

การแข่งขันเคมีโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 7
ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
วันเสาร์ที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2554

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

เวลา 8.30 – 13.30 น.

เลขประจำตัว.....

คำชี้แจงการสอบภาคปฏิบัติ

ข้อสอบภาคปฏิบัติมีคะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด

1. ให้นักเรียนตรวจสอบเอกสารก่อนลงมือทำ ดังนี้
 - 1.1 ข้อสอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 7 หน้า (รวมปก) ประกอบด้วย 2 การทดลอง นักเรียนจะทำการทดลองใดก่อนก็ได้
 - 1.2 กระดาษคำตอบภาคปฏิบัติ 1 ชุด จำนวน 11 หน้า (รวมปก)
 - 1.3 เลขประจำตัวสอบในข้อสอบภาคปฏิบัติและกระดาษคำตอบภาคปฏิบัติทุกหน้า
2. นักเรียนเริ่มทำข้อสอบได้เมื่อกรรมการคุมสอบประกาศ “ลงมือทำ” และหยุดทำข้อสอบ เมื่อประกาศ “หมดเวลา” แล้วรวบรวมข้อสอบและกระดาษคำตอบใส่ซองเอกสาร วางไว้บนโต๊ะ
3. ให้เขียนตอบในกระดาษคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือดำเท่านั้น โดยเขียนให้ตรงกับข้อและเขียนในกรอบที่กำหนดให้ กรณีเขียนผิดให้ขีดฆ่าและเขียนใหม่ให้ชัดเจน ห้ามลบด้วยน้ำยาลบคำผิด การทศหรือขีดเขียนอย่างอื่นให้ทำในข้อสอบ
4. ในระหว่างการสอบ นักเรียนสามารถขออนุญาตกรรมการคุมสอบออกไปรับประทานอาหารว่าง หรือขออนุญาตเข้าห้องน้ำได้ โดยมีกรรมการคุมสอบติดตามไปด้วย
5. ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ทดลอง สารเคมี เครื่องเขียน เครื่องคิดเลข และข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ให้ และที่กำหนดให้เตรียมมาเท่านั้น ห้ามยืมผู้อื่นโดยเด็ดขาด
6. นักเรียนต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการณ์และสวมแว่นตานิรภัย (goggles) หรือแว่นสายตาของนักเรียนขณะที่ทำปฏิบัติการตลอดเวลา หากนักเรียนไม่ได้เตรียมมา ให้เบิกจากกรรมการคุมสอบ
7. ในการสอบนี้ไม่อนุญาตให้นักเรียนเปิดสารเคมี สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ หรืออุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติม กรณีที่มีความจำเป็นต้องเปิด ให้แจ้งกรรมการคุมสอบ และจะถูกหัก 2 คะแนนต่อการเปิด 1 อย่าง
8. นักเรียนที่ทำเครื่องแก้วแตกในระหว่างการสอบ จะถูกหัก 2 คะแนนต่อชิ้น
9. ห้ามนักเรียนนำเอกสารใด ๆ เข้าหรือออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
10. ห้ามพูดคุยในเวลาสอบ หากฝ่าฝืนจะถือว่าทุจริตในการสอบ หากกรรมการพบเห็น กรณีทุจริตใด ๆ นักเรียนจะหมดสิทธิ์ในการแข่งขันและจะถูกให้ออกจากห้องสอบทันที การพิจารณาของกรรมการคุมสอบถือเป็นข้อยุติ

เลขประจำตัว.....

อุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย
	อุปกรณ์ส่วนกลาง		
1	เครื่องชั่ง (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) (ให้นักเรียนใช้เครื่องชั่งที่ระบุตามเลขประจำตัวสอบ)	1 เครื่อง ต่อ 6 คน	
	อุปกรณ์การทดลองที่ 1		
2	ปิเปต (transfer pipette) ขนาด 20 mL	1	อัน
3	ขวดรูปกรวยขนาด 125 mL	7	ใบ
4	กระดาษสำหรับจับขวดชั่ง	1	ชิ้น
5	บีกเกอร์ขนาด 100 mL	3	ใบ
6	กระบอกตวงขนาด 50 mL (ใช้ร่วมกับอุปกรณ์การทดลองที่ 2)	1	อัน
7	แท่งแก้วคน	1	อัน
8	กรวยแก้ว ($\varnothing$ 7.5 cm)	1	อัน
9	ลูกยางสำหรับปิเปต	1	อัน
	อุปกรณ์การทดลองที่ 2		
10	ปิเปต (transfer pipette) ขนาด 5 mL	1	อัน
11	ปิเปต (transfer pipette) ขนาด 10 mL	2	อัน
12	ปิเปต (transfer pipette) ขนาด 20 mL	1	อัน
13	ปิเปตพลาสติกขนาด 3 mL	3	อัน
14	ขวดรูปกรวยขนาด 250 mL	1	ใบ
15	ขวดรูปกรวยขนาด 125 mL	10	ใบ
16	บีกเกอร์ขนาด 100 mL	2	ใบ
17	กรวยแก้ว ($\varnothing$ 7.5 cm)	1	อัน
18	จุกยางเบอร์ 13	1	อัน
19	จุกยางเบอร์ 11	6	อัน
20	นาฬิกาจับเวลา	1	เรือน

