มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เฉลิมฉลองสถาปนาครบรอบ 72 ปี ในปี พ.ศ. 2558

11th TChO 2015
The Eleventh Thailand Chemistry Olympiad
Kasetsart University

72 ปี
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
72nd Anniversary Kasetsart University
พ.ศ. 2486-2558

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 11

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3 มิถุนายน 2558

เวลา 08:30 – 13:30 น.

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

ศูนย์ สอวน. .....

เลขประจำตัวสอบ.....

คำชี้แจงการสอบภาคปฏิบัติ

1. ข้อสอบภาคปฏิบัติมีคะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด
2. ให้นักเรียนตรวจสอบเอกสารก่อนลงมือทำ ดังนี้
   2.1 ข้อสอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน **6 หน้า** (รวมปก)
   2.2 กระดาษคำตอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน **7 หน้า** (รวมปก)
   2.3 เลขประจำตัวสอบในข้อสอบภาคปฏิบัติและกระดาษคำตอบภาคปฏิบัติทุกหน้า
3. ลงมือทำข้อสอบได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศให้ “ลงมือทำ” และเมื่อประกาศว่า “หมดเวลา” นักเรียนต้องหยุดทำข้อสอบทันที และรวบรวมข้อสอบและกระดาษคำตอบใส่ในซองเอกสาร รอจนกรรมการคุมสอบเก็บข้อสอบเสร็จ (ก่อนออกจากห้องสอบดูข้อ 11)
4. **<u>ให้เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น</u>** โดยเขียนในกรอบให้ตรงกับข้อที่กำหนดให้ กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่าและเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด การทดหรือขีดเขียนอย่างอื่นให้ทำในกระดาษข้อสอบ
5. ข้อสอบมี 3 การทดลอง ให้วางแผนการทดลองเองโดยไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ
6. คำตอบที่เป็นตัวเลขให้ตอบเลขนัยสำคัญหรือทศนิยมตามที่โจทย์กำหนด
7. ในระหว่างการสอบ นักเรียนสามารถขออนุญาตกรรมการคุมสอบไปรับประทานอาหารว่างในบริเวณที่จัดให้ การเข้าห้องน้ำอนุญาตได้ในกรณีจำเป็นโดยมีพี่เลี้ยงตามไปด้วย
8. ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ทดลอง สารเคมี เครื่องเขียน เครื่องคิดเลข และข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้ ห้ามยืมผู้อื่นใช้โดยเด็ดขาด
9. นักเรียนต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ (gown) และแว่นตานิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของนักเรียนตลอดเวลาที่ทำปฏิบัติการ
10. ไม่อนุญาตให้นักเรียนเบิกสารเคมี สารตัวอย่าง หรืออุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติม กรณีที่จำเป็นต้องเบิกจะถูกหัก 1 คะแนนต่อการเบิก 1 อย่าง (รวมทั้งการขอแผ่น (TLC)
    ถ้านักเรียนต้องการเบิกให้แจ้งกรรมการคุมสอบ **เขียนรายการเบิกที่หน้าสุดท้ายของกระดาษคำตอบและให้กรรมการคุมสอบลงนาม**
11. กรณีเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ให้นักเรียนแจ้งกรรมการคุมสอบเพื่อพิจารณาแก้ไขทันที
12. เมื่อกรรมการคุมสอบเก็บข้อสอบแล้ว ให้นักเรียนวางอุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ใช้แล้วบนโต๊ะปฏิบัติการก่อนออกจากห้องสอบ (ไม่ต้องล้างเครื่องแก้ว)
13. ห้ามนักเรียนนำเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
14. ห้ามคุยหรือปรึกษากันในช่วงเวลาสอบ หากฝ่าฝืนถือว่าทุจริตในการสอบ

กรณีทุจริตหรือส่อทุจริตใด ๆ หรือใส่ข้อมูลผลการทดลองที่เป็นเท็จ นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขัน และจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที

การทดลองที่ 1

การหาปริมาณ Total Alkalinity และ Free Alkalinity ในสารตัวอย่าง (23 คะแนน)

