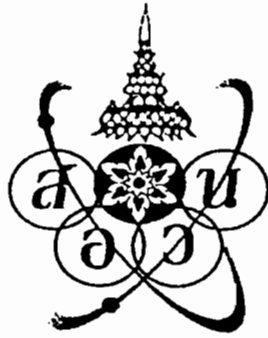


สงวน



การแข่งขันคั้มมีโอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 2

ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วันที่ 3 พฤษภาคม 2549

เวลา 08.30-13.30 น.

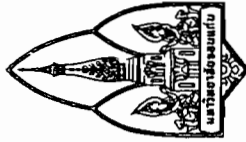
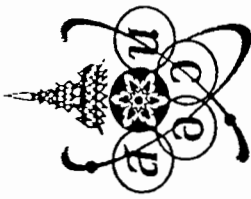
ข้อสอบภาคปฏิบัติการ

ชื่อ-สกุล .....รหัสประจำตัว.....

ศูนย์ สอวน. ....

## คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีจำนวน 1 ข้อ มีกระดาษคำถาม 7 หน้า และกระดาษคำตอบ 2 หน้า  
คะแนนรวมทั้งหมด 80 คะแนน
2. ให้ลงมือทำข้อสอบได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ”
3. มีเวลาในการทำข้อสอบภาคปฏิบัติการ 5 ชั่วโมง ทั้งนี้รวมถึงการทำรายงานผลการทดลอง  
และการคำนวณด้วย เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำ  
ข้อสอบและออกจากห้องสอบทันที
- 4.ให้อ่านข้อสอบภาคปฏิบัติการทั้งในส่วนวิธีการทดลองและกระดาษคำตอบก่อนลงมือทำการ  
สอบปฏิบัติการ เพื่อวางแผนการทำข้อสอบ
5. นักเรียนจะต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและสวมแว่นนิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของ  
นักเรียนขณะที่ทำปฏิบัติการนี้ตลอดเวลา ในการปีเปตต้องใช้ลูกยางสำหรับปีเปต (pipet  
bulb) ที่เตรียมไว้ให้
6. ถ้าทำการปีเปตด้วยปาก ในครั้งแรกจะถูกเตือน หากพบว่ายังไม่ปฏิบัติอีกจะเตือนเป็นครั้งที่  
สองและนักเรียนจะถูกหัก 5 คะแนน และหากพบในครั้งที่สามนักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการ  
สอบและถือว่าคะแนนสอบภาคปฏิบัติการในครั้งนี้ของนักเรียนเป็นศูนย์
7. ไม่อนุญาตให้เบิกสารเคมี สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ หรืออุปกรณ์อื่นใด ในระหว่างการสอบ  
ภาคปฏิบัติการ สารเคมีที่ใช้ร่วมกันมีจำนวน 3 ชุด จัดวางไว้ข้างห้องปฏิบัติการ
8. นักเรียนต้องกรอกข้อมูลผลการทดลองและเขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาเท่านั้น  
โดยกรอกให้ตรงกับข้อและอยู่ในกรอบที่กำหนดให้ ถ้าเขียนตอบไม่ชัดเจน จะไม่ได้รับการ  
ตรวจให้คะแนน ถ้าต้องการทศให้ทศในกระดาษคำถาม
9. ถ้าเขียนผิดให้ขีดฆ่าทิ้ง ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด (liquid paper)
10. คำตอบที่เป็นตัวเลข ให้ใช้เลขนัยสำคัญตามหลักที่ใช้ในการประเมินความคลาดเคลื่อนของ  
ผลการทดลอง
11. ใช้อุปกรณ์เครื่องเขียน เครื่องคิดเลขและข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้เท่านั้น และห้ามยืมกันใช้
12. การคุยหรือปรึกษารื้อกัน ถือเป็นกาทุจริตในการสอบ นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขัน  
และต้องออกจากห้องสอบทันที



