

## สารประกอบโควาเลนต์ (Covalent Compounds)

### หัวข้อ

1. บทนำเกี่ยวกับพันธะเคมี
2. พันธะโควาเลนต์
3. สมบัติของสารประกอบโควาเลนต์
4. การอ่านชื่อสารประกอบโควาเลนต์
5. ความมีขั้วของโมเลกุลโควาเลนต์และสมบัติการละลาย

อ.ดร.เพชรลดา กันทาดี

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<http://www.chemistry.mju.ac.th/>

# 1. บทนำเกี่ยวกับพันธะเคมี

- อะตอมของธาตุสามารถรวมกัน เกิดเป็นสสารทุกชนิดรอบตัวเรา
- ผลการทดลองทำให้เชื่อได้ว่า อะตอมมีแรงดึงดูดระหว่างกัน เรียกว่า **พันธะเคมี (Chemical Bonding)** เกิดเป็นโมเลกุลของธาตุและสารประกอบชนิดต่างๆ ได้
- แล้วเหตุใดอะตอมจึงรวมตัวกัน และรวมในอัตราส่วนแตกต่างกัน  
เหตุใดโมเลกุลต่างๆ จึงว่องไวหรือเฉื่อยต่อปฏิกิริยาแตกต่างกัน  
เหตุใดโมเลกุลต่างๆ จึงมีรูปร่างแตกต่างกัน  
เหตุใดโมเลกุลต่างๆ จึงมีสมบัติแตกต่างกัน  
คำถามเหล่านี้ สามารถอธิบายได้ด้วยเรื่องของ พันธะเคมี

# 1. บทนำเกี่ยวกับพันธะเคมี

- ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซหายาก มีเสถียรภาพสูงและอยู่เป็นอะตอมเดี่ยวได้ในสภาวะปกติ เนื่องจากการจัดเรียงอิเล็กตรอนเต็มในชั้นนอก (ครบ 8 ตัว) นั่นคือ  $ns^2 np^6$  (ยกเว้น He ที่เป็น  $1s^2$ )
- อะตอมของธาตุอื่นจึงพยายามรวมตัวกันเพื่อให้มีจำนวนอิเล็กตรอนเต็มในชั้นนอก จะได้เสถียร เช่นเดียวกับก๊าซเฉื่อย
- การรวมตัวโดยเกิดพันธะเคมีกันเพื่อให้ได้โมเลกุลที่มีเสถียรภาพสูง อาจทำได้โดย
  - (1) ถ่ายโอนอิเล็กตรอนวงนอกจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่ง เกิดเป็น **พันธะไอออนิก** (ionic bond)
  - (2) ใช้อิเล็กตรอนวงนอกร่วมกันระหว่างอะตอม เกิดเป็น **พันธะโคเวเลนต์** (covalent bond)
  - (3) อะตอมจำนวนมากปลดปล่อยอิเล็กตรอนวงนอกเคลื่อนที่ไปได้อย่างอิสระ เกิดเป็นทะเลอิเล็กตรอนและดึงดูดกับไอออนบวกนั้นแบบไม่ประจำที่ในโครงสร้างผลึก เกิดเป็น **พันธะโลหะ** (metallic bond)

# 1. บทนำเกี่ยวกับพันธะเคมี

- นอกจากนี้ยังมีพันธะอื่นๆ ที่มีลักษณะเฉพาะบางโมเลกุล เช่น พันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์ เป็นต้น

**พันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์ (coordinated covalent bond)** เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนวงนอกร่วมกันระหว่างอะตอม จึงคล้ายกับพันธะโควาเลนต์ แต่คู่อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันนั้นมาจากอะตอมใดอะตอมหนึ่งเพียงอย่างเดียว

- ระหว่างโมเลกุลสามารถเกิดแรงยึดเหนี่ยวได้เช่นเดียวกัน และส่งผลต่อค่าจุดเดือด จุดหลอมเหลว
- สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ**พันธะโควาเลนต์**และการเกิด**สารประกอบโควาเลนต์** พันธะชนิดอื่นจะกล่าวถึงเพียงเล็กน้อยในเชิงเปรียบเทียบ

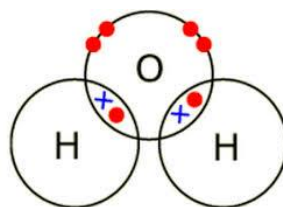
## 2. พันธะโควาเลนต์

- **พันธะโควาเลนต์ (Covalent)** เป็นพันธะที่เกิดระหว่างอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) สูง และใกล้เคียงกัน อะตอมเหล่านี้ไม่ต้องการเสียอิเล็กตรอนให้แก่อะตอมที่มาเกิดพันธะ แต่ต้องการนำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน จึงมักเรียกพันธะนี้ว่าเป็น **พันธะระหว่างโลหะ—โลหะ**
- พันธะโควาเลนต์เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนวงนอกร่วมกันระหว่างอะตอม ตัวอย่างเช่น

