



ชุดที่

1

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

วิชาเคมี 4 หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี

## ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นางวรรณุช กองเพชร

ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

โรงเรียนวังทองพิทยาคม

อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39





## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการสอนวิชาเคมี 4 (ว30224) และสอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้จัดทำได้สอดแทรกเนื้อหา กิจกรรม เป้าหมายสำหรับผู้เรียนทุกคนที่จะได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง แก่ครู นักเรียน และผู้สนใจ

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะ

นางวรรณช ทองเพชร



## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม	1
สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรม เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม	2
แบบทดสอบก่อนเรียน	3
ชุดกิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน	6
กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน	6
วิธีทำกิจกรรมที่ 1 การทดลองปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน	7
แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน	9
แบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน	13
กิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน	14
วิธีทำกิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน	15
ใบความรู้ที่ 1.1 ปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน	17
แบบฝึกทักษะที่ 1.1 ปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน	20
ใบความรู้ที่ 1.2 ตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์	21
แบบฝึกทักษะที่ 1.2 ตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์	24
ใบความรู้ที่ 1.3 ปฏิริยารีดอกซ์อธิบายโดยใช้เลขออกซิเดชัน	25
แบบฝึกทักษะที่ 1.3 ปฏิริยารีดอกซ์อธิบายโดยใช้เลขออกซิเดชัน	28
แบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน	29
แบบทดสอบหลังเรียน	31
บรรณานุกรม	34



## คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม

### วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง มีความรู้เหมาะสมกับวัย
3. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมีชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

### ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน
2. ศึกษาส่วนหน้าของชุดกิจกรรม โดยศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
4. ศึกษากิจกรรม วิธีทำกิจกรรมให้ละเอียดตามขั้นตอน เรียงลำดับตามเนื้อหาในชุดกิจกรรม โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
  - 4.1 ขั้นสร้างความสนใจ
  - 4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา
  - 4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
  - 4.4 ขั้นขยายความรู้
  - 4.5 ขั้นประเมินผล
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน



สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี  
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดส์ ในแง่การถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน, ปฏิกิริยารีดักชัน, ปฏิกิริยารีดอกซ์, ตัวรีดิวซ์, และตัวออกซิไดส์ได้
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยา และการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้
3. เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดส์ได้

กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง



แบบทดสอบ

ก่อนเรียน

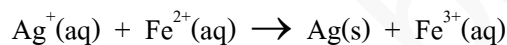
เรื่อง ปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ตรงกับคำตอบที่ถูกต้องลงในข้อสอบ

1. ปฏิริยาเคมีในข้อใดต่อไปนี้ เป็นปฏิริยาประเภทรีดอกซ์อย่างแน่นอน

- ก. เมื่อผสมสารละลายสองชนิดมีตะกอนเกิดขึ้น
- ข. เมื่อกรดซัลฟิวริกทำปฏิริยาสะเทินกับโซเดียมไฮดรอกไซด์
- ค. เมื่อกรดซัลฟิวริกแตกตัวเป็นไอออนในน้ำ
- ง. เมื่อสารประกอบบางชนิดทำปฏิริยากับกรดแล้วมีแก๊สคลอรีนเกิดขึ้น

2. จงพิจารณาปฏิริยาต่อไปนี้



สารใดถูกออกซิไดส์

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| ก. $\text{Ag}^+(\text{aq})$ | ข. $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ |
| ค. $\text{Ag}(\text{s})$    | ง. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ |

3. ปฏิริยาในข้อใดเป็นปฏิริยารีดอกซ์

- ก.  $\text{PbS} + 4\text{O}_3 \rightarrow \text{PbSO}_4 + 4\text{O}_2$
- ข.  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
- ค.  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$
- ง.  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

4. พิจารณาปฏิริยารีดอกซ์  $\text{Cd}(\text{s}) + \text{I}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq})$  ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. Cd เป็นตัวออกซิไดส์
- ข. Cd ถูกออกซิไดส์
- ค.  $\text{I}_2$  เป็นตัวรีดิวซ์
- ง.  $\text{I}^-$  ถูกรีดิวซ์



5. ข้อใดต่อไปนี้จะกล่าวได้ถูกต้องที่สุด

- ก. สารที่ถูกรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น
- ข. สารที่เป็นตัวออกซิไดส์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง
- ค. สารที่ถูกรีดิวซ์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง
- ง. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง

6. ปฏิกิริยาออกซิเดชันหมายถึง

- ก . ปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน ข . ปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน
- ค . ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับแก๊สออกซิเจน ง . ปฏิกิริยาที่มีการลดเลขออกซิเดชัน

7.  $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2$  จากสมการดังกล่าว ข้อความใดถูกต้อง

- ก.  $\text{CaH}_2$  เป็นตัวออกซิไดส์ เพราะ  $\text{H}^+$  ในสารนี้รับ  $e^-$
- ข.  $\text{CaH}_2$  เป็นตัวออกซิไดส์ เพราะ  $\text{H}^-$  ในสารนี้รับ  $e^-$
- ค. ปฏิกิริยานี้ไม่ใช่ปฏิกิริยารีดอกซ์
- ง.  $\text{H}_2\text{O}$  เป็นตัวออกซิไดส์

8. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้  $2\text{Au}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Au(s)} + \text{Au}^{2+}(\text{aq})$  ข้อใดถูกต้อง

- ก.  $\text{Au}^+(\text{aq})$  เป็นตัวออกซิไดส์
- ข.  $\text{Au}^+(\text{aq})$  เป็นตัวรีดิวซ์
- ค.  $\text{Au}^+(\text{aq})$  เป็นทั้งตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์
- ง. ไม่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์เพราะสารตั้งต้นมีเพียง  $\text{Au}^+(\text{aq})$  ชนิดเดียว

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9

- 1. Na ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำในขณะที่ Zn ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ
- 2. แผ่น Zn ทำปฏิกิริยากับสารละลาย HCl เจือจางเร็วกว่า Fe
- 3. แท่ง Cu จุ่มในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเกิดสีเงินติดแท่งCu และสารละลายเป็นสีฟ้าอ่อน
- 4. ใส่ผงเหล็กในสารละลายคอปเปอร์ (II)ซัลเฟตเกิดสีส้มหุ้มผงเหล็ก

9. การเรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์จากมากไปน้อยเป็นไปตามข้อใด

- ก.  $\text{Zn} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag}$  ข.  $\text{Ag} > \text{Cu} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Na}$
- ค.  $\text{Na} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Ag} > \text{Cu}$  ง.  $\text{Na} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag}$





10. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก . ปฏิบัติการผสมสารประกอบบางชนิดแล้วมีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นแสดงว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
- ข . ในสมการรีดอกซ์สารตัวเดียวจะเป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์พร้อมกันไม่ได้
- ค . ตัวออกซิไดส์คือสารที่รับอิเล็กตรอน ตัวรีดิวซ์คือสารที่ให้อิเล็กตรอน
- ง . ในปฏิกิริยารีดอกซ์ จะต้องมีการปฏิกิริยาออกซิเดชัน และรีดักชันเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ





## ชุดกิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน กิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน

### สาระสำคัญ

สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  มีสีฟ้า ส่วนสารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  ไม่มีสี ในสารละลายจะมีโลหะไอออน คือ  $\text{Cu}^{2+}$  และ  $\text{Zn}^{2+}$  ตามลำดับ ระบบที่เกิดปฏิกิริยาได้แก่  $\text{Zn}$  จุ่มอยู่ในสารละลาย  $\text{Cu}^{2+}$  และมี  $\text{Cu}$  กับ  $\text{Zn}^{2+}$  เกิดขึ้น แสดงว่ามีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะ  $\text{Zn}$  กับโลหะไอออน  $\text{Cu}^{2+}$  หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้วจะมี  $\text{Zn}^{2+}$  เกิดขึ้นและ  $\text{Cu}^{2+}$  ลดลง

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

- อธิบายหลักการและวิธีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับโลหะไอออนในการเกิดปฏิกิริยาได้
- ทดลองศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงการถ่ายโอนอิเล็กตรอนได้
- มีจิตวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์

