

การแข่งขันเคมีโอลิมปิก นานาชาติครั้งที่ ๔๐

ข้อสอบภาคปฏิบัติ

๑๕ กรกฎาคม ๒๕๕๑
กรุงเทพฯเปสต์ ประเทศไทย

คำแนะนำ

- ข้อสอบประกอบด้วยสมุดคำถามมี 10 หน้าและสมุดคำตอบมี 5 หน้า (8+4 สำหรับการทดลองที่ 1-2, 2+1 สำหรับการทดลองที่ 3)
- ให้ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ทำ การทดลองที่ 1 และ 2 ให้เสร็จ จากนั้นต้องออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อ ทัก ในขณะที่นั้นเจ้าหน้าที่จะทำการเปลี่ยนเครื่องแก้วและสารเคมีสำหรับการทดลองที่ 3 ให้เวลาสำหรับการทดลองที่ 3 จำนวน 2 ชั่วโมง
- ให้เริ่มทำการทดลองเมื่อได้รับคำสั่ง START เท่านั้น ต้องหยุดทำทุกอย่างทันทีเมื่อได้รับคำสั่ง STOP เมื่อจบการทดลองในแต่ละส่วน (ส่วนแรกคือการทดลองที่ 1-2 และส่วนที่สองคือการทดลองที่ 3) หากไม่ส่งกระดาษคำตอบภายใน 3 นาที คะแนนสอบภาคปฏิบัติทั้งหมดจะถูกยกเลิก
- ให้ปฏิบัติตาม กฎความปลอดภัย ที่กำหนดโดยข้อบังคับของ IChO ขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการจะต้องสวม แว่นนิรภัย สามารถสวมแว่นสายตาของตนได้ถ้าหากแว่นสายตานั้นได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้ใช้ ลูกยางสำหรับปิเปต ที่ จัดให้ และใส่ ถุงมือ เมื่อทำงานกับของเหลวอันตราย
- เมื่อพบว่ามีกรไม่ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย เจ้าหน้าที่จะเตือนเพียงครั้งเดียว ถ้าหากพบว่ามีกรละเมิดกฎอีกครั้ง จะถูกให้ออกจากห้องสอบทันทีและผลการสอบทั้งหมดจะเป็นโมฆะ
- ให้ถามเจ้าหน้าที่ทันทีเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัย หรือ เมื่อต้องการออกจากห้อง
- ให้ใช้เฉพาะปากกา และ เครื่องคิดเลขที่จัดไว้ให้
- ให้เขียน ชื่อ และ รหัสประจำตัว บนกระดาษคำตอบทุกหน้า ห้ามแยกกระดาษคำตอบออกจากกัน
- ผลการทดลองทั้งหมดจะต้องเขียนในส่วนที่จัดให้บนกระดาษคำตอบ ผลการทดลองที่แสดงไว้ในตำแหน่งอื่นๆ นอกเหนือจากส่วนที่จัดให้จะไม่ได้รับการตรวจสอบและให้คะแนน หน้าหลังของกระดาษคำถามและคำตอบสามารถนำมาใช้เป็นกระดาษทดได้
- เครื่องแก้วที่จัดไว้ให้อาจต้องมีการใช้ซ้ำ ให้ล้างเครื่องแก้วให้สะอาดโดยใช้อ่างล้างที่อยู่ใกล้ที่สุด
- ของเหลวอันตรายในการทดลองที่ 1 และ ของเหลวทั้งหมดในการทดลองที่ 3 ให้ทิ้งลงในขวดที่เขียนว่า waste containers ซึ่งจัดไว้ในตู้ควัน
- การแสดงตัวเลขในผลการทดลองและการคำนวณ ให้แสดงด้วยเลขนัยสำคัญที่เป็นไปตามหลักการการประเมินความผิดพลาดของการทดลอง (experimental error) การแสดงที่ไม่เป็นไปตามหลักการดังกล่าวจะถูกหักคะแนน แม้ว่าผลการทดลองจะถูกต้องทั้งหมด
- ถ้าหากมีความจำเป็น สามารถขอเติมสารเคมีแต่ละชนิดและเปลี่ยนเครื่องแก้วและวัสดุทดลองอื่นๆ ได้เพียงครั้งเดียว ถ้าต้องขอครั้งต่อไปจะถูกหัก 1 คะแนน ต่อชิ้นต่อชนิด จากคะแนนการทดลอง 40 คะแนน
- เมื่อทำการทดลองแต่ละส่วนเสร็จ (การทดลองที่ 1-2 และการทดลองที่ 3) ให้ใส่กระดาษคำตอบของแต่ละส่วนในซองจดหมายที่จัดให้ อย่าปิดผนึกซองจดหมาย
- ถ้าต้องการ สามารถขอดูข้อสอบฉบับภาษาอังกฤษได้

