

บทที่ 2

โครงสร้างอะตอม

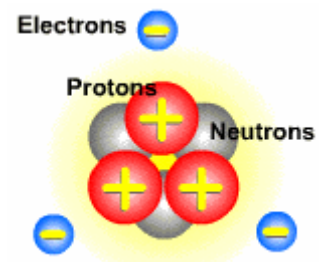
ในบทนี้จะกล่าวถึงเรื่อง ทบทวนเรื่องของ โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน ลักษณะของอะตอมทางกายภาพ สภาวะของอิเล็กตรอน พันธะเคมีในของแข็ง แรงแระหว่างพันธะเคมี ตารางธาตุและโมเลกุลของของแข็ง

2.1 ทบทวนโครงสร้างอะตอม

อะตอมประกอบไปด้วยนิวเคลียสซึ่งเป็นที่อยู่ของโปรตอนซึ่งมีประจุบวกและนิวตรอนซึ่งไม่มีค่าประจุ และอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสดังภาพที่ 2.1

ประจุ

อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ส่วนโปรตอนมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยทั้งต่างก็มีประจุไฟฟ้าเท่ากันคือ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ และนิวตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นศูนย์



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างอะตอม

มวล

โปรตอนและนิวตรอนมีมวลเท่ากันคือ 1.67×10^{-27} กิโลกรัม ส่วนมวลของอิเล็กตรอนมีมวลที่เบากว่าคือ 9.11×10^{-31} กิโลกรัม และเมื่อคิดมวลอะตอมไม่จำเป็นต้องคิดมวลของอิเล็กตรอนเนื่องจากมีน้ำหนักน้อยมาก

สัญลักษณ์ทางนิวเคลียร์ ${}_Z^A X$

เลขมวล(A) คือจำนวนโปรตอนรวมกับนิวตรอน

เลขอะตอม(Z) คือจำนวนของโปรตอน

เลขอะตอมจะบอกชนิดของธาตุ เนื่องจากธาตุแต่ละชนิดจะมีเลขอะตอมต่างกัน

นิวตรอนจะทำให้เกิดไอโซโทปชนิดต่าง ๆ

หน่วยมวลอะตอม(Atomic mass unit : a.m.u.) และมวลอะตอม(Atomic weight)

หน่วยมวลอะตอม คือมวลของอะตอม หนึ่งอะตอมที่เปรียบเทียบกับมวลของคาร์บอน 12 จำนวน 1/12 เท่าของมวลคาร์บอน 12 ซึ่งมีเลขอะตอมเป็น 6 คือมี 6 โปรตอนและ 6 อิเล็กตรอน

$$M_{\text{proton}} = M_{\text{neutron}} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} = 1 \text{ a.m.u.}$$

ดังนั้น ^{12}C จึงมีมวลอะตอมเป็น 12 a.m.u.

มวลอะตอมเฉลี่ย คิดจากการเฉลี่ยค่าของมวลอะตอมแต่ละไอโซโทป เช่นมวลอะตอมของคาร์บอน 12 จะมีค่าเท่ากับ 12.011 a.m.u. ซึ่งโดยปกติมวลอะตอมจะเป็นมวลต่อโมล

โมล คือจำนวนของมวลในหน่วยกรัมที่เทียบเท่ากับมวลอะตอมในหน่วย a.m.u. เช่น หนึ่งโมลของคาร์บอนเท่ากับ 12 กรัม โดยจำนวนอะตอมในหนึ่งโมลจะมีค่า เท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม(N_{av}) ซึ่ง $N_{\text{av}} = 1 \text{ gram} / 1 \text{ a.m.u.}$

ตัวอย่างเช่น เหล็กมีมวลอะตอม 55.85 a.m.u. / อะตอม ซึ่งจะเท่ากับ 55.85 กรัม/โมล

ตัวอย่างของการคำนวณ

การหาจำนวนอะตอมต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3)

$$n = N_{\text{av}} \times \frac{d}{M}$$

เมื่อ n = จำนวนอะตอมต่อ ลบ.ซม.

