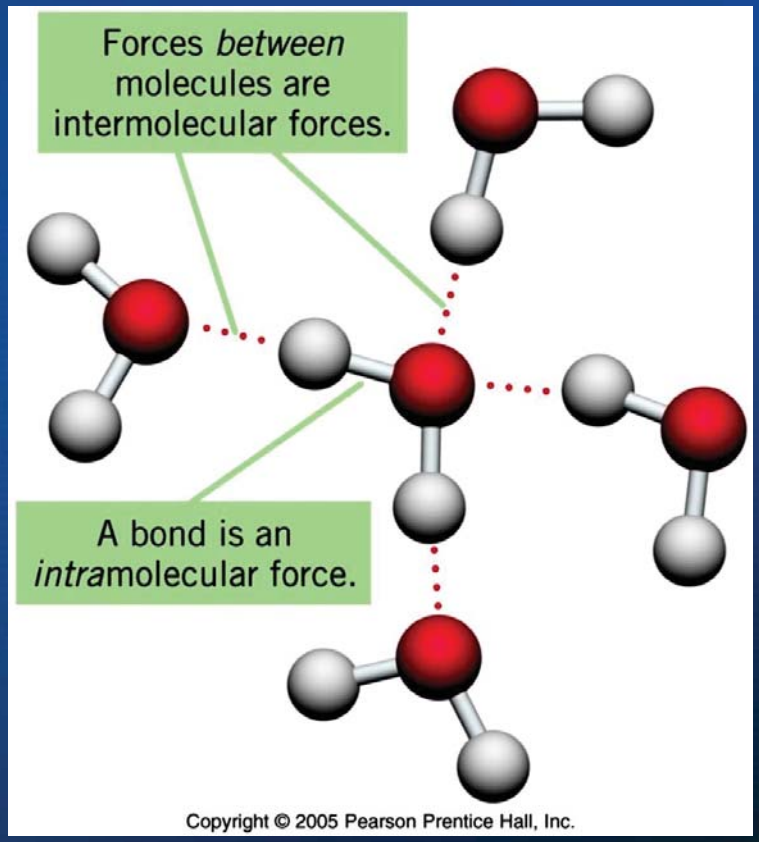
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

- **พันธะเคมี** คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม หรือไอออนที่มารวมตัวกัน เพื่อจัดเวเลนซ์อิเล็กตรอนให้เสถียร
- **พันธะเคมี** แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

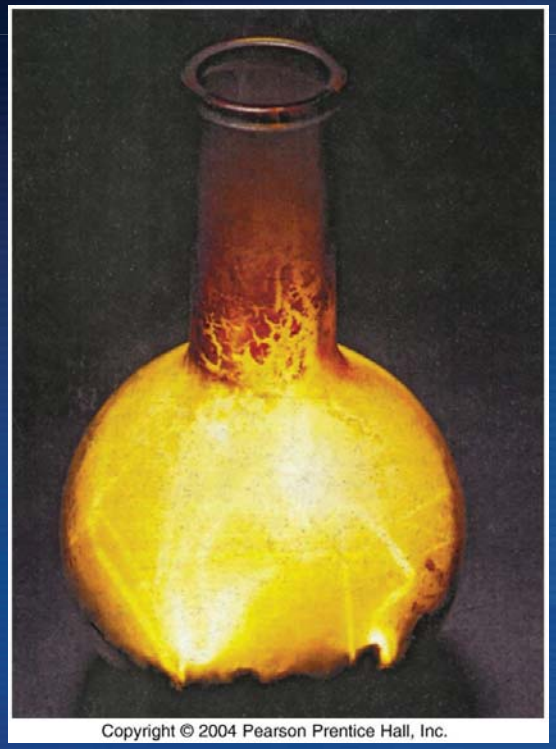
1. พันธะภายในโมเลกุล
   - พันธะไอออนิก
   - พันธะโคเวเลนต์
   - พันธะโลหะ
2. พันธะระหว่างโมเลกุล
   - พันธะไฮโดรเจน
   - แรงแวนเดอร์วาลส์
   - แรงดึงดูดระหว่างขั้ว



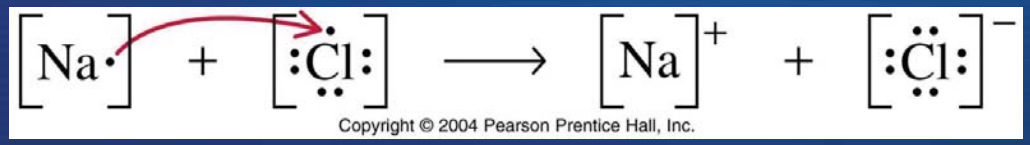
พันธะไอออนิก

- เป็นพันธะที่เกิดจากแรงกระทำระหว่างอะตอม 2 อะตอมที่มีประจุต่างกัน โดยจะเกิดการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอน ทำให้เกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างประจุที่ต่างกัน
- พันธะไอออนิกจะเกิดระหว่างโลหะรวมตัวกับอโลหะ และเกิดขึ้นระหว่างธาตุที่มีค่า EN ต่างกันมาก
- อะตอมที่มีค่า IE ต่ำ จะให้เวเลนซ์อิเล็กตรอน กลายเป็นไอออนบวก (cation)
  อะตอมที่มีค่า IE สูง จะรับเวเลนซ์อิเล็กตรอน กลายเป็นไอออนลบ (anion)
- สารประกอบที่เกิดพันธะไอออนิกเรียกว่า “สารประกอบไอออนิก”