### เวลาที่ใช้

1 ชั่วโมง

### สื่อวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชุดกิจกรรมที่ 1

- แบบบันทึกกิจกรรม
- แนวคิดหลังกิจกรรมการทดลอง
- แบบฝึกหัด
- แบบทดสอบก่อนเรียน



## วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	สารละลาย $\text{CuSO}_4$ เข้มข้น $1 \text{ mol/dm}^3$	$50 \text{ cm}^3$
2	สารละลาย $\text{ZnSO}_4$ $1 \text{ mol/dm}^3$	$50 \text{ cm}^3$
3	สังกะสีขนาด $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$	2 ชิ้น
4	ทองแดงขนาด $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$	2 ชิ้น
5	บีกเกอร์ขนาด $50 \text{ cm}^3$	4 ใบ
6	กระบอกตวงขนาด $25 \text{ cm}^3$	1 ใบ
7	กระดาษทรายขนาด $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$	1 ชิ้น

## วิธีทำกิจกรรม

## 1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1. ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง การนำไฟฟ้าของสารละลายอิเล็กโทรไลต์แล้ว ให้ความรู้ต่อไปว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน ระหว่างสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน เรียกว่า ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี

## 2. ขั้นสำรวจ และค้นหา

2.1. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชุดกิจกรรมที่ 1 ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน กิจกรรมที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน โดยให้ผู้เรียนศึกษาชุดกิจกรรม วิธีทำกิจกรรมให้ละเอียดตามขั้นตอน สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันปรึกษากับเนื้อหาสาระที่มีอยู่ในชุดกิจกรรม กลุ่มจะต้องรับผิดชอบเพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจเนื้อหาอย่างชัดเจน

2.2. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดวิธีทำกิจกรรมการทดลองโดยศึกษาจากแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน

2.3. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งสังเกตผล เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากแนวคิดหลังกิจกรรม การทดลอง



### 3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป

3.1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอกระบวนการ และผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

3.2. นักเรียนทุกคนเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมตามแบบบันทึกกิจกรรม และให้แต่ละกลุ่มคัดเลือกผลงานที่ดีที่สุดเป็นผลงานกลุ่ม

### 4. ขั้นขยายความรู้

4.1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดความกระจ่างในเรื่อง ปฏิกริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน

4.2. นักเรียน ช่วยกันเฉลยคำถามท้ายกิจกรรมโดยมีครูคอยแนะนำอย่างใกล้ชิด

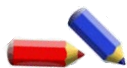
4.3. นักเรียนสอบถามเนื้อหาส่วนที่ยังไม่เข้าใจ โดยมีครูแนะนำให้ความรู้เพิ่มเติมส่วนนั้น

### 5. ขั้นประเมินผล

5.1. นักเรียนทำแบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 1 ปฏิกริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน

5.2. นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด





## แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

สมาชิกกลุ่ม

1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

3.....เลขที่.....

4.....เลขที่.....

5.....เลขที่.....

จุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

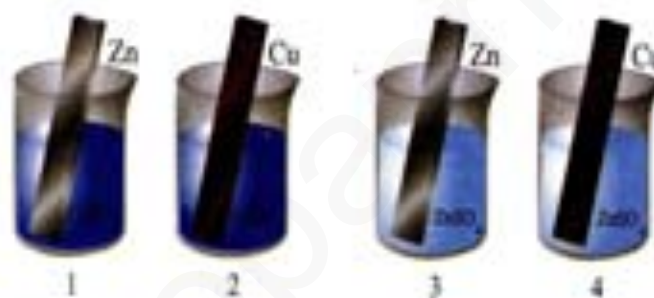
อุปกรณ์และสารเคมี

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	สารละลาย $\text{CuSO}_4$ เข้มข้น $1 \text{ mol/dm}^3$	$50 \text{ cm}^3$
2	สารละลาย $\text{ZnSO}_4$ $1 \text{ mol/dm}^3$	$50 \text{ cm}^3$
3	สังกะสีขนาด $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$	2 ชิ้น
4	ทองแดงขนาด $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$	2 ชิ้น
5	ปิកเกอร์ขนาด $50 \text{ cm}^3$	4 ใบ
6	กระบอกตวงขนาด $25 \text{ cm}^3$	1 ใบ
7	กระดาษทรายขนาด $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$	1 ชิ้น



## วิธีทำกิจกรรม

1. ใส่น้ำละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  ลงในบีกเกอร์ 2 ใบ ใบละ  $25 \text{ cm}^3$  สังเกตสีของสารละลาย
2. จุ่มชิ้นสังกะสีขนาด  $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$  และโลหะทองแดงขนาดเดียวกัน ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 ตั้งทิ้งไว้สักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะทั้งสอง และสารละลาย ถ้ามีสารมาเกาะบนชิ้นโลหะให้แกะออก แล้วสังเกตผิวของโลหะอีกครั้งว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
3. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 และ 2 แต่เปลี่ยนสารละลายจาก  $\text{CuSO}_4$  เป็น  $\text{ZnSO}_4$  เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับชิ้นโลหะ และสารละลายของแต่ละการทดลองพร้อมทั้งบันทึกผลการทำกิจกรรม



รูปที่ 1-1 การจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน

ที่มา : หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 สสวท.

## ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

ระบบที่ประกอบด้วย	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ชิ้นโลหะ	สารละลาย
Zn ใน $\text{CuSO}_4$		
Cu ใน $\text{CuSO}_4$		
Zn ใน $\text{ZnSO}_4$		
Cu ใน $\text{ZnSO}_4$		



### คำถามท้ายการทำกิจกรรม

1. ก่อนจุ่มแผ่นโลหะ ในสารละลายมีไอออนของโลหะชนิดใดละลายอยู่  
.....  
.....
2. โลหะกับไอออนของโลหะในสารละลายชนิดใดที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ทราบได้อย่างไร  
.....  
.....
3. โลหะกับไอออนของโลหะคู่ที่เกิดปฏิกิริยา เลขออกซิเดชันของสารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร  
.....  
.....

### สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

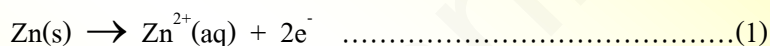




## แนวคิดหลังกิจกรรมการทดลอง

เมื่อจุ่มโลหะ Zn ลงในสารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  ซึ่งประกอบด้วย  $\text{Zn}^{2+}$  กับ  $\text{SO}_4^{2-}$  และจุ่มโลหะ Cu ลงในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ซึ่งประกอบด้วย  $\text{Cu}^{2+}$  กับ  $\text{SO}_4^{2-}$  เป็นการจุ่มโลหะลงในสารละลายที่มีไอออนของโลหะชนิดนั้น ผลการทดลองไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าไม่เกิดปฏิกิริยานั่นคือไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่มีการให้หรือรับอิเล็กตรอนนั่นเอง

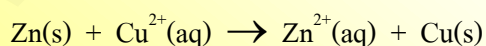
เมื่อจุ่มโลหะลงในสารละลายที่มีไอออนของโลหะต่างชนิดกัน เช่น การจุ่มโลหะ Zn ลงในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ที่ประกอบด้วย  $\text{Cu}^{2+}$  ซึ่งมีสีฟ้า และ  $\text{SO}_4^{2-}$  ซึ่งไม่มีสี ปรากฏว่ามีสารสีน้ำตาลแดงมาเกาะที่แผ่นโลหะ Zn ส่วนที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เมื่อเคาะให้สารสีน้ำตาลแดงหลุดออกพบว่าผิวของโลหะ Zn สีกกร่อนและบางลง อธิบายได้ว่าเนื่องจากโลหะ Zn ให้อิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็น  $\text{Zn}^{2+}$  อยู่ในสารละลายเขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



ส่วนสารสีน้ำตาลแดงที่อยู่บนผิวของโลหะ Zn ควรเป็นโลหะ Cu ซึ่งเกิดจาก  $\text{Cu}^{2+}$  ในสารละลายรับอิเล็กตรอนจากโลหะ Zn นอกจากนี้ยังพบอีกว่าถ้าแช่โลหะ Zn ในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  นานขึ้นสารละลายสีฟ้าจะจางลง แสดงว่าปริมาณของ  $\text{Cu}^{2+}$  ในสารละลายลดลง เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ดังนี้