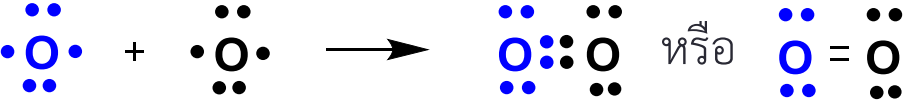
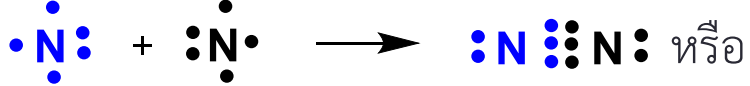
**โมเลกุล  $H_2$**  ประกอบด้วยพันธะ  $H-H$  เกิดจากจากอะตอม H แต่ละอะตอมนำอิเล็กตรอนมา 1 ตัว มาใช้ร่วมกันระหว่างนิวเคลียสทั้งสอง ดังนั้นคู่พันธะ 1 พันธะจึงประกอบด้วย 2 อิเล็กตรอน



**โมเลกุล  $H_2O$**  เกิดจากอะตอม O นำอิเล็กตรอนวงนอกมาใช้ร่วมกับ H ทั้งสองอะตอม เกิดเป็นพันธะโควาเลนต์  $O-H$  จำนวน 2 พันธะ



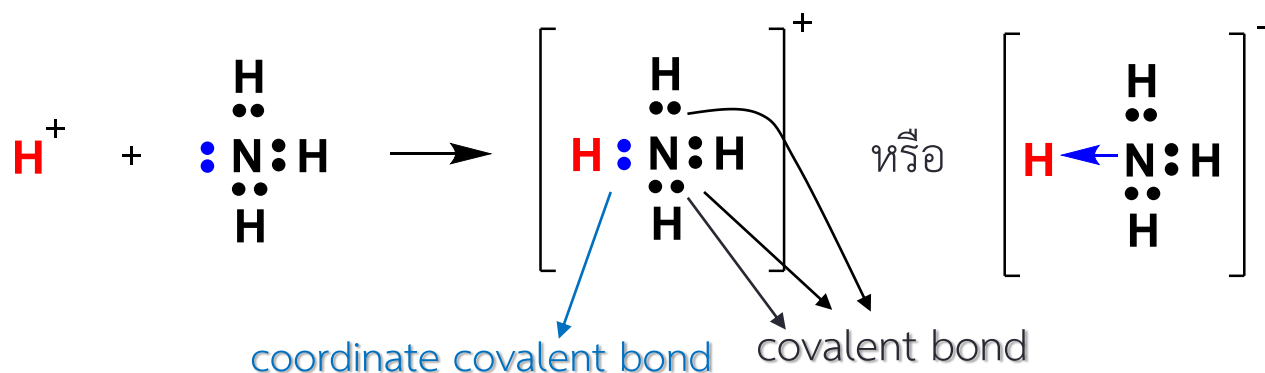
## 2. พันธะโควาเลนต์

- เมื่ออะตอมใช้อิเล็กตรอนวงนอก่วมกันในการเกิดพันธะ เกิดเป็น covalent bond  
การเขียน Lewis structure จะแทนคู่  $e^-$  ที่ใช้ร่วมกันด้วยจุด หรือแทนด้วยเส้น ตัวอย่างเช่น  
โมเลกุล  $F_2 \rightarrow$   หรือ  $F-F$  (ไม่แสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว)  
จะเห็นว่า F แต่ละอะตอมจะมีอิเล็กตรอนวงนอกครบ 8 ตัว ตาม octet rule
- บางโมเลกุลแต่ละอะตอมใช้อิเล็กตรอนร่วมกันมากกว่า 1 คู่ เรียกว่า multiple bond  
เช่น  $O_2 \rightarrow$   หรือ  $O=O$  (พันธะคู่)  
 $N_2 \rightarrow$   หรือ  $N \equiv N$  (พันธะสาม)

## 2. พันธะโคเวเลนต์

- กรณี พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ (coordinated covalent bond) คู่อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันมาจากอะตอมหนึ่งให้แก่อีกอะตอมหนึ่งเพียงอย่างเดียว ตัวอย่างเช่น

ไอออนแอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ )  $\rightarrow$  เกิดจาก  $\text{NH}_3$  ให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจากอะตอม N ให้แก่  $\text{H}^+$  ซึ่งไม่มีอิเล็กตรอน