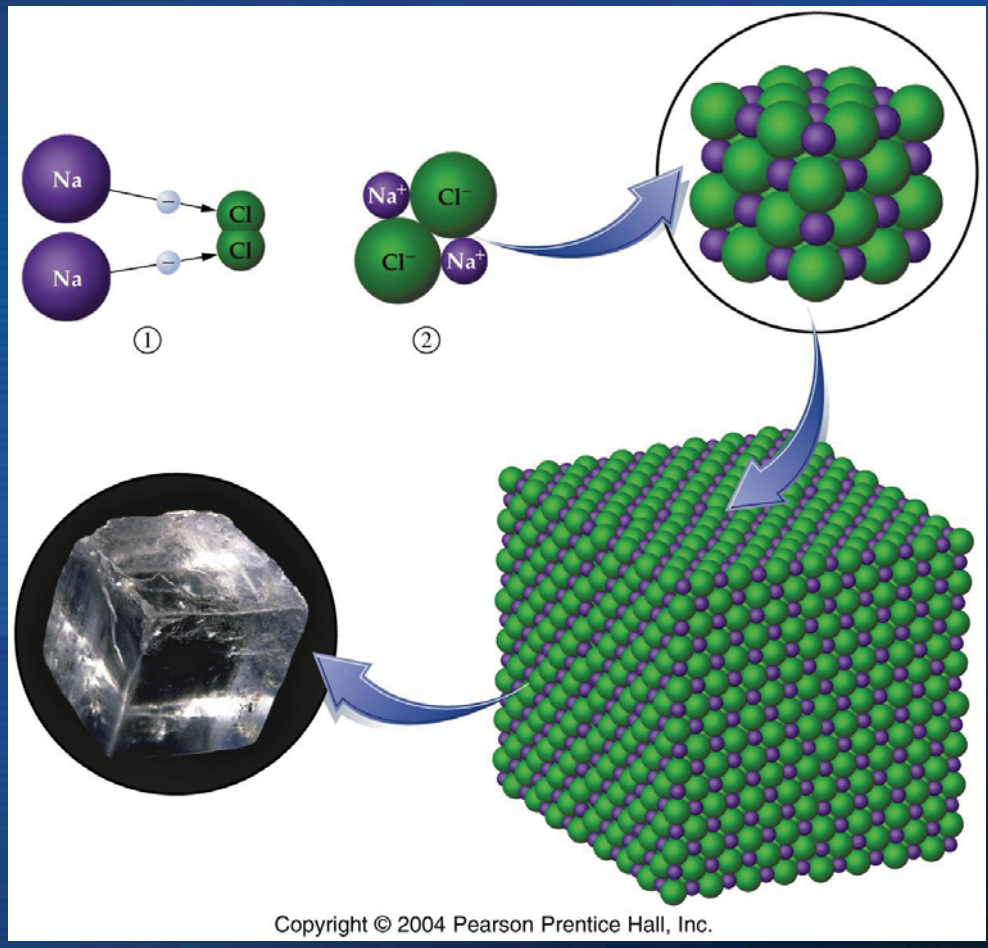
พันธะไอออนิก



Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.



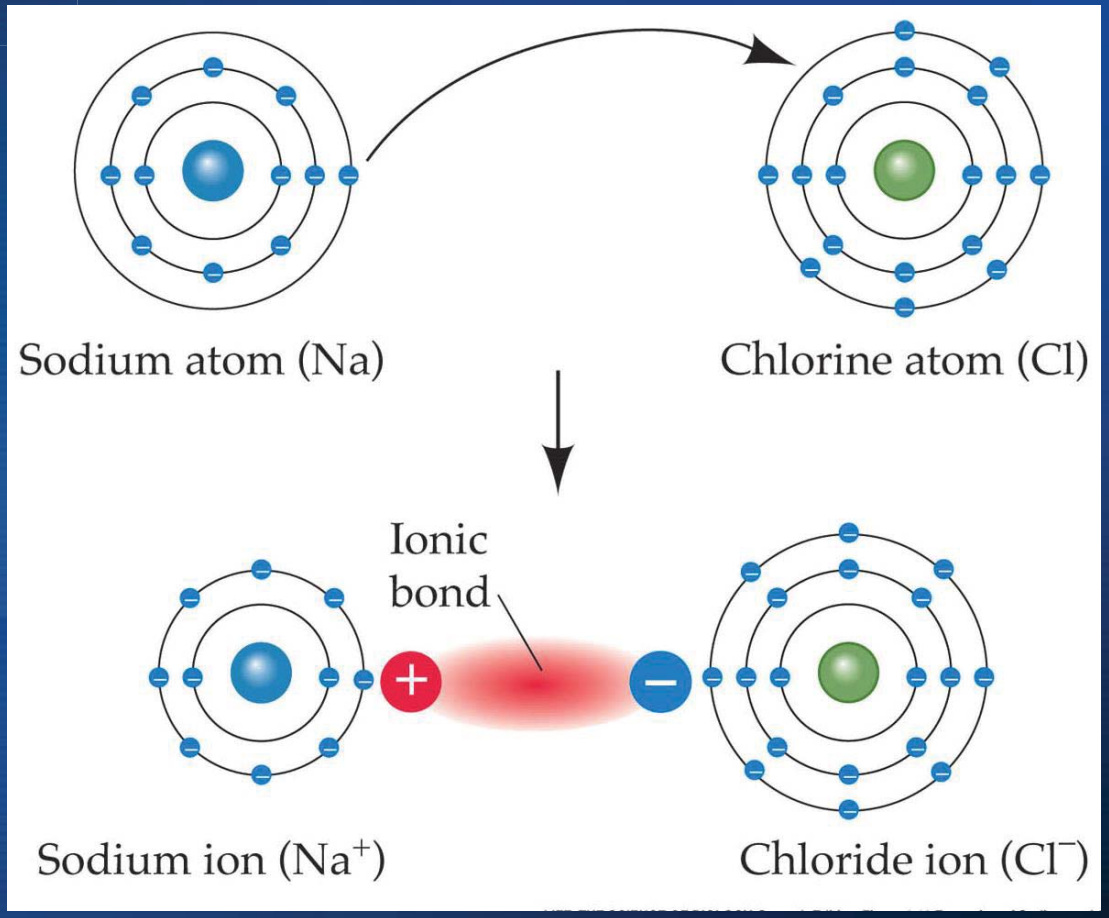
Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.



Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.

พันธะไอออนิก

โลหะให้อิเล็กตรอนแก่อโลหะ อะตอมของอโลหะกลายเป็นไอออนลบ อะตอมของโลหะกลายเป็นไอออนบวก

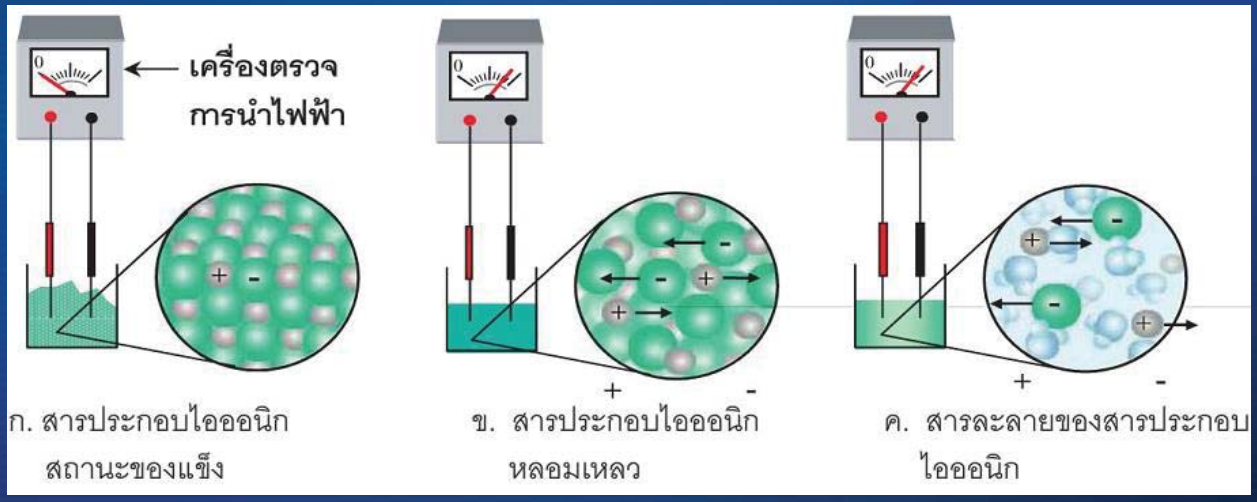


ลักษณะสำคัญของพันธะไอออนิก

1. พันธะไอออนิกเป็นพันธะเคมีที่เกิดจาก ไอออนของโลหะ + ไอออนของอโลหะ เช่น NaCl, MgO, KI แต่อะตอมของโลหะบางชนิด เช่น Be สามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์กับอะตอมของโลหะได้ เช่น BeF_2, $BeCl_2$ เป็นต้น
2. พันธะไอออนิก อาจเป็นพันธะเคมีที่เกิดจากธาตุที่มีค่า IE ต่ำรวมกับธาตุที่มี ค่า IE สูง
3. สารประกอบไอออนิกไม่มีสูตรโมเลกุล มีแต่สูตรเอมพิริกัล
4. สารประกอบไอออนิกมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง

