

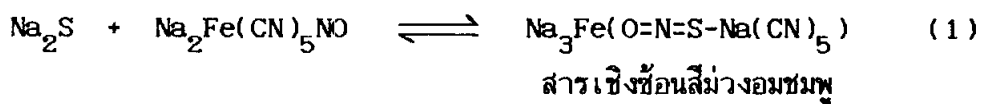
## การทดลองที่ 4 จลนพลศาสตร์ของการสลายตัวของสารประกอบเชิงซ้อน ของสารประกอบเชิงซ้อน

### จุดประสงค์

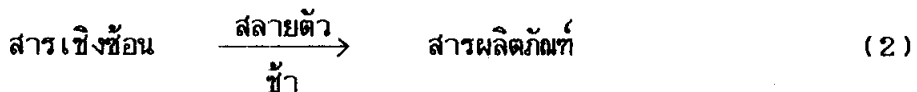
1. ศึกษาจลนพลศาสตร์ของการสลายตัวของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากไซเดียมซัลไฟด์และไซเดียมไนโตรปริซไซด์
2. ศึกษาอัตราของปฏิกิริยาดัวยวิธีสเปกโทรโฟโตเมตรี
3. ศึกษาบทบาทของกรดและด่างที่มีต่ออัตราการสลายตัวของสารเชิงซ้อน

### ทฤษฎี

ปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างไซเดียมซัลไฟด์ ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) และไซเดียมไนโตรปริซไซด์ ( $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}$ ) ปรากฏเป็นสีม่วงอมชมพูขึ้น โดยสีที่เกิดขึ้นเป็นสีของสารประกอบเชิงซ้อน ดังปฏิกิริยา



สารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจะไม่เสถียร ดังนั้นสีที่เกิดขึ้นจะค่อยๆ จางลงเนื่องจากการสลายตัวของสารเชิงซ้อนอย่างช้าๆ



การเกิดสีของสารเชิงซ้อนขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ  $\text{NaOH}$  (pH 9.8-11.5) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไซเดียมและน้ำ

จลนพลศาสตร์การสลายตัวของสารเชิงซ้อนนี้ สามารถใช้วิธีทางสเปกโทรโฟโตเมตรี

ในการติดตามความก้าวหน้าของปฏิกิริยาโดยวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของการสลายกับเวลาที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่สารเชิงซ้อนนี้ดูดกลืนแสงได้มากที่สุด

พิจารณาปฏิกิริยา (2) ถ้าปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง ค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยาสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{C_0}{C_t} \quad (3)$$

เมื่อ  $C_0$  คือ ความเข้มข้นหรือสมบัติทางกายภาพที่สัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้น ที่เวลาเริ่มต้น  $C_t$  คือ ความเข้มข้นหรือสมบัตินั้นๆ ที่เวลา  $t$  ใดๆ

ส่วนใหญ่ในการทดลองจะไม่ทราบค่า  $C_0$  หรือวัดได้ก็ไม่ว่ายกต้อง ดังนั้นการหาค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยาอาจจะพิจารณาโดยวิธี Guggenheim ถ้า  $C_t$  และ  $C_{t'}$  คือความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เวลา  $t$  และ  $t+\Delta t$  ตามลำดับ จะได้

$$C_t = C_0 e^{-kt} \quad (4)$$

และ 
$$C_{t'} = C_0 e^{-k(t+\Delta t)} \quad (5)$$

ซึ่งผลต่างของสมการ (4) และ (5) คือ

$$(C_t - C_{t'}) = C_0 (e^{-kt} - e^{-k(t+\Delta t)}) \quad (6)$$

$$= C_0 e^{-kt} (1 - e^{-k\Delta t}) \quad (7)$$

หรือ 
$$\ln(C_t - C_{t'}) = -kt + \ln C_0 (1 - e^{-k\Delta t}) \quad (8)$$

หรือ 
$$\log(C_t - C_{t'}) = \frac{-kt}{2.303} + \log C_0 (1 - e^{-k\Delta t}) \quad (9)$$

ถ้า  $\Delta t$  เป็นช่วงเวลาที่คงที่ เทอมที่สองทางขวามือของสมการ (8) จะเป็นค่าคงที่  
ดังนั้น ถ้าเขียนกราฟระหว่าง  $\log(C_t - C_t')$  กับ  $t$  ควรจะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชัน  
เท่ากับ  $-k/2.303$

### อุปกรณ์และสารเคมี

ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ลบ. ซม.

บีกเกอร์ขนาด 50 ลบ. ซม.

ปิเปตขนาด 5 ลบ. ซม.

