

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

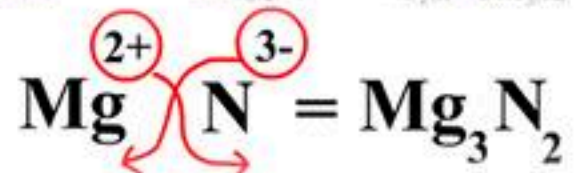
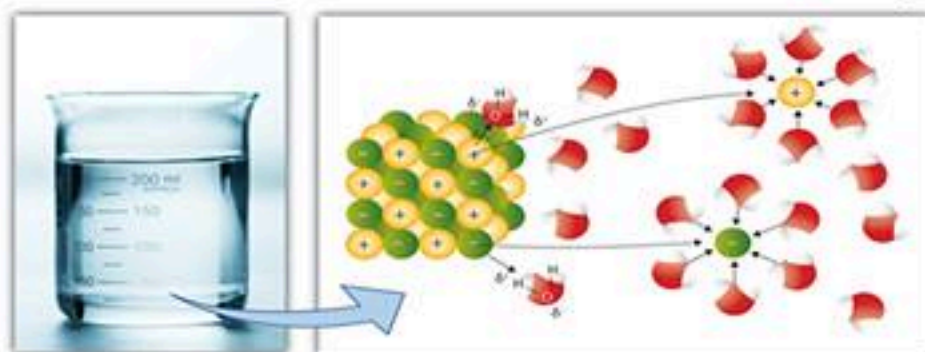
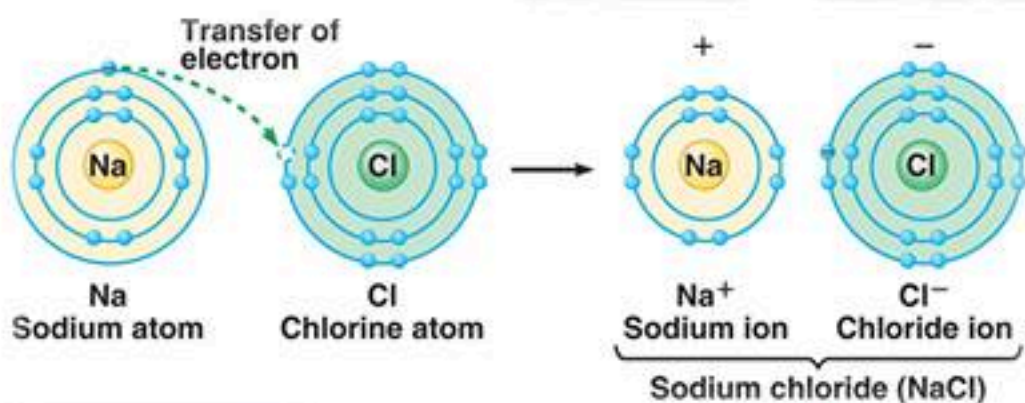
เรื่อง พันธะเคมี รายวิชาเคมี 1 (ว31221)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 1

เรื่อง

แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/ พันธะไอออนิก



นางกรรณิการ์ ศรีวรชัย

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์

ตำบลดอนนางหงส์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี รายวิชาเคมี 1 รหัสวิชา ว31221
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้จัดทำขึ้นให้สอดคล้องกับ
ธรรมชาติของวิชาและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้นักเรียน
สามารถนำไปใช้ได้เหมาะสม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ ผู้สอนได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็น
คู่มือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียน
ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้และสร้างความรู้ใหม่ สามารถคิดวิเคราะห์
สื่อสารให้เข้าใจตรงกัน มีจิตวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเชื่อมโยง และนำความรู้ไปใช้ใน
ชีวิตประจำวันได้

การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี รายวิชาเคมี 1 รหัสวิชา ว31221
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสร็จสมบูรณ์ได้ เพราะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญหลายท่านที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ จึงขอขอบพระคุณ
ไว้ ณ โอกาสนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ จะช่วยพัฒนานักเรียน
โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ ให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ สามารถ
เรียนรู้ได้ตลอดชีวิตตามเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้

กรรณิการ์ ศรีวรชัย



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี รายวิชาเคมี 1 รหัสวิชา ว31221 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื้อหาแบ่งออกเป็นเรื่องย่อย ทั้งหมด 7 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/พันธะไอออนิก
- ชุดที่ 2 เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก
- ชุดที่ 3 เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์
- ชุดที่ 4 เรื่อง พลังงานพันธะและความยาวพันธะ
- ชุดที่ 5 เรื่อง รูปร่างและขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
- ชุดที่ 6 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
- ชุดที่ 7 เรื่อง พันธะโลหะ

แต่ละชุดประกอบด้วย คำนำ คำชี้แจง คำแนะนำสำหรับครู คำแนะนำสำหรับนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ กิจกรรม เฉลยกิจกรรม แบบทดสอบหลังเรียน เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้เรียนในห้องเรียน นักเรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ผู้สอนคอยกำกับดูแล และช่วยเหลือ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดทำขึ้น

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจง	ข
สารบัญ	ค
คำแนะนำสำหรับครู	1
คำแนะนำสำหรับนักเรียน	3
จุดประสงค์การเรียนรู้	4
แบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบความรู้	8
กิจกรรมที่ 1	23
กิจกรรมที่ 2	24
กิจกรรมที่ 3	25
กิจกรรมที่ 4	26
กิจกรรมที่ 5	27
กิจกรรมที่ 6	28
เฉลยกิจกรรมที่ 1	30
เฉลยกิจกรรมที่ 2	31
เฉลยกิจกรรมที่ 3	32
เฉลยกิจกรรมที่ 4	33
เฉลยกิจกรรมที่ 5	34
เฉลยกิจกรรมที่ 6	35
แบบทดสอบหลังเรียน	37
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	40
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	41
บรรณานุกรม	42



คำแนะนำสำหรับครู

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี รายวิชาเคมี 1 รหัสวิชา ว31221
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้สอนมีบทบาท ดังนี้

1. ศึกษาคู่มือครูและแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ให้เข้าใจ
2. เตรียมความพร้อมนักเรียนก่อนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. เตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุ อุปกรณ์ และสิ่งของที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบบันทึกกิจกรรมประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อม
4. แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติ ให้นักเรียนรับทราบโดยละเอียด
5. ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 30 ข้อ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน
6. ครูตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน แจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบ
7. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามที่กำหนดในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดอย่างเคร่งครัด ครูคอยกำกับ ดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้
8. หลังจากทำกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จแล้ว ให้นักเรียนเก็บวัสดุ อุปกรณ์ ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เรียบร้อย
9. บันทึกคะแนนจากการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้
10. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี รายวิชาเคมี 1 รหัสวิชา ว31221 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครบทั้ง 7 ชุด แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 30 ข้อ
11. ครูตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมี เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน แจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบ

12. ในกรณีที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินร้อยละ 80 ให้นักเรียนกลับไปศึกษา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนยังพัฒนาไม่ถึงเกณฑ์ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี อีกครั้งจนนักเรียนผ่านเกณฑ์





คำแนะนำสำหรับนักเรียน

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี รายวิชาเคมี 1 รหัสวิชา ว31221
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดนี้ คือ ชุดที่ 1 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/พันธะไอออนิก
2. ตรวจสอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าครบถ้วนหรือไม่ ถ้าไม่ครบถ้วนต้องแจ้งครูผู้สอนทันที
3. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนที่จะเริ่มศึกษาหาความรู้ในลำดับต่อไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ
5. ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามลำดับที่จัดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
เมื่อเข้าใจแล้วทำกิจกรรมให้ครบทุกกิจกรรม
6. ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยความเอาใจใส่ และมีความซื่อสัตย์ไม่เปิดดูเฉลยก่อน
7. เมื่อศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จแล้ว ตรวจสอบความถูกต้องจากเฉลย
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
9. ในกรณีที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ไม่ถึง 8 ข้อ ให้นักเรียนย้อนกลับไปศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ใหม่ แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งจนกว่าจะได้คะแนนตามเกณฑ์
10. เมื่อมีปัญหาใด ๆ เช่น ไม่เข้าใจเนื้อหา สามารถขอคำแนะนำจากครูได้ตลอดเวลา





เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/พันธะไอออนิก นักเรียนสามารถ

1. นำความรู้พื้นฐานในการจัดเรียงอิเล็กตรอนของอะตอมมาใช้ได้อย่างถูกต้อง
2. วิเคราะห์การจัดเรียงอิเล็กตรอนเพื่อทำนายแนวโน้มในการสร้างพันธะเคมีได้ถูกต้อง
3. เปรียบเทียบความว่องไวในการทำปฏิกิริยาของอะตอมได้อย่างเหมาะสม
4. บอกชนิดของธาตุในการเกิดสารประกอบไอออนิกได้ถูกต้อง
5. อธิบายขั้นตอนการเกิดสารประกอบไอออนิกได้ถูกต้อง
6. บอกลักษณะโครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกได้ถูกต้อง

ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้กันก่อนนะคะ



แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/พันธะไอออนิก



คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

- สารคูใดเมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า เมื่อหลอมเหลวนำไฟฟ้าได้และมีจุดหลอมเหลวสูง
 - NaCl, N_2O_4
 - Cl_2 , แกรไฟต์
 - Na_2CO_3 , K_2O
 - Hg, เพชร
- ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง
 - สารประกอบไอออนิกมีจุดเดือดสูง
 - สารประกอบไอออนิกเสถียรมาก เพราะมีแรงดึงดูดไฟฟ้าสถิตระหว่างไอออนต่างชนิดกัน
 - สารประกอบไอออนิกเกิดระหว่างโลหะที่มีค่า IE_1 ต่ำ กับอโลหะที่มีค่า IE_1 สูง
 - โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีลักษณะเป็นโครงผลึกร่างตาข่าย แต่ละไอออนจะมีไอออนอื่นมาล้อมรอบด้วยจำนวนคงที่เสมอ
- สารในข้อใดไม่ใช่สารประกอบไอออนิกทั้งหมด
 - KBr, K_2S
 - $SrCl_2$, SiC
 - MgO, Na_2S
 - $BaCl_2$, KBr
- เมื่อพิจารณาค่า EN จากตารางธาตุ สารประกอบชุดใดเรียงลำดับความเป็นไอออนิกจากมากไปน้อย
 - $Ca_3P_2 > CaS > CaCl_2$
 - $Mg_3N_2 > MgO > MgF_2$
 - $LiF > NaF > KF$
 - $LiF > BaCl_2 > CCl_4$



5. A, B และ C เป็นธาตุในหมู่ IA, VIA และ VIIA ตามลำดับธาตุแต่ละคู่รวมกันเกิดสารประกอบมีสูตรเหมือนข้อใด

ข้อ	สูตรของสารประกอบที่เกิดจาก		
	A กับ B	A กับ C	B กับ C
ก	AB	A ₄ C	BC
ข	A ₂ B	AC	BC ₂
ค	A ₄ B	AC ₄	B ₂ C
ง	AB ₂	AC ₂	BC ₂

