เคมี ๔

มัธยมศึกษาปีที่ ๕

ภาคเรียนที่ ๒

หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ๔

๑) ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี.....14 %

๒) เซลล์ไฟฟ้าเคมี.....16 %

สอบกลางภาค

20 %

หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ๔

๓) ประโยชน์ของเซลล์ไฟฟ้าเคมี.....18 %

๔) ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม.....12 %

สอบปลายภาค

20 %

ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี

ไฟฟ้าเคมี

“สาขาหนึ่งของเคมีที่ปฏิกิริยาเกิดขึ้นพร้อมกับมีการไหลของกระแสไฟฟ้า”

แบ่งปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1.ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้วทำให้มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

2.ปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้นต่อเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในระบบ

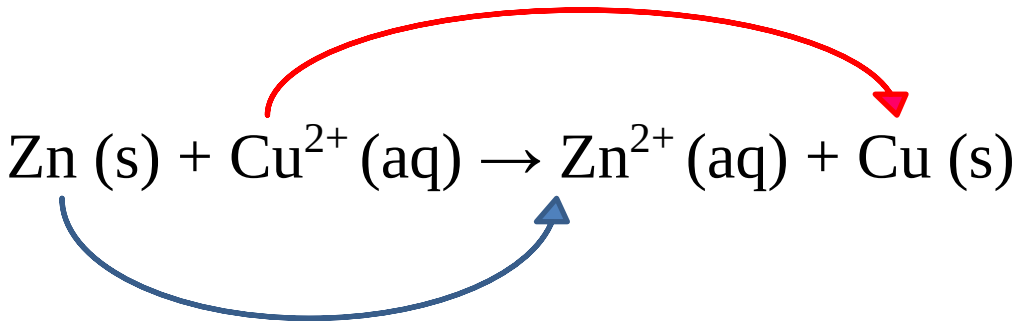
ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีที่สำคัญ คือ **“ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction)”**

1.ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction)

“ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน (ออกซิเดชันและรีดักชัน) หรือปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน (Oxidation number) ของธาตุในสาร”

<u>พิจารณาปฏิกิริยา</u>

รีดักชัน (เลขออกซิเดชันลดลง)



ออกซิเดชัน (เลขออกซิเดชันเพิ่ม)

เกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง Zn และ Cu^{2+}

1.1 การเขียนครึ่งปฏิกิริยาของสมการรีดอกซ์

1.1.1 ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน

$$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$$

มีการให้อิเล็กตรอนทำให้เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น

1.1.2 ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$$

มีการรับอิเล็กตรอนทำให้เลขออกซิเดชันลดลง

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

จากปฏิกิริยาอธิบายได้ว่า

"Zn เป็น**ตัวรีดิวซ์**หรือกล่าวว่า Zn ถูกออกซิไดส์ และ Cu^{2+} เป็นตัว**ออกซิไดส์**หรือกล่าวว่า Cu^{2+} ถูกรีดิวซ์"

นิยาม

ตัวรีดิวซ์ คือ สารที่ให้อิเล็กตรอน (ถูกออกซิไดส์)

ตัวออกซิไดส์ คือ สารที่รับอิเล็กตรอน (ถูกรีดิวซ์)

ตัวอย่าง 1.1 จงอธิบายปฏิกิริยา

$$2Fe^{2+}(aq) + Cl_2(g) \rightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 2Cl^{-}(aq)$$

1.2. ทบทวนเลขออกซิเดชัน (oxidation number)

"เลขออกซิเดชันคือ จำนวนประจุสุทธิบนอะตอมนั้น ๆ"

<u>หลักการบอกค่าเลขออกซิเดชัน</u>

1. อะตอมของธาตุในสภาวะอิสระ มีเลขออกซิเดขันเท่ากับศูนย์เช่น Zn, Ag, H_2, Cl_2

2. อะตอมเดี่ยวที่เป็นไอออน มีค่าเลขออกซิเดชันเท่ากับจำนวนประจุของไอออนเช่น Al^{3+} มีเลขออกซิเดชัน +3, Cl^- มีเลขออกซิเดชัน -1

