

## บทที่ 1

# ปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชัน (Oxidation - Reduction)

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับ

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชัน
2. ความแรงและเรียงลำดับของตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์
3. สมการของปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชัน

## สารเคมี

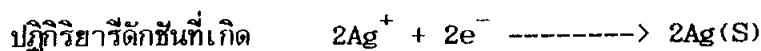
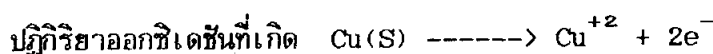
1. แผ่นทองแดงขนาด 15 x 15 มิลลิเมตร
2. แผ่นสังกะสีขนาด 15 x 15 มิลลิเมตร
3. แผ่นตะกั่วขนาด 15 x 15 มิลลิเมตร
4. น้ำโบรมีน
5. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ ( $\text{CCl}_4$ )
6. สารละลายคอปเปอร์ไนเตรต 0.1 M ( $0.1 \text{ M Cu(NO}_3)_2$ )
7. สารละลายเฟอริกคลอไรด์ 0.1 M ( $0.1 \text{ M FeCl}_3$ )
8. สารละลายไอโอดีน 0.05 M ( $0.1 \text{ M I}_2$ )
9. สารละลายเลดไนเตรต 0.1 M ( $0.1 \text{ M Pb(NO}_3)_2$ )
10. สารละลายโพตัสเซียมโบรไมด์ 0.1 M ( $0.1 \text{ M KBr}$ )
11. สารละลายโพตัสเซียมเฟอโรไซยาไนด์ ( $0.1 \text{ M K}_3\text{Fe(CN)}_6$ )
12. สารละลายโพตัสเซียมไอโอไดด์ 0.1 M ( $0.1 \text{ M KI}$ )
13. โพตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต ( $\text{KMnO}_4(\text{S})$ )
14. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต 0.1 M ( $0.1 \text{ M AgNO}_3$ )
15. สารละลายซิงค์ไนเตรต 0.1 M ( $0.1 \text{ M Zn(NO}_3)_2$ )
16. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 6 M ( $6 \text{ M HCl}$ )
17. น้ำกลอรีน
18. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 6 M ( $6 \text{ M NaCl}$ )

## อุปกรณ์

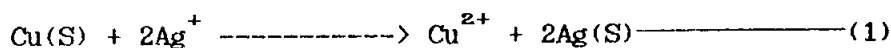
1. หลอดทดลอง
2. แท่งแก้วคน

## ทฤษฎี

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชัน เป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเลขที่หรือเลขออกซิเดชันของธาตุสองชนิดในปฏิกิริยาเดียวกัน ซึ่งเกิดจากการให้หรือรับอิเล็กตรอนของธาตุ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมี 2 ปฏิกิริยาคือปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาระหว่างโลหะทองแดงกับซิลเวอร์ไอออน



เมื่อรวมปฏิกิริยาทั้งสองจะเกิดปฏิกิริยา



## การเรียงลำดับความแรงของตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์

(The Relative Strength of Oxidizing and Reduction Agents)

กระบวนการเกิดออกซิเดชัน - รีดักชัน จะเกี่ยวข้องกับการแข่งขันในการให้หรือรับอิเล็กตรอน โดยที่ถ้าเป็นตัวออกซิไดส์ที่แรงกว่าก็จะสามารถดึงดูอิเล็กตรอนได้มากกว่า และทางกลับกันถ้าเป็นตัวรีดิวซ์ที่แรงกว่าก็จะสามารถดึงดูอิเล็กตรอนได้น้อยกว่า เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสมการ (1) จะเห็นได้  $\text{Ag}^{+}$  สามารถดึงอิเล็กตรอนได้มากกว่า  $\text{Cu}^{2+}$  จึงเป็นตัวออกซิไดส์ที่แรงกว่า  $\text{Cu}^{2+}$  และพบว่าปฏิกิริยานี้เกิดจริง โดยจะเกิด Ag และสารละลายจะเกิดเป็นสีน้ำเงินของ  $\text{Cu}^{2+}$  แต่ถ้าทดลองนำ  $\text{Cu}^{2+}$  มาทำปฏิกิริยากับ  $\text{Ag}^{+}$  จะไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ปฏิกิริยาในสมการที่ (1) อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า Cu เป็นตัวรีดิวซ์ที่แรงกว่า Ag หรือ  $\text{Ag}^{+}$  เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรงกว่า  $\text{Cu}^{2+}$