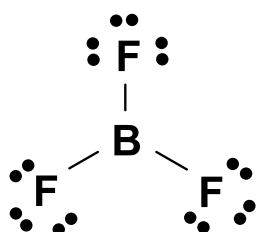
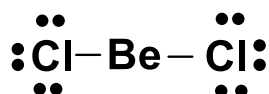


## 2. พันธะโคเวเลนต์

- โมเลกุลหรือไอออนบางชนิด การสร้างพันธะโคเวเลนต์ ไม่เป็นไปตาม octet rule (อิเล็กตรอนวงนอกไม่เท่ากับ 8) ได้แก่

### (1) โมเลกุลที่มีจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกรอบอะตอมกลางน้อยกว่า 8

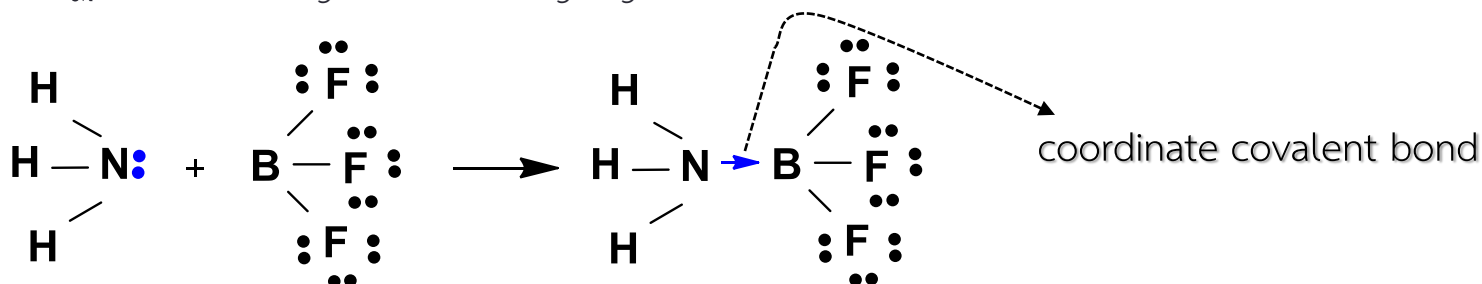
ได้แก่ สารประกอบของ Be และ B เช่น  $\text{BeCl}_2$  (Be มี valence  $e^-$  รอบอะตอมเท่ากับ 4)



$\text{BF}_3$  (B มี valence  $e^-$  รอบอะตอมเท่ากับ 6)

โมเลกุลเหล่านี้ว่องไวต่อปฏิกิริยา เพราะต้องการรับคู่อิเล็กตรอนเพิ่มให้ครบ 8

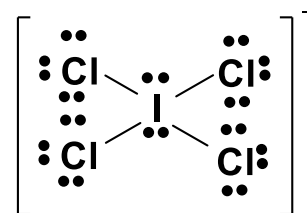
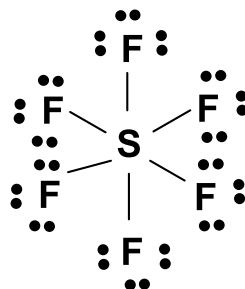
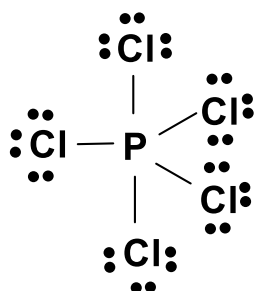
เช่น  $\text{BF}_3$  ทำปฏิกิริยากับ  $\text{NH}_3$  เกิดเป็น  $\text{NH}_3\text{BF}_3$  (เพื่อให้แต่ละอะตอมเสถียรเป็นไปตาม octet rule)



## 2. พันธะโควาเลนต์

### (2) โมเลกุลที่มีจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกรอบอะตอมหนึ่ง มากกว่า 8

อะตอมของธาตุในคาบ 3 ขึ้นไป เมื่อเกิดเป็นสารประกอบโควาเลนต์อาจมีอิเล็กตรอนวงนอกมากกว่า 8 ได้ เช่น  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{ICl}_4^-$



ตัวอย่างพิจารณา เช่น กรณีของ P เกิดเป็นสารประกอบคลอไรด์ได้ 2 ชนิด คือ  $\text{PCl}_3$  และ  $\text{PCl}_5$

$\text{PCl}_3$  แต่ละอะตอมมี valence  $e^-$  ครบ 8  $\rightarrow$  เป็นไปตาม octet rule

$\text{PCl}_5$  อะตอม P มี valence  $e^-$  รวมเท่ากับ 10 โดยมีการใช้อิเล็กตรอนใน d-orbital มาใช้ในการเกิดพันธะด้วย

