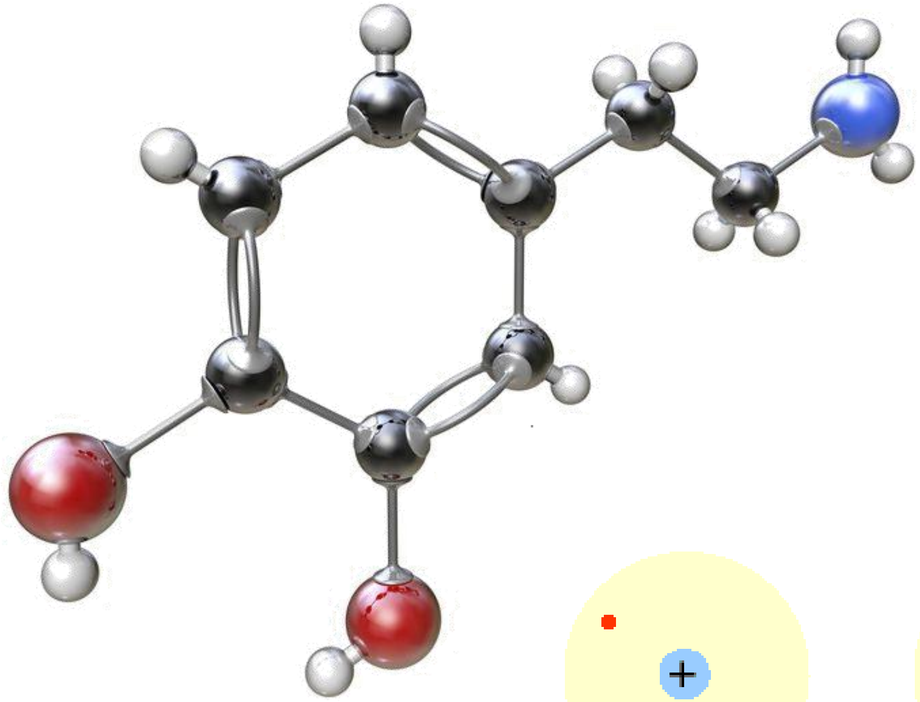
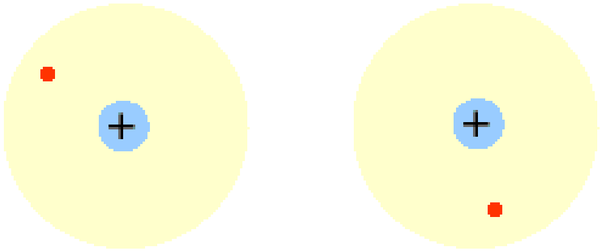
พันธะเคมี

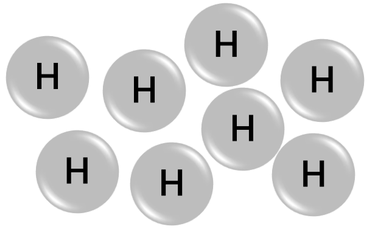
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ

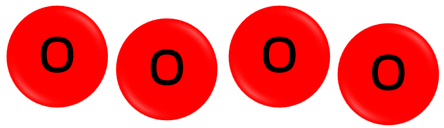
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร





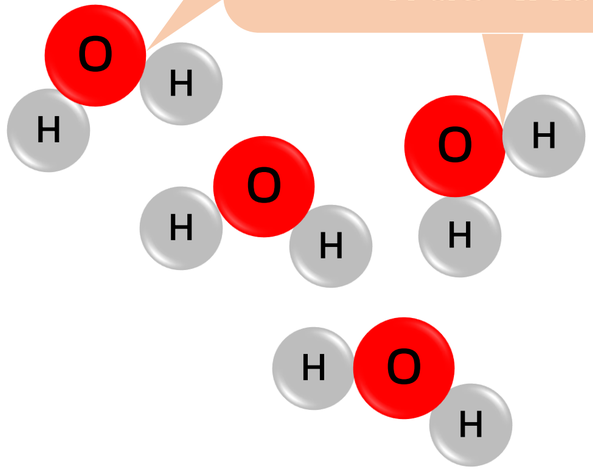
Chemographics
LINE woravith
woravith.c@rmutp.ac.th
http://web.rmutp.ac.th/woravith



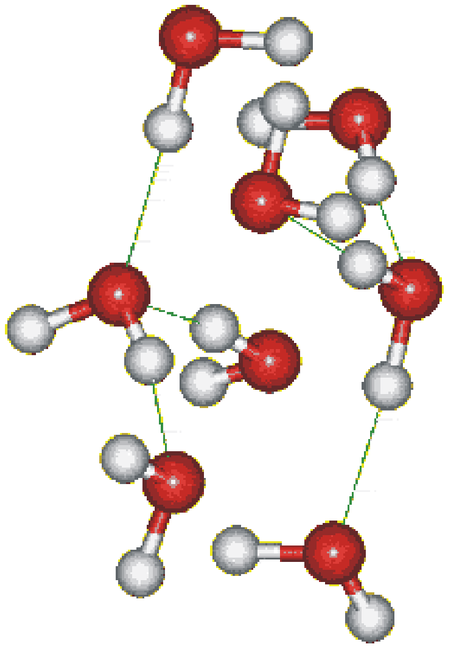


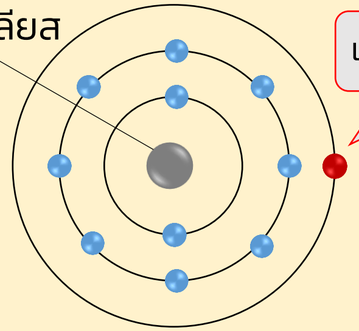
เมื่ออะตอม H และ O รวมตัวกันด้วยอัตราส่วน 2:1 เกิดเป็น **โมเลกุล**ของ H_2O

แรงดึงดูดที่กระทำระหว่างอะตอม H และ O เรียกว่า **พันธะเคมี**



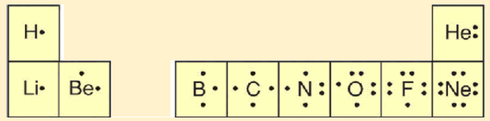
- แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นระหว่างอะตอมสองอะตอมในโมเลกุล หรือแรงที่เกิดขึ้นระหว่างอะตอมของสองโมเลกุล
- พันธะเคมีเกิดขึ้นได้แตกต่างกัน มีผลให้โมเลกุลหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นนั้นมีรูปแบบและสมบัติที่แตกต่างกันไปด้วย
- การเกิดพันธะเคมีเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่านั้น



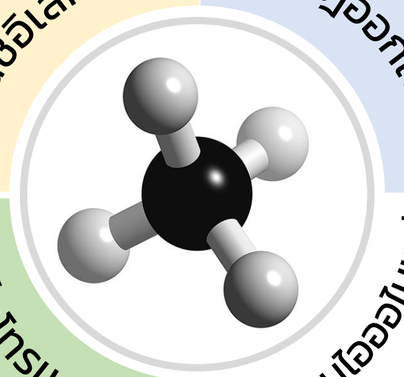


อิเล็กตรอนที่อยู่ชั้นระดับพลังงานนอกสุด (ระดับพลังงานสุดท้าย)

- เวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุหมู่ A ทั้งหมด จะมีจำนวนเท่ากับเลขหมู่
- Lewis dot เขียนจุด (dot) แทนจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน

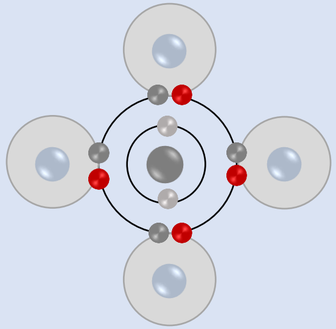


เวเลนซ์อิเล็กตรอน

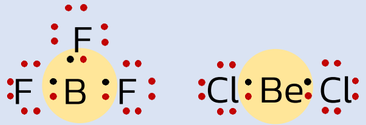


กฎออกเตต

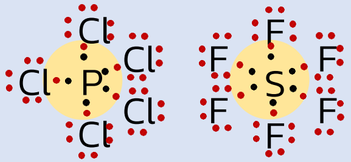
การเกิดสารประกอบเคมีอะตอมมีแนวโน้มที่จะทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนของตัวเองครบ 8 ตัว เหมือนกับแก๊สมีสกุล



ไม่ครบ 8



เกิน 8

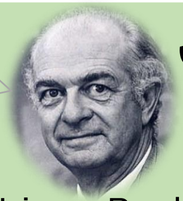


พลังงานไอออไนเซชัน

พลังงานน้อยสุดที่ต้องใช้ในการดึงเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมในสภาวะแก๊ส