สำหรับฮาโลเจนเนื่องจากส่วนใหญ่ให้สีและสามารถละลายในชั้น  $\text{CCl}_4$  ได้ดีกว่าในน้ำ ฉะนั้นการทดสอบความแรงของตัวออกซิไดส์ในกลุ่มฮาโลเจนจึงทดลองได้โดยสังเกตสีของฮาโลเจนอิสระที่เกิดขึ้นในชั้น  $\text{CCl}_4$  (อยู่ชั้นล่างเนื่องจาก

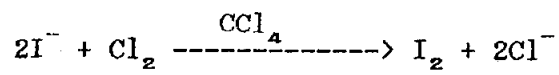
มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ) ดังนี้

$\text{Cl}_2$  จะไม่มีสี

$\text{I}_2$  จะให้สีม่วง (violet)

$\text{Br}_2$  จะให้สีเหลืองปนส้ม (orange-brown)

ตัวอย่าง ปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนกับสารละลายไอโอดีนที่เกิดขึ้นใน  $\text{CCl}_4$



violet

## วิธีการทดลอง

### 1. การทดสอบความแรงของตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ในกลุ่มโลหะ

1. ตัดชิ้นของทองแดงเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ในหลอดทดลอง 2 หลอด  
หยด 1 มิลลิลิตรของ  $Zn^{2+}$  ในหลอดแรก และหยด 1 มิลลิลิตร ของ  $Pb^{2+}$   
ในหลอดที่สอง เขย่าและสังเกตผลการทดลอง
2. ทดลองเหมือนข้อ 1 แต่เปลี่ยนชนิดโลหะเป็นสังกะสี และสาร  
ละลายที่หยดเป็น  $Cu^{2+}$  ,  $Pb^{2+}$  ตามลำดับ
3. ทดลองเหมือนข้อ 1 แต่เปลี่ยนชนิดโลหะเป็นตะกั่วและสาร  
ละลายที่หยดเป็น  $Cu^{2+}$  ,  $Zn^{2+}$  ตามลำดับ

### 2. การทดสอบความแรงของตัวออกซิไดส์ และรีดิวซ์ในกลุ่มฮาโลเจน

ผสมสารละลายฮาโลเจนหลอดละ 5 หยดกับสารละลายไฮไลต์เข้มข้น  
0.1 M หลอดละ 1 มิลลิลิตร และ  $CCl_4$  หลอดละ 1 มิลลิลิตร โดยจับคู่สาร  
ผสมกันทั้งหมด 6 หลอด ดังตารางดังนี้

หลอดที่ 1	สารละลายฮาโลเจน	สารละลายเฮไลด์
1	$\text{Br}_2$	$\text{NaCl}$
2	$\text{Br}_2$	$\text{KI}$
3	$\text{Cl}_2$	$\text{KBr}$
4	$\text{Cl}_2$	$\text{KI}$
5	$\text{I}_2$	$\text{NaCl}$
6	$\text{I}_2$	$\text{KBr}$

เขย่าสารผสมทั้ง 6 หลอดอย่างแรง (หลาย ๆ ครั้ง) แล้วปล่อยให้แยกชั้นสักรู สัมผัสและบันทึกสีที่เกิดขึ้น  $\text{CCl}_4$  (ชั้นล่าง) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแรงของตัวออกซิไดส์

### 3. ปฏิกริยาระหว่างเหล็ก (III)

#### กับเฮไลด์ไอออน

3.1 ผสมสารละลาย 0.1 M  $\text{FeCl}_3$  1 มิลลิลิตร, 2 มิลลิลิตรของ 0.1 M  $\text{KBr}$  และ  $\text{CCl}_4$  1 มิลลิลิตร เขย่าและสังเกตสี