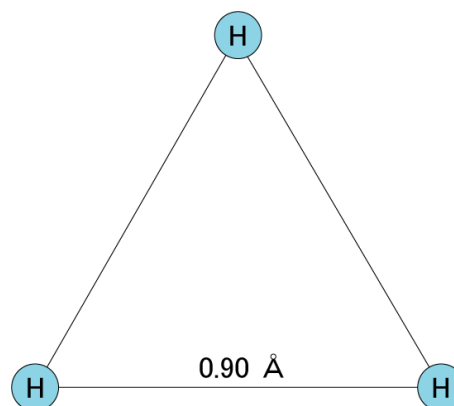
## 2. พันธะโควาเลนต์

- พันธะไม่ประจำที่และเรโซแนนซ์

- พันธะโควาเลนต์ที่กล่าวมา อิเล็กตรอนคู่หนึ่งยึดอะตอมเพียง 2 อะตอมเข้าด้วยกัน พันธะที่เกิดขึ้นเป็นพันธะประจำที่

- แต่มีโมเลกุลอีกจำนวนมากที่อิเล็กตรอนเพียงคู่เดียวอาจยึดอะตอมมากกว่า 2 อะตอมเข้าด้วยกัน เรียกว่า **พันธะไม่ประจำที่** ตัวอย่างเช่น  $\text{H}_3^+$  (trihydrogen cation)

ไฮโดรเจน 3 อะตอมใช้ 2 อิเล็กตรอนร่วมกัน อิเล็กตรอนคู่นี้ไม่ประจำที่และเคลื่อนที่ไปทั้งโมเลกุล และความยาวพันธะทั้งสามเฉลี่ย 0.90 Å

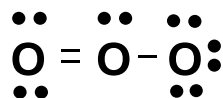


## 2. พันธะโควาเลนต์

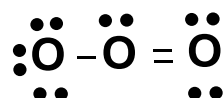
- พันธะไม่ประจำที่และเรโซแนนซ์ (ต่อ)

- โมเลกุลใดที่สามารถเขียนโครงสร้างได้มากกว่า 1 โครงสร้าง แต่ไม่อาจแทนสมบัติของโมเลกุลได้อย่างถูกต้อง เรียกว่า โมเลกุลนั้นเกิดเรโซแนนซ์ (resonance) เนื่องจากอิเล็กตรอนคู่ที่สร้างพันธะไม่อยู่ประจำที่

- ตัวอย่าง โมเลกุล  $O_3$  มี O 3 อะตอม พบว่าเขียนโครงสร้างให้ทุกอะตอมครบ octet ได้ 2 แบบดังนี้



(1)

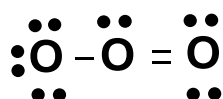
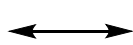
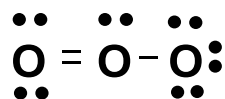


(2)

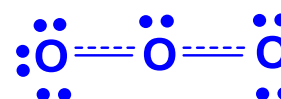
“แล้วโครงสร้างใดถูกต้อง?”

โครงสร้างทั้งสองนี้สมมูลกัน เรียกว่า resonance structure (แตกต่างกันเพียงตำแหน่งพันธะคู่และเดี่ยว)

จากการทดลอง พบว่า พันธะทั้งสองด้านมีความยาวเท่ากัน คือ 128 pm และอยู่ระหว่างความยาวพันธะคู่ ( $O=O$ , 112 pm) และพันธะเดี่ยว ( $O-O$ , 132 pm) ดังนั้นโครงสร้างที่แท้จริงและตรงกับข้อมูลการทดลองมากที่สุดคือ