$$N_{\text{av}} = 6.02 \times 10^{23}$$

$$d = \text{ความหนาแน่น (g/cm}^3\text{)}$$

$$M = \text{มวลอะตอม (g/mol)}$$

ตัวอย่างที่ 1 แกรไฟต์ มีความหนาแน่น 2.3 g/cm^3 มวลโมเลกุล 12 กรัม

วิธีทำ

$$\text{จาก } n = N_{\text{av}} \times \frac{d}{M}$$

$$n = 6.02 \times 10^{23} \times \frac{2.3}{12}$$

$$= 11.5 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$$

ตัวอย่างที่ 2 เพชร มีความหนาแน่น 3.5 g/cm^3 มวลโมเลกุล 12 กรัม

วิธีทำ

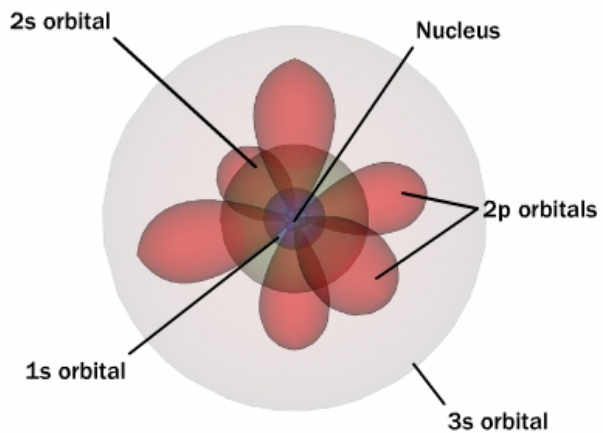
$$\text{จาก } n = N_{\text{av}} \times \frac{d}{M}$$

$$n = 6.02 \times 10^{23} \times \frac{3.5}{12}$$

$$= 17.5 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$$

โครงสร้างอะตอม

อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบ
อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส
เป็นลักษณะกลุ่มหมอกโดยที่ไม่
สามารถบอกได้ถึงตำแหน่งที่แน่นอน
ของอิเล็กตรอนซึ่งการเคลื่อนที่ถือว่า
เป็นระบบที่ไม่แน่นอน ได้แต่เพียงบอก
ได้เป็นลักษณะของความน่าจะเป็นเท่านั้น



ภาพที่ 2.2 ระดับพลังงานในอะตอม

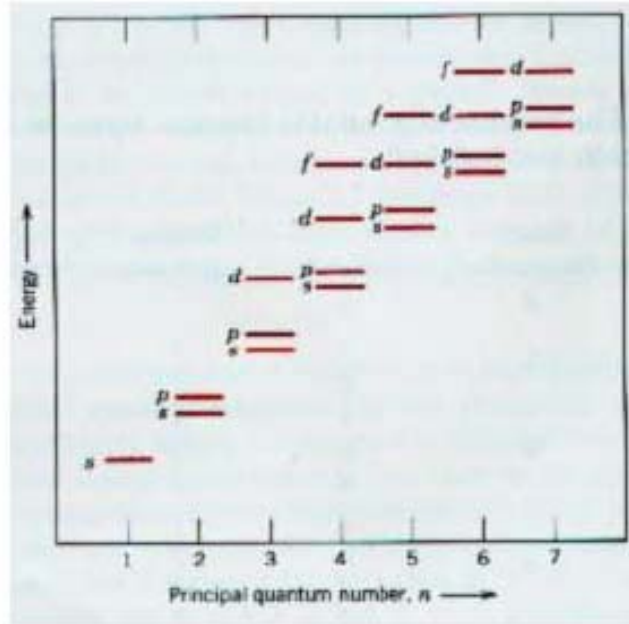
จากภาพที่ 2.2 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ตามระดับพลังงานรอบ ๆ
นิวเคลียสคล้ายกับการเคลื่อนที่ของดาวนพเคราะห์

การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนตามระดับพลังงานเรียกว่า เลขระดับพลังงาน (principle quantum number : n) ซึ่งบอกถึงขนาดของชั้น โดยที่ n = 1 น้อยที่สุด และ 2, 3, 4, ... ขยาย
ขนาดมากขึ้นเรื่อย ๆ และในแต่ละระดับพลังงานหลักจะมีระดับพลังงานย่อย

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของเลขระดับพลังงานต่าง ๆ

Principal Q. N., n	Subshells	Number of States	Number of Electrons	
			Per Subshell	Per Shell
1 (l=0)	s	1	2	2
2 (l=0)	s	1	2	8
2 (l=1)	p	3	6	
3 (l=0)	s	1	2	18
3 (l=1)	p	3	6	
3 (l=2)	d	5	10	
4 (l=0)	s	1	2	32
4 (l=1)	p	3	6	
4 (l=2)	d	5	10	
4 (l=3)	f	7	14	

โดยที่ในแต่ละระดับพลังงานจะมีความสัมพันธ์กันดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ระดับพลังงานในอะตอม

ตัวอย่างเช่น ${}_{26}\text{Z} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

