



การแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 2

ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วันที่ 3 พฤษภาคม 2549

เวลา 08.30 - 13.30 น.

เฉลยข้อสอบภาคปฏิบัติการ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาปริมาณคอปเปอร์(II) ในสารเชิงซ้อน (18 คะแนน)

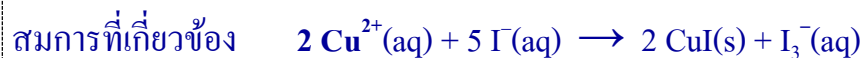
ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \underline{\hspace{1cm}0.0976\hspace{1cm}} \text{ mol/L}$ (ใช้ค่าที่กรรมการคุมสอบแจ้งให้ทราบ)

ครั้งที่	น้ำหนักสารเชิงซ้อน (g)	ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	mol Cu^{2+}	mol $\text{Cu}^{2+}/\text{g complex}$
1	0.4017	16.50	1.61×10^{-3}	4.01×10^{-3}
เฉลี่ย				

เกณฑ์การให้คะแนน

- ผลการคำนวณ mol $\text{Cu}^{2+}/\text{g complex}$ 6 คะแนน จำนวนถูกต้อง 6 คะแนน จำนวนผิด (ขึ้นกับจำนวนครั้งที่ทดลอง) หากทำครั้งเดียวและผิด 0 คะแนน หากทำ 2 ครั้ง หักที่ผิดทีละ 3 คะแนน หากทำ 3 ครั้ง หักที่ผิดทีละ 2 คะแนน

วิธีคำนวณ



จากผลการทดลองครั้งที่ 1

$$\text{mol Cu}^{2+} = \frac{16.50}{1000} \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ soln} \times \frac{0.0976 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ soln}} \times \frac{2 \text{ mol Cu}^{2+}}{2 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 1.61 \times 10^{-3}$$

$$\text{mol Cu}^{2+}/\text{g complex} = \frac{1.61 \times 10^{-3} \text{ mol Cu}^{2+}}{0.4017 \text{ g complex}} = 4.01 \times 10^{-3}$$

- accuracy (พิจารณาจาก mol $\text{Cu}^{2+}/\text{g complex}$) 8 คะแนน แบ่งคะแนนเป็น 8, 6, 4, 2 และ 0 ตามลำดับ
- precision (พิจารณาจาก mol $\text{Cu}^{2+}/\text{g complex}$) 4 คะแนน แบ่งคะแนนเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ
- หากทำการไทเทรตเพียง 1 ครั้ง หัก 5 คะแนน
- เลขนัยสำคัญ พิจารณาจากการบันทึกน้ำหนัก (0.xxxx g) ปริมาตรไทแทรนด์ (xx.xx mL) และผลการคำนวณ (ควรได้นัยสำคัญ 4 ตัว) หัก 1 คะแนน ถ้าพบว่าเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในสารเชิงซ้อน (36 คะแนน)

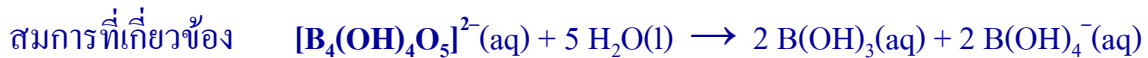
2.1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย HCl (18 คะแนน)

ครั้งที่	น้ำหนักบอแรกซ์ (g)	ปริมาตร HCl (mL)	ความเข้มข้น HCl (mol/L)
1	0.3837	21.15	0.09518
เฉลี่ย			

เกณฑ์การให้คะแนน

- ผลการคำนวณความเข้มข้น HCl 6 คะแนน คำนวณถูกต้อง 6 คะแนน คำนวณผิด (ขึ้นกับจำนวนครั้งที่ทดลอง) หากทำครั้งเดียวและผิด 0 คะแนน หากทำ 2 ครั้ง หักที่ผิดทีละ 3 คะแนน หากทำ 3 ครั้ง หักที่ผิดทีละ 2 คะแนน

