



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 5

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วันศุกร์ที่ 8 พฤษภาคม 2552

เวลา 08.30 – 13.30 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

เลขประจำตัวสอบ.....

ศูนย์ สอบ.

คำชี้แจงการสอบภาคปฏิบัติ

1. ข้อสอบมี 2 ปฏิบัติการคือ

ปฏิบัติการที่ 1 การหาปริมาณโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง (25 คะแนน = 25 %)

ปฏิบัติการที่ 2 การหาค่าคงที่สมดุลและค่าประมาณของการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระที่สภาวะมาตรฐานของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (15 คะแนน = 15 %)

คะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็น 40 % เวลาสอบ 08.30-13.30 น. (5 ชั่วโมง) ประกอบด้วย

ข้อสอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 5 หน้า (ไม่รวมปก)

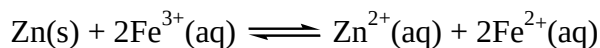
กระดาษคำตอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 11 หน้า (ไม่รวมปก)

- เขียนเลขประจำตัวสอบและศูนย์ สวอน. ลงหน้าปกข้อสอบภาคปฏิบัติ และกระดาษคำตอบภาคปฏิบัติทุกหน้า
- ให้อ่านข้อสอบทั้งในส่วนกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบก่อนลงมือทำปฏิบัติการเพื่อวางแผนการทดลอง
- ให้เริ่มสอบปฏิบัติการได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ” และเมื่อประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำทันที และรวบรวมกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบวางไว้บนโต๊ะก่อนออกจากห้องสอบ
- ในระหว่างทำปฏิบัติการ นักเรียนสามารถขออนุญาตกรรมการคุมสอบออกไปรับประทานอาหารว่างในบริเวณที่จัดให้
- นักเรียนจะต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและสวมแว่นตานิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของนักเรียนขณะที่ทำปฏิบัติการตลอดเวลา หากนักเรียนไม่ได้เตรียมแว่นมาให้เบิกได้จากกรรมการคุมสอบ
- การสอบปฏิบัติการจะไม่อนุญาตให้นักเรียนเบิกสารเคมี สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ หรืออุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติมกรณีที่จำเป็นต้องเบิก ให้แจ้งกรรมการคุมสอบ และจะถูกหัก 5 คะแนนต่อการเบิก 1 อย่าง
- ให้เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือดำเท่านั้น โดยเขียนให้ตรงกับข้อและเขียนในกรอบที่กำหนดให้ กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่าและเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด การทอหรือขีดเขียนอย่างอื่นให้ทำในกระดาษคำถามเท่านั้น
- คำตอบที่เป็นตัวเลข ให้คำนึงถึงเลขนัยสำคัญตามหลักการประเมินความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง
- ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ทดลอง สารเคมี เครื่องเขียน เครื่องคิดเลข และข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้ และที่กำหนดให้เตรียมมาเท่านั้น ห้ามยืมผู้อื่นใช้โดยเด็ดขาด
- ให้นักเรียนล้างอุปกรณ์และเครื่องแก้วทุกชนิดที่ใช้ในการทำปฏิบัติการและเก็บไว้ที่เดิม พร้อมทั้งทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการให้เรียบร้อยหลังส่งข้อสอบแล้ว
- กรณีเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ให้นักเรียนแจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อพิจารณาแก้ไขทันที
- ห้ามนักเรียนนำเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกห้องสอบโดยเด็ดขาด
- ห้ามคุยหรือปรึกษาหารือกันในช่วงเวลาสอบ หากฝ่าฝืนจะถือว่าทุจริตในการสอบ กรณีทุจริตใด ๆ ก็ตาม นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขันและจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที

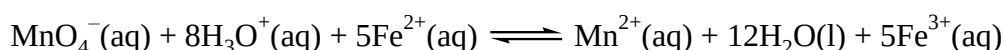
ปฏิบัติการที่ 1 การหาปริมาณโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง

บทนำ

โลหะสังกะสีถูกออกซิไดส์ได้ด้วย Fe^{3+} (เตรียมจาก FeCl_3) ดังสมการ



สามารถหาปริมาณ Fe^{2+} ที่เกิดขึ้นได้โดยการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน KMnO_4 ในสารละลายกรด ดังสมการ



ในการไทเทรตต้องเติมสารละลาย Zimmerman-Reinhardt เพื่อป้องกัน Cl^- ทำปฏิกิริยากับ MnO_4^- และกำจัดสีเหลืองของ Fe^{3+} เพื่อให้จุดยุติซึ่งมีสีชมพูอ่อนได้ชัดเจนขึ้น เมื่อทราบปริมาณ Fe^{2+} ที่เกิดขึ้น จะสามารถคำนวณหาปริมาณโลหะสังกะสีได้

