



การแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 2

ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วันที่ 3 พฤษภาคม 2549

เวลา 08.30 - 13.30 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติการ

ชื่อ-สกุล.....รหัสประจำตัว.....

ศูนย์สอวน.

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” นักเรียนต้องหยุดทำข้อสอบ และออกจากห้องสอบทันที
- 4.ให้อ่านข้อสอบภาคปฏิบัติการทั้งในส่วนวิธีการทดลองและกระดาษคำตอบก่อนลงมือทำการสอบปฏิบัติการเพื่อวางแผนการทำข้อสอบ
5. นักเรียนจะต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและสวมแว่นตานิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของนักเรียนขณะที่ทำปฏิบัติการนี้ตลอดเวลา
6. ในการปิเปตต้องใช้ลูกยางสำหรับปิเปต (pipet bulb) ที่เตรียมไว้ให้ ถ้าทำการปิเปตด้วยปาก ในครั้งแรกจะถูกเตือน หากพบว่ายังไม่ปฏิบัติก็จะเตือนเป็นครั้งที่สองและนักเรียนจะถูกหัก 5 คะแนน และหากพบในครั้งที่สามนักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการสอบและถือว่าคะแนนสอบภาคปฏิบัติการในครั้งนี้ของนักเรียนเป็นศูนย์
7. ไม่อนุญาตให้เบิกสารเคมี สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ หรืออุปกรณ์อื่นใด ในระหว่างการสอบภาคปฏิบัติการ สารเคมีที่ใช้ร่วมกันมีจำนวน 3 ชุด จัดวางไว้ข้างห้องปฏิบัติการ
8. นักเรียนต้องกรอกข้อมูลผลการทดลองและเขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาเท่านั้น โดยกรอกให้ตรงกับข้อและอยู่ในกรอบที่กำหนดให้ ถ้าเขียนตอบไม่ชัดเจน จะไม่ได้รับการตรวจให้คะแนน ถ้าต้องการทดให้ทดในกระดาษคำถาม
9. ถ้าเขียนผิดให้ขีดฆ่าทิ้ง ห้ามลบด้วยน้ำยาหรือวัสดุลบคำผิด (liquid paper)
10. คำตอบที่เป็นตัวเลข ให้ใช้เลขนัยสำคัญตามหลักที่ใช้ในการประเมินความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง
11. ใช้อุปกรณ์เครื่องเขียน เครื่องคิดเลข และข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้เท่านั้น และห้ามยืมกันใช้
12. การคุยหรือปรึกษารื้อกัน ถือเป็นการทุจริตในการสอบ นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขัน และต้องออกจากห้องสอบทันที



ตารางธาตุ

สำหรับการแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 2

I		II																		III	IV	V	VI	VII	VIII										
1 H 1.0																												2 He 4.0							
3 Li 6.9		4 Be 9.0		สำหรับการแข่งขันเคมีโอลิมปิก สอวน. ครั้งที่ 2																5 B 10.8		6 C 12.0		7 N 14.0		8 O 16.0		9 F 19.0		10 Ne 20.2					
11 Na 23.0		12 Mg 24.3																		13 Al 27.0		14 Si 28.1		15 P 31.0		16 S 32.0		17 Cl 35.5		18 Ar 39.9					
19 K 39.0		20 Ca 40.0		21 Sc 45.0		22 Ti 47.9		23 V 50.9		24 Cr 52.0		25 Mn 54.9		26 Fe 55.8		27 Co 58.9		28 Ni 58.7		29 Cu 63.5		30 Zn 65.4		31 Ga 69.7		32 Ge 72.6		33 As 74.9		34 Se 79.0		35 Br 79.9		36 Kr 83.8	
37 Rb 85.5		38 Sr 87.6		39 Y 88.9		40 Zr 91.2		41 Nb 92.9		42 Mo 95.9		43 Tc 98.9		44 Ru 101.1		45 Rh 102.9		46 Pd 106.4		47 Ag 107.9		48 Cd 112.4		49 In 114.8		50 Sn 118.7		51 Sb 121.8		52 Te 127.6		53 I 126.9		54 Xe 131.3	
55 Cs 132.9		56 Ba 137.3		57 La 138.9		72 Hf 178.5		73 Ta 180.9		74 W 183.9		75 Re 186.2		76 Os 190.2		77 Ir 192.2		78 Pt 195.1		79 Au 197.0		80 Hg 200.6		81 Tl 204.4		82 Pb 207.0		83 Bi 209.0		84 Po (209)		85 At (210)		86 Rn (222)	
87 Fr (223)		88 Ra (226)		89 Ac (227)		104 Rf (257)		105 Db (262)		106 Sg (266)		107 Bh (264)		108 Hs (269)		109 Mt (268)		110 Ds (271)		111 Rg (272)															