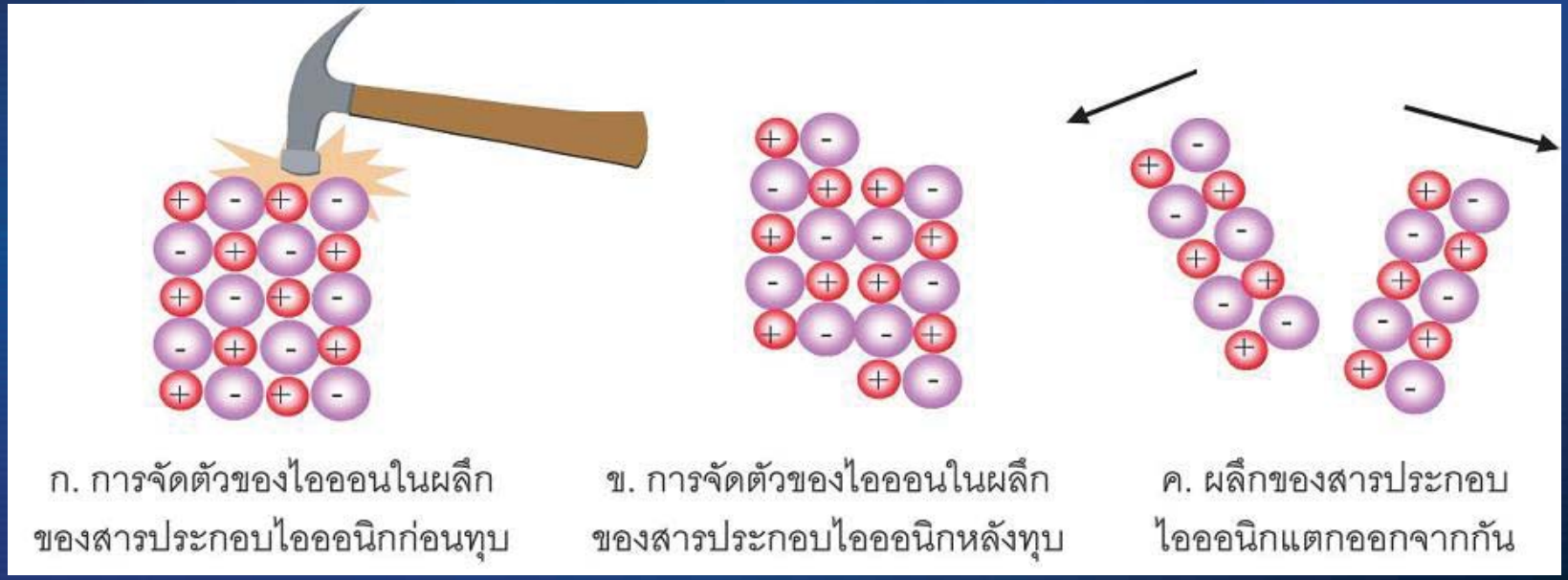
ลักษณะสำคัญของพันธะไอออนิก

5. สารประกอบไอออนิกในสภาวะปกติเป็นของแข็ง ประกอบด้วย ไอออนบวก และไอออนลบ ไอออนเหล่านี้ไม่เคลื่อนที่ ดังนั้นจึงไม่นำไฟฟ้า แต่เมื่อหลอมเหลวหรือละลายน้ำ จะแตกตัวเป็นไอออนเคลื่อนที่ได้ เกิดเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ จึงสามารถนำไฟฟ้าได้



ลักษณะสำคัญของพันธะไอออนิก

6. เมื่อทุบผลึกของสารไอออนิก จะเกิดการเลื่อนไถลของไอออนไปตามระนาบผลึก เป็นผลให้ไอออนชนิดเดียวกันเลื่อนไปอยู่ตรงกัน จึงเกิดแรงผลักระหว่างไอออน ทำให้ผลึกแตกออก



ก. การจัดตัวของไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกก่อนทุบ

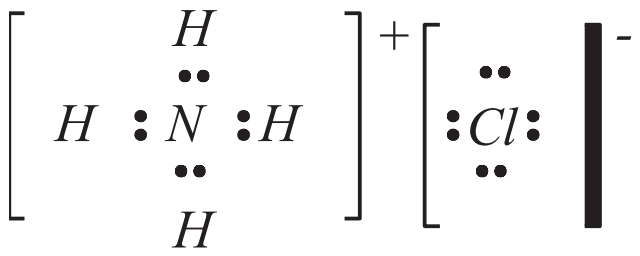
ข. การจัดตัวของไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกหลังทุบ

ค. ผลึกของสารประกอบไอออนิกแตกออกจากกัน

ลักษณะสำคัญของพันธะไอออนิก

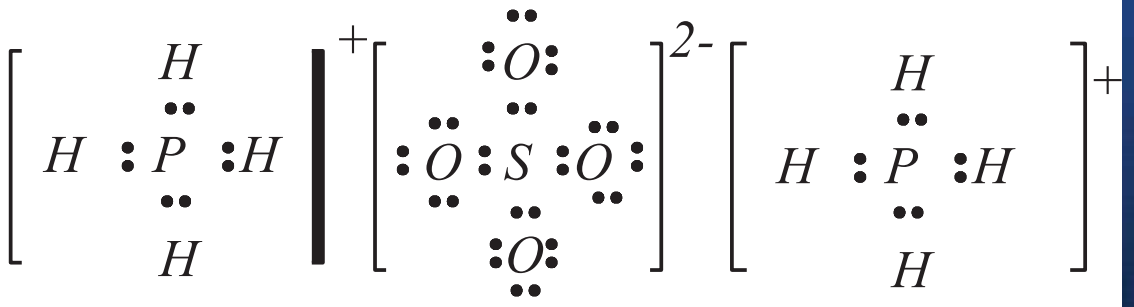
7. พันธะไอออนิก อาจเป็นพันธะเคมีที่เกิดจากไอออนบวกที่เป็นกลุ่มอะตอมของอโลหะ กับไอออนลบของอโลหะ เช่น

NH_4Cl



แอมโมเนียมคลอไรด์

$(PH_4)_2SO_4$



ฟอสฟอเนียมซัลเฟต

การเขียนสูตรและอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก

หลักการเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิก มีดังนี้

1. เขียนไอออนบวก หรือกลุ่มไอออนบวกไว้ข้างหน้า ตามด้วยไอออนลบหรือกลุ่มไอออนลบ ยกเว้น สารประกอบแอซิเตต (CH_3COO^-) จะเขียนกลุ่มไอออนลบไว้ก่อนแล้วตามด้วยไอออนบวก เช่น CH_3COONa, $(CH_3COO)_2Ca$
2. ไอออนบวกและไอออนลบ จะรวมกันในอัตราส่วนที่ทำให้ผลรวมของประจุเป็นศูนย์ ดังนั้นทำได้โดยใช้จำนวนประจุบนไอออนบวก และไอออนลบคูณไขว้กัน
3. ถ้ากลุ่มไอออนบวกหรือกลุ่มไอออนลบมีมากกว่า 1 กลุ่ม ให้ใส่วงเล็บ ( ) และใส่จำนวนกลุ่มไว้ที่มุมล่างขวา