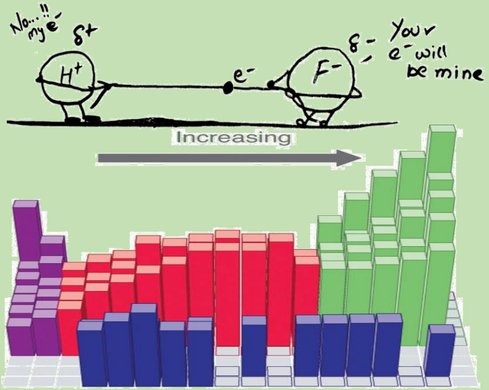
อิเล็กโทรเนกาติวิตี

ค่าความสามารถในการดึงอิเล็กตรอนของอะตอมเข้าหาตัวเอง



Linus Pauling

- อะตอม F มีค่า EN สูงที่สุด = 3.98

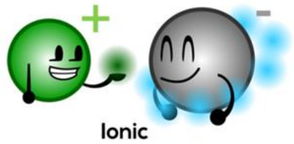


ประเภทพันธะเคมี

แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุล (intramolecular force)

แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดระหว่างอะตอมกับอะตอมภายในโมเลกุล ทำให้เกิดเป็นโมเลกุลหรือสารประกอบ

- พันธะไอออน (ionic bond)



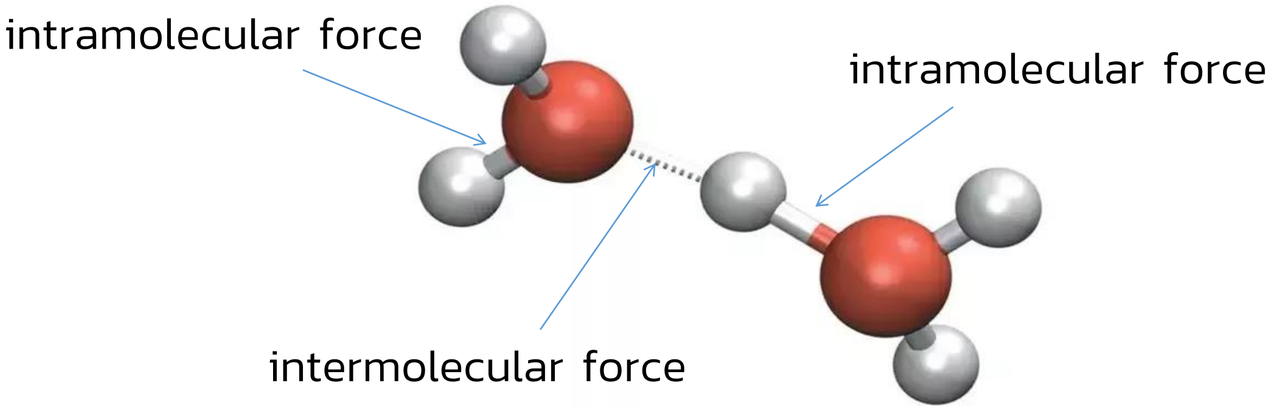
- พันธะโคเวเลนซ์ (covalent bond)

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล (intermolecular force)

แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุล โดยจะเป็นโมเลกุลชนิดเดียวกันหรือโมเลกุลต่างชนิดกันก็ได้

- แรงแวนเดอร์วาลส์
  - ไดโพล-ไดโพล (Dipole-dipole)
  - ไดโพลอินดิวซ์ไดโพล (Dipole induced dipole)
  - ลอนดอน (London)
- พันธะไฮโดรเจน

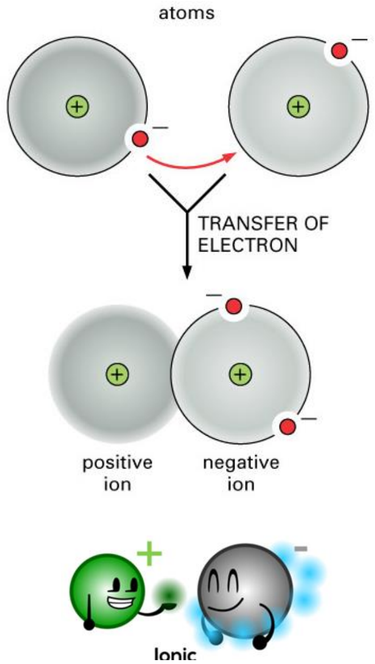
NEXT



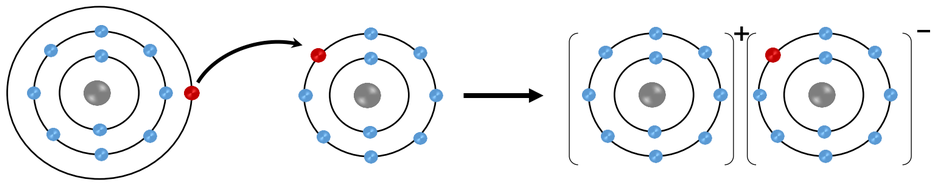
พันธะไอออน

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างแคตไอออน (+) และแอนไอออน (–)

- ธาตุโลหะกับอโลหะที่มีค่า EN แตกต่างกันมากกว่า 2 หน่วย
- เกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนอย่างสมบูรณ์
- เกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต

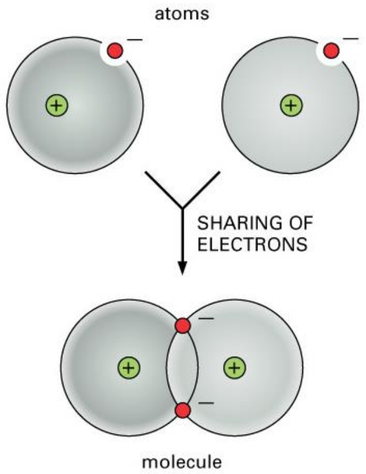


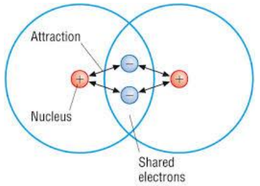
การเกิดพันธะไอออนระหว่าง Na กับ Cl

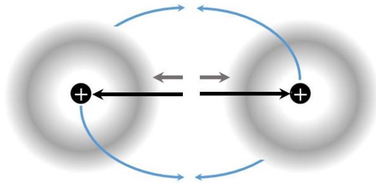


พันธะโคเวเลนซ์

อะตอมตั้งแต่ 2 อะตอม นำเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกันในจำนวนเท่าๆ กัน



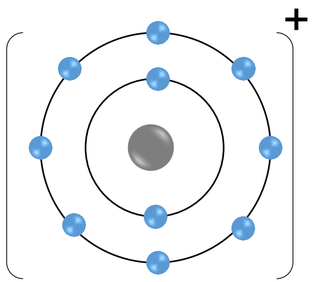




เกิดแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอน
แรงผลักระหว่างนิวเคลียส
แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน

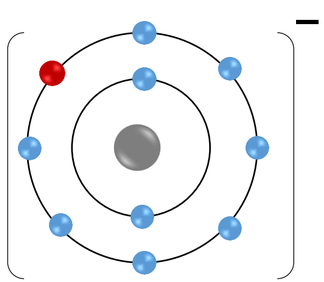
NEXT

พันธะไอออน



Na^+

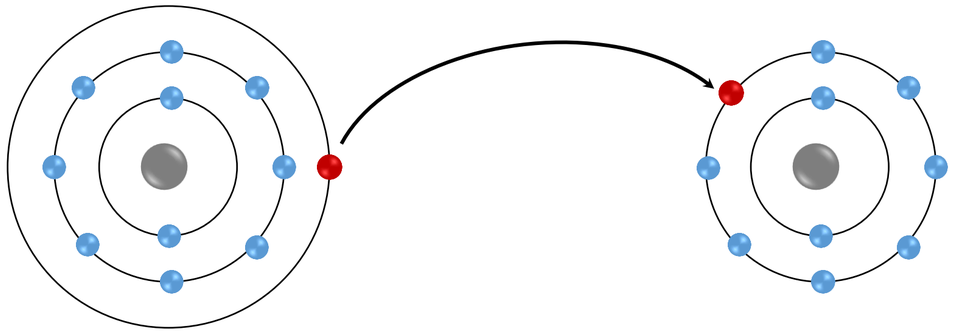
2,8



F^-

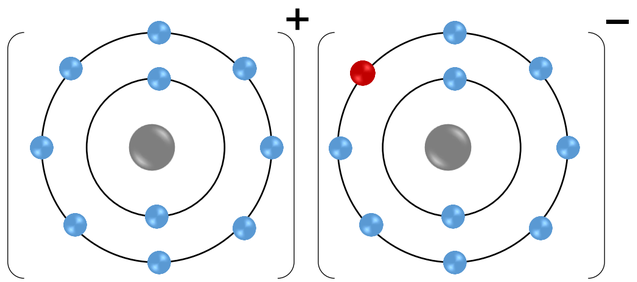
2,8

พันธะไอออน



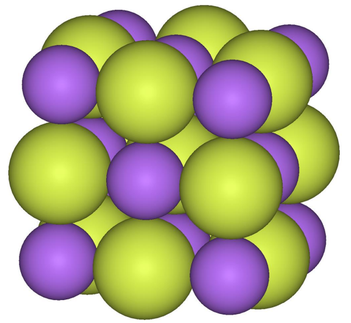
Na
2,8,1
EN=0.98

F
2,7
EN=3.98



Na^+
2,8

F^-
2,8

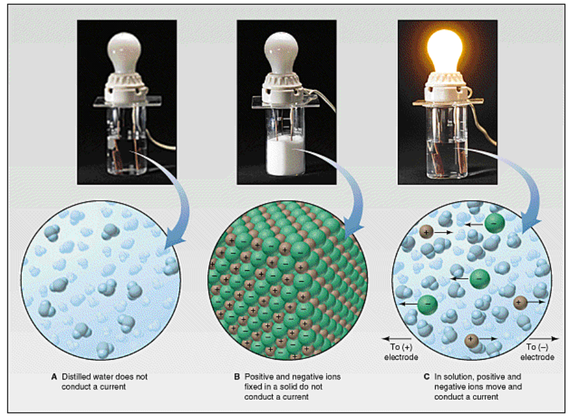


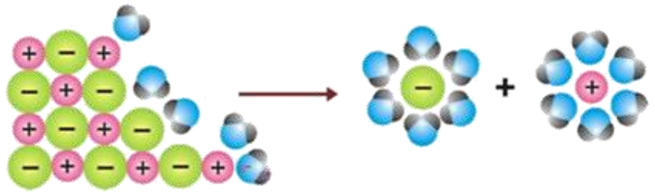
/Print version

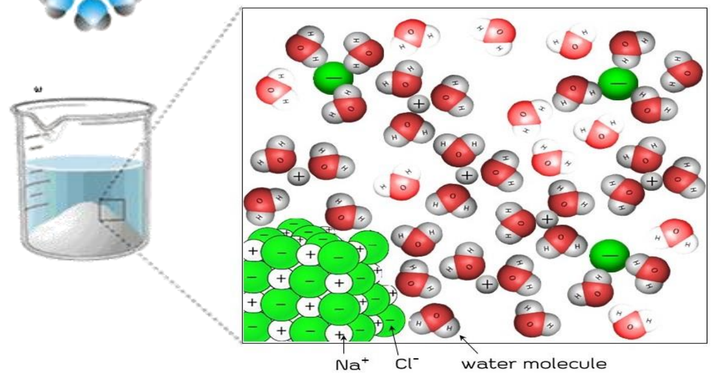
สมบัติของสารไอออน

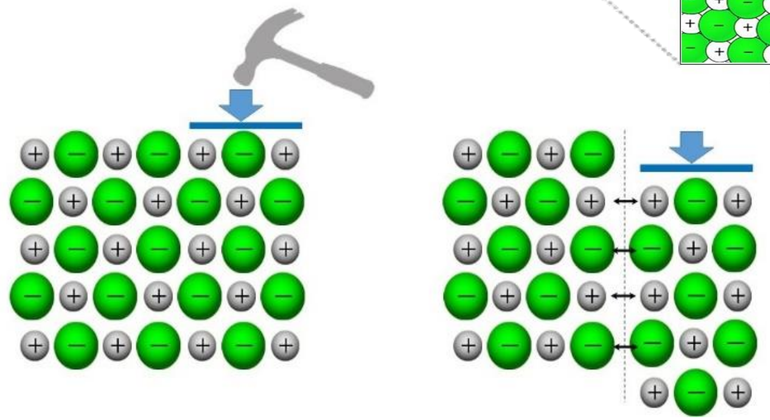
สารที่เกิดจากพันธะไอออน
เรียกว่า
สารประกอบไอออน (ionic compound)

- ของแข็งจะไม่นำไฟฟ้า แต่อยู่ในสภาพสารละลาย สามารถนำไฟฟ้าได้ดี
- ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสูง (ตัวทำละลายมีขั้ว)
- มีสถานะของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เปราะ แตกหักง่าย เนื่องจากเกิดแรงผลักกันระหว่างประจุที่เหมือนกัน







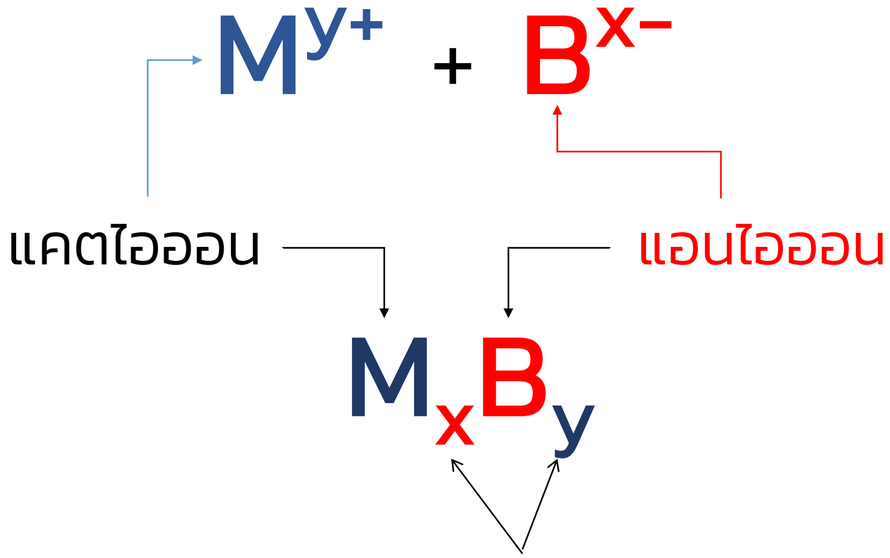


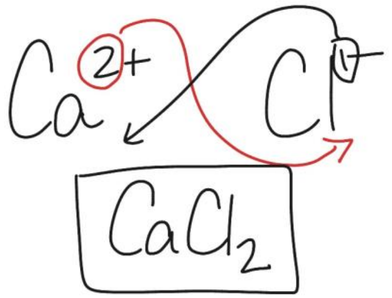
สูตรสารประกอบไอออน

ประกอบด้วย **แคตไอออน** และ **แอนไอออน**

$NaCl$, Na_2O, MgO, CaF_2

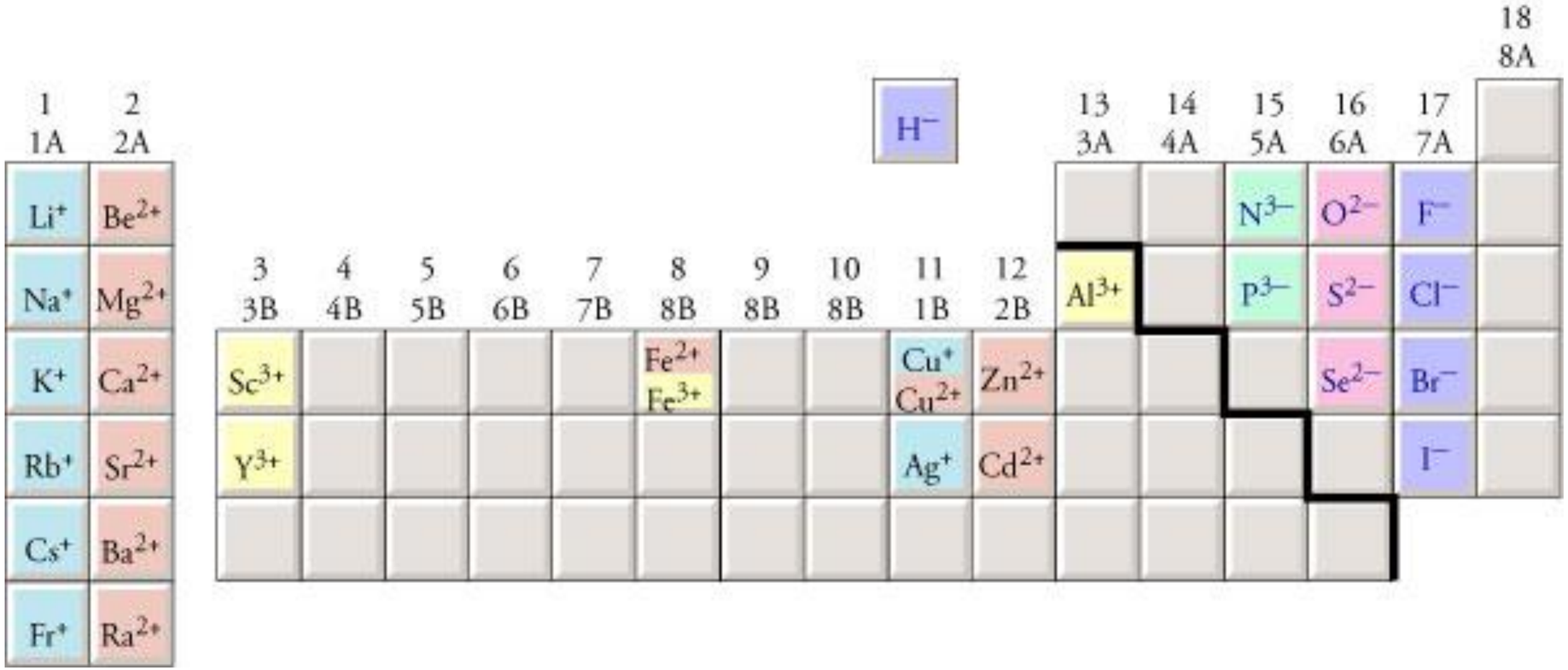
- เขียน**แคตไอออน**ก่อน ตามด้วย**แอนไอออน**
- ค่าประจุของแคตไอออนและแอนไอออนรวมกันต้องเท่ากับ**ศูนย์**
- เติมเลขบอกจำนวนอะตอม เพื่อทำให้ประจุของแคตไอออนและแอนไอออนเท่ากัน (คูณไขว้ระหว่างประจุแคตไอออนและแอนไอออน)