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย
	อุปกรณ์บนโต๊ะทดลอง		
21	บิวเรตขนาด 50 mL	2	อัน
22	ที่จับบิวเรต และขาตั้ง	1	ชุด
23	ขวดน้ำกลั่น	1	ขวด
24	ฉลาก (label)	1	แผ่น
25	กระดาษทิชชู	1	ม้วน
26	ถังพลาสติก (สำหรับใส่ของเสียเคมีของการทดลองที่ 1)	1	ใบ
27	ขวดเก็บของเสีย (สำหรับใส่ของเสียเคมีของการทดลองที่ 2)	1	ใบ

หมายเหตุ

ให้นักเรียนทิ้งของเสียเคมีลงในภาชนะที่ระบุ

สารเคมี

ที่	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ภาชนะบรรจุ
1	กรดตัวอย่าง	1	g	ขวดซังสาร (อยู่ใน desiccator)
2	สารละลายโพแทสเซียม-ไฮโดรเจนฟทาเลต (KHP)	100	mL	ขวดแก้วสีชา
3	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	400	mL	ขวดพลาสติก
4	สารละลายฟีนอลฟทาไลน์	10	mL	ขวดสีชา ฝาเป็นหลอดหยด
5	สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต	250	mL	ขวดแก้วสีชา
6	สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต	150	mL	ขวดแก้วสีชา
7	สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์	50	mL	ขวดแก้วสีชา
8	เอทานอล	30	mL	ขวดแก้วใสฝาเกลียว
9	น้ำเบ้ง	30	mL	ขวดสีชา

มวลอะตอม

H	1.0	P	31.0
C	12.0	K	39.1
O	16.0	Cr	52.0
Na	23.0	I	126.9

เลขประจำตัว.....

การทดลองที่ 1 การหามวลโมเลกุลของกรดตัวอย่าง

บทนำ

การหามวลโมเลกุลของกรดสองโปรตอน (H_2A) ทำได้โดยการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งให้จุดสมมูลสองจุด

กำหนดให้

$$K_{a1} = 1.5 \times 10^{-2}$$

$$K_{a2} = 2.6 \times 10^{-7}$$

ช่วง pH ของฟีนอล์ฟทาลีน 8.3 – 10.0 (ไม่มีสี – ชมพู)

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

- 1.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโพแทสเซียมไฮโครเจนพทาเลต (KHP) ปริมาตร 20.00 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL แล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด เข้าให้สารผสมกัน
- 1.2 ไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตรที่ใช้ไป
- 1.3 ทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง
- 1.4 คำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตอนที่ 2 การไทเทรตกรดตัวอย่าง (H_2A)

- 2.1 ชั่งกรดตัวอย่างแบบแบ่งออก (weighing by difference) ให้มีน้ำหนักแน่นอนใกล้เคียง 0.12 g ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL เติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 mL เขย่าจนกระทั่งสารตัวอย่างละลายหมด
- 2.2 เติมน้ำกลั่น 2-3 หยด แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตรที่ใช้
- 2.3 ทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง
- 2.4 คำนวณมวลโมเลกุลของกรดตัวอย่าง

การรายงานผลการทดลอง (15 คะแนน)

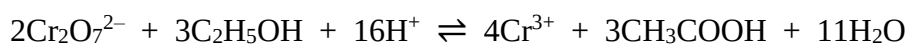
1. หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน NaOH
2. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการไทเทรตระหว่างกรดตัวอย่าง H_2A กับ NaOH
3. หามวลโมเลกุลของกรดตัวอย่าง และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, S.D.)

เลขประจำตัว.....