6. สารประกอบที่เกิดจาก A, B และ C ในข้อ 5 มีสมบัติตรงกับข้อใด

ข้อ	ละลายน้ำได้ดีที่สุด	ละลายน้ำแล้วนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด	จุดเดือดต่ำที่สุด
ก	A กับ B	A กับ C	B กับ C
ข	A กับ C	B กับ C	A กับ B
ค	B กับ C	A กับ B	A กับ C
ง	A กับ B	B กับ C	A กับ C

7. พิจารณาสารประกอบไอออนิก 2 ชนิด คือ AIP กับ XO ถ้า X เกิดเป็นสารประกอบกับ P สารประกอบที่ได้ควรมีสูตรอย่างไร

- ก. XP
ข. X₂P
ค. X₂P₃
ง. X₃P₂

8. ข้อใดเป็นสมการแสดงการเกิดสารประกอบ NaBr

- ก. $\text{Na(s)} + 1/2\text{Br}_2(\text{l}) \longrightarrow \text{NaBr(s)}$
ข. $\text{Na(s)} + \text{Br}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NaBr(s)}$
ค. $\text{Na(g)} + \text{Br(g)} \longrightarrow \text{NaBr(g)}$
ง. $\text{Na(g)} + 1/2\text{Br}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NaBr(g)}$

9. สมการในข้อใดแสดงการหาค่าพลังงานโครงร่างผลึกของ CaBr₂ ได้

- ก. $\text{Ca}^{2+}(\text{s}) + 2\text{Br}^{-}(\text{s}) \longrightarrow \text{CaBr}_2(\text{s})$
ข. $\text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Br}^{-}(\text{g}) \longrightarrow \text{CaBr}_2(\text{g})$
ค. $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Br}^{-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaBr}_2(\text{s})$
ง. $\text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Br}^{-}(\text{g}) \longrightarrow \text{CaBr}_2(\text{s})$



10. กำหนดรัศมีไอออนและประจุของไอออนดังต่อไปนี้

ไอออน	P^+	Q^{2+}	R^{2+}	X^-	Y^-	Z^{2-}
รัศมีไอออน (pm)	0.15	0.19	0.16	0.15	0.19	0.16

สารประกอบไอออนิกที่มีลักษณะผลึกคล้ายกันคือสาร PX, QY และ BZ ข้อใดเป็นการลำดับค่าพลังงานโครงร่างผลึกจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

- ก. $PX > QY > RZ$
- ข. $RZ > PX > QY$
- ค. $QY > RZ > PX$
- ง. $PX > RZ > QY$





ใบความรู้

สารต่าง ๆ ในธรรมชาติอาจอยู่เป็นโมเลกุลหรือผลึก ซึ่งประกอบด้วยอะตอมตั้งแต่ 2 อะตอม ขึ้นไปนำเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาสร้างพันธะเคมีร่วมกัน จึงเกิดแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน ทำให้สารมีความเสถียรมากขึ้น การสร้างพันธะเคมีเกิดจากอะตอมที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่ไม่เสถียร คือ มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนตั้งแต่ 1 ถึง 7 จึงนำเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาสร้างพันธะร่วมกัน เพื่อให้มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดเสถียรคล้ายกับแก๊สเฉื่อย พันธะเคมีที่ศึกษา ได้แก่ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

ชนิดของพันธะเคมีมีผลต่อสมบัติของสาร ได้แก่ สถานะ จุดหลอมเหลว จุดเดือด การนำไฟฟ้า ณ สภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง การนำไฟฟ้าของสารเมื่อหลอมเหลวหรือเมื่อเป็นสารละลาย รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารในปฏิกิริยาเคมี



อะตอมที่เสถียรและอะตอมที่ไม่เสถียร

อะตอมที่เสถียร (stable atom) จะทำปฏิกิริยายากหรือไม่ทำปฏิกิริยา เช่น อะตอมของธาตุในหมู่ VIIIA หรือแก๊สมีตระกูล ได้แก่ He, Ne, Ar, Kr, Xe และ Rn เมื่อศึกษาโครงสร้างของอะตอมจะพบว่าธาตุหมู่ VIIIA จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ยกเว้น He ซึ่งมีอิเล็กตรอนระดับพลังงานเดียวที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนสูงสุดเท่ากับ 2 ธาตุหมู่ VIIIA จึงอยู่เป็นอะตอมเดี่ยวได้จัดเป็นพวกอะตอมโมเลกุลเดี่ยว (monoatomic molecule) แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างของอนุภาคที่เสถียรต้องมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ส่วนธาตุในหมู่ IA-VIIA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1-7 ตามลำดับ จึงทำให้อะตอมไม่เสถียร (unstable atom) อะตอมของธาตุต่าง ๆ จึงปรับตัวให้อยู่ในสถานะที่เสถียรโดยการให้หรือรับอิเล็กตรอน หรือใช้อิเล็กตรอนร่วมกันกับธาตุอื่นเพื่อให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ธาตุดังกล่าวจึงมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยา ซึ่งเร็วหรือช้าต่างกัน ธาตุที่อะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนใกล้เคียงกับ 8 เช่น ธาตุหมู่ VIIA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 จึงขาดเพียง 1 อิเล็กตรอน และธาตุหมู่ IA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 ให้เพียง 1 อิเล็กตรอน ก็จะทำให้มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่เสถียรคล้ายกับธาตุหมู่ VIIIA การเปลี่ยนแปลงจำนวนอิเล็กตรอนน้อยจะเกิดขึ้นได้ง่ายจึงทำให้ธาตุหมู่ VIIA ว่องไวต่อปฏิกิริยามากกว่าธาตุหมู่อื่น ๆ การเกิดพันธะเคมีจึงเกิดจากอะตอมของธาตุนำเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาสร้างพันธะร่วมกันเพื่อให้มีอิเล็กตรอนวงนอกเสถียรคล้ายแก๊สเฉื่อย



ตารางที่ 1 แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุบางชนิดในตารางธาตุ

หมู่	ธาตุและเลขอะตอม	การจัดเรียงอิเล็กตรอน
IA	${}^3\text{Li}$	2 1
	${}^{11}\text{Na}$	2 8 1
	${}^{19}\text{K}$	2 8 8 1
IIA	${}^4\text{Be}$	2 2
	${}^{12}\text{Mg}$	2 8 2
	${}^{20}\text{Ca}$	2 8 8 2
IIIA	${}^5\text{B}$	2 3
	${}^{13}\text{Al}$	2 8 3
	${}^{31}\text{Ga}$	2 8 18 3
IVA	${}^6\text{C}$	2 4
	${}^{14}\text{Si}$	2 8 4
VA	${}^7\text{N}$	2 5
	${}^{15}\text{P}$	2 8 5
VIA	${}^8\text{O}$	2 6
	${}^{16}\text{S}$	2 8 6
VIIA	${}^9\text{F}$	2 7
	${}^{17}\text{Cl}$	2 8 7
VIIIA	${}^2\text{He}$	2
	${}^{10}\text{Ne}$	2 8
	${}^{18}\text{Ar}$	2 8 8
	${}^1\text{H}$	1



ข้อมูลที่แสดงว่ามีพันธะเคมี

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาสมบัติของสารต่าง ๆ แล้วนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้สารแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด การนำไฟฟ้าในสถานะของแข็ง การนำไฟฟ้าเมื่อหลอมเหลวหรือเป็นสารละลาย ทำให้เกิดแนวคิดว่าอนุภาคสารมีพันธะเคมีต่างชนิดกัน จึงทำให้สมบัติของสารต่างกัน ดังตารางที่ 2

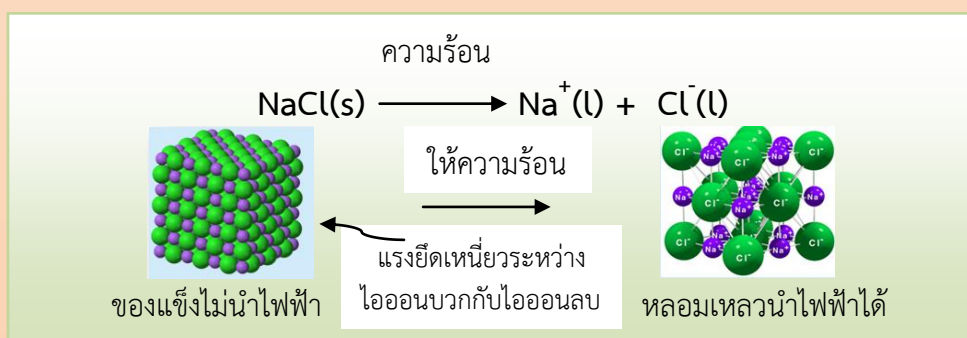


ตารางที่ 2 แสดงสมบัติบางประการของสารบางชนิด

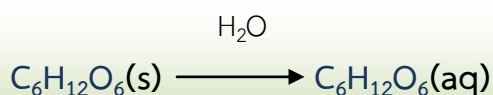
สาร	สมบัติของสาร						
	ลักษณะของสาร	การนำไฟฟ้า	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	การนำไฟฟ้าเมื่อเป็นของเหลว	การละลายน้ำ	การนำไฟฟ้าของสารละลาย
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	ของแข็งสีขาวเปราะ	ไม่นำไฟฟ้า	801	1,413	นำไฟฟ้า	ละลายน้ำได้	นำไฟฟ้า
กลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)	ของแข็งสีขาว	ไม่นำไฟฟ้า	192 (การแยกสลาย)	สลายตัว	ไม่นำไฟฟ้า	ละลายน้ำได้	ไม่นำไฟฟ้า
ไฮโดรเจน (H_2)	แก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น	ไม่นำไฟฟ้า	-259	-253	ไม่นำไฟฟ้า	ละลายได้เล็กน้อย	ไม่นำไฟฟ้า
ทองแดง (Cu)	ของแข็งสีน้ำตาลแดง	นำไฟฟ้า	1,085	2,572	นำไฟฟ้า	ไม่ละลาย	-
อาร์กอน (Ar)	แก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น	-	-189	-186	-	-	-

จากตารางแสดงสมบัติบางประการของสาร วิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายได้ดังนี้

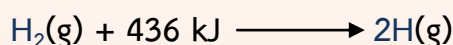
1. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีสถานะเป็นของแข็ง จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง แสดงว่า มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก เมื่อเป็นสารละลายจะนำไฟฟ้าได้ แสดงว่าผลึกของ NaCl ประกอบด้วยไอออนบวกกับไอออนลบ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ NaCl ในสถานะของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า แต่จำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวหรือละลายในน้ำ เนื่องจากขณะเป็นของแข็งไอออนยึดเหนี่ยวกันแน่น ไม่เคลื่อนที่จึงไม่นำไฟฟ้า เมื่อให้ความร้อน พลังงานความร้อนจะไปทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ เมื่อพลังงานจลน์สูงขึ้นไอออนเคลื่อนที่ได้จึงนำไฟฟ้าได้ แสดงว่า พันธะระหว่างอนุภาคของสารภายในผลึก NaCl เป็นพันธะระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ ซึ่งก็คือ “พันธะไอออนิก (ionic bond)” นั่นเอง



2. น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) มีสถานะเป็นของแข็ง จุดหลอมเหลวต่ำ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย และเมื่อนำไปละลายน้ำ สารละลายไม่นำไฟฟ้า แต่จะอยู่เป็นโมเลกุลซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อให้ความร้อนจนหลอมเหลวหรือเมื่อละลายในน้ำได้สารละลาย จะไม่แตกตัวเป็นไอออนจึงไม่นำไฟฟ้า อยู่เป็นโมเลกุลที่มีน้ำล้อมรอบ ดังนี้