ค่าประจุของไอออน

ประจุของ**แคตไอออน** และ **แอนไอออน**ที่เป็นอะตอมเดี่ยว



ค่าประจุของไอออน

ประจุของแคตไอออนและแอนไอออนที่เป็นหลายอะตอม

ประจุ	แคตไอออน	ชื่อเรียก
+1	NH_4^+	แอมโมเนียมไอออน

ประจุ	แอนไอออน	ชื่อเรียก
−1	OH^-	ไฮดรอกไซด์
	CN^-	ไซยาไนด์
	NO_3^-	ไนเทรต
	NO_2^-	ไนไทรต
	CH_3COO^-	แอซีเทต
	ClO_2^-	คลอไรต์
	ClO_3^-	คลอเรต
	MnO_4^-	เพอร์แมงกาเนต

ประจุ	แอนไอออน	ชื่อเรียก
−2	CO_3^{2-}	คาร์บอเนต
	SO_3^{2-}	ซัลไฟต์
	SO_4^{2-}	ซัลเฟต
	CrO_4^{2-}	โครเมต
	$Cr_2O_7^{2-}$	ไดโครเมต
−3	PO_4^{3-}	ฟอสเฟต

การเรียกชื่อสารไอออน

$NaCl$, Na_2O, MgO, CaF_2

- อ่านชื่อแคตไอออน ก่อนตามด้วยแอนไอออน
- ชื่อแคตไอออน (เรียกตามชื่อธาตุ)
- ชื่อแอนไอออน (เรียกตามชื่อธาตุแต่เปลี่ยนท้ายเสียง)

$NaCl$: sodium chloride (โซเดียมคลอไรด์)
Na_2O : sodium oxide (โซเดียมออกไซด์)
MgO : magnesium oxide (แมกนีเซียมออกไซด์)
CaF_2 : calcium fluoride (แคลเซียมฟลูออไรด์)

ประจุ	แคตไอออน	ชื่อเรียก
+1	Na^+	โซเดียมไอออน
	K^+	โพแทสเซียมไอออน
	Ag^+	ซิลเวอร์ไอออน
+2	Ca^{2+}	แคลเซียมไอออน
	Zn^{2+}	สังกะสีไอออน
	Ba^{2+}	แบเรียมไอออน
+3	Al^{3+}	อะลูมิเนียมไอออน

ประจุ	แอนไอออน	ชื่อเรียก
−1	H^-	ไฮไดรด์
	F^-	ฟลูออไรด์
	Cl^-	คลอไรด์
	I^-	ไอโอไดด์
	Br^-	โบรไมด์
−2	O^{2-}	ออกไซด์
	S^{2-}	ซัลไฟด์
−3	N^{3-}	ไนไทรด์

การเรียกชื่อสารไอออน

$FeCl_2$, CuO, Fe_2O_3, CrF_3

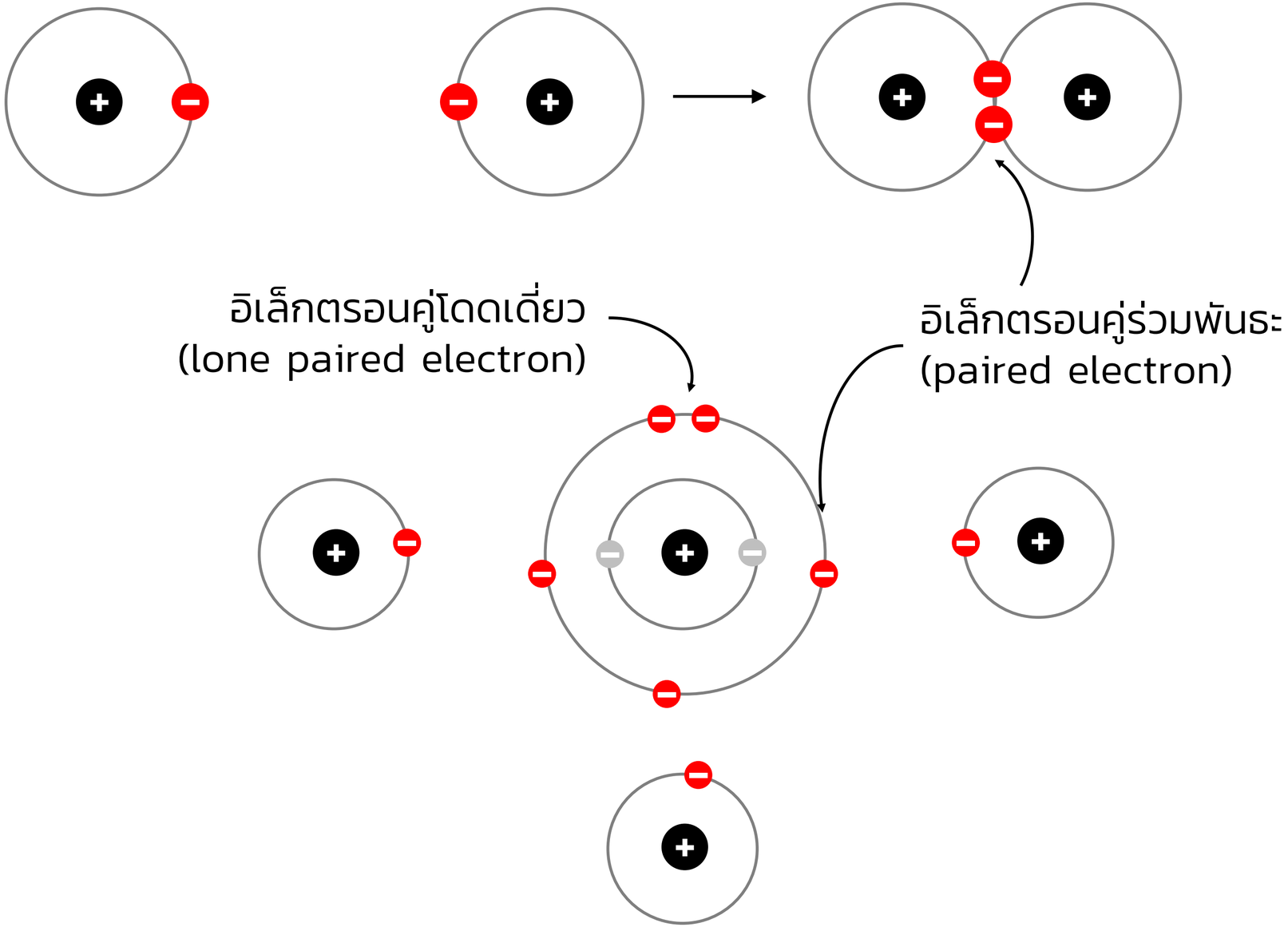
- อ่านชื่อแคตไอออนก่อน (เรียกตามชื่อธาตุ) แล้วตามด้วยแอนไอออน (ชื่อแอนไอออนจะเปลี่ยนท้ายเสียง)
- แคตไอออนที่เป็นโลหะแทรนซิชันที่มีเลขออกซิเดชันได้หลาย ระบุเลขค่าออกซิเดชันเป็นเลขโรมันในเครื่องหมายวงเล็บ เช่น Fe(II), Fe(III), Cu(I), Cu(II), Cr(III), Cr(VI)

$FeCl_2$: เหล็ก(II) คลอไรด์
CuO : ทองแดง(II) ออกไซด์
Fe_2O_3 : เหล็ก(III) ออกไซด์
CrF_3 : โครเมียม(III) ฟลูออไรด์

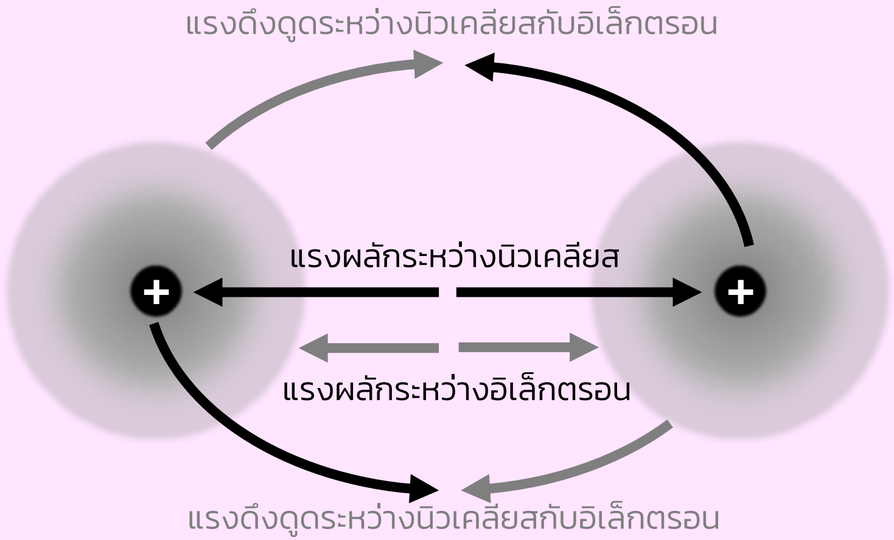
- โลหะแทรนซิชันที่มีเลขออกซิเดชัน 2 ค่า และมีชื่อภาษาละติน ให้เรียกแคตไอออนด้วยชื่อภาษากรีก แต่เปลี่ยนพยางค์ท้ายเป็น “–อัส (–ous)” สำหรับไอออนที่มีเลขออกซิเดชันน้อย และเปลี่ยนพยางค์ท้ายเป็น “–อิก (–ic)” สำหรับไอออนที่มีเลขออกซิเดชันมากกว่า โดยไม่ต้องใส่เลขออกซิเดชันในวงเล็บ

