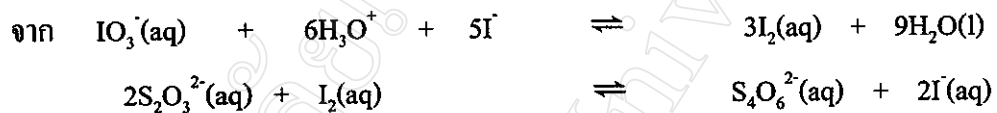


ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาปริมาณคอปเปอร์ในสารประกอบเชิงซ้อน

การหาปริมาณคอปเปอร์ในสารประกอบเชิงซ้อน ใช้วิธีการไทเทรตโดยอาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์แบบไอโอไดเมตรี (การไทเทรตที่เกี่ยวกับไอโอดีน) คือ ไอโอดีนจะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างคอปเปอร์(II)ไอออนกับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต วิธีการคำนวณหาปริมาณคอปเปอร์มีดังนี้

1. การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 

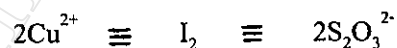
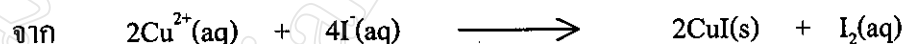
$$\text{ความเข้มข้นของสารละลาย } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ (M)} = \frac{1500 n}{V}$$

เมื่อ n คือ จำนวนโมลของ KIO_3 ที่ใช้ (M.W. ของ $\text{KIO}_3 = 214.001 \text{ g/mol}$)

V คือ ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (cm^3)

หมายเหตุ : ปริมาตรของสารละลาย KIO_3 ที่ใช้ = 25.00 cm^3

2. การหาลอยละของคอปเปอร์ในสารประกอบเชิงซ้อน



$\% \text{Cu} = \frac{A \times M \times 63.546 \times 100}{W \times 1000}$
--

โดยที่ A = ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (cm^3)

M = ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (M)

W = น้ำหนักของสารประกอบเชิงซ้อนที่ใช้ (g)

63.546 = น้ำหนักอะตอมของคอปเปอร์

ภาคผนวก ข

การคำนวณหาปริมาณเปอร์คลอเรตในสารประกอบเชิงซ้อน

การหาปริมาณเปอร์คลอเรตโดยทำให้ตกตะกอนอยู่ในรูปของ tetraphenylarsonium Perchlorate $((C_6H_5)_4AsClO_4)$ ดังสมการ



$\% ClO_4^- = \frac{23.52 \text{ B}}{W}$
--

เมื่อ B = น้ำหนักของตะกอน $(C_6H_5)_4AsClO_4$ ที่ได้ (กรัม)
 W = น้ำหนักของสารประกอบเชิงซ้อนที่ใช้ (กรัม)
 23.52 = แฟกเตอร์มาจากมวลโมเลกุลของเปอร์คลอเรต (99.45)หารด้วยมวลโมเลกุลของ $(C_6H_5)_4AsClO_4$ (422.80) คูณด้วย 100

ภาคผนวก ก

การคำนวณผลผลิตร้อยละ (percentage yield)

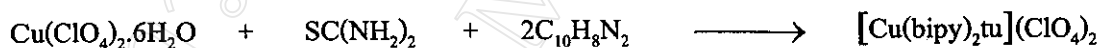
$$\text{ผลผลิตร้อยละ} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

โดยที่ W_1 = ผลผลิตจริง (actual yield)
 W_2 = ผลผลิตตามทฤษฎี (theoretical yield)

การคำนวณผลผลิตตามทฤษฎีของสารประกอบเชิงซ้อนต้องคำนวณจากสมการของปฏิกิริยาในการสังเคราะห์สารประกอบที่ดุลสมการแล้ว

ตัวอย่างการคำนวณ $[\text{Cu}(\text{bipy})_2\text{tu}](\text{ClO}_4)_2$

จากสมการ



อัตราส่วนจำนวนโมลที่ใช้ 0.001 : 0.003 : 0.003

ในการสังเคราะห์เราจะใช้อัตราส่วนจำนวนโมลของลิแกนด์ที่มากเกินไป (exceeds) ดังนั้นถือว่า $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ เป็นสารกำหนดปริมาณ (limiting reactant)

จากสมการ $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 1 mol เกิดสารประกอบเชิงซ้อน 1 mol

จากการทดลองใช้ $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 0.37$ กรัม

ดังนั้น $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 370.53 กรัม มี Cu = 63.546 กรัม

ถ้า $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.37 กรัม มี Cu = $\frac{0.37 \times 63.546}{370.53}$ กรัม
 = 0.063 กรัม

จากสูตรสารประกอบเชิงซ้อน $[\text{Cu}(\text{bipy})_2\text{tu}](\text{ClO}_4)_2$

Cu 1 mol (63.546 กรัม) เตรียมสารประกอบเชิงซ้อนได้ = 650.94 กรัม

ถ้า Cu 0.063 กรัม จะเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนได้ $\frac{0.063 \times 650.94}{63.546}$ กรัม

ดังนั้น ผลผลิตตามทฤษฎี (theoretical yield) = 0.64 กรัม

แต่จากการทดลองสามารถสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อน $[\text{Cu}(\text{bipy})_2\text{tu}](\text{ClO}_4)_2$ ได้ 0.47 กรัม

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ผลผลิตร้อยละ} &= \frac{0.47}{0.64} \times 100 \\ &= 73 \% \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น ผลผลิตร้อยละของสารประกอบเชิงซ้อน $[\text{Cu}(\text{bipy})_2\text{tu}](\text{ClO}_4)_2$ นี้เท่ากับ 73 %