3. แก๊สไฮโดรเจน (H_2) มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำมาก ไม่นำไฟฟ้าเมื่อหลอมเหลว และเมื่อละลายน้ำ จะอยู่เป็นโมเลกุลเช่นเดียวกับน้ำตาลกลูโคส และจากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า การทำให้โมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนแตกออกเป็นอะตอมต้องใช้พลังงาน 436 กิโลจูลต่อโมล ดังนี้



โดยพลังงาน 436 กิโลจูลนี้ ใช้ในการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของธาตุไฮโดรเจนในโมเลกุล ซึ่งเป็นพันธะโคเวเลนต์



1 โมล หมายถึง
จำนวน 6.02×10^{23} อนุภาค

4. โลหะทองแดง (Cu) มีสถานะเป็นของแข็ง จุดหลอมเหลวสูง และนำไฟฟ้าได้ในสถานะของแข็ง แสดงว่ามีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ได้ และอิเล็กตรอนเป็นส่วนประกอบของอะตอมที่แกนกลางของอะตอมมีนิวเคลียส ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ดังนั้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคภายในผลึกของทองแดงจึงเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุกอะตอมกับนิวเคลียสของอะตอม ซึ่งก็คือ “พันธะโลหะ (metallic bond)”

5. อาร์กอน (Ar) เป็นแก๊สเฉื่อย จุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำมาก เนื่องจากอะตอมมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่เสถียร ไม่มีการนำเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาใช้ในการสร้างพันธะ จึงอยู่เป็นอะตอมเดี่ยว แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมมีค่าน้อยมาก ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำมาก



พันธะไอออนิก (ionic bond) เกิดจากอะตอมของธาตุโลหะกับโลหะสร้างพันธะเคมีต่อกัน โดยธาตุที่เป็นโลหะจะให้อิเล็กตรอน ส่วนธาตุที่เป็นอโลหะจะรับอิเล็กตรอน เพื่อให้มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากับ 8 อิเล็กตรอนเหมือนกับแก๊สเฉื่อย ในแต่ละขั้นตอนของการเกิดพันธะไอออนิกจะมีทั้งการดูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งจะทำให้ทราบพลังงานของปฏิกิริยา และผลของการสร้างพันธะไอออนิกทำให้เกิดสารประกอบไอออนิกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันและเรียงสลับกันอย่างต่อเนื่องภายในผลึก จึงไม่สามารถระบุโมเลกุลได้ สารประกอบไอออนิกจึงไม่มีสูตรโมเลกุลเขียนได้เฉพาะสูตรเอมพิริคัล (empirical formula)

อะตอมของโลหะส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1-3 จึงมีแนวโน้มที่จะให้อิเล็กตรอนวงนอกสุด แล้วกลายเป็นไอออนบวกที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเสถียรคล้ายแก๊สเฉื่อย ส่วนอโลหะที่ไม่ใช่แก๊สเฉื่อยมีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4-7 จึงมีแนวโน้มที่จะรับอิเล็กตรอนเข้ามาให้ครบ 8 ที่วงนอกสุด เมื่ออะตอมของโลหะกับอโลหะสร้างพันธะเคมีร่วมกัน จึงสร้างพันธะแบบไอออนิก



การสร้างพันธะไอออนิก

พันธะไอออนิก เป็นพันธะที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ เกิดต่อเนื่องกันไปเป็นโครงผลึกขนาดใหญ่ และเรียกสารประกอบที่เกิดจากการสร้างพันธะไอออนิกว่า สารประกอบไอออนิก (ionic compound)

พันธะไอออนิกส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างอะตอมของธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะและอโลหะ ศึกษาขั้นตอนการเกิดพันธะไอออนิกได้ดังนี้

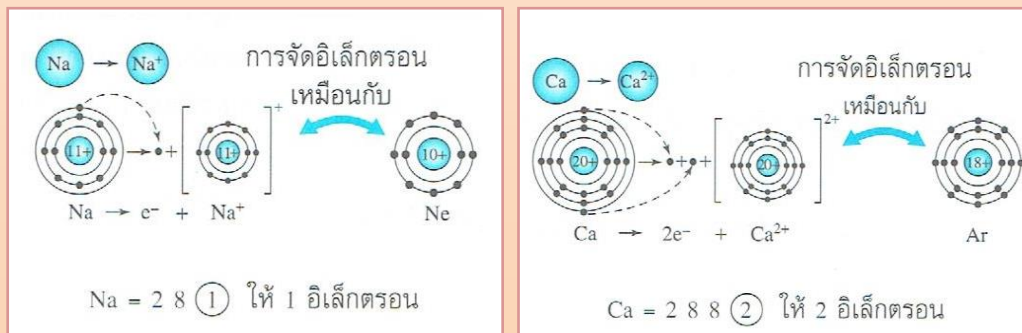
1. อะตอมของโลหะ มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ต่ำ จะทำให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดกลายเป็นไอออนบวก มีประจุไฟฟ้าเป็นบวกเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้ เช่น

หมู่ IA จะให้ 1 อิเล็กตรอน แล้วกลายเป็นไอออน 1+ เช่น Na^+

หมู่ IIA จะให้ 2 อิเล็กตรอน แล้วกลายเป็นไอออน 2+ เช่น Ca^{2+}

หมู่ IIIA จะให้ 3 อิเล็กตรอน แล้วกลายเป็นไอออน 3+ เช่น Al^{3+}

ตัวอย่างที่ 1 การเกิดไอออนบวกของโลหะ Na และ Ca



รูปที่ 1 การเกิดไอออนบวกของโลหะ Na และ Ca

ที่มา : ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2.

กรุงเทพฯ : แม็ค จำกัด, 2551.

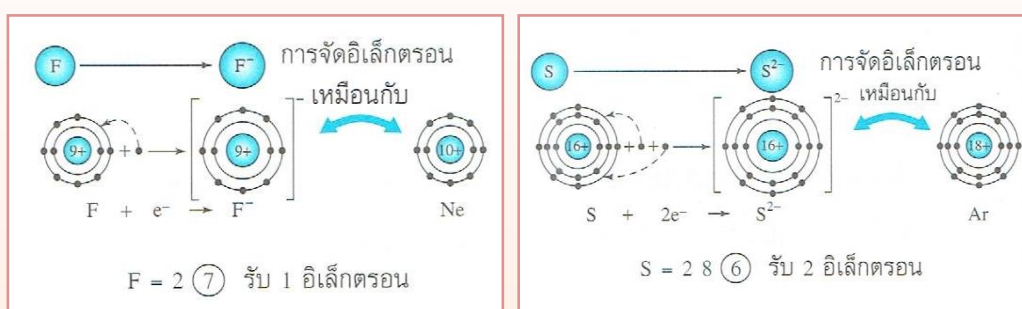
ส่วนโลหะทรานซิชันจะให้อิเล็กตรอนได้หลายค่า จึงกลายเป็นไอออนบวกที่มีประจุไฟฟ้าหลายค่า เช่น

Fe เมื่อให้อิเล็กตรอนแล้วอาจกลายเป็น Fe^{2+} หรือ Fe^{3+}

Cu เมื่อให้อิเล็กตรอนแล้วอาจกลายเป็น Cu^+ หรือ Cu^{2+}

2. อะตอมของอโลหะ มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) สูง จะรับอิเล็กตรอนเข้ามาให้ครบ 8 ที่วงนอกสุด แล้วกลายเป็นไอออนลบ ที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่เสถียรคล้ายแก๊สเฉื่อย มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่รับ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 2 การเกิดไอออนลบของอโลหะ F และ S



รูปที่ 2 การเกิดไอออนลบของอโลหะ F และ S

ที่มา : ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2.

กรุงเทพฯ : แม็ค จำกัด, 2551.

F รับ 1 อิเล็กตรอน เป็น F^- มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือน Ne ส่วนธาตุ S รับ 2 อิเล็กตรอน เป็น S^{2-} มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือน Ar

➤ **ข้อสังเกตเกี่ยวกับการรับอิเล็กตรอนของอโลหะ**

หมู่ VIIA รับ 1 อิเล็กตรอน กลายเป็นไอออนที่มีประจุไฟฟ้า 1- เช่น Cl^-

หมู่ VIA รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็นไอออนที่มีประจุไฟฟ้า 2- เช่น S^{2-}

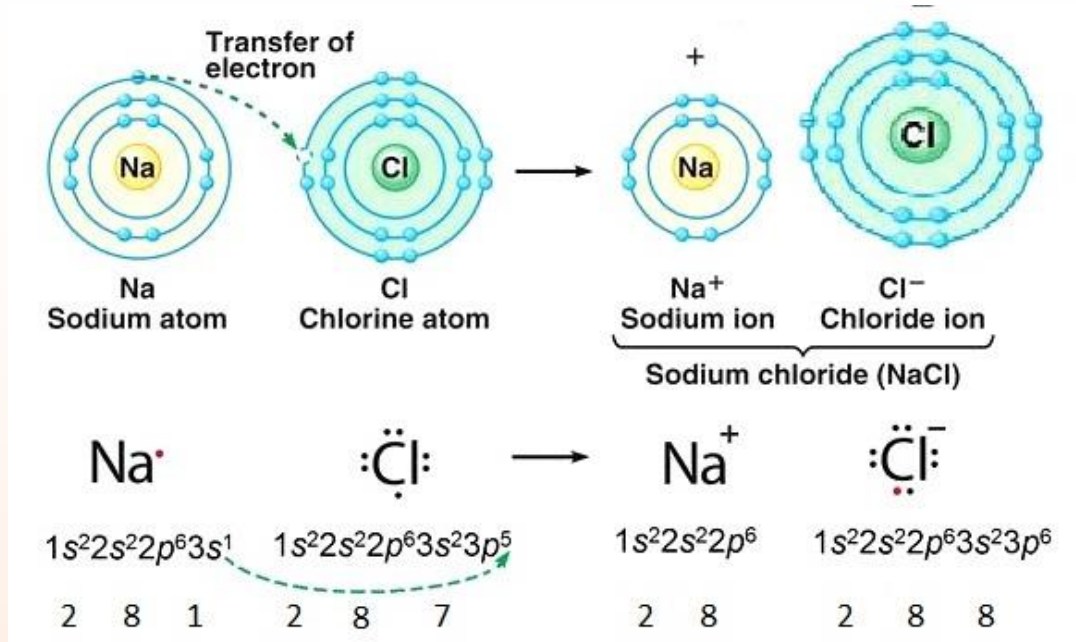
หมู่ VA รับ 3 อิเล็กตรอน กลายเป็นไอออนที่มีประจุไฟฟ้า 3- เช่น N^{3-}

หมู่ IVA ส่วนใหญ่ไม่สร้างพันธะแบบไอออนิก ถ้าจะสร้างพันธะแบบไอออนิกจะให้อิเล็กตรอน 4 อิเล็กตรอนหรืออาจรับ 4 อิเล็กตรอน ดังนั้นจึงมีประจุเป็น 4+ หรือ 4- เช่น C^{4+} หรือ C^{4-}

3. ไอออนบวกกับไอออนลบ จะรวมกันในอัตราส่วนที่จะทำให้ประจุไฟฟ้าบวกเท่ากับประจุไฟฟ้านลบ ซึ่งจะทำให้เป็นกลางทางไฟฟ้า จำนวนไอออนบวกที่รวมพอดีกับไอออนลบนำมาเขียนเป็นสูตรของสารประกอบไอออนิกได้ดังตัวอย่าง

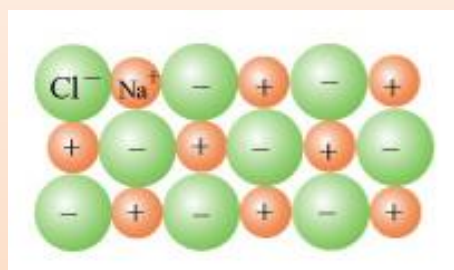
โซเดียมคลอไรด์เป็นสารประกอบไอออนิก ที่มี Na^+ ยึดกับ Cl^- ที่แข็งแรงสลบต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ มีลักษณะเป็นโครงผลึกที่มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง

ตัวอย่างที่ 3 การเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์



รูปที่ 3 การเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์

ที่มา : <https://derekcarrsavvy-chemist.blogspot.com>



รูปที่ 4 โครงสร้างผลึกของโซเดียมคลอไรด์

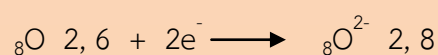
ที่มา : <http://www.electron.rmutphysics.com/science-news>.