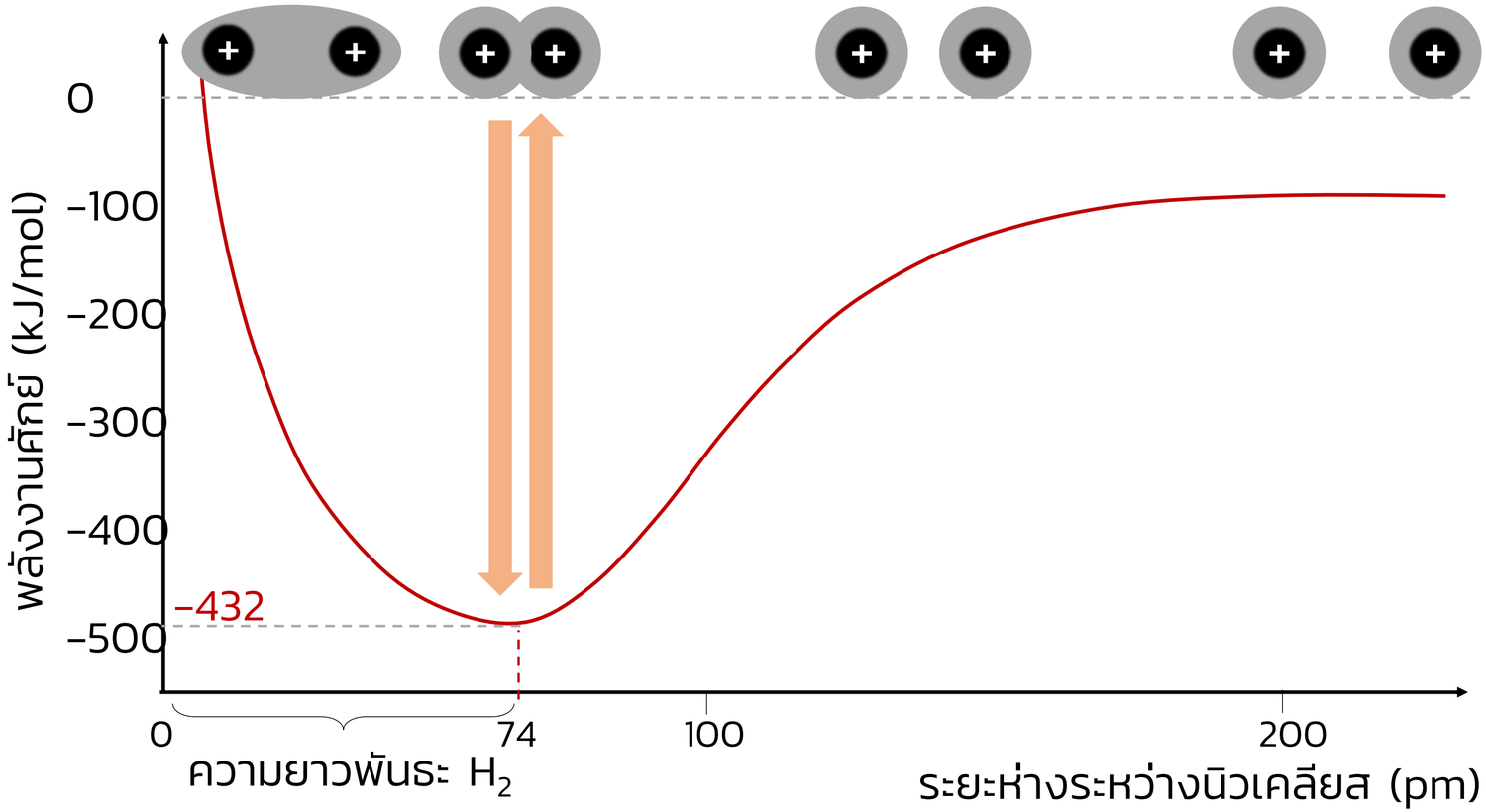
แทรนซิชัน	ชื่อละติน	Ox.No.	ชื่อเรียก
Fe	เฟอรัม	+2	เฟอรัส (ferrous)
		+3	เฟอริก (ferric)
Cu	คิวปรัม	+1	คิวปรัส (cuprous)
		+2	คิวปริก (cupric)
Hg	เมอร์คิวรี	+1	เมอร์คิวรัส (mercurous)
		+2	เมอร์คิวริก (mercuric)

พันธะโคเวเลนซ์



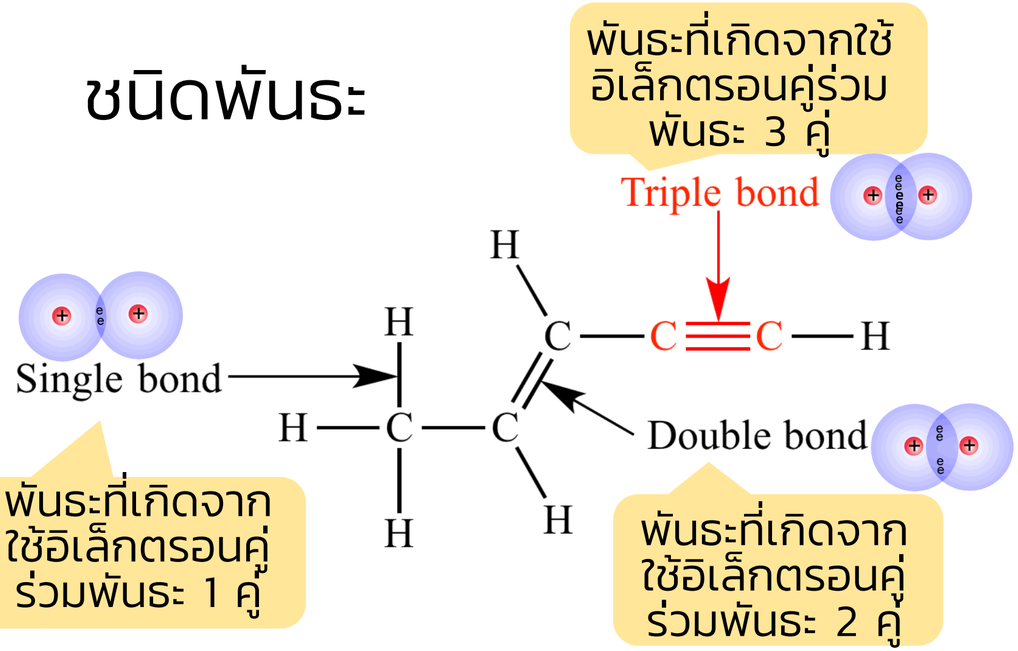
พลังงานในการเกิดพันธะโคเวเลนซ์



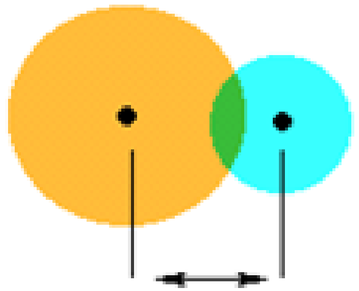


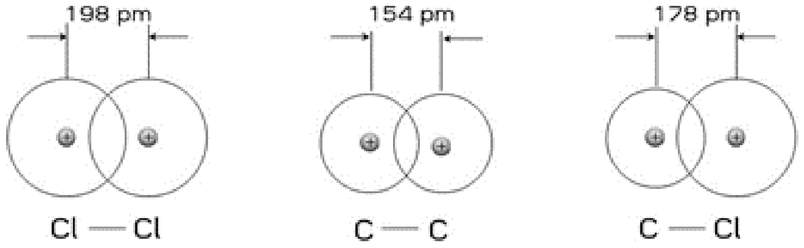
พันธะโคเวเลนซ์

ชนิดพันธะ



ความยาวพันธะ (bond length) เป็นระยะทางระหว่างนิวเคลียสของอะตอมสองอะตอมขณะเข้าใกล้กันได้มากที่สุดด้วยแรงยึดเหนี่ยวเกิดเป็นพันธะโคเวเลนซ์



