



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 5

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วันศุกร์ที่ 8 พฤษภาคม 2552

เวลา 08.30 – 13.30 น.

เฉลยข้อสอบภาคปฏิบัติ

ปฏิบัติการที่ 1 การหาปริมาณโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง (25 คะแนน)**ตอนที่ 2 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย KMnO_4 (11 คะแนน)**กำหนดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0.0625 \text{ mol/L}$ **ผลการไทเทรต (4.5 คะแนน)**

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
สเกลบนบิวเรตก่อนไทเทรต (mL)	0.00	0.00	0.00	
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	10.50	10.40	10.40	
ปริมาตรของสารละลาย KMnO_4 ที่ใช้ (mL)	10.50	10.40	10.40	10.43
ไทเทรตครบ 3 ครั้ง 1 คะแนน (ถ้าไทเทรต 2 ครั้ง ได้ 0.5 คะแนน) เลขนัยสำคัญ 0.5 คะแนน (ต้องถูกทุกที่) Precision 2 คะแนน แบ่งเป็น 2, 1, 0 คะแนน โดยพิจารณาจาก range V_{KMnO_4}				คำตอบ 0.5 SF 0.5

สมการแสดงครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของการไทเทรต (0.5 คะแนน)**สมการแสดงครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของการไทเทรต (0.5 คะแนน)**อัตราส่วนโมลของ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 : \text{KMnO}_4 =$

5

:

2

(1 คะแนน)

แสดงวิธีคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย KMnO_4 ในหน่วย mol/L (1 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลาย KMnO_4

$$\begin{aligned}
 &= 10.00 \text{ mL } \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \text{ sol}^n \times \frac{0.0625 \text{ mol } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}}{1000 \text{ mL } \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \text{ sol}^n} \times \frac{2 \text{ mol } \text{MnO}_4^-}{5 \text{ mol } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} \times \frac{1}{V_{\text{MnO}_4^-} \text{ mL } \text{MnO}_4^- \text{ sol}^n} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\
 &\quad \text{<-----(0.5)----->} \quad \text{<-----(0.5)----->} \\
 &= \frac{2}{5} \times \frac{10.00 \times 0.0625}{V_{\text{MnO}_4^-}} \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

ความเข้มข้นของสารละลาย KMnO_4 =

0.0240

mol/L

(3.5 คะแนน)

Accuracy 3 คะแนน แบ่งเป็น 3, 2, 1, 0 คะแนน โดยพิจารณาจาก $\text{mean} \pm \text{SD}$

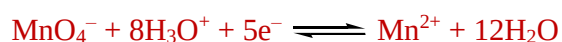
SF 0.5 คะแนน (ถูกทุกที่)

ตอนที่ 3 การหาปริมาณโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง (14 คะแนน)

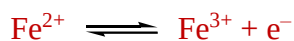
ผลการชั่งน้ำหนักสารตัวอย่างและการไทเทรต (3 คะแนน)

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
น้ำหนักขวดชั่ง + สารตัวอย่าง (g)	21.5198	21.4628	21.4055	ชั่ง 3 ครั้ง 1 คะแนน (ชั่ง 2 ครั้ง 0.5 คะแนน) SF (ถูกทุกที่) 0.5 คะแนน
น้ำหนักขวดชั่ง + สารตัวอย่างที่เหลือ (g)	21.4628	21.4055	21.3397	
น้ำหนัก สารตัวอย่าง (g)	0.0570	0.0573	0.0658	
สเกลบนบิวเรตก่อนไทเทรต (mL)	0.00	0.00	0.00	ไทเทรต 3 ครั้ง 1 คะแนน (ไทเทรต 2 ครั้ง 0.5 คะแนน) SF (ถูกทุกที่) 0.5 คะแนน
สเกลบนบิวเรตที่จุดยุติ (mL)	14.00	15.70	14.10	
ปริมาตรของสารละลาย KMnO_4 ที่ใช้ (mL)	14.00	15.70	14.10	

สมการแสดงครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของการไทเทรต (0.5 คะแนน)



สมการแสดงครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของการไทเทรต (0.5 คะแนน)

อัตราส่วนโมลของ $\text{Zn} : \text{Fe}^{2+} : \text{MnO}_4^- =$ 5 : 10 : 2 (1.5 คะแนน)

แสดงวิธีคำนวณร้อยละโดยน้ำหนักของโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง สำหรับการทดลองครั้งที่ 1 (2 คะแนน)

ร้อยละโดยน้ำหนักของโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง

$$= V_{\text{MnO}_4^-} \text{ mL MnO}_4^- \text{ sol}^n \times \frac{C_{\text{MnO}_4^-} \text{ mol MnO}_4^-}{1000 \text{ mL MnO}_4^- \text{ sol}^n} \times \frac{5 \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol MnO}_4^-} \times \frac{65.4 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{100 \text{ g}}{\text{wt. sample g}}$$