ตัวอย่างที่ 4 ธาตุ ${}^7_3\text{Li}$ สร้างพันธะไอออนิกกับธาตุ ${}^{16}_8\text{O}$

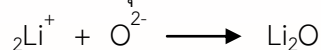
การเกิดไอออนบวก ลิเทียมเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนได้ลิเทียมไอออนและอิเล็กตรอน
ดังสมการ



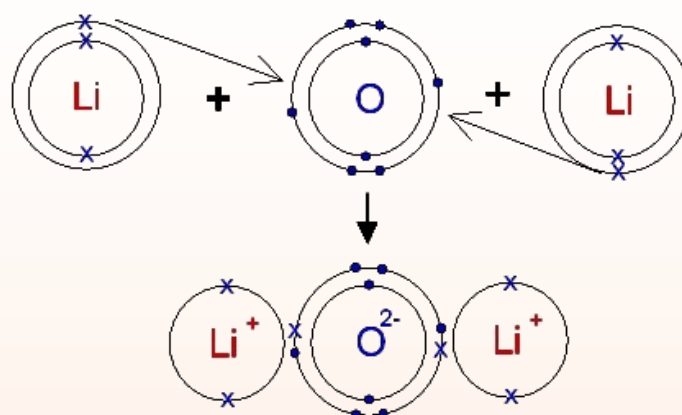
การเกิดไอออนลบ ออกซิเจนรับ 2 อิเล็กตรอนได้ออกไซด์ไอออน ซึ่งมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนคล้ายแก๊สเฉื่อย (Ne 2, 8) ดังสมการ



การเกิดสารประกอบ ไอออนบวกกับไอออนลบมารวมกันในอัตราส่วนที่ทำให้เป็นกลางทางไฟฟ้า คือผลรวมของประจุบวกเท่ากับประจุลบ ดังสมการ



ลิเทียมออกไซด์



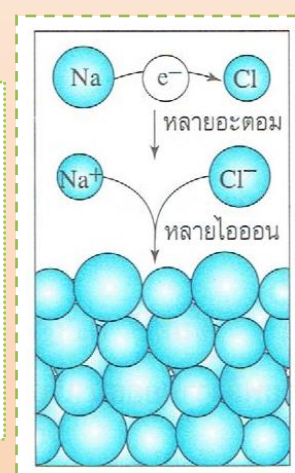
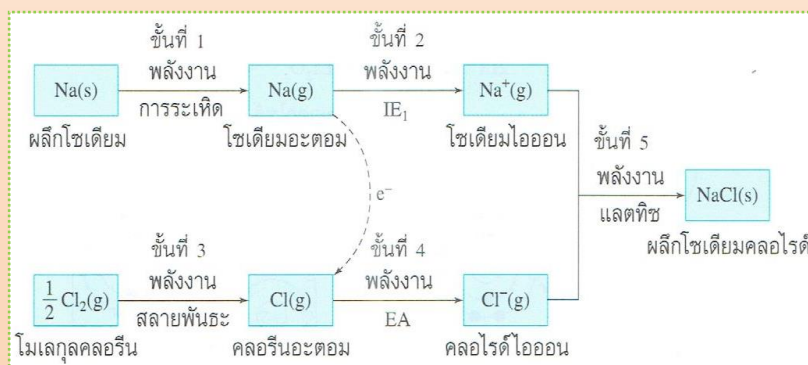
รูปที่ 5 การเกิดสารประกอบลิเทียมออกไซด์

ที่มา : http://www.satriwit3.ac.th/external_newsblog.php?links=1282



พลังงานกับการเกิดพันธะไอออน

สารประกอบไอออนิกเกิดจากอะตอมของธาตุโลหะสร้างพันธะกับธาตุโลหะที่ไม่ใช่โลหะ การเกิดสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดมีหลายขั้นตอน และมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน ดังตัวอย่าง การเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์จากโลหะโซเดียมและแก๊สคลอรีน มี 5 ขั้นตอน เขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนี้



รูปที่ 6 การเกิดพันธะไอออนิกของสารประกอบโซเดียมคลอไรด์

ที่มา : ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2.

กรุงเทพฯ : แม็ค จำกัด, 2551.

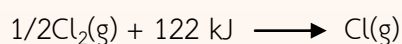
ขั้นที่ 1 อะตอมของโลหะในผลึกดูดพลังงานเพื่อใช้ในการแยกอะตอมจากผลึก เป็นอะตอมในสถานะแก๊ส พลังงานในขั้นนี้เรียกว่า **พลังงานการระเหิด (sublimation energy = E_{sub})**



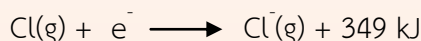
ขั้นที่ 2 อะตอมของโซเดียมในสถานะแก๊สดูดพลังงาน เพื่อใช้ดึงเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอนให้หลุดจากอะตอม ทำให้เกิด $\text{Na}^+(\text{g})$ เรียกว่า **พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 (first ionization energy = IE_1)**



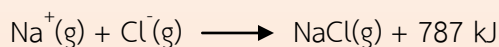
ขั้นที่ 3 ธาตุคลอรีนอยู่ในสถานะแก๊ส 1 โมเลกุล มี 2 อะตอม ดูดพลังงานเพื่อใช้สลายพันธะโคเวเลนต์ออกเป็นอะตอมคลอรีน เรียกว่า **พลังงานการสลายพันธะ (bond dissociation energy)**



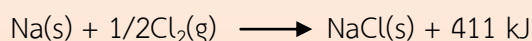
ขั้นที่ 4 อะตอมของคลอรีนรับ 1 อิเล็กตรอน แล้วกลายเป็น Cl^- จะคายพลังงานออกมา เรียกว่า **สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity = EA)**



ขั้นที่ 5 $\text{Na}^+(\text{g})$ กับ $\text{Cl}^-(\text{g})$ สร้างพันธะไอออนิก เกิดเป็นสารประกอบไอออนิก 1 โมล ซึ่งคายพลังงานออกมา เรียกว่า **พลังงานแลตทิซ (lattice energy)**



เมื่อรวมการเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 ขั้นตอน จะได้สมการรวม ดังนี้



Heat of formation คือ พลังงานการเกิดสารประกอบไอออน 1 โมล เขียนย่อ E_f หรืออาจใช้ ΔH ก็ได้ เป็นผลต่างของพลังงานในขั้น (1) + (2) + (3) กับขั้น (4) + (5) แต่ตัวอย่างนี้ พลังงานในขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 มีค่ามากกว่าจึงหาค่าพลังงานการเกิดสารประกอบ NaCl ดังนี้

พลังงานการเกิดสารประกอบไอออน NaCl 1 โมล

$$= \text{พลังงานที่ระบบคายออก} - \text{พลังงานที่ระบบดูดเข้าไป}$$

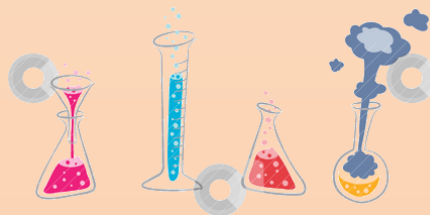
$$= (\text{ขั้นที่ 4} + \text{ขั้นที่ 5}) - (\text{ขั้นที่ 1} + \text{ขั้นที่ 2} + \text{ขั้นที่ 3})$$

$$\text{แทนที่} = (349 + 787) - (107 + 496 + 122) \text{ kJ}$$

$$\text{ระบบคายพลังงาน} = 411 \text{ kJ}$$

$$\text{หรือ } \Delta H = -411 \text{ kJ (เครื่องหมาย - แปลว่าคายความร้อน)}$$

พลังงานการเกิดสารประกอบไอออนิก NaCl 1 โมล ซึ่งระบบคายออกมาเท่ากับ 411 กิโลจูล ซึ่งเป็นผลต่างของพลังงานที่ระบบดูดพลังงานไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงในขั้น (1), (2) และ (3) กับพลังงานที่ระบบคายออกมาในขั้น (4) และ (5)



ตัวอย่างที่ 6 การเกิด MgCl_2 1 โมล มีการเปลี่ยนแปลง 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1	$\text{Mg(s)} \longrightarrow \text{Mg(g)}$	E_1	=	150 kJ
ขั้นที่ 2	$\text{Mg(g)} \longrightarrow \text{Mg}^+(\text{g}) + \text{e}^-$	E_2	=	738 kJ
ขั้นที่ 3	$\text{Mg}^+(\text{g}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^-$	E_3	=	1,451 kJ
ขั้นที่ 4	$\text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cl}(\text{g})$	E_4	=	242 kJ
ขั้นที่ 5	$\text{Cl}(\text{g}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-(\text{g})$	E_5	=	349 kJ
ขั้นที่ 6	$\text{Mg}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g}) \longrightarrow \text{MgCl}_2(\text{s})$	E_6	=	2,526 kJ

รวมสมการ $\text{Mg}^{2+}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{MgCl}_2(\text{s}) + \text{พลังงานการเกิดสารประกอบ MgCl}_2$ 1 โมล
คำนวณได้ดังนี้

วิธีที่ 1 - หาค่าพลังงานที่ระบบดูดเข้าไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงมีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงาน
ดังนี้

$$\begin{aligned} &= E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \\ &= 150 + 738 + 1,451 + 242 \\ &= 2,581 \text{ kJ} \end{aligned}$$

- หาค่าพลังงานที่ระบบคายออกมามีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงานดังนี้

$$\begin{aligned} &= 2E_5 + E_6 \\ &= (2 \times 349) + 2,526 \\ &= 3,224 \text{ kJ} \end{aligned}$$

- วิเคราะห์ระบบคายพลังงานมากกว่าระบบดูดพลังงาน

- หาค่าพลังงานของการเกิดสารประกอบ MgCl_2 1 โมล ได้ดังนี้

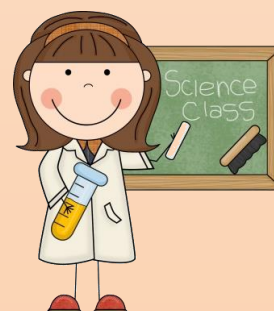
$$\begin{aligned} &= \text{พลังงานที่ระบบคายออกมา} - \text{พลังงานที่ระบบดูดเข้าไปใช้} \\ &= 3,224 - 2,581 \text{ kJ} \end{aligned}$$