อุปกรณ์

อุปกรณ์สำหรับใช้ร่วมกันในห้องปฏิบัติการ:
อ่างให้ความร้อนตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 70 °C จัดเตรียมไว้ในตู้ควัน
น้ำกลั่น (H ₂ O) สำหรับเติมจัดไว้ในถัง
ถุงมือยาง (ถ้าพบว่าแพ้ถุงมือยางให้ขอเจ้าหน้าที่เพื่อเปลี่ยนชนิดใหม่)
ขวดใส่ช่องเหลวอินทรีย์ (การทดลองที่ 1) และของเหลว (การทดลองที่ 3) แสดงไว้ที่ขวดว่า Waste containers
ภาชนะสำหรับใส่เครื่องแก้วที่แตกและหลอดคะปิลารีที่ใช้แล้ว
บนโต๊ะแล็บ:
แว่นนิรภัย
Heat gun
ปากกาเขียนเครื่องแก้ว (permanent marker)
ดินสอและไม้บรรทัด
นาฬิกาจับเวลา ถ้าต้องการการสาธิตการใช้ให้แจ้งเจ้าหน้าที่ (เก็บนาฬิกาไว้เป็นที่ระลึกได้)
คีมคีบ
Spatula
แท่งแก้ว
แผ่นกระเบื้อง
กระดาษทิชชู
ขวดน้ำกลั่น
หลอดกันแหลมพลาสติกมีฝาปิด (appendorf) จำนวน 9 หลอด จัดวางไว้ในที่ใส่หลอดทดลองที่ทำด้วยฟองน้ำ
แผ่น TLC ใส่อยู่ในถุงซิปลพลาสติกใสที่มีป้ายระบุ
หลอดฉีดยาพลาสติก (100 mL) ในหลอดมีแผ่นกรองพรุณ polypropylene
ลูกยางปิเปต
หลอดหยดพลาสติกจำนวน 14 หลอด
จานเพาะเชื้อ (Petri dish) ที่มีรหัสประจำตัวเขียนไว้
บิวเรต
สแตนดาร์ดและแคลมป์
ปิเปตขนาด 10 mL
บีกเกอร์ขนาด 400 mL 2 ใบ
บีกเกอร์พร้อมด้วยกระจกนาฬิกา ภายในมีกระดาษสำหรับใช้กับ TLC
หลอดคะปิลารีจำนวน 10 หลอด
กระบอกตวงขนาด 25 mL จำนวน 2 ใบ
ขวดรูปกรวยขนาด 200 mL จำนวน 3 ขวด
บีกเกอร์ขนาด 250 mL
บีกเกอร์ขนาด 100 mL จำนวน 2 ใบ
กรวยแก้วขนาดเล็ก
ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL

หลอดทดลอง 30 หลอด พร้อมทั้งวางหลอดทดลอง*
กระดาษวัด pH พร้อมสเกล บรรจุในถุงซิปลาสติกใส*
คีมไม้คีบหลอดทดลอง*
จุกยางสำหรับปิดหลอดทดลองจำนวน 2 อัน*