ภาคผนวก ง

การคำนวณหาโมเมนต์แม่เหล็ก (μ_{eff}) ของสารประกอบเชิงซ้อน

จาก

$$\chi_g = \frac{C l (R - R_o)}{10^9 m}$$

เมื่อ

χ_g	=	mass magnetic susceptibility
C	=	calibration constance of balance (1.224)
l	=	sample length (cm)
R	=	น้ำหนัก sample tube + sample (กรัม) ในสนามแม่เหล็ก
R_o	=	น้ำหนัก sample tube (กรัม) ในสนามแม่เหล็ก
m	=	มวลของสารตัวอย่าง

ตัวอย่าง การคำนวณหา (μ_{eff}) ของสารประกอบเชิงซ้อน $[\text{Cu}(\text{bipy})_2](\text{ClO}_4)_2$

C	=	1.224
l	=	3.00
R	=	049
R_o	=	-030
m	=	0.1405

$$\begin{aligned} \chi_g &= \frac{1.224 \times 3.00 \times [049 - (-030)]}{10^9 \times 0.1405} \\ &= 2.065 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

$$X_M = \chi_g \times \text{M.w.}$$

เมื่อ

X_M	=	molar susceptibility
M.w.	=	น้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบเชิงซ้อน

$$\begin{aligned} X_M &= 2.065 \times 10^{-6} \times 650.94 \\ &= 1.344 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

ในการหาโมเมนต์แม่เหล็กของไอออนโลหะเพียงอย่างเดียว ต้องมีการแก้ไข diamagnetic component ของลิแกนด์และไอออนอื่นที่เกี่ยวข้อง ($X_M(\text{corr.})$)

$$X_M(\text{corr.}) = X_M + \text{diamagnetic correction}$$

ค่า diamagnetic correction หาได้จากตาราง ก.1

ตาราง 1. ก ค่า Diamagnetic corrections ของแคตไอออน แอนไอออนและโมเลกุล (57)
(ค่าทั้งหมดคูณด้วย $10^{-6}/\text{g atom}$)

Cation		Anion		Pascal's Constant			
Li ⁺	1.0	F ⁻	9.1	H	2.93	P	26.3
Na ⁺	6.8	Cl ⁻	23.4	C	6.00	As(V)	43.0
K ⁺	14.9	Br ⁻	34.6	N ring	4.61	As(III)	20.9
Rb ⁺	22.5	I ⁻	50.6	N open chain	5.57	Sb(III)	74.0
Cs ⁺	35.0	NO ₃ ⁻	18.9	N mono amide	1.54	Li	4.2
Tl ⁺	35.7	ClO ₃ ⁻	30.2	N diamide	2.11	Na	9.2
NH ₄ ⁺	13.3	ClO ₄ ⁻	32.0	imide		K	18.5
Hg ²⁺	40	BrO ₃ ⁻	38.8	O ether	4.61	Mg	10.0
Mg ²⁺	5	IO ₄ ⁻	51.9	alcohol		Ca	15.9
Zn ²⁺	15	IO ₃ ⁻	51.4	O ketone	-1.73	Al	13
Pb ²⁺	32	CN ⁻	13.0	aldehyde		Zn	13.5
Ca ²⁺	10.4	CNS ⁻	31.0	O carboxyl	3.36	Hg(II)	33
Fe ²⁺	12.8	SO ₄ ²⁻	40.1	F	6.3	Si	20
Cu ²⁺	12.8	CO ₃ ²⁻	29.5	Cl	20.1	Sn(IV)	30
Co ²⁺	12.8	OH ⁻	12.0	Br	30.6	Pb	46
Ni ²⁺	12.8			I	44.6		
				S	15.0		
				Se	23		
				Te	37.3		

Constitutive corrections		Ligand corrections	
C = C	-5.5	Dipyridyl	105
C = C - C = C	-10.6	Phenanthroline	128
C $\equiv$ C	-0.8	Water	13
N = N	-1.8	ortho - phenylene	194
C = N - R	-8.2		
C in benzene ring	-0.24		
C - Cl	-3.1		
C - Br	-4.1		
C - I	-4.1		

ดังนั้น diamagnetic correction ของสารประกอบเชิงซ้อน $[\text{Cu}(\text{bipy})_2(\text{tu})](\text{ClO}_4)_2$ หาได้ดังนี้

$$\text{diamagnetic correction} = [(12.8) + (105 \times 2) + 37 + 64] \times 10^{-6}$$

$$= 3.238 \times 10^{-4}$$

$$X_M = 1.344 \times 10^{-3} + 3.238 \times 10^{-4}$$

$$= 1.668 \times 10^{-3}$$

$$\mu_{\text{eff}} = \left[\frac{3 k X_M(\text{corr.}) T}{N} \right]^{1/2} = 2.83 \{ X_M(\text{corr.}) \}^{1/2} T \text{ B. M.}$$

เมื่อ μ_{eff} = Effective magnetic moment
 N = Avogadro's number
 T = Temperature (K)
 k = Boltzmann's constant
 B. M. = Bohr magneton (Unit of magnetic moment)

$$\therefore \mu_{\text{eff}} = 2.83 (X_M(\text{corr.}) T)^{1/2}$$

$$= 2.83 (1.66 \times 10^{-3} \times 302)^{1/2}$$

$$= 2.00$$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพิเชษฐ์ เหล็กเพชร
วัน เดือน ปี เกิด	28 มิถุนายน 2516
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนผดุงราษฎร์ จังหวัดพิษณุโลก เมื่อปีการศึกษา 2534 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิชาเอกเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก เมื่อปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2544