วิธีคำนวณ



จากผลการทดลองครั้งที่ 1 ความเข้มข้น HCl

$$= 0.3837 \text{ g borax} \times \frac{1 \text{ mol borax}}{381.2 \text{ g borax}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol borax}} \times \frac{1}{21.15 \text{ mL HCl soln}} \times \frac{1000 \text{ mL HCl soln}}{1 \text{ mL HCl soln}}$$

$$= 0.09518 \text{ mol/L}$$

- accuracy (พิจารณาจากความเข้มข้น HCl) 8 คะแนน แบ่งคะแนนเป็น 8, 6, 4, 2 และ 0 ตามลำดับ
- precision (พิจารณาจากความเข้มข้น HCl) 4 คะแนน แบ่งคะแนนเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ
- หากทำการไทเทรตเพียง 1 ครั้ง หัก 5 คะแนน
- เลขนัยสำคัญ พิจารณาจากการบันทึกน้ำหนัก (0.xxxx g) ปริมาตรไทเทรนต์ (xx.xx mL) และผลการคำนวณ (ควรได้นัยสำคัญ 4 ตัว) หัก 1 คะแนนถ้าพบว่าเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง

2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในสารเชิงซ้อน (18 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลาย HCl = 0.09518 mol/L

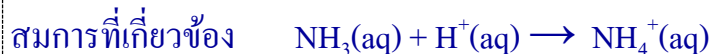
ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH = 0.09230 mol/L (ใช้ค่าที่กรรมการคุมสอบแจ้งให้ทราบ)

ครั้งที่	น้ำหนักสารเชิงซ้อน (g)	ปริมาตร HCl (mL)	ปริมาตร NaOH (mL)	mol NH ₃ /g complex
1	0.0851	25.00	11.05	1.60×10^{-3}
เฉลี่ย				

เกณฑ์การให้คะแนน

- ผลการคำนวณ mol NH₃/g complex 6 คะแนน จำนวนถูกต้อง 6 คะแนน จำนวนผิด (ขึ้นกับจำนวนครั้งที่ทดลอง) หากทำครั้งเดียวและผิด 0 คะแนน หากทำ 2 ครั้ง หักที่ผิดที่ละ 3 คะแนน หากทำ 2 ครั้ง หักที่ผิดที่ละ 2 คะแนน

วิธีคำนวณ



จากผลการทดลองครั้งที่ 1

$$\text{mol HCl ที่เติม} = \frac{25.00}{1000} \text{ L HCl soln} \times \frac{0.09518 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl soln}} = 2.380 \times 10^{-3}$$

$$\text{mol HCl ที่เหลือ} = \frac{11.05}{1000} \text{ L NaOH soln} \times \frac{0.09230 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L NaOH soln}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} = 1.020 \times 10^{-3}$$

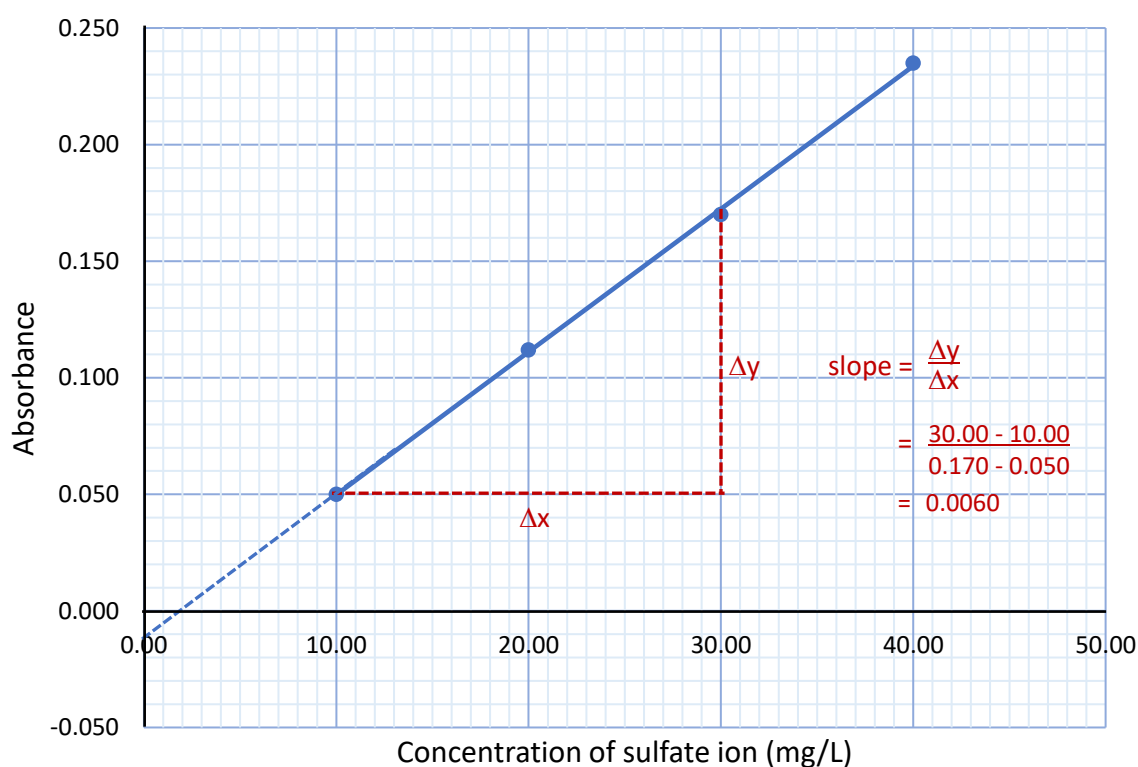
$$\text{mol NH}_3 \text{ ที่ทำปฏิกิริยากับ HCl} = (2.380 \times 10^{-3} - 1.020 \times 10^{-3}) \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol HCl}} = 1.360 \times 10^{-3}$$