* จะมีการแจกตอนทำการทดลองที่ 3

สารเคมี

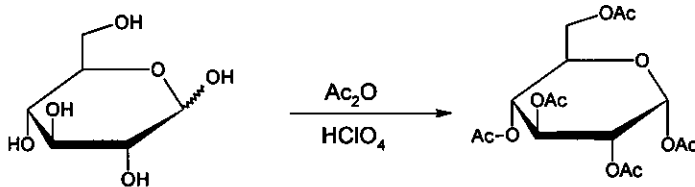
สารเคมีสำหรับใช้ร่วมกัน 4-6 คน	R phrases	S phrases
สารละลาย 0.025 mol/dm ³ ferriin	52/53	
0.2 % diphenylamine, สารละลาย(C ₆ H ₅) ₂ NH ใน H ₂ SO ₄ เข้มข้น	23/24/25-33-35-50/53	26-30-36/37-45-60-61
สารละลาย 0.1 mol/dm ³ K ₃ [Fe(CN) ₆]	32	
Pumice stone (เศษกระเบื้อง)		
บนโต๊ะแล็บของทุกคน:		
50 mg anhydrous ZnCl ₂ ในหลอดทดลองเล็ก (ในที่วางหลอดทดลองฟองน้ำซึ่งแสดงรหัสประจำตัวบนฉลาก)	22-34-50/53	36/37/39-26-45-60-61
100 mg β-D-glucopyranose pentaacetate (บนฉลาก BPAG)		
3.00 g anhydrous glucose, C ₆ H ₁₂ O ₆ , ซึ่งน้ำหนักล่วงหน้าในขวด vial		
(CH ₃ CO) ₂ O ในขวดรูปกรวย (12 cm ³)	10-20/22-34	26-36/37/39-45
(CH ₃ CO) ₂ O ในขวด vial (10 cm ³)	10-20/22-34	26-36/37/39-45
CH ₃ COOH ในขวด vial (15 cm ³)	10-35	23-26-45
CH ₃ OH ในขวด vial (10 cm ³)	11-23/24/25-39	7-16-36/37-45
30 % HClO ₄ ใน CH ₃ COOH ในขวด vial (1 cm ³)	10-35	26-36/37/39-45
1:1 isobutyl acetate – isoamyl acetate in vial (20 cm ³), บนฉลาก ELUENT	11-66	16-23-25-33
ของแข็งตัวอย่าง K ₄ [Fe(CN) ₆].3H ₂ O พร้อมรหัสประจำตัวบนขวดรูปกรวยขนาดเล็ก	32	22-24/25
สารละลาย ZnSO ₄ ฉลากระบุรหัสประจำตัวและความเข้มข้น (200 cm ³)	52/53	61
สารละลาย 0.05136 mol/dm ³ Ce ⁴⁺ (80 cm ³)	36/38	26-36
สารละลาย 1.0 mol/dm ³ H ₂ SO ₄ (200 cm ³)	35	26-30-45
สารละลายตัวอย่างสำหรับการทดลองที่ (จะแจกให้เมื่อเริ่มทำการทดลองที่ 3)	1-26/27/28-32-35-50/53	24/25-36/39-61

วิธีระบุถึงความเสี่ยงและความปลอดภัย

ตัวบ่งชี้ระบุความเสี่ยงเฉพาะอย่าง			
1	ระเบิดเมื่อแห้ง	33	เป็นอันตรายเมื่อสะสม
10	ไวไฟ	34	ทำให้เป็นแผลไหม้
11	ไวไฟมาก	35	ทำให้เป็นแผลไหม้อย่างรุนแรง
22	เป็นอันตรายเมื่อกลิ่นเข้าไป	39	อันตรายมาก
32	ให้แก๊สพิษเมื่อผสมกับกรดเข้มข้น		
ระบุถึงความเสี่ยงที่เกิดร่วม			
20/22	เป็นอันตรายเมื่อสูดหรือกลืนเข้าไป	36/38	ระคายเคืองต่อตาและผิวหนัง
23/24/25	เป็นพิษเมื่อสัมผัสและกลืน	50/53	เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างรุนแรง
26/27/28	เป็นพิษมากเมื่อสูดดม สัมผัส และกลืน	52/53	เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างรุนแรง
ตัวบ่งชี้ระบุข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย			
7	ปิดภาชนะให้สนิท	30	อย่าเติมน้ำใส่ผลิตภัณฑ์
16	วางห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ - ห้ามสูบบุหรี่	33	ระวังการเกิดไฟฟ้าสถิตย์
22	อย่าสูดฝุ่นเข้าไป	36	ใส่ชุดป้องกันที่เหมาะสม
23	อย่าสูดควัน/ไอ	45	เมื่อเกิดอุบัติเหตุ หรือ รู้สึกไม่สบาย ให้พบแพทย์โดยด่วน (แสดงฉลากถ้าเป็นไปได้)
25	หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับตา	60	วัสดุนี้ และ/หรือ ภาชนะบรรจุต้องกำจัดเป็นของเสียอันตราย
26	เมื่อโดนตาให้ชะด้วยน้ำจำนวนมากทันทีและรีบปรึกษาแพทย์	61	อย่าปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม
ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยที่เกิดร่วม			
24/25	หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับผิวหนังและตา	36/37/39	ให้ใส่ชุดป้องกัน ถุงมือ และอุปกรณ์ป้องกัน ตา/หน้า
36/37	ให้ใส่ชุดป้องกันและถุงมือที่เหมาะสม		

