



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 12
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

8 มิถุนายน 2559

เวลา 08.30 – 13.30 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

ศูนย์ สอว.

เลขประจำตัวสอบ.....

คำชี้แจงการสอบภาคปฏิบัติ

1. ข้อสอบภาคปฏิบัติมีคะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็น 40 % ของคะแนนทั้งหมด
2. ให้นักเรียนตรวจสอบเอกสารก่อนลงมือทำ ดังนี้
 - 2.1 ข้อสอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 8 หน้า (รวมปก)
 - 2.2 กระดาษคำตอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 8 หน้า (รวมปก)
 - 2.3 เลขประจำตัวสอบในข้อสอบภาคปฏิบัติและกระดาษคำตอบภาคปฏิบัติถูกต้องทุกหน้า
3. ลงมือทำข้อสอบเมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ” และเมื่อประกาศว่า “หมดเวลา” ให้หยุดทำข้อสอบทันที แล้วรวบรวมข้อสอบและกระดาษคำตอบใส่ในซองเอกสารตามเดิม วางบนโต๊ะ รอจนกว่ากรรมการคุมสอบเก็บข้อสอบเสร็จ และประกาศให้ออกจากห้องสอบ (ไม่ต้องล้างเครื่องแก้ว)
4. เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินที่จัดเตรียมให้เท่านั้น โดยเขียนในกรอบที่ตรงกับข้อที่กำหนดให้ และบันทึกผลการทดลองตามจริง กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่าและเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด ไม่อนุญาตให้ทดในกระดาษคำตอบ (ทดหรือขีดเขียนในกระดาษข้อสอบได้)
5. ข้อสอบมี 2 การทดลอง จะทำการทดลองใดก่อนก็ได้
6. คำตอบที่เป็นตัวเลขให้ตอบโดยคำนึงถึงเลขนัยสำคัญ
7. อนุญาตให้เข้าห้องน้ำได้ในกรณีจำเป็นโดยมีเจ้าหน้าที่หรือนิสิตพี่เลี้ยงตามไปด้วย
8. ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ทดลอง สารเคมี เครื่องเขียน เครื่องคิดเลข และข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้
ห้ามยืมผู้อื่นใช้โดยเด็ดขาด
9. นักเรียนต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ (gown) และแว่นตานิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของนักเรียน ตลอดเวลาที่ทำปฏิบัติการ
10. ไม่อนุญาตให้นักเรียนเบิกสารเคมี หรือสารตัวอย่างเพิ่มเติม
หากจำเป็นให้แจ้งกรรมการคุมสอบ โดยจะ หัก 2 คะแนน ต่อการเบิก 1 อย่าง ต่อ 1 ครั้ง
11. หากทำเครื่องแก้วแตก/เสียหาย ต้องแจ้งกรรมการคุมสอบ และให้เบิกเครื่องแก้วทดแทนทันที โดยจะ หัก 2 คะแนน ต่อ 1 ชิ้น หากไม่แจ้งและถูกตรวจพบจะ หักคะแนนเป็น 2 เท่า
12. กรณีเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ให้แจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อพิจารณาแก้ไขทันที
13. ห้ามนำอุปกรณ์สื่อสารและเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
14. การคุยหรือปรึกษากันในช่วงเวลาสอบ ถือว่าทุจริตในการสอบ และจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที

“กรณีทุจริตใด ๆ นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขัน”

การทดลองที่ 1

การหาปริมาณไอออนซัลเฟตและความกระด้างของตัวอย่างน้ำ (27 คะแนน)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. บิวเรต ขนาด 25 mL	1 อัน
2. ขาดังพร้อมที่จับบิวเรต	1 อัน
3. บีเปต ขนาด 10 mL	2 อัน
4. บีเปต ขนาด 25 mL	1 อัน
5. ขวดรูปกรวย ขนาด 125 mL	3 ใบ
6. ขวดรูปกรวย ขนาด 250 mL	6 ใบ
7. บีกเกอร์ ขนาด 50 mL	3 ใบ
8. บีกเกอร์ ขนาด 100 mL	6 ใบ
9. บีกเกอร์ ขนาด 600 mL (สำหรับใส่ของเสีย)	1 ใบ
10. กระจกตวง ขนาด 10 mL	1 อัน
11. ลูกยางสำหรับบีเปต	1 อัน
12. กรวยแก้ว	1 อัน
13. แท่งแก้วคนสาร	1 อัน
14. ขวดน้ำกลั่นบรรจุน้ำปราศจากไอออน	1 ขวด
15. กระดาษกรอง เบอร์ 1	3 แผ่น
16. กระดาษ ขนาด A4	1 แผ่น
17. กระดาษทิชชู	1 แพค

