

ชุดการสอนหน่วย ไฟฟ้าเคมี  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์

โดย  
นายสมคิด ก้านกิ่งคำ  
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนสัจจวิทยา อำเภอสังขาม จังหวัดหนองคาย  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

ชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ เล่มนี้ ผู้จัดทำได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการประกอบการเรียนการสอน และพัฒนาการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยได้ใช้เวลาในการศึกษาปัญหาการเรียนการสอนรายวิชา เคมี พบว่านักเรียนทำความเข้าใจยาก ขาดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและขั้นตอนการทำงานอย่างถูกต้อง จึงทำให้เกิดปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผู้จัดทำจึงได้พยายามศึกษาค้นคว้าหาวิธีการ และเทคนิคการสอนที่แปลกใหม่และน่าสนใจ โดยการศึกษาจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือแบบเรียน คู่มือ นิตยสาร และหนังสือเกี่ยวกับไฟฟ้าเคมี โดยได้ทดลองใช้กับนักเรียนหลายครั้งจนแน่ใจว่า เป็นผลงานที่ดีมีคุณภาพ เหมาะแก่การนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณนายสุรเดช บัวหลวง ผู้อำนวยการโรงเรียนสังคมิวิทยา ที่ให้คำปรึกษาสนับสนุน แนะนำ ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการจัดทำผลงานทางวิชาการ ให้ถูกต้องตามหลักการวิชาการ และขอขอบคุณคณะคุณครู นักเรียนโรงเรียนสังคมิวิทยาทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจและให้ความร่วมมือในการจัดทำจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดการสอนการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครู นักเรียน และผู้ที่สนใจนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้หรือการนำไปประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนต่อไป

นายสมคิด ก้านกิ่งคำ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
คำชี้แจงการใช้ชุดการสอน.....	1
จุดประสงค์ชุดการสอน.....	1
แนวการจัดการเรียนรู้.....	1
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	2
คำแนะนำขั้นตอนการใช้ชุดการสอน ( สำหรับครูผู้สอน ).....	2
คำแนะนำขั้นตอนการใช้ชุดการสอน ( สำหรับนักเรียน ).....	2
การวัดผลและประเมินผล.....	3
ชุดที่ 1 ปฏิบัติรายสัปดาห์	
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	4
บัตรคำสั่ง          รหัส A          .....	7
บัตรเนื้อหา          รหัส B          .....	8
บัตรกิจกรรม          รหัส C          .....	13
บัตรคำถาม          รหัส D          .....	18
บัตรเฉลย          รหัส E          .....	19
แบบทดสอบหลังเรียน.....	20
แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม.....	22
รายละเอียดเกณฑ์ประเมินการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน.....	24
แบบบันทึกคะแนนบัตรคำถาม.....	25
แบบบันทึกคะแนนก่อนเรียน - หลังเรียน.....	27
บรรณานุกรม.....	29

**คำชี้แจง การใช้ชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**1. ส่วนประกอบของชุดการสอน**

- แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ
- บัตรคำสั่ง (รหัส A )
- บัตรเนื้อหา (รหัส B )
- บัตรกิจกรรม (รหัส C )
- บัตรคำถาม (รหัส D )
- บัตรเฉลย (รหัส E )
- เกณฑ์การประเมิน
- แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

2. ให้นักเรียนศึกษาบัตรกิจกรรมของชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์ แล้วปฏิบัติ ตามขั้นตอน

3. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม รวม 1 ชั่วโมง

**1. จุดประสงค์ของชุดการสอน**

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
2. เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ให้มีความกระตือรือร้นอยากเรียนรู้มากขึ้น
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น อภิปรายผลงานของกลุ่มตนเองและกลุ่มของเพื่อน กล้าคิด กล้าทำ แก้ปัญหาและบริหารจัดการเป็น ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมในกลุ่ม

**2. แนวการจัดการเรียนรู้**

เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ของชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้วิชาเคมี ว 32224 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้ให้ยืดหยุ่นได้ตามสภาพและขีดผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ได้แก่
  - กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด
  - กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สาระที่ 1 การอ่าน สาระที่ 2 การเขียน สาระที่ 3 การฟัง การพูด และสาระที่ 5 หลักการใช้ภาษา
3. จัดกิจกรรมโดยการแบ่งกลุ่ม และจัดให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำ

## กิจกรรม

### 3. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดซ์ ในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้

### 4. คำแนะนำขั้นตอนในการใช้ชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

#### 4.1 คำแนะนำสำหรับครูผู้สอน

##### 1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน

2. นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน โดยครูช่วยนักเรียนแบ่งกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มมีทั้งนักเรียนเก่ง เรียนปานกลางและเรียนอ่อนเท่า ๆ กัน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม ให้นักเรียนมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่ม ครูให้คำปรึกษาและอธิบายบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างชัดเจน เช่น

- ประธานกลุ่มมีหน้าที่รับผิดชอบ กำกับควบคุมการทำงานในกลุ่ม
- เลขานุการมีหน้าที่ประสานงานและคอยช่วยเหลือประธานกลุ่ม แล้วจดบันทึก
- สมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่ปฏิบัติตามที่กลุ่มได้วางแผนไว้ ร่วมแสดงความคิดเห็น และช่วยเหลือการทำงานในกลุ่ม

3. ครูแจกชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชุดที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้าและไฟฟ้าสถิต กลุ่มละ 1 ชุด

4. ครูชี้แจงลำดับขั้นตอนในการใช้ชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชุดที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้าและไฟฟ้าสถิต

5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ได้ซักถาม

6. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดการสอน โดยครูคอยกำกับดูแลช่วยเหลือและแนะนำการปฏิบัติกิจกรรม

7. ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียนแล้วบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนทดสอบก่อนเรียน

8. ครูนัดหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ( กลุ่มเดิมที่เคยทำงานกลุ่มเดียวกัน) เตรียมผลไม้เพื่อนำมาใช้ในการทดลองหากระแสไฟฟ้า ดังนี้ สับปะรด ส้ม มะนาว มะเขือเทศ

9. ครูแนะนำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี มาก่อน โดยให้นักเรียนค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต แล้วนำผลการค้นคว้ามานำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั่วโมงต่อไป

#### 4.2 คำแนะนำสำหรับนักเรียน

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน โดยครูช่วยนักเรียนแบ่งกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มมีทั้งนักเรียนเก่ง เรียนปานกลางและเรียนอ่อนเท่า ๆ กัน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม ให้นักเรียนมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่ม เช่น

- ประธานกลุ่มมีหน้าที่รับผิดชอบ กำกับควบคุมการทำงานในกลุ่ม
- เลขานุการมีหน้าที่ประสานงานและคอยช่วยเหลือประธานกลุ่ม แล้วจดบันทึก
- สมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่ปฏิบัติตามที่กลุ่มได้วางแผนไว้ ร่วมแสดงความคิดเห็น และช่วยเหลือการทำงานในกลุ่ม

2. นักเรียนเข้าประจำกลุ่ม สมาชิกกลุ่มเลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม

3. ประธานกลุ่มรับชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้ชุดที่ 1 เรื่อง ปฏิกริยารีดออกซ์ จากครูผู้สอน แล้วแจกแบบทดสอบก่อนเรียนให้สมาชิกทุกคนทำแบบทดสอบ

จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

4. นักเรียนอ่านบัตรคำสั่ง ศึกษาเนื้อหาในบัตรเนื้อหา และบัตรกิจกรรม ใช้เวลา 5 นาที แล้วปฏิบัติตามใบงานที่ 1 ใช้เวลา 15 นาที

5. นักเรียนตอบคำถามในบัตรคำถาม แล้วเก็บรวบรวมส่งครู เพื่อนำไปตรวจ ใช้เวลา 5 นาที

6. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติงาน ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน ตัวแทน กลุ่มอภิปรายหน้าชั้นเรียน ใช้เวลากลุ่มละ 3 นาที รวม 20 นาที

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

8. ประธานกลุ่มอ่านบัตรเฉลยให้สมาชิกกลุ่มช่วยกันตรวจ แล้วบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนบัตรคำถาม และแบบบันทึกคะแนนทดสอบหลังเรียน

9. นักเรียนเก็บอุปกรณ์และนำชุดการสอนเข้ากล่องให้เรียบร้อยมาวางไว้บนโต๊ะครู ช่วยกันทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน

10. จดบันทึกรายการวัสดุ - อุปกรณ์ ที่จะต้องเตรียมมาให้พร้อมในครั้งต่อไป

## 5. การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลชุดการสอนเสริมทักษะการเรียนรู้วิชาเคมี ว 32224 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ

### 1.วิธีการวัดผลประเมินผล

- 1.1 ทดสอบก่อนเรียน
- 1.2 ทดสอบหลังเรียน
- 1.3 การสังเกตพฤติกรรม
- 1.4 การประเมินผลการปฏิบัติงาน

### 2.เครื่องมือวัดผลประเมินผล

- 2.1 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 2.2 แบบทดสอบหลังเรียน
- 2.3 แบบสังเกตพฤติกรรม

## แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1

### เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์

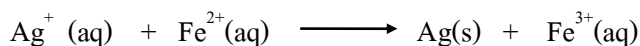


**คำชี้แจง** ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย x ทับอักษร ก ข ค ง ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว  
(10 ข้อ 10 คะแนน)

1. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดต่อไปนี้เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

- ก. การย่อยอาหารของคน
- ข. การเผาไหม้ของน้ำมัน
- ค. ปฏิกิริยาในถ่านไฟฉาย
- ง. ใส่น้ำตาลละลาย  $\text{MgSO}_4$  ในภาชนะที่ทำด้วยสังกะสี

2. จงพิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



สารใดถูกออกซิไดซ์

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

3. จากการทดลองใส่ชิ้นโลหะโครเมียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจางพบว่าโลหะโครเมียม  
กร่อนไปและได้ก๊าซไฮโดรเจน ปฏิกิริยาในข้อใดที่แสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ของโลหะโครเมียมใน  
สารละลายกรดได้ถูกต้อง

- ก.  $\text{Cr}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
- ข.  $6\text{Cr}^{+3}(\text{aq}) + 6\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 6\text{Cl}^-(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g}) + 6\text{Cr}(\text{s})$
- ค.  $6\text{Cr}(\text{s}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
- ง.  $6\text{Cr}^{+3}(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 6\text{Cr}(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g})$

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

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

5. ถ้าโลหะนิเกิลทำปฏิกิริยากับ  $\text{H}^+$  ได้ก๊าซไฮโดรเจน  $\text{H}^+$  หรือ  $\text{Ni}^{2+}$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่ากัน และ  
ธาตุหรือไอออนใดเป็นตัวรีดิวซ์ตามลำดับ

- ก.  $\text{Ni}^{2+}$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}^+$  เป็นตัวรีดิวซ์
- ข.  $\text{H}^+$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$  เป็นตัวรีดิวซ์
- ค.  $\text{Ni}^{2+}$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{H}^+$ , Ni เป็นตัวรีดิวซ์

ง.  $H^+$  รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $Ni^{+2}$  , โลหะนิเกิลเป็นตัวรีดิวซ์

6. ข้อใดต่อไปนี้จะกล่าวได้ถูกต้องที่สุด

- ก. สารที่ถูกรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น
- ข. สารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง
- ค. สารที่ถูกออกซิไดซ์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง
- ง. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันลดลง

7.  $Fe^+$  ในปฏิกิริยาใดต่อไปนี้เป็นสารที่ถูกรีดิวซ์

- ก.  $2Al(s) + 3Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Fe(s)$
- ข.  $Fe(s) + Pb^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Pb(s)$
- ค.  $Fe(s) + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$
- ง.  $Ag^+(aq) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Ag(s) + Fe^{3+}(aq)$

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8 - 10

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1. ใส่แท่งตะกั่วลงในสารละลาย $FeSO_4$	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2. ใส่ทองแดงลงใน $AgNO_3$	ได้เงินเกาะที่แท่งทองแดง
3. ใส่ทองแดงตะกั่วลงในกรดเกลือ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
4. ใส่แท่งเงินลงในกรดเกลือ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
5. ใส่ตะกั่วลงในสารละลาย $CuSO_4$	ได้ทองแดงเกาะบนแท่งตะกั่ว
6. ใส่เหล็กลงในกรดซัลฟูริก	ได้ก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้น

8. ข้อใดที่เรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดซ์ได้ถูกต้อง

- ก.  $Cu^+ > Ag^+ > Pb^{2+} > H^+ > Fe^{2+}$     ข.  $Fe^{2+} > H^+ > Pb^{2+} > Cu^+ > Ag^+$
- ค.  $Ag^+ > Cu^+ > Pb^{2+} > H^+ > Fe^{2+}$     ง.  $Fe^{2+} > Cu^+ > Ag^+ > Pb^{2+} > H^+$

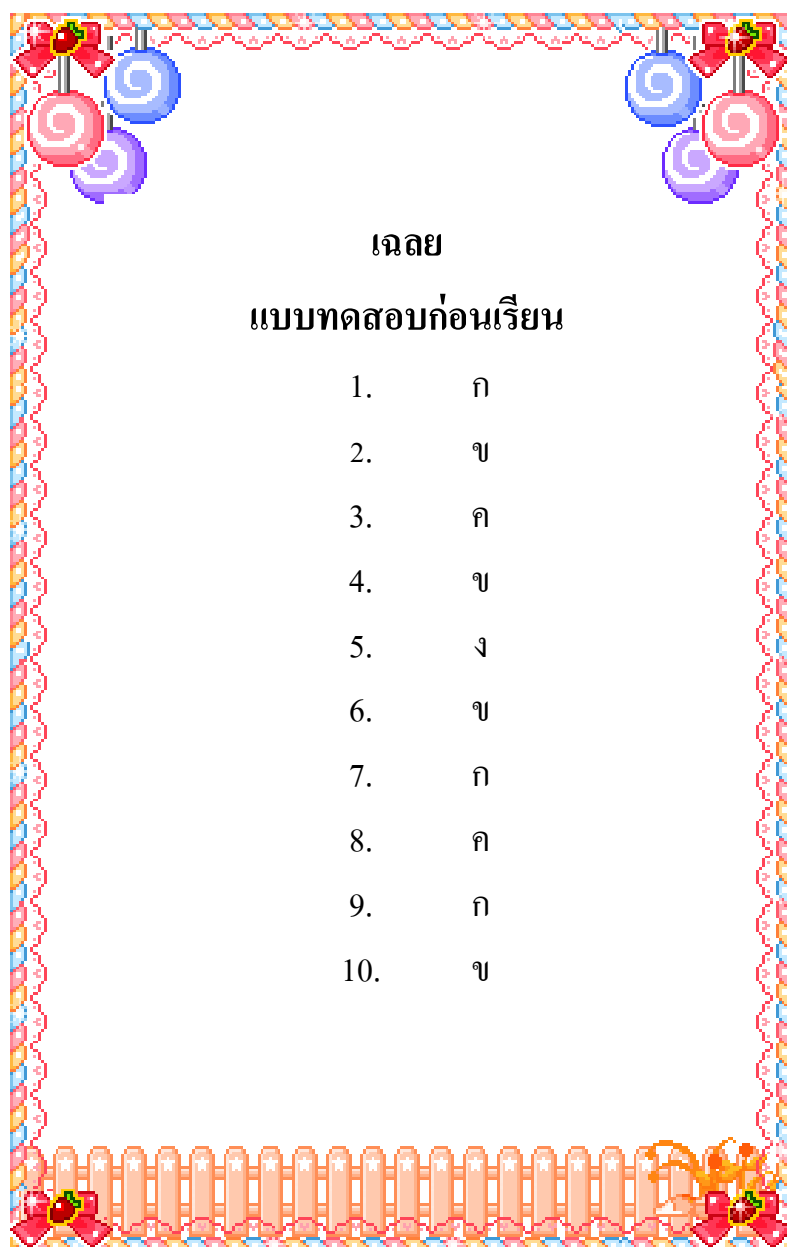
9. ข้อใดเรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ได้ถูกต้อง

- ก.  $Fe > Pb > Cu > Ag$     ข.  $Ag > Cu > Pb > Fe$
- ค.  $Ag^+ > Cu^{2+} > Pb^{2+} > H^+ > Fe^{2+}$     ง.  $Fe^{2+} > Pb^{2+} > Cu^{2+} > Ag^{2+}$

10. สารหรือไอออนใดที่ถูกรีดิวซ์และถูกออกซิไดส์ได้ดีที่สุดตามลำดับ

- ก.  $Fe^{2+}$  ,  $Ag$     ข.  $Ag^+$  ,  $Fe$
- ค.  $Fe^{2+}$  ,  $Fe$     ง.  $Ag$  ,  $Ag^+$



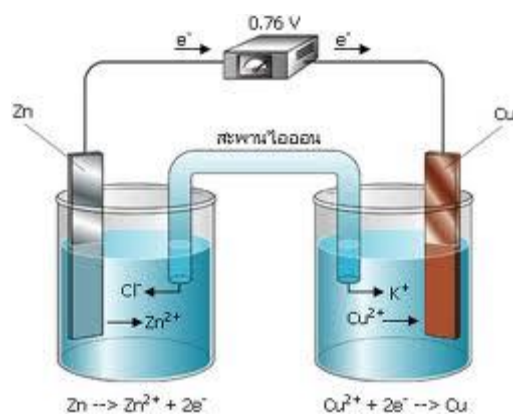


ชุดการสอน ชุดที่ 1  
เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์



ประกอบด้วย

บัตรคำสั่ง	รหัส	A
บัตรเนื้อหา	รหัส	B
บัตรกิจกรรม	รหัส	C
บัตรคำถาม	รหัส	D
บัตรเฉลย	รหัส	E



(<http://www.dlf.ac.th/dltv/dltv-uploads/libs/html/161/electricity/test/test.htm>  
[uploads/libs/html/161/electricity/test/test.htm](http://www.dlf.ac.th/dltv/dltv-uploads/libs/html/161/electricity/test/test.htm))

รหัส A

ชุดที่ 1

บัตรคำสั่ง  
เรื่อง ประจุไฟฟ้าและไฟฟ้าสถิต



คำชี้แจง ศึกษาบัตรคำสั่งให้เข้าใจ แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนในเวลา 1 ชั่วโมง