การทดลองที่ 2 จลนศาสตร์ของปฏิกิริยาโพแทสเซียมไดโครเมตกับเอทานอล

บทนำ

การทดลองทางจลนศาสตร์เพื่อหาอัตราเร็ว อันดับของปฏิกิริยา ค่าคงที่อัตรา และครึ่งชีวิตของปฏิกิริยาระหว่างโพแทสเซียมไดโครเมตกับเอทานอลในสภาวะกรด ดังสมการ



ทำได้โดยการติดตามความเข้มข้นของสารตั้งต้น ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) ที่เหลืออยู่หลังทำปฏิกิริยากับเอทานอล ณ เวลาต่าง ๆ โดยเติมสารละลาย KI ปริมาณมากเกินไปให้ทำปฏิกิริยากับ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ เพื่อหยุดปฏิกิริยา และไทเทรตผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหยุดปฏิกิริยาด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) โดยใช้ น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ จะเปลี่ยนเป็น $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$) ปริมาตรสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้นำไปคำนวณหาความเข้มข้นของ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ได้

ข้อควรระวัง

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตในกรด เป็นตัวออกซิไดส์รุนแรง ต้องระมัดระวังไม่ให้สัมผัสกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะดวงตา
2. เมื่อต้องการทิ้งสารละลายในการทดลองนี้ให้ทิ้งลงในภาชนะที่จัดให้เท่านั้น

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

- 1.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐาน $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 5.00 mL ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL และเติมน้ำ 20 mL แล้วใช้ปิเปตพลาสติกดูดสารละลาย KI 3 % 3.0 mL ค่อย ๆ เติมลงไปผสมช้า ๆ เขย่าให้เข้ากัน
- 1.2 ไทเทรตทันทีด้วยสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จนได้สารละลายสีเหลืองอ่อน แล้วจึงเติมน้ำแป้ง 1 mL ลงไป นำไปไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินจางหายไป
- 1.3 ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง
- 1.4 คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

เลขประจำตัว.....

ตอนที่ 2 การหาความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ที่เหลืออยู่หลังทำปฏิกิริยากับเอทานอลที่เวลาต่าง ๆ

- 2.1 ใช้ปิเปตพลาสติกดูดสารละลาย KI 3 % ประมาณ 3.0 mL ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL 6 ใบ ปิคนลากหมายเลขขวดเรียงลำดับ 1-6
- 2.2 ปิเปตน้ำกลั่น 40.00 mL และปิเปตสารละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 40.00 mL ปล่อยลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 mL จากนั้นปิเปตเอทานอล 10.00 mL ลงในขวดรูปกรวยใบเดิม เริ่มจับเวลาทันทีเมื่อปล่อยเอทานอลลงไปผสมกับสารละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ พร้อมเขย่า
ข้อควรระวัง การทดลองนี้ต้องทำต่อเนื่อง เมื่อจับเวลาแล้ว จะไม่หยุดนาฬิกา จนกระทั่งทำการทดลองในข้อ 2.3 และ 2.4 เสร็จ
- 2.3 เมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที ให้ปิเปตสารละลายในข้อ 2.2 ปริมาตร 10.00 mL ปล่อยลงในขวดรูปกรวยหมายเลข 1 บันทึกเวลาจริงเมื่อเริ่มปล่อยสารละลาย ให้อยู่ภายในขวด
- 2.4 ทำซ้ำข้อ 2.3 ทุก 3 นาที ใส่ขวดหมายเลข 2-6 ตามลำดับ
- 2.5 ไทเทรตสารละลายในขวดหมายเลข 1-6 ด้วยสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จนได้สารละลายสีเหลืองอ่อน (ถ้าสารละลายสีอ่อนหรือเข้มเกินไปจะทำให้การทดลองผิดพลาด) เติมน้ำแบ่ง 1 mL แล้วนำไปไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินของสารละลายหายไป

การรายงานผลการทดลอง (25 คะแนน)

1. หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโพแทสเซียมไดโครเมตที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเตรียมจากการละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ น้ำหนัก 53.8370 g ด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 1.0 mol/L จนมีปริมาตร 20.00 L
2. เขียนสมการแสดงทุกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในตอนต้นที่ 1
3. หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต
4. คำนวณความเข้มข้นของไดโครเมตไอออนในสารละลายผสมก่อนและหลังทำปฏิกิริยากับเอทานอลที่เวลาต่าง ๆ โดยใช้เวลาในหน่วยวินาที
5. หาอันดับของปฏิกิริยา ค่าคงที่อัตรา และครึ่งชีวิตของปฏิกิริยา