# ตารางธาตุ

## สำหรับการแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวน.ครั้งที่ 2

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	$\frac{\text{H}}{1.0}$							$\frac{\text{He}}{4.0}$
	$\frac{\text{Li}}{6.9}$	$\frac{\text{Be}}{9.0}$	$\frac{\text{B}}{10.8}$	$\frac{\text{C}}{12.0}$	$\frac{\text{N}}{14.0}$	$\frac{\text{O}}{16.0}$	$\frac{\text{F}}{19.0}$	$\frac{\text{Ne}}{20.2}$
	$\frac{\text{Na}}{23.0}$	$\frac{\text{Mg}}{24.3}$	$\frac{\text{Al}}{27.0}$	$\frac{\text{Si}}{28.1}$	$\frac{\text{P}}{31.0}$	$\frac{\text{S}}{32.0}$	$\frac{\text{Cl}}{35.5}$	$\frac{\text{Ar}}{39.9}$
	$\frac{\text{K}}{39.0}$	$\frac{\text{Ca}}{40.0}$	$\frac{\text{Ga}}{69.7}$	$\frac{\text{Ge}}{72.6}$	$\frac{\text{As}}{74.9}$	$\frac{\text{Se}}{79.0}$	$\frac{\text{Br}}{79.9}$	$\frac{\text{Kr}}{83.8}$
	$\frac{\text{Rb}}{85.5}$	$\frac{\text{Sr}}{87.6}$	$\frac{\text{In}}{114.8}$	$\frac{\text{Sn}}{118.7}$	$\frac{\text{Sb}}{121.8}$	$\frac{\text{Te}}{127.6}$	$\frac{\text{I}}{126.9}$	$\frac{\text{Xe}}{131.}$
	$\frac{\text{Cs}}{132.9}$	$\frac{\text{Ba}}{137.3}$	$\frac{\text{Tl}}{204.4}$	$\frac{\text{Pb}}{207.0}$	$\frac{\text{Bi}}{209.0}$	$\frac{\text{Po}}{(209)}$	$\frac{\text{At}}{(210)}$	$\frac{\text{Rn}}{(222)}$
			$\frac{\text{Cu}}{63.5}$	$\frac{\text{Zn}}{65.4}$	$\frac{\text{Ag}}{107.9}$	$\frac{\text{Cd}}{112.4}$	$\frac{\text{Hg}}{200.6}$	
			$\frac{\text{Ni}}{58.7}$	$\frac{\text{Co}}{58.9}$	$\frac{\text{Pd}}{106.4}$	$\frac{\text{Rh}}{102.9}$	$\frac{\text{Pt}}{195.1}$	
			$\frac{\text{Fe}}{55.8}$	$\frac{\text{Mn}}{54.9}$	$\frac{\text{Ru}}{101.1}$	$\frac{\text{Rc}}{98.9}$	$\frac{\text{Ir}}{192.2}$	
			$\frac{\text{V}}{50.9}$	$\frac{\text{Cr}}{52.0}$	$\frac{\text{Os}}{190.2}$	$\frac{\text{Tc}}{98.9}$	$\frac{\text{Re}}{186.2}$	
			$\frac{\text{Ti}}{47.9}$	$\frac{\text{Nb}}{92.9}$	$\frac{\text{Hs}}{(269)}$	$\frac{\text{Mo}}{95.9}$	$\frac{\text{W}}{183.9}$	
			$\frac{\text{Sc}}{45.0}$	$\frac{\text{Y}}{88.9}$	$\frac{\text{Bh}}{(264)}$	$\frac{\text{Zr}}{91.2}$	$\frac{\text{Ta}}{180.9}$	
					$\frac{\text{Sg}}{(266)}$	$\frac{\text{Hf}}{178.5}$	$\frac{\text{Db}}{(262)}$	
					$\frac{\text{Mt}}{(265)}$	$\frac{\text{La}}{138.9}$	$\frac{\text{Rf}}{(257)}$	
					$\frac{\text{Ds}}{(271)}$	$\frac{\text{Ac}}{(227)}$	$\frac{\text{Ra}}{(226)}$	
					$\frac{\text{Rg}}{(272)}$	$\frac{\text{Fr}}{(223)}$		

