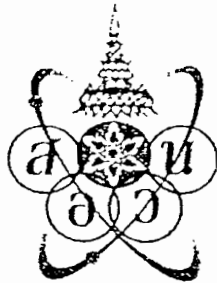


๓๖๓๖

๓๖๓๖

๓๖๓๖

๒ ๕๑



การแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 1

ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่ 11 พฤษภาคม 2548

เวลา 08.30 - 13.30 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติการ

รหัสที่นั่งสอบ.....

## คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีจำนวน 2 ข้อ มีกระดาษคำถาม 6 หน้า และกระดาษคำตอบ 9 หน้า  
คะแนนรวมทั้งหมด 40 คะแนน
2. ให้ลงมือทำข้อสอบได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ”
3. มีเวลาในการทำข้อสอบภาคปฏิบัติการ 5 ชั่วโมง ทั้งนี้รวมถึงการทำรายงานผลการทดลองและ  
การคำนวณด้วย เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำข้อสอบและ  
ออกจากห้องสอบทันที
- 4.ให้อ่านข้อสอบภาคปฏิบัติการทั้งในส่วนวิธีการทดลองและกระดาษคำตอบก่อนลงมือทำการ  
สอบปฏิบัติการ เพื่อวางแผนการทำข้อสอบ
5. นักเรียนจะต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและสวมแว่นนิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของ  
นักเรียนขณะที่ทำปฏิบัติการนี้ตลอดเวลา ในการปิเปตต์ต้องใช้ลูกยางสำหรับปิเปตต์ (pipette  
bulb) ที่เตรียมไว้ให้
6. ถ้าทำการปิเปตต์ด้วยปาก ในครั้งแรกจะถูกเตือน หากพบว่ายังไม่ปฏิบัติอีกจะเตือนเป็นครั้งที่  
สองและนักเรียนจะถูกหัก 5 คะแนน และหากพบในครั้งที่สามนักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการ  
สอบและถือว่าคะแนนสอบภาคปฏิบัติการในครั้งนี้ของนักเรียนเป็นศูนย์
7. ใ้ไม่อนุญาตให้เบิกสารเคมี สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ หรืออุปกรณ์อื่นใด ในระหว่างการสอบ  
ภาคปฏิบัติการ
8. นักเรียนต้องกรอกข้อมูลผลการทดลองและเขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาเท่านั้น โดย  
กรอกให้ตรงกับข้อและอยู่ในกรอบที่กำหนดให้ ถ้าเขียนตอบไม่ชัดเจน จะไม่ได้รับการตรวจ  
ให้คะแนน ถ้าต้องการทศให้ทศในกระดาษคำถาม
9. ถ้าเขียนผิดให้ขีดฆ่าทิ้ง ห้ามลบด้วยหมึกลบคำผิด (liquid paper)
10. คำตอบที่เป็นตัวเลข ให้ใช้เลขนัยสำคัญตามหลักที่ใช้ในการประเมินความคลาดเคลื่อนของ  
ผลการทดลอง
11. ใช้อุปกรณ์เครื่องเขียน เครื่องคิดเลขและข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้เท่านั้น และห้ามยืมกันใช้
12. การคุยหรือปรึกษารื้อกััน ถือเป็น การทุจริตในการสอบ นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขัน  
และต้องออกจากห้องสอบทันที

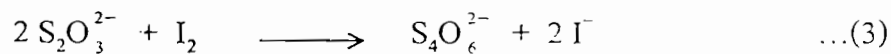
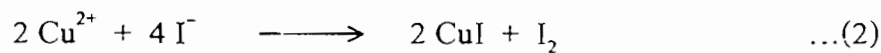
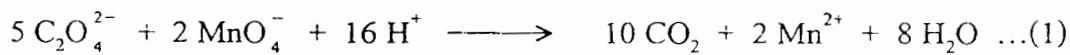
## ข้อที่ 1 (31 คะแนน)

การเตรียมและวิเคราะห์สารเชิงซ้อนคอปเปอร์ออกซาเลต,  $K_x Cu_x (C_2O_4)_y \cdot b H_2O$