3.2 ผสมสารละลาย 0.1 M  $\text{FeCl}_3$  1 มิลลิลิตร, 2 มิลลิลิตรของ 0.1M  $\text{KI}$  และ  $\text{CCl}_4$  1 มิลลิลิตร เขย่าและสังเกตสี

3.3 เติม  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  5 หยด ลงในหลอดทดลองข้อ 3.1 และ 3.2 พร้อมทั้งเขย่าสังเกตสีที่เกิดขึ้นในชั้นบนถ้ามี  $\text{Fe}^{2+}$  อยู่จะให้ตะกอนสีน้ำเงินเข้มของ  $\text{Fe}_3(\text{Fe}(\text{CN})_6)_2$

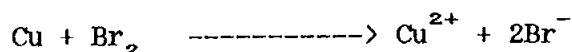
#### 4. ปฏิกิริยาระหว่างแมงกานีส (II) กับเปอร์แมงกาเนตไอออน

- 4.1 ตัก  $\text{KMnO}_4$  ประมาณ 0.1 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง
- 4.2 เติม 6 M HCl 3 มิลลิลิตร แล้วอุ่นสารละลาย
- 4.3 สังเกตสีและกลิ่นที่เกิดในหลอดทดลอง

#### 5. ปฏิกิริยาระหว่างฮาโลเจนกับโลหะ

เพื่อทดสอบความสามารถของฮาโลเจนในการออกซิไดส์โลหะ โดย

- 5.1 ตัดชิ้นทองแดงใส่หลอดทดลอง 1 ชิ้น เติมน้ำโบรมีน 10 มิลลิลิตร เขย่าสักครู่ แขนหลอดทดลองในอ่างน้ำร้อนเพื่อไล่โบรมีนอิสระที่เหลืออยู่ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น จะเป็นดังสมการ



- 5.2 ทดสอบ  $\text{Cu}^{2+}$  ที่เกิดโดยแบ่งสารละลายในข้อ 5.1 เป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน

5.3 ส่วนแรกทดสอบ  $\text{Cu}^{2+}$  โดยเติม 6M  $\text{NH}_4\text{OH}$  1 มิลลิลิตร ถ้ามี  $\text{Cu}^{2+}$  จะให้สารละลายสีฟ้าของ  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

5.4 ส่วนที่สองทดสอบ  $\text{Br}^-$  ที่เกิดโดยเติม 0.1  $\text{AgNO}_3$  1 มิลลิลิตร จะเกิดตะกอนสีขาวนวลของ  $\text{AgBr}$

บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง

### รายงานผลการทดลอง

ปฏิบัติการเคมี เรื่อง..... วันที่ทำการทดลอง.....

ชื่อผู้ทำการทดลอง..... รหัส..... เลขที่.....

ชื่อผู้ร่วมทำการทดลอง..... รหัส..... เลขที่.....

ชื่อผู้ร่วมทำการทดลอง..... รหัส..... เลขที่.....

กลุ่มปฏิบัติการ..... section..... ที่..... ห้องที่ทดลอง.....

อาจารย์ผู้ควบคุม 1.....

2.....

3.....

### ผลการทดลอง

#### 1. การทดสอบความแรงของตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ในกลุ่มโลหะ

เขียนสมการไอออนิกสุทธิของสมการที่เกิดระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ

คู่โลหะและ ไอออนของโลหะ	ผลที่สังเกต	สมการ ไอออนิกสุทธิ
$\text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$		
$\text{Cu} + \text{Pb}^{2+}$		
$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+}$		
$\text{Zn} + \text{Pb}^{2+}$		
$\text{Pb} + \text{Cu}^{2+}$		
$\text{Pb} + \text{Zn}^{2+}$		



โลหะคูได เป็นตัวรีดิวซ์ที่แรงกว่ากัน

ทองแดงกับสังกะสี.....

ตะกั่วกับทองแดง.....

ตะกั่วกับสังกะสี.....