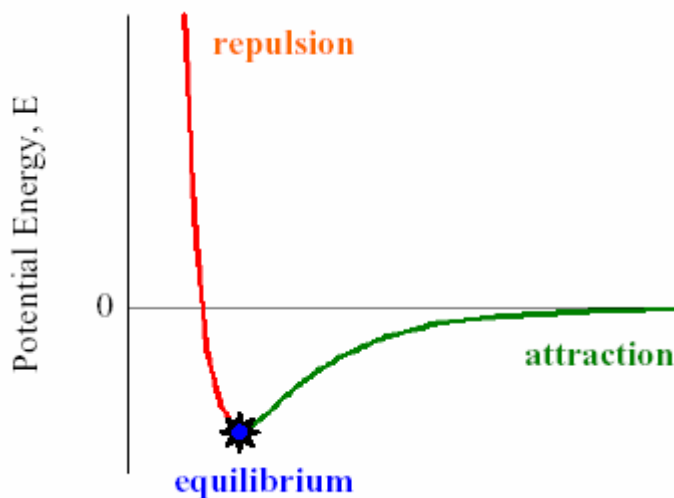
ตารางธาตุ

1A																	8A															
1	2	Transition Elements										Semi-metals/ Metalloids					2															
1	2	3B	4B	5B	6B	7B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8	9	10															
1	H Hydrogen 1.0															He Helium 4.0																
2	3	4											5	6	7	8	9	10														
2	Li Lithium 6.9	Be Beryllium 9.0											B Boron 10.8	C Carbon 12.0	N Nitrogen 14.0	O Oxygen 16.0	F Fluorine 19.0	Ne Neon 20.2														
3	11	12											13	14	15	16	17	18														
3	Na Sodium 23.0	Mg Magnesium 24.3											Al Aluminum 27.0	Si Silicon 28.1	P Phosphorus 31.0	S Sulfur 32.1	Cl Chlorine 35.5	Ar Argon 40.0														
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36														
4	K Potassium 39.1	Ca Calcium 40.1	Sc Scandium 44.9	Ti Titanium 47.9	V Vanadium 50.9	Cr Chromium 52.0	Mn Manganese 54.9	Fe Iron 55.8	Co Cobalt 58.9	Ni Nickel 58.7	Cu Copper 63.5	Zn Zinc 65.4	Ga Gallium 69.7	Ge Germanium 72.6	As Arsenic 74.9	Se Selenium 78.9	Br Bromine 79.9	Kr Krypton 83.8														
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54														
5	Rb Rubidium 85.5	Sr Strontium 87.6	Y Yttrium 88.9	Zr Zirconium 91.2	Nb Niobium 92.9	Mo Molybdenum 95.9	Tc Technetium 98	Ru Ruthenium 101.0	Rh Rhodium 101.1	Pd Palladium 106.4	Ag Silver 107.9	Cd Cadmium 112.4	In Indium 114.8	Sn Tin 118.7	Sb Antimony 121.8	Te Tellurium 127.6	I Iodine 126.9	Xe Xenon 131.3														
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86														
6	Cs Cesium 132.9	Ba Barium 137.4	La Lanthanum 138.9	Hf Hafnium 178.5	Ta Tantalum 180.9	W Tungsten 183.8	Re Rhenium 186.2	Os Osmium 190.2	Ir Iridium 192.2	Pt Platinum 195.1	Au Gold 197.0	Hg Mercury 200.6	Tl Thallium 204.4	Pb Lead 207.2	Bi Bismuth 208.9	Po Polonium 209	At Astatine 210	Rn Radon 222.0														
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	Metals						Non-Metals														
7	Fr Francium 223.0	Ra Radium 226.0	Ac Actinium 227.0	Rf Rutherfordium 261	Db Dubnium 262	Sg Seaborgium 263	Bh Bohrium 264	Hs Hassium 265	Mt Meitnerium 266	Uun Ununennium 272																						
																		Inner Transition Elements														
																		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
																		Ce Cerium 140.1	Pr Praseodymium 140.9	Nd Neodymium 144.2	Pm Promethium 145	Sm Samarium 150.4	Eu Europium 152.0	Gd Gadolinium 157.3	Tb Terbium 158.9	Dy Dysprosium 162.5	Ho Holmium 164.9	Er Erbium 167.3	Tm Thulium 168.9	Yb Ytterbium 173.0	Lu Lutetium 175.0	
																		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
																		Th Thorium 232.0	Pa Protactinium 231.0	U Uranium 238.0	Np Neptunium 237.0	Pu Plutonium 242.0	Am Americium 243.0	Cm Curium 247.0	Bk Berkelium 247.0	Cf Californium 251.0	Es Einsteinium 254.0	Fm Fermium 257.0	Md Mendelevium 258.0	No Nobelium 259.0	Lr Lawrencium 260.0	

ตารางธาตุจะแบ่งธาตุออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ ธาตุหมู่ A และธาตุหมู่ B โดยธาตุหมู่ A จะมีอิเล็กตรอนวงนอกสุด (Valance electron) สูดเป็นไปตามกฎของออกเตต ซึ่งจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดจะมีจำนวนเท่ากับชื่อหมู่ โดยธาตุในหมู่เดียวกันจะมีจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากัน ส่วนธาตุหมู่ B จะมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากับ 2 และ 1 แต่โดยส่วนใหญ่จะเท่ากับ 1

2.2 พันธะเคมี (Atomic Bonding)

พันธะเคมีระหว่างอะตอมเกิดขึ้นเนื่องจากว่าในสภาวะตามธรรมชาติที่อะตอมของธาตุต่าง ๆ จะพยายามจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเพื่อให้อยู่ในสภาพที่เสถียรมากที่สุดซึ่งจะมีพลังงานต่ำกว่าเมื่ออะตอมอยู่เดี่ยว ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงพลังงานในการเกิดพันธะเคมี

