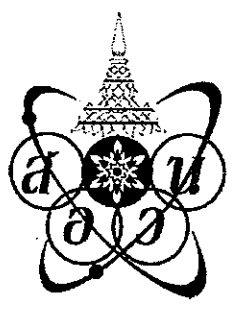


๐. คู่มือ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เฉลิมฉลองครบรอบ 72 ปี ในปี พ.ศ. 2558



การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 11
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3 มิถุนายน 2558
เวลา 8:30 – 13:30 น

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

ศูนย์ สอวน.

เลขประจำตัวสอบ.....

คำชี้แจงการสอบภาคปฏิบัติการ

ข้อสอบภาคปฏิบัติการมีคะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็น 40 % ของคะแนนทั้งหมด เวลาสอบ 8.30 – 13.30 น.

- ให้นักเรียนตรวจสอบเอกสารก่อนลงมือทำ ดังนี้
 - ข้อสอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 6 หน้า (รวมปก)
 - กระดาษคำตอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 7 หน้า (รวมปก)
 - เลขประจำตัวสอบในข้อสอบภาคปฏิบัติและกระดาษคำตอบภาคปฏิบัติทุกหน้า
- ลงมือทำข้อสอบได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ” และเมื่อประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำข้อสอบทันที แล้วรวบรวมข้อสอบและกระดาษคำตอบใส่ในซองเอกสาร รอจนกรรมการคุมสอบเก็บข้อสอบเสร็จ (ก่อนออกจากห้องสอบ ดูข้อ 11)
- ให้เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือดำเท่านั้น โดยเขียนในกรอบให้ตรงกับข้อที่กำหนดให้ กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่าและเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด การทศหรือขีดเขียนอย่างอื่นให้ทำในกระดาษข้อสอบ
- ข้อสอบมี 3 การทดลอง ให้วางแผนในการทดลองเองโดยไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ
- คำตอบที่เป็นตัวเลขให้ตอบเลขนัยสำคัญหรือจุดทศนิยมตามที่โจทย์กำหนด
- ในระหว่างการสอบ นักเรียนสามารถขออนุญาตกรรมการคุมสอบไปรับประทานอาหารว่างในบริเวณที่จัดให้ การเข้าห้องน้ำอนุญาตได้ในกรณีจำเป็นโดยมีพี่เลี้ยงตามไปด้วย
- ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ทดลอง สารเคมี เครื่องเขียน เครื่องคิดเลข และข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้ ห้ามยืมผู้อื่นใช้โดยเด็ดขาด
- นักเรียนต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ (gown) และแว่นตานิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของนักเรียนตลอดเวลาที่ทำปฏิบัติการ
- การสอบปฏิบัติการจะไม่อนุญาตให้นักเรียนเบิกสารเคมี สารตัวอย่าง หรืออุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติม กรณีที่จำเป็นต้องเบิก ให้แจ้งกรรมการคุมสอบ และจะถูกหักคะแนน 1 คะแนน ต่อการเบิก 1 อย่าง (รวมทั้งการขอแผ่น TLC)

ถ้านักเรียนต้องการเบิกให้เขียนรายการเบิก ที่หน้าสุดท้ายของกระดาษคำตอบและให้ผู้ตรวจลงนาม
- กรณีเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ให้นักเรียนแจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อพิจารณาแก้ไขทันที
- เมื่อกรรมการคุมสอบเก็บข้อสอบแล้ว ให้นักเรียนวางอุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ใช้แล้วบนโต๊ะปฏิบัติการ ก่อนออกจากห้องสอบ (ไม่ต้องล้างเครื่องแก้ว)
- ห้ามนักเรียนนำเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
- ห้ามคุย หรือปรึกษากันในช่วงเวลาสอบ หากฝ่าฝืนจะถือว่าทุจริตในการสอบ

กรณีทุจริต หรือ ส่อทุจริตใดๆ หรือใส่ข้อมูลผลการทดลองที่เป็นเท็จ นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขัน และจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที

การทดลองที่ 1

การหาปริมาณ Total Alkalinity และ Free Alkalinity ในสารตัวอย่าง (23 คะแนน)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. บิวเรต ขนาด 50 mL พร้อมขาตั้ง	1 อัน
2. ปิเปต ขนาด 10 mL	1 อัน
3. ปิเปต ขนาด 25 mL	1 อัน
4. ลูกยาง สำหรับปิเปต	1 ลูก
5. ขวดรูปกรวย ขนาด 250 mL	6 ใบ
6. บีกเกอร์ ขนาด 250 mL สำหรับใส่ของเสีย (waste)	1 ใบ
7. บีกเกอร์ ขนาด 250 mL	3 ใบ
8. บีกเกอร์ ขนาด 100 mL	1 ใบ
9. กระจกตวง ขนาด 10 mL	1 อัน
10. กรวยกรอง	3 อัน
11. แท่งแก้ว	3 แท่ง
12. หลอดหยด	1 หลอด
13. ขวดที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 250 mL	1 ขวด
14. ขาดังกรวย	1 อัน
15. กระดาษกรอง	3 แผ่น

สารเคมี

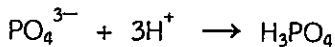
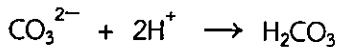
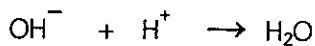
1. สารละลายมาตรฐาน 0.05XXX M HCl (ความเข้มข้นระบุข้างขวด) 1 ขวด (200 mL)
2. สารละลาย CaCl_2 1 ขวด (50 mL)
3. โบรโมฟีนอลบลู (pH 3.0 – 4.6 เหลือง – ม่วง)
4. โบรโมไทมอลบลู (pH 6.0 – 7.6 เหลือง – น้ำเงิน)
5. สารละลายตัวอย่าง 1 ขวด (200 mL) ที่มีรหัสสารตัวอย่าง

บทนำ

Alkalinity เป็นค่าที่บ่งบอกปริมาณเบสในสารละลายที่สามารถทำปฏิกิริยาสะเทินกับกรดแก่ ตัวอย่างเบสได้แก่ OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} และเบสอินทรีย์ ในธรรมชาติมีปริมาณ CO_3^{2-} มากที่สุดในเบสทั้งหมด ดังนั้นปริมาณ alkalinity จึงนิยมรายงานเป็น mg/L ในรูป CaCO_3 (หรือส่วนในล้านส่วนคิดเทียบเป็นน้ำหนัก CaCO_3)

- Total alkalinity คือ ปริมาณรวมของเบสทุกชนิดที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดแก่
- Free alkalinity คือ ค่า alkalinity ในรูปของไอออนอิสระซึ่งได้จากการแตกตัวของเบสแก่ เช่น OH^-

Free alkalinity และ total alkalinity ในสารตัวอย่างสามารถวิเคราะห์โดยการไทเทรตสารตัวอย่างด้วยกรดแก่จนถึงจุดยุติ ซึ่งจุดที่ pH 7 สัมพันธ์กับปริมาณ free alkalinity และจุดที่ pH ประมาณ 4 สัมพันธ์กับปริมาณ total alkalinity ตัวอย่างปฏิกิริยาการไทเทรต มีดังนี้



ในอุตสาหกรรมรถยนต์ สารละลายที่ใช้ทำความสะอาดชิ้นส่วนต่างๆ มักเป็นสารละลายผสมระหว่างเบสแก่ NaOH กับเกลือของเบสอ่อน เช่น เกลือฟอสเฟต คาร์บอเนต

ในการทดลองนี้ เป็นการหา total alkalinity และ free alkalinity ของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ทำความสะอาดดังกล่าว ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอเนตไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน การหาปริมาณ total alkalinity ทำได้โดยไทเทรตกับกรดแก่จนถึงจุดยุติที่ pH ประมาณ 4 และหาปริมาณ free alkalinity ได้โดยนำสารละลายตัวอย่างไปตกตะกอนคาร์บอเนตก่อนนำไปไทเทรตกับกรดแก่ถึงจุดยุติ

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การหาปริมาณ total alkalinity (10.5 คะแนน)