หรือ



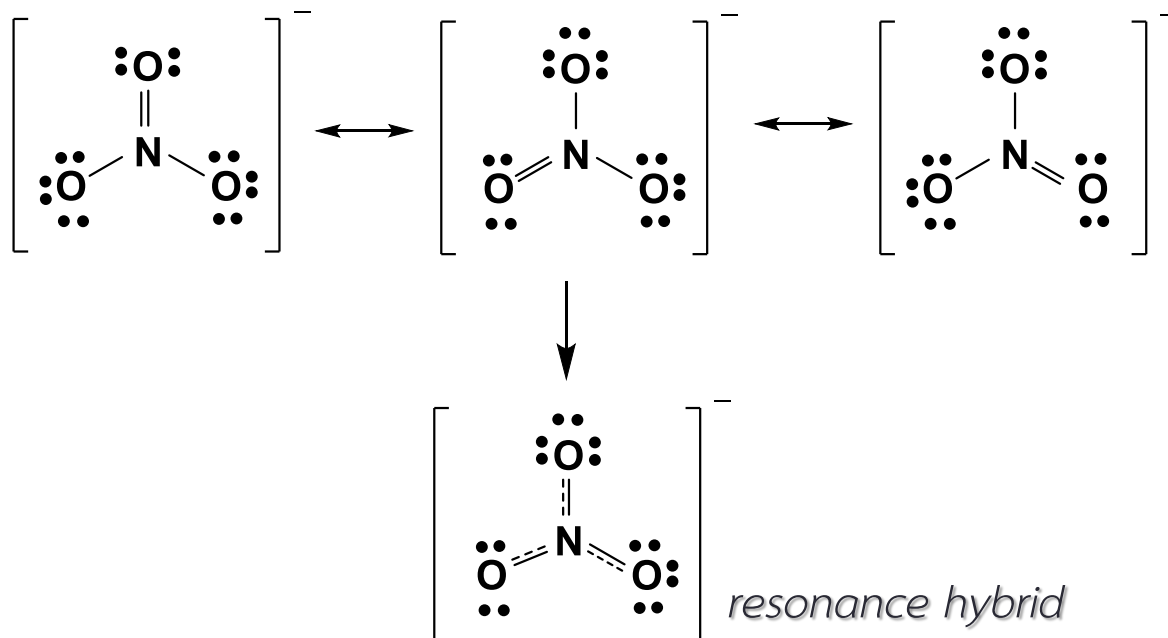
resonance hybrid

## 2. พันธะโควาเลนต์

- พันธะไม่ประจำที่และเรโซแนนซ์ (ต่อ)

ตัวอย่าง กรณี  $\text{NO}_3^-$  (nitrate ion) เกิดเรโซแนนซ์ได้ โดย N เป็นอะตอมกลาง และ O อยู่ที่มุมทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า จากการทดลองมุมพันธะเท่ากันและเท่ากับ  $120^\circ$  ความยาวพันธะทั้งสามเท่ากันทุกประการ ดังนั้นโครงสร้างที่มีทั้งพันธะคู่และพันธะเดี่ยวจึงไม่ใช่โครงสร้างที่ถูกต้อง

โครงสร้างที่แท้จริงจึงเป็นเรโซแนนซ์ไฮบริด (resonance hybrid) ของโครงสร้างทั้งสาม



## 2. พันธะโควาเลนต์

- พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพันธะเคมี

### (1) พลังงานสลายพันธะ (Bond dissociation energy)

- เป็นค่าที่ใช้วัดความแข็งแรงของพันธะ มักเขียนแทนด้วย  $D(x-y)$  สำหรับโมเลกุลที่มี 2 อะตอม
- พลังงานสลายพันธะเป็นพลังงานความร้อนที่ดูดเข้าไปในปฏิกิริยาเพื่อสลายพันธะ (ดูด E, ค่าเป็น +)



- พลังงานสลายพันธะในโมเลกุลที่มี 2 อะตอมของธาตุแต่ละหมู่ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเลขอะตอมสูงขึ้น (ขนาดอะตอมใหญ่ขึ้น จากบนลงล่าง) แต่ไม่แตกต่างกันมากถ้าจำนวนพันธะโควาเลนต์เท่ากัน

|      |     |      |     |                                               |
|------|-----|------|-----|-----------------------------------------------|
| H—F  | 570 | C—F  | 450 | } พลังงานสลายพันธะ<br>(kJ mol <sup>-1</sup> ) |
| H—Cl | 432 | C—Cl | 330 |                                               |
| H—Br | 366 | C—Br | 270 |                                               |
| H—I  | 298 |      |     |                                               |

## 2. พันธะโควาเลนต์

- โมเลกุลคู่หนึ่งๆ จะมีพลังงานสลายพันธะแตกต่างกันมาก ถ้า จำนวนพันธะโควาเลนต์ หรือ อันดับพันธะ (bond order) ไม่เท่ากัน เช่น

|     |     |
|-----|-----|
| C—C | 350 |
| C=C | 611 |
| C≡C | 835 |

|     |     |
|-----|-----|
| C—O | 350 |
| C=O | 732 |

|     |     |
|-----|-----|
| O—O | 180 |
| O=O | 498 |

|     |     |
|-----|-----|
| N—N | 240 |
| N≡N | 945 |

พลังงานสลายพันธะ  
(kJ mol<sup>-1</sup>)

### (2) ความยาวพันธะ (Bond dissociation energy)

- ระยะห่างระหว่างอะตอมที่สร้างพันธะกันจะไม่คงที่ เนื่องจากอะตอมเกิดการสั่นตลอดเวลา
- สามารถวัดระยะทางเฉลี่ยโดยใช้เทคนิคเฉพาะ เช่น การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ สเปกโทรสโกปี เป็นต้น
- ระยะทางระหว่างนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองที่เหมาะสม เรียกว่า ความยาวพันธะ (bond length) อะตอมทั้งสองเข้าใกล้กันจนมีพลังงานศักย์ต่ำสุด มีแรงดึงดูดมากพอและโมเลกุลเสถียรมากที่สุด (ไม่ใกล้เกินไปจนเกิดแรงผลักร และไม่ไกลเกินไปจนไม่เกิดพันธะ)