ในปฏิกิริยาที่มีสารหนึ่งให้อิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นจะเรียกว่าเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่วนปฏิกิริยาที่อีกสารหนึ่งรับอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงจะเรียกว่าเกิดปฏิกิริยารีดักชันปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยารีดักชันจัดเป็นเพียงครึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นพร้อมกัน เมื่อรวมครึ่งปฏิกิริยาทั้งสองเข้าด้วยกันจะได้ปฏิกิริยารีดอกซ์ดังสมการ



ระบบที่มีโลหะ Cu จุ่มอยู่ในสารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  ซึ่งมี  $\text{Zn}^{2+}$  กับ  $\text{SO}_4^{2-}$  พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแสดงว่าไม่เกิดปฏิกิริยาและไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นนั่นคือ โลหะ Cu ไม่ให้อิเล็กตรอนแก่  $\text{Zn}^{2+}$  ในสารละลาย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า  $\text{Zn}^{2+}$  ในสารละลายไม่สามารถรับอิเล็กตรอนจากโลหะ Cu ได้แสดงว่า  $\text{Cu}^{2+}$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{Zn}^{2+}$  และ Zn ให้อิเล็กตรอนหรือเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายกว่า Cu



**แบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 1 ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายโลหะไอออน**

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ตรงกับคำตอบที่ถูกต้อง

จากข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 - 5

เมื่อจุ่มแผ่น Zn ลงในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  สักครู่หนึ่งจะเกิดสารสีน้ำตาลแดงมาเกาะรอบแผ่น Zn และพบว่าสารละลายสีฟ้าจางลง ส่วนแผ่น Zn สีกกร่อนไป แต่ถ้าจุ่มแผ่น Cu ลงในสารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงใด ๆ

1. เพราะเหตุใดเมื่อจุ่มแผ่น Zn ลงในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  สักครู่หนึ่งจะเกิดสารสีน้ำตาลแดงมาเกาะรอบแผ่น Zn

- ก. เพราะ  $\text{Cu}^{2+}$  รับอิเล็กตรอน กลายเป็นอะตอมของ Cu มาเกาะบนแผ่น Zn  
ข. เพราะ  $\text{Zn}^{2+}$  รับอิเล็กตรอน กลายเป็นอะตอมของ Zn มาเกาะบนแผ่น Zn  
ค. เพราะ  $\text{Cu}^{2+}$  ให้อิเล็กตรอน กลายเป็นอะตอมของ Cu มาเกาะบนแผ่น Zn  
ง. เพราะ  $\text{Zn}^{2+}$  ให้อิเล็กตรอน กลายเป็นอะตอมของ Zn มาเกาะบนแผ่น Zn

2. สารละลายสีฟ้าจางลงเพราะเหตุใด

- ก.  $\text{Zn}^{2+}$  ในสารละลายลดลง ข.  $\text{Cu}^{2+}$  ในสารละลายลดลง  
ค.  $\text{Cu}^{2+}$  ในสารละลายเพิ่มขึ้น ง. ไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

3. แผ่น Zn สีกกร่อนเพราะเหตุใด

- ก. โลหะทองแดง(Cu)ให้อิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็น  $\text{Cu}^{2+}$  อยู่ในสารละลาย  
ข. โลหะทองแดง(Cu)รับอิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็น  $\text{Cu}^{2+}$  อยู่ในสารละลาย  
ค. โลหะสังกะสี(Zn)รับอิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็น  $\text{Zn}^{2+}$  อยู่ในสารละลาย  
ง. โลหะสังกะสี(Zn)ให้อิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็น  $\text{Zn}^{2+}$  อยู่ในสารละลาย

4. สมการแสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อ Zn ให้อิเล็กตรอน แล้วเกิดเป็น  $\text{Zn}^{2+}$  อยู่ในสารละลาย ตรงกับข้อใด

- ก.  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$  ข.  $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$   
ค.  $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$  ง.  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$

5. เมื่อจุ่มแผ่น Cu ลงในสารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงเพราะเหตุใด

- ก. Zn ให้อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่า Cu ข.  $\text{Cu}^{2+}$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{Zn}^{2+}$   
ค. ไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น ง. ถูกทุกข้อ



## ชุดกิจกรรมที่ 1 ปฏิบัติการเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน กิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

### สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดได้ระหว่างสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน โดยสารหนึ่งเป็นฝ่ายเสียอิเล็กตรอน และอีกสารหนึ่งเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน ซึ่งหลักการนี้เราสามารถนำไปใช้สร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีสำหรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

- อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดส์ ในแง่การถ่ายโอนอิเล็กตรอน และการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้
- จัดลำดับความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออน และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ พร้อมเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาได้
- ตระหนักถึงคุณค่า และประโยชน์ที่ได้จากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

### เวลาที่ใช้

2 ชั่วโมง

### สื่อวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชุดกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมที่ 2

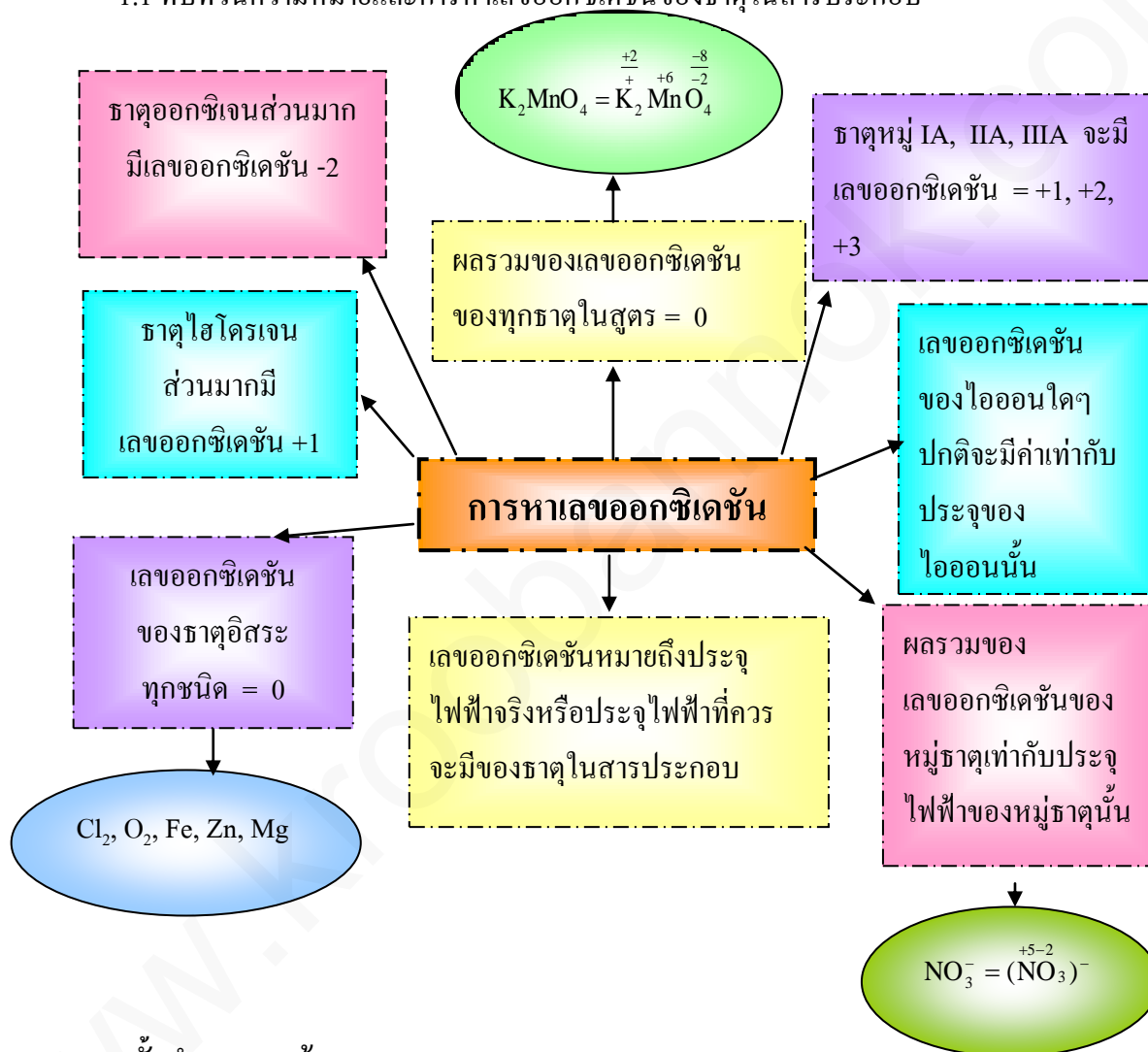
- ใบความรู้
- แบบฝึกทักษะ
- แบบฝึกหัด
- แบบทดสอบหลังเรียน