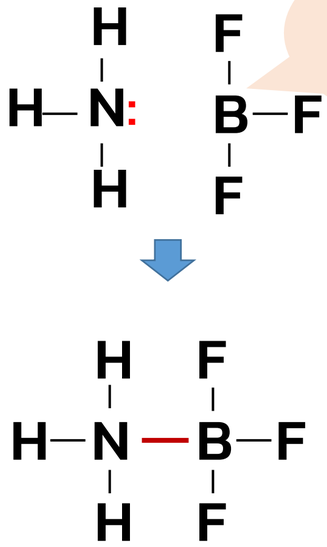


พันธะเดี่ยว (pm)							
H-H	74	N-H	101	Si-H	148	S-H	134
H-F	92	N-N	146	Si-Si	234	S-P	210
H-Cl	127	N-P	177	Si-O	161	S-S	204
H-Br	141	N-O	144	Si-S	210	S-F	158
H-I	161	N-S	168	Si-N	172	S-Cl	201
		N-F	139	Si-F	156	S-Br	225
		N-Cl	191	Si-Cl	204	S-I	134
C-H	109	N-Br	214	Si-Br	216		
C-C	154	N-I	222	Si-I	240	F-F	143
C-Si	186					F-Cl	166
C-N	147	O-H	96	P-H	142	F-Br	178
C-O	143	O-P	160	P-Si	227	F-I	187
C-P	187	O-O	148	P-P	221	Cl-Cl	199
C-S	181	O-S	151	P-F	156	Cl-Br	214
C-F	133	O-F	142	P-Cl	204	Cl-I	243
C-Cl	177	O-Cl	164	P-Br	222	Br-Br	228
C-Br	194	O-Br	172	P-I	243	Br-I	248
C-I	213	O-I	194			I-I	266
พันธะคู่และพันธะสาม (pm)							
C=C	134	N=N	122	C≡C	121	N≡N	110
N=N	127	N=O	120	C≡N	115	N≡O	106
C=O	123	O=O	121	C≡O	113		

พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนซ์

อะตอมของธาตุหนึ่งเป็นผู้ให้คู่อิเล็กตรอนแก่อีกอะตอมหนึ่งที่สามารถรับคู่อิเล็กตรอนได้

ระหว่าง NH_3 กับ BF_3 จะเกิดพันธะโคเวเลนซ์ได้หรือไม่



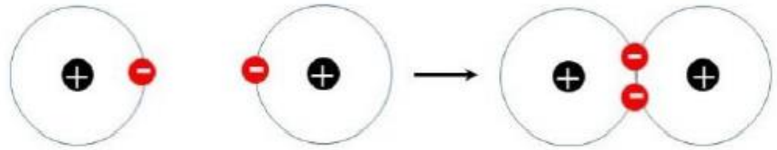
B ใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนสร้างพันธะโคเวเลนซ์กับ F หมดแล้ว

แต่เกิดพันธะระหว่าง B กับ N ได้ มันเกิดได้ยังไงน๊า...

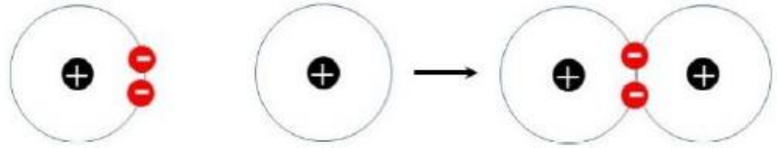
อะตอม N มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 1 คู่

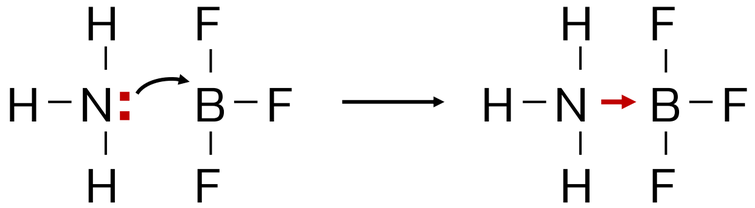
อะตอม B ไม่มีอิเล็กตรอนที่จะสามารถสร้างพันธะได้ แต่ B มีออร์บิทัลว่าง (ออร์บิทัล-2p) จึงสามารถรับคู่อิเล็กตรอนจาก N ได้

พันธะโคเวเลนซ์

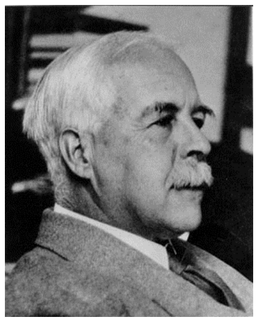


พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนซ์



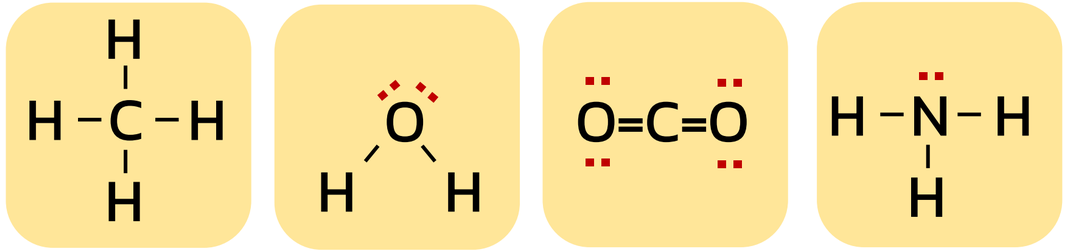


การเขียนสูตรโครงสร้าง



ลิวอีส เสนอสูตรโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนซ์แบบจุดและแบบเส้น โดยอาศัยหลักออกเตต

สูตรเคมีที่แสดงการต่อกันของอะตอมในโมเลกุลโคเวเลนซ์



Step 1 กำหนดตำแหน่งอะตอมกลางและอะตอมล้อมรอบ

อะตอมกลาง

อะตอมที่มี EN ต่ำเป็นอะตอมกลาง

อะตอมที่มี EN สูงเป็นอะตอมล้อมอะตอมกลาง

H N H
H

Step 2 นับรวมจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมทั้งหมดในโมเลกุล

H N H
H

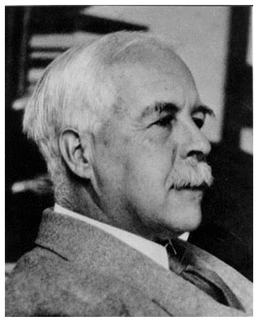
N = 5
H = 1 x 3 = 3
รวม ve = 5+3 = 8

ถ้าเป็นไอออนลบให้เพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนรวมตามประจุลบ

ถ้าเป็นไอออนบวกให้ลบจำนวนอิเล็กตรอนรวมออกตามประจุบวก

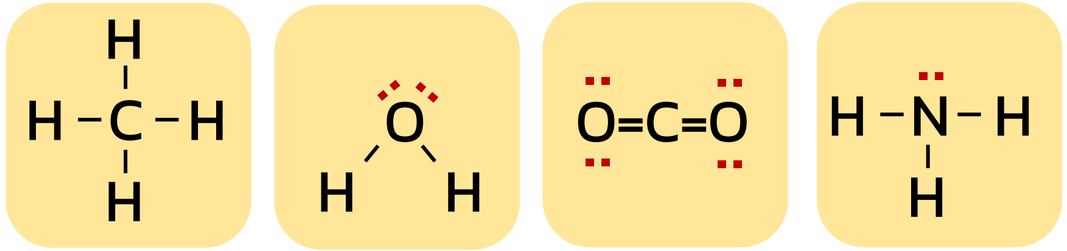
/Print version

การเขียนสูตรโครงสร้าง



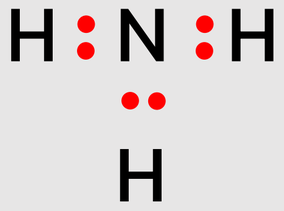
ลิวอีส เสนอสูตรโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนซ์แบบจุดและแบบเส้น โดยอาศัยหลักออกเตต

