

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การคูณและการรียคอกซ์

ไปรคอ่านจุดประสงค้ ค้าดับแนวคิดสำคัญ และฟังก์ชัน แล้วจึงศึกษารายละเอียดของหน่วยที่ 2 ค้อไป

สาระการเรียนรู้

- เรื่องที่ 2.1 การคูณและการรียคอกซ์โดยใช้เลขออกซีเคชัน
- เรื่องที่ 2.2 การคูณและการรียคอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังประจำหน่วย

อธิบายและสามารถหาเลขออกซีเคชันของสารในสมการ และสามารถคูณและการรียคอกซ์ โดยใช้เลขออกซีเคชัน และใช้ครึ่งปฏิกิริยา

จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 2

หลังจากศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และหัวเรื่องที่ 2.1 - 2.2 แล้วนักเรียนสามารถ

1. สามารถหาเลขออกซีเคชันของธาตุ และสารประกอบในสมการได้
2. อธิบายขั้นตอนการคูณและการรียคอกซ์โดยใช้เลขออกซีเคชันได้
3. สามารถคูณและการรียคอกซ์โดยใช้เลขออกซีเคชันได้
4. อธิบายขั้นตอนการคูณและการรียคอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาได้
5. สามารถคูณและการรียคอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาได้

ลำดับแนวคิดสำคัญประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

การเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่ถูกต้องจะต้องเป็นสมการที่ดุลแล้ว คือจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุและผลรวมประจุไฟฟ้าของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ต้องเท่ากัน



การดุลสมการรีดอกซ์ที่มีความซับซ้อนมาก ต้องใช้วิธีดุลสมการอย่างเป็นระบบ แบ่งออกเป็น 2 วิธีคือการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา



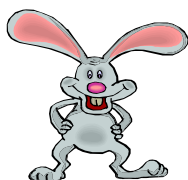
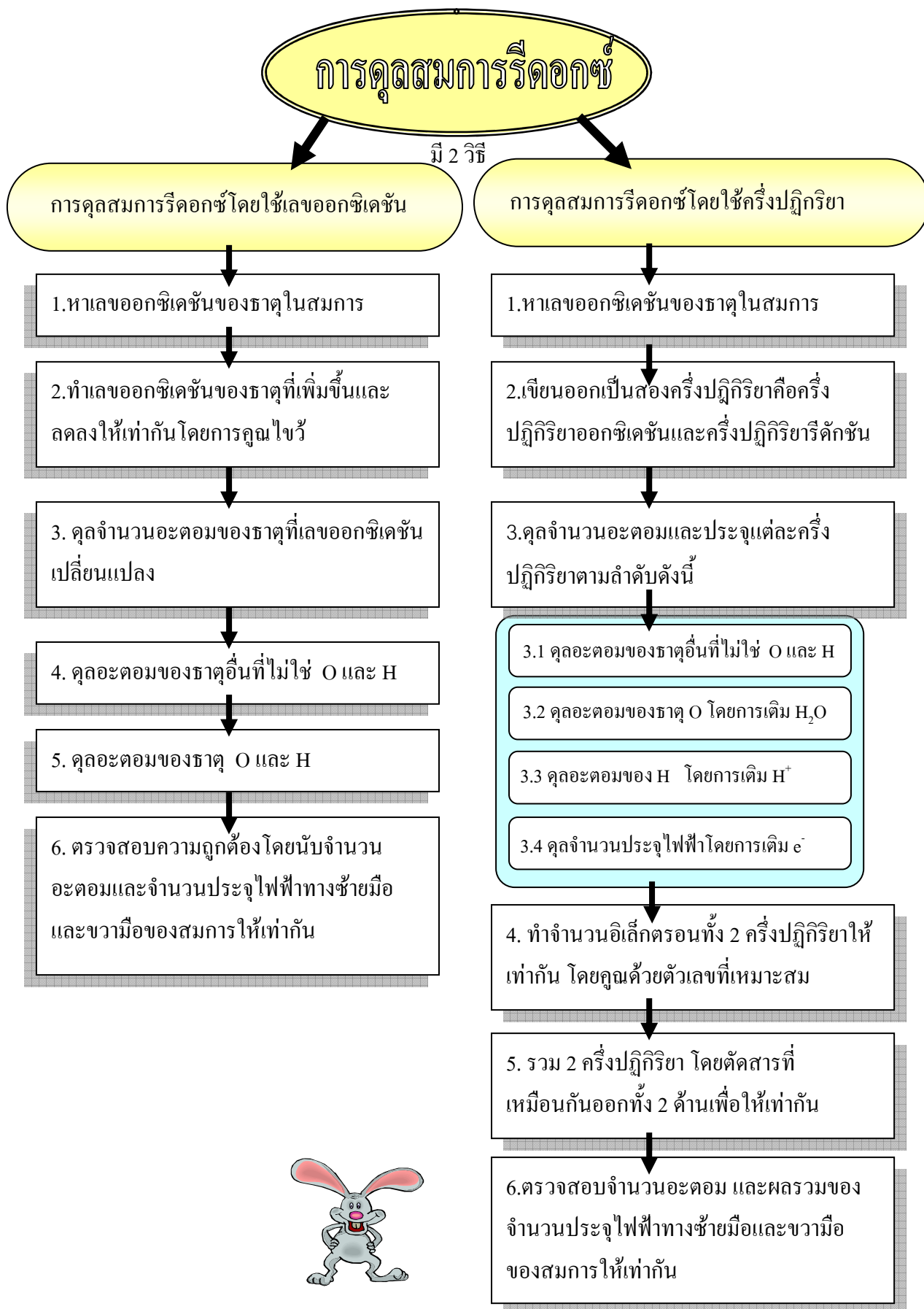
การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน มีหลักการสำคัญคือ หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลงแล้วทำให้เลขออกซิเดชันของธาตุหรือไอออนที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากัน จากนั้นดุลจำนวนอะตอมของธาตุอื่นที่เลขออกซิเดชันไม่เปลี่ยนแปลง ตรวจสอบจำนวนอะตอมของธาตุและประจุไฟฟ้าให้เท่ากัน



การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยามีหลักการสำคัญคือ แยกปฏิกิริยารีดอกซ์ออกเป็นครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน แล้วดุลทั้งจำนวนอะตอมและประจุในแต่ละครึ่งปฏิกิริยา ทำจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้และรับให้เท่ากันแล้วรวมสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกัน ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้า



สมการรีดอกซ์ที่ดุลแล้ว ต้องดุลทั้งจำนวนอะตอมของธาตุทุกธาตุในสมการ และจำนวนประจุไฟฟ้าในปฏิกิริยาเคมี



เรื่องที่ 2.1 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

สมการเคมีที่สมบูรณ์จะต้องเป็นสมการที่ดุลตามกฎทรงมวล ในการดุลสมการโดยทั่วไป ต้องทำจำนวนอะตอมของธาตุหนึ่งๆให้เท่ากัน ทั้งก่อนและหลังปฏิกิริยา สำหรับปฏิกิริยารีดอกซ์ การดุลสมการจะต้องทำให้จำนวนอิเล็กตรอนที่ถ่ายโอนในปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันให้เท่ากัน ทำจำนวนอะตอมและจำนวนประจุรวมทางซ้ายและขวาของสมการให้เท่ากันด้วย

• ขั้นตอนการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

1. หาเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงของธาตุหรือไอออนในสมการ
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากัน โดยการคูณไขว้
3. ทำจำนวนอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันให้เท่ากัน
4. ดุลจำนวนอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H ให้เท่ากัน
5. ดุลอะตอมของ O และ H ให้เท่ากัน
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และจำนวนประจุไฟฟ้าให้เท่ากัน