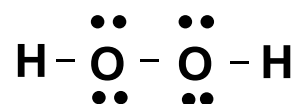
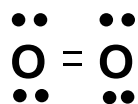
## 2. พันธะโควาเลนต์

### (2) ความยาวพันธะ (Bond dissociation energy) (ต่อ)

- ความยาวพันธะ multiple bond < single bond

พลังงานพันธะ multiple bond > single bond

เช่น ความยาวพันธะคู่ O=O ใน O<sub>2</sub> กับ พันธะเดี่ยว O—O ใน H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



ความยาวพันธะ

121 pm

148 pm

พลังงานพันธะ

498 kJ/mol

213 kJ/mol

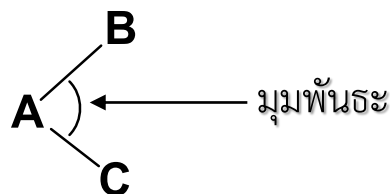
- ความยาวพันธะจะมีแนวโน้มตรงข้ามกับพลังงานพันธะ

เช่น พันธะสาม มีความยาวพันธะน้อย แต่พลังงานพันธะสูงมาก

## 2. พันธะโควาเลนต์

### (3) มุมพันธะ (Bond angle)

- มุมพันธะ คือ มุมที่เกิดจากอะตอมสองอะตอมทำกับอะตอมกลาง ดังรูป

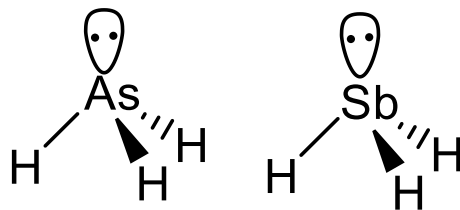


- มุมพันธะเฉลี่ย ได้จากเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ หรือสเปกโทรสโกปี
- มุมพันธะเป็น factor ที่สำคัญในการบอกโครงสร้างโมเลกุล

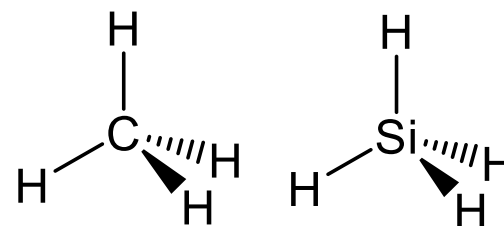
สารประกอบของธาตุในหมู่เดียวกัน มุมพันธะจะมีค่าใกล้เคียงกันและโครงสร้างเหมือนกัน

มุมพันธะ (องศา)

|                |       |
|----------------|-------|
| $\text{CH}_4$  | 109.5 |
| $\text{SiH}_4$ | 109.5 |
| $\text{AsH}_3$ | 91.8  |
| $\text{SbH}_3$ | 91.3  |



trigonal pyramid



tetrahedral

### 3. สมบัติของสารประกอบโควาเลนต์

- พบได้ทั้งในรูปของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- โมเลกุลโคเวเลนต์ไม่นำไฟฟ้าหรือนำไฟฟ้าได้ต่ำ เนื่องจากไม่มีอิเล็กตรอนอิสระในโครงสร้างโมเลกุล
- มีจุดเดือด จุดหลอมเหลว ค่อนข้างต่ำ ยกเว้น เพชร ซึ่งมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูงมาก ๆ เนื่องจากมีโครงสร้างแบบโครงผลึกร่างตาข่าย
- ความสามารถในการละลายของโมเลกุลโคเวเลนต์หลากหลาย ขึ้นกับลักษณะขั้วของโมเลกุล “โมเลกุลที่มีสภาพขั้วใกล้เคียงกันจะละลายกันได้ หรือ like dissolves like”

### 3. สมบัติของสารประกอบโควาเลนต์

- สมบัติของสารประกอบโควาเลนต์เปรียบเทียบกับสารประกอบไอออนิก

| สมบัติ                                  | NaCl         | CCl <sub>4</sub> |
|-----------------------------------------|--------------|------------------|
| ลักษณะ                                  | ของแข็งสีขาว | ของเหลวใสไม่มีสี |
| จุดหลอมเหลว (°C)                        | 801          | -23              |
| ความร้อนของการหลอมเหลวต่อโมล (kJ/mol)   | 30.2         | 2.5              |
| จุดเดือด (°C)                           | 1413         | 76.5             |
| ความร้อนของการกลายเป็นไอต่อโมล (kJ/mol) | 600          | 30               |
| ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> )        | 2.17         | 1.59             |
| การละลายน้ำ                             | มาก          | น้อยมาก          |
| การนำไฟฟ้า                              |              |                  |
| สถานะของแข็ง                            | ต่ำ          | ต่ำ              |
| สถานะของเหลว                            | ดี           | ต่ำ              |