พลังงานของการเกิด MgCl_2 หรือ E_f หรือ ΔH = ระบบคายพลังงาน 643 kJ

$$\text{หรือ } \Delta H = -643 \text{ kJ}$$

วิธีที่ 2 - ใช้เครื่องหมาย (+) แทนการดูดพลังงานและเครื่องหมาย (-) แทนการคายพลังงาน
แล้วนำพลังงานมารวมกันทั้งหมด ก็จะได้ค่าพลังงานของการเกิดสารประกอบ MgCl_2
1 โมล ดังนี้

$$\begin{aligned} \Delta H &= (+150) + (+738) + (+1,451) + (+242) + (-2 \times 349) + (-2,526) \\ &= -643 \text{ kJ} \\ &= \text{ระบบคายพลังงาน เท่ากับ 643 kJ} \end{aligned}$$





โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบ เรียงสลับต่อเนื่องกันไปอย่างเป็นระเบียบในรูปสามมิติ เกิดเป็นโครงสร้างผลึกที่ต่อเนื่องกันโดยไม่สิ้นสุด สารประกอบไอออนิกจึงไม่มีสูตรโมเลกุล มีแต่สูตรเอมพิริคัล

โครงผลึกของสารประกอบไอออนิก มีไอออนบวกล้อมรอบไอออนลบ และไอออนลบล้อมรอบไอออนบวกสลับกันไป จำนวนไอออนที่ล้อมรอบซึ่งกันและกันนั้นขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนประจุของไอออนทั้ง 2 ชนิด

สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย

จะแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอนุภาคที่รวมพอดีกัน

ความรู้เพิ่มเติม

โครงสร้างผลึกของของแข็งไอออนิกมี 4 ลักษณะ ดังนี้

1. โครงสร้างของผลึกชนิดเกลือหินหรือโซเดียมคลอไรด์

รูปร่าง รูปลูกบาศก์ (cubic)

อัตราส่วน ไอออนบวก : ไอออนลบ = 1 : 1

เลขโคออร์ดิเนชัน เป็น 6 (Na^+ 1 อะตอม ถูกล้อมรอบด้วย Cl^- 6 อะตอม และ Cl^- 1 อะตอม ถูกล้อมรอบด้วย Na^+ 6 อะตอม)

ตัวอย่าง LiF , NaF , KF , LiCl , NaCl , KI , MgO , CaO , AgCl , AgBr

2. โครงสร้างของผลึกชนิดซีเซียมคลอไรด์

รูปร่าง รูปลูกบาศก์ (cubic)

อัตราส่วน ไอออนบวก : ไอออนลบ = 1 : 1

เลขโคออร์ดิเนชัน เป็น 8

ตัวอย่าง CsCl , CsBr , RbF , NH_4Cl , NH_4Br

3. โครงสร้างของผลึกชนิดซิงค์ซัลไฟด์หรือซิงค์เบลนด์

รูปร่าง ทรงสี่หน้า (tetrahedral)

อัตราส่วน ไอออนบวก : ไอออนลบ = 1 : 1

เลขโคออร์ดิเนชัน เป็น 4

ตัวอย่าง ZnS , CuCl , CuBr , CuI , MgS , SiC

รูปที่ 7-9 โครงสร้างผลึกของของแข็งไอออนิก

ที่มา : ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2.

กรุงเทพฯ : แม็ค จำกัด, 2551.

เลขโคออร์ดิเนชัน

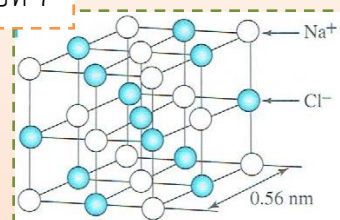
เลขตัวหน้า แสดงจำนวนไอออนลบ

ล้อมรอบไอออนบวก 1 ไอออน

เลขตัวหลัง แสดงจำนวนไอออนบวก

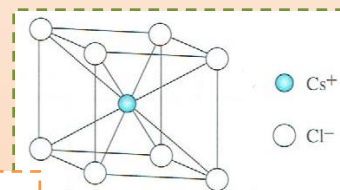
ล้อมรอบไอออนลบ 1 ไอออน

รูปที่ 7



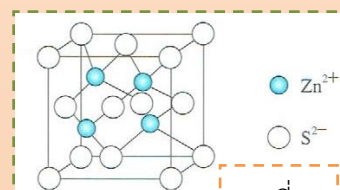
โซเดียมคลอไรด์

รูปที่ 8



ซีเซียมคลอไรด์

รูปที่ 9



ซิงค์ซัลไฟด์

4. โครงสร้างผลึกชนิดแคลเซียมฟลูออไรด์

รูปร่าง ทรงสี่หน้า (tetrahedral)

อัตราส่วน ไอออนบวก : ไอออนลบ = 1 : 2

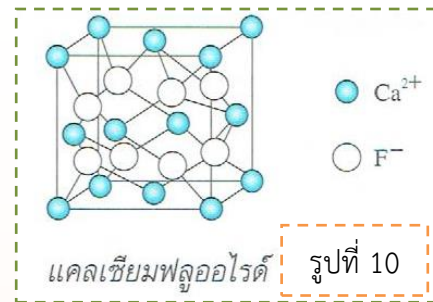
เลขโคออร์ดิเนชัน เป็น 8, 4 (ไอออนบวกถูกล้อมรอบด้วยไอออนลบ 8 ไอออน ไอออนลบถูกล้อมรอบด้วยไอออนบวก 4 ไอออน)

ตัวอย่าง CaF_2 , BaF_2 , SrF_2 , SrCl_2 , BaCl_2

รูปที่ 10 โครงสร้างผลึกของของแข็งไอออนิก

ที่มา : ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2.

กรุงเทพฯ : แม็ค จำกัด, 2551.



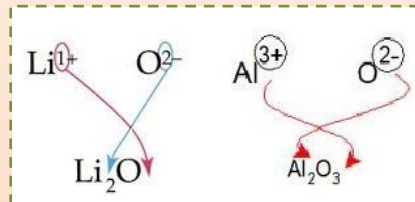
ข้อสังเกต ในสูตรอย่างง่ายของสารประกอบโครงสร้างผลึกแบบแคลเซียมฟลูออไรด์ ไอออนบวกมีประจุเป็น 2+ แต่ไอออนลบมีประจุเป็น 1- ซึ่งใช้จำนวนไอออนลบเป็น 2 เท่าของไอออนบวก



สูตรของสารประกอบไอออนิก

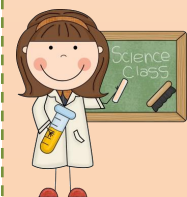
การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิกประเภทธาตุคู่

หลักการเขียนสูตรสารประกอบไอออนิกประเภทธาตุคู่ คือ หาจำนวนไอออนบวกที่รวมพอดีกับไอออนลบ แล้วทำให้เป็นกลางทางไฟฟ้าหรือใช้วิธีคูณไขว้ตัวเลขประจุของไอออน เช่น

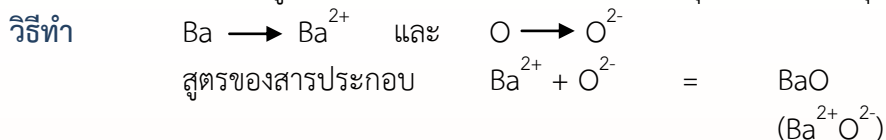


ตารางที่ 1 แสดงไอออนของธาตุต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก

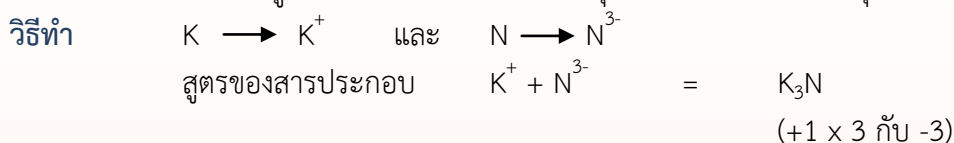
IA		ไม่เกิดพันธะไอออน เกิดพันธะโคเวเลนต์										IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
H ⁻	H ⁺											B ³⁺		N ³⁻	O ²⁻	F ⁻
Li ⁺	Be ²⁺											Al ³⁺		P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻
Na ⁺	Mg ²⁺															
K ⁺	Ca ²⁺	Sc ³⁺	Ti ²⁺	V ²⁺	Cr ²⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ⁺	Zn ²⁺	Ga ³⁺		As ³⁻	Se ²⁻	Br ⁻
			Ti ³⁺	V ³⁺	Cr ³⁺		Fe ³⁺			Cu ²⁺						
Rb ⁺	Sr ²⁺	Y ³⁺								Ag ⁺	Cd ²⁺	In ³⁺	Sn ²⁺ Sn ⁴⁺	Sb ³⁻	Te ²⁻	I ⁻
Cs ⁺	Ba ²⁺	La ³⁺								Au ⁺	Hg ²⁺ Hg ²⁺	Tl ³⁺ Tl ⁺	Pb ²⁺ Pb ⁴⁻	Bi ³⁺		



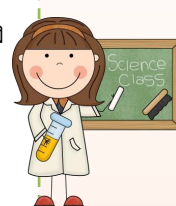
ตัวอย่างที่ 7 จงเขียนสูตรสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากธาตุแบเรียมกับธาตุออกซิเจน



ตัวอย่างที่ 8 จงเขียนสูตรสารประกอบที่เกิดจากธาตุโพแทสเซียมรวมกับธาตุไนโตรเจน



ความเป็นสารประกอบไอออนิกมากหรือน้อย พิจารณาที่ผลต่างของความเป็นโลหะ – อโลหะ หรือค่า EN ถ้าผลต่างของค่า EN ของโลหะกับอโลหะมีมาก ความเป็นไอออนิกจะมากด้วย เช่น NaF เป็นไอออนิกมากกว่า NaCl



ตารางที่ 2 สรุปการเขียนสูตรสารประกอบไอออนิกของธาตุหมู่ IA, IIA และ IIIA กับอโลหะ (กำหนดให้ A แทนธาตุโลหะ และ B แทนธาตุอโลหะ)

โลหะหมู่	อโลหะหมู่	สูตรอย่างง่าย	ตัวอย่าง
IA	VIIA	AB	NaCl, LiCl, KI, NaBr
IA	VIA	A_2B	Li_2O , K_2O , Na_2S
IA	VA	A_3B	K_3P , Na_3N
IIA	VIIA	AB_2	MgCl_2 , CaCl_2
IIA	VIA	AB	MgS , SrO , BaS
IIA	VA	A_3B_2	Ca_3N_2 , Mg_3N_2
IIIA	VIIA	AB_3	AlF_3 , GaF_3
IIIA	VIA	A_2B_3	Al_2O_3
IIIA	VA	AB	AlN

➤ การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าหรือสารประกอบไอออนิก ประเภท 3 ธาตุ มีหลักการเขียนเช่นเดียวกับสารประกอบประเภทธาตุคู่ แต่ถ้ามูลอะตอมที่มีประจุไฟฟ้ามีมากกว่า 1 กลุ่ม ให้ใส่วงเล็บแล้วจึงเขียนตัวเลขแสดงจำนวนกลุ่มไว้ที่มุมขวาล่าง ดังตัวอย่าง

