

เรื่องที่ 1.2 ปฏิกิริยารีดอกซ์

ลาวัซซีเยร์ (Antoine Lavoisier ค.ศ. 1743-1794) บิดาแห่งเคมีแผนใหม่ เขาเป็นบุคคลแรกที่อธิบายปฏิกิริยารีดอกซ์จากการเผาไหม้ โดยให้ความหมายไว้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์หมายถึง ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับออกซิเจน ไฮโดรเจน เป็นกระบวนการเผาไหม้ การเกิดสนิม และการหายใจ ปัจจุบันปฏิกิริยารีดอกซ์ หมายถึงปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน เกิดเป็นพลังงานเคมี แล้วถูกปล่อยออกมาในรูปของพลังงานไฟฟ้า เราจะศึกษาในรายละเอียดต่อไป

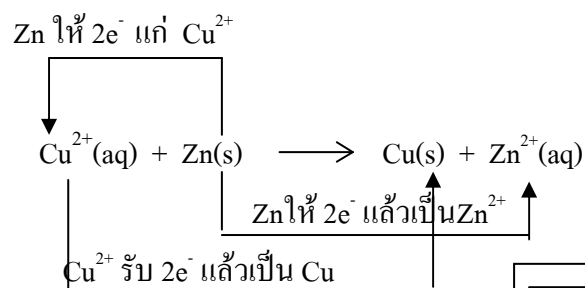


Antoine Lavoisier (1743-1794)

ที่มา : www.chem.fsu.edu

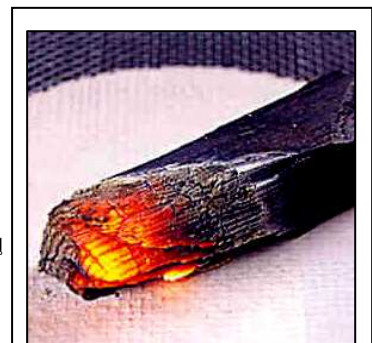
1.ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction)

ปฏิกิริยารีดอกซ์หมายถึงปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอนหรือมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างสารที่เข้าทำปฏิกิริยา เช่น เมื่อจุ่มโลหะสังกะสีลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเกิดปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอน แสดงได้ดังนี้

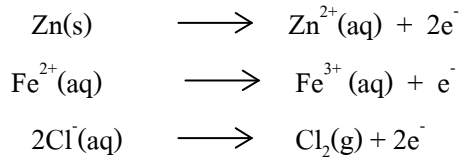


จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนทำให้เลขออกซิเดชันของสารเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ สารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเรียกว่าเกิดออกซิเดชัน และสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลงเรียกว่าเกิดรีดักชัน ปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยารีดักชันเป็นเพียงครึ่งปฏิกิริยา เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยา(half reaction) ดังนี้

1.1 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Reaction) คือปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน สารที่ให้อิเล็กตรอน เรียกว่า **ตัวรีดิวซ์หรือถูกออกซิไดส์** ผลของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้สารนั้นมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

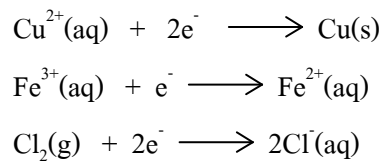


ถ่านที่ติดไฟเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

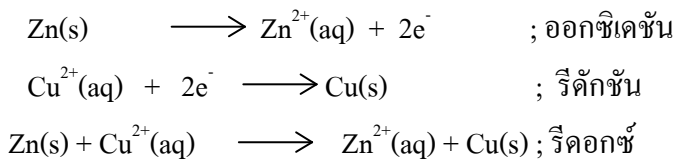


1.2 ปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction Reaction) คือปฏิกิริยาที่มีการรับ

อิเล็กตรอน สารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนเรียกว่า **ตัวออกซิไดส์หรือ**
อ็อกซิไดซ์ ผลของปฏิกิริยารีดักชันจะทำให้สารนั้นมีเลขออกซิเดชัน
ลดลงดังตัวอย่างต่อไปนี้