3. เลขออกซิเดชันในสารประกอบของโลหะอัลคาไล (หมู่ 1A) มีค่า +1 และโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท (หมู่ 2A) มีค่า +2 โลหะหมู่ 3 ได้แก่ Al, B มีเลขออกซิเดชันเป็น +3

4. O ในสารประกอบเช่น $KClO_3$, H_2O มีเลขออกซิเดชัน -2

ยกเว้น *สารประกอบเปอร์ออกไซด์ เช่น Na_2O_2, H_2O_2, BaO_2 มีเลขออกซิเดชัน -1

*สารประกอบ OF_2 มีเลขออกซิเดชัน +2

5. H ในสารประกอบมีเลขออกซิเดชัน +1

ยกเว้น *$LiAlH_4$ และ $NaBH_4$ มีเลขออกซิเดชัน -1

6. ผลรวมของเลขออกซิเดชันของอะตอมทั้งหมดในสูตรเคมี มีค่าเท่ากับประจุของสูตรนั้น ๆ เช่น MnO_4^- มีค่าผลรวมเลขออกซิเดชันเท่ากับ -1

7. F ในสารประกอบมีเลขออกซิเดชัน -1

8. Ag, Zn, Sc ในสารประกอบมีเลขออกซิเดชันเป็น +1, +2, +3 ตามลำดับ

9. เลขออกซิเดชันจะมีค่าเป็นจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบหรือเป็นเศษส่วนก็ได้

10. ในสารประกอบใด ๆ ก็ตามธาตุที่มีค่า EN สูงจะแสดงเลขออกซิเดชันเป็นค่าลบ F>O>Cl>N>Br (Cl เมื่ออยู่กับธาตุที่มีค่า EN ต่ำกว่ามีเลขออกซิเดชันเป็น -1)

ไอออนที่ควรรู้จัก

ไอออนที่เป็นกลุ่มอะตอม	ชื่อ	ไอออนที่เป็นกลุ่มอะตอม	ชื่อ
NH_4^+	แอมโมเนียมไอออน	MnO_4^-	เปอร์แมงกาเนตไอออน
CN^-	ไซยาไนด์ไอออน	$Cr_2O_7^{2-}$	ไดโครเมตไอออน
NO_2^-	ไนไตรต์ไอออน	CrO_4^{2-}	โครเมตไอออน
NO_3^-	ไนเตรตไอออน	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	เฮกสะไซยาโนเฟอร์เรต(III)ไอออน
HSO_4^-	ไฮโดรเจนซัลเฟตไอออน	AsO_4^{3-}	อาร์ซิเนตไอออน
SO_4^{2-}	ซัลเฟตไอออน	BO_3^{3-}	โบเรต
SO_3^{2-}	ซัลไฟต์ไอออน	$B_2O_5^{4-}$	ไดโบเรต
$S_2O_3^{2-}$	ไทโอซัลเฟตไอออน	ClO^-	ไฮโปคลอไรต์ไอออน
$H_2PO_4^-$	ไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน	ClO_2^-	คลอไรต์ไอออน
HPO_4^{2-}	ไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน	ClO_3^-	คลอเรตไอออน
PO_4^{3-}	ฟอสเฟตไอออน	ClO_4^-	เปอร์คลอเรตไอออน
HCO_3^-	ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน	OH^-	ไฮดรอกไซด์ไอออน
CO_3^{2-}	คาร์บอเนตไอออน	SCN^-	ไทโอไซยาเนตไอออน

Ex1จงหาเลขออกซิเดชันของแต่ละธาตุจากสมการต่อไปนี้

1) $K_2Cr_2O_7 + KBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

2) $CrO_4^{2-} + S^{2-} \rightarrow Cr(OH)_3 + S$

3) $NO_3^- + Cu_2O + H^+ \rightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$

4) $Bi(OH)_3 + MnO_4^- + OH^- \rightarrow BiO_3^- + MnO_2$

5) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+} + H_2O$

6) $CrO_4^{2-} + S^{2-} + OH^- \rightarrow Cr(OH)_3 + S + H_2O$

7) $Fe^{3+} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + Fe^{2+} + H_2O$