ไอออนบวก	ไอออนลบ	สูตรสารประกอบ	ไอออนบวก	ไอออนลบ	สูตรสารประกอบ
Fe^{2+}	NO_3^-	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	Ca^{2+}	PO_4^{3-}	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Al^{3+}	SO_4^{2-}	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	NH_4^+	CO_3^{2-}	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$



การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกประเภทธาตุคู่

ให้อ่านชื่อโลหะตามด้วยชื่ออโลหะ เปลี่ยนท้ายเสียงอโลหะเป็น ได์ (-ide) ถ้าโลหะเป็นธาตุแทรนซิชันต้องอ่านชื่อโลหะ อ่านจำนวนประจุของไอออนเป็นภาษาอังกฤษ และอ่านชื่ออโลหะเปลี่ยนท้ายเสียงเป็น ได์ ดังตัวอย่าง

ไอออนบวก	ไอออนลบ	สูตรสารประกอบ	การเรียกชื่อ
Li^+	O^{2-}	Li_2O	ลิเทียมออกไซด์
Mg^{2+}	S^{2-}	MgS	แมกนีเซียมซัลไฟด์
Al^{3+}	Br^-	AlBr_3	อะลูมิเนียมโบรไมด์
K^+	N^{3-}	K_3N	โพแทสเซียมไนไตรด์
ไอออนของโลหะแทรนซิชัน			
Fe^{2+}	Cl^-	FeCl_2	ไอร์ออน (II) คลอไรด์ (มาจาก Fe^{2+})
Fe^{3+}	Cl^-	FeCl_3	ไอร์ออน (III) คลอไรด์ (มาจาก Fe^{3+})
Cu^+	O^{2-}	Cu_2O	คอปเปอร์ (I) ออกไซด์ (มาจาก Cu^+)
Cu^{2+}	O^{2-}	CuO	คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ (มาจาก Cu^{2+})
Ag^+	Cl^-	AgCl	ซิลเวอร์คลอไรด์ (Ag^+ มีประจุค่าเดียว)
Zn^{2+}	S^{2-}	ZnS	ซิงค์ซัลไฟด์ (Zn^{2+} มีประจุค่าเดียว)

➤ การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกประเภท 3 ธาตุ มีหลักดังนี้

1. ไอออนโลหะรวมกับกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าลบ ให้อ่านชื่อโลหะแล้วจึงอ่านชื่อกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าลบ
2. กลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าบวกรวมกับไอออนลบของอโลหะ ให้อ่านชื่อกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าบวกแล้วจึงอ่านชื่อโลหะ เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น ได์
3. ถ้าเป็นกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าบวกรวมกับกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าลบ ให้อ่านชื่อกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าบวกก่อน แล้วจึงอ่านชื่อกลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าลบ ดังตัวอย่าง



ไอออนบวก	ไอออนลบ	สูตรสารประกอบ	การเรียกชื่อ
Al^{3+}	OH^-	$\text{Al}(\text{OH})_3$	อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์
Na^+	CO_3^{2-}	Na_2CO_3	โซเดียมคาร์บอเนต
Fe^{2+}	SO_4^{2-}	FeSO_4	ไอร์ออน (II) ซัลเฟต
NH_4^+	S^{2-}	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	แอมโมเนียมซัลไฟด์
NH_4^+	SO_3^{2-}	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$	แอมโมเนียมซัลไฟต์
K^+	NO_3^-	KNO_3	โพแทสเซียมไนเตรต
K^+	NO_2^-	KNO_2	โพแทสเซียมไนไตรต์

➤ สูตรของไอออนและการเรียกชื่อที่ควรทราบ

ไอออนบวก NH_4^+ แอมโมเนียมไอออน
 PH_4^+ ฟอสฟอเนียมไอออน

ไอออนลบ

กลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้า ที่ลงท้ายเสียงด้วย เ-ต		กลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้า ที่ลงท้ายเสียงด้วย ไ-ต์	
สูตร	ชื่อ	สูตร	ชื่อ
ClO_3^-	คลอเรต	ClO_2^-	คลอไรต์
NO_3^-	ไนเตรต	NO_2^-	ไนไตรต์
CO_3^{2-}	คาร์บอเนต		
HCO_3^-	ไฮโดรเจนคาร์บอเนต		
SO_4^{2-}	ซัลเฟต	SO_3^{2-}	ซัลไฟต์
HSO_4^-	ไฮโดรเจนซัลเฟต		
PO_4^{3-}	ฟอสเฟต	PO_3^{3-}	ฟอสไฟต์
HPO_4^{2-}	ไฮโดรเจนฟอสเฟต		
H_2PO_4^-	ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต		

➤ ข้อสังเกต

ไอออนที่ลงท้ายเสียง ไ-ต์ จะมี O น้อยกว่า เ-ต 1 อะตอม

ClO^- อ่านว่า ไฮโปคลอไรต์ (มี O น้อยกว่า ClO_2^- 1 ตัว)

ClO_4^- อ่านว่า เพอร์คลอเรต (มี O น้อยกว่า ClO_3^- 1 ตัว)





กิจกรรมที่ 1

จดตอบคำถามต่อไปนี้

กำหนดสูตรของสารประกอบไอออนิกที่พบในชีวิตประจำวันบางชนิด เช่น NaCl , CaCl_2 , KI , CaCO_3 , MgSO_4 , KNO_3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และตอบคำถาม

1. สารประกอบไอออนิกประกอบด้วยอะตอมของธาตุประเภทใด



.....

.....

.....

2. อะตอมของโลหะและอโลหะอยู่ตามลำพังได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....



3. ลักษณะของสารประกอบไอออนิกเป็นอย่างไรและมีสถานะใด



.....

.....

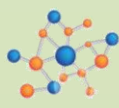
.....

4. ถ้านำเกลือแกง (NaCl) หรือหินปูน (CaCO_3) ไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ จะหลอมเหลวหรือไม่ และเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคอย่างไร

.....

.....

.....





กิจกรรมที่ 2

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพการเกิดสารประกอบไอออนิก ดังนี้

1. $^{40}_{20}\text{Ca}$ กับ $^{19}_9\text{Ca}$



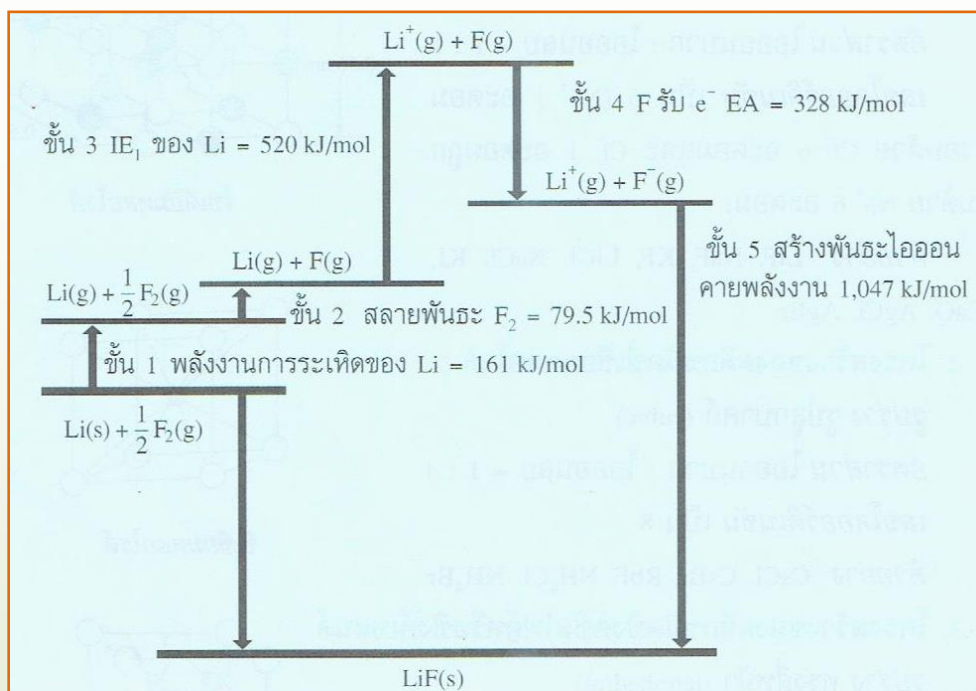
2. $^{24}_{12}\text{Mg}$ กับ $^{32}_{16}\text{S}$





กิจกรรมที่ 3

จงศึกษาแผนภาพแสดงข้อมูลของพลังงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ในการเกิดสารประกอบ LiF(s) แล้วคำนวณหาพลังงานในการเกิดสารประกอบ LiF(s) (heat of formation)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





กิจกรรมที่ 4

จงเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกให้ถูกต้อง

1. จงเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้

ไอออนโลหะ	ไอออนอโลหะ	สูตรของสารประกอบ
Mg^{2+}	Cl^-	
Na^+	S^{2-}	
Al^{3+}	O^{2-}	
Ca^{2+}	NO_3^-	
Li^+	CO_3^{2-}	



2. จงเขียนชื่อสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้

สารประกอบไอออนิก	ชื่อ
NaF	
BaF_2	
Na_2CO_3	
$Mg_3(PO_4)_2$	
$FeCl_3$	
$AgNO_3$	



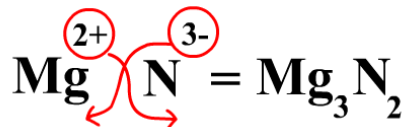


กิจกรรมที่ 5

จงเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกจากการรวมตัวของไอออนต่อไปนี้



ไอออน ลบ							
ไอออน บวก	NO_3^-	OH^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	ClO_3^-	PO_4^{3-}	CO_3^{2-}
Mg^{2+}							
Al^{3+}							
Cu^{2+}							
Pb^{2+}							
Ag^+							

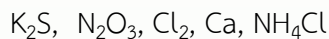




กิจกรรมที่ 6

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. กำหนดสารให้ดังนี้



สารใดมีสถานะปกติเป็นของแข็ง มีจุดหลอมเหลวสูง ไม่นำไฟฟ้า เมื่อหลอมเหลวจะนำไฟฟ้าได้



.....

.....

2. สารประกอบไอออนเกิดจากธาตุหมู่ใด และมีสมบัติอย่างไร จงอธิบาย

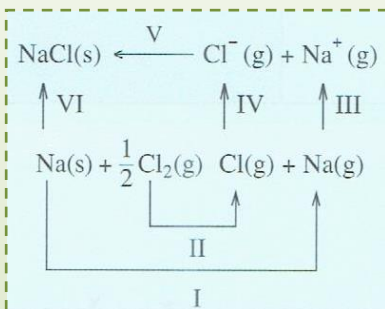
.....

.....



3. ถ้า I, II, III, IV, V และ VI เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเตรียม NaCl จาก Na(s) และ $\text{Cl}_2(\text{g})$

ดังแสดง



ปฏิกิริยาในขั้นตอนใดเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

และปฏิกิริยาในขั้นตอนใดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

.....

.....

.....