ไอออนบวกของธาตุกลุ่ม A

พันธะเคมี

ไอออน +1		ไอออน +2		ไอออน +3		ไอออน +4	
ลิเทียม	Li^{+}	แมกนีเซียม	Mg^{2+}	อลูมิเนียม	Al^{3+}	เลด (IV)	Pb^{4+}
โซเดียม	Na^{+}	แคลเซียม	Ca^{2+}			ทิน (IV)	Sn^{4+}
โพแทสเซียม	K^{+}	แบเรียม	Ba^{2+}				
แอมโมเนียม	NH_4^{+}	สตรอนเทียม	Sr^{2+}				
		เลด (II)	Pb^{2+}				
		ทิน (II)	Sn^{2+}				

ไอออนบวกของธาตุกลุ่ม B

พันธะเคมี

ไอออน +1		ไอออน +2		ไอออน +3		ไอออน +4	
ซิลเวอร์	Ag^{+}	ซิงค์	Zn^{2+}	สแคนเดียม	Sc^{3+}	แมงกานีส(IV)	Mn^{4+}
คอปเปอร์ (I)	Cu^{+}	คอปเปอร์(II)	Cu^{2+}	โครเมียม(III)	Cr^{3+}		
เมอร์คิวรี (I)	Hg_2^{2+}	โคบอลต์ (II)	Co^{2+}	ไอร์ออน(III)	Fe^{3+}		
		ไอร์ออน(II)	Fe^{2+}				
		แมงกานีส(II)	Mn^{2+}				
		เมอร์คิวรี (II)	Hg^{2+}				

ไอออนลบ

พันธะเคมี

ไอออน –1		ไอออน –2		ไอออน –3	
ฟลูออไรด์	F^-	ออกไซด์	O^{2-}	ไนไตรด์	N^{3-}
คลอไรด์	Cl^-	ซัลไฟด์	S^{2-}	ฟอสไฟด์	P^{3-}
โบร์ไมด์	Br^-	ซีเลไนด์	Se^{2-}		
ไอโอไดด์	I^-				

กลุ่มไอออนลบ

พันธะเคมี

ไอออน –1				ไอออน –2		ไอออน –3	
ไฮดรอกไซด์	OH^-	ไฮโปคลอไรต์	ClO^-	ซัลเฟต	SO_4^{2-}	ฟอสเฟต	PO_4^{3-}
ไนเตรต	NO_3^-	คลอไรต์	ClO_2^-	ซัลไฟต์	SO_3^{2-}		
ไนไตรต์	NO_2^-	คลอเรต	ClO_3^-	ไธโอซัลเฟต	$S_2O_3^{2-}$		
ไฮโดรเจนคาร์บอเนต	HCO_3^-	เปอร์คลอเรต	ClO_4^-	คาร์บอเนต	CO_3^{2-}		
		เปอร์แมงกาเนต	MnO_4^-	โครเมต	CrO_4^{2-}		
ไฮโดรเจนซัลเฟต	HSO_4^-	ไซยาไนต์	CN^-	ไดโครเมต	$Cr_2O_7^{2-}$		
		ไฮโดรเจนซัลไฟด์	HS^-	แมงกาเนต	MnO_4^{2-}		
ไฮโดรเจนซัลไฟต์	HSO_3^-	ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	$H_2PO_4^-$	ไฮโดรเจนฟอสเฟต	HPO_4^{2-}		

การเขียนสูตรและอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก

พันธะเคมี

Ex. 1 ; Na + Cl

Ex. 2 ; Na + S

Ex. 3 ; Al + O

การเขียนสูตรและอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก

พันธะเคมี

Ex. 1 ; Li + CN

Ex. 2 ; Ca + PO_4

Ex. 3 ; Al + SO_4

การเขียนสูตรและอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก

พันธะเคมี

Ex. 1 ; Cr^{6+} + O

Ex. 2 ; Cu^{2+} + NO_3

Ex. 3 ; Ti^{4+} + SO_4

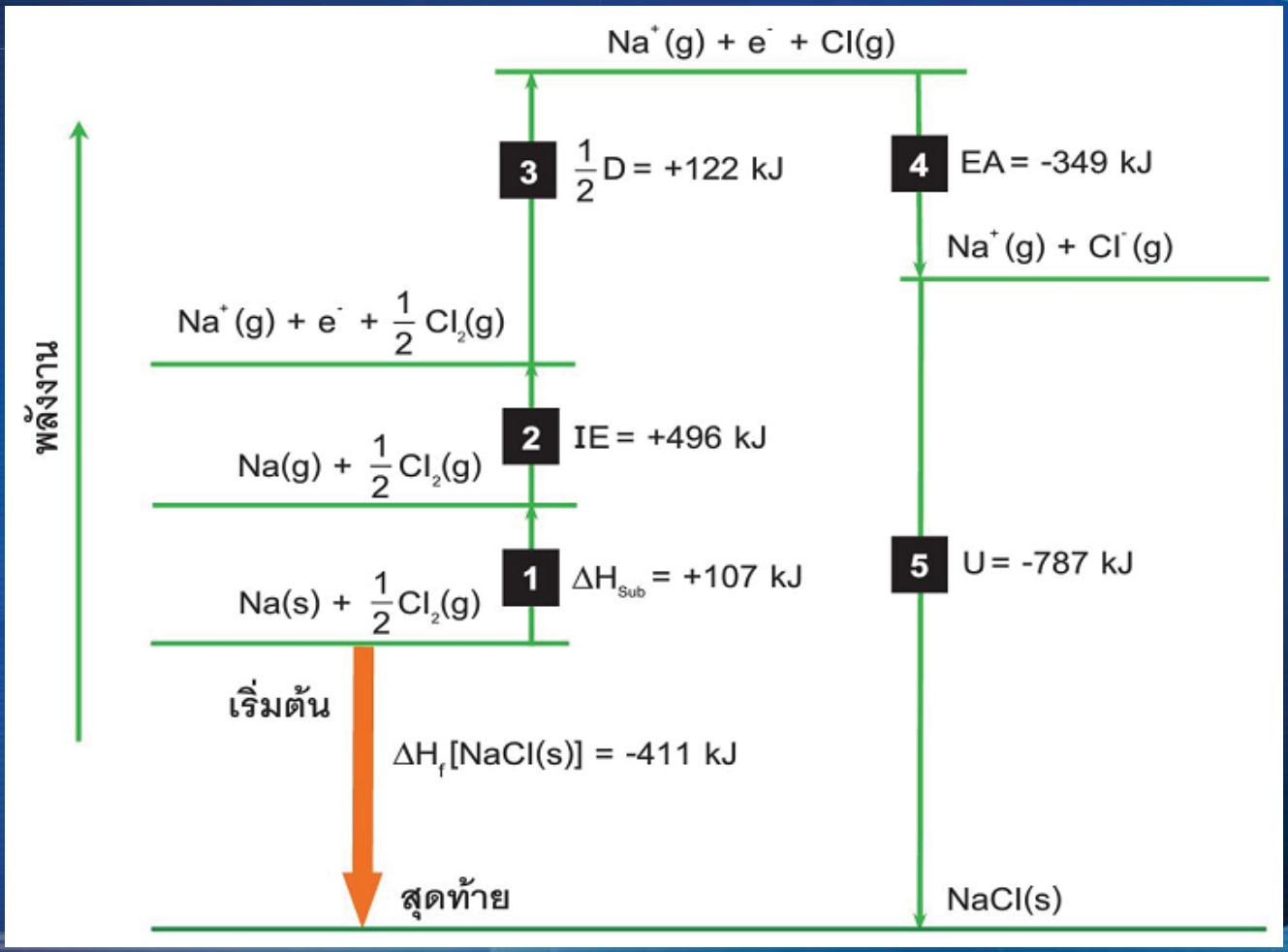
พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก

การเกิด NaCl มีพลังงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้น	การเปลี่ยนแปลง	ชื่อพลังงาน	การเปลี่ยนแปลงพลังงาน	พลังงาน (kJ/mol)
1	$Na\ (s) \longrightarrow Na\ (g)$			107
2	$Na\ (g) \longrightarrow Na^{+}(g) + e^{-}$			496
3	$\frac{1}{2} Cl_2\ (g) \longrightarrow Cl\ (g)$			122
4	$Cl\ (g) + e^{-} \longrightarrow Cl^{-}\ (g)$			349
5	$Na^{+}(g) + Cl^{-}(g) \longrightarrow NaCl\ (s)$			787

พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก

The Born–Haber Cycle for the formation for 1 mole of solid NaCl (s).



พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก

ตัวอย่าง จงเขียนปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1) โพแทสเซียมกับฟลูออรีน

2) แมกนีเซียมกับคลอรีน

พลังงานกับการละลายสารประกอบไอออนิก

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ผลึกสารประกอบไอออนิกดูดพลังงาน และแตกตัวเป็นไอออนในสภาวะก๊าซ เรียกพลังงานนี้ว่า **พลังงานแลตทิซ** (Lattice energy)

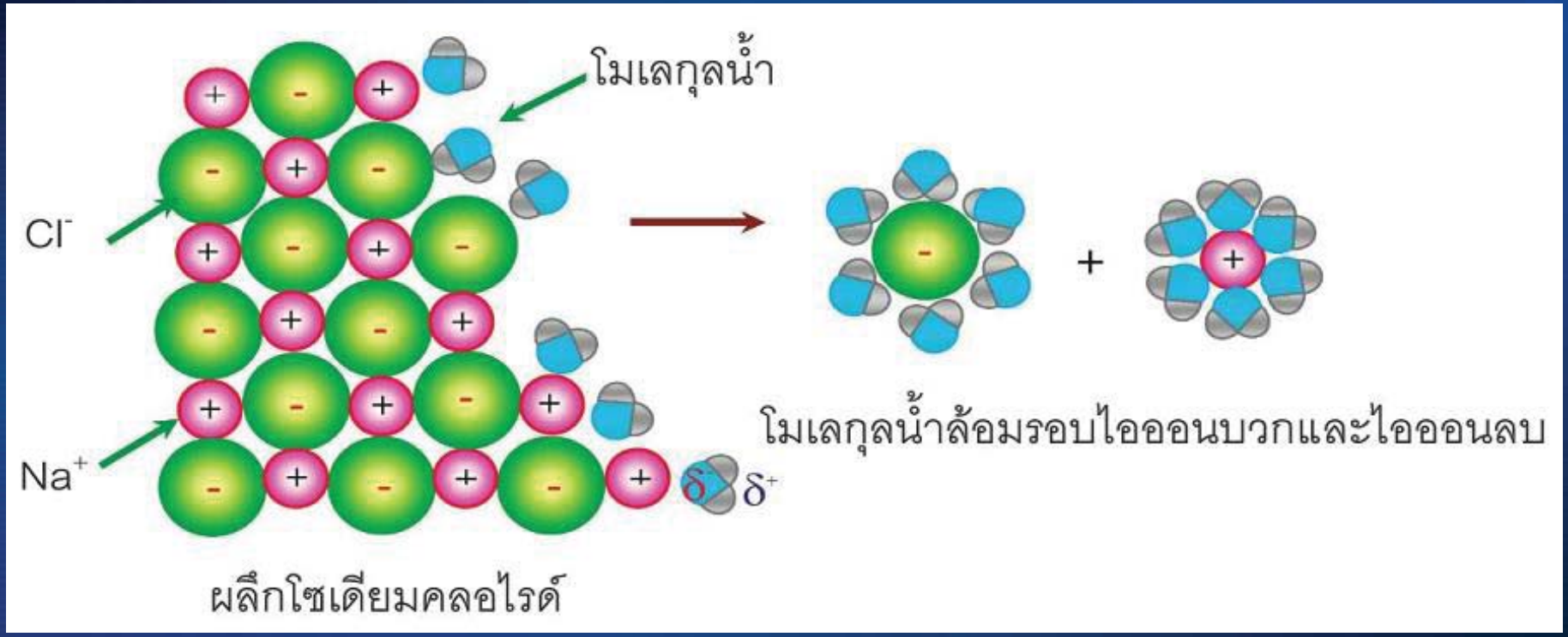
$$AB\,(s) \longrightarrow A^{+}(g) + B^{-}(g)$$