Cu(II) ไอออนเป็นตัวออกซิไดซ์ที่มีความแรงปานกลาง สามารถใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับเตรียมสารเชิงซ้อนของ Cu(I) หรือ Cu(II) ได้ และสมบัติทางเคมีของไอออนทองแดงจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับลิแกนด์ (ligand) ที่ล้อมรอบไอออนทองแดง

ในการทดลองนี้จะสังเคราะห์สารเชิงซ้อนคอปเปอร์ออกซาเลต แล้วนำสารเชิงซ้อนที่เตรียมได้ ไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซาเลตและทองแดงเพื่อหาสูตรโมเลกุลและเขียนสูตรโครงสร้างของสารเชิงซ้อนคอปเปอร์ออกซาเลต

สมการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา



**\*\*ข้อแนะนำ\*\***

1. ให้ทำการทดลองตอน I ก่อน จนระอสารตกผลึกหรือรอให้ผลึกแห้ง ให้นักเรียนทำการทดลองตอน III แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของ  $Na_2S_2O_3$  และส่งผลการคำนวณภายในเวลา 11.00 น.

2. หากยังเหลือเวลาที่ต้องรออีก นักเรียนควรทำการทดลองข้อที่ 2 ก่อน

## สารเคมี

- |   |   |
|---|---|
| 1. สารละลาย $\text{CuSO}_4$ เข้มข้น 1.50 M              | 2. สารละลาย $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ เข้มข้น 1.00 M |
| 3. สารละลาย KI เข้มข้น 10 % (w/v)                       | 4. สารละลาย KSCN เข้มข้น 25 % (w/v)                         |
| 5. สารละลาย $\text{H}_2\text{SO}_4$ เข้มข้น 1 M และ 2 M | 6. น้ำเป้ง  |
| 7. สารละลายมาตรฐาน $\text{KMnO}_4$                      | } ความเข้มข้นที่แน่นอน<br>จะประกาศในวันสอบ                  |
| 8. สารละลายมาตรฐาน $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$    |   |

## อุปกรณ์

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1. เครื่องชั่งละเอียด (ใช้ร่วมกัน 4 คน/เครื่อง ตามรหัสที่นั่งสอบที่ระบุไว้ที่เครื่องชั่ง) |                                  |
| 2. เตาให้ความร้อน (hot plate) (ใช้ร่วมกัน 2 คน/เครื่อง)                                   |                                  |
| 3. เครื่องลดความดันเพื่อใช้กรองสาร (ใช้ร่วมกัน 4 คน/เครื่อง)                              |                                  |
| 4. บีกเกอร์ขนาด 50 mL 1 ใบ  | 5. บีกเกอร์ขนาด 100 mL 6 ใบ      |
| 6. บีกเกอร์ขนาด 250 mL 1 ใบ   | 7. ขวดรูปกรวยขนาด 250 mL 6 ใบ    |
| 8. ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL 1 ใบ  | 9. ขวดน้ำกลั่น 1 ใบ              |
| 10. กรวยพลาสติก 3 อัน   | 11. กรวยบุชเนอร์และขวดกรอง 1 ชุด |
| 12. กระจกตวง ขนาด 10 mL 1 อัน   | 13. กระจกตวง ขนาด 25 mL 1 อัน    |
| 14. บิวเรตต์ ขนาด 25.00 mL 2 อัน  | 15. ขาค้างพร้อมที่จับบิวเรตต์    |
| 16. ปีเปตต์ ขนาด 25.00 mL 1 อัน   | 17. ลูกยางสามทาง 1 อัน           |
| 18. ลูกยางธรรมดา 1 อัน  | 19. กระจกนาฬิกา 1 อัน            |
| 20. แท่งแก้วสำหรับคน 4 แท่ง   | 21. ช้อนตักสาร 1 อัน             |
| 22. หลอดหยด 4 หลอด  | 23. แวนนิลีน 1 อัน               |
| 24. ถุงมือกันความร้อน 1 คู่   | 25. ชาม/อ่างน้ำ 1 ใบ             |
| 26. ปากกาเขียนแก้ว 1 แท่ง   | 27. กระดาษกรอง                   |
| 28. ขวดใส่สาร 1 ใบ  |                                  |