4. โพแทสเซียมฟลูออไรด์ (KF) เป็นสารประกอบไอออนิก จงเขียนสมการแสดงขั้นตอนการละลายของโพแทสเซียมฟลูออไรด์ พร้อมทั้งระบุชื่อของพลังงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนของการละลาย

.....

.....

.....

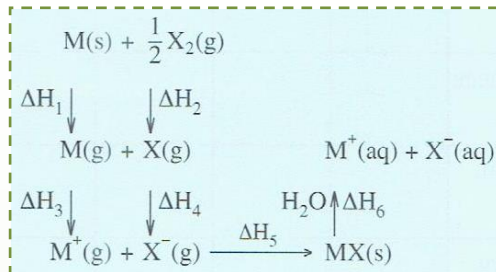
.....

.....

.....

.....

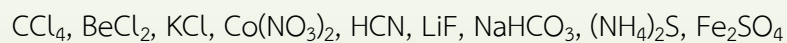
5. พิจารณาแผนภาพการเปลี่ยนแปลงของสาร และพลังงานที่เกี่ยวข้องที่กำหนดให้ดังนี้



จงระบุชื่อพลังงานที่เกี่ยวข้องทุกขั้นตอนในแผนภาพ



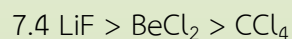
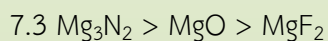
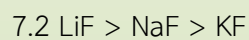
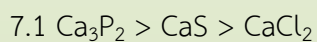
6. กำหนดสารให้ดังนี้



สารใดเป็นสารประกอบไอออนิก มีวิธีวิเคราะห์อย่างไร



7. เมื่อพิจารณาค่า EN จากตารางธาตุ สารประกอบชุดใดเรียงลำดับความเป็นไอออนิกจากมากไปน้อย เพราะเหตุใด



8. a, b, c เป็นธาตุในหมู่ IA, VIA และ VIIA ตามลำดับ ธาตุที่ทำปฏิกิริยากันได้สารประกอบไอออนิกได้แก่ธาตุคู่ใด จงเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกที่เกิดขึ้น





กิจกรรมที่ 1

เฉลย

จงตอบคำถามต่อไปนี้

กำหนดสูตรของสารประกอบไอออนิกที่พบในชีวิตประจำวันบางชนิด เช่น NaCl , CaCl_2 , KI , CaCO_3 , MgSO_4 , KNO_3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และตอบคำถาม

1. สารประกอบไอออนิกประกอบด้วยอะตอมของธาตุประเภทใด



โลหะกับอโลหะ

2. อะตอมของโลหะและอโลหะอยู่ตามลำพังได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่ได้ เพราะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1-7 ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ไม่เสถียร



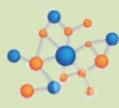
3. ลักษณะของสารประกอบไอออนิกเป็นอย่างไรและมีสถานะใด



เป็นโครงร่างผลึกและมีสถานะของแข็ง

4. ถ้านำเกลือแกง (NaCl) หรือหินปูน (CaCO_3) ไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ จะหลอมเหลวหรือไม่ และเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคอย่างไร

ไม่หลอมเหลว และเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค คือ การที่เกลือแกง (NaCl) หรือหินปูน (CaCO_3) ไม่หลอมเหลว แสดงว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงมาก

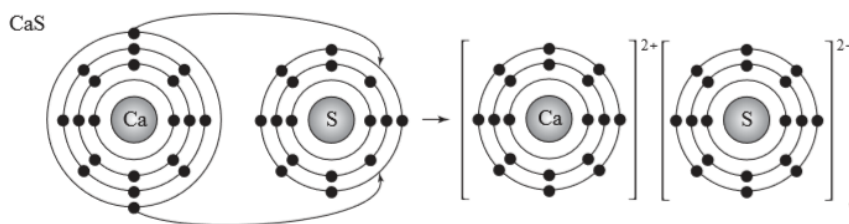
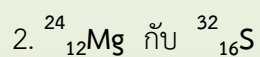
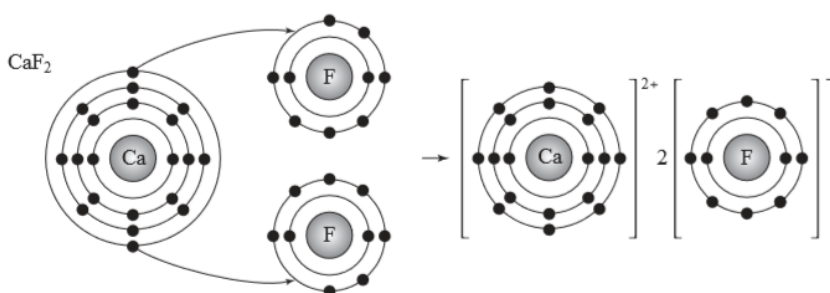




กิจกรรมที่ 2

เฉลย

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพการเกิดสารประกอบไอออนิก ดังนี้

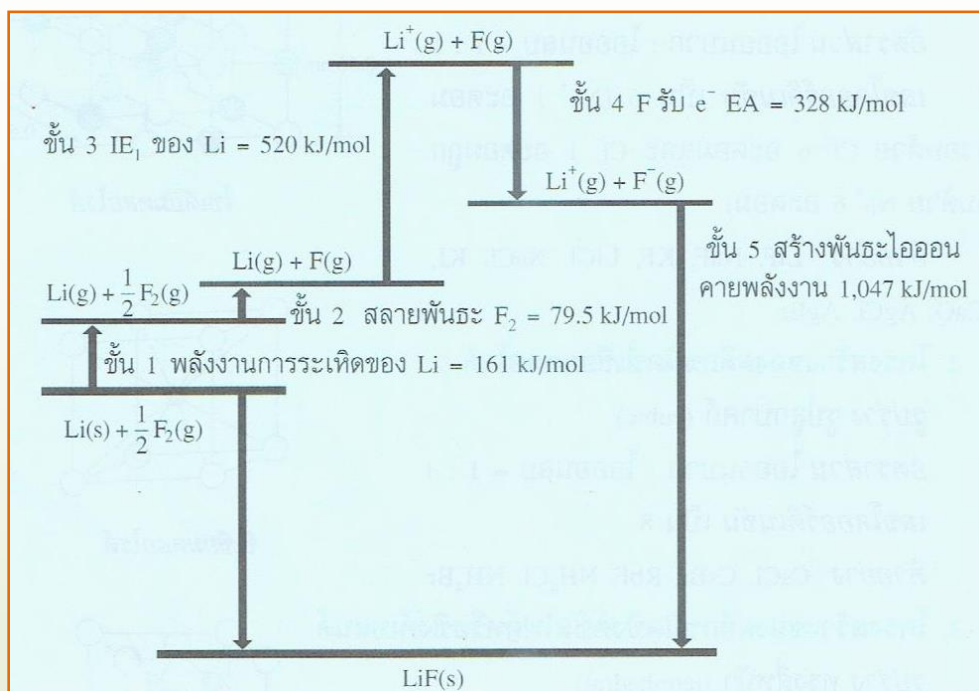




กิจกรรมที่ 3

เฉลย

จงศึกษาแผนภาพแสดงข้อมูลของพลังงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ในการเกิดสารประกอบ LiF(s) แล้วคำนวณหาพลังงานในการเกิดสารประกอบ LiF(s) (heat of formation)



$$\begin{aligned}
 \Delta H &= (E_1 + E_2 + E_3) - (E_4 + E_5) \\
 &= (161 + 79.5 + 520) - (328 + 1,047) \\
 &= 760.5 - 1,375 \text{ kJ} \\
 &= -614.5 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

พลังงานการเกิดสารประกอบ เท่ากับ -614.5 kJ





กิจกรรมที่ 4

เฉลย

จงเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกให้ถูกต้อง

1. จงเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้

ไอออนโลหะ	ไอออนอโลหะ	สูตรของสารประกอบ
Mg^{2+}	Cl^-	$MgCl_2$
Na^+	S^{2-}	Na_2S
Al^{3+}	O^{2-}	Al_2O_3
Ca^{2+}	NO_3^-	$Ca(NO_3)_2$
Li^+	CO_3^{2-}	Li_2CO_3



2. จงเขียนชื่อสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้

สารประกอบไอออนิก	ชื่อ
NaF	โซเดียมฟลูออไรด์
BaF_2	แบเรียมฟลูออไรด์
Na_2CO_3	โซเดียมคาร์บอเนต
$Mg_3(PO_4)_2$	แมกนีเซียมฟอสเฟต
$FeCl_3$	ไอรอน(III)คลอไรด์
$AgNO_3$	ซิลเวอร์ไนเตรด





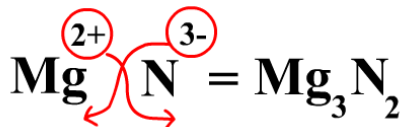
กิจกรรมที่ 5

เฉลย

จงเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกจากการรวมตัวของไอออนต่อไปนี้



ไอออนลบ ไอออนบวก	NO_3^-	OH^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	ClO_3^-	PO_4^{3-}	CO_3^{2-}
Mg^{2+}	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	MgSO_4	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{PO}_4)_2$	MgCO_3
Al^{3+}	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Al}(\text{HCO}_3)_3$	$\text{Al}(\text{ClO}_3)_3$	AlPO_4	$\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$
Cu^{2+}	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	CuSO_4	$\text{Cu}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Cu}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	CuCO_3
Pb^{2+}	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	PbSO_4	$\text{Pb}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Pb}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	PbCO_3
Ag^+	AgNO_3	AgOH	AgSO_4	AgHCO_3	AgClO_3	Ag_3PO_4	Ag_2CO_3



ເຈລິຍ

1. กำหนดสารให้ดังนี้

1. กำหนดสารให้ดังนี้

สาร K_2S และ NH_4Cl

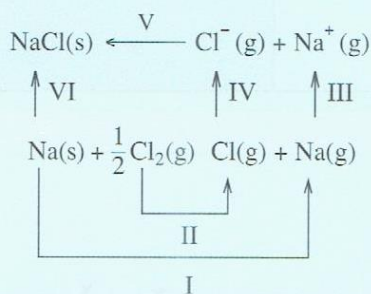
2. สารประกอบไอออนเกิดจากธาตุหมู่ใด และมีสมบัติอย่างไร จงอธิบาย

สารประกอบไอออนิกเกิดจากธาตุที่เป็นโลหะ (เช่น ธาตุหมู่ IA, IIA, IIIA) สร้างพันธะกับธาตุที่เป็นอโลหะ (เช่น หมู่ VIA, VIIA) สมบัติของสารประกอบไอออนิก คือ มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ไม่นำไฟฟ้า เมื่อหลอมเหลวจะนำไฟฟ้าได้ และมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง



3. ถ้า I, II, III, IV, V และ VI เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเตรียม NaCl จาก Na(s) และ $\text{Cl}_2(\text{g})$

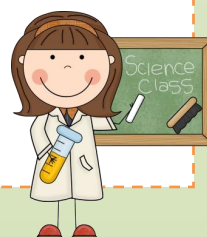
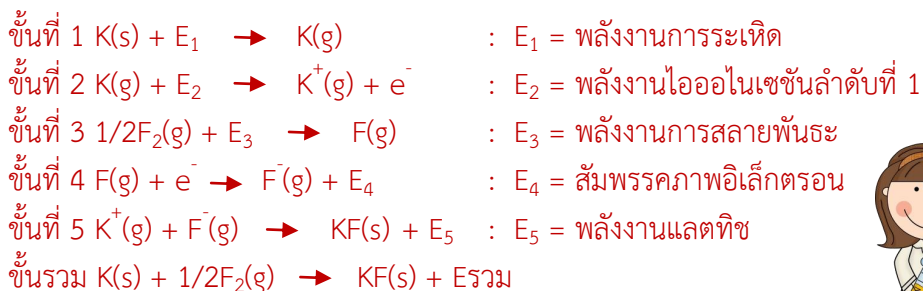
ตั้งแสดง