การทดลองที่ 1

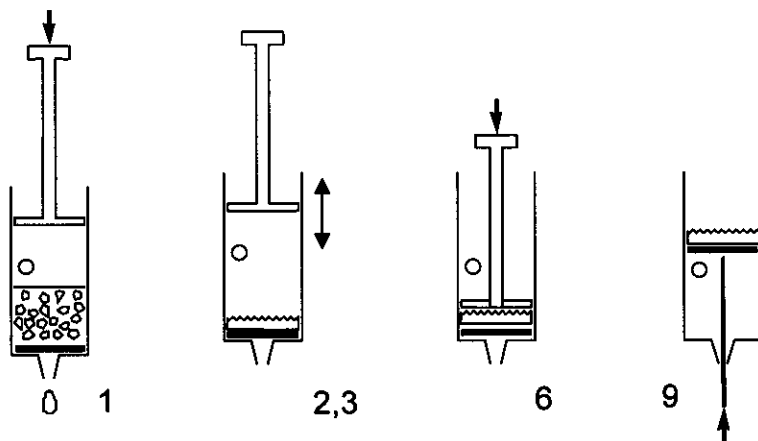
การสังเคราะห์ α -D-glucopyranose pentaacetate



ข้อควรระวัง: ควรใส่ถุงมือในขณะที่ใช้กรดอะซิติกและอะซิติกแอนไฮไดรด์ ให้แจ้งเจ้าหน้าที่หากมีสารหก

ผสมกรดอะซิติก 12 mL กับอะซิติกแอนไฮไดรด์ (ซึ่งอยู่ในขวดรูปกรวย) 12 mL (ปริมาณที่ให้นี้มากเกินไป) แล้วเติมกลูโคส 3.00 g ใช้หลอดหยดเติม 30% HClO_4 ในกรดอะซิติก 5 หยด ซึ่งจะทำให้สารละลายร้อนขึ้น ปิดด้วยกระจกนาฬิกาทิ้งไว้ 10 นาที โดยแกว่งขวดเป็นระยะๆ แล้วเทของผสมลงในน้ำ 100 mL ในบีกเกอร์ ขูดข้างแก้วเพื่อให้สารตกผลึก ทิ้งไว้ให้ผลึกตกสมบูรณ์ประมาณ 10 นาที กรองและล้างผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำ 10 mL 2 ครั้ง โดยใช้หลอดฉีดยาและแผ่นกรองพรุน polypropylene

การกรองโดยใช้หลอดฉีดยาพลาสติก

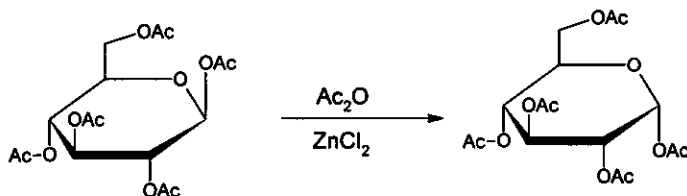


1. ดึงก้านหลอดฉีดยาออก เทบางส่วนของของผสมที่จะกรองลงในหลอดฉีดยาจนถึงระดับที่พอดีกับรูข้างหลอด ใส่ก้านหลอดคั่นลงในหลอดฉีดยา
2. ใช้นิ้วอุดรูข้างหลอดแล้วกดก้านเพื่อฉีดและกรองสารลงในภาชนะ โดยกดก้านจนถึงระดับเหนือรูที่อุดไว้
3. เปิดรูแล้วดึงก้านขึ้น ห้ามดึงขึ้นขณะที่ยังอุดรูอยู่เพราะจะทำให้ดึงอากาศเข้าทางด้านล่าง
4. ทำซ้ำข้อ 2-3 เพื่อกำจัดของเหลวที่เหลืออยู่
5. ทำซ้ำข้อ 1-4 เพื่อกรองของผสมที่เหลือ จนของแข็งอยู่บนแผ่นกรองทั้งหมด
6. กดก้านหลอดลงบนสารและแผ่นกรองในหลอดฉีดยาเพื่อรีดของเหลวออกจากผลิตภัณฑ์
7. ทำซ้ำข้อ 1-4 โดยเติมน้ำ 10 mL แทนของผสม เพื่อล้างผลิตภัณฑ์จำนวน 2 ครั้ง