1. ประธานกลุ่มแจกบัตรที่บรรจุในชุดการสอนที่ 1 ให้กับสมาชิกเพื่อนำไปให้กับสมาชิกในกลุ่มทุกคน
2. ให้สมาชิกทุกคน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที
3. ประธานกลุ่มให้สมาชิกอ่านบัตรคำสั่ง (รหัส A) พร้อมกับปฏิบัติตามบัตรคำสั่ง
4. สมาชิกศึกษาบัตรเนื้อหา (รหัส B) ใช้เวลา 10 นาที
5. สมาชิกอ่านบัตรกิจกรรม (รหัส C) และปฏิบัติตามใบงานที่ 1 ใช้เวลา 20 นาที
5. แต่ละกลุ่มสรุปผลการปฏิบัติงานรายงานหน้าชั้นเรียน
7. สมาชิกตอบคำถามในบัตรคำถาม (รหัส D) ใช้เวลา 10 นาที
8. ทำแบบทดสอบหลังเรียน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที
9. ประธานกลุ่มอ่านบัตรเฉลย (รหัส E) และเฉลยคำตอบแบบทดสอบโดยสับเปลี่ยนกลุ่มเพื่อตรวจ แล้วจดบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนน
10. เวลาทำกิจกรรมรวม 1 ชั่วโมง รวมทั้งการนำเสนอหน้าชั้นเรียนปฏิบัติเสร็จแล้วให้เก็บบัตรใส่ในกล่องเดิม และการทำความสะอาดบริเวณให้สะอาดเรียบร้อย

## บัตรเนื้อหา เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์

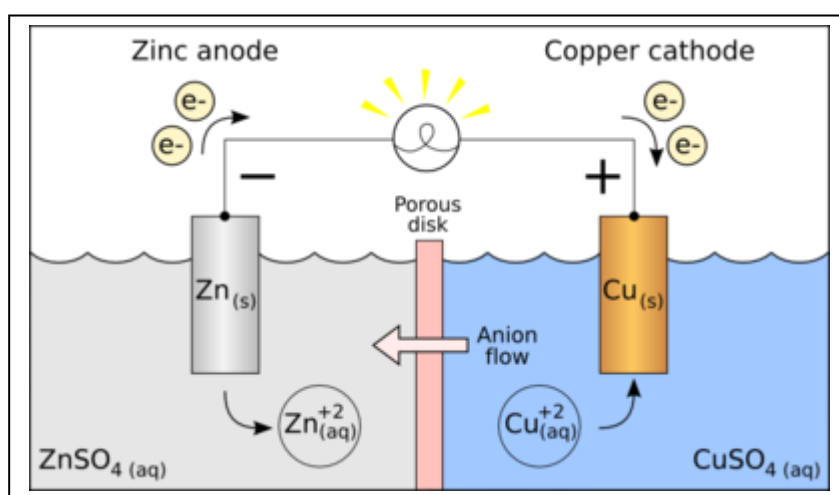


### ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดซ์ ในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ศึกษาปฏิกิริยารีดอกซ์ การถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้



(<http://www.dlf.ac.th/dltv/dltv-uploads/libs/html/161/electricity/test/test.htm>  
[uploads/libs/html/161/electricity/test/test.htm](http://www.dlf.ac.th/dltv/dltv-uploads/libs/html/161/electricity/test/test.htm))



## 1. ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction)

ปฏิกิริยารีดอกซ์ เป็นกระบวนการเผาไหม้ การเกิดสนิม และการหายใจ เดิมหมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการเกี่ยวข้องกับออกซิเจน และไฮโดรเจน ปัจจุบันหมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน เกิดเป็นพลังงานทางเคมี แล้วปล่อยออกมาในรูปพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพบในเซลล์ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์

**Redox** มาจากคำว่า Reduction + Oxidation

ปฏิกิริยา Reduction (รีดักชัน) หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน

ปฏิกิริยา Oxidation (ออกซิเดชัน) หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน

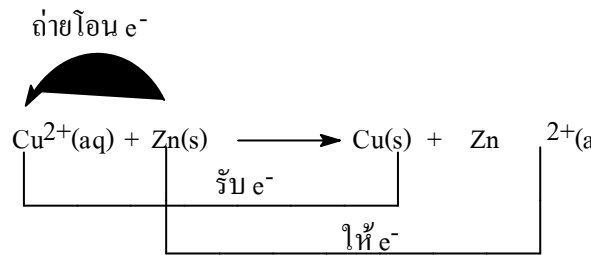
ดังนั้น ปฏิกิริยารีดอกซ์ (รีดักชัน + ออกซิเดชัน) จึงหมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการให้และ รับอิเล็กตรอน หรือ ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังอีกสารหนึ่ง



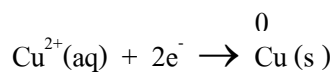
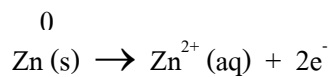
ปฏิกิริยาเคมีแบ่งโดยการใช้การถ่ายโอนอิเล็กตรอนเป็นเกณฑ์ มี 2 ชนิด คือ

### 1. ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction)

ปฏิกิริยารีดอกซ์ หรือ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน คือ ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน หรือ เป็นปฏิกิริยาที่มีการให้ และรับอิเล็กตรอน เช่น



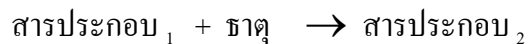
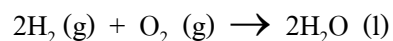
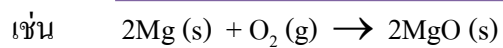
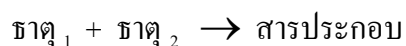
เขียนแยกสมการได้ดังนี้



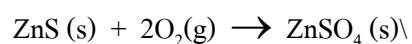
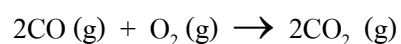
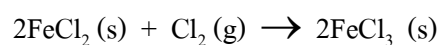
จะเห็นว่า ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง คือส่วนของสารที่ให้อิเล็กตรอน ( $e^-$ ) จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และส่วนของสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง

ตัวอย่างปฏิกิริยารีดอกซ์

### 1. ปฏิกิริยาการรวมตัว เช่น

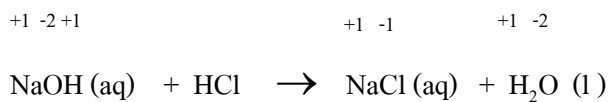


เช่น



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

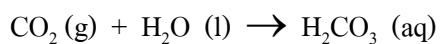
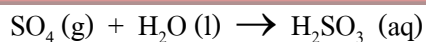
ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ คือ ปฏิกิริยาที่ไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนหรือเป็นปฏิกิริยาที่ไม่มีการให้และรับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยานั้น เช่น



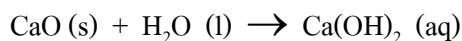
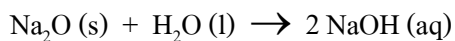
จากสมการของปฏิกิริยาข้างต้น ไม่มีธาตุใดเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันเลย แสดงว่า ไม่มีธาตุให้หรือรับอิเล็กตรอนเลย ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์มีดังนี้

1. ปฏิกิริยาการรวมตัวแล้วเกิดกรดหรือเบสหรือสารอื่น ๆ

ออกไซด์ของโลหะ +  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$  กรด

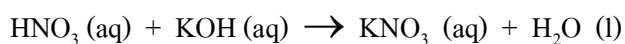
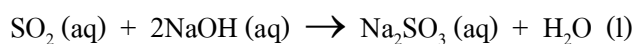
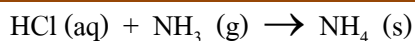


ออกไซด์ของโลหะ +  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$  เบส



2. ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส

กรด + เบส  $\rightarrow$  เกลือ +  $\text{H}_2\text{O}$



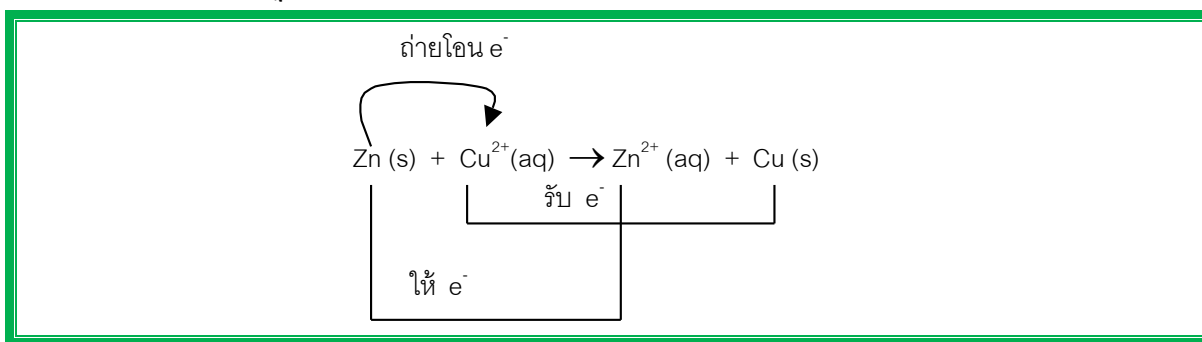
### ตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของสารในปฏิกิริยารีดอกซ์

ปฏิกิริยารีดอกซ์ หรือปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน เป็นปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน หรือเป็นปฏิกิริยาที่มีเลขออกซิเดชันของธาตุเปลี่ยนแปลง ซึ่งเขียนแยกเป็นสองส่วนได้ และแต่ละส่วนของปฏิกิริยามีชื่อเรียกแตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย 2 ปฏิกิริยาดังนี้

**ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Reaction)** คือ ปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอนเกิดขึ้น โดยเรียกสารที่ให้อิเล็กตรอนว่า ตัวรีดิวซ์ (Reducer หรือ Reducing agent)

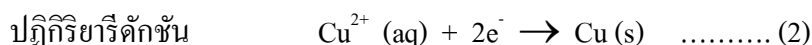
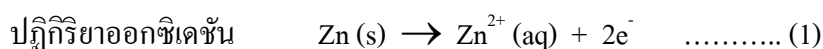
**ปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction reaction)** คือ ปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอนเกิดขึ้น โดยเรียกสารที่รับอิเล็กตรอนว่า ตัวออกซิไดส์ (Oxidizing agent)

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



ปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์

เขียนแยกเป็นปฏิกิริยาย่อย ดังนี้

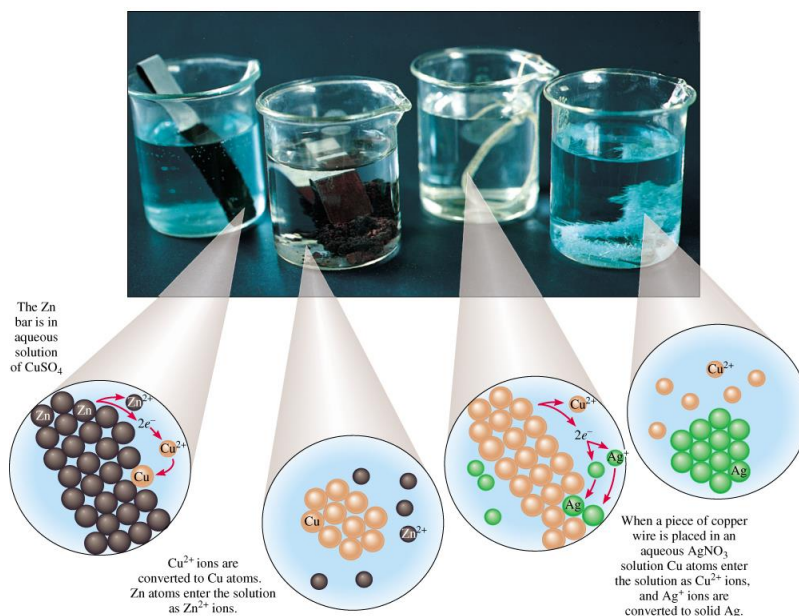


ปฏิกิริยาที่ 1 เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน เพราะมีการให้อิเล็กตรอน โดยมี Zn ให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ตัวรีดิวซ์

ปฏิกิริยาที่ 2 เป็นปฏิกิริยารีดักชัน เพราะการรับอิเล็กตรอน โดยมี  $\text{Cu}^{2+}$  รับอิเล็กตรอน เรียกว่า ตัวออกซิไดส์

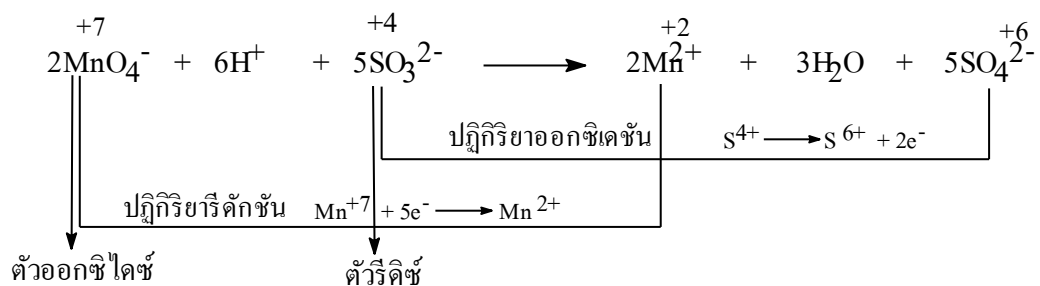
สรุป ปฏิกิริยาระหว่าง Zn กับ  $\text{Cu}^{2+}$  ด้วยสมการดังนี้





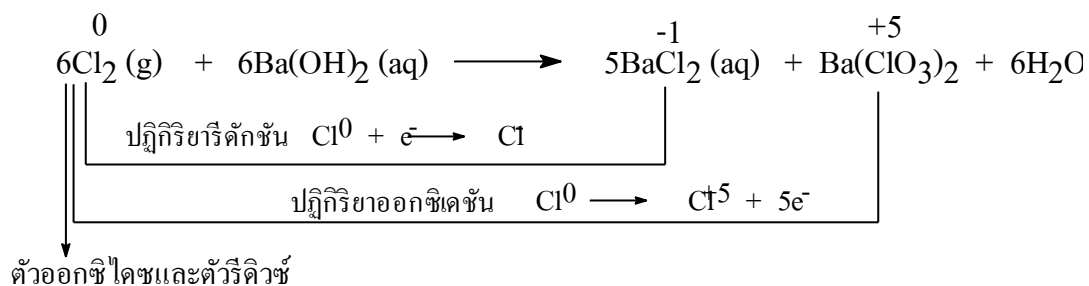
การพิจารณาปฏิกิริยาต่าง ๆ ด้วยแผนภาพสมการเคมีดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.

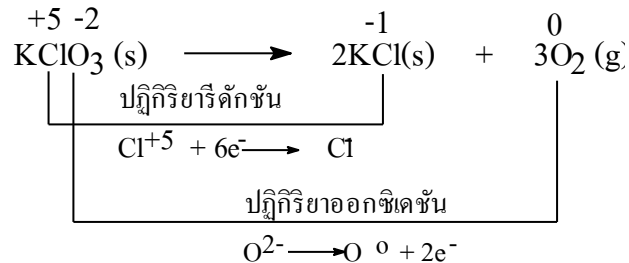


$\text{MnO}_4^-$  เป็นตัวออกซิไดซ์ จะได้ว่า  $\text{MnO}_4^-$  ออกซิไดซ์  $\text{SO}_3^{2-}$  แต่ถูกรีดิวซ์โดย  $\text{SO}_3^{2-}$   
 $\text{SO}_3^{2-}$  เป็นตัวรีดิวซ์ จะได้ว่า  $\text{SO}_3^{2-}$  รีดิวซ์  $\text{MnO}_4^-$  แต่ถูกออกซิไดซ์โดย  $\text{MnO}_4^-$

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



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

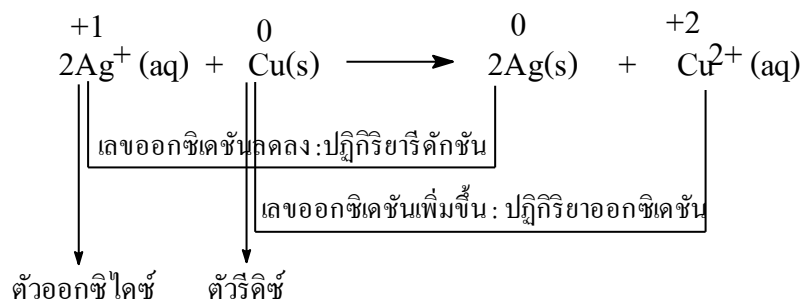
#### ปฏิกิริยารีดอกซ์อธิบายโดยใช้เลขออกซิเดชัน

ปฏิกิริยารีดอกซ์ คือ ปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน โดยมีส่วนหนึ่งเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น (ให้อิเล็กตรอน) และอีกส่วนหนึ่งเลขออกซิเดชันลดลง (รับอิเล็กตรอน)

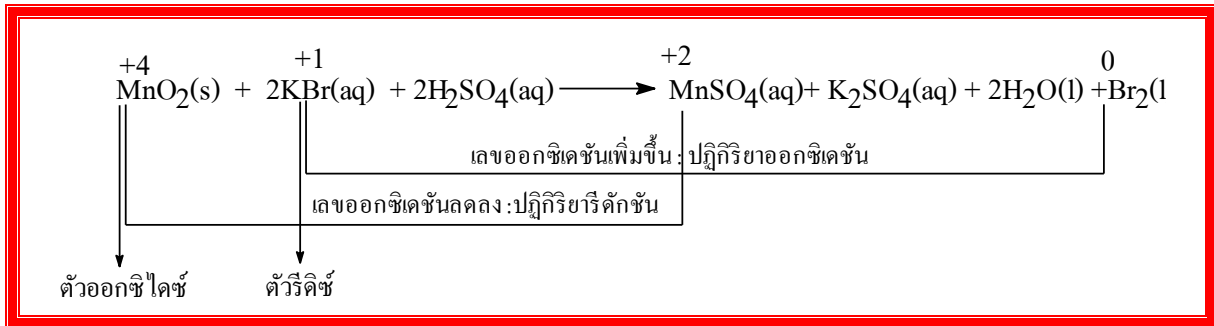
ปฏิกิริยารีดอกซ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

**ปฏิกิริยาออกซิเดชัน** คือ ปฏิกิริยาที่มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และเรียกสารที่มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นว่า เป็นตัวรีดิวซ์