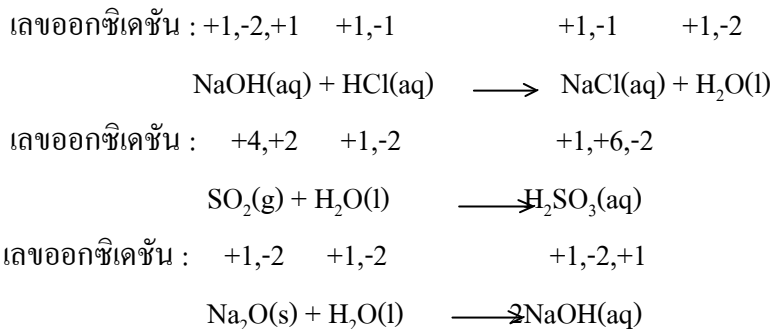


ปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยารีดักชันเป็นเพียงครึ่งปฏิกิริยา
และเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เมื่อรวมสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกันจะได้
ปฏิกิริยารีดอกซ์ ดังนี้



2. ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ (Non-redox reaction)

ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์คือปฏิกิริยาที่ไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน หรือ
ปฏิกิริยาที่ไม่มีการให้และรับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยา เช่น

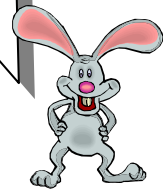


จากปฏิกิริยาที่ยกตัวอย่างมา ไม่มีธาตุใดเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน แสดงว่าไม่มีการให้และรับ
อิเล็กตรอน ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ ส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยารวมตัวของออกไซด์อะโลหะ หรือโลหะกับน้ำ
ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส ปฏิกิริยาการสลายตัว หรือปฏิกิริยาการแทนที่ สังเกตได้จากไม่มีการ
เปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

อะตอม เมื่อให้ e^- ออก
ไปจะกลายเป็นไอออน
บวก จำนวนไอออนบวก
ที่เกิดขึ้นเท่ากับจำนวน e^-
ที่ให้ออกไป



ไอออนบวก เมื่อรับ e^- เข้ามา
จำนวนประจุบวก
จะลดลงเท่ากับจำนวน e^- ที่
รับเข้ามา

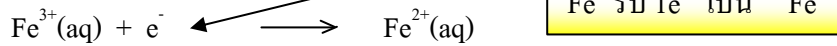
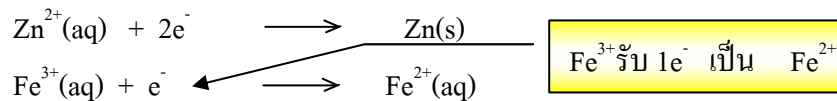
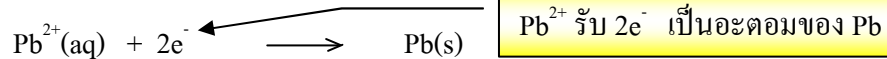


การเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน

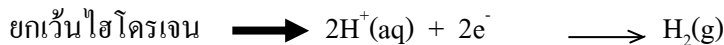
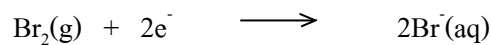
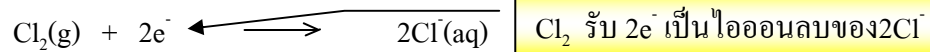
ปฏิกิริยารีดอกซ์หรือปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน สามารถแยกเขียนเป็น 2 ครึ่งปฏิกิริยาและมีชื่อเรียกต่างกัน ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอนเรียกว่าปฏิกิริยารีดักชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีให้อิเล็กตรอนเรียกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน แสดงวิธีการเขียนแบบแยกส่วนแสดงได้ดังนี้

- **ปฏิกิริยารีดักชัน** เขียนแสดงในรูปการรับอิเล็กตรอน ส่วนใหญ่จะเป็นไอออนบวกของโลหะ ถ้าเป็นอโลหะจะเป็นธาตุหมู่ 7A เขียนแสดงได้ดังนี้

ถ้าเป็นโลหะ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไอออนบวกรับอิเล็กตรอนแล้วกลายเป็นอะตอมหรือประจุบวกลดลงเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่รับมา เช่น

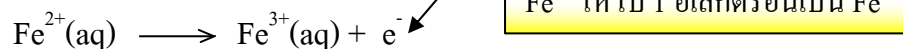
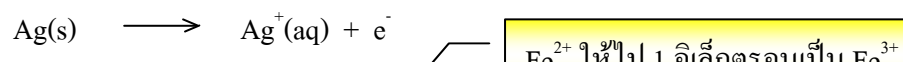
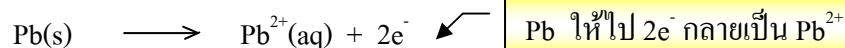