## 4. การอ่านชื่อสารประกอบโควาเลนต์

- อ่านชื่อธาตุตามลำดับก่อนหลัง ตามที่ปรากฏในสูตรเคมี
- เปลี่ยนชื่อของธาตุตัวหลังสุดให้ลงท้ายด้วยเสียง “ไอด์ (-ide)”
- ระบุจำนวนอะตอมที่ปรากฏด้วยภาษาละติน ยกเว้นกรณีธาตุตัวแรกมี 1 อะตอม ไม่ระบุ

| จำนวนอะตอม | ภาษาละติน |       |
|------------|-----------|-------|
| 1          | โมนโน     | mono  |
| 2          | ได        | di    |
| 3          | ไตร       | tri   |
| 4          | เตตระ     | tetra |
| 5          | เพนตะ     | penta |
| 6          | เฮกซะ     | hexa  |
| 7          | เฮปตะ     | hepta |
| 8          | ออกตะ     | octa  |
| 9          | โนนะ      | nona  |
| 10         | เดคะ      | deca  |

## 4. การอ่านชื่อสารประกอบโควาเลนต์

### ■ ตัวอย่างการอ่านชื่อสารประกอบโควาเลนต์

|                               |                                                         |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
| CO                            | คาร์บอนโมนอกไซด์ หรือ คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbonmonoxide) |
| CO <sub>2</sub>               | คาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide)                        |
| NO <sub>2</sub>               | ไนโตรเจนไดออกไซด์ (nitrogendioxide)                     |
| N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | ไดไนโตรเจนเพนตะออกไซด์ (dinitrogenpentaoxide)           |
| SO <sub>2</sub>               | ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfurdioxide)                       |
| SO <sub>3</sub>               | ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (sulfurtrioxide)                     |

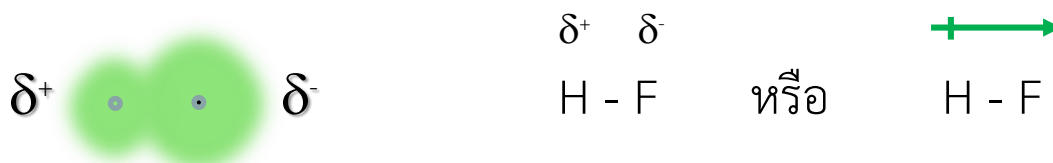
## 5. ความมีขั้วของโมเลกุลโควาเลนต์และสมบัติการละลาย

- อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน เช่น โมเลกุล  $H_2$  ,  $F_2$  ,  $I_2$  เมื่อเกิดพันธะโควาเลนต์ นิวเคลียสของอะตอมทั้งสองดึงดูด  $e^-$  คู่ร่วมพันธะไว้ด้วยแรงเท่าๆ กัน ทำให้การกระจาย  $e^-$  สมมาตร เกิดเป็นพันธะโควาเลนต์ไม่มีขั้ว (non-polar covalent bond)



- อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน เช่น โมเลกุล HF เมื่อเกิดพันธะโควาเลนต์ นิวเคลียสของอะตอมที่มี EN สูงกว่า จะดึงดูด  $e^-$  คู่ร่วมพันธะได้ดีกว่าอีกอะตอมหนึ่ง ทำให้การกระจายความหนาแน่น  $e^-$  ไม่เท่ากันเกิดเป็นพันธะโควาเลนต์มีขั้ว (polar covalent bond)

โดยที่ ด้านที่มีกลุ่มหมอก  $e^-$  หนาแน่นกว่า (EN สูง) จะแสดงสภาพคล้ายประจุลบ  $\delta^-$   
 ด้านที่มีกลุ่มหมอก  $e^-$  เบางกว่า (EN ต่ำ) จึงแสดงสภาพคล้ายประจุบวก  $\delta^+$



## 5. ความมีขั้วของโมเลกุลโควาเลนต์และสมบัติการละลาย

- ความแรงของขั้วพันธะ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของค่า EN ระหว่างอะตอมที่เกิดพันธะกัน โดยที่ ค่า  $\Delta EN$  มาก, ยิ่งมีขั้วมาก

เช่น พันธะ H—F (EN: H = 2.1, F = 4.0 ดังนั้น  $\Delta EN = 1.9$ )  $\rightarrow$  พันธะมีขั้วมาก

พันธะ C—H (EN: C = 2.5, H = 2.1 ดังนั้น  $\Delta EN = 0.4$ )  $\rightarrow$  พันธะมีขั้วน้อย

- โดยทั่วไปถ้า  $\Delta EN \geq 2$  จะเกิดการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างกัน กลายเป็นพันธะไอออนิก (เกิดเป็นประจุบวกและลบดึงดูดกัน)