## วิธีทดลอง

### ตอน I การเตรียม $K_xCu_x(C_2O_4)_y \cdot bH_2O$

เวลา : 20

- 1.1 อุ่นสารละลาย  $CuSO_4$  ความเข้มข้น 1.50 M ปริมาตร 4.0 mL และสารละลาย  $K_2C_2O_4$  ความเข้มข้น 1.00 M ปริมาตร 25.0 mL ซึ่งบรรจุอยู่ในบีกเกอร์ให้ร้อนแล้วผสมกัน คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้ว
- 1.2 ต้มสารละลายข้อ 1.1 จนเดือด ตั้งสารละลายทิ้งไว้ให้เย็น จนเกิดผลึกอย่างสมบูรณ์ (ประมาณ 1 ชั่วโมง)
- 1.3 กรองผลึกที่ได้ภายใต้การลดความดัน แล้วนำกระดาษกรองที่มีผลึกมาวางบนกระดาษฟิลา ปล่อยให้แห้ง (ประมาณ 1 ชั่วโมง)
- 1.4 เขียนรหัสที่นั่งสอบที่ฉลากปิดขวดใส่สารที่จัดเตรียมไว้ให้ ชั่งน้ำหนักขวดพร้อมฝาบรรจุผลึกที่แห้งแล้วลงไป ชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง แล้วบันทึกน้ำหนักของผลึกที่ฉลากปิดขวด  
การชั่งน้ำหนักในข้อ 1.4 จะต้องแจ้งให้กรรมการคุมสอบในห้องเครื่องชั่งมาตรวจสอบขณะชั่งและเซ็นชื่อรับรองน้ำหนักที่ชั่งได้
- 1.5 นำผลึกที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซาเลตและทองแดงในการทดลองตอน II
- 1.6 ส่งขวดใส่สารและผลึกที่เหลือจากการทดลองตอน II พร้อมกระดาษคำตอบ

### ตอน II การวิเคราะห์หาปริมาณออกซาเลตและทองแดงใน $K_xCu_x(C_2O_4)_y \cdot bH_2O$

#### ก. การวิเคราะห์หาปริมาณออกซาเลตใน $K_xCu_x(C_2O_4)_y \cdot bH_2O$

- 2.1 ชั่งผลึกที่เตรียมได้ประมาณ 0.12 g (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL
- 2.2 เติมสารละลาย  $H_2SO_4$  เข้มข้น 2 M ลงไป 25 mL โดยใช้กระบอกลง
- 2.3 นำสารละลายข้อ 2.2 ไปต้มจนเดือด แล้วไทเทรตด้วยวิธีร้อน \* (ถ้าเย็นปฏิกิริยาจะเกิดขึ้น) กับสารละลายมาตรฐาน  $KMnO_4$  จนถึงจุดยุติ ซึ่งจะสังเกตเห็นสารละลายมีสี

ชมพูอ่อน (คงตัวประมาณ 30 วินาที) บันทึกปริมาตรของสารละลาย  $\text{KMnO}_4$  ที่ใช้นำสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงในข้อ (ข) ต่อเนื่องไปทันที

หมายเหตุ: \*ข้อควรระวัง! การจับขวดที่ร้อนควรสวมถุงมือ

ข. การวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงใน  $\text{K}_2\text{Cu}_x(\text{C}_2\text{O}_4)_y \cdot b \text{H}_2\text{O}$

- 2.4 นำสารละลายจากข้อ 2.3 ที่ยังคงมีสีชมพูมาต้มเพื่อทำลาย  $\text{KMnO}_4$  ที่มากเกินไปจนได้สารละลายใสไม่มีสี ปล่อยให้สารละลายให้เย็น (กรณีที่สารละลายจากข้อ 2.3 ไม่มีสีไม่ต้องต้ม ให้นำไปทำข้อ 2.5 ได้เลย)
- 2.5 เติมสารละลาย KI เข้มข้น 10% ปริมาตร 10 mL (ใช้กระบอกตวง) ลงในสารละลายข้อ 2.4
- 2.6 ไทเทรตสารละลายข้อ 2.5 ด้วยสารละลายมาตรฐาน  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  จนได้สารแขวนลอยเป็นสีเหลืองอ่อน แล้วเติมน้ำแข็งประมาณ 2 mL (ใช้กระบอกตวง) ทำการไทเทรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินเริ่มจางลง
- 2.7 เติมสารละลาย KSCN เข้มข้น 25% ลงไป ประมาณ 1 mL (20 หยด) เขย่าขวดผสมให้เข้ากัน สีน้ำเงินจะเข้มข้น ไทเทรตต่อไปจนได้ตะกอนขาวแขวนลอย บันทึกปริมาตรของสารละลาย  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ที่ใช้ในการไทเทรตทั้งหมด
- 2.8 ทำการทดลองจากข้อ 2.1-2.7 ซ้ำอีก 2 ครั้ง