ถ้าเป็นอโลหะ จะอยู่ในรูปของธาตุอิสระแล้วกลายเป็นไอออนลบ เช่น

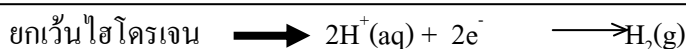
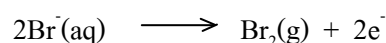


- **ปฏิกิริยาออกซิเดชัน** เขียนแสดงการให้อิเล็กตรอน ส่วนใหญ่จะเป็นอะตอมของโลหะหรือไอออนบวก ถ้าเป็นอโลหะจะอยู่ในรูปของไอออนลบของธาตุหมู่ 7A เขียนแสดงได้ดังนี้

ถ้าเป็นโลหะ จะอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือไอออน เมื่อให้อิเล็กตรอนแล้วจะกลายเป็นไอออนบวกประจุบวกจะเพิ่มตามจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้ เช่น

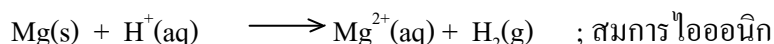
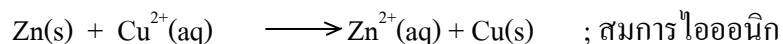


ถ้าเป็นอโลหะ จะอยู่ในรูปของไอออนลบเมื่อให้อิเล็กตรอนแล้วจะอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือโมเลกุล เช่น



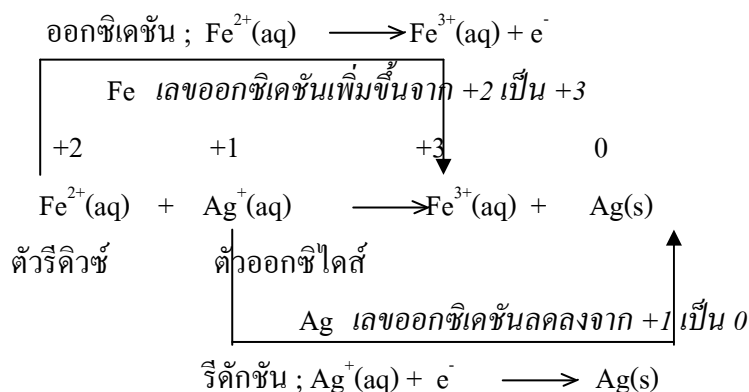
ตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์

ปฏิกิริยารีดอกซ์สามารถเขียนสมการได้ทั้งในรูปของสมการไอออนิกและสมการโมเลกุล ส่วนใหญ่นิยมเขียนในรูปของสมการไอออนิกเพราะจะทำให้เห็นการให้และรับอิเล็กตรอนชัดเจน เช่น



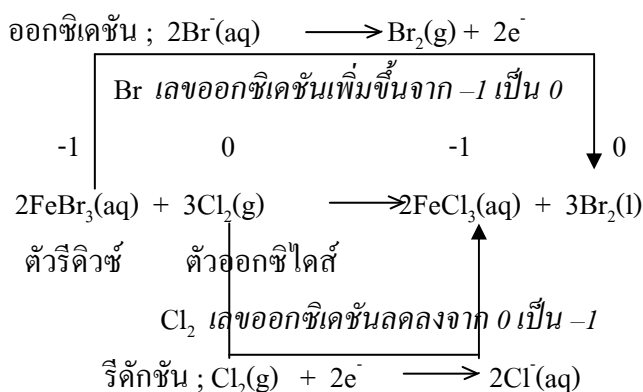
การพิจารณาว่าสารใดเป็นตัวออกซิไดส์ หรือตัวรีดิวซ์ให้ดูที่การให้และรับอิเล็กตรอน หรือดูการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของสารนั้น ถ้าสารใดมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นสารนั้นจะเป็นตัวรีดิวซ์ และถ้าสารใดมีเลขออกซิเดชันลดลงสารนั้นจะเป็นตัวออกซิไดส์ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6



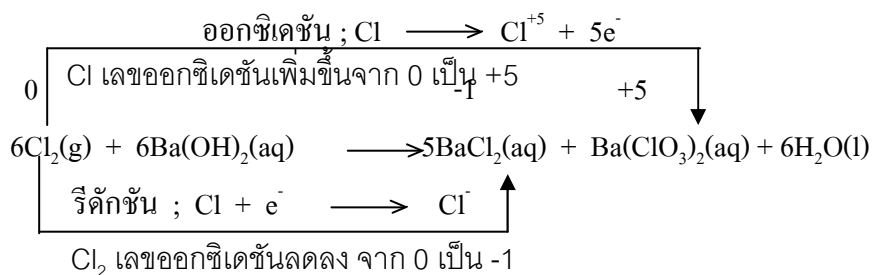
จากสมการ $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ เป็นตัวรีดิวซ์หรือถูกออกซิไดส์ ; $\text{Ag}^+(\text{aq})$ เป็นตัวออกซิไดส์หรือถูกรีดิวซ์