สูตรเคมีที่แสดงการต่อกันของอะตอมในโมเลกุลโคเวเลนซ์



Step 3 กระจายคู่อิเล็กตรอน (:) เข้าระหว่างอะตอม

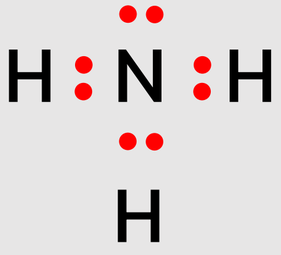
จำนวนอิเล็กตรอนรวม = 8



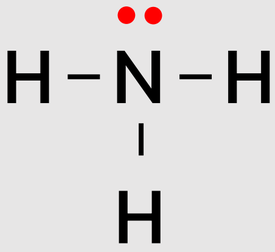
จำนวนอิเล็กตรอนที่ใช้สร้างพันธะ = 6

Step 4 กระจายอิเล็กตรอนที่เหลือเป็นคู่ (:) ตามกฎออกเตต

เหลือจำนวนอิเล็กตรอน = 2



สูตรแบบจุด



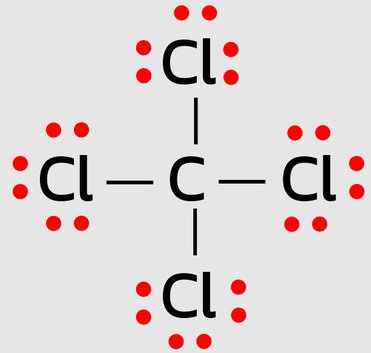
สูตรแบบเส้น

/Print version

ตัวอย่างสูตรโครงสร้างลิวอีส

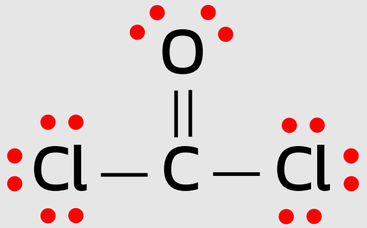
CCl_4

C = 4
Cl = 7x4 = 27
VE = 4+27 = 31



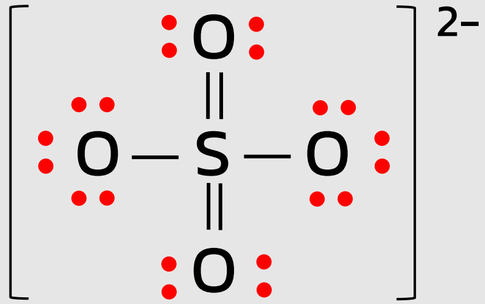
$COCl_2$

C = 4
Cl = 7x2 = 14
O = 6
VE = 4+14+6 = 24



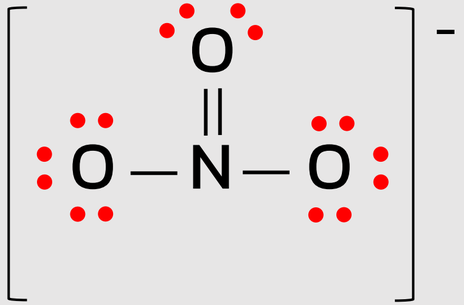
SO_4^{2-}

S = 6
O = 6x4=24
VE = 6+24+2 = 32



NO_3^-

N = 5
O = 6x3=18
VE = 5+18+1 = 24



พันธะโคเวเลนซ์

- อ่านชื่อธาตุอโลหะตัวแรกในสูตรเคมีก่อน (เรียกตามชื่อธาตุ) แล้วตามด้วยชื่ออโลหะตัวต่อท้าย ชื่ออโลหะตัวต่อท้ายจะเปลี่ยนท้ายเสียงเป็น ไอด์ (–ide)

- บอกจำนวนอะตอมของธาตุอโลหะแต่ละตัวที่เป็นองค์ประกอบสูตรเคมีด้วยภาษากรีกหรือละติน

- ธาตุอโลหะตัวแรกที่มีจำนวน 1 อะตอมไม่ต้องอ่าน mono แต่อโลหะตัวท้ายที่มีจำนวน 1 อะตอมต้องอ่าน mono

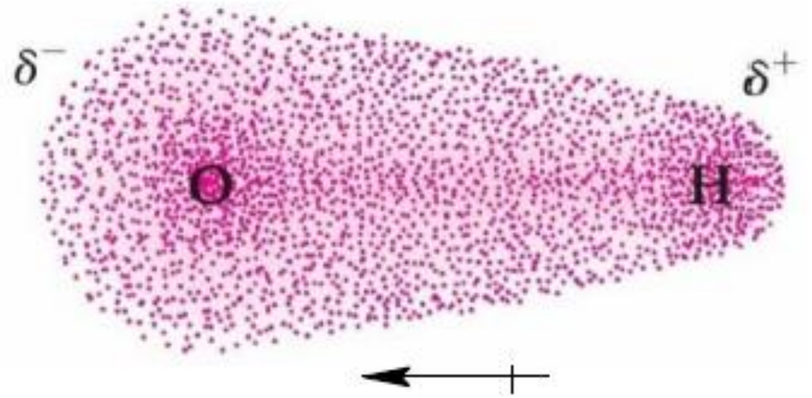
H_2O, H_2O_2, CO, CO_2

จำนวน	ชื่อเรียก	จำนวน	ชื่อเรียก
1	โมโน (mono)	6	เฮกซะ (heaxa)
2	ได (di)	7	เฮปตะ (hepta)
3	ไตร (tri)	8	ออกตะ (octa)
4	เททระ (tetra)	9	โนนะ (nona)
5	เพนตะ (penta)	10	เดคะ (deca)

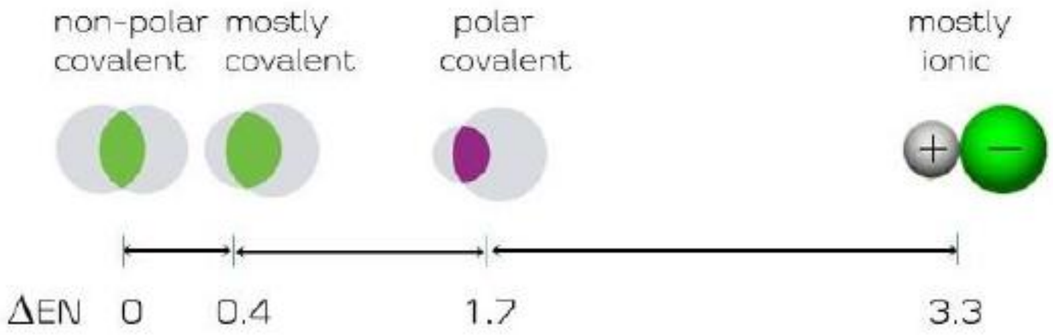
สูตร	ชื่อเรียก
CO	คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbonmonoxide)
CO_2	คาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide)
SF_6	ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์
P_2O_5	ไดฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์
NF_3	ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์
NH_3	ไนโตรเจนไตรไฮไดรด์ (ammonia)
H_2O_2	ไดไฮโดรเจนไดออกไซด์ (ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์)

ไดโพลโมเมนต์

ไดโพลโมเมนต์ (dipole moment) คือ สภาพประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการกระจายตัวของอิเล็กตรอน โดยประจุไฟฟ้าจะอยู่ด้วยกันเป็นคู่ๆ (โดยใช้ δ^+ และ δ^-) และประจุไฟฟ้าทั้งสองจะอยู่ตรงข้ามกันเสมอ



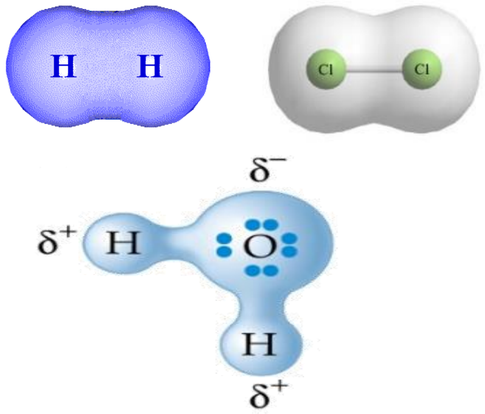
EN=3.5 EN=2.1



สภาพขั้วของพันธะ

เกิดขึ้นเนื่องจากกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนกระจายตัวไม่เท่ากัน ระหว่างอะตอมที่เกิดพันธะโคเวเลนซ์

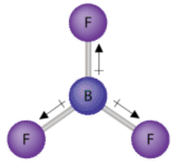
- พันธะไม่มีขั้ว (non-polar bond) คือพันธะที่มีไดโพลโมเมนต์เป็นศูนย์ เช่น H_2, Cl_2
- พันธะมีขั้ว (polar bond) คือสภาพขั้วของพันธะโคเวเลนซ์ที่เกิดขึ้นเมื่ออิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันกระจายระหว่าง 2 อะตอมไม่เท่ากัน



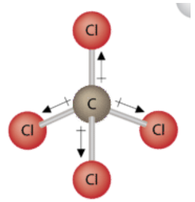
สภาพขั้วของโมเลกุล

ขึ้นอยู่กับผลรวมเวกเตอร์ของไดโพลโมเมนต์ของทุกพันธะในโมเลกุล

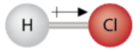
- โมเลกุลที่ไม่มีขั้ว (non-polar) โมเลกุลที่ผลรวมเวกเตอร์ของไดโพลโมเมนต์เท่ากับศูนย์
- โมเลกุลที่มีขั้ว (polar) โมเลกุลที่ผลรวมเวกเตอร์ของไดโพลโมเมนต์ไม่เท่ากับศูนย์