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

- | | |
|---|--------|
| 1. บิวเรต ขนาด 50 mL | 1 อัน |
| 2. ปิเปต ขนาด 10 mL | 1 อัน |
| 3. ขวดซังสาร | 1 ใบ |
| 4. ลูกยาง | 1 ลูก |
| 5. ขวดรูปกรวย ขนาด 250 mL | 8 ใบ |
| 6. บีกเกอร์ ขนาด 250 mL | 4 ใบ |
| 7. กระบอกตวง ขนาด 50 mL | 3 อัน |
| 8. แท่งแก้ว | 2 อัน |
| 9. กรวยแก้ว | 1 อัน |
| 10. กระดาษกรอง | 2 แผ่น |
| 11. ช้อนตักสาร | 2 อัน |
| 12. ขวดน้ำกลั่น | 1 ใบ |
| 13. ขาตั้ง | 1 ชุด |
| 14. ป้ายฉลาก (Label) | 1 แผ่น |
| 15. พาราฟิล์ม ($4 \times 4 \text{ cm}^2$) | 4 แผ่น |
| 16. อ่างน้ำร้อน (ใช้ร่วมกัน) | |
| 17. เครื่องชั่ง (ใช้ร่วมกัน) | |

สารเคมี

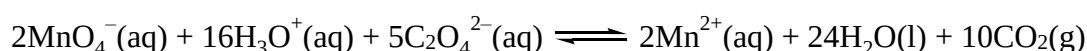
1. Ferric chloride (FeCl ₃ ·6H ₂ O)	20 g
2. Sodium acetate (NaC ₂ H ₃ O ₂)	20 g
3. Potassium permanganate (KMnO ₄) solution	200 mL
4. Sodium oxalate (Na ₂ C ₂ O ₄), Standard solution (0.0625 M)	70 mL
5. H ₂ SO ₄ (2.5 M)	50 mL
6. Zimmerman-Reinhardt solution	70 mL
7. สารตัวอย่าง (0.3 g)	1 ถุง
8. น้ำกลั่น	

วิธีการทดลอง**ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลาย**

1. เตรียมสารละลาย sodium acetate โดยใส่ sodium acetate 20 g ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 mL เติมน้ำกลั่น 100 mL
2. เตรียมสารละลาย ferric chloride โดยใส่ ferric chloride 20 g ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 mL เติมสารละลาย sodium acetate ที่เตรียมไว้ในข้อ 1 ปริมาตร 20 mL (ถ้ามีของแข็งที่ไม่ละลายให้กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง) แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 mL

ตอนที่ 2 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย KMnO₄

หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย potassium permanganate โดยไทเทรตกับสารละลาย sodium oxalate ในสารละลายกรดที่ร้อน ดังสมการ



1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน sodium oxalate 10.00 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL เติม H₂SO₄ 2.5 M ปริมาตร 10 mL นำไปแช่ในอ่างน้ำร้อนประมาณ 4 นาที (จะได้อุณหภูมิประมาณ 70-80 °C ระวัง ขวดรูปกรวยร้อน ให้ใส่ถุงมือผ้าขณะจับ)
2. ไทเทรตสารละลาย sodium oxalate **ขณะร้อน** ด้วยสารละลาย KMnO₄ จากบิวเรต โดยเริ่มต้นหยด 1-2 หยด เขย่าจนสีชมพูจางหายไป จากนั้นไทเทรตต่อจนกระทั่งถึงจุดยุติ สารละลายมีสีชมพูอ่อนและไม่จางหายไปภายในเวลา 30 วินาที
3. บันทึกปริมาตรของสารละลาย KMnO₄ ที่ใช้
4. ต้องทำการไทเทรตทั้งหมด 3 ครั้ง คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย KMnO₄

ตอนที่ 3 การหาปริมาณโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง

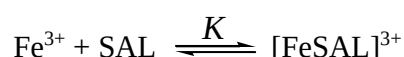
1. ชั่งสารตัวอย่างให้มีน้ำหนักแน่นอนใกล้เคียง 0.06 g [ชั่งสารอย่างละเอียดแบบแบ่งออก หรือแบบผลต่าง (weighing by difference) โดยใช้ขวดชั่งสาร] ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL
2. เติมสารละลาย ferric chloride 15 mL ลงในขวดรูปกรวยในข้อ 1 ปิดด้วยพาราฟิล์ม เขย่าของผสม จนกระทั่งโลหะสังกะสีละลายหมด
3. เติมสารละลาย Zimmerman-Reinhardt ปริมาตร 15 mL และเติมน้ำกลั่น 65 mL
4. ไทเทรตกับสารละลาย KMnO_4 จากบิวเรต จนกระทั่งถึงจุดยุติ สารละลายมีสีชมพูอ่อนและไม่จางหายไปภายในเวลา 30 วินาที
5. บันทึกปริมาตรของสารละลาย KMnO_4 ที่ใช้
6. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-4 อีก 2 ครั้ง
7. คำนวณหาร้อยละโดยน้ำหนักของโลหะสังกะสีในสารตัวอย่าง
(กำหนดมวลอะตอมของ $\text{Zn} = 65.4 \text{ g/mol}$)