ตัวอย่างที่ 7



จากสมการ FeBr_3 เป็นตัวรีดิวซ์หรือถูกออกซิไดส์โดย Cl_2 ส่วน Cl_2 เป็นตัวออกซิไดส์หรือถูกรีดิวซ์โดย FeBr_3

ตัวอย่างที่ 8



จากสมการ Cl_2 เป็นทั้งตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ คือ Cl มีเลขออกซิเดชันลดลงเพราะรับอิเล็กตรอน และมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเพราะให้อิเล็กตรอน ปฏิกิริยานี้สารชนิดเดียวกันถูกทั้งออกซิไดส์และถูกรีดิวซ์ เรียกปฏิกิริยาแบบนี้ว่า Autoredox หรือ Self reaction

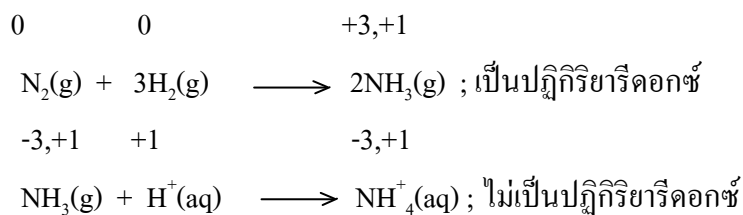
NOTE

ปฏิกิริยาออกซิเดชันคือปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน สารที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอนเรียกว่าตัวรีดิวซ์ สารนั้นจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยารีดักชันคือปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน สารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนเรียกว่าตัวออกซิไดส์ สารนั้นจะมีเลขออกซิเดชันลดลง ปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอนเรียกว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์

หลักการพิจารณาปฏิกิริยารีดอกซ์

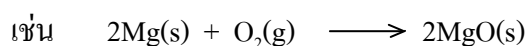
การพิจารณาว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่ตามที่กล่าวมาแล้ว พิจารณาจากการให้และรับอิเล็กตรอนทำให้เลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลงไปด้วย หลักเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปสำหรับพิจารณาว่าปฏิกิริยาเคมีชนิดหนึ่งเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่ อาจพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและดูจากสมการดังนี้

1.พิจารณาจากเลขออกซิเดชัน ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันแสดงว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

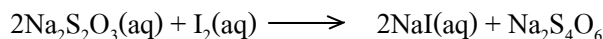
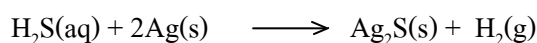


2.พิจารณาจากสมการดังนี้

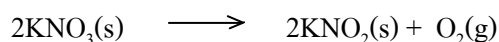
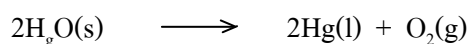
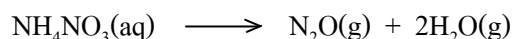
2.1 ถ้าเป็นปฏิกิริยาการรวมตัว ธาตุ + ธาตุ \longrightarrow สารประกอบแสดงว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์



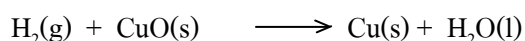
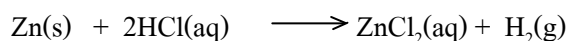
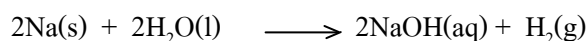
หรือ สารประกอบ + ธาตุ \longrightarrow สารประกอบ เช่น



2.2 ถ้าเป็นปฏิกิริยาการสลายตัว สารประกอบ \longrightarrow ธาตุ + ธาตุ เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น