8. กัดก้านหลอดลงบนสารและแผ่นกรองในหลอดฉีดยาเพื่อรีดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์
9. ใช้น้ำอุดรูแล้วดึงก้านออกเพื่อให้แผ่นกรองและผลิตภัณฑ์หลุดลอยขึ้นมา (อาจใช้ก้าน spatula ช่วยดันจากด้านล่าง)
 - a) กวาดผลิตภัณฑ์ลงในจานเพาะเชื้อ (petri dish) ที่มีรหัสประจำตัวของนักเรียนอยู่แล้ววางไว้บนโต๊ะเจ้าหน้าที่จะนำไปทำให้แห้ง ชั่ง และตรวจสอบความบริสุทธิ์ต่อไป
 - b) คำนวณ theoretical yield (น้ำหนัก) ของผลิตภัณฑ์เป็นกรัม (กำหนดมวลอะตอมของ C = 12, O = 16, H = 1.0)

การสังเคราะห์ α -D-glucopyranose pentaacetate จาก β -D-glucopyranose pentaacetate

α -D-glucopyranose pentaacetate อาจสังเคราะห์ได้อีกวิธีจาก β -D-glucopyranose pentaacetate ในการทดลองนี้จะทำการติดตามปฏิกิริยาด้วย thin layer chromatography



เติมอะซีติกแอนไฮไดรด์ 1.5 mL ลงใน anhydrous $ZnCl_2$ (ซึ่งไว้แล้วในหลอดทดลอง) เติม β -D-glucopyranose pentaacetate (BPAG) เขย่าจนละลายหมด คูดสารละลายนี้ออกมา 3 หยด ใส่ในหลอด Eppendorf (หลอดกันแหลมพลาสติกมีฝาปิด) เติมเมทานอล 0.5 mL แล้วเก็บไว้ใช้ในขั้นต่อไป

นำหลอดทดลองไปใส่ในอ่างให้ความร้อนในตู้วันที่ใกล้ที่สุด (อุณหภูมิตั้งไว้ที่ $70^\circ C$) เขย่าสารในหลอดเป็นระยะๆ คูดสารละลายในหลอดทดลองออกมารั้งละ 3 หยดเมื่อปฏิกิริยาผ่านไป 2, 5, 10 และ 30 นาที ใส่ในหลอด Eppendorf เติมเมทานอล 0.5 mL ทันทีเพื่อหยุดปฏิกิริยาในแต่ละหลอด

เตรียมแผ่น TLC เพื่อติดตามปฏิกิริยา โดยสเปดสารที่เก็บมาที่เวลาต่างๆ เทียบกับสารอ้างอิงที่จำเป็นทั้งหมดที่จะต้องมาสเปดเทียบเพื่อระบุชนิดของสารได้อย่างแน่นอนบนแผ่น TLC จุดตำแหน่งเริ่มต้นของสารที่สเปดไว้ด้วยดินสอ นำไป develop โดยใช้ 1:1 isobutyl acetate/ isoamyl acetate เป็นตัวชะ (eluent) นำแผ่น TLC ที่ develop เรียบร้อยแล้ว ไปเป่าให้ความร้อนด้วย heat-gun ที่อยู่ในตู้วันที่แห้งและเกิดสีของจุดต่างๆ (สีที่เกิดขึ้นจะคงอยู่อย่างถาวร) ถ้าแผ่น TLC ไม่พอ อาจขอเพิ่มได้อีก 1 แผ่นโดยไม่เสียคะแนน

- c) วาดรูปแผ่น TLC ที่ได้ลงบนกระดาษคำตอบ แล้วใส่แผ่นจริงลงในถุงซิปล็อกที่ label ไว้แล้ว วางถุงไว้บนโต๊ะเพื่อให้เจ้าหน้าที่เก็บไปตรวจ
- d) วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ และตอบคำถามในกระดาษคำตอบ

การทดลองที่ 2

ข้อควรระวังก่อนการทดลอง

ปิเปตที่นักเรียนใช้ มีขีดบอกระดับปริมาตรสองขีดคือขีดด้านบน (เหมือนปิเปตปกติ) และขีดบอกระดับด้านล่าง เวลาปล่อยสารให้ปล่อยถึงขีดบอกระดับปริมาตรด้านล่าง จึงจะทำให้ได้ปริมาตรที่พอดี อย่าปล่อยสารจนหมดปิเปตเด็ดขาด