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน Mg^{2+} (ความเข้มข้นระบุข้างขวด ทำหน้าที่เป็นไทเทรนต์)	1 ขวด (250 mL)
2. สารละลายมาตรฐาน EDTA (ความเข้มข้นระบุข้างขวด)	1 ขวด
3. สารละลายมาตรฐาน $BaCl_2$ (ไม่ระบุความเข้มข้น)	1 ขวด
3. สารละลายบัฟเฟอร์ (pH 10.0)	1 ขวด
4. อินดิเคเตอร์ Eriochrome black T (EBT)	1 ขวด
5. ตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ ที่มีหมายเลขตัวอย่างระบุไว้ข้างขวด	1 ขวด

บทนำ

การไทเทรตโดยปฏิกิริยาเชิงซ้อน (complexometric titration) สามารถใช้หาปริมาณไอออนของโลหะต่าง ๆ โดยการทำให้ปฏิกิริยากับลิแกนด์ ในการทดลองนี้จะใช้ ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) เป็นมัลติเดนเตตลิแกนด์ (multidentate ligand) และใช้ Eriochrome Black T (EBT) เป็นอินดิเคเตอร์ ซึ่งมีสีน้ำเงินในช่วง pH 7–11 เมื่อ EBT ทำปฏิกิริยากับไอออนโลหะจะได้สารเชิงซ้อนที่มีสีแดง อินดิเคเตอร์นี้เหมาะสำหรับการไทเทรตเพื่อหาปริมาณไอออนหลายชนิด เช่น Ba^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}

ความกระด้างของน้ำมีสาเหตุจากไอออนแคลเซียมและไอออนแมกนีเซียมที่ละลายน้ำ ซึ่งรายงานในรูปของ CaCO_3 (ppm) โดยการไทเทรตกับ EDTA

การทดลองนี้เป็นการหาความกระด้างของตัวอย่างน้ำซึ่งมีไอออนซัลเฟตร่วมด้วยโดยวิธีไทเทรตกลับ (back titration) โดยรายงานทั้งความกระด้างรวม (total hardness) ของน้ำและปริมาณไอออนซัลเฟต

วิธีการทดลอง

ห้ามทิ้งสารละลายที่ได้จากการไทเทรต ให้แจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อตรวจสอบทั้ง 9 ขวดพร้อมกัน และลงนาม

ตอนที่ 1 การไทเทรตตัวอย่างน้ำ

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำ 25.00 mL ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL
2. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน EDTA 10.00 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 5 mL ลงไป
3. หยดอินดิเคเตอร์ 3 หยด และไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน Mg^{2+} จนถึงจุดยุติ บันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองข้อ 1 ถึง 3 ซ้ำอีกสองครั้ง

ตอนที่ 2 การไทเทรตตัวอย่างน้ำเมื่อเติมสารละลาย BaCl_2

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำ 25.00 mL ลงในปิเกตอร์ขนาด 100 mL
2. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน BaCl_2 10.00 mL ลงในปิเกตอร์ คนให้เข้ากัน จะได้ตะกอนสีขาว
3. กรองแยกตะกอนออกจากสารละลายโดยใช้ขวดรูปกรวยขนาด 250 mL รองรับ ชะสารออกจากปิเกตอร์ และล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากไอออน (ไม่ควรเกิน 20 mL)
4. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน EDTA 10.00 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 5 mL ลงไปในสารละลายที่กรองได้
5. หยดอินดิเคเตอร์ 3 หยด และไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน Mg^{2+} จนถึงจุดยุติ บันทึกผลการทดลอง
6. ทำการทดลองข้อ 1 ถึง 5 ซ้ำอีกสองครั้ง