ตัวอย่างที่ 9

สมการยังไม่ได้ดุล $\text{Cu(s)} + \text{HNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cu(NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{NO}_2(\text{g})$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	แสดงวิธีการดุลสมการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลงเขียนแสดงไว้ข้างบนสมการ	$\overset{0}{\text{Cu}}(\text{s}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}_2(\text{aq}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{l}) + \overset{+4}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{g})$ <p>Cu เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น 2 และ N เลขออกซิเดชันลดลง 1</p>
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากัน โดยการคูณไขว้	$2\overset{0}{\text{Cu}}(\text{s}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}_2(\text{aq}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{l}) + \overset{+4}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{g})$ <p>2 ; เลข 1 ไม่นิยมเขียนไว้ข้างหน้า</p>
3. ดุลอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน	$2\overset{0}{\text{Cu}}(\text{s}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}_2(\text{aq}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{l}) + \overset{+4}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{g})$ <p>Cu เท่ากันแล้ว : เดิม 2 หน้า NO_2 เพื่อให้ N เท่ากัน</p>
4. ดุลอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	$2\overset{0}{\text{Cu}}(\text{s}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}_2(\text{aq}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{l}) + \overset{+4}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{g})$ <p>Cu เท่ากันแล้ว : เดิม 4 หน้า HNO_3 เพื่อให้ N เท่ากัน</p>
5. ดุลอะตอมของธาตุ O และ H	$2\overset{0}{\text{Cu}}(\text{s}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}_2(\text{aq}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{l}) + \overset{+4}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{g})$ <p>O มี 12 เท่ากันแล้ว : เดิม 2 หน้า H_2O เพื่อให้ H เท่ากัน</p>
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้าของสมการที่ดุลแล้ว	$2\overset{0}{\text{Cu}}(\text{s}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3}_2(\text{aq}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{l}) + \overset{+4}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_2(\text{g})$ <p>อะตอม ; Cu=1,H=4,N=4,O=12 ; Cu=1,H=4,N=4,O=12 ประจุ : 0 : 0</p>

ตัวอย่างที่ 10

สมการยังไม่ได้ดุล $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	แสดงวิธีการดุลสมการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลงเขียนแสดงไว้ข้างบนสมการ	$\overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3(\text{g}) + \overset{0}{\text{O}}_2(\text{g}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}(\text{g}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}(\text{l})$ N เพิ่มขึ้น 5 : O ลดลง 2 (มี 2 อะตอมคูณ 2 = 4)
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยการคูณไขว้	$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 5 : 4
3. คู่อะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ เติม 4 หน้า NO เพื่อให้ N เท่ากัน
4. คู่อะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	อะตอมของธาตุอื่น ๆ เท่ากันแล้ว ผ่านได้เลย
5. คู่อะตอมของธาตุ O และ H	$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ เติม 6 หน้า H_2O เพื่อให้ H และ O เท่ากัน
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้าของสมการที่ดุลแล้ว	$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ อะตอม ; N=4, H=12, O=10 ; N=4, H=12, O=10 ประจุรวม = 0

ตัวอย่างที่ 11

สมการยังไม่ได้ดุล $\text{Cd}(\text{s}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	แสดงวิธีการดุลสมการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลงเขียนแสดงไว้ข้างบนสมการ	$\overset{0}{\text{Cd}}(\text{s}) + \overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_3(\text{aq}) + \overset{+1}{\text{H}}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{+2}{\text{Cd}}(\text{aq}) + \overset{+2}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}(\text{g}) + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}}(\text{l})$
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยการคูณไขว้	$3\text{Cd}(\text{s}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 2 : 3 ; Cd เพิ่มขึ้น 2 : N ลดลง 3
3. คู่อะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$3\text{Cd}(\text{s}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 3\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ เติม 3 หน้า Cd^{2+} และเติม 2 หน้า NO เพื่อให้ Cd และ N เท่ากัน
4. คู่อะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	อะตอมของธาตุอื่น ๆ เท่ากันแล้ว ผ่านได้เลย
5. คู่อะตอมของธาตุ O และ H	$3\text{Cd}(\text{s}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 3\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ เติม 4 หน้า H_2O และเติม 8 หน้า H^+ เพื่อให้ O และ H เท่ากัน
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้าของสมการที่ดุลแล้ว	$3\text{Cd}(\text{s}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 3\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ อะตอม Cd = 3, N=2, O=6, H=8 ; Cd = 3, N=2, O=6, H=8 ประจุ ; +8-2 = +6 ; +6

กิจกรรมที่ 2.1

ตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจเรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

1. สมการยังไม่ได้ดุล $\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	แสดงวิธีการดุลสมการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลง เขียนแสดงไว้ข้างบนสมการ $\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลง ให้เท่ากัน โดยการคูณไขว้	$\begin{array}{c} \swarrow \quad \searrow \\ \text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)} \\ \nwarrow \quad \nearrow \\ \dots \end{array}$
3. ดุลอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
4. ดุลอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	$\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
5. ดุลอะตอมของธาตุ O และ H	$\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้า	$\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$