เมื่อเติมโพแทสเซียม เฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(II), $K_4[Fe(CN)_6]$ ลงในสารละลายที่มีไอออนสังกะสี (zinc ions), พบว่าเกิดตะกอนขึ้นทันที งานของนักเรียนคือให้หาค่าประจักษ์ที่ถูกต้องตามมวลสารสัมพันธ์ของตะกอนนี้ซึ่งไม่มีน้ำผลึก

ปฏิกิริยาการตกตะกอนนี้สามารถทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้โดยการไทเทรต เนื่องจากปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จุดยุติสามารถตรวจสอบได้โดยอาศัยอินดิเคเตอร์รีดอกซ์ ทั้งนี้ จำเป็นต้องหาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียม เฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(II) ในขั้นแรกก่อน

การเตรียมสารละลาย $K_4[Fe(CN)_6]$ และการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายนี้

ละลายของแข็งตัวอย่าง $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ ($M = 422.41 \text{ g/mol}$) ในขวดรูปกรวยขนาดเล็กแล้วเทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100.00 mL ปรับปริมาตรให้ถึงขีดด้วยน้ำกลั่น แล้วปิเปต 10.00 mL ของสารละลายเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(II) ใส่ในขวดรูปกรวย เดิม 1 M กรดซัลฟิวริก 20 mL และสารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ (ferroin indicator) 2 หยด แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลาย $0.05136 \text{ M Ce}^{4+}$ ให้ทำการไทเทรตซ้ำเท่าที่จำเป็น Cerium(IV) เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรง (strong oxidant) ภายใต้ภาวะกรดเกิดเป็น $Ce(III)$

- รายงาน ปริมาตรของสารละลาย Ce^{4+} ที่ใช้
- เขียนสมการ ของปฏิกิริยาการไทเทรต และคำนวณหาจำนวนน้ำหนักของสารตัวอย่าง $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ ที่นักเรียนได้รับแจก

ปฏิกิริยาระหว่างไอออนสังกะสีกับโพแทสเซียม เฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(II)

ปิเปต 10.00 mL ของสารละลายเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(II) และเติม 1 M กรดซัลฟิวริก 20 mL เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ (ไดเฟนิล เอมีน) สามหยดและสารละลาย $K_3[Fe(CN)_6]$ สองหยด อินดิเคเตอร์นี้จะทำงานได้ดีเมื่อมีเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(III), $[Fe(CN)_6]^{3-}$ อยู่บ้าง ทำการไทเทรตอย่างช้า ๆ กับสารละลายสังกะสี (zinc) จนกระทั่งมีสีม่วงน้ำเงินปรากฏขึ้น ทำการไทเทรตซ้ำเท่าที่จำเป็น

- รายงาน ปริมาตรของสารละลายสังกะสี (zinc) ที่ใช้
- อธิบาย การไทเทรตโดยตอบคำถามที่อยู่ในกระดาษคำตอบ
- คำนวณหา สูตรเคมี (formula) ของตะกอน

คำเตือน: คะแนนที่ดีที่สุดไม่จำเป็นต้องให้แก่ผลการทดลองที่ได้ค่าที่เป็นไปตามทฤษฎี

การทดลองที่ 3

ข้อควรระวัง: ทำการทดลองเสมือนว่าสารละลายตัวอย่างเหล่านี้มีพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อน จงทิ้งสารเคมีที่ใช้แล้วในภาชนะที่จัดไว้ให้เท่านั้น

เนื่องจาก heat gun ให้อากาศร้อนที่อาจมีอุณหภูมิสูงถึง 500 °C จึงไม่ควรหันไปในทิศทางที่มีสารไวไฟหรือมีผู้คน และไม่ควรสัมผัสสปลายของ heat gun

ให้ใส่เศษกระเบื้อง (pumice) ลงในของเหลวก่อนให้ความร้อนเพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง (bumping) และขณะให้ความร้อน ต้องไม่หันปากหลอดทดลองไปในทิศที่มีคนอยู่

