

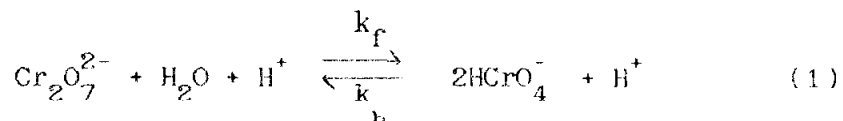
การทดลองที่ 12
จลนพลศาสตร์ของการสลายตัว
ของไดโครเมตไอออน

จุดประสงค์

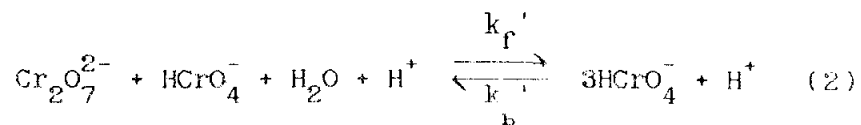
1. เพื่อศึกษาการสลายตัวของไดโครเมตไอออน โดยวิธี T-Jump

ทฤษฎี

ปฏิกิริยาการสลายตัวของไดโครเมตไอออนเป็นปฏิกิริยาแบบผันกลับได้ และมีกรดเป็นตัวเร่ง



ในกรณีที่ความเข้มข้นของไดโครเมตไอออนมากกว่า 10^{-3} โมลาร์ HCrO_4^- จะทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวเร่ง และมีปฏิกิริยาดังสมการ



ค่าคงที่สมดุลในปฏิกิริยา K_H จะเขียนได้ว่า

$$K_H = \frac{[\text{HCrO}_4^-]^2}{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]} \quad (3)$$

ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับว่าปฏิกิริยาจะเป็นดังสมการ (1) หรือ (2)

$$K_H = \frac{k_f}{k_b} = \frac{k_f'}{k_b'}$$

ปฏิกิริยานี้ จะติดตามโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของ pH และค่าคงที่การแตกตัว K_I จะเขียนเป็น

$$K_I = \frac{[CrO_4^{2-}][H^+]}{[HCrO_4^-]} \quad (5)$$

ดังนั้น pH จะมีค่าลดลง เมื่อเกิดการสลายตัวของ $Cr_2O_7^{2-}$ เราจะประมาณว่าผลการเปลี่ยนแปลง $[H^+]$ ต่อ อัตราเร็วปฏิกิริยานั้นน้อยมากเนื่องจากสมดุลถูกรบกวนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ในที่นี้ จะเติม คองโกเรดอินดิเคเตอร์ลงไปเพื่อช่วยให้การติดตามปฏิกิริยาเป็นไปได้อย่างชัดเจน

อุปกรณ์และสารเคมี

ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 และ 100 ลบ. ซม.

บีกเกอร์ขนาด 250 และ 100 ลบ. ซม.

ปิเปตขนาด 25 และ 10 ลบ. ซม.

โพแทสเซียมไดโครเมต (potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$))

คองโกเรด (congo red) อินดิเคเตอร์

เอทานอล (ethanol (C_2H_5OH))

เครื่องมือ T-Jump ชนิด TJ-1B พร้อมตัวจ่ายกำลังไฟฟ้า และฮอสซิลโลสโคป

pH มิเตอร์

วิธีการทดลอง

จากสารเคมีดังกล่าวข้างต้น เตรียมสารละลายดังต่อไปนี้

A : $K_2Cr_2O_7$ 0.1 โมลาร์

โดยละลาย $K_2Cr_2O_7$ 29.4 กรัม ในขวดปริมาตรขนาด 1000
ลบ.ซม. และใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย

B : คองโกเรด 0.1 เปอร์เซ็นต์ (wt/vol)

โดยละลายคองโกเรด 0.1 กรัม ใน 20 ลบ.ซม. เอทานอล แล้ว
เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 ลบ.ซม. ในขวดปริมาตร

C : $NaClO_4$ 1.0 โมลาร์

โดยใช้ $NaClO_4$ 140 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วเจือจางจนมี
ปริมาตร 1000 ลบ.ซม.