**ปฏิกิริยารีดักชัน** คือ ปฏิกิริยาที่มีเลขออกซิเดชันลดลง และเรียกสารที่มีเลขออกซิเดชันลดลงว่า เป็นตัวออกซิไดส์



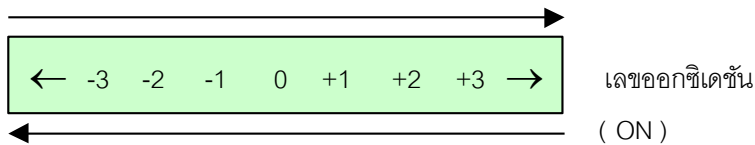
การพิจารณาปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยใช้เลขออกซิเดชันจากปฏิกิริยาดังนี้



จากตัวอย่างปฏิริยารีดอกซ์ พบว่า ตัวออกซิไดส์ ให้อิเล็กตรอนแล้วเลขออกซิเดชันลดลง และ ตัวรีดิวซ์ ให้อิเล็กตรอนแล้ว เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น กำหนดเลขออกซิเดชันสูงสุด-ต่ำสุดเป็น +8 และ -4 ตามลำดับ แผนภาพง่าย ๆ ต่อไปนี้แสดงการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันในปฏิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน

### ปฏิริยาออกซิเดชัน

จำนวนอิเล็กตรอน ลดลง (ให้อิเล็กตรอน)



จำนวนอิเล็กตรอน เพิ่มขึ้น (รับอิเล็กตรอน) เลขออกซิเดชัน ลดลง

## ปฏิกิริยารีดักชัน

**รูปที่ 1** ปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือรีดักชันของธาตุที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและเปลี่ยนแปลงจำนวนอิเล็กตรอนตามที่กำหนดให้แก่ธาตุ

ตารางที่ 1 ตัวออกซิไดส์บางชนิดที่ควรทราบ

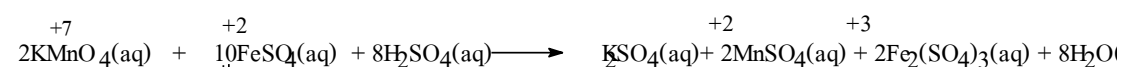
ตัวออกซิไดส์	ผลของการเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน
KMnO <sub>4</sub> ในสารละลายกรด	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (aq) → Mn <sup>2+</sup> (aq) สีม่วง                      ไม่มีสี	+7 เป็น +2
KMnO <sub>4</sub> ในสารละลายเบส หรือสารละลายที่เป็นกลาง	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (aq) → MnO <sub>2</sub> (s) สีม่วง                      ของแข็งสีดำ	+7 เป็น +4
KMnO <sub>4</sub> ในสารละลายเบสแก่	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (aq) → MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (aq)	+7 เป็น +6
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ในสารละลายกรด	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> (aq) → 2Cr <sup>3+</sup> (aq) สีส้ม                      สีเขียว	+6 เป็น +3
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ในสารละลายกรด	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (aq) → 2Cr(OH) <sub>4</sub> <sup>-</sup> (aq) สีเหลือง                      สีเขียว	+6 เป็น +3
MnO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub> (s) → NO <sub>2</sub> (g)	+5 เป็น +4
KClO <sub>3</sub>	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (aq) → Cl <sup>-</sup> (aq)	+5 เป็น -1
KClO	ClO <sup>-</sup> (aq) → Cl <sup>-</sup> (aq)	+1 เป็น -1
KIO <sub>3</sub>	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (aq) → I <sub>2</sub> (s)	+5 เป็น 0
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ในสารละลายกรด	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (aq) → H <sub>2</sub> O (l)	-1 เป็น -2

ตารางที่ 2 ตัวรีดิวซ์บางชนิดที่ควรทราบ

ตัวรีดิวซ์	ผลของการเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน
โลหะ (M)	$M(s) \rightarrow M^{n+}(aq)$	0 เป็น n
คาร์บอน	$C(s) \rightarrow CO_2(g)$	0 เป็น +4
CO	$CO(g) \rightarrow CO_2(g)$	+2 เป็น +4
H <sub>2</sub>	$H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq)$	0 เป็น +1
H <sub>2</sub> S	$S^{2-}(aq) \rightarrow S(s)$	-2 เป็น 0
SO <sub>2</sub> (g) / SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (aq)	$SO_3^{2-}(aq) \rightarrow SO_4^{2-}(aq)$	+4 เป็น +6
H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow 2CO_2(aq)$	+3 เป็น +4
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$2S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq)$	+2 เป็น +5/2
I <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> (aq)	$2X^-(aq) \rightarrow X_2(g, l, s)$	-1 เป็น 0
เกลือ Fe (II)	$Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq)$	+2 เป็น +3
เกลือ Sn (II)	$Sn^{2+}(aq) \rightarrow Sn^{4+}(aq)$	+2 เป็น +4
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ในสารละลายกรด	$H_2O_2(aq) \rightarrow O_2(g)$	-1 เป็น 0

จากตารางที่ 2 และ 3 สรุปได้ว่า

1. KMnO<sub>4</sub> และ K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรง ไม่ว่าจะอยู่ในสารละลายกรดหรือเบส เช่น



เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น : ปฏิริยาออกซิเดชัน

เลขออกซิเดชันลดลง : ปฏิริยารีดักชัน

↓  
ตัวออกซิไดซ์

↓  
ตัวรีดิวซ์



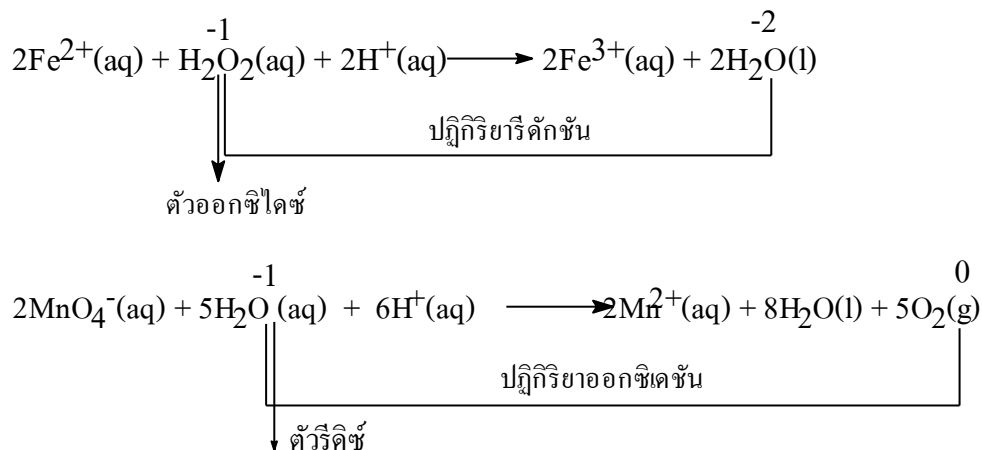
ปฏิริยาออกซิเดชัน

ปฏิริยารีดักชัน

↓  
ตัวออกซิไดซ์

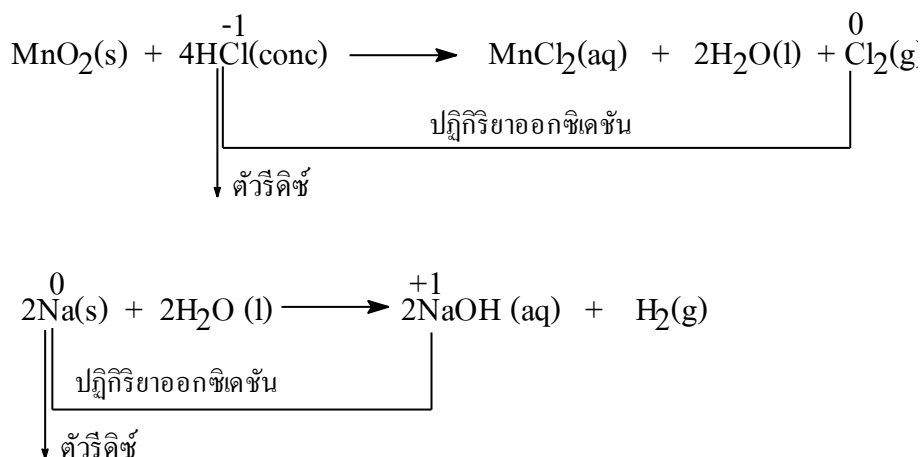
↓  
ตัวรีดิวซ์

ปฏิกิริยาด้วย เช่น



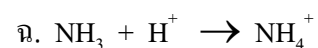
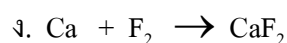
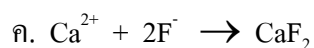
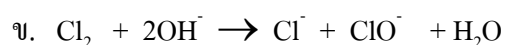
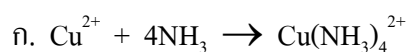
3. ตัวออกซิไดส์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง ดังนั้น ถ้าสารใดมีธาตุที่มีเลขออกซิเดชันสูง  
 แนวโน้มของสารนั้นจะเป็นตัวออกซิไดส์ดีและแรง เช่น  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

4. ตัวรีดิวซ์ จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ดังนั้น ถ้าสารใดมีธาตุที่มีเลขออกซิเดชันต่ำ แนวโน้มของสารนั้นจะเป็นตัวรีดิวซ์ดีและแรง เช่น โลหะหมู่ IA ทุกตัว Na K ไอออนลบของธาตุหมู่ 7A ได้แก่  $I^-$ ,  $Br^-$ ,  $Cl^-$