นักเรียนมีสารตัวอย่างที่ละลายได้ในน้ำ 8 ชนิด สารละลายตัวอย่างแต่ละชนิดมีเพียงหนึ่งสารประกอบเท่านั้น แต่ไอออนบางตัวอาจตอบซ้ำได้ สารประกอบทุกชนิดประกอบด้วยไอออนบวกหนึ่งตัวและไอออนลบหนึ่งตัวที่เลือกจากรายการต่อไปนี้:

ไอออนบวก: H^+ , NH_4^+ , Li^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , K^+ , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Sr^{2+} , Ag^+ , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Sb^{3+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+}

ไอออนลบ: OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , CH_3COO^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, NO_2^- , NO_3^- , F^- , PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} , HSO_4^- , S^{2-} , HS^- , Cl^- , ClO_4^- , MnO_4^- , Br^- , I^-

ในการทดลองนี้ได้จัดเตรียมหลอดทดลองและอุปกรณ์ให้ความร้อนไว้ให้ ไม่อนุญาตให้ใช้รีเอเจนต์อื่น ยกเว้นน้ำกลั่นและกระดาษวัด pH

จงวิเคราะห์ สารประกอบในสารละลายตัวอย่างหมายเลข 1-8 โดยนักเรียนสามารถใช้ตารางแสดงความสามารถในการละลายของแอนไอออนบางชนิดในหน้าถัดไป ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถระบุชนิดของไอออนได้อย่างแน่นอน ให้เลือกคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด

ข้อแนะนำ

สารละลายตัวอย่างอาจมีสารเจือปนอยู่บ้างในปริมาณเล็กน้อยซึ่งเกิดจากการสัมผัสกับอากาศ ความเข้มข้นของสารละลายทุกชนิดอยู่ที่ประมาณ 5% โดยมวล ดังนั้นนักเรียนจึงสามารถสังเกตเห็นตะกอนได้อย่างชัดเจนจากองค์ประกอบหลัก ในบางกรณี อาจจะไม่เกิดตะกอนขึ้นทันที; สารบางชนิดอาจอยู่ในสารละลายอิมัลชันที่ยาวชั่วคราว ดังนั้น อย่ารีบด่วนสรุป ควรรอประมาณ 1-2 นาทีถ้าจำเป็น ให้สังเกตทุกการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาอย่างถี่ถ้วน

โปรดระลึกเสมอว่าการให้ความร้อนนั้นทำให้ทุกกระบวนการเกิดเร็วขึ้น, เพิ่มความสามารถในการละลายของสารส่วนใหญ่ และอาจทำให้บางปฏิกิริยา (ซึ่งปกติไม่เกิดที่อุณหภูมิห้อง) เกิดขึ้นได้

ความสามารถในการละลายที่อุณหภูมิ 25 °C

	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Sr ²⁺	Ag ⁺	Sn ²⁺	Sn ⁴⁺	Sb ³⁺	Ba ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	
CH ₃ COO ⁻														HR			1.0	↓	↓					↓
C ₂ O ₄ ²⁻			3.6	↓					↓	(Y)		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓	↓
NO ₂ ⁻	HR				HR					↓				HR	↓		0.41 (Y)	↓	↓					↓
NO ₃ ⁻																								
F ⁻		0.13		↓	0.5		↓	4.0	1.0	↓	(W)	1.4	2.6	↓	1.6	↓			↓		0.16	↓	↓	↓
SO ₄ ²⁻							0.21									↓	0.84		↓		↓	↓	↓	
PO ₄ ³⁻	HR	↓		↓	↓		↓	↓	↓	(W)	↓	(P)	↓	↓	↓	↓	↓	(Y)	↓	↓	↓	↓	↓	↓
HPO ₄ ²⁻		↓		↓	↓		↓	↓	↓	(W)	↓	(P)	↓	↓	↓	↓	↓	(Y)	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H ₂ PO ₄ ⁻					HR		1.0	HR	HR		↓	HR	↓	↓	↓	HR	↓	(Y)	↓	↓	HR	↓	↓	↓
ClO ₄ ⁻						2.1																		
MnO ₄ ⁻	HR							HR	↓	R		HR					0.91	R				↓	R	
Br ⁻																	↓	(Y)				0.98		
I ⁻										R				↓			↓	(Y)					↓	(Y)
														↓			↓	(Y)					↓	(B)

ช่องว่าง: สารประกอบที่ละลายน้ำได้ ↓: สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ R: เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ที่อุณหภูมิห้อง

HR: ละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง และในสารละลายที่ร้อน จะเกิดปฏิกิริยาที่สามารถสังเกตผลได้ (โดยไม่จำเป็นต้องเกิดตะกอน)

ความสามารถในการละลายเป็นกรัมของสารต่อ 100 g ในที่นี้ แสดงเฉพาะที่มีค่าระหว่าง 0.1 - 4

ตะกอนซึ่งสีของมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากสีของมันในรูป hydrated ions: (B) = ดำ, (P) = ม่วง, (W) = ขาว, (Y) = เหลืองอ่อน, (Y) = เหลือง.