$$\text{mol NH}_3/\text{g complex} = \frac{1.36 \times 10^{-3}}{0.0851 \text{ g complex}} = 1.60 \times 10^{-2}$$

- accuracy (พิจารณาจาก mol NH₃/g complex) 8 คะแนน แบ่งคะแนนเป็น 8, 6, 4, 2 และ 0 ตามลำดับ
- precision (พิจารณาจาก mol NH₃/g complex) 4 คะแนน แบ่งคะแนนเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ
- หากทำการไทเทรตเพียง 1 ครั้ง หัก 5 คะแนน
- เลขนัยสำคัญ พิจารณาจากการบันทึกน้ำหนัก (0.xxxx g) ปริมาตรไทเทรนต์ (xx.xx mL) และผลการคำนวณ (ควรได้นัยสำคัญ 3 ตัว) หัก 1 คะแนนถ้าพบว่าเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในสารเชิงซ้อน (15 คะแนน)

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน SO_4^{2-} (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance)
10.00	0.050
20.00	0.112
30.00	0.170
40.00	0.235



สมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานคือ $y = 0.0060x - 0.012$

เกณฑ์การให้คะแนน

- การเขียนกราฟมาตรฐาน 4 คะแนน

- ระบุแกนถูกต้อง (x = ความเข้มข้น mg/L, y = absorbance) 1 คะแนน
- ตำแหน่งของเส้นกราฟอยู่กลางรูปและ scale เหมาะสม 1 คะแนน
- การคำนวณความชัน 2 คะแนน
- หากลากเส้นที่ผิดจุดเริ่มต้น หัก 1 คะแนน (ให้ใช้เส้นประ)

การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในสารเชิงซ้อน

น้ำหนักสารเชิงซ้อน = ...0.0254..... g

ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)	ลงชื่อกรรมการ	ปริมาณ SO_4^{2-} (mg/L)	mol SO_4^{2-} /g complex
0.104		19.33	3.96×10^{-3}

- ค่าการดูดกลืนแสง อยู่ในช่วงข้อมูลของกราฟมาตรฐาน 1 คะแนน
- ปริมาณ SO_4^{2-} หาค่าถูกต้อง 1 คะแนน
- ผลการคำนวณ (mol SO_4^{2-} /g complex) คำนวณถูกต้อง 6 คะแนน

วิธีคำนวณ

จากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน $y = 0.0060x - 0.012$

ปริมาณ SO_4^{2-} ในสารละลายที่นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง (x) = $\frac{0.104 + 0.012}{0.0060} = 19.33 \text{ mg/L}$

สารละลายนี้ 100.00 mL มี $\text{SO}_4^{2-} = 100.00 \text{ mL soln} \times \frac{19.33 \text{ mg SO}_4^{2-}}{1000 \text{ mL soln}} = 1.933 \text{ mg SO}_4^{2-}$

สารละลายนี้เตรียมจากสารละลายของสารเชิงซ้อน 10.00 mL

ดังนั้นสารละลายของสารเชิงซ้อนมี $\text{SO}_4^{2-} = \frac{1.933 \text{ mg SO}_4^{2-}}{10.00 \text{ mL complex soln}}$

สารละลายสารเชิงซ้อน 50.00 mL มี $\text{SO}_4^{2-} = 50.00 \text{ mL complex soln} \times \frac{1.933 \text{ mg SO}_4^{2-}}{10.00 \text{ mL complex soln}} = 9.665 \text{ mg SO}_4^{2-}$