นาฬิกาจับเวลา

สเปกโตรนิค 20 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectronic 20 spectro-  
photometer )

กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (hydrochloric acid ( HCl ))

โซเดียมซัลไฟด์ (sodium sulfide (Na<sub>2</sub>S))

โซเดียมไนโตรพรัสไซด์ (sodium ni troprusside (Na<sub>2</sub>Fe( CN )<sub>5</sub>NO ))

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide ( NaOH ))

### วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ และโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ จำนวน 50 ลบ. ซม. โดยใช้ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 ลบ. ซม.
2. เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ จำนวน 50 ลบ. ซม. โดยใช้ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ลบ. ซม.
3. ปิเปตสารละลายในข้อ 1 และ 2 ใส่ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 ลบ. ซม. จำนวน 5 ใบตั้งตาราง โดยเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ หรือโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ หลังสุด ในการผสมสารละลายให้ผสมสารละลายทีละขวด โดยให้ผสมเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วเติมน้ำให้ครบ 50 ลบ. ซม. จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน และรีบนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ในระยะแรกค่าการดูดกลืนแสงจะค่อยๆเพิ่มขึ้น เนื่องจากการรวมตัวของสารตั้งต้นเป็นสาร

เชิงซ้อนยังไม่สมบูรณ์ให้รอจนกระทั่งค่าการดูดกลืนแสงถึงจุดสูงสุด จึงเริ่มอ่านค่าการดูดกลืนแสงพร้อมทั้งเริ่มจับเวลา จากนั้นอ่านค่าการดูดกลืนแสงทุก 15 วินาที จนกระทั่งค่าการดูดกลืนแสงคงที่ บันทึกผลการทดลอง

4. ทำการทดลองซ้ำสำหรับชุดที่ 2 - 5

หมายเหตุ ไนโตรปริชไซด์ไม่เสถียรในสารละลาย aqueous ดังนั้น จึงควรเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

หมายเหตุ	ปริมาตรสารละลายที่ใช้ (ml)			
	$\text{Na}_2\text{S}$	$\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}$	HCl	NaOH
1	5	5	-	-
2	5	5	2	-
3	5	5	-	2
4	5	5	-	4
5	5	5	-	6

## การวิเคราะห์ผลและการคำนวณ

1. เขียนกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเวลา โดยแสดงให้เห็นตำแหน่งที่เป็นครึ่งชีวิต (half life) ของปฏิกิริยาด้วย
2. เขียนกราฟระหว่าง  $\log(A_t - A_\infty)$  กับเวลา จากนั้นหาค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยา เมื่อ  $A_t$  คือค่าการดูดกลืนแสงที่เวลา  $t$  ใดๆ  $A_\infty$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่คงที่
3. เฉพาะข้อมูลของสารละลายชุดที่ 1 เขียนกราฟ  $\log(A_t - A_t')$  กับเวลา เมื่อ  $A_t$  และ  $A_t'$  คือค่าการดูดกลืนแสงที่เวลา  $t$  และ  $t + \Delta t$  โดย  $\Delta t$  เป็นช่วงเวลาที่คงที่ซึ่งในทันทีเท่ากับ 15 วินาที กราฟที่ได้ควรเป็นเส้นตรงซึ่งแสดงว่าเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง และหาค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยา

## คำถาม

1. จากผลการทดลอง จงสรุปลักษณะที่สำคัญของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง
2. จงแสดงให้เห็นว่า เหตุใดจึงสามารถใช้สมบัติการดูดกลืนแสง (absorbance) แทนความเข้มข้นในสมการ (4) ได้
3. บทบาทของกรดและด่าง มีผลต่อความก้าวหน้าของปฏิกิริยาการสลายตัวของสารเชิงซ้อนที่ศึกษาหรือไม่ อย่างไร

แบบรายงานข้อมูลการทดลองที่ 4  
จลนพลศาสตร์การสลายตัวของสารประกอบเชิงซ้อน

ชื่อนักศึกษา ..... รหัสประจำตัว .....

ชื่อผู้ร่วมงาน 1. .... รหัสประจำตัว .....

2. .... รหัสประจำตัว .....

กลุ่มที่ ..... ตอนที่ .....

วันที่ทำการทดลอง .....

อุณหภูมิห้อง ..... °C

อุณหภูมิที่ทำการทดลอง ..... °C

น.น.  $\text{Na}_2\text{S}$  =                      กรัม

น.น.  $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}$  =                      กรัม

ค่าการดูดกลืนแสงที่เวลาต่างๆ

เวลา (วินาที)	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดที่ 4	ขวดที่ 5
0					
15					
30					
45					
60					
75					
90					
105					

เวลา (วินาที)	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดที่ 4	ขวดที่ 5
120					
135					
150					
165					
180					
195					
210					
225					
240					
255					
270					
285					
300					

แบบรายงานข้อมูลการทดลองที่ 4  
จลนพลศาสตร์การสลายตัวของสารประกอบเชิงซ้อน

ชื่อนักศึกษา ..... รหัสประจำตัว .....

ชื่อผู้ร่วมงาน 1. .... รหัสประจำตัว .....

2. .... รหัสประจำตัว .....

กลุ่มที่ ..... ตอนที่ .....

วันที่ทำการทดลอง .....

อุณหภูมิห้อง ..... °C  
อุณหภูมิทำการทดลอง ..... °C

น.น.  $\text{Na}_2\text{S}$  =                      กรัม  
น.น.  $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}$  =                      กรัม

ค่าการดูดกลืนแสงที่เวลาต่างๆ

เวลา (วินาที)	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดที่ 4	ขวดที่ 5
0					
15					
30					
45					
60					
75					
90					
105					



เวลา (วินาที)	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดที่ 4	ขวดที่ 5
120					
135					
150					
165					
180					
195					
210					
225					
240					
255					
270					
285					
300					