8) $V(OH)_4^+ + Cr^{2+} \rightarrow VO^{2+} + Cr^{3+}$

9) $VO^{2+} + MnO_4^- + H_2O \rightarrow VO_2^+ + Mn^{2+} + H^+$

10) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+} + H_2O$

11) $MnO^{2+} + Fe^{2+} + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+} + H_2O$

12) $Cl_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + Cl^- + H^+$

การทดลองเรื่องการเสกทองแดงจากจุนสี

คำถามท้ายการทดลอง

1.สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

2.นอกจากทองแดง ยังมีสิ่งใดเกิดระหว่างการทดลองอีก พร้อมทั้งเขียนสมการเคมีอธิบาย

3.จงคำนวณหาร้อยละของทองแดงที่สังเคราะห์ได้

4.ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดูดหรือคายความร้อน ทราบได้อย่างไร

5.จุนสีที่ใช้มีความเข้มข้นเท่าไร(M) ถูกใช้หมดหรือไม่ ถ้าเหลือ เหลือกี่กรัม

1.3 การดุลสมการรีดอกซ์

1.3.1 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

เขียนสารที่ถูกออกซิไดส์หรือรีดิวซ์ → เขียนครึ่งปฏิกิริยาแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน และรีดักชัน

↓

ทำครึ่งปฏิกิริยาทั้งสองให้สมดุล ทั้งจำนวนอะตอมและประจุไฟฟ้า

สารละลายที่เป็นกรดเติม H^+ และเบสเติม OH^- เพื่อดุลประจุไฟฟ้า จากนั้นดุลไฮโดรเจน และออกซิเจน โดยการเติม H_2O

↓

ทำจำนวนอิเล็กตรอนในทั้งสองครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากัน

↓

รวมครึ่งปฏิกิริยาทั้งสองให้เป็นสมการสุทธิ

ตัวอย่าง 1.2 จงดุลสมการรีดอกซ์ต่อไปนี้ (ในสารละลายเบส)

ก) $Bi(OH)_3 + MnO_4^- \rightarrow BiO_3^- + MnO_2$

ข) $MnO_4^- + SO_3^{2-} \rightarrow MnO_2 + SO_4^{2-}$

Ex 3 อธิบายและให้เหตุผลว่าปฏิกิริยาต่อไปนี้ปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ และปฏิกิริยาใดไม่ใช่ปฏิกิริยารีดอกซ์ กรณีที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์จงดุลสมการของปฏิกิริยานั้นด้วยวิธีครึ่งปฏิกิริยา

1) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+} + H_2O$

2) $CrO_4^{2-} + S^{2-} + OH^- \rightarrow Cr(OH)_3 + S + H_2O$

3) $Fe^{3+} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + Fe^{2+} + H_2O$

4) $HCO_3^- + OH^- \rightarrow H_2O + CO_3^{2-}$

5) $MnO_2 + Fe^{2+} + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+} + H_2O$

6) $Cl_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + Cl^- + H^+$

7) $N_2H_4 + H^+ + O_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$

8) $Fe^{2+} + Cl_2 \rightarrow Fe^{3+} + Cl^-$

9) $H^+ + NO_3^- + Cu_2O \rightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$

10) $MgCO_3 + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2O + CO_2$

ตัวอย่าง จงดุลสมการต่อไปนี้ โดยใช้วิธีครึ่งปฏิกิริยา

8) $Fe^{2+} + Cl_2 \rightarrow Fe^{3+} + Cl^-$

9) $H^+ + NO_3^- + Cu_2O \rightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$

10) $MgCO_3 + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2O + CO_2$

<u>การบ้านชุดที่2</u> อธิบายและให้เหตุผลว่าปฏิกิริยาต่อไปนี้ปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ และปฏิกิริยาใดไม่ใช่ปฏิกิริยารีดอกซ์ กรณีที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์จงดุลสมการของปฏิกิริยานั้นด้วยวิธีครึ่งปฏิกิริยา (10 คะแนน)