สารละลายของสารเชิงซ้อน 50.00 mL เตรียมจากสารเชิงซ้อน 0.0254 g

$\text{g SO}_4^{2-}/\text{g complex} = \frac{9.665 \text{ mg SO}_4^{2-}}{0.0254 \text{ g complex}} \times \frac{1 \text{ g SO}_4^{2-}}{1000 \text{ mg SO}_4^{2-}} = \frac{0.381 \text{ g SO}_4^{2-}}{1 \text{ g complex}}$

$\text{mol SO}_4^{2-}/\text{g complex} = \frac{9.665 \text{ mg SO}_4^{2-}}{0.0254 \text{ g complex}} \times \frac{1 \text{ g SO}_4^{2-}}{1000 \text{ mg SO}_4^{2-}} \times \frac{1 \text{ mol SO}_4^{2-}}{96.0 \text{ g SO}_4^{2-}} = 3.96 \times 10^{-3}$

- accuracy (พิจารณาจาก mol SO_4^{2-} /g complex) 3 คะแนน

แบ่งคะแนนเป็น 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ

- เลขนัยสำคัญ พิจารณาจากการบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (เลขนัยสำคัญ 3 ตัว) ปริมาณ SO_4^{2-} และผลการคำนวณ ($0.00xxx$ หรือ $x.xx \times 10^{-3}$) หัก 1 คะแนนถ้าพบว่าเลขนัยสำคัญไม่ถูกต้อง

ตอนที่ 4 การคำนวณ (11 คะแนน)

mol Cu ²⁺ /g complex	=	4.01×10^{-3}	} ไม่มีคะแนน
mol NH ₃ /g complex	=	1.60×10^{-2}	
mol SO ₄ ²⁻ /g complex	=	3.96×10^{-3}	

mol H ₂ O/g complex	=	1.87×10^{-2}	2 คะแนน
--------------------------------	---	-----------------------	---------

x	=	1	1 คะแนน
---	---	---	---------

y	=	4	2 คะแนน
---	---	---	---------

z	=	1	2 คะแนน
---	---	---	---------

n	=	5	2 คะแนน
---	---	---	---------

สูตรของสารเชิงซ้อน คือ	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
	1 คะแนน

มวลโมเลกุลของสารเชิงซ้อน	=	317.5	g/mol
		1 คะแนน	

วิธีคำนวณจำนวนโมลของน้ำต่อกรัมของสารเชิงซ้อน

$$\begin{aligned}
 \text{g Cu}^{2+}/\text{g complex} &= \frac{4.01 \times 10^{-3} \text{ mol Cu}^{2+}}{1 \text{ g complex}} \times \frac{63.5 \text{ g Cu}^{2+}}{1 \text{ mol Cu}^{2+}} = \frac{0.255 \text{ g Cu}^{2+}}{1 \text{ g complex}} \\
 \text{g NH}_3/\text{g complex} &= \frac{1.60 \times 10^{-3} \text{ mol NH}_3}{1 \text{ g complex}} \times \frac{17.0 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = \frac{0.0272 \text{ g NH}_3}{1 \text{ g complex}} \\
 \text{g SO}_4^{2-}/\text{g complex} &= \frac{0.381 \text{ g SO}_4^{2-}}{1 \text{ g complex}} \\
 \text{g H}_2\text{O}/\text{g complex} &= \frac{(1.000 - 0.255 - 0.0272 - 0.381) \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ g complex}} = \frac{0.337 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ g complex}} \\
 \text{mol H}_2\text{O}/\text{g complex} &= \frac{0.337 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ g complex}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.0 \text{ g H}_2\text{O}} = 1.87 \times 10^{-2}
 \end{aligned}$$

วิธีคำนวณ x, y, z และ n

$$\begin{aligned}
 \text{mol Cu}^{2+} : \text{mol NH}_3 : \text{mol SO}_4^{2-} : \text{mol H}_2\text{O} &= x : y : z : n \\
 &= 4.01 \times 10^{-3} : 1.60 \times 10^{-2} : 3.96 \times 10^{-3} : 1.87 \times 10^{-2} \\
 &= \frac{4.01 \times 10^{-3}}{3.96 \times 10^{-3}} : \frac{1.60 \times 10^{-2}}{3.96 \times 10^{-3}} : \frac{3.96 \times 10^{-3}}{3.96 \times 10^{-3}} : \frac{1.87 \times 10^{-2}}{3.96 \times 10^{-3}} \\
 &= 1.01 : 4.04 : 1.00 : 4.72 \\
 &= \mathbf{1 : 4 : 1 : 5}
 \end{aligned}$$