<-----(0.5)-----> <----(0.5)----> <---(0.5)---> <----(0.5)---->

$$= \frac{5}{2} \times \frac{V_{\text{MnO}_4^-} \times C_{\text{MnO}_4^-}}{1000} \times \frac{65.4}{\text{wt. sample}} \times 100 \%$$

ปริมาณสังกะสีในสารตัวอย่าง

(6.5 คะแนน)

การทดลองครั้งที่ 1 =	95.1	% w/w
การทดลองครั้งที่ 2 =	106	% w/w
การทดลองครั้งที่ 3 =	82.9	% w/w
เฉลี่ย =	94.7	% w/w

Accuracy 4 คะแนน แบ่งเป็น 4, 3, 2, 1, 0 คะแนน โดยพิจารณาจาก $\text{mean} \pm \text{SD}$

Precision 2 คะแนน แบ่งเป็น 2, 1, 0 คะแนน โดยพิจารณาจาก %RSD ของผลการทดลอง 3 ครั้ง

SF 0.5 คะแนน (ถูกทุกที่)

ปฏิบัติการที่ 2 การหาค่าคงที่สมดุลและค่าประมาณของการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระที่สภาวะมาตรฐานของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (15 คะแนน)

หมายเลขเครื่อง spectrophotometer ที่ใช้.....1.....

สมการกราฟมาตรฐานที่ใช้คือ..... $y = 1409.4 x + 0.0557$

1. ปริมาตรของสารละลาย Salicylic acid เข้มข้น 1.00×10^{-2} M ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย A 50.00 mL (0.5 คะแนน)

5.00

mL

(0.25 คะแนน)

(ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน)

แสดงวิธีการคำนวณหาปริมาตรของสารละลาย Salicylic acid เข้มข้น 1.00×10^{-2} M ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย A 50.00 mL (0.25 คะแนน)

จากสูตร

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$1.00 \times 10^{-2} \text{ M} \times V_1 = 1.00 \times 10^{-3} \text{ M} \times 50.00 \text{ mL}$$

$$V_1 = 5.00 \text{ mL}$$

(ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน)

2. ปริมาตรของสารละลาย Fe^{3+} เข้มข้น $5.00 \times 10^{-3} \text{ M}$ ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย B 50.00 mL

(0.5 คะแนน)

10.00

mL

(0.25 คะแนน)

(ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน)

แสดงวิธีการคำนวณหาปริมาตรของสารละลาย Fe^{3+} เข้มข้น $5.00 \times 10^{-3} \text{ M}$ ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย B 50.00 mL (0.25 คะแนน)

จากสูตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$5.00 \times 10^{-3} \text{ M} \times V_1 = 1.00 \times 10^{-3} \text{ M} \times 50.00 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10.00 \text{ mL}$$

(ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน)

3. ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายผสมของ A และ B

ขวดที่	ค่าการดูดกลืนแสง	(6 คะแนน)
1	0.553	
2	0.xxx	
3	0.xxx	

Accuracy ขวดละ 2 คะแนน แบ่งเป็น 2, 1.5, 1, 0.5, 0 คะแนน โดยพิจารณาจาก $mean \pm SD$

สารละลาย blank ที่เลือกใช้ในการทดลองนี้คือ

สารละลาย HCl เข้มข้น 2×10^{-3} M ถ้าไม่ระบุความเข้มข้นของ HCl หัก 0.25 คะแนน ถ้าตอบว่า ใช้น้ำเป็น blank ให้ 0.5 คะแนน เมื่อเหตุผลถูกต้อง	(0.5 คะแนน)
---	-------------

เหตุผลที่ใช้สารนี้คือ

สารละลาย HCl เข้มข้น 2×10^{-3} M เป็นตัวทำละลายที่ใช้ในการทดลอง (ถ้าตอบว่า ใช้น้ำเป็น blank เหตุผลคือ HCl ไม่ดูดกลืนแสงที่ 530 nm ให้ 0.5 คะแนน)	(0.5 คะแนน)
--	-------------

4. ความเข้มข้นของ A และ B ในสารละลายผสมก่อนทำปฏิกิริยา (2 คะแนน)

ขวดที่	[A] (M)	[B] (M)
1	4.44×10^{-4}	5.56×10^{-4}
2	5.00×10^{-4}	5.00×10^{-4}
3	5.26×10^{-4}	4.74×10^{-4}

ค่าที่คำนวณได้ในแต่ละช่องสำหรับขวดที่ 2 และ 3 ให้ค่าละ 0.25 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน

แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเข้มข้นก่อนทำปฏิกิริยาของ A และ B ในขวดที่ 1

สารละลาย A (0.5 คะแนน)