ตอนที่ 3 การไทเทรตสารละลายแบล็ก

1. ปิเปตน้ำปราศจากไอออน 25.00 mL ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL
2. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน BaCl_2 10.00 mL ใส่ลงไป เขย่าให้เข้ากัน
3. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน EDTA 10.00 mL และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 5 mL ลงไป
4. หยดอินดิเคเตอร์ 3 หยด และไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน Mg^{2+} จนถึงจุดยุติ บันทึกผลการทดลอง
5. ทำการทดลองข้อ 1 ถึง 4 ซ้ำอีกสองครั้ง

*****แจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อตรวจสอบที่ได้จากการไทเทรตทั้ง 9 ขวด และลงนาม*****

คำถาม

จงคำนวณหาความกระด้างรวมในหน่วย ppm CaCO_3 และ % w/v SO_4^{2-} ของตัวอย่างน้ำ

กำหนดน้ำหนักสูตรดังนี้

$$\text{CaCO}_3 = 100.09$$

$$\text{SO}_4^{2-} = 96.06$$

การทดลองที่ 2

การหาปริมาณของอะลูมิเนียมในแผ่นโลหะตัวอย่าง (13 คะแนน)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. บิวเรต ขนาด 50 mL | 1 อัน |
| 2. ขาดังพร้อมที่จับบิวเรต | 1 อัน (ใช้รวมกับการทดลองที่ 1) |
| 3. ปีกเกอร์ ขนาด 600 mL | 1 ใบ |
| 4. กระจกบดวง ขนาด 10 mL | 1 อัน |
| 5. ลูกยางสำหรับบีบเปิด | 1 อัน (ใช้รวมกับการทดลองที่ 1) |
| 6. หลอดทดลอง ขนาด 10 mL | 2 หลอด |
| 7. ที่ใส่หลอดทดลอง | 1 อัน |
| 8. จุกยางที่ติดกับสายยางนำแก๊ส | 1 อัน |

สารเคมี

- | | |
|---|--------|
| 1. แผ่นโลหะตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (ระบุที่ชื่อ) | 2 แผ่น |
| 2. สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 5 M ปริมาตร 20 mL | 1 ขวด |
| 3. น้ำสำหรับใช้ในการเก็บแก๊ส | 1 ขวด |

บทนำ

อะลูมิเนียมเป็นโลหะมันวาว อ่อน ดัดง่าย แข็งแรง และน้ำหนักเบา นิยมนำไปทำเป็นโลหะผสมซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอากาศยาน ชิ้นส่วนยานยนต์ วัสดุก่อสร้าง

การทดลองนี้เป็นการหาปริมาณของอะลูมิเนียมในแผ่นโลหะตัวอย่าง โดยนำไปทำปฏิกิริยากับสารละลายเบสที่มากเกินไป และเก็บแก๊สที่ได้โดยการแทนที่น้ำ อะลูมิเนียมเท่านั้นที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบส เกิดผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมอะลูมิเนต (NaAlO_2) และแก๊สไฮโดรเจน

กำหนดข้อมูลดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าคงที่ของแก๊ส (R)} &= 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \\ &= 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{ความหนาแน่นของ Hg} = 13.6 \text{ g cm}^3$$