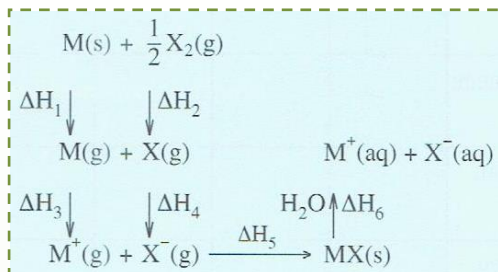
ปฏิกิริยาในขั้นตอนใดเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
และปฏิกิริยาในขั้นตอนใดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

ปฏิกิริยาในขั้นตอน IV, V และ VI คายความร้อน
ปฏิกิริยาในขั้นตอน I, II และ III ดูดความร้อน

4. โฟแทสเซียมฟลูออไรด์ (KF) เป็นสารประกอบไอออนิก จึงเขียนสมการแสดงขั้นตอนการละลายของโฟแทสเซียมฟลูออไรด์ พร้อมทั้งระบุชื่อของพลังงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนของการละลาย



5. พิจารณาแผนภาพการเปลี่ยนแปลงของสาร และพลังงานที่เกี่ยวข้องที่กำหนดให้ดังนี้



จงระบุชื่อพลังงานที่เกี่ยวข้องทุกขั้นตอนในแผนภาพ



ΔH_1 คือ พลังงานการระเหิด

ΔH_4 คือ สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

ΔH_2 คือ พลังงานสลายพันธะ

ΔH_5 คือ พลังงานแลตทิซ

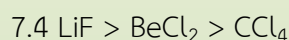
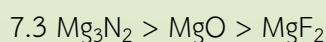
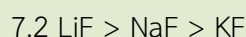
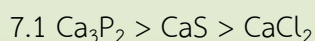
ΔH_3 คือ พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1

ΔH_6 คือ พลังงานไฮเดรชัน

6. กำหนดสารให้ดังนี้ CCl_4 , BeCl_2 , KCl , $\text{Co(NO}_3)_2$, HCN , LiF , NaHCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, Fe_2SO_4 สารใดเป็นสารประกอบไอออนิก มีวิธีวิเคราะห์อย่างไร

สารที่เป็นสารประกอบไอออนิก ได้แก่ KCl , $\text{Co(NO}_3)_2$, LiF , NaHCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ และ Fe_2SO_4 มีวิธีวิเคราะห์คือ ให้พิจารณาว่าสารนั้นมีทั้งธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะหรือไม่ และมีการให้หรือรับอิเล็กตรอนขณะสร้างพันธะเคมีกันหรือไม่ เพราะสารประกอบไอออนิก จะเกิดจากธาตุที่เป็นโลหะสร้างพันธะกับธาตุที่เป็นอโลหะ โดยธาตุที่เป็นโลหะจะเป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอน และธาตุที่เป็นอโลหะจะเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน

7. เมื่อพิจารณาค่า EN จากตารางธาตุ สารประกอบชุดใดเรียงลำดับความเป็นไอออนิกจากมากไปน้อย เพราะเหตุใด



สารประกอบไอออนิกข้อ 7.2 เรียงลำดับความเป็นไอออนิกจากมากไปน้อย คือ $\text{LiF} > \text{NaF} > \text{KF}$ เพราะเมื่อพิจารณาผลต่างของความเป็นโลหะ-อโลหะ หรือค่า EN แล้วพบว่าผลต่างของค่า EN ของโลหะ Li กับอโลหะ F มากกว่าของโลหะ Na กับอโลหะ F และมากกว่าของโลหะ K กับอโลหะ F ตามลำดับ

8. a, b, c เป็นธาตุในหมู่ IA, VIA และ VIIA ตามลำดับ ธาตุที่ทำปฏิกิริยากันได้สารประกอบไอออนิก ได้แก่ธาตุคู่ใด จงเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกที่เกิดขึ้น

ธาตุที่ทำปฏิกิริยากันได้สารประกอบไอออนิก คือ ธาตุ a กับ b และธาตุ a กับ c สูตรของสารประกอบไอออนิกที่เกิดขึ้น คือ a, b และ c



แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/พันธะไอออนิก



คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

- ข้อใดเป็นสมการแสดงการเกิดสารประกอบ NaBr
 - $\text{Na(s)} + 1/2\text{Br}_2(\text{l}) \longrightarrow \text{NaBr(s)}$
 - $\text{Na(s)} + \text{Br}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NaBr(s)}$
 - $\text{Na(g)} + \text{Br(g)} \longrightarrow \text{NaBr(g)}$
 - $\text{Na(g)} + 1/2\text{Br}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NaBr(g)}$
- A, B และ C เป็นธาตุในหมู่ IA, VIA และ VIIA ตามลำดับธาตุแต่ละคู่รวมกันเกิดสารประกอบมีสูตรเหมือนข้อใด

ข้อ	สูตรของสารประกอบที่เกิดจาก		
	A กับ B	A กับ C	B กับ C
ก	AB	A_4C	BC
ข	A_2B	AC	BC_2
ค	A_4B	AC_4	B_2C
ง	AB_2	AC_2	BC_2

- สารคูใดเมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า เมื่อหลอมเหลวนำไฟฟ้าได้และมีจุดหลอมเหลวสูง
 - NaCl, N_2O_4
 - Cl_2 , แกรไฟต์
 - Na_2CO_3 , K_2O
 - Hg, เพชร
- พิจารณาสารประกอบไอออนิก 2 ชนิด คือ AIP กับ XO ถ้า X เกิดเป็นสารประกอบกับ P สารประกอบที่ได้ควรมีสูตรอย่างไร
 - XP
 - X_2P
 - X_2P_3
 - X_3P_2



5. กำหนดรัศมีไอออนและประจุของไอออนดังต่อไปนี้

ไอออน	P^+	Q^{2+}	R^{2+}	X^-	Y^-	Z^{2-}
รัศมีไอออน (pm)	0.15	0.19	0.16	0.15	0.19	0.16

สารประกอบไอออนิกที่มีลักษณะผลึกคล้ายกันคือสาร PX, QY และ BZ ข้อใดเป็นการลำดับค่าพลังงานโครงร่างผลึกจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

- ก. $PX > QY > RZ$
- ข. $RZ > PX > QY$
- ค. $QY > RZ > PX$
- ง. $PX > RZ > QY$

6. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. สารประกอบไอออนิกมีจุดเดือดสูง
- ข. สารประกอบไอออนิกเสถียรมาก เพราะมีแรงดึงดูดไฟฟ้าสถิตระหว่างไอออนต่างชนิดกัน
- ค. สารประกอบไอออนิกเกิดระหว่างโลหะที่มีค่า IE_1 ต่ำ กับอโลหะที่มีค่า IE_1 สูง
- ง. โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีลักษณะเป็นโครงผลึกร่างตาข่าย แต่ละไอออนจะมีไอออนอื่นมาล้อมรอบด้วยจำนวนคงที่เสมอ

7. สมการในข้อใดแสดงการหาค่าพลังงานโครงร่างผลึกของ $CaBr_2$ ได้

- ก. $Ca^{2+}(s) + 2Br^-(s) \longrightarrow CaBr_2(s)$
- ข. $Ca^{2+}(g) + 2Br^-(g) \longrightarrow CaBr_2(g)$
- ค. $Ca^{2+}(aq) + 2Br^-(aq) \longrightarrow CaBr_2(s)$
- ง. $Ca^{2+}(g) + 2Br^-(g) \longrightarrow CaBr_2(s)$

8. เมื่อพิจารณาค่า EN จากตารางธาตุ สารประกอบชุดใดเรียงลำดับความเป็นไอออนิกจากมากไปน้อย

- ก. $Ca_3P_2 > CaS > CaCl_2$
- ข. $Mg_3N_2 > MgO > MgF_2$
- ค. $LiF > NaF > KF$
- ง. $LiF > BaCl_2 > CCl_4$

9. สารในข้อใดไม่ใช่สารประกอบไอออนิกทั้งหมด

- ก. KBr, K_2S
- ข. $SrCl_2$, SiC
- ค. MgO, Na_2S
- ง. $BaCl_2$, KBr



10. สารประกอบที่เกิดจาก A, B และ C ในข้อ 5 มีสมบัติตรงกับข้อใด

ข้อ	ละลายน้ำได้ดีที่สุด	ละลายน้ำแล้วนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด	จุดเดือดต่ำที่สุด
ก	A กับ B	A กับ C	B กับ C
ข	A กับ C	B กับ C	A กับ B
ค	B กับ C	A กับ B	A กับ C
ง	A กับ B	B กับ C	A กับ C



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/พันธะไอออนิก



คำชี้แจง

1. เกณฑ์การประเมิน แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ดังนี้
2. ระดับคุณภาพ

ดี	หมายถึง	ได้คะแนน 8 - 10 คะแนน
พอใช้	หมายถึง	ได้คะแนน 5 - 7 คะแนน
ปรับปรุง	หมายถึง	ได้คะแนน 0 - 4 คะแนน

ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ง
3	ข
4	ค
5	ข
6	ก
7	ง
8	ก
9	ง
10	ง



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี/พันธะไอออนิก



คำชี้แจง

1. เกณฑ์การประเมิน แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ดังนี้
2. ระดับคุณภาพ

ดี	หมายถึง	ได้คะแนน 8 - 10 คะแนน
พอใช้	หมายถึง	ได้คะแนน 5 - 7 คะแนน
ปรับปรุง	หมายถึง	ได้คะแนน 0 - 4 คะแนน

ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ข
3	ค
4	ง
5	ง
6	ง
7	ง
8	ค
9	ข
10	ก



บรรณานุกรม

- วิรัช สัจจแพรวพันธ์ และดิเรก หุ่นสุวรรณ. เคมี 4 – 5 – 6 ฉบับเอ็นทรานซ์. กรุงเทพฯ : SCIENCE CENTER, ม.ป.ป.
- ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2. กรุงเทพฯ : แม็ค จำกัด, 2551.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว, 2556.
- _____. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว, 2556.
- สมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี. คู่มือเตรียมสอบเคมี ม.4-5-6. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง จำกัด, 2537.
- เสกสรร ศิริวิฒนวินยกุล. คู่มือสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติม ฉบับศึกษาด้วยตนเอง เคมี ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) เล่ม 1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ : SCIENCE CENTER, ม.ป.ป.
- การเกิดสารประกอบไฮเดียมคลอไรด์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://derekcarrsavvy-chemist.blogspot.com>. 20 เมษายน 2559.
- การเกิดสารประกอบลิเทียมออกไซด์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.satriwit3.ac.th/external_newsblog.php?links=1282. 20 เมษายน 2559.
- โครงสร้างผลึกของไฮเดียมคลอไรด์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.electron.rmutphysics.com/science-news>. 20 เมษายน 2559.