## การวิเคราะห์สารเชิงซ้อนของคอปเปอร์ (II)

ข้อสอบภาคปฏิบัติการจะแบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 ตอน

ให้นักเรียนวิเคราะห์หาปริมาณคอปเปอร์ แอม โมเนีย ซัลเฟต และน้ำในสารเชิงซ้อนที่เตรียมให้ การเตรียมสารเชิงซ้อนที่ใช้ในการวิเคราะห์มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งคอปเปอร์(II)ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต น้ำหนักแน่นอน ในบีกเกอร์
2. เติมสารละลายแอม โมเนียเข้มข้น 6 M ปริมาตรแน่นอน (ทำในตู้ควีน) คนให้ของแข็งละลาย
3. รินสารละลายออก แล้วเติมสารละลายแอม โมเนีย 6 M อีกเล็กน้อย ลงบนของแข็งที่เหลือ คนให้ละลาย
4. รวมสารละลายที่ได้เข้าด้วยกัน กรองผ่านกรวยกรอง โดยใช้กระดาษกรองพับจีบ
5. ค่อย ๆ หยดเอทานอล ลงในสารละลายสีน้ำเงินที่ได้ พร้อมกับคนอย่างสม่ำเสมอ
6. แช่ของผสมที่ได้ ในอ่างน้ำแข็งเป็นเวลา 15 นาที
7. แยกตะกอนสีน้ำเงินม่วงที่ได้ ด้วยวิธีกรองดูด
8. ล้างตะกอนด้วยเอทานอล 2 x 10 mL และไดเอทิลอีเธอร์ 2 x 10 mL ทำให้แห้งในอากาศเป็นเวลาประมาณ 1 วัน

### สารเคมี

1. สารเชิงซ้อน
2. สารละลายมาตรฐาน  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
3. สารละลายมาตรฐาน HCl
4. สารละลายมาตรฐาน NaOH
5. สารละลายปรับสภาพ (conditioning reagent) ประกอบด้วย กลีเซอรอล กรด HCl เข้มข้น และเอทานอล
6. สารละลายสำหรับเปรียบเทียบ (blank solution)
7. สารละลาย HCl เข้มข้น 3 mol/L

8. สารละลายกรดแอสติกเข้มข้น 4 mol/L
9. Potassium Iodide, KI (MW = 381.2)
10. Barium chloride, BaCl<sub>2</sub> 23 × 2 = 46 180
11. Borax, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O 10.8 × 4 = 43.2
12. เมทิลเรด 16 × 7 = 112
13. อินดิเคเตอร์ผสม ประกอบด้วย 0.1% alizarine sulphonate และ 0.1% bromcresol green
14. น้ำแข็ง

### อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องสเปกโตรมิเตอร์
3. กระจกตวง ขนาด 10 และ 100 mL
4. ขวดรูปกรวย ขนาด 125 และ 250 mL
5. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 และ 100 mL
6. บิวเรต ขนาด 50 mL
7. บีกเกอร์ ขนาด 50, 100 และ 600 mL
8. ปิเปต ขนาด 10 และ 25 mL
9. ขวดน้ำกลั่น
10. ช้อนตักสาร
11. เซลล์พลาสติก
12. แท่งแก้วคน
13. ลูกยาง

## การใช้เครื่องสเปกโทรมิเตอร์

### 1. การปรับเครื่องด้วยสารละลายเปรียบเทียบ (blank solution)

- 1.1 เขย่าสารละลายเปรียบเทียบที่เตรียมไว้ให้
- 1.2 กลั้วเซลล์พลาสติกด้วยสารละลายเปรียบเทียบ (ใช้มือจับด้านขุ่นของเซลล์)
- 1.3 บรรจุสารละลายเปรียบเทียบลงในเซลล์พลาสติก ให้สารละลายมีความสูงประมาณ  $\frac{1}{4}$  ของเซลล์
- 1.4 เช็ดเซลล์ด้วยกระดาษที่จุ่มไว้ให้
- 1.5 เปิดฝาเครื่องสเปกโทรมิเตอร์
- 1.6 วางเซลล์ลงในช่องใส่เซลล์ โดยหันด้านที่มีสัญลักษณ์ " $\nabla$ " เข้าหาด้านที่มีเครื่องหมาย " $\nabla$ " ในเครื่อง
- 1.7 ปิดฝาเครื่อง
- 1.8 กดปุ่ม "Cal"

### 2. การวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

- 2.1 ทำตามขั้นตอน 1.1-1.7 โดยใช้สารละลายตัวอย่างแทนสารละลายเปรียบเทียบ
- 2.2 รอให้ค่าการดูดกลืนแสง (Abs) คงที่ บันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้
- 2.3 นำข้อมูลที่ได้มาให้อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการลงชื่อกำกับ

