I_2 จะพิกัดกับแป้งและเปลี่ยนเป็นสีม่วงคือเป็นจุดสิ้นสุดของการทดลอง

จะได้ $S_2O_3^{2-}$ เป็นตัวกำหนดปฏิกิริยา

ตอนที่ 1 หา order และ k

1.

การทดลอง ครั้งที่	ขดรูปกรวยขนาด 100 mL			บีกเกอร์ขนาด 100 mL	
	KI 0.200 M (mL)	$Na_2S_2O_3$ 0.00500 M (mL)	น้ำแข็ง (หยด)	น้ำ (mL)	$(NH_4)_2S_2O_8$ 0.100 M (mL)
1	10	5	3-4	-	10
2	10	5	3-4	3	7
3	10	5	3-4	5	5
4	10	5	3-4	7	3
5	7	5	3-4	3	10
6	5	5	3-4	5	10
7	3	5	3-4	7	10

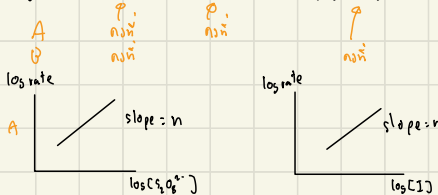
2. เปลี่ยนสารอย่างใดอย่างหนึ่ง และจับเวลาทันที เมื่อย่างนั้นสีน้ำเงิน

ขึ้นที่จุดครึ่งเวลาปฏิกิริยา (cot)

3. ล้อกับข้อมูลที่ได้ให้ 1 จุด สักทรงพลเส้นตรงระหว่าง $\log \text{rate}$ กับ $\log [I^-]$

และ ระหว่าง $\log \text{rate}$ กับ $\log [S_2O_8^{2-}]$ เพื่อหา m และ n และคำนวณค่า k

$$\log \text{rate} = \log k + m \log [I^-] + n \log [S_2O_8^{2-}]$$



หาค่า rate และกำหนดเป็นอันดับลงใน rate law แทน k และ m, n

$$\text{rate} = k[I^-]^m[S_2O_8^{2-}]^n = \Delta[S_2O_8^{2-}]/\Delta t = \frac{1}{2} \Delta[S_2O_3^{2-}]/\Delta t \Rightarrow \log \text{rate} = \log k + m \log [I^-] + n \log [S_2O_8^{2-}]$$

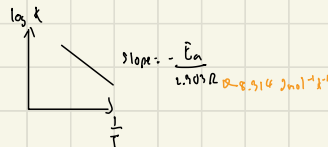
ตอนที่ 2

1. ทำขั้นตอนการทดลองครั้งที่ 2 แทนที่ 10, 10, 90°C

(เป็นทรงทดลองครั้งที่ 8, 9, 10) จับเวลา

2. ใช้ข้อมูลจุดที่ 1, 2, 3 ที่ล้นจากตอนที่ 1

และเขียนกราฟระหว่าง $\log k$ กับ $1/T$ เพื่อหา E_a



❖ ၈၇ closest packings, sc, hcp, fcc, rock salt, zinc blende,
Fluorite, CsCl သို့ ကပ်ဆပ် packings efficiency, % တွေ့ရ

$$\rho = \frac{n M_w}{V N_A}$$

$$T_h = \frac{\text{တံဆိပ် } T_h \text{ အသွယ် ဝတ်ဆင်မှုများ}}{\text{အသွယ်တံဆိပ်တံဆိပ် } T_h}$$

ကပ်ဆပ်ဆပ် O_h