## 2. การทดสอบความแรงของตัวออกซิไดส์

### และตัวรีดิวซ์ในกลุ่มฮาโลเจน

บันทึกผลและเขียนสมการ ไอออนิกสุทธิที่เกิด

หลอดที่	สารละลาย	ผลการทดลอง (สีในชั้น $CCl_4$ )	สมการ ไอออนิกสุทธิ
1	$Br_2$ และ $Cl^-$		
2	$Br_2$ และ $I^-$		
3	$Cl_2$ และ $Br^-$		
4	$Cl_2$ และ $I^-$		
5	$I_2$ และ $Cl^-$		
6	$I_2$ และ $Br^-$		

จากผลการทดลอง เรียงลำดับ

ตัวออกซิไดส์ได้ดังนี้.....

ตัวรีดิวซ์ได้ดังนี้.....

### 3. ปฏิกิริยาระหว่างเหล็ก (III)

#### กับไฮไลต์ไอออน

สารละลาย	สีก่อนเติม $K_3 Fe(CN)_6$		สีหลังเติม $K_3 Fe(CN)_6$	
	ชั้น $CCl_4$	ชั้นน้ำ	ชั้น $CCl_4$	ชั้นน้ำ

จงเขียนสมการไอออนิกของปฏิกิริยา ระหว่างเหล็ก (III) กับไฮไลต์ไอออน  
ตามผลการทดลองที่ได้

เหล็ก (III) กับไฮไลต์ไอออน

.....

.....

.....

.....

เหล็ก (III) กับโบรไมด์ไอออน

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

จากผลการทดลองเรียงลำดับ

ตัวออกซิไดส์ได้ดังนี้.....

ตัวรีดิวซ์ได้ดังนี้.....

**4. ปฏิกิริยาระหว่างแมงกานีส (II)**

**กับเปอร์แมงกาเนตไอออน**

ผลการทดลองจากการผสม  $MnO_4^-$  กับ  $Cl^-$  ในสารละลายกรด

.....  
.....

สมการที่เกิดจากปฏิกิริยา

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

ในปฏิกิริยานี้ตัวออกซิไดส์ คือ.....

ตัวรีดิวซ์ คือ.....

### 5. ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกับโลหะ

การทดสอบ	ผลการทดลอง
$\text{Cu}^{2+}$ $\text{Br}^-$	

สมการไอออนิกสุทธิระหว่างโบรมีนกับทองแดงคือ

.....

.....

.....

.....

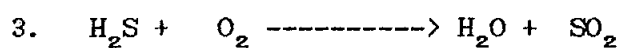
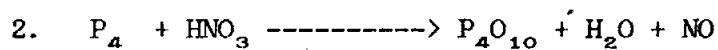
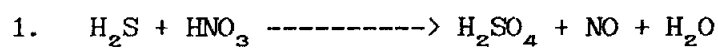
.....

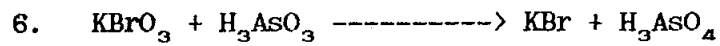
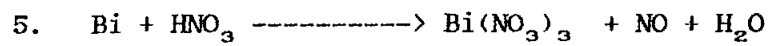
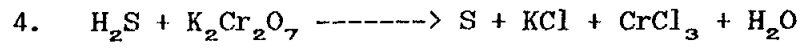
## คำถาม

1. จงเขียนผลปฏิกิริยาที่เกิดจากตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ที่ทำปฏิกิริยา  
ด้วยกันในแต่ละคู่

ตัวออกซิไดส์	ผลปฏิกิริยาที่เกิด	ตัวรีดิวซ์	ผลปฏิกิริยาที่เกิด
KMnO <sub>4</sub> (acid)		H <sub>2</sub> S	
Cl <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>	
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	
HNO <sub>3</sub>		Fe <sup>2+</sup>	
Fe <sup>3+</sup>		HNO <sub>2</sub>	
HNO <sub>2</sub>		I <sup>-</sup>	

2. จงดุลสมการต่อไปนี้





3. จงหาว่าสารใดต่อไปนี้สามารถใช้เป็นตัวออกซิไดส์หรือตัวรีดิวซ์ พร้อมทั้งเขียนรูปของรีดิวซ์หรือออกซิไดส์ที่เกิดด้วย

สาร	เป็นตัว	รูปของรีดิวซ์หรือออกซิไดส์ที่เกิด
Al		
$\text{Sn}^{2+}$		
HBr		
$\text{Br}_2$		
$\text{MnO}_4^-$		
$\text{H}_2\text{SO}_3$		