## การวิเคราะห์สารเชิงซ้อนของคอปเปอร์ (II)

สูตรของสารประกอบเชิงซ้อน  $[\text{Cu}_x(\text{NH}_3)_y](\text{SO}_4)_z \cdot n\text{H}_2\text{O}$

นักเรียนสามารถเลือกทำการทดลองตอนใดก่อนก็ได้

### ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาปริมาณคอปเปอร์(II) ในสารเชิงซ้อน

ทำการทดลองอย่างน้อย 2 ครั้ง

1. ชั่งสารเชิงซ้อนน้ำหนักแน่นอนใกล้เคียง 400 mg ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL

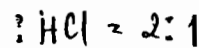
ทุกครั้งที่มีการชั่งน้ำหนัก ต้องให้อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการ ลงชื่อกำกับ

2. เติมน้ำกลั่น 50 mL เขย่าให้สารเชิงซ้อนละลาย (ไม่จำเป็นต้องละลายหมด)
3. เติมกรดแอสติกเข้มข้น 4 mol/L 10 mL และ KI 1 ช้อน (ใช้ช้อนตักสารสีดำ ปลายด้านใหญ่) เขย่าจะได้สารละลายสีน้ำตาลของ  $\text{I}_2$  และตะกอนสีขาวของ  $\text{CuI}$
4. โทเทรตทันทีด้วยสารละลายมาตรฐาน  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (ความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ใช้ค่าที่กรรมการคุมสอบจะแจ้งให้ทราบ) จนกระทั่งสีของสารละลายจางลงเป็นสีเหลืองอ่อน
5. เติมน้ำแป้ง 2 mL และโทเทรตต่อจนสีน้ำเงินหายไป
6. คำนวณจำนวนโมลของไอออนคอปเปอร์(II) ต่อกรัมของสารเชิงซ้อน ( $\text{mol Cu}^{2+}/\text{g complex}$ )

## ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในสารเชิงซ้อน

### 2.1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน HCl

ทำการทดลองอย่างน้อย 2 ครั้ง



1. ชั่งบอแรกซ์ ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  หรือ  $\text{Na}_2[\text{B}_4(\text{OH})_4\text{O}_5] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  มวลโมเลกุล =  $381.2 \text{ g mol}^{-1}$ ) น้ำหนักแน่นอนใกล้เคียง 380 mg ใสลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL
2. เติมน้ำกลั่น 100 mL เขย่าจนของแข็งละลายหมด
3. หยดเมทิลเรด 5-6 หยด
4. ไทเทรตสารละลายที่ได้ด้วยสารละลาย HCl จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้ม
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย HCl

### 2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในสารเชิงซ้อน

ทำการทดลองอย่างน้อย 2 ครั้ง

1. ชั่งสารเชิงซ้อนน้ำหนักแน่นอนใกล้เคียง 85 mg ใสลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL
2. เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 mL เขย่าให้เข้ากัน (ไม่จำเป็นต้องละลายหมด)
3. บีบเปิดสารละลายมาตรฐาน HCl (จากข้อ 2.1) 25 mL เติมนลงในขวดรูปกรวยแล้วเขย่า
4. หยดอินดิเคเตอร์ผสม 4-6 หยดลงในสารละลายข้อ 3
5. ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH (ความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ใช้ค่าที่กรรมการคุมสอบจะแจ้งให้ทราบ) จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน
6. คำนวณจำนวนโมลของแอมโมเนียต่อกรัมของสารเชิงซ้อน ( $\text{mol NH}_3/\text{g complex}$ )