แต่ถ้า  $\Delta EN < 2$  ถือว่าเป็นพันธะโควาเลนต์ที่มีขั้ว

เช่น  $\text{CHCl}_3$  : พันธะ C—Cl (EN: C = 2.5, Cl = 3.0 ดังนั้น  $\Delta EN = 0.5$ )  $\rightarrow$  พันธะโควาเลนต์มีขั้ว

$\text{NaCl}$  : พันธะ  $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$  (EN: Na = 1.0, Cl = 3.2 ดังนั้น  $\Delta EN = 2.0$ )  $\rightarrow$  พันธะไอออนิก

# 5. ความมีขั้วของโมเลกุลโควาเลนต์และสมบัติการละลาย

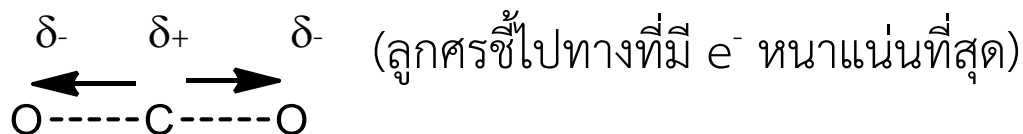
## • ความมีขั้วของโมเลกุล

โมเลกุลมีขั้ว (polar molecule) หมายถึง โมเลกุลที่เป็นกลางซึ่งมีการกระจายของอิเล็กตรอนไม่สม่ำเสมอ ขั้วพันธะรวมกันแล้วมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ (ขั้วหักล้างกันไม่หมด)

- ความมีขั้วของโมเลกุล ขึ้นอยู่กับค่า EN ของแต่ละอะตอมและรูปร่างของโมเลกุลนั้น

โมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่า 2 อะตอม เช่น  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{CCl}_4$  จะมีหลายพันธะ ความมีขั้วจะขึ้นกับรูปร่างโมเลกุล

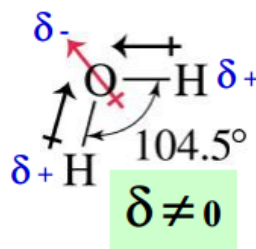
$\text{CO}_2$  มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นเส้นตรง  $\rightarrow$  พันธะมีขั้ว แต่โมเลกุลไม่มีขั้ว เนื่องจากขั้วมีทิศทางตรงข้ามและหักล้างกันหมด



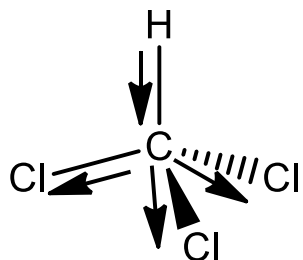
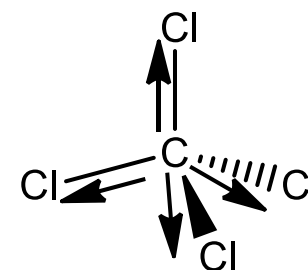
# 5. ความมีขั้วของโมเลกุลโควาเลนต์และสมบัติการละลาย

## • ความมีขั้วของโมเลกุล (ต่อ)

$\text{H}_2\text{O}$  มีโครงสร้างเป็นมุมอ → พันธะมีขั้ว และโมเลกุลมีขั้ว เนื่องจากขั้วพันธะรวมกันไม่เท่ากับศูนย์ (หักล้างกันไม่หมด)



- โมเลกุลที่อะตอมกลางเกิดพันธะกับอะตอมโดยรอบแบบสมมาตร จัดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว  
เช่น  $\text{CCl}_4$  โมเลกุลสมมาตร → พันธะมีขั้ว แต่โมเลกุลไม่มีขั้ว  
(ขั้วพันธะหักล้างกันหมด)



แต่  $\text{CHCl}_3$  โมเลกุลไม่สมมาตร → พันธะมีขั้ว และโมเลกุลมีขั้ว  
(เนื่องจากขั้วพันธะหักล้างกันไม่หมด)

## 5. ความมีขั้วของโมเลกุลโควาเลนต์และสมบัติการละลาย

- การละลายของโมเลกุลโควาเลนต์

ความสามารถในการละลายของโมเลกุลโควาเลนต์หลากหลาย ขึ้นกับลักษณะขั้วของโมเลกุล “โมเลกุลที่มีสภาพขั้วใกล้เคียงกันจะละลายกันได้ หรือ like dissolves like”

ตัวอย่างเช่น ไอโอดีน ( $I_2$ ) จะไม่ละลายและแยกชั้นกับน้ำ แต่ละลายได้ดีในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ( $CCl_4$ ) เนื่องจาก  $I_2$  และ  $CCl_4$  เป็นโมเลกุลไม่มีขั้วเหมือนกัน ในขณะที่น้ำเป็นสารมีขั้ว