ตัวเลขในวงเล็บคือมวลอะตอมของไอโซโทปที่เสถียรมากที่สุด

การวิเคราะห์สารเชิงซ้อนของคอปเปอร์ (II)

ข้อสอบภาคปฏิบัติการจะแบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 ตอน

ให้นักเรียนวิเคราะห์หาปริมาณคอปเปอร์ แอมโมเนีย ซัลเฟต และน้ำในสารเชิงซ้อนที่เตรียมให้
การเตรียมสารเชิงซ้อนที่ใช้ในการวิเคราะห์มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งคอปเปอร์(II)ซัลเฟตเพนตะไฮเดรตน้ำหนักแน่นอนในปิเกตอร์
2. เติมสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 6 M ปริมาตรแน่นอน (ทำในตู้ควัน) คนให้ของแข็งละลาย
3. รินสารละลายออก แล้วเติมสารละลายแอมโมเนีย 6 M อีกเล็กน้อย ลงบนของแข็งที่เหลือ คนให้ละลาย
4. รวมสารละลายที่ได้เข้าด้วยกัน กรองผ่านกรวยกรองโดยใช้กระดาษกรองพับจีบ
5. ค่อย ๆ หยดเอทานอลลงในสารละลายสีน้ำเงินที่ได้ พร้อมกับคนอย่างสม่ำเสมอ
6. แช่ของผสมที่ได้ในอ่างน้ำแข็งเป็นเวลา 15 นาที
7. แยกตะกอนสีน้ำเงินม่วงที่ได้ ด้วยวิธีกรองดูด
8. ล้างตะกอนด้วยเอทานอล 2×10 mL และไดเอทิลอีเธอร์ 2×10 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 agent) ประกอบด้วย กลีเซอรอล กรด HCl เข้มข้น และเอทานอล
6. สารละลายสำหรับเปรียบเทียบ (blank solution)
7. สารละลาย HCl เข้มข้น 3 mol/L

8. สารละลายกรดแอซีติก เข้มข้น 4 mol/L
9. Potassium iodide, KI
10. Barium chloride, BaCl₂
11. Borax, Na₂B₄O₇·10H₂O
12. เมทิลเรด
13. อินดิเคเตอร์ผสม ประกอบด้วย 0.1% alizarine sulphonate และ 0.1% bromocresol green
14. น้ำแป้ง

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องสเปกโตรมิเตอร์
3. กระบอกตวง 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. ปีกเกอร์ ขนาด 50, 100 และ 600 mL
8. ปิเปต ขนาด 10 และ 25 mL
9. ขวดน้ำกลั่น
10. ซ้อนดักสาร
11. เซลล์พลาสติก
12. แท่งแก้วคน
13. ลูกยาง

การใช้เครื่องสเปกโตรมิเตอร์

1. การปรับเครื่องด้วยสารละลายเปรียบเทียบ (blank solution)