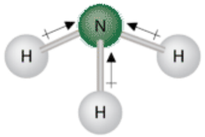
BF_3



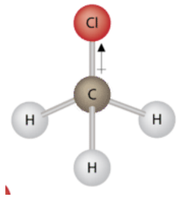
CCl_4



HCl



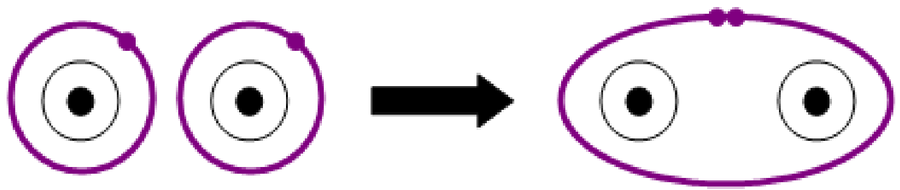
NH_3

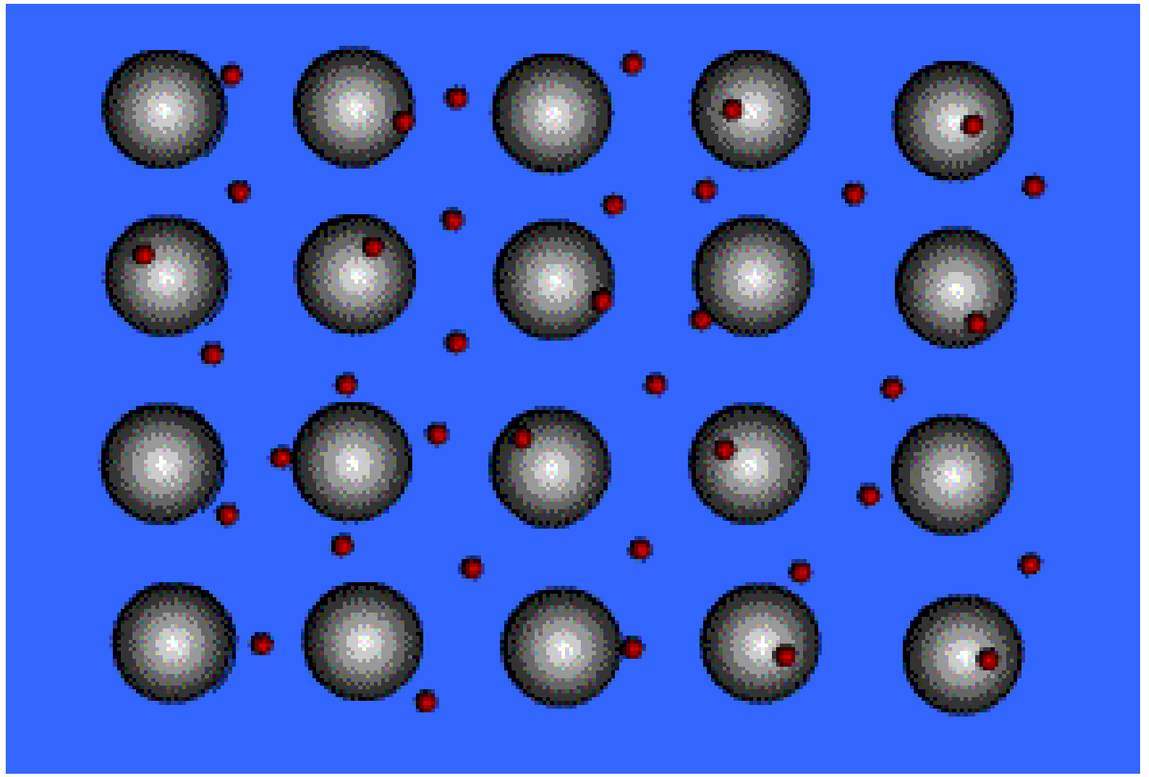


CH_3Cl

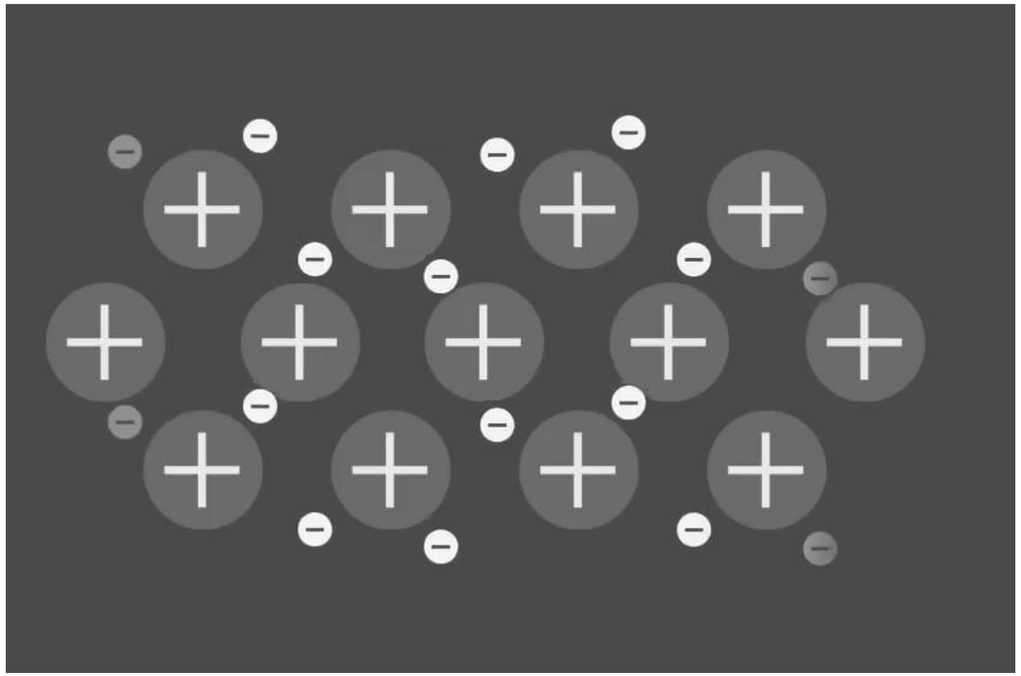
พันธะโลหะ

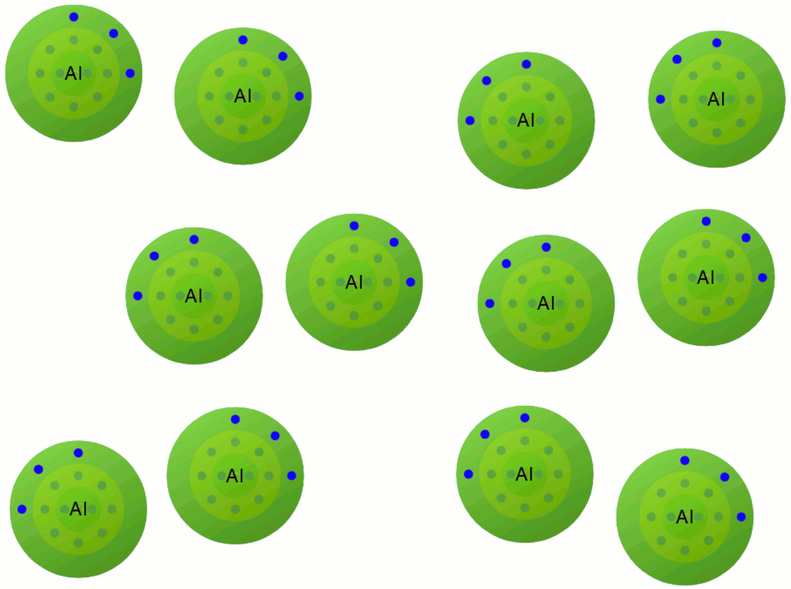
แรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกที่เรียงชิดกันกับอิเล็กตรอนที่อยู่โดยรอบ เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่อะตอมโลหะใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมดร่วมกันและอิเล็กตรอนไม่ได้โคจรรอบอะตอมใดอะตอมหนึ่งเพียงอะตอมเดียว

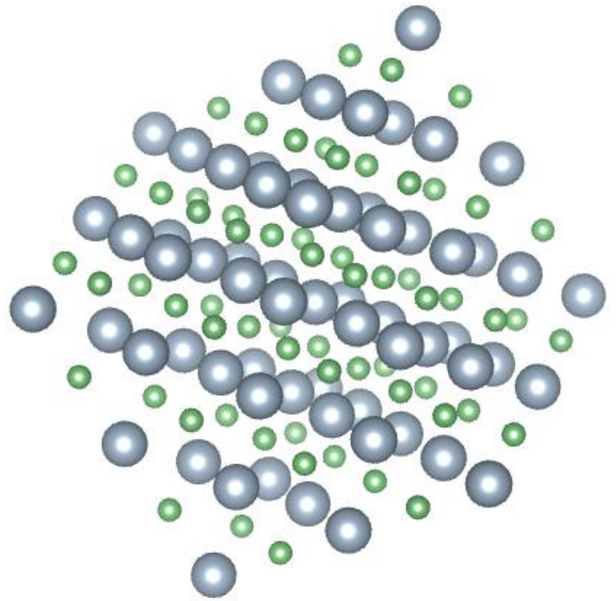




มีสภาพคล้ายกับมีกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนปกคลุมก้อนโลหะ เสมือนไอออนบวกของโลหะฝังอยู่ในกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน จึงเกิดแรงดึงดูดที่แน่นหนาทั่วไปทุกตำแหน่งภายในก้อนโลหะ




Al
Al
Al
Al
Al
Al
Al
Al
Al
Al
Al
Al



แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

- **แรงแวนเดอร์วาลส์**
  - ไดโพล–ไดโพล

    แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากการกระทำระหว่างโมเลกุลที่มีขั้วสองโมเลกุล
  - ไดโพลอินดิวซ์ไดโพล

    โมเลกุลที่มีขั้วเหนี่ยวนำให้โมเลกุลที่ไม่มีขั้วเกิดขั้วขึ้นชั่วคราว แล้วจึงมีแรงดึงดูดกระทำต่อกัน
  - แรงลอนดอน

    โมเลกุลไม่มีขั้ว เกิดขั้วชั่วคราว

- **พันธะไฮโดรเจน** (H–bond)

  แรงดึงดูดที่เกิดจากอะตอม H กับอะตอมของธาตุที่มีค่า EN สูง (F, O, N)

แรงดึงดูดแบบอ่อนๆ เนื่องมาจากประจุไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กๆ มีค่าพลังงานน้อยมาก