ค. กำหนดหาร้อยละ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ของ  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  และของ Cu โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ดังนี้  
มวลอะตอม Cu = 63.5 K = 39.0 C = 12.0 และ O = 16.0

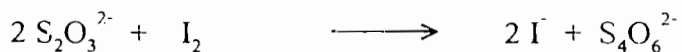
หมายเหตุ: ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน  $\text{KMnO}_4$  และ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ที่จะใช้ในการคำนวณให้ใช้ค่าที่กรรมการคุมสอบประกาศให้ทราบ

\*\*\* ผลการทดลองและการคำนวณตอน III นี้ต้องส่งภายในเวลา 11.00 น. \*\*\*

ตอน III การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

- 3.1 ชั่งน้ำหนักของ  $\text{KIO}_3$  (ที่เตรียมไว้ให้ในเคชิกเตอร์ในห้องเครื่องชั่ง) ในบีกเกอร์ ขนาด 100 mL (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน)
- 3.2 ละลาย  $\text{KIO}_3$  ที่ชั่งได้ในน้ำกลั่น แล้วทำให้สารละลายมีปริมาตร 100 mL ในขวด วัดปริมาตร
- 3.3 บีเบ็ดต์สารละลาย  $\text{KIO}_3$  มา 25.00 mL ใส่ในขวดรูปกรวย ขนาด 250 mL
- 3.4 เติมสารละลาย KI เข้มข้น 10% ลงไป 5 mL และ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  เข้มข้น 1 M ปริมาตร 5 mL
- 3.5 ไทเทรตกับสารละลาย  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  จนได้สารละลายสีเหลืองอ่อน
- 3.6 เติมน้ำแข็ง 2 mL จะได้สารละลายสีน้ำเงิน
- 3.7 ไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินหายไปพอดี บันทึกปริมาตรของสารละลาย  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ทั้งหมดที่ใช้ในการไทเทรต
- 3.8 ทำการไทเทรตซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วคำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (มวลโมเลกุลของ  $\text{KIO}_3 = 214.00 \text{ g/mol}$ )

สมการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา



คำถาม

1. เหตุใดสีน้ำเงินจึงเข้มขึ้นเมื่อเติม KSCN ลงในสารละลายข้อ 2.7
2. จงหาสูตรที่เป็นไปได้ของ  $\text{K}_a\text{Cu}_x(\text{C}_2\text{O}_4)_y \cdot b\text{H}_2\text{O}$ 
  - ก.  $a, b, x$  และ  $y$  มีค่าเท่าใด (ตอบเป็นเลขจำนวนเต็ม โดยต้องมีผลการคำนวณจาก ข้อ ข. แสดงด้วย จึงจะได้คะแนน)
  - ข. จากผลการทดลองจงแสดงวิธีคำนวณหาค่า  $a, b, x$  และ  $y$  ในสูตร  $\text{K}_a\text{Cu}_x(\text{C}_2\text{O}_4)_y \cdot b\text{H}_2\text{O}$
3. ให้เสนอโครงสร้างที่แสดงพันธะระหว่างไอออนทองแดงกับออกซาเลตในสารเชิงซ้อนที่เตรียมได้  $\text{K}_a\text{Cu}_x(\text{C}_2\text{O}_4)_y \cdot b\text{H}_2\text{O}$

## ข้อที่ 2 (9 คะแนน)

การทำคุณภาพวิเคราะห์อย่างง่ายทำได้โดยการผสมสารละลายเข้าด้วยกัน แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จะทำให้สามารถสรุปได้ว่าสารละลายแต่ละชนิดเป็นสารละลายของสารใด

ในการทดลองนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้รับสารละลายตัวอย่าง 9 ชนิด (หมายเลข 1-9) ที่ไม่ซ้ำกัน ต่อไปนี้

ZnCl <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub>	NaHSO <sub>3</sub>
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MnCl <sub>2</sub>	NaOH
Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O