$$\text{ความหนาแน่นของน้ำ} = 1 \text{ g cm}^3$$

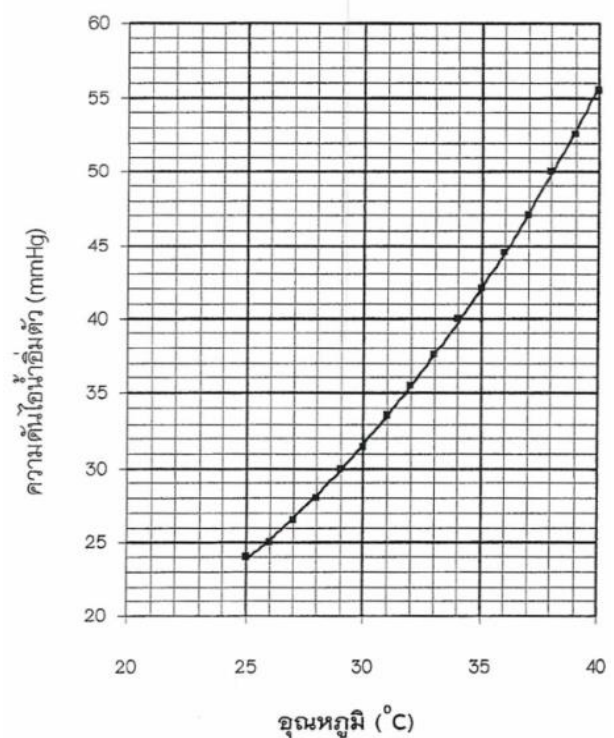
$$\begin{aligned} \text{ความดัน 1 บรรยากาศ} &= 760 \text{ mm Hg} \\ &= 76 \text{ cm Hg} \\ &= 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$\text{มวลอะตอมของอะลูมิเนียม} = 26.98$$

$$T (\text{K}) = t (^\circ\text{C}) + 273.15$$

***สมมติให้ปริมาตรที่ว่างเริ่มต้นในบิวเรต

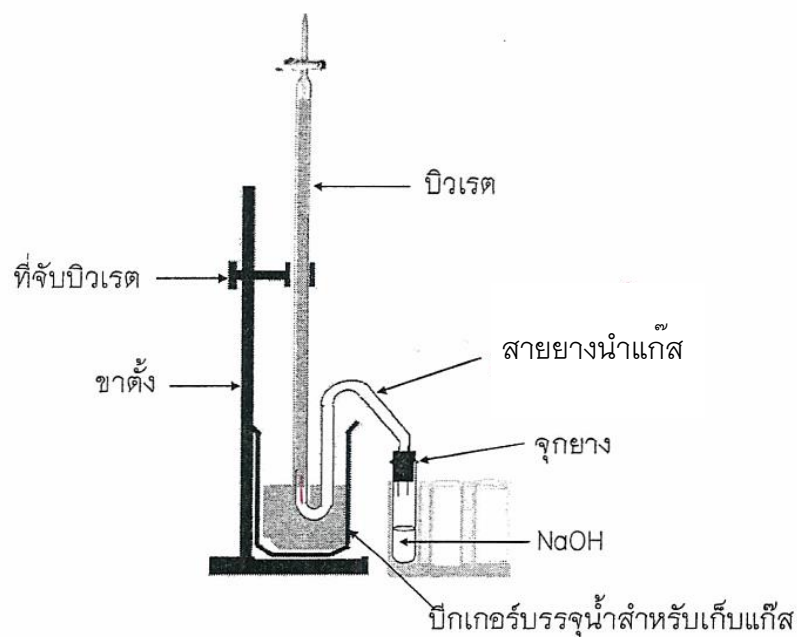
ไม่มีผลต่อค่าที่คำนวณได้จากการทดลอง***



รูปที่ 1 ความดันของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ

วิธีการทดลอง

1. เทน้ำสำหรับใช้ในการเก็บแก๊สที่เตรียมในขวดพลาสติกลงในปิกเกอร์ขนาด 600 mL ประมาณ 500 mL
2. เติมน้ำละลาย NaOH 5 mL ลงในหลอดทดลองขนาด 10 mL
3. จัดเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 2 และปรับระดับน้ำในบิวเรตเริ่มต้นให้อยู่ระหว่าง 45–50 mL และบันทึกค่า
4. เปิดจุกยาง ใส่แผ่นโลหะตัวอย่าง 1 แผ่นลงในหลอดทดลอง และปิดจุกยางทันทีเพื่อเก็บแก๊สในบิวเรต
5. เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา บันทึกระดับน้ำในบิวเรต
6. ใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของน้ำในบิวเรตจากระดับผิวน้ำในปิกเกอร์ (ค่า h , cm)
7. แจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อตรวจสอบและลงนาม
8. ทำการทดลองข้อ 1 ถึง 7 ซ้ำอีกหนึ่งครั้ง



รูปที่ 2 การจัดอุปกรณ์ในการทดลอง