## วิธีทำกิจกรรม

## 1. ขั้นสร้างความสนใจ

## 1.1 ทบทวนความหมายและการหาเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบ



## 2. ขั้นสำรวจ และค้นหา

2.1. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชุดกิจกรรมที่ 1 ปฏิบัติเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน กิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนโดยให้ผู้เรียนศึกษาชุดกิจกรรม วิธีทำกิจกรรมให้ละเอียดตามขั้นตอน



2.2. นักเรียนศึกษา และทำความเข้าใจเนื้อหาจากใบความรู้ แล้วทำแบบฝึกทักษะเรียงลำดับตามเนื้อหาโดยร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันปรึกษาหารือเกี่ยวกับสาระเนื้อหาที่มีอยู่ ตอบคำถาม ชี้แจงหรืออธิบายเกี่ยวกับเนื้อหาให้เพื่อนฟัง กลุ่มจะต้องรับผิดชอบเพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจเนื้อหาอย่างชัดเจน

### 3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป

3.1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาสรุปผลการเรียนรู้หน้าชั้นเรียน โดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ คือ ปฏิบัติการเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน, ตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์, ปฏิบัติการรีดออกซ์อธิบายโดยใช้เลขออกซิเดชัน กลุ่มละ 1 หัวข้อ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยมีครูให้คำแนะนำ

### 4. ขยายความรู้

4.1. นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างหลักการถ่ายโอนอิเล็กตรอนนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้างพร้อมให้เหตุผล

4.2. ในการบรรยายเพื่อนสนิทให้หลักใช้หลักในการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในการแก้ปัญหาอย่างไร โดยครูคอยแนะนำ

4.2. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกทักษะ 1.1, 1.2, 1.3 เพื่อขยายความรู้โดยมีครูให้คำแนะนำ

### 5. ขั้นประเมินผล

5.1. นักเรียนทำแบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิบัติการเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

5.2. นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด

5.3. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ จากนั้นนักเรียน และครูร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ



## ใบความรู้ที่ 1.1

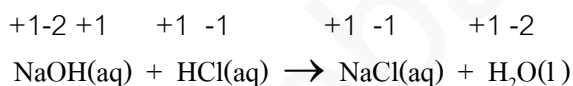
## ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

"ไฟฟ้าเคมี" เป็นส่วนหนึ่งของวิชาเคมีในสาขาเคมีเชิงฟิสิกส์(Physical chemistry) ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมี และพลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า คือเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เช่นการเปลี่ยนแปลงในถ่านไฟฉาย และสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเคมี คือใช้กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เช่นการชุบโลหะ

ปฏิกิริยาเคมีแบ่งโดยใช้การถ่ายโอนอิเล็กตรอนเป็นเกณฑ์ มี 2 ชนิด คือ

### 1. ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ (Non-redox reaction)

ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ คือปฏิกิริยาที่ไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนหรือเป็นปฏิกิริยาที่ไม่มีการให้และรับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยานั้น เช่น



จากสมการของปฏิกิริยาข้างต้น ไม่มีธาตุใดเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันเลย แสดงว่าไม่มีธาตุให้หรือรับอิเล็กตรอนเลย

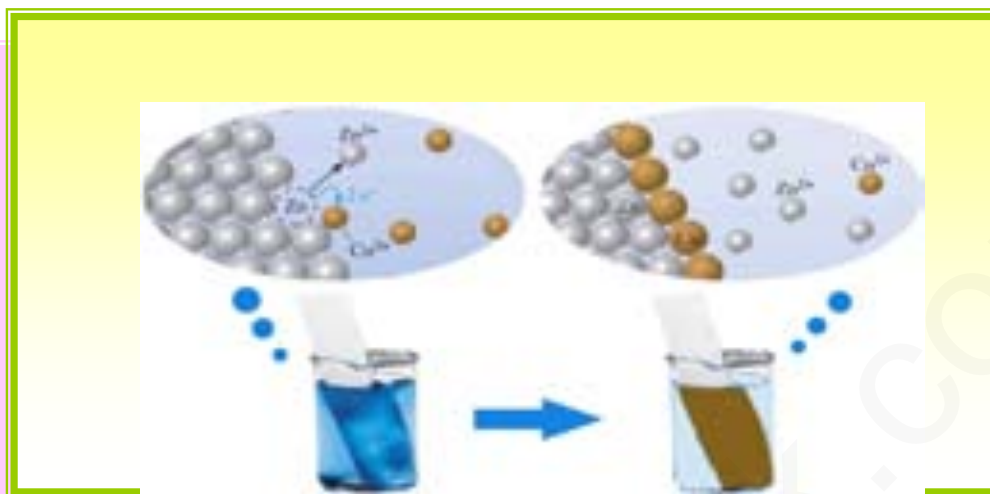
### 2. ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction)

**Redox** มาจากคำว่า Reduction + Oxidation ปฏิกิริยารีดอกซ์ หรือปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชัน เป็นปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน หรือเป็นปฏิกิริยาที่มีเลขออกซิเดชันของธาตุเปลี่ยนแปลง ซึ่งเขียนแยกเป็นสองส่วน และแต่ละส่วนของปฏิกิริยามีชื่อเรียกแตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย 2 ปฏิกิริยาดังนี้

**ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation reaction)** คือปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอนเกิดขึ้น

**ปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction reaction)** คือปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

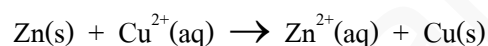
ปฏิกิริยารีดอกซ์ส่วนมากจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การนำโลหะสังกะสี (Zn) จุ่มลงไปในสารละลายของทองแดง ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ดังรูป



รูปที่ 1 - 2 การถ่ายโอนอิเล็กตรอนของโลหะสังกะสีกับไอออนของทองแดง

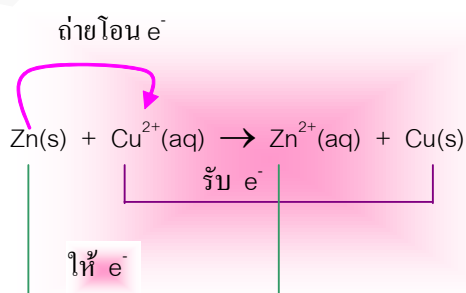
ที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/electrochem01.htm>

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ

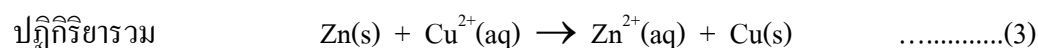
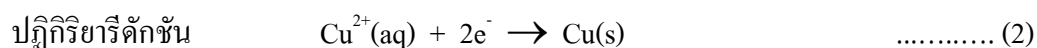
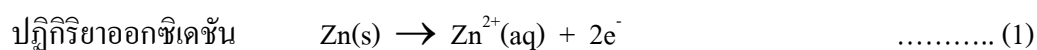


อิเล็กตรอนจะถูกถ่ายโอนจาก Zn ไปยัง  $\text{Cu}^{2+}$  ในสารละลายได้โดยตรง สิ่งที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนก็คือ แผ่นสังกะสีจะกร่อน มีตะกอนของทองแดงเกิดขึ้นบนแผ่นสังกะสี และเมื่อตั้งทิ้งไว้ สารละลายสีฟ้าของ  $\text{Cu}^{2+}$  จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นไม่มีสี โดยเกิดปฏิกิริยาลย่อยหรือที่เรียกว่าครึ่งปฏิกิริยา (Half-reaction)