<u>อุปกรณ์และเครื่องแก้ว</u>

1.	บิวเรต ขนาด 50 mL พร้อมขาตั้ง	1 อัน
2.	ปิเปต ขนาด 10 mL	1 อัน
3.	ปิเปต ขนาด 25 mL	1 อัน
4.	ลูกยางสำหรับปิเปต	1 ลูก
5.	ขวดรูปกรวย ขนาด 250 mL	6 ใบ
6.	บีกเกอร์ ขนาด 600 mL สำหรับใส่ของเสีย (waste)	1 ใบ
7.	บีกเกอร์ ขนาด 250 mL	3 ใบ
8.	บีกเกอร์ ขนาด 100 mL	1 ใบ
9.	กระบอกตวง ขนาด 10 mL	1 อัน
10.	กรวยกรอง	3 อัน
11.	แท่งแก้ว	3 แท่ง
12.	หลอดหยด	1 หลอด
13.	ขวดที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 250 mL	1 ขวด
14.	ขาตั้งกรวย	1 อัน
15.	กระดาษกรอง	3 แผ่น

<u>สารเคมี</u>

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 ตัวอย่างปฏิกิริยาการไทเทรตมีดังนี้

$$OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$$

$$CO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow H_2CO_3$$

$$PO_4^{3-} + 3H^+ \longrightarrow H_3PO_4$$

ในอุตสาหกรรมรถยนต์สารละลายที่ใช้ทำความสะอาดชิ้นส่วนต่าง ๆ มักเป็นสารละลายผสมระหว่างเบสแก่ NaOH กับเกลือของเบสอ่อน เช่น เกลือฟอสเฟต คาร์บอเนต

ในการทดลองนี้เป็นการหา total alkalinity และ free alkalinity ของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ทำความสะอาดดังกล่าวซึ่งประกอบด้วยคาร์บอเนตไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน การหาปริมาณ total alkalinity ทำได้โดยไทเทรตกรดแก่จนถึงจุดยุติที่ pH ประมาณ 4 และหาปริมาณ free alkalinity ได้โดยนำสารละลายตัวอย่างไปตกตะกอนคาร์บอเนตก่อนนำไปเทรดกับกรดแก่จนถึงจุดยุติ

วิธีการทดลอง

<u>การหาปริมาณ total alkalinity (10.5 คะแนน)</u>

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 25.00 mL ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL หยดโบรโมฟีนอลบลู 4-5 หยด จะได้สารละลายสีม่วง ไทเทรตด้วยกรดไฮโดรคลอริกจนถึงจุดยุติ (สีเขียวอมเหลือง) บันทึกปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ถึงจุดยุติ
2. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง เรียกกรรมการคุมสอบให้ตรวจสอบทั้ง 3 ขวดและลงนาม
3. คำนวณปริมาณ total alkalinity ในสารตัวอย่างในหน่วย mg/L ในรูป $CaCO_3$ (กำหนดให้ น้ำหนักสูตรของ $CaCO_3$ = 100.08 g/mol)

<u>การหาปริมาณ free alkalinity (10.5 คะแนน)</u>

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. หยดอินดิเคเตอร์โบรโมฟีนอลบลู 5-6 หยดลงในสารละลายที่ได้ จะได้สารละลายสีน้ำเงิน นำไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกจนถึงจุดยุติ (สีเขียว) บันทึกปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-4 อีก 2 ครั้ง เรียกกรรมการคุมสอบให้ตรวจสอบทั้ง 3 ขวดและลงนาม
6. คำนวณปริมาณ free alkalinity ในสารละลายตัวอย่างในหน่วยโมลาร์ (M)

<u>คำถาม (2 คะแนน)</u>

จงคำนวณหาความเข้มข้นของ CO_3^{2-} ในสารละลายตัวอย่างในหน่วยโมลาร์ (M)

การทดลองที่ 2

การวิเคราะห์ชนิดของเกลือในสารละลายตัวอย่าง (8 คะแนน)

จงวิเคราะห์หาไอออนในสารละลายตัวอย่าง 3 ชนิด โดยทดสอบด้วยรีเอเจนต์ที่กำหนดให้ 5 ชนิด บันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามในกระดาษคำตอบ

<u>อุปกรณ์</u>

ซองพลาสติกใส่กระดาษที่มีช่องสี่เหลี่ยม แต่ละช่องใช้แทนหลอดทดสอบเพื่อสังเกตการเปลี่ยนสี

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลายตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ 3 ขวด (ทุกขวดมีรหัสหมายเลข) แต่ละขวดมีเกลือชนิดเดียว และมี 1 ขวดที่ระบุผลการทดสอบด้วยเปลวไฟ (flame test) ไว้ให้
2. รีเอเจนต์ที่ใช้ทดสอบมี 5 ชนิด คือ สารละลาย $AgNO_3$, $BaCl_2$, HCl, NH_4SCN และ $(NH_4)_2SO_4$