- ขั้นที่ 2 ไอออนที่เป็นก๊าซจะถูกน้ำล้อมรอบ มีการคายพลังงานออกมา เรียกพลังงานนี้ว่า **พลังงานไฮเดรชัน** (Hydration energy)

$$A^{+}(g) + B^{-}(g) \xrightarrow{H_2O} A^{+}(aq) + B^{-}(aq)$$

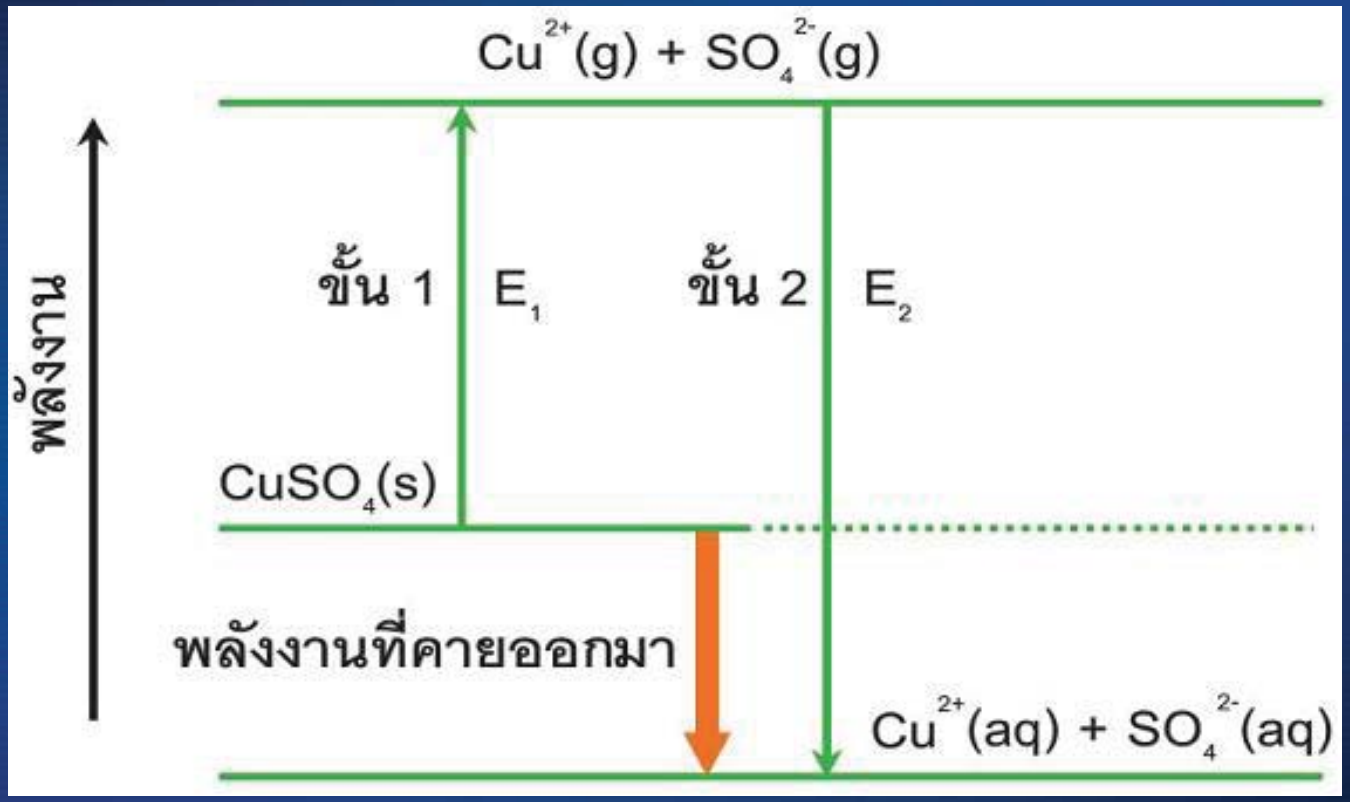
พลังงานกับการละลายสารประกอบไอออนิก

การละลายน้ำของ NaCl



พลังงานกับการละลายสารประกอบไอออนิก

ขั้นตอนการละลายน้ำของของ $CuSO_4$



พลังงานกับการละลายสารประกอบไอออนิก

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ผลึกสารประกอบไอออนิกดูดพลังงาน และแตกตัวเป็นไอออนในสภาวะก๊าซ เรียกพลังงานนี้ว่า **พลังงานแลตทิซ** (Lattice energy)