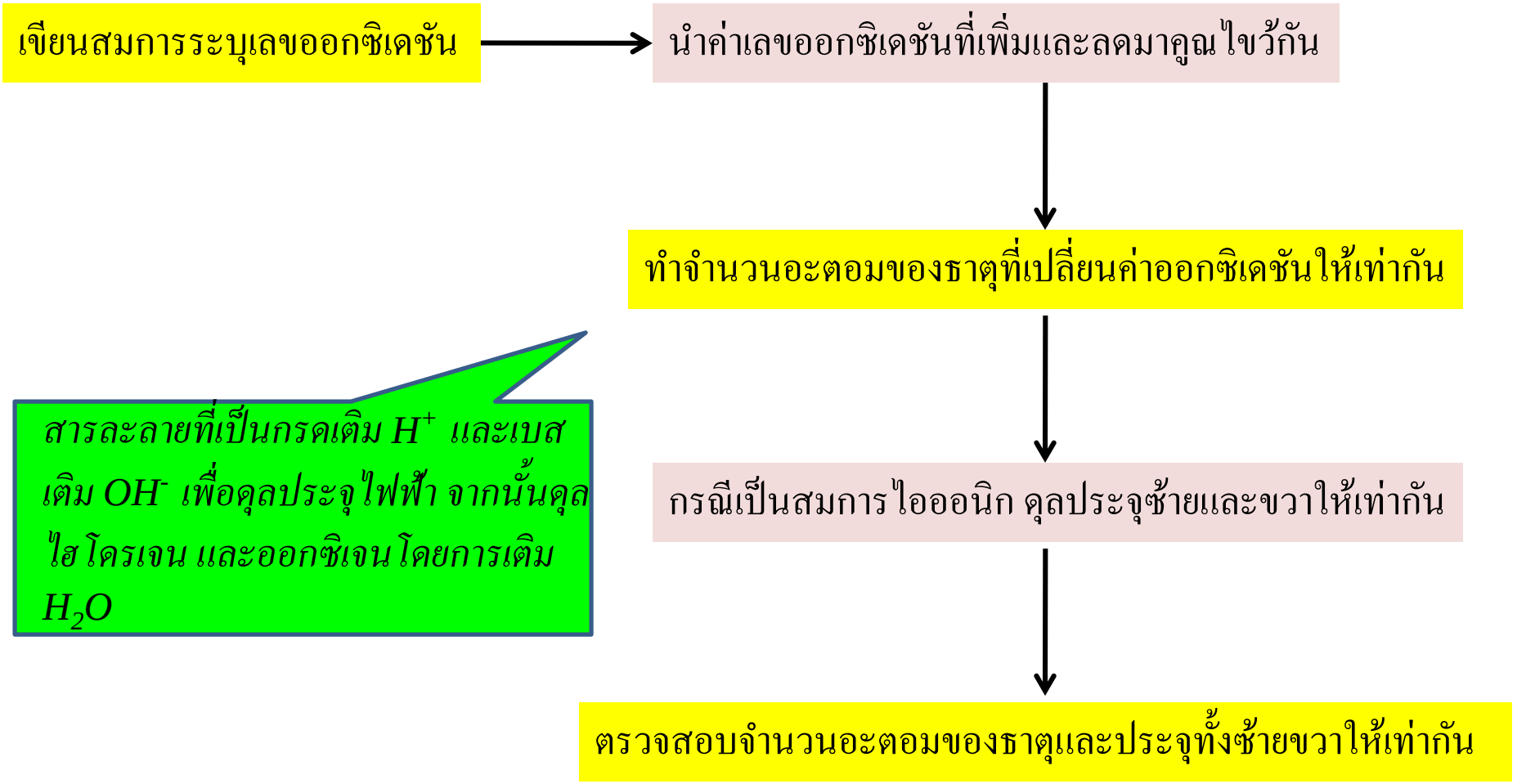
ก) $MnO^{2} + Fe^{2+} + H^{+} \rightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+} + H_2O$