จากสารละลาย A, B และ C นำมาเตรียมสารละลาย 1 ถึง 5 ดังตาราง
ที่ 12.1 โดยใช้ขวดปริมาตรขนาด 100 ลบ.ซม. จากนี้วัด pH ของสารละลาย

ตารางที่ 12.1

สารละลาย	A (มิลลิลิตร)	B (มิลลิลิตร)	C (มิลลิลิตร)
1	20	10	20
2	30	10	20
3	40	10	20
4	50	10	20
5	60	10	20

ใช้แผ่นกรองแสงสีเขียว เพื่อติดตามความเข้มข้นของคองโกเรด
ซึ่งดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง 500-700 นาโนเมตร

การวิเคราะห์ผลและการคำนวณ

ความเข้มข้นของ HCrO_4^- ในสารละลายจะคำนวณได้โดยใช้สมการ (3) และ K_H เท่ากับ 3×10^{-2} โมลาร์ เราอาจจะประมาณให้ ความเข้มข้นของไดโครเมตมีค่าเท่ากับผลบวกของ $[\text{HCrO}_4^{2-}]$ และ $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ ค่าคงที่การแตกตัว K_1 มีค่าค่อนข้างต่ำ คือ 3×10^{-7} โมลาร์ ทำให้สามารถตัด $[\text{CrO}_4^{2-}]$ ออกได้

ในการวัดความเข้มข้นของ HCrO_4^- มีค่าต่ำมาก ค่าคงที่อัตราเร็วปฏิกิริยา ซึ่งในที่มีอันดับหนึ่ง จะสามารถเขียนได้ว่า

$$k_{\text{obs}} = (k_f + 4k_b[\text{HCrO}_4^-]) [\text{H}^+] \quad (6)$$

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $k_{\text{obs}}/[\text{H}^+]$ กับ $[\text{HCrO}_4^-]$ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า ปฏิกิริยาถูกเร่งโดย $[\text{HCrO}_4^-]$ ด้วย

ถ้าเรานำเอาปรากฏการณ์ที่ $[\text{HCrO}_4^-]$ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เข้ามาพิจารณาจะได้ว่า

$$k_{\text{obs}} = (k_f + [\text{HCrO}_4^-](4k_b + k_f')) + 4k_b'[\text{HCrO}_4^-]^2) [\text{H}^+]$$

พบว่า เมื่อ $[\text{HCrO}_4^-]$ มีค่าน้อย k_f จะเท่ากับ 1.1×10^{-4} โมลาร์⁻¹.วินาที⁻¹ และ k_d เท่ากับ 3.7×10^6 โมลาร์⁻¹.วินาที⁻¹

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $(k_{\text{obs}}/[\text{H}^+] - k_f)/[\text{HCrO}_4^-]$ กับ $[\text{HCrO}_4^-]$ ก็จะสามารถคำนวณ k_f' และ k_b' ได้

แบบรายงานข้อมูลการทดลองที่ 12
จลนพลศาสตร์ของการสลายตัวของไดโครเมตไอออน

ชื่อนักศึกษา รหัสประจำตัว

ชื่อผู้ร่วมงาน 1. รหัสประจำตัว

2. รหัสประจำตัว

กลุ่มที่ ตอนที่

วันที่ทำการทดลอง

อุณหภูมิห้อง °C

อุณหภูมิสารละลายที่ทำปฏิกิริยา °C

การทดลองที่	$[K_2Cr_2O_7]_0$	pH	$[HCrO_4^-]$	k_{obs} (วินาที ⁻¹)
1				
2				
3				
4				
5				

แบบรายงานข้อมูลการทดลองที่ 12
จลนศาสตร์ของการสลายตัวของไดโครเมตไอออน

ชื่อภาควิชา รหัสประจำตัว

ชื่อผู้ร่วมงาน 1. รหัสประจำตัว

2. รหัสประจำตัว

กลุ่มที่ ตอนที่

วันที่ทำการทดลอง

อุณหภูมิห้อง °C

อุณหภูมิและเวลาที่ปฏิกิริยา °C

การทดลองที่	$[K_2Cr_2O_7]_0$	pH	$[HCO_4^-]$	$k_{obs.} (min^{-1})$
1				
2				
3				
4				
5				