$$AB\,(s) \longrightarrow A^{+}(g) + B^{-}(g)$$

- ขั้นที่ 2 ไอออนที่เป็นก๊าซจะถูกน้ำล้อมรอบ มีการคายพลังงานออกมา เรียกพลังงานนี้ว่า **พลังงานไฮเดรชัน** (Hydration energy)

$$A^{+}(g) + B^{-}(g) \xrightarrow{H_2O} A^{+}(aq) + B^{-}(aq)$$

การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

สารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำได้ ได้แก่

1. สารประกอบของโลหะหมู่ IA
2. สารประกอบแอมโมเนียม
3. สารประกอบไนเตรต
4. สารประกอบคลอเรต
5. สารประกอบเปอร์คลอเรต
6. สารประกอบแอซิเตต (ยกเว้น CH_3COOAg)
7. สารประกอบซัลเฟต (ยกเว้น $PbSO_4$, $CaSO_4$, $SrSO_4$, $BaSO_4$)

การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

สารประกอบไอออนิกที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

1. สารประกอบออกไซด์ ซัลไฟด์ และไฮดรอกไซด์ของโลหะ

   (ยกเว้น โลหะหมู่ IA และ Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+})

2. สารประกอบคลอไรด์, โบรไมด์ และไอโอไดด์ของ Ag^{+}, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}

3. สารประกอบคาร์บอเนต, ฟอสเฟต และซัลไฟต์ของธาตุหมู่ IIA

สมการไอออนิก

พันธะเคมี

- **สมการไอออนิก** คือ สมการที่แสดงไอออนอิสระของสารประกอบไอออนิกในสารละลายครบทุกชนิด
- **สมการไอออนิกสุทธิ** คือ สมการที่แสดงเฉพาะไอออนที่เข้าทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์
- ตัวอย่างเช่น ผสม $Ca(OH)_2$ กับ Na_2CO_3
- ขั้นที่ 1 ; $Ca(OH)_2\ (aq) + Na_2CO_3\ (aq) \longrightarrow CaCO_3\ (s) + 2NaOH\ (aq)$
- ขั้นที่ 2 ;

$$Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) + 2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \longrightarrow CaCO_3(s) + 2OH^-(aq) + 2Na^+(aq)$$

- ขั้นที่ 3 ; $Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \longrightarrow CaCO_3(s)$

แบบฝึกหัดที่ 1

1. จงเขียนสูตร และอ่านชื่อสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากการรวมตัวระหว่างธาตุต่อไปนี้

   ก. โพแทสเซียม กับ คลอรีน
   ข. อลูมิเนียม กับ ออกซิเจน
   ค. แคลเซียม กับ ไอโอดีน
   ง. แมกนีเซียม กับ ซัลไฟด์

2. จงเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้

   ก. เลด (II) ไนเตรต
   ข. ไทเทเนียม (II) คาร์บอเนต
   ค. คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต
   ง. โครเมียม (III) คลอไรด์

แบบฝึกหัดที่ 1

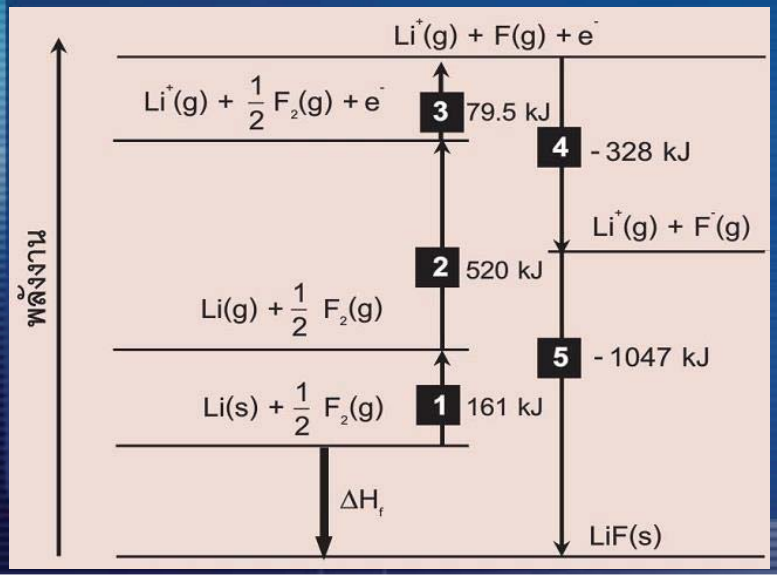
พันธะเคมี

3. จงเรียกชื่อสารประกอบต่อไปนี้

ก. $CuCO_3$ ข. NH_4CN ค. $BaSO_4$ ง. Na_2HPO_4

จ. $Al(OH)_3$ ฉ. Fe_2O_3 ช. $AgNO_3$ ซ. $CoCl_2$

4. แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิด LiF (s) 1 โมล ดังนี้



1. ในขั้นที่ 2 และ 4 เป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบใด และมีชื่อว่าอย่างไร

2. พลังงานแลตทิซของ LiF มีค่ากี่ kJ/mol