ข) $Cl_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + Cl^{-} + H^{+}$

ค) $HCO_3^{-} + OH^{-} \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$

ง) $N_2H_4 + O_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$

1.3.2 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน



ตัวอย่าง 1.3 จงดุลสมการรีดอกซ์ต่อไปนี้โดยใช้เลขออกซิเดชัน

1) $V(OH)_4^+ + Cr^{2+} \rightarrow VO^{2+} + Cr^{3+}$ *(ในสารละลายกรด)*

2) $ClO^- + CrO_2^- \rightarrow CrO_4^{2-} + Cl^-$ *(ในสารละลายเบส)*

3) $VO^{2+} + MnO_4^- + H_2O \rightarrow VO_2^+ + Mn^{2+} + H^+$

4) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+} + H_2O$

5) $Bi(OH)_3 + MnO_4^- + OH^- \rightarrow BiO_3^- + MnO_2$

6) $CrO_4^{2-} + S^{2-} \rightarrow Cr(OH)_3 + S$ *(ในสารละลายเบส)*

7) $NO_3^- + Cu_2O + H^+ \rightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$

8) $K_2Cr_2O_7 + KBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

<u>การบ้าน</u> จงดุลสมการรีดอกซ์ต่อไปนี้โดยใช้เลขออกซิเดชัน

ก) $K_2Cr_2O_7 + KBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

ข) $CrO_4^{2-} + S^{2-} \rightarrow Cr(OH)_3 + S$ (ในสารละลายเบส)

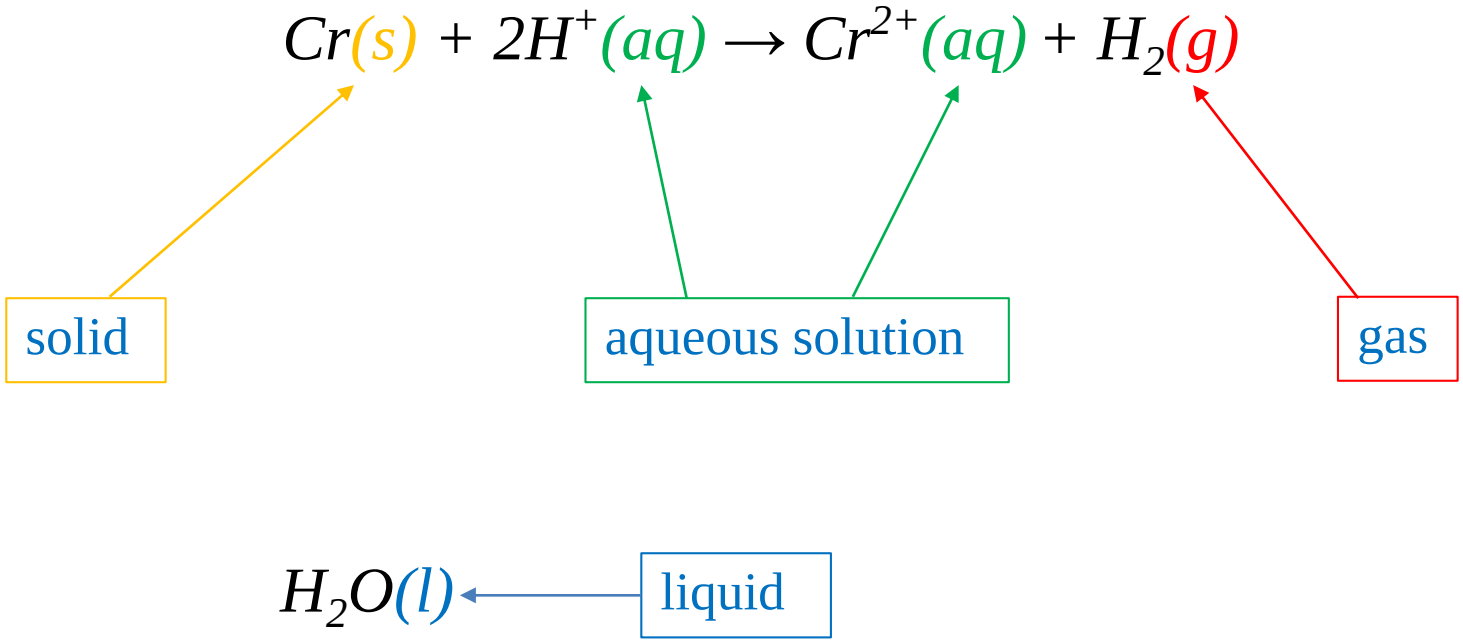
ค) $NO_3^- + Cu_2O + H^+ \rightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$