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1.00 \times 10^{-3} \text{ M} \times 8.00 = C_2 \times 18.00 \text{ mL}$$

$$C_2 = 4.44 \times 10^{-4} \text{ M}$$

สารละลาย B (0.5 คะแนน)

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1.00 \times 10^{-3} \text{ M} \times 10.00 = C_2 \times 18.00 \text{ mL}$$

$$C_2 = 5.56 \times 10^{-4} \text{ M}$$

ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน

5. ความเข้มข้นของ A, B, FeSAL^{3+} ที่สภาวะสมดุล ค่าคงที่สมดุล (K) และค่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระที่สภาวะมาตรฐาน (ΔG°) (5 คะแนน)

ขวดที่	[A] (M)	[B] (M)	$[\text{FeSAL}^{3+}]$ (M)	K	ΔG° (kJ/mol)
1	9.10×10^{-5}	2.03×10^{-4}	3.53×10^{-4}	1.91×10^{-4}	-24.4
2	$x.xx \times 10^{-n}$	$x.xx \times 10^{-n}$	$x.xx \times 10^{-n}$	$x.xx \times 10^{-n}$	-xx.x
3	$x.xx \times 10^{-n}$	$x.xx \times 10^{-n}$	$x.xx \times 10^{-n}$	$x.xx \times 10^{-n}$	-xx.x

ค่าที่คำนวณอยู่ในแต่ละช่องสำหรับขวดที่ 2 และ 3 ให้ค่าละ 0.25 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน

แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่สภาวะสมดุลของ A ในขวดที่ 1 (0.5 คะแนน)

$$\begin{aligned}
 \text{ความเข้มข้นของ A ที่สมดุล} &= \text{ความเข้มข้นเริ่มต้น} - \text{ความเข้มข้นที่ถูกใช้ไป} \\
 &= 4.44 \times 10^{-4} \text{ M} - 3.53 \times 10^{-4} \text{ M} \\
 &= 9.10 \times 10^{-5} \text{ M}
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ ความเข้มข้นเริ่มต้น ได้จากข้อ 4

ความเข้มข้นที่ถูกใช้ไป = $[\text{FeSAL}^{3+}]$ ซึ่งได้จากการคำนวณจากค่าการดูดกลืนแสงดังแสดงข้างล่าง

ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน

แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่สภาวะสมดุลของ B ในขวดที่ 1 (0.5 คะแนน)

$$\begin{aligned}
 \text{ความเข้มข้นของ B ที่สมดุล} &= \text{ความเข้มข้นเริ่มต้น} - \text{ความเข้มข้นที่ถูกใช้ไป} \\
 &= 5.56 \times 10^{-4} \text{ M} - 3.53 \times 10^{-4} \text{ M} \\
 &= 2.03 \times 10^{-4} \text{ M}
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ ความเข้มข้นเริ่มต้น ได้จากข้อ 4

ความเข้มข้นที่ถูกใช้ไป = $[\text{FeSAL}^{3+}]$ ซึ่งได้จากการคำนวณจากค่าการดูดกลืนแสงดังแสดงข้างล่าง

ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน

แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่สภาวะสมดุลของ FeSAL^{3+} ในขวดที่ 1 (0.5 คะแนน)

จากค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.553

จากสมการของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของ FeSAL^{3+}

$$y = 1409.4 x + 0.0557$$

แทนค่า $0.553 = 1409.4 [\text{FeSAL}^{3+}] + 0.0557$

$$\begin{aligned} [\text{FeSAL}^{3+}] &= \frac{0.553 - 0.0557}{1409.4} = 3.53 \times 10^{-4} \text{ M} \\ &= 3.53 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน

แสดงวิธีการคำนวณหาค่า K ในขวดที่ 1 (0.5 คะแนน)

จากสูตร $K = \frac{[\text{FeSAL}^{3+}]}{[\text{Fe}^{3+}][\text{SAL}]}$

แทนค่า $K = \frac{(3.53 \times 10^{-4})}{(9.10 \times 10^{-5})(2.03 \times 10^{-4})}$
 $= 1.91 \times 10^{-4}$

ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน

แสดงวิธีการคำนวณหาค่า ΔG° ในข้อที่ 1 (0.5 คะแนน)

จากสูตร	$\Delta G^\circ = -RT \ln K$
แทนค่า	$R = 8.314 \text{ J/mol K}$
	$T = 298 \text{ K}$
	$\Delta G^\circ = -(8.314 \text{ J/mol K})(298 \text{ K}) \ln (1.91 \times 10^4)$
	$= -24422 \text{ J/mol}$
	$= -24.4 \text{ kJ/mol}$

ถ้าแทนค่าถูกแต่คำนวณผิด หัก 0.1 คะแนน

ถ้าตอบเลขนัยสำคัญผิด หัก 0.1 คะแนน