ปฏิบัติการที่ 2 การหาค่าคงที่สมดุลและค่าประมาณของการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระที่สภาวะมาตรฐานของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน

บทนำ

สารจำพวกอนุพันธ์ของฟีนอล (phenolic derivatives) หลายชนิด ทำปฏิกิริยากับสารละลายเกลือเฟอร์ริกแล้วเกิดสี จากการศึกษพบว่า สีที่เกิดขึ้นเป็นสีของสารประกอบเชิงซ้อนที่อยู่ในสภาวะสมดุลกับสารตั้งต้นทั้งสอง สารประกอบเชิงซ้อนนี้ดูดกลืนแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้ (visible light) และความเข้มของสีแปรผันตรงกับความเข้มข้นของสารประกอบเชิงซ้อนตามกฎของเบียร์ (Beer's Law)

จากการศึกษาพบว่า สารละลายเฟอร์ริก (Fe^{3+}) ทำปฏิกิริยากับกรดซาลิไซลิก (SAL) ให้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีม่วงและมีค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) สูงสุดที่ความยาวคลื่น (λ_{max}) 530 nm โดยสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเป็นดังนี้



ในการทดลองนี้จะหาค่าคงที่สมดุล (K) ของปฏิกิริยานี้และคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระ (ΔG°) จากค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาโดยใช้ความสัมพันธ์

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

- | | |
|-----------------------------------|-------|
| 1. cuvette | 1 อัน |
| 2. ปิเปต ขนาด 10 mL | 2 อัน |
| 3. ขวดรูปกรวย ขนาด 50 mL | 3 ใบ |
| 4. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 mL | 2 ใบ |
| 5. บีกเกอร์ ขนาด 100 mL | 5 ใบ |
| 6. หลอดหยด | 1 อัน |
| 7. Spectrophotometer (ใช้ร่วมกัน) | |

สารเคมี

- | | |
|--|--------|
| 1. สารละลาย Fe^{3+} เข้มข้น $5.00 \times 10^{-3} \text{ M}$ | 30 mL |
| 2. สารละลาย Salicylic acid เข้มข้น $1.00 \times 10^{-2} \text{ M}$ | 15 mL |
| 3. สารละลาย HCl เข้มข้น $2 \times 10^{-3} \text{ M}$ | 200 mL |

วิธีการทดลอง

- เตรียมสารละลายต่อไปนี้โดยใช้ HCl เข้มข้น 2×10^{-3} M เป็นตัวทำละลาย
 - สารละลาย Salicylic acid (A) เข้มข้น 1.00×10^{-3} M ปริมาตร 50.00 mL
 - สารละลาย Fe^{3+} เข้มข้น 1.00×10^{-3} M ปริมาตร 50.00 mL
- เตรียมสารละลายผสมของ A และ B โดยปิเปตสารละลาย A และ B ตามตาราง ลงในขวดรูปกรวย ขนาด 50 mL

ขวดที่	สารละลาย A (mL) (Salicylic acid)	สารละลาย B (mL) (Fe^{3+})
1	8.00	10.00
2	9.00	9.00
3	10.00	9.00

- ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายขวดที่ 1 โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ $\lambda_{\text{max}} = 530$ nm โดยเทียบกับสารละลาย blank
- ทำการทดลองซ้ำเหมือนกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นสารละลายขวดที่ 2 และ 3 โดยใช้เครื่อง spectrophotometer เครื่องเดียวกัน
- คำนวณหาความเข้มข้นของสารประกอบเชิงซ้อนในสารละลายขวดที่ 1, 2 และ 3 โดยใช้กราฟมาตรฐานที่กำหนดให้
- คำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาของแต่ละสารละลายผสม จากนั้นนำค่าคงที่สมดุลไปคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระที่สภาวะมาตรฐาน (ΔG°)
(กำหนดให้ $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ และอุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐานเท่ากับ 298 K)

หมายเหตุ

- นักเรียนสามารถใช้เครื่อง Spectrophotometer ได้ไม่เกิน 3 ครั้งระหว่างการสอบ
- ในแต่ละครั้ง นักเรียนสามารถวัดได้ไม่จำกัดจำนวนขวด แต่ไม่เกิน 10 นาที