<u>วิธีทดลอง</u>

1. หยดสารละลายตัวอย่างแต่ละขวดลงบนซองพลาสติกบริเวณตรงกลางช่องสี่เหลี่ยม ขวดละ 1 แถว แถวละ 5 ช่อง ช่องละ 2 หยด
2. หยดรีเอเจนต์แต่ละชนิด ชนิดละ 2 หยดลงไปผสมในแต่ละช่อง
3. สังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผลการทดลองที่สังเกตได้ลงในตารางที่กำหนดให้ในกระดาษคำตอบ โดยระบุสีของตะกอนและ/หรือสีของสารละลายที่เปลี่ยนแปลง หากไม่เปลี่ยนแปลง ใส่เครื่องหมาย ✕
4. ระบุชนิดของไอออนบวกและไอออนลบที่คาดว่ามีในสารละลายโดยใช้สัญลักษณ์ธาตุ พร้อมประจุ

<u>คำถาม</u>

จงเขียนสมการไอออนิกสุทธิที่ดุลแล้วของปฏิกิริยาระหว่างไอออนบวกและลบในแต่ละขวดกับรีเอเจนต์ที่เติมแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงตามที่ระบุในกระดาษคำตอบ

การทดลองที่ 3

การวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบาง (9 คะแนน)

สารละลายผสมตัวอย่างที่นักเรียนได้รับ ประกอบด้วยสารอินทรีย์บริสุทธิ์ 2 ชนิดจากสารที่กำหนดให้ คือ A, B, C และ D ให้นักเรียนใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแผ่นบาง (thin layer chromatography, TLC) วิเคราะห์ว่าเป็นสารอินทรีย์บริสุทธิ์ชนิดใด เลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม และวัดค่า R_f

<u>อุปกรณ์และเครื่องแก้ว</u>

1.	แผ่น TLC ซึ่งระบุหมายเลข 1-5 (ถ้าเบิกเพิ่มหักคะแนนแผ่นที่เบิกเพิ่มแผ่นละ 1 คะแนน)	5 แผ่น
2.	บีกเกอร์ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์สำหรับใส่ organic waste	1 ใบ
3.	หลอดรูเล็ก (capillary tube, อยู่ในขวดปากกว้าง รายการที่ 4)	5 หลอด
4.	ขวดปากกว้างซึ่งบรรจุกระดาษกรองสี่เหลี่ยม 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

<u>สารเคมี</u>

1. ethyl acetate 20 mL
2. hexane 20 mL
3. สารละลายผสมตัวอย่าง (unknown, U) ใน dichloromethane 1 mL
4. สารละลายของสาร A ใน dichloromethane 1 mL
5. สารละลายของสาร B ใน dichloromethane 1 mL
6. สารละลายของสาร C ใน dichloromethane 1 mL
7. สารละลายของสาร D ใน dichloromethane 1 mL

<u>หมายเหตุ</u> ไอของสารเคมีเป็นอันตราย ควรหลีกเลี่ยงการสูดดมโดยตรง

<u>วิธีทดลอง</u>

1. จุด (spot) สารละลายข้อ 3-7 บนแผ่น TLC และเลือกใช้ตัวทำละลายผสม (ประมาณ 6 mL) ที่เหมาะสม โดยใช้ ethyl acetate (EtOAc) และ hexane (C_6H_{14}) ในอัตราส่วน 5:1, 3:1, 1:1, 1:3 หรือ 1:5 โดยปริมาตร (นักเรียนไม่จำเป็นต้องลองใช้ทุกอัตราส่วน และไม่จำเป็นต้องใช้แผ่น TLC ทุกแผ่น) เพื่อให้สารแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้ชัดเจนมากที่สุด สารส่วนใหญ่ต้องมีค่า R_f อยู่ระหว่าง 0.40–0.60
2. ตรวจสอบโดยใช้ไอของไอโอดีน จากนั้นใช้<u>ดินสอ</u>วงรอบบริเวณสารทุกสารบนแผ่น TLC
3. ใช้ปากกาวาดรูปแผ่น TLC ที่ได้จากการทดลองลงในกระดาษคำตอบข้อ 1 และเลือกแผ่น TLC ที่แยกสารได้ดีที่สุดในการคำนวณ และสรุปผลการทดลองในกระดาษคำตอบข้อ 2
7. ใส่แผ่น TLC ทุกแผ่นกลับในซองเดิม<u>โดยให้แผ่นที่แยกสารได้ดีที่สุดอยู่ด้านบน</u> ส่งให้กรรมการคุมสอบ