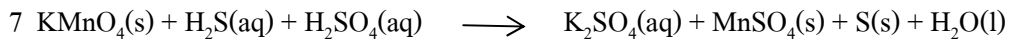
2. สมการยังไม่ได้ดุล $\text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Sb(s)} + \text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{PbO(s)} + \text{NaSbO}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	แสดงวิธีการดุลสมการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลง เขียนแสดงไว้ข้างบนของสมการ $\text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Sb(s)} + \text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{PbO(s)} + \text{NaSbO}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลง ให้เท่ากัน โดยการคูณไขว้	$\begin{array}{c} \swarrow \quad \searrow \\ \text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Sb(s)} + \text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{PbO(s)} + \text{NaSbO}_2\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \\ \nwarrow \quad \nearrow \\ \dots \end{array}$
3. ดุลอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$\text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Sb(s)} + \text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{PbO(s)} + \text{NaSbO}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
4. ดุลอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	$\text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Sb(s)} + \text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{PbO(s)} + \text{NaSbO}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
5. ดุลอะตอมของธาตุ O และ H	$\text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Sb(s)} + \text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{PbO(s)} + \text{NaSbO}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้า	$\text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Sb(s)} + \text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{PbO(s)} + \text{NaSbO}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$

3. สมการยังไม่ได้ดุล $\text{CO(g)} + \text{NO(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)}$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	ผลการดำเนินการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลง เขียนแสดงไว้ข้างบนของสมการ $\text{CO(g)} + \text{NO(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)}$
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลง ให้เท่ากัน โดยการคูณไขว้	$\text{CO(g)} + \text{NO(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)}$
3. ดุลอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$\underline{\hspace{1cm}}\text{CO(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{NO(g)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{CO}_2\text{(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{N}_2\text{(g)}$
4. ดุลอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	$\underline{\hspace{1cm}}\text{CO(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{NO(g)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{CO}_2\text{(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{N}_2\text{(g)}$ เติม 2 หน้า CO_2 เพื่อให้ C เท่ากัน
5. ดุลอะตอมของธาตุ O และ H	$\underline{\hspace{1cm}}\text{CO(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{NO(g)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{CO}_2\text{(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{N}_2\text{(g)}$
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้า	$\underline{\hspace{1cm}}\text{CO(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{NO(g)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{CO}_2\text{(g)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{N}_2\text{(g)}$

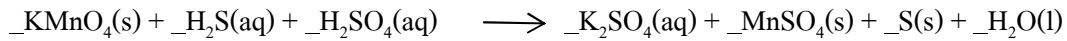
4. สมการยังไม่ได้ดุล $\text{MnO}_2\text{(s)} + \text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow \text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	ผลการดำเนินการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลง เขียนแสดงไว้ข้างบนของสมการ $\text{MnO}_2\text{(s)} + \text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow \text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลง ให้เท่ากัน โดยการคูณไขว้	$\text{MnO}_2\text{(s)} + \text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow \text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
3. ดุลอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$\underline{\hspace{1cm}}\text{MnO}_2\text{(s)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}_2\text{O(l)}$
4. ดุลอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	$\underline{\hspace{1cm}}\text{MnO}_2\text{(s)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}_2\text{O(l)}$
5. ดุลอะตอมของธาตุ O และ H	$\underline{\hspace{1cm}}\text{MnO}_2\text{(s)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}_2\text{O(l)}$
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้า	$\underline{\hspace{1cm}}\text{MnO}_2\text{(s)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow \underline{\hspace{1cm}}\text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \underline{\hspace{1cm}}\text{H}_2\text{O(l)}$

5. สมการยังไม่ได้ดุล $\text{KI(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{s}) + \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	ผลการดำเนินการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลง เขียนแสดงไว้ข้างบนของสมการ $\text{KI(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{s}) + \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้ เท่ากัน โดยการคูณไขว้	$\text{KI(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{s}) + \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
3. ดุลอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$\underline{\text{K}}\text{I(s)} + \underline{\text{H}_2}\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \underline{\text{K}_2}\text{SO}_4(\text{s}) + \underline{\text{I}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{S}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l})$
4. ดุลอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	$\underline{\text{K}}\text{I(s)} + \underline{\text{H}_2}\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \underline{\text{K}_2}\text{SO}_4(\text{s}) + \underline{\text{I}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{S}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l})$
5. ดุลอะตอมของธาตุ O และ H	$\underline{\text{K}}\text{I(s)} + \underline{\text{H}_2}\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \underline{\text{K}_2}\text{SO}_4(\text{s}) + \underline{\text{I}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{S}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l})$
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้า	$\underline{\text{K}}\text{I(s)} + \underline{\text{H}_2}\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \underline{\text{K}_2}\text{SO}_4(\text{s}) + \underline{\text{I}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{S}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l})$