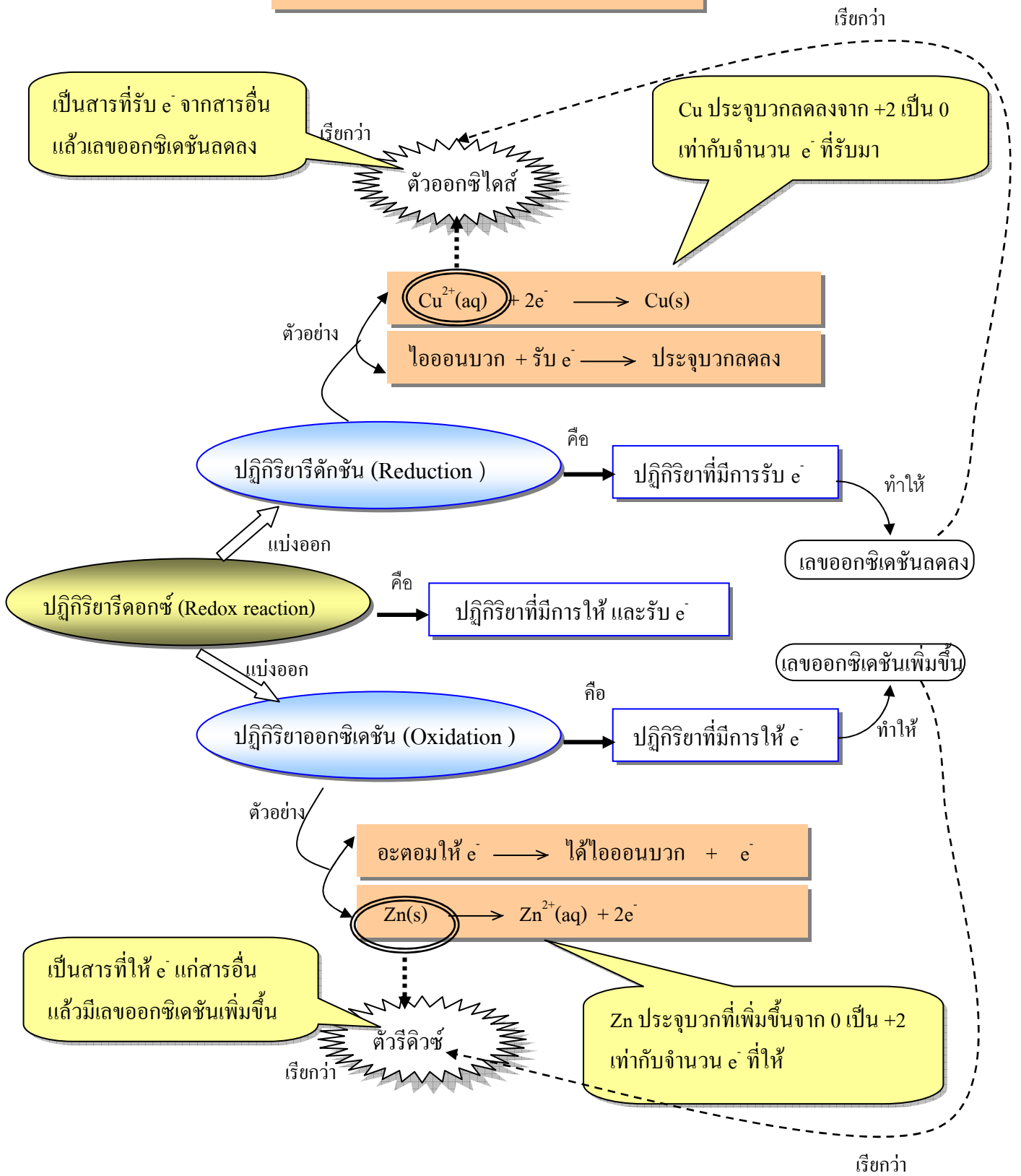
1.1 ปฏิกิริยาการแทนที่ เช่น



NOTE

สรุปการพิจารณาว่าปฏิกิริยาใดว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่ วิธีที่สะดวกและเหมาะสมคือพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของเลขออกซิเดชัน เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันจะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เมื่อเลขออกซิเดชันของธาตุหนึ่งเพิ่ม อีกธาตุหนึ่งจะลดลง ถ้าปฏิกิริยาใดไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันไม่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ หรือเรียกชื่อว่าปฏิกิริยานอน-รีดอกซ์

แผนผังโน้ตสนธิเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์



กิจกรรมที่ 1.2

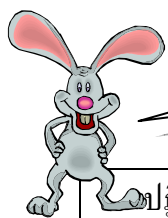
ตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจและเพิ่มประสบการณ์เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์



ข้อ 1 จากปฏิกริยารีดอกซ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ลองฝึกเขียนแยกเป็นครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน....ลองดูนะครับ