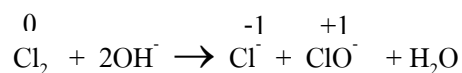
เทอม	การเปลี่ยนแปลงอิเล็กตรอน	การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน
ปฏิกิริยาออกซิเดชัน	ให้อิเล็กตรอน	เพิ่มขึ้น
ปฏิกิริยารีดักชัน	อิเล็กตรอนรับ	ลดลง
ตัวออกซิไดซ์	รับอิเล็กตรอน	ลดลง
ตัวรีดิวซ์	ให้อิเล็กตรอน	เพิ่มขึ้น
สารที่ถูกออกซิไดส์	ให้อิเล็กตรอน	เพิ่มขึ้น
สารที่ถูกรีดิวซ์	รับอิเล็กตรอน	ลดลง

ตัวอย่าง สมการของปฏิกิริยาในข้อใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ อธิบาย

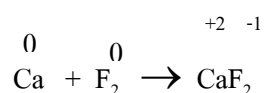


วิธีทำ ข้อ ก ค. จ. ฉ. เป็นปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ ไม่มีธาตุใดเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

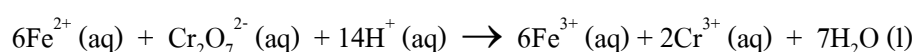
ข้อ ข. เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เพราะธาตุ  $\text{Cl}_2$  เปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ดังนี้



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



ตัวอย่าง จงพิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้ จงตอบคำถาม



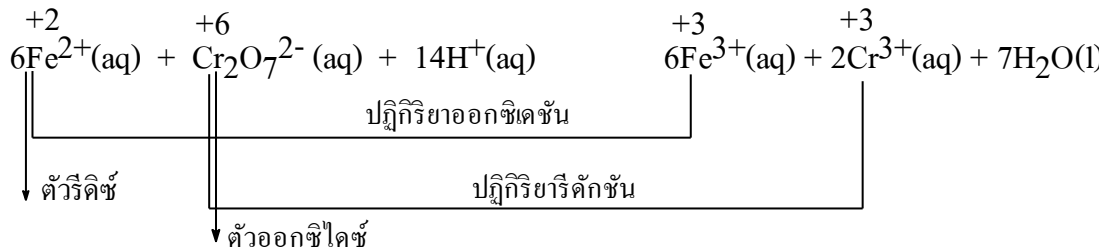
ก. สารใดถูกออกซิไดซ์

ค. สารใดเป็นตัวออกซิไดซ์

ข. สารไดออกไซด์

ง. สารใดเป็นตัวรีดิวซ์

วิธีทำ



ก.  $\text{Fe}^{2+}$  ถูกออกซิไดซ์

ก.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  เป็นตัวออกซิไดซ์

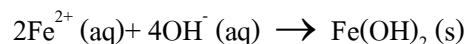
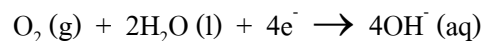
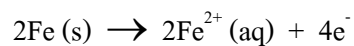
ข.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ถูกรีดิวซ์

ง.  $\text{Fe}^{2+}$  เป็นตัวรีดิวซ์

## 2.ประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์

### 1. การลบรอยเปื้อนของสนิมเหล็ก

สนิมเหล็ก เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างเหล็กกับออกซิเจนและน้ำดังนี้



(ไฮดรอกไซด์ของเหล็ก(II))

และ  $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$  จะทำปฏิกิริยากับก๊าซ  $\text{O}_2$  เกิดเป็นผลึกไฮดรอกไซด์ของเหล็ก(II) ออกไซด์ ซึ่งเป็นสนิมเหล็กสีน้ำตาลดังนี้



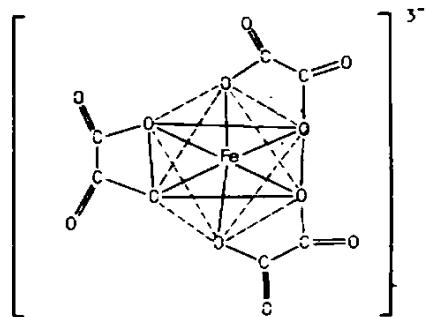
สนิมเหล็กจึงมีสูตรทั่วไปเป็น  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  นอกจากนั้นผลึกไฮดรอกไซด์ของเหล็ก(II/III) ออกไซด์ที่มีสูตรเป็น  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  เป็น Mixed basic Oxide แยกเขียนเป็นสูตรได้เป็น  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ซึ่งเฉพาะส่วนที่เป็น  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  เป็นสนิมเหล็ก ส่วน  $\text{FeO}$  ไม่เป็นสนิมเหล็ก ดังนั้น จึงจัดผลึกไฮดรอกไซด์ของเหล็ก(II/III) ออกไซด์เป็นสนิมเหล็กชนิดหนึ่งด้วย

เนื่องจาก  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ที่เกิดขึ้นเป็นต้นเหตุของการเกิดสนิมเหล็ก ซึ่งเป็นรอยเปื้อนที่ลบออกยาก ดังนั้นถ้าต้องการจะลบรอยเปื้อน ควรใช้สารละลายกรดออกซาลิก ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่มี  $\text{pH} = 4 - 5$  กระบวนการของปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นดังนี้





ส่วนออกซาเลตไอออน ( $\text{C}_2\text{H}_4^{2-}$ ) จะละลายรอยเปื้อนที่เป็นสนิมเหล็กเป็นไอออนเชิงซ้อน โดยทำปฏิกิริยากับ  $\text{Fe}^{3+}$  ในสนิมเหล็ก ดังนี้

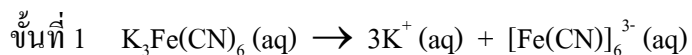


รูปที่ 2 โครงสร้างของไตรออกซาเลตไอรออน (III) ไอออน

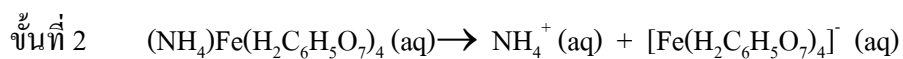
### การทำพิมพ์เขียว

พิมพ์เขียว หรือ กระดาษพิมพ์เขียว (Blue print) เป็นกระดาษที่ใช้ในการอัดสำเนา ในการเขียนแบบก่อสร้างมีพื้นสีน้ำเงินทำได้ด้วยการนำกระดาษมาจบบด้วยสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรต (III)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  และแอมโมเนียมไอรออน (III) ซิเตรต  $[(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_4]$  เมื่อถูกแสง ซิเตรตไอออนรีดิวซ์ไอรออน (III) เป็นไอรออน (II) เกิดสารสีน้ำเงินขึ้นบนกระดาษ และส่วนที่ไม่ถูกแสงกระดาษก็ยังคงเป็นสีขาวเหมือนเดิม แล้วนำกระดาษที่ได้ไปล้างด้วยน้ำแล้วทำให้แห้ง จะได้กระดาษพิมพ์เขียวตามต้องการ

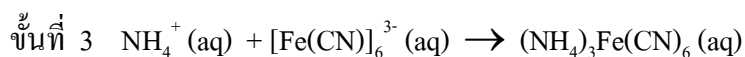
ปฏิกิริยาแสดงการทำพิมพ์เขียวเกิดขึ้นดังนี้



โพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรต (III)

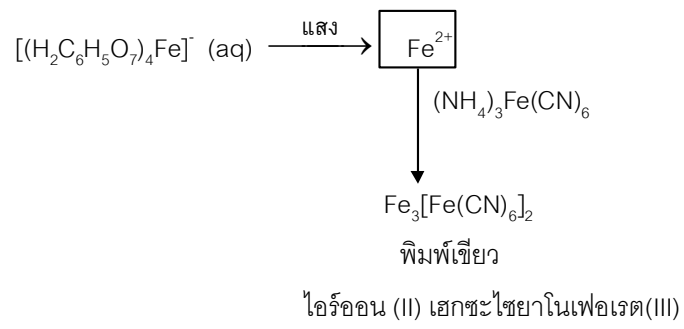


แอมโมเนียมไอรออน(III) ซิเตรต



แอมโมเนียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรต (III)

ขั้นที่ 4



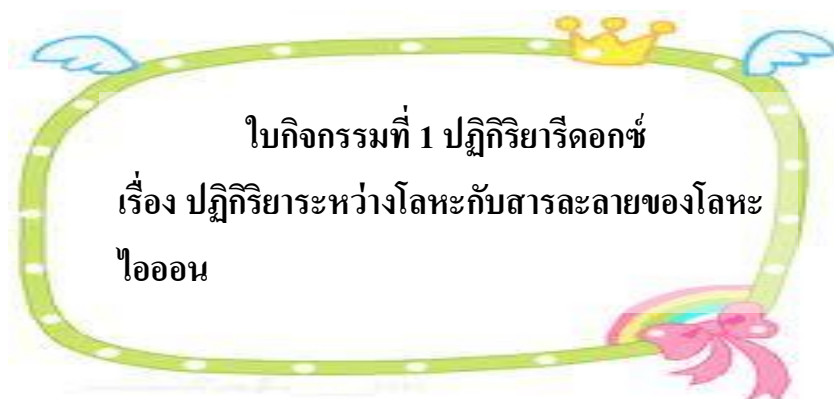
บัตรกิจกรรม  
เรื่อง ปฏิริยาโรคพิษ



คำชี้แจง

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน
2. ศึกษาใบงานที่ 1 แล้วร่วมกันดำเนินการดังนี้
  - 2.1 วางแผนการปฏิบัติกิจกรรม
  - 2.2 ลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในใบงานที่ 1
3. แต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาแล้วสรุปผลงานลงในแบบสรุปการปฏิบัติกิจกรรม
4. สถานที่ทำกิจกรรมใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงานผลและสรุปผลหน้าชั้นเรียน
6. ตอบคำถามในบัตรคำถาม
7. ทำแบบทดสอบหลังเรียน 10 ข้อ