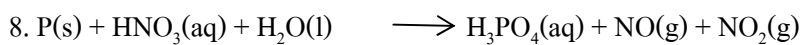
6. สมการยังไม่ได้ดุล $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$	
ขั้นตอนการดุลสมการ	ผลการดำเนินการ
1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เพิ่มขึ้นและลดลง เขียนแสดงไว้ข้างบนของสมการ $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$
2. ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้ เท่ากัน โดยการคูณไขว้	$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$
3. ดุลอะตอมของธาตุที่เปลี่ยนเลขออกซิเดชัน	$\underline{\text{Cl}_2}(\text{g}) + \underline{\text{SO}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \underline{\text{SO}_4}^{2-}(\text{aq}) + \underline{\text{Cl}}^-(\text{aq}) + \underline{\text{H}}^+(\text{aq})$
4. ดุลอะตอมของธาตุอื่นที่ไม่ใช่ O และ H	$\underline{\text{Cl}_2}(\text{g}) + \underline{\text{SO}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \underline{\text{SO}_4}^{2-}(\text{aq}) + \underline{\text{Cl}}^-(\text{aq}) + \underline{\text{H}}^+(\text{aq})$
5. ดุลอะตอมของธาตุ O และ H	$\underline{\text{Cl}_2}(\text{g}) + \underline{\text{SO}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \underline{\text{SO}_4}^{2-}(\text{aq}) + \underline{\text{Cl}}^-(\text{aq}) + \underline{\text{H}}^+(\text{aq})$
6. ตรวจสอบจำนวนอะตอม และประจุไฟฟ้า	$\underline{\text{Cl}_2}(\text{g}) + \underline{\text{SO}_2}(\text{g}) + \underline{\text{H}_2}\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \underline{\text{SO}_4}^{2-}(\text{aq}) + \underline{\text{Cl}}^-(\text{aq}) + \underline{\text{H}}^+(\text{aq})$



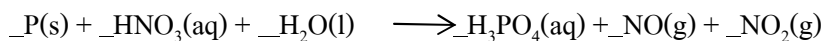
- ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นคือ.....เพิ่มจาก.....เป็น.....รวมเพิ่ม.....
- ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่ลดลงคือ..... ลดจาก.....เป็น.....รวมลด.....
- สมการที่ดุลแล้วคือ



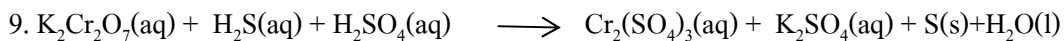
- ตรวจสอบจำนวนอะตอมซ้ายและขวาของสมการ
-
-



- ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นคือ.....เพิ่มจาก.....เป็น.....รวมเพิ่ม.....
- ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่ลดลงคือ...Mn.... ลดจาก.....เป็น.....รวมลด.....
- สมการที่ดุลแล้วคือ



- ตรวจสอบจำนวนอะตอมซ้ายและขวาของสมการ
-
-

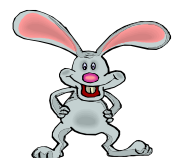


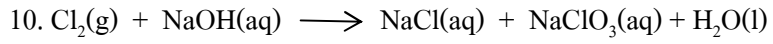
- ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นคือ.....เพิ่มจาก.....เป็น.....รวมเพิ่ม.....
 - ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่ลดลงคือ..... ลดจาก.....เป็น.....รวมลด...3.....
 - สมการที่ดุลแล้วคือ
-

ทำเป็นเลขจำนวนเต็มน้อยที่สุด โดย 2 หารตลอด

.....

- ตรวจสอบจำนวนอะตอมซ้ายและขวาของสมการ
-
-





- ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นคือ.....เพิ่มจาก.....เป็น.....รวมเพิ่ม.....
- ธาตุที่มีเลขออกซิเดชันที่ลดลงคือ..... ลดจาก.....เป็น.....รวมลด.....
- สมการที่ดุลแล้วคือ

.....

- ตรวจสอบจำนวนอะตอมซ้ายและขวาของสมการ

.....

.....