- 1.1 เขย่าสารละลายเปรียบเทียบที่เตรียมไว้ให้
- 1.2 ถูเซลล์พลาสติกด้วยสารละลายเปรียบเทียบ (ใช้มือจับด้านขนานของเซลล์)
- 1.3 บรรจุสารละลายเปรียบเทียบลงในเซลล์พลาสติก ให้สารละลายมีความสูงประมาณ $\frac{3}{4}$ ของเซลล์
- 1.4 เช็ดเซลล์ด้วยกระดาษที่จัดไว้ให้
- 1.5 เปิดฝาเครื่องสเปกโตรมิเตอร์
- 1.6 วางเซลล์ลงในช่องใส่เซลล์ โดยหันด้านที่มีสัญลักษณ์ “ ∇ ” เข้าหาด้านที่มีเครื่องหมาย “ ∇ ” 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. เติมกรดแอสติก 4 mol/L 10 mL และ KI 1 ช้อน (ใช้ช้อนตักสารสีดำ ปลายด้านใหญ่) เขย่าจะได้สารละลายสีน้ำตาลของ I_3^- และตะกอนสีขาวของ CuI
- 4.ไทเทรตทันทีด้วยสารละลายมาตรฐาน $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ใช้ค่าที่กรรมการคุมสอบจะแจ้งให้ทราบ) จนกระทั่งสีของสารละลายจางลงเป็นสีเหลืองอ่อน
5. เติมน้ำเบี่ยง 2 mL และไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินหายไป
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 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. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน HCl (จากข้อ 2.1) 25 mL เติมลงในขวดรูปกรวย แล้วเขย่า
4. หยดอินดิเคเตอร์ผสม 4-6 หยดลงในสารละลายข้อ 3
5. ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH (ความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ใช้ค่าที่กรมการคุมสอบจะแจ้งให้ทราบ) จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน
6. คำนวณจำนวนโมลของแอมโมเนียต่อกรัมของสารเชิงซ้อน ($\text{mol NH}_3/\text{g complex}$)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในสารเชิงซ้อน

1. ชั่งสารเชิงซ้อนน้ำหนักแน่นอนใกล้เคียง 25 mg ใสลงในบีกเกอร์ขนาด 50 mL
2. เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 mL และหยดสารละลาย HCl เข้มข้น 3 mol/L ทีละหยดจนได้สารละลายใส
3. เทสารละลายที่ได้ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
4. ปิเปตสารละลายในข้อ 3 ปริมาตร 10.00 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL แล้วเติมสารละลายปรับสภาพ (conditioning agent) ปริมาตร 5 mL โดยใช้กระบอกตวง เขย่าให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
5. เทสารละลายในข้อ 4 ประมาณ 25 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL ที่แห้ง เติมผง BaCl_2 ประมาณ 1 เมล็ดถั่วเขียว เขย่าอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 1 นาที ตั้งสารละลายทิ้งไว้อีก 2 นาที
6. เขย่าสารละลายแล้วเทลงในเซลล์พลาสติก (plastic cell) เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 420 nm เทียบกับสารละลายเปรียบเทียบกับ (blank solution) ที่เตรียมไว้ให้

ให้อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการ ลงชื่อกำกับค่าการดูดกลืนแสง

7. สร้างกราฟมาตรฐานจากข้อมูลที่ให้มาของสารละลายมาตรฐาน SO_4^{2-} 10.00-40.00 mg/L (ใช้ข้อมูลที่แนบกับเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่นักเรียนใช้ในข้อ 6) และคำนวณความชันของกราฟมาตรฐาน (ตอบเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่งโดยแสดงวิธีหาความชันบนกระดาษกราฟ)
8. คำนวณหาปริมาณซัลเฟตจากกราฟมาตรฐาน
9. คำนวณจำนวนโมลของไอออนซัลเฟตต่อกรัมของสารเชิงซ้อน ($\text{mol SO}_4^{2-}/\text{g complex}$)

ตอนที่ 4 การคำนวณ

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

สมการที่เกี่ยวข้อง