## สารเคมี

1. HCl เข้มข้น 6 M
2. สารละลายแอมโมเนีย (NH<sub>4</sub>OH)

## อุปกรณ์

1. หลอดหยดพลาสติก
2. ถาดทดลองชนิด 24 หลุม

## วิธีทดลอง

ให้นักเรียนใช้สารละลาย HCl สารละลายแอมโมเนีย และสารละลายตัวอย่างเอง

ทดสอบว่าสารละลายทั้ง 9 ชนิด เป็นสารใด

อย่าลืม! บันทึกหมายเลขสารตัวอย่าง (ติดอยู่ข้างบีกเกอร์) ลงในกระดาษคำตอบด้วย

- sample 1 sample 2 sample 3 (sample 4)

sample 5 sample 6 sample 7 sample 8 sample 9

- sample 1 (the sample 1 = HCl)  
sample 2 = HCl

sample 3 = HCl  
sample 4 = HCl  
sample 5 = HCl  
sample 6 = HCl  
sample 7 = HCl  
sample 8 = HCl  
sample 9 = HCl



## การใช้เครื่องชั่งจะต้องปฏิบัติดังนี้

1. ไม่วางสารเคมีบนจานชั่งโดยตรง สารเคมีที่เป็นของแข็งจะต้องชั่งในกระดาษชั่ง (weighing paper) กระดาษนาฬิกา หรือภาชนะแก้วใดๆ ที่เหมาะสม ส่วนสารเคมีที่เป็นของเหลว ถ้าอยู่ในภาชนะที่ไม่อาจตั้งได้บนจานชั่ง จะต้องรองด้วยปิเปตเตอร์หรือขวดรูปกรวยเพื่อกันล้น
2. ถ้าสารเคมีหกบนจานชั่งหรือบริเวณใกล้เคียง จะต้องทำความสะอาดทันที เครื่องชั่งและบริเวณรอบๆ เครื่องชั่งจะต้องสะอาดเสมอ
3. การชั่งวัตถุทุกชนิดจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้
  - 3.1 วัตถุที่จะชั่งต้องแห้ง เพราะถ้าไม่แห้งน้ำหนักที่ชั่งได้จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อน้ำระเหยไป
  - 3.2 วัตถุที่จะชั่งต้องมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง เพราะถ้าอุณหภูมิสูงกว่า หรือต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง จะทำให้เกิดกระแสอากาศรอบๆ วัตถุนั้น แล้วแต่จะทำให้อากาศร้อนขึ้นหรือเย็นลง ซึ่งจะมีผลทำให้น้ำหนักที่ชั่งได้ผิดพลาดไป

## การใช้เครื่องชั่ง

1. กดปุ่ม I/O (หรือปุ่ม ON) เพื่อเปิดเครื่อง รอจนหน้าปัดแสดงตัวเลข 0.000 g. ถ้าหน้าปัดไม่แสดงตัวเลข 0.000 g. ให้กดปุ่ม TARE หรือปุ่ม ( $\rightarrow$  O/T  $\leftarrow$ )
2. วางภาชนะที่ต้องการชั่งลงบนจานเครื่องชั่ง รอจนตัวเลขบนหน้าปัดมีตัวอักษร "g" แสดงขึ้นมา บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้
3. ถ้าต้องการปรับน้ำหนักภาชนะให้เป็นศูนย์ ให้กดปุ่ม TARE หรือ ปุ่ม ( $\rightarrow$  O/T  $\leftarrow$ ) แล้วจึงใส่สารหรือตัวอย่างที่ต้องการชั่งลงในภาชนะ รอจนตัวเลขบนหน้าปัดมีอักษร "g" แสดงขึ้นมา บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้

## การกรองสารภายใต้การลดความดัน

1. วางกระดาษกรองลงในกรวยบุชเนอร์ แล้ววางกรวยบุชเนอร์ลงบน

Suction flask

2. ผ่านน้ำ (หรือตัวทำละลาย) ลงไปเล็กน้อย เปิด Switch เครื่องดูดอากาศ กระดาษกรองจะแนบสนิทกับกรวยบุชเนอร์

3. ทำการกรองผลึกที่ได้

4. เมื่อกรองเสร็จให้ปิด Switch เครื่องดูดอากาศ