ง) $Bi(OH)_3 + MnO_4^- + OH^- \rightarrow BiO_3^- + MnO_2$

1.4 ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

“จากการทดลองจุ่มลวดโครเมียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง พบว่าสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีฟ้า และมีแก๊สเกิดขึ้น”

พิจารณาปฏิกิริยา



ตารางแสดงสีของสารประกอบและไอออนของ*โครเมียม*และ*แมงกานีส*ในน้ำ

สูตร	ชื่อ	สี
Cr^{2+}	โครเมียม (II) ไอออน	น้ำเงิน
Cr^{3+}	โครเมียม (III) ไอออน	เขียว
CrO_4^{2-}	โครเมตไอออน	เหลือง
$Cr_2O_7^{2-}$	ไดโครเมตไอออน	ส้ม
Mn^{2+}	แมงกานีส (II) ไอออน	ชมพูอ่อน
$Mn(OH)_3$*	แมงกานีส (III) ไฮดรอกไซด์	น้ำตาล
MnO_2*	แมงกานีส (IV) ออกไซด์	ดำ
MnO_4^{2-}	แมงกาเนตไอออน	เขียว
MnO_4^-	เปอร์แมงกาเนตไอออน	ม่วงแดง

* ไม่ละลายน้ำ

***ตัวอย่าง* 1.4** จากการผสมสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ กับสารละลาย KI เกิดเป็นตะกอนสีเหลือง จงเขียนสมการที่เกิดขึ้นและพิจารณาว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่เพราะเหตุใด

***ตัวอย่าง* 1.5** ทำการทดลองโดยจุ่มลวดแมกนีเซียมลงในสารละลาย $ZnSO_4$ เกิดสารสีเทาเงินที่ลวดแมกนีเซียมตรงส่วนที่จุ่มในสารละลาย เมื่อเคาะสารสีเทาเงินออกพบว่าลวดแมกนีเซียมสึกกร่อน จงเขียนสมการที่เกิดขึ้นและพิจารณาว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่เพราะเหตุใด

***ตัวอย่าง* 1.6** โลหะแมกนีเซียมสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลาย $ZnSO_4$ ส่วนโลหะสังกะสีทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย $MgSO_4$

ก) จงเขียนสมการแสดงแต่ละปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น

ข) เรียงลำดับในการรับอิเล็กตรอนของ $H^+(aq)$, $Mg^{2+}(aq)$, $Zn^{2+}(aq)$ และลำดับความสามารถเป็นตัวรีดิวซ์ของ H_2, Mg, Zn

***ตัวอย่าง* 1.7** เมื่อเติมสารละลายของโซเดียมซัลไฟด์ลงในสารละลายของไดโครเมตไอออนซึ่งมีสีส้มและมีสมบัติเป็นกรด ทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวของโครเมียม (III) ไอออนและเกิดตะกอนสีขาว หลังจากนั้นตะกอนขาวเปลี่ยนเป็นตะกอนสีเหลืองของกำมะถัน จงเขียนและดุลสมการรีดอกซ์

***ตัวอย่าง* 1.8** จงเขียนและดุลสมการรีดอกซ์ จากการทดลองเติมสารละลายของไอโอไดด์ไอออนลงในสารละลายเปอร์แมงกาเนตไอออนซึ่งมีสีม่วงแดง ปรากฏว่าสีม่วงแดงจางหายไป เกิดเป็นตะกอนสีดำของแมงกานีส (IV) ออกไซด์และไอโอเดตไอออน สารละลายมีสมบัติเป็นเบส