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 25.00 mL ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL หยดโบรมิโนลบลู 4-5 หยด จะได้สารละลายสีม่วง ไทเทรตด้วยกรดไฮโดรคลอริกจนถึงจุดยุติ (สีเขียวอมเหลือง) บันทึกปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ถึงจุดยุติ
2. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง เรียกกรรมการคุมสอบให้ตรวจสอบทั้ง 3 ขวด และลงนาม
3. คำนวณหาปริมาณ total alkalinity ในสารตัวอย่างในหน่วย mg/L ในรูป CaCO_3 (กำหนดให้ น้ำหนักสูตรของ $\text{CaCO}_3 = 100.08 \text{ g/mol}$)

ตอนที่ 2 การหาปริมาณ free alkalinity (10.5 คะแนน)

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 25.00 mL ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 mL
2. เติมสารละลาย CaCl_2 ลงไป 10.00 mL คนสารละลาย จะได้ตะกอนสีขาวเกิดขึ้น
3. กรองตะกอนออกโดยใช้กระดาษกรอง เก็บสารละลายจากการกรองในขวดรูปกรวย ชะบีกเกอร์ที่ใช้ตกตะกอน 2-3 ครั้งด้วยน้ำกลั่นรวมกันไม่เกิน 20 mL เทลงบนกระดาษกรองที่มีตะกอนอยู่ เก็บน้ำล้างตะกอนรวมกับสารละลายในขวดรูปกรวยใบเดิม
4. หยดอินดิเคเตอร์โบรมิโนลบลู 5-6 หยดลงในสารละลายที่ได้ จะได้สารละลายสีน้ำเงิน นำไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกจนถึงจุดยุติ (สีเขียว) บันทึกปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 - 4 อีก 2 ครั้ง เรียกกรรมการคุมสอบให้ตรวจสอบทั้ง 3 ขวด และลงนาม
6. คำนวณหาปริมาณ free alkalinity ในสารตัวอย่างในหน่วยโมลาร์ (M)


คำถาม (2 คะแนน)

จงคำนวณหาความเข้มข้นของ CO_3^{2-} ในสารละลายตัวอย่างในหน่วยโมลาร์ (M)

การทดลองที่ 2
การวิเคราะห์ชนิดของเกลือในสารละลายตัวอย่าง (8 คะแนน)

จงวิเคราะห์หาไอออนในสารละลายตัวอย่าง 3 ชนิด โดยทดสอบด้วยรีเอเจนต์ที่กำหนดให้ 5 ชนิด บันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามในกระดาษคำตอบ


อุปกรณ์

ของพลาสติกใส่กระดาษ ที่มีช่องสี่เหลี่ยม  แต่ละช่องใช้แทนหลอดทดสอบ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงสี

สารเคมี

1. สารละลายตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ 3 ชนิด (ทุกชนิดมีรหัสหมายเลข) แต่ละชนิดมีเกลือชนิดเดียว และมี 1 ชนิดที่ระบุผลการทดสอบด้วยเปลวไฟ (flame test) ไว้ให้
2. รีเอเจนต์ที่ใช้ทดสอบมี 5 ชนิด คือ สารละลาย AgNO_3 , BaCl_2 , HCl , NH_4SCN และ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

วิธีทดลอง

1. หยดสารละลายตัวอย่างแต่ละชนิดลงบนของพลาสติกบริเวณตรงกลางช่องสี่เหลี่ยม ชนิดละ 1 แถว แถวละ 5 ช่อง ช่องละ 2 หยด
2. หยดรีเอเจนต์แต่ละชนิด ชนิดละ 2 หยดลงไปผสมในแต่ละช่อง
3. สังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผลการทดลองที่สังเกตได้ลงในตารางที่กำหนดให้ ในกระดาษคำตอบ โดยระบุสีของตะกอนและ/หรือสีของสารละลายที่เปลี่ยนแปลง หากไม่เปลี่ยนแปลง ใส่เครื่องหมาย  โดยที่อาจพบทุกข้อ
4. ระบุชนิดของไอออนชนิดใด 1 ชนิดที่คิดว่า มี ใน สลว. โดยให้สัญลักษณ์ของไอออนที่พบในช่องว่างที่กำหนด