ใบกิจกรรมที่ 1 ปฏิบัติการดอกซ์  
เรื่อง ปฏิบัติการระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะ  
ไอออน

\*\*\*\*\*



จุดประสงค์

1. เพื่อทำการทดลองปฏิบัติการระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน
2. ระบุได้ว่าสารใดเสียอิเล็กตรอนและสารใดรับอิเล็กตรอน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
3. อธิบายปฏิกิริยาดอกซ์ได้และสามารถบอกได้ว่าสารใดเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดซ์



ขั้นตอนการทดลอง

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน
2. ศึกษาขั้นตอนการทดลองต่อไปนี้ให้เข้าใจแล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม
  - 2.1. รินสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $1.0 \text{ mol/dm}^3$  ลงในบีกเกอร์ 2 ใบ ใบละ  $25 \text{ cm}^3$ 

สังเกตสีของสารละลาย
  - 2.2. จุ่มชิ้นสังกะสีขนาด  $0.5 \text{ cm} \times 7.0 \text{ cm}$  ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และชิ้นทองแดงขนาดเดียวกันลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 ตามลำดับ
  - 2.3. ทิ้งไว้สักครู่นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะทั้งสองและสารละลาย ถ้ามีสารมาเกาะบนชิ้นโลหะให้เคาะออก แล้วสังเกตว่าชิ้นโลหะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
  - 2.4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 และ 2 แต่เปลี่ยนสารละลายจาก  $\text{CuSO}_4$  เป็น  $\text{ZnSO}_4$   $1.0 \text{ mol/dm}^3$

2.4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับชิ้นโลหะ และสารละลายของแต่ละการทดลองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

3. นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง หาข้อสรุป



#### วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $1.0 \text{ mol/dm}^3$
2. สังกะสีขนาด  $0.5 \text{ cm} \times 7.0 \text{ cm}$
3.  $\text{ZnSO}_4$   $1.0 \text{ mol/dm}^3$
4. ทองแดงขนาด  $0.5 \text{ cm} \times 7.0 \text{ cm}$
5. บีกเกอร์ขนาด  $50 \text{ ml}$

ใบงานที่ 1  
เรื่อง ปฏิภาณวิริยารัตน



แบบสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมของกลุ่ม  
เรื่อง ปฏิภาณวิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน  
กลุ่มที่.....ชั้น.....

สมาชิกกลุ่ม

1..... ประธาน 5.....  
2..... เลข 6.....  
3..... 7.....  
4..... 8.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระบบที่ประกอบด้วย	ผลการทดลอง	

อภิปรายและสรุปผลการทดลอง (โดยอธิบายว่าสารใดเกิดการเปลี่ยนแปลงสารใดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงพร้อมอธิบายให้เหตุผลตามบันทึกผลการทดลอง)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....เลขานุการกลุ่ม  
(.....)

...../...../.....

## เฉลยใบงานที่ 1

### เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน

#### ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระบบที่ประกอบด้วย	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ชิ้นโลหะ	สารละลาย
Zn ใน $\text{CuSO}_4$	สังกะสีส่วนที่จุ่มอยู่ในสารละลาย มีสารสีน้ำตาลแดงมาเกาะ เมื่อเคาะสารสีน้ำตาลแดงออก พบว่าสังกะสีกร่อนไป	สารละลายสีฟ้าจางลง เมื่อตั้งไว้นานจะเปลี่ยนเป็นสารละลายไม่มีสี
Cu ใน $\text{CuSO}_4$	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง
Zn ใน $\text{ZnSO}_4$	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง
Cu ใน $\text{ZnSO}_4$	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง

#### อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

จากตารางบันทึกผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้โลหะ Zn ในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ชิ้นโลหะและสารละลายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงและโลหะ Cu ใน  $\text{ZnSO}_4$  ทำให้ทราบว่าความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะทั้งสองชนิดไม่เท่ากัน พบว่า โลหะ Zn ให้อิเล็กตรอนดีกว่าโลหะ Cu เราเรียกปฏิกิริยาที่มีสารหนึ่งให้อิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นว่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน และส่วนอีกสารหนึ่งรับอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงว่าปฏิกิริยารีดักชันซึ่งจากการทดลองระหว่างโลหะ Zn กับ  $\text{CuSO}_4$  จะเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันและเรียกโลหะ Cu ซึ่งมีเลขออกซิเดชันลดลงว่าปฏิกิริยารีดักชันและเรียกสารที่ให้อิเล็กตรอนจากสารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงเรียกว่า ตัวออกซิไดซ์หรือตัวถูกรีดิวซ์ ส่วนสารที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเรียกว่าตัวรีดิวซ์หรือตัวถูกออกซิไดซ์ จากการทดลองพบว่า Zn ให้อิเล็กตรอน เมื่อพิจารณาระบบที่มีโลหะ Cu จุ่มในสารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแสดงว่าโลหะ Cu ไม่ให้อิเล็กตรอนแก่  $\text{Zn}^{2+}$  หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า  $\text{Zn}^{2+}$  ในสารละลายไม่สามารถรับอิเล็กตรอนจาก Cu ได้

**สรุปผลการทดลอง** ปีกเกอร์ 1 เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากโลหะ Zn ไปสู่  $\text{Cu}^{2+}$  ทันทีที่โลหะ Zn ไปสัมผัสกับสารละลาย  $\text{Cu}^{2+}$  ส่วนปีกเกอร์ 2 3 และ 4 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

บัตรคำถาม  
เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ก่อนจุ่มแผ่นโลหะ ในสารละลายมีไอออนของโลหะชนิดใดละลายอยู่ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

2. โลหะกับไอออนของโลหะในสารละลายคู่ใดที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ทราบได้อย่างไร (4 คะแนน)

- 2.1.....
- 2.2.....
- 2.3.....
- 2.4.....

3. โลหะกับไอออนของโลหะคู่ที่เกิดปฏิกิริยา เลขออกซิเดชันของสารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (4 คะแนน)

- 3.1.....
- 3.2.....
- 3.3.....
- 3.4.....



บัตรเฉลย  
เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ก่อนจุ่มแผ่นโลหะ ในสารละลายมีไอออนของโลหะชนิดใดละลายอยู่ (2 คะแนน)

ตอบ  $\text{Zn}^{2+}$   $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{Cu}^{2+}$

2. โลหะกับไอออนของโลหะในสารละลายคู่ใดที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ทราบได้อย่างไร (4 คะแนน)

ตอบ โลหะ Zn ใน  $\text{CuSO}_4$  ชั้นโลหะมีสารสีน้ำตาลแดงมาเกาะ เมื่อเคาะสารสีน้ำตาลแดงออกพบว่าสังกะสีกร่อนไป สารละลายสีฟ้าจางลง เมื่อตั้งไว้นานจะเปลี่ยนเป็นสารละลายไม่มีสี

3. โลหะกับไอออนของโลหะคู่ที่เกิดปฏิกิริยา เลขออกซิเดชันของสารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ โลหะ Zn มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

เพียงข้อเดียว

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย x ทับอักษร ก ข ค ง ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว  
(10 ข้อ 10 คะแนน)

9.  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}$                       10.  $\text{Ag}$ ,  $\text{Ag}^{+}$

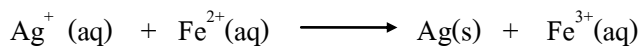
ก. การย่อยอาหารของคน  
ข. การเผาไหม้ของน้ำมัน  
ค. ปฏิกริยาในถ่านไฟฉาย  
ง. ใส่อารละลาย  $\text{MgSO}_4$  ในภาชนะที่ทำด้วยสังกะสี

$$\begin{array}{ll} \text{ñ. Fe} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Ag} & \text{ŭ. Ag} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Fe} \\ \text{ñ. Ag}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+} & \text{ŭ. Fe}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Ag}^{2+} \end{array}$$

ก. สารที่ถูกรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น  
ข. สารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง  
ค. สารที่ถูกออกซิไดซ์ จะมีเลขออกซิเดชันลดลง  
ง. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันลดลง

ก.  $\text{Ni}^{2+}$  รั่วอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{H}^+$  ,  $\text{H}^+$  เป็นตัวรีดิวซ์  
ข.  $\text{H}^+$  รั่วอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{Ni}^{2+}$  ,  $\text{H}^+$  เป็นตัวรีดิวซ์  
ค.  $\text{Ni}^{2+}$  รั่วอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{H}^+$  ,  $\text{Ni}$  เป็นตัวรีดิวซ์  
ง.  $\text{H}^+$  รั่วอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $\text{Ni}^{+2}$  , โลหะนิกเกิลเป็นตัวรีดิวซ์

6. จงพิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



สารใดถูกออกซิไดซ์

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

7. จากการทดลองใส่ชิ้นโลหะโครเมียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจางพบว่าโลหะโครเมียม  
 กร่อนไปและได้ก๊าซไฮโดรเจน ปฏิกริยาในข้อใดที่แสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ของโลหะโครเมียมใน  
 สารละลายกรดได้ถูกต้อง

- ก.  $\text{Cr}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cr}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$   
 ข.  $6\text{Cr}^{+3} (\text{aq}) + 6\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 6\text{Cl}^- (\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g}) + 6\text{Cr}(\text{s})$   
 ค.  $6\text{Cr}(\text{s}) + 6\text{H}^+ (\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$   
 ง.  $6\text{Cr}^{+3} (\text{aq}) + 6\text{H}^+ (\text{aq}) \longrightarrow 6\text{Cr}(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g})$

8. พิจารณาปฏิกิริยารีดอกซ์  $\text{Cd}(\text{s}) + \text{I}_2 \longrightarrow \text{Cd}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{I}^- (\text{aq})$  ข้อใดกล่าวถูกต้อง

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

9.  $\text{Fe}^+$  ในปฏิกิริยาใดต่อไปนี้ป็นสารที่ถูกรีดิวซ์

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

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8 - 10

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1. ใส่แท่งตะกั่วลงในสารละลาย $\text{FeSO}_4$	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2. ใส่ทองแดงลงใน $\text{AgNO}_3$	ได้เงินเกาะที่แท่งทองแดง
3. ใส่ทองแดงตะกั่วลงในกรดเกลือ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
4. ใส่แท่งเงินลงในกรดเกลือ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
5. ใส่ตะกั่วลงในสารละลาย $\text{CuSO}_4$	ได้ทองแดงเกาะบนแท่งตะกั่ว
6. ใส่เหล็กลงในกรดซัลฟิวริก	ได้ก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้น

10. ข้อใดที่เรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดซ์ได้ถูกต้อง

- ก.  $\text{Cu}^+ > \text{Ag}^+ > \text{Pb}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$                       ข.  $\text{Fe}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Pb}^{2+} > \text{Cu}^+ > \text{Ag}^+$   
 ค.  $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^+ > \text{Pb}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$                       ง.  $\text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^+ > \text{Ag}^+ > \text{Pb}^{2+} > \text{H}^+$

เฉลย  
แบบทดสอบหลังเรียน

1. ข
2. ก
3. ก
4. ข
5. ง
6. ข
7. ค
8. ข
9. ก
10. ค

โรงเรียนสังคมวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/...

เลข ที่	ชื่อ-สกุล	วางแผนกำหนดขั้นตอน การทำงาน			การปฏิบัติงานตาม ขั้นตอน			สังเกต, ศึกษา, ทดลอง, รวบรวมข้อมูลนำเสนอ			การเก็บรักษาอุปกรณ์ / สถานที่			รวมคะแนน	สรุปผลการประเมิน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
รวม $\Sigma$															
เฉลี่ย $\bar{X}$															
ร้อยละ															

เกณฑ์การประเมิน 9-12 ระดับ 3 หมายถึง ดี  
5-8 ระดับ 2 หมายถึง พอใช้  
0-4 ระดับ 1 หมายถึง ปรับปรุง  
ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก  
(.....)  
...../...../.....

**รายละเอียดเกณฑ์ประเมินการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์**

ที่	หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน
1	วางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงาน	
	1.1 ระบุภาระงานและขั้นตอนการทำงานชัดเจน การทำงานทั้งหมดสอดคล้องกับจุดประสงค์ของงานดีมาก	3
	1.2 ระบุงานได้บ้าง แต่ไม่ครบถ้วนทุกขั้นตอน การทำงานที่กำหนดส่วนใหญ่เหมาะสมดีแผนการทำงานโดยรวมสอดคล้องกับจุดประสงค์ของงานดี	2
	1.3 ระบุงานและขั้นตอนการทำงานด้วยตนเองไม่ได้ ต้องได้รับความช่วยเหลือจึงจะวางแผนงานได้	1
2	ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	
	2.1 ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน	3
	2.2 ปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามขั้นตอนเล็กน้อย	2
	2.3 ปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามขั้นตอน	1
3	สังเกต, ศึกษา, ทดลอง, รวบรวมข้อมูลนำเสนอ	
	3.1 สังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องครบถ้วนตามแผนที่วางไว้บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และนำเสนอได้ด้วยตนเอง	3
	3.2 สังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องครบถ้วนตามแผนที่วางไว้บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และนำเสนอได้ ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ต้องได้รับคำแนะนำเพียงเล็กน้อย	2
	3.3 สังเกต ศึกษา ทดลอง รวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องครบถ้วนตามแผนที่วางไว้บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และแก้ปัญหาการทำงานด้วยตนเองไม่ได้ ต้องได้รับคำแนะนำตลอดเวลา	1
4	เก็บรักษาอุปกรณ์ / สถานที่	
	4.1 เก็บอุปกรณ์ถูกต้อง/สถานที่สะอาด	3
	4.2 เก็บอุปกรณ์ถูกต้อง/สถานที่ไม่ค่อยสะอาด	2
	4.3 เก็บอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง/สถานที่ไม่สะอาด	1

เกณฑ์การให้คะแนน 9-12 คะแนน ระดับ 3 หมายถึง ดี

5-8 คะแนน ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

0-4 คะแนน ระดับ 1 หมายถึง ปรับปรุง

ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

แบบบันทึกคะแนนบัตรคำถาม  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ปฏิบัติการวัดออกซ์

โรงเรียนสังคมิวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	10 คะแนน	ร้อยละ	สรุปผลการ ประเมิน
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				



แบบบันทึกคะแนนบัตรคำถาม  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ปฏิบัติยารีดอกซ์  
 โรงเรียนสังคมิวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	10 คะแนน	ร้อยละ	สรุปผลการ ประเมิน
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
รวม $\Sigma$				
เฉลี่ย $\bar{X}$				
ร้อยละ				

เกณฑ์การประเมิน 8-10 ระดับ 3 หมายถึง  
ดี

5-7 ระดับ 2 หมายถึง  
พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก  
 (.....)  
 ...../...../.....

แบบบันทึกคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่อง ปฏิบัติการวัดออกซ์  
 โรงเรียนดงควนิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	ผลต่าง D	D <sup>2</sup>
	คะแนนเต็ม	10 คะแนน	10 คะแนน		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	ผลต่าง D	D <sup>2</sup>
	คะแนนเต็ม	10 คะแนน	10 คะแนน		
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
รวม $\Sigma$					
เฉลี่ย $\bar{X}$					
ร้อยละ					

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก  
 (.....)  
 ...../...../.....

## บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

ศึกษาธิการ, กระทรวง (2551)หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.(2551) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางวิทยาศาสตร์

พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว, 2554.

สำราญ พฤกษ์สุนทร. คู่มือรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เพิ่มทรัพย์การพิมพ์

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด, 2555.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. คู่มือเตรียมสอบ เคมี เล่ม 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภูมิบัณฑิตการพิมพ์จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ, 2551.

ทิสนา แคมมณี. 14 วิธีสอนสำหรับครูมีอาชีพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย,2551.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค, 2551.

สำราญ พฤกษ์สุนทร. เคมี ม.4-6 เล่ม 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด, 2554.

วีระชาติ สวนไพรินทร์.ไฟฟ้าเคมี. กรุงเทพฯ,สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต จำกัด, 2537

เอกรินทร์ สีมหาศาล และคณะ. ยุทธวิธีการวัดและประเมินผลสู่การเพิ่มคุณภาพผู้เรียน. กรุงเทพฯ: โรง

พิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2553.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. แนวทางการวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี. เคมี ม.4-6 เล่ม 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจ้าพระยาบรรณการพิมพ์ จำกัด, 2537

สยามรัฐ หนังสือพิมพ์. เตรียมสอบ A-Net เคมี. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ส.เจริญการพิมพ์, 2549

พิมพ์พันธ์ เฉลิมคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและ

เทคนิคการสอน กรุงเทพฯ บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์, 2548.

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร และคณะ. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานกลุ่มสาระการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีววิทยาพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด, 2549.

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะและคณะ. สื่อการเรียนรู้และเสริมทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นิคมวิทยา, 2547.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน. หลากหลายวิธีการสอนของครูต้นแบบ 2541

วิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทพิมพ์ดี จำกัด, 2542.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. การจัดกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : บริษัทไทยร่มเกล้าจำกัด, 2545.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2545.

\_\_\_\_\_. กลยุทธ์การสอนคิดบูรณาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2547.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร และสมศักดิ์ วรมงชัย. เคมี ม. 5 เล่ม 4. กรุงเทพฯ:เทพพิทักษ์การพิมพ์, ม.ป.ป.

<http://google.co.th>

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

[http://online.benchama.ac.th/science/learning/sci/pa\\_website2/pan15.htm](http://online.benchama.ac.th/science/learning/sci/pa_website2/pan15.htm)

<http://www.fangchanu.ac.th/Electric/unit4.htm>

<http://www.pantavani.com/B13126/GC1010.jpg>

[http://www.tn.ac.th/peypa-r3/web\\_fi/index.html](http://www.tn.ac.th/peypa-r3/web_fi/index.html)