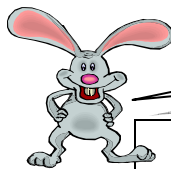
ปฏิกริยารีดอกซ์	เขียนแยกครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน
$\begin{array}{c} \text{ออกซิเดชัน} \\ \downarrow \\ \text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)} \\ \uparrow \\ \text{รีดักชัน} \end{array}$	$\begin{array}{l} \text{ออกซิเดชัน; } \text{Zn(s)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \\ \text{รีดักชัน; } \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu(s)} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{ออกซิเดชัน} \\ \downarrow \\ 1. \text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)} \\ \uparrow \\ \text{รีดักชัน} \end{array}$	$\begin{array}{l} \text{ออกซิเดชัน; } \text{Cu(s)} \longrightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \\ \text{รีดักชัน} \end{array}$
$2. \text{Zn(s)} + 2\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$	$\begin{array}{l} \text{ออกซิเดชัน;} \\ \text{รีดักชัน;} \end{array}$
$3. \text{Mg(s)} + \text{Cl}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$	$\begin{array}{l} \text{ออกซิเดชัน;} \\ \text{รีดักชัน;} \end{array}$
$4. \text{Mg(s)} + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Fe}^{2+}(\text{s})$	$\begin{array}{l} \text{ออกซิเดชัน;} \\ \text{รีดักชัน;} \end{array}$
$5. 2\text{Cr}(\text{aq}) + 3\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Fe(s)}$	$\begin{array}{l} \text{ออกซิเดชัน;} \\ \text{รีดักชัน;} \end{array}$

ข้อ 2 กำหนดครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดอกซ์ให้ต่อไปนี้ ลองฝึกเขียนรวมเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ และบอกวาสารหรือไอออนใดเป็นตัวออกซิไดส์ ตัวรีดิวซ์



ปฏิกิริยา	แสดงสมการ	ตัวออกซิไดส์	ตัวรีดิวซ์
ออกซิเดชัน	$\text{Fe(s)} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$		
รีดักชัน	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu(s)}$		
ปฏิกิริยารีดอกซ์	$\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$	Cu^{2+}	Fe
ออกซิเดชัน	$2\text{Al(s)} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{e}^-$		
รีดักชัน	$3\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 6\text{e}^- \longrightarrow 3\text{Ni(s)}$		
ปฏิกิริยารีดอกซ์			
ออกซิเดชัน	$\text{Cu(s)} \longrightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$		
รีดักชัน	$2\text{Co}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Co}^{2+}(\text{aq})$		
ปฏิกิริยารีดอกซ์			
ออกซิเดชัน	$2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$		
รีดักชัน	$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$		
ปฏิกิริยารีดอกซ์			
ออกซิเดชัน	$2\text{Al(s)} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{e}^-$		
รีดักชัน	$6\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^- \longrightarrow 3\text{H}_2(\text{g})$		
ปฏิกิริยารีดอกซ์			
ออกซิเดชัน	$\text{Cd(s)} \longrightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$		
รีดักชัน	$\text{I}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^-(\text{aq})$		
ปฏิกิริยารีดอกซ์			

ข้อ 3 จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ จงแสดงเลขออกซิเดชันของธาตุในสมการ และบอกว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่



ปฏิกิริยา	เป็น	ไม่เป็น
เลขออกซิเดชัน 0 0 +4,-2		
ตัวอย่าง ; $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$	✓	
เลขออกซิเดชัน		
1. $SO_2(g) + 2CO(g) \longrightarrow S(s) + 2CO_2(g)$		
เลขออกซิเดชัน		
2. $Ca^{2+}(aq) + 2F^-(aq) \longrightarrow CaF_2(aq)$		
เลขออกซิเดชัน		
3. $2FeCl_2(aq) + Cl_2(g) \longrightarrow 2FeCl_3(aq)$		
เลขออกซิเดชัน		
4. $Cl_2(g) + 2NaI(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + I_2(g)$		
เลขออกซิเดชัน		
5. $SnO_2(s) + 2C(s) \longrightarrow Sn(s) + CO(g)$		
เลขออกซิเดชัน		
6. $2Co^{3+}(aq) + Cu(s) \longrightarrow 2Co^{2+}(aq) + Cu^{2+}(aq)$		
เลขออกซิเดชัน		
7. $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl(s)$		
เลขออกซิเดชัน		
8. $AgNO_3(aq) + KCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + KNO_3(aq)$		
เลขออกซิเดชัน		
9. $NaOH(aq) + HCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$		
เลขออกซิเดชัน		
10. $2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$		