การพิจารณาปฏิกิริยาระหว่างโลหะ Zn กับ  $\text{Cu}^{2+}$  ซึ่งเขียนแทนด้วยสมการ



เขียนแยกเป็นปฏิกิริยาลย่อย ดังนี้

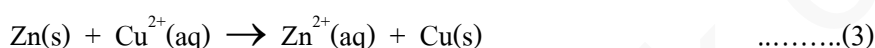




ปฏิกิริยาที่ (1) เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน เพราะมีการให้อิเล็กตรอนโดยมี Zn ให้อิเล็กตรอน แล้วกลายเป็น  $Zn^{2+}$  ถ้าพิจารณาเลขออกซิเดชันของ Zn เมื่อให้อิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น +2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงเป็นปฏิกิริยาที่มีการเพิ่มขึ้นของเลขออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาที่ (2) เป็นปฏิกิริยารีดักชัน เพราะมีการรับอิเล็กตรอน โดยมี  $Cu^{2+}$  รับอิเล็กตรอน แล้วกลายเป็นอะตอมของ Cu,  $Cu^{2+}$  เมื่อรับอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงจาก +2 เป็น 0 ปฏิกิริยารีดักชันจึงเป็นปฏิกิริยาที่มีการลดลงของเลขออกซิเดชัน

เมื่อรวมปฏิกิริยา (1) และ (2) จะได้ปฏิกิริยาดังสมการ



ปฏิกิริยา (3) เรียกว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน หรือเรียกสั้นๆ ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์ ในทางตรงข้ามถ้านำชิ้น Cu จุ่มลงในสารละลาย  $ZnSO_4$  จะไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นหรือไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น แสดงว่า  $Cu^{2+}$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $Zn^{2+}$  และ Zn ให้อิเล็กตรอนหรือเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายกว่า Cu

**การพิจารณาว่าปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์และปฏิกิริยานอนรีดอกซ์**

1. ปฏิกิริยารีดอกซ์ จะมีสารที่ให้อิเล็กตรอน และรับอิเล็กตรอนเท่ากันในสมการที่ดุลแล้วจึงไม่มีอิเล็กตรอนแสดงอยู่
2. ปฏิกิริยาที่มีธาตุอิสระร่วมอยู่ด้วย ไม่ว่าจะเป็นสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์จะเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
3. ปฏิกิริยาสันดาป และสังเคราะห์แสง จะเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เพราะมีแก๊สออกซิเจนเป็นสารตั้งต้น
4. ปฏิกิริยาเมตาบอลิซึม ในร่างกายเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
5. ปฏิกิริยาที่เกิดในเซลล์ไฟฟ้าเคมีทุกชนิดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
6. ปฏิกิริยาที่มีธาตุแทรนซิชันร่วมอยู่ด้วย มักเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
7. นอกจากนี้ จะพิจารณาว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่ ต้องตรวจเลขออกซิเดชันว่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ โดยเริ่มพิจารณาจากธาตุแทรนซิชัน ธาตุโลหะหมู่ 4, 5, 6, 7 ตามลำดับ หากมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน จะเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ ถ้ามีธาตุหมู่ 1A และ 2A ในรูปสารประกอบไม่ต้องตรวจเลขออกซิเดชัน เพราะไม่เปลี่ยนแปลงที่
8. ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสส่วนมากเป็นปฏิกิริยานอนรีดอกซ์



### แบบฝึกทักษะที่ 1.1

#### ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. โลหะ M จุ่มในสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต เกิดสารสีน้ำตาลแดงเกาะที่โลหะ M สารละลายจะมีสีฟ้าจางลง และถ้าจุ่มโลหะ M ลงในสารละลายซิงค์ซัลเฟต จะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง จากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1. จงเรียงลำดับความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของสารจากมากไปน้อย

.....

1.2. จงเรียงลำดับความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของสารจากมากไปน้อย

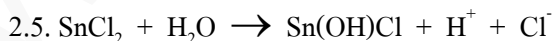
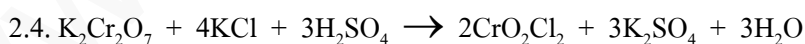
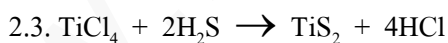
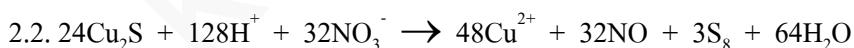
.....

1.3. สมการของปฏิกิริยา  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  เกิดขึ้นหรือไม่ อธิบาย

.....

.....

2. สมการใดต่อไปนี้ป็นสมการของปฏิกิริยารีดอกซ์



.....

.....



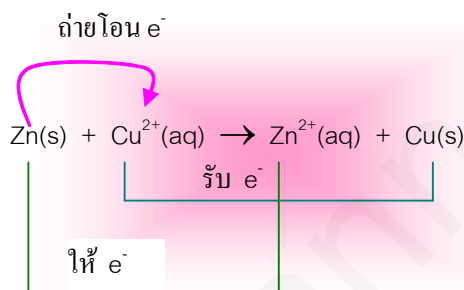


## ใบความรู้ที่ 1.2

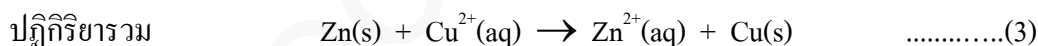
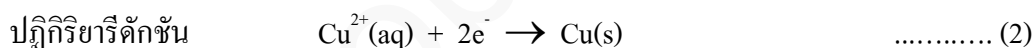
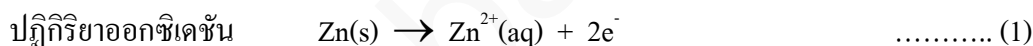
### ตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์

#### ตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์

ตัวออกซิไดส์ (Oxidiser หรือ Oxidizing agent) คือสารที่ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนแก่สารอื่น  
ตัวรีดิวซ์ (Reducer หรือ Reducing agent) คือสารที่ทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่น  
การพิจารณาปฏิกิริยาระหว่างโลหะ Zn กับ  $\text{Cu}^{2+}$  ซึ่งเขียนแทนด้วยสมการ



เขียนแยกเป็นปฏิกิริยาย่อย ดังนี้



ปฏิกิริยาที่ (1) เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน เพราะมีการให้อิเล็กตรอน โดยมี Zn ให้อิเล็กตรอนเรียกว่าตัวรีดิวซ์ แล้วกลายเป็น  $\text{Zn}^{2+}$  ถ้าพิจารณาเลขออกซิเดชันของ Zn เมื่อให้อิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น +2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงเป็นปฏิกิริยาที่มีการเพิ่มขึ้นของเลขออกซิเดชัน และอาจกล่าวว่า สารที่สูญเสียอิเล็กตรอน และเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น (Zn) นี้ถูกออกซิไดส์

ปฏิกิริยาที่ (2) เป็นปฏิกิริยารีดักชัน เพราะมีการรับอิเล็กตรอน โดยมี  $\text{Cu}^{2+}$  รับอิเล็กตรอน เรียกว่าตัวออกซิไดส์ แล้วกลายเป็นอะตอมของ Cu,  $\text{Cu}^{2+}$  เมื่อรับอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงจาก +2 เป็น 0 ปฏิกิริยารีดักชันจึงเป็นปฏิกิริยาที่มีการลดลงของเลขออกซิเดชัน และอาจกล่าวว่า สารที่รับอิเล็กตรอนและมีเลขออกซิเดชันลดลง ( $\text{Cu}^{2+}$ ) นี้ถูกรีดิวซ์