Name:

Code: THA-

การทดลองที่ 1

10% ของคะแนนทั้งหมด

1a	1b	1c	1d	การทดลองที่ 1
30	2	12	4	48

a) Yield ของผลิตภัณฑ์ (yield of the product) เป็นกรัม ซึ่งโดยเจ้าหน้าที่:

b) จงคำนวณ Yield ตามทฤษฎี (theoretical yield) ในหน่วยกรัม

Yield ตามทฤษฎี (Theoretical yield):

c) จงวาดรูปของ developed TLC plate (แผ่นจริงใส่ลงในถุงซิบบที่ label ไว้แล้ว วางถุงไว้บนโต๊ะ เพื่อให้เจ้าหน้าที่เก็บไปตรวจ)

Name:

Code: THA-

d) วิเคราะห์การทดลอง แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดสำหรับคำถามต่อไปนี้

ปฏิกิริยาอะเซติเลชัน (acetylation) ของกลูโคสเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic)

- a) ใช่
- b) ไม่ใช่
- c) ไม่สามารถบอกได้จากการทดลองนี้

ปฏิกิริยาไอโซเมอร์ไรเซชันของ β -D-glucopyranose pentaacetate สามารถนำมาใช้ในการเตรียม α -D-glucopyranose pentaacetate ที่บริสุทธิ์ได้

- a) ใช่
- b) ไม่ใช่
- c) ไม่สามารถบอกได้จากการทดลองนี้

Name:

Code: THA-

การทดลองที่ 2

15% ของคะแนนทั้งหมด

2a	2b	2c	2d	2e	การทดลองที่ 2
25	4	25	6	5	65

a) ปริมาตรของสารละลาย Ce^{4+} ที่ใช้ :

ปริมาตรเฉลี่ยที่ใช้ (V_1):

b) สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการไทเทรต:

การคำนวณน้ำหนักของสารตัวอย่าง:

น้ำหนักของ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (m):

c) ปริมาตรของสารละลาย Zinc ที่ใช้:

ปริมาตรเฉลี่ยที่ใช้ (V_2):

d) จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ทำไมไดเฟนิลเอมีน (diphenyl amine) ซึ่งใช้เป็นอินดิเคเตอร์ จึงเปลี่ยนสีที่จุดยุติ (end point)

- a) เพราะความเข้มข้นของ Zn^{2+} เพิ่มขึ้น
- b) เพราะความเข้มข้นของ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ลดลง
- c) เพราะความเข้มข้นของ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ เพิ่มขึ้น
- d) เพราะอินดิเคเตอร์แตกออกจากสารเชิงซ้อนของมัน

Name:

Code: THA-

รูป (form) ของอินดิเคเตอร์ก่อนถึงจุดยุติคือรูปใด

- a) Oxidized
- b) Reduced
- c) เกิดเป็นสารเชิงซ้อนกับไอออนของโลหะ (Complexed to a metal ion)

ในช่วงเริ่มแรกของการไทเทรต ศักย์รีดอกซ์ (redox potential) ของเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(II) - เฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต(III) นั้น ต่ำกว่าศักย์รีดอกซ์ (redox potential) ของไดเฟนิลเอมีนซึ่งใช้เป็นอินดิเคเตอร์

- a) ถูก
- b) ผิด

e) จงแสดงวิธีการคำนวณหาสูตรเคมี (formula) ของตะกอน

สูตรเคมี (formula) ของตะกอน:

Items replaced or refilled:

Student signature:

Supervisor signature:

Name:

Code: THA-

การทดลองที่ 3

15% ของคะแนนทั้งหมด

การทดลองที่ 3
108

เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้เขียนเฉพาะคำตอบลงในตาราง

	1	2	3	4	5	6	7	8
Cation								
Anion								