คำถาม

จงเขียนสมการไอออนิกสุทธิที่ดุลแล้วของปฏิกิริยาระหว่างไอออนบวกและลบในแต่ละชนิดกับรีเอเจนต์ที่เติม แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงตามที่ระบุในกระดาษคำตอบ

การทดลองที่ 3

การวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบาง (9 คะแนน)

สารละลายผสมตัวอย่างที่นักเรียนได้รับ ประกอบด้วยสารอินทรีย์บริสุทธิ์ 2 ชนิด จากสารที่กำหนดให้คือ A, B, C และ D ให้นักเรียนใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแผ่นบาง (Thin Layer Chromatography, TLC) วิเคราะห์ว่าเป็นสารอินทรีย์บริสุทธิ์ชนิดใด เลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม และวัดค่า R_f

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

- | | |
|--|--------|
| 1. แผ่น TLC ซึ่งระบุหมายเลข 1-5
(ถ้าเบิกเพิ่มห้กคะแนนแผ่นที่เบิกเพิ่มแผ่นละ 1 คะแนน) | 5 แผ่น |
| 2. บีกเกอร์ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์สำหรับใส่ organic waste | 1 ใบ |
| 3. หลอดรูเล็ก (capillary tube, อยู่ในขวดปากกว้าง รายการที่ 4) | 5 หลอด |
| 4. ขวดปากกว้างซึ่งบรรจุกระดาษกรองสีเหลือง 1 แผ่น พร้อมฝาปิด | 1 ขวด |
| 5. ขวดปากกว้างซึ่งบรรจุเกล็ดไอโอดีน 120 mg พร้อมฝาปิด
(ไอของไอโอดีนเป็นอันตราย ไม่ควรเปิดฝาทิ้งไว้) | 1 ขวด |
| 6. กระบอกตวง ขนาด 10 mL | 2 อัน |
| 7. หลอดหยด (แก้ว) | 2 อัน |
| 8. ปากคีบ (forceps) | 1 อัน |

สารเคมี

- ethyl acetate 20 mL
- hexane 20 mL
- สารละลายผสมตัวอย่าง (unknown, U) ใน dichloromethane 1 mL
- สารละลายของสาร A ใน dichloromethane 1 mL
- สารละลายของสาร B ใน dichloromethane 1 mL
- สารละลายของสาร C ใน dichloromethane 1 mL
- สารละลายของสาร D ใน dichloromethane 1 mL

หมายเหตุ ไอของสารเคมีเป็นอันตราย ควรหลีกเลี่ยงการสูดดมโดยตรง

วิธีทดลอง

- จุด (spot) สารละลายข้อ 3-7 บนแผ่น TLC และเลือกใช้ตัวทำละลายผสม (6 mL) ที่เหมาะสมโดยใช้ ethyl acetate (EtOAc) และ hexane (C_6H_{14}) ในอัตราส่วน 5:1, 3:1, 1:1, 1:3 หรือ 1:5 โดยปริมาตร (นักเรียนไม่จำเป็นต้องลองใช้ทุกอัตราส่วน) เพื่อให้สารแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้ชัดเจนมากที่สุด สารส่วนใหญ่ต้องมีค่า R_f อยู่ระหว่าง 0.40-0.60
- ตรวจสอบโดยใช้ไอของไอโอดีน จากนั้นใช้ดินสอวงรอบบริเวณสารทุกสาร บนแผ่น TLC
- ใช้ปากกาวาดรูปแผ่น TLC ที่ได้จากการทดลองลงในกระดาษคำตอบข้อ 1 และเลือกแผ่น TLC ที่แยกสารได้ดีที่สุดในการคำนวณ และสรุปผลการทดลองในกระดาษคำตอบข้อ 2
- ใส่แผ่น TLC ทุกแผ่น กลับในช่องเดิม โดยให้แผ่นที่แยกสารได้ดีที่สุดอยู่ด้านบน ส่งให้กรรมการคุมสอบ

เลือกอัตราส่วนที่ใช้ spot TLC ทุกแผ่น
vs. x ml