เมื่อรวมปฏิกิริยา (1) และ (2) จะได้ปฏิกิริยาดังสมการ



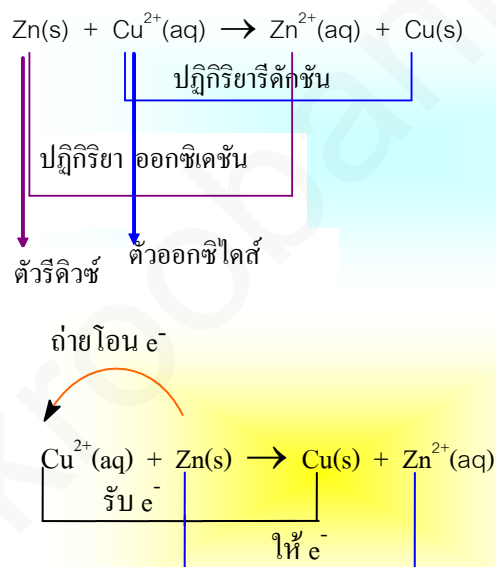


ปฏิกิริยา (3) เรียกว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน หรือเรียกสั้นๆ ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์ โดย Zn รีดิวซ์  $\text{Cu}^{2+}$  ให้เป็น Cu และ  $\text{Cu}^{2+}$  ออกซิไดส์ Zn ให้กลายเป็น  $\text{Zn}^{2+}$  หรืออาจกล่าวว่า  $\text{Cu}^{2+}$  ถูกรีดิวซ์โดย Zn และ Zn ถูกออกซิไดส์โดย  $\text{Cu}^{2+}$  Zn จึงเป็นตัวรีดิวซ์ (Reducing agent) และ  $\text{Cu}^{2+}$  เป็นตัวออกซิไดส์ (Oxidizing agent)

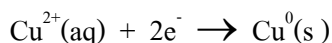
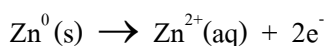
ตาราง 1.1 ลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะกับไอออนของโลหะ

ความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะ (ตัวรีดิวซ์)	ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของ ไอออนของโลหะ(ตัวออกซิไดส์)
<p>ยาก</p> <p>↓</p> <p>Cu(s)</p> <p>Zn(s)</p> <p>↓</p> <p>ง่าย</p>	<p>↑</p> <p>Cu<sup>2+</sup>(aq)</p> <p>Zn<sup>2+</sup>(aq)</p> <p>↑</p> <p>ยาก</p>

สรุป ปฏิกิริยาระหว่าง Zn กับ  $\text{Cu}^{2+}$  ด้วยสมการดังนี้



เขียนแยกสมการได้ดังนี้

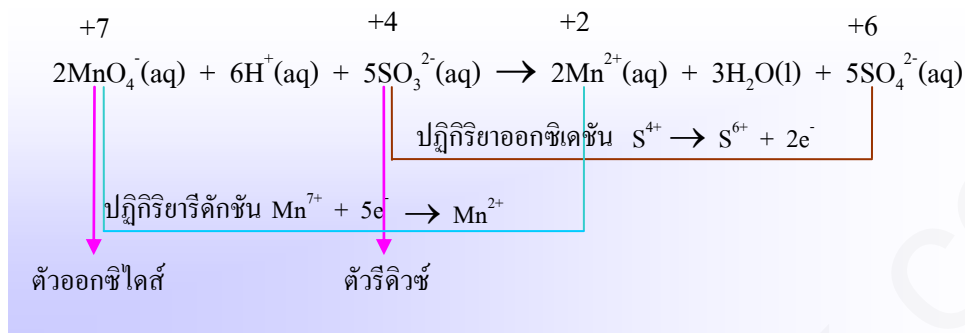


จะเห็นว่า ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง คือ ส่วนของสารที่ให้อิเล็กตรอน ( $e^-$ ) จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และส่วนของสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง



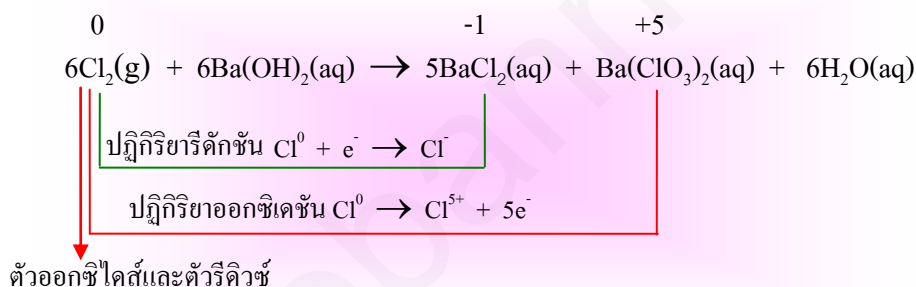
## ตัวอย่าง การพิจารณาปฏิกิริยาต่างๆ ด้วยแผนภาพสมการเคมี

## ตัวอย่างที่ 1



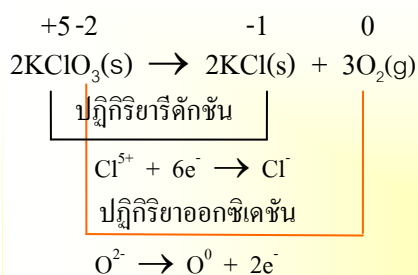
$\text{MnO}_4^-$  เป็นตัวออกซิไดส์ จะได้ว่า  $\text{MnO}_4^-$  ออกซิไดส์  $\text{SO}_3^{2-}$  แต่ถูกรีดิวซ์โดย  $\text{SO}_3^{2-}$   
 $\text{SO}_3^{2-}$  เป็นตัวรีดิวซ์ จะได้ว่า  $\text{SO}_3^{2-}$  รีดิวซ์  $\text{MnO}_4^-$  แต่ถูกออกซิไดส์โดย  $\text{MnO}_4^-$

## ตัวอย่างที่ 2

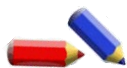


$\text{Cl}_2$  เป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ จะได้ว่า  $\text{Cl}_2$  ออกซิไดส์ และรีดิวซ์  $\text{Cl}_2$  ด้วยกันเอง เรียกปฏิกิริยาแบบนี้ว่า Autoredox reaction หรือ Selfredox reaction หรือ Disproportion reaction

## ตัวอย่างที่ 3



$\text{KClO}_3$  เป็นทั้งตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ เพราะ Cl มีเลขออกซิเดชันลดลง (รับอิเล็กตรอน) และ O มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น (ให้อิเล็กตรอน) ปฏิกิริยานี้สารชนิดเดียวกันถูกออกซิไดส์ และถูกรีดิวซ์ เรียก Autoredox reaction

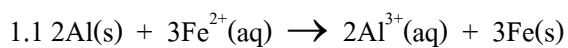


แบบฝึกทักษะที่ 1.2  
ตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์

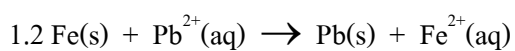
ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

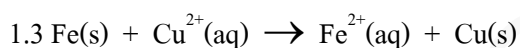
1. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ จงระบุว่าสารใดเป็นตัวรีดิวซ์ และสารใดเป็นตัวออกซิไดส์



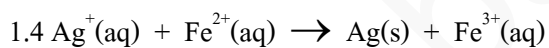
.....



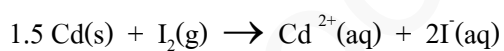
.....



.....



.....



.....





## ใบความรู้ที่ 1.3

## ปฏิกิริยารีดอกซ์อธิบายโดยใช้เลขออกซิเดชัน

ปฏิกิริยารีดอกซ์อธิบายโดยใช้เลขออกซิเดชัน

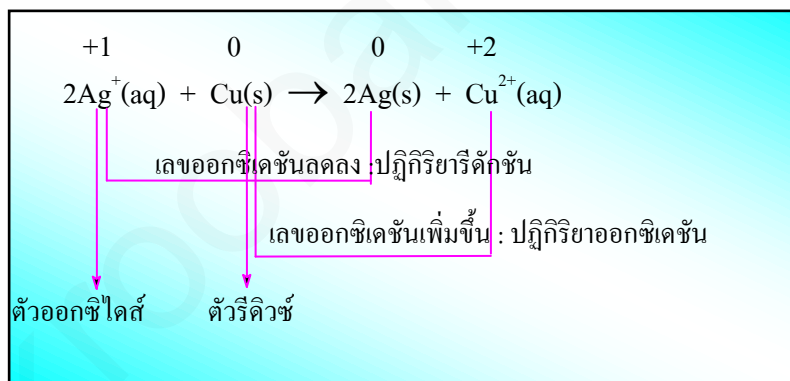
ปฏิกิริยารีดอกซ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือปฏิกิริยาที่มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และเรียกสารที่มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นว่า เป็นตัวรีดิวซ์