### ตอนที่ 3 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในสารเชิงซ้อน

1. ชั่งสารเชิงซ้อนน้ำหนักแน่นอนใกล้เคียง  $25 \text{ mg}$  ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด  $50 \text{ mL}$
2. เติมน้ำกลั่นประมาณ  $20 \text{ mL}$  และหยดสารละลาย  $\text{HCl}$  เข้มข้น  $3 \text{ mol/L}$  ที่ละหยดจนได้สารละลายใส
3. เทสารละลายที่ได้ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด  $50 \text{ mL}$  แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
4. ปิเปตสารละลายในข้อ 3 ปริมาตร  $10.00 \text{ mL}$  ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด  $100 \text{ mL}$  แล้วเติมสารละลายปรับสภาพ (conditioning reagent) ปริมาตร  $5 \text{ mL}$  โดยใช้กระบอกตวง เขย่าให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
5. เทสารละลายในข้อ 4 ปริมาตรประมาณ  $25 \text{ mL}$  ลงในขวดรูปกรวยขนาด  $125 \text{ mL}$  ที่แห้ง เติมหง  $\text{BaCl}_2$  ประมาณ 1 เมล็ดถั่วเขียว เขย่าอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 1 นาที ตั้งสารละลายทิ้งไว้อีก 2 นาที
6. เขย่าสารละลายแล้วเทลงในเซลล์พลาสติก (plastic cell) เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น  $420 \text{ nm}$  เทียบกับสารละลายเปรียบเทียบกับ (blank solution) ที่เตรียมไว้ให้

ให้อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการ ลงชื่อกำกับค่าการดูดกลืนแสง

7. สร้างกราฟมาตรฐานจากข้อมูลที่ให้มา (ใช้ข้อมูลที่แนบกับเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่นักเรียนใช้ในข้อ 6) และคำนวณความชันของกราฟมาตรฐาน (ตอบเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง โดยแสดงไว้หน้าความชันด้วย)
8. คำนวณหาปริมาณซัลเฟตจากกราฟมาตรฐาน
9. คำนวณจำนวน โมลของไอออนซัลเฟตต่อกรัมของสารเชิงซ้อน ( $\text{mol SO}_4^{2-}/\text{g complex}$ )

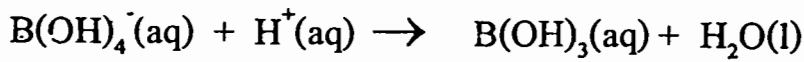
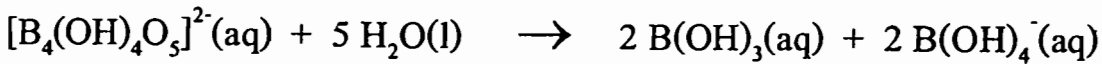
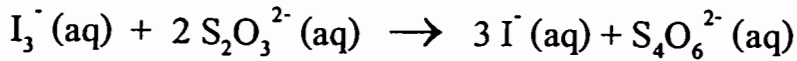
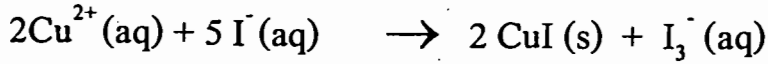
ความเข้มข้น  $\text{SO}_4^{2-}$   $10.00 - 40.00 \text{ mol/L}$

### ตอนที่ 4 การคำนวณ

มีสูตร

1. คำนวณจำนวน โมลของน้ำต่อกรัมของสารเชิงซ้อน ( $\text{mol H}_2\text{O}/\text{g complex}$ )
2. คำนวณค่า  $x, y, z$  และ  $n$  จากผลการทดลอง
3. เขียนสูตร โมเลกุลและคำนวณมวล โมเลกุลของสารเชิงซ้อน (ปรับค่า  $x, y, z$  และ  $n$  ให้เป็นเลขจำนวนเต็ม)

สมการที่เกี่ยวข้อง



$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \quad 0.0989 \text{ M} \rightarrow 17.80$$

1)  $m \text{ Cu}^{2+} \rightarrow \text{mol Cu}^{2+} / \text{g Crx}$

$$1000 \text{ ml} \rightarrow 0.0989 \text{ mol}$$

$$17.80 \text{ ml} \rightarrow 1.76$$

2)  $m \text{ NH}_3$

$$V = 9.89 \times 10^{-5}$$

3)  $m \text{ SO}_4^{2-}$

MW of Borax = 381.2

mol of Borax = 4 mol

HCl - x ml of 24 mol

1000 ml of ...

Back Titrate

HCl

25 ml = 1000 ml -> 0.0945  
25 ml -> 2.3625 x 10<sup>-3</sup> mol

NaOH 0.1007 M

1000 -> 0.1007 mol

x ml ->  $\frac{0.1007 \times x}{1000}$  mol

$y = 2x + b$

0.405 = 0.0109 (36.67) + b

b = 0.054 0.052

$y = 0.0109x + 0.054$

0.25x

23.74

y = 2x