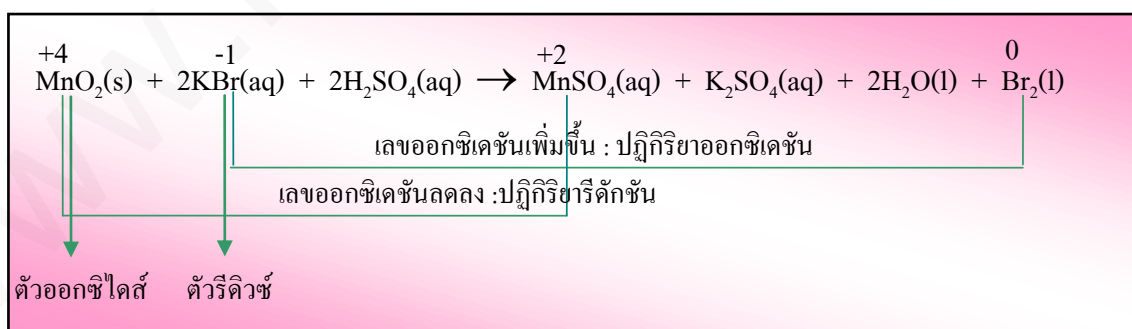
ปฏิกิริยารีดักชัน คือปฏิกิริยาที่มีเลขออกซิเดชันลดลง และเรียกสารที่มีเลขออกซิเดชันลดลงว่า เป็นตัวออกซิไดส์

การพิจารณาปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยใช้เลขออกซิเดชันจากปฏิกิริยาดังนี้

## ตัวอย่างที่ 1



## ตัวอย่างที่ 2



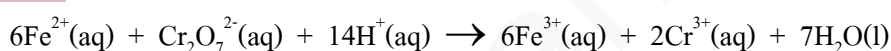
จากตัวอย่างปฏิกิริยารีดอกซ์ พบว่า ตัวออกซิไดส์รับอิเล็กตรอนแล้วเลขออกซิเดชันลดลง และ ตัวรีดิวซ์ให้อิเล็กตรอนแล้ว เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น



ตาราง 1.2 ปฏิกริยารีดอกซ์

เทอม	การเปลี่ยนแปลงอิเล็กตรอน	การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน
ปฏิกิริยาออกซิเดชัน	ให้อิเล็กตรอน	เพิ่มขึ้น
ปฏิกิริยารีดักชัน	รับอิเล็กตรอน	ลดลง
ตัวออกซิไดส์	รับอิเล็กตรอน	ลดลง
ตัวรีดิวซ์	ให้อิเล็กตรอน	เพิ่มขึ้น
สารที่ถูกออกซิไดส์	ให้อิเล็กตรอน	เพิ่มขึ้น
สารที่ถูกรีดิวซ์	รับอิเล็กตรอน	ลดลง

**ตัวอย่างที่ 3** จงพิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม



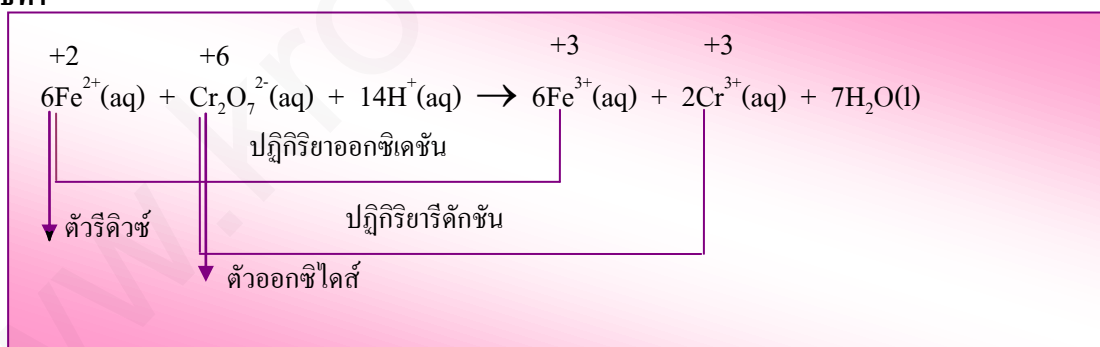
ก. สารใดถูกออกซิไดส์

ค. สารใดเป็นตัวออกซิไดส์

ข. สารใดถูกรีดิวซ์

ง. สารใดเป็นตัวรีดิวซ์

**วิธีทำ**



**ตอบ**

ก.  $\text{Fe}^{2+}$  ถูกออกซิไดส์

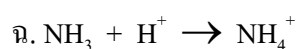
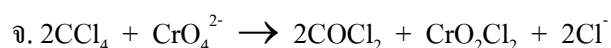
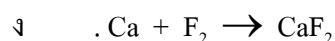
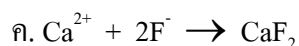
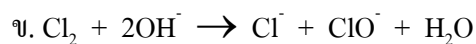
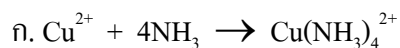
ค.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  เป็นตัวออกซิไดส์

ข.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ถูกรีดิวซ์

ง.  $\text{Fe}^{2+}$  เป็นตัวรีดิวซ์

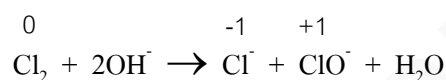


**ตัวอย่างที่ 4** สมการของปฏิกิริยาในข้อใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ อธิบาย

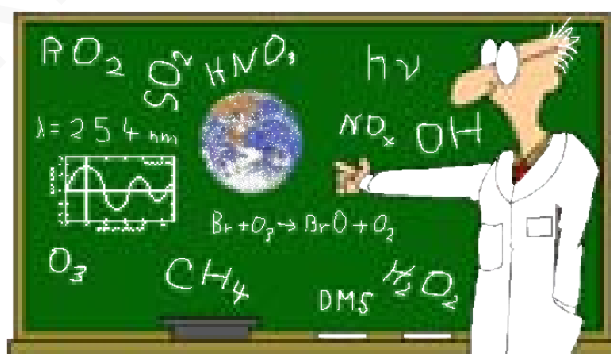
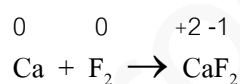


**ตอบ** ข้อ ก. ค. จ. ฉ. เป็นปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ ไม่มีธาตุใดเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

ข้อ ข. เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เพราะธาตุ  $\text{Cl}_2$  เปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ดังนี้



ข้อ ง. เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เพราะ Ca มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และ  $\text{F}_2$  มีเลขออกซิเดชันลดลง ดังนี้





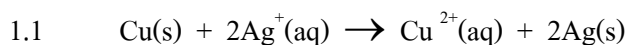
## แบบฝึกทักษะที่ 1.3

## ปฏิกิริยารีดอกซ์อธิบายโดยใช้เลขออกซิเดชัน

ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงเขียนสมการแสดงครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งระบุตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์มีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลงอย่างไร

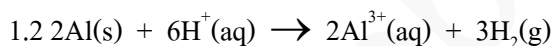


ปฏิกิริยาออกซิเดชัน.....

ปฏิกิริยารีดักชัน.....

ตัวออกซิไดส์คือ.....เลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง.....

ตัวรีดิวซ์คือ.....เลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง.....

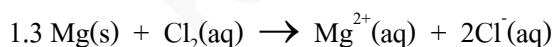


ปฏิกิริยาออกซิเดชัน.....

ปฏิกิริยารีดักชัน.....

ตัวออกซิไดส์คือ.....เลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง.....

ตัวรีดิวซ์คือ.....เลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง.....



ปฏิกิริยาออกซิเดชัน.....

ปฏิกิริยารีดักชัน.....

ตัวออกซิไดส์คือ.....เลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง.....

ตัวรีดิวซ์คือ.....เลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง.....





## แบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 2 ศึกษาปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ตรงกับคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์

1. เป็นปฏิกิริยาที่มีการให้ - รับอิเล็กตรอน
2. เป็นปฏิกิริยาที่มีการเพิ่ม - ลดเลขออกซิเดชัน
3. เป็นปฏิกิริยาที่มีการเพิ่ม - ลดประจุบวก

ก. เฉพาะ 1 และ 2

ข. เฉพาะ 2 และ 3

ค. เฉพาะ 1 และ 3

ง. ทั้ง 1, 2 และ 3

2. เมื่อนำแท่งดินบุกจมลงในสารละลายของตะกั่วไนเตรต ปรากฏว่ามีโลหะตะกั่วเกาะบนแท่งดินบุกแสดงว่า

ก. แท่งดินบุกเป็นตัวออกซิไดส์

ข. แท่งดินบุกเป็นตัวรีดิวซ์

ค. โลหะตะกั่วเป็นตัวออกซิไดส์

ง. ตะกั่วไอออนเป็นตัวรีดิวซ์



จากสมการนี้ตัวออกซิไดส์ เปลี่ยนเลขออกซิเดชันเป็นอย่างไร

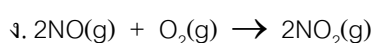
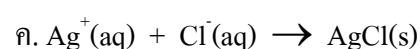
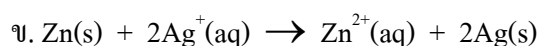
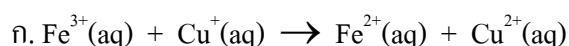
ก. -2 เป็น 0

ข. +2 เป็น -2

ค. -3 เป็น +2

ง. +3 เป็น +2

4. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ ข้อใดไม่ใช่ปฏิกิริยารีดอกซ์





5. เมื่อจุ่มโลหะ A, B, C และ D แต่ละชนิดลงในสารละลายของโลหะไอออน ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง เมื่อ + แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น – แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง

โลหะ	สารละลาย			
	$A^{2+}$	$B^{2+}$	$C^{2+}$	$D^{2+}$
A	-	+	+	-
B	-	-	-	-
C	-	+	-	-
D	+	+	+	-

การเรียงลำดับความแรงของตัวรีดิวซ์

ข้อใดถูกต้อง

ก.  $B > C > A > D$

ข.  $C > A > D > B$

ค.  $D > A > C > B$

ง.  $A > C > B > D$





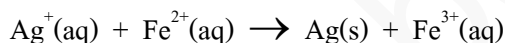
แบบทดสอบหลังเรียน  
เรื่อง ปฏิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ตรงกับคำตอบที่ถูกต้องลงในข้อสอบ

1. ปฏิริยาเคมีในข้อใดต่อไปนี้ เป็นปฏิริยาประเภทรีดอกซ์อย่างแน่นอน

- ก. เมื่อผสมสารละลายสองชนิดมีตะกอนเกิดขึ้น
- ข. เมื่อกรดซัลฟิวริกทำปฏิริยาสะเทินกับโซเดียมไฮดรอกไซด์
- ค. เมื่อกรดซัลฟิวริกแตกตัวเป็นไอออนในน้ำ
- ง. เมื่อสารประกอบบางชนิดทำปฏิริยากับกรดแล้วมีแก๊สคลอรีนเกิดขึ้น

2. จงพิจารณาปฏิริยาต่อไปนี้



สารใดถูกออกซิไดส์

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| ก. $\text{Ag}^+(\text{aq})$ | ข. $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ |
| ค. $\text{Ag}(\text{s})$    | ง. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ |

3. ปฏิริยาในข้อใดเป็นปฏิริยารีดอกซ์

- ก.  $\text{PbS} + 4\text{O}_3 \rightarrow \text{PbSO}_4 + 4\text{O}_2$
- ข.  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
- ค.  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$
- ง.  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

4. พิจารณาปฏิริยารีดอกซ์  $\text{Cd}(\text{s}) + \text{I}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq})$  ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. Cd เป็นตัวออกซิไดส์
- ข. Cd ถูกออกซิไดส์
- ค.  $\text{I}_2$  เป็นตัวรีดิวซ์
- ง.  $\text{I}^-$  ถูกรีดิวซ์

5. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวได้ถูกต้องที่สุด

- ก. สารที่ถูกรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น  
ข. สารที่เป็นตัวออกซิไดส์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง  
ค. สารที่ถูกลอกซิไดส์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง  
ง. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง

## 6. ปฏิกริยาออกซิเดชันหมายถึง

- ก . ปฏิกริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน ข . ปฏิกริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน  
ค. ปฏิกริยาที่เกี่ยวข้องกับแก๊สออกซิเจน ง . ปฏิกริยาที่มีการลดเลขออกซิเดชัน

7.  $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2$  จากสมการดังกล่าว ข้อความใดถูกต้อง

- ก.  $\text{CaH}_2$  เป็นตัวออกซิไดส์ เพราะ  $\text{H}^+$  ในสารนี้รับ  $e^-$   
 ข.  $\text{CaH}_2$  เป็นตัวออกซิไดส์ เพราะ  $\text{H}^-$  ในสารนี้รับ  $e^-$   
 ค. ปฏิกิริยานี้ไม่ใช่ปฏิกิริยารีดอกซ์  
 ง.  $\text{H}_2\text{O}$  เป็นตัวออกซิไดส์

8. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้  $2\text{Au}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Au}(\text{s}) + \text{Au}^{2+}(\text{aq})$  ข้อใดถูกต้อง

- ก.  $\text{Au}^+(\text{aq})$  เป็นตัวออกซิไดส์  
ข.  $\text{Au}^+(\text{aq})$  เป็นตัวรีดิวซ์  
ค.  $\text{Au}^+(\text{aq})$  เป็นทั้งตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์  
ง. ไม่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์เพราะสารตั้งต้นมีเพียง  $\text{Au}^+(\text{aq})$  ชนิดเดียว

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9

1. Na ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำในขณะที่ Zn ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ
2. แผ่น Zn ทำปฏิกิริยากับสารละลาย HCl เจือจางเร็วกว่า Fe
3. แท่ง Cu จุ่มในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเกิดสีเงินติดแท่ง Cu และสารละลายเป็นสีฟ้าอ่อน
4. ใส่ผงเหล็กในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเกิดสีส้มหุ้มผงเหล็ก

9. การเรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวริ้วจากมากไปน้อยเป็นไปตามข้อใด

၈.  $\text{Zn} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag}$       ၉.  $\text{Ag} > \text{Cu} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Na}$   
 ၉.  $\text{Na} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Ag} > \text{Cu}$       ၁၀.  $\text{Na} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag}$



10. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก . ปฏิบัติการผสมสารประกอบบางชนิดแล้วมีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นแสดงว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
- ข . ในสมการรีดอกซ์สารตัวเดียวจะเป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์พร้อมกันไม่ได้
- ค . ตัวออกซิไดส์คือสารที่รับอิเล็กตรอน ตัวรีดิวซ์คือสารที่ให้อิเล็กตรอน
- ง . ในปฏิกิริยารีดอกซ์ จะต้องมีการปฏิกิริยาออกซิเดชัน และรีดักชันเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ





### บรรณานุกรม

เทพจำนง แสงสุนทร. คู่มือเตรียมสอบ เคมี ม.6 เล่ม 6 ว 035. กรุงเทพมหานคร: ภูมิบัณฑิต, ม.ป.ป.  
พินิจ รัตนานุกูล และคณะ. เคมี 3 โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอน.

กรุงเทพมหานคร: บริษัทด้านสุขภาพการพิมพ์ จำกัด, 2550

ศรมน โปธิทอง. คู่มือเตรียมสอบ เคมี รวม ม.4-5-6. กรุงเทพมหานคร: ภูมิบัณฑิต, ม.ป.ป.  
ศรีลักษณ์ พลวัฒน์ และประดับ นาคแก้ว. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เคมีเพิ่มเติม.

กรุงเทพมหานคร: บริษัท ออฟเซ็ท ครีเอชั่น จำกัด, ม.ป.ป.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และ  
เพิ่มเติม เคมี เล่ม 4. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2547

———. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และ เพิ่มเติม เคมี เล่ม 4. กรุงเทพมหานคร:  
ครูสภาลาดพร้าว, 2548

สุทัศน์ ไตรสถิตวร และสมศักดิ์ วรมงคลชัย. เคมี ม.5 เล่ม 4. กรุงเทพมหานคร:  
เทพพิทักษ์การพิมพ์, ม.ป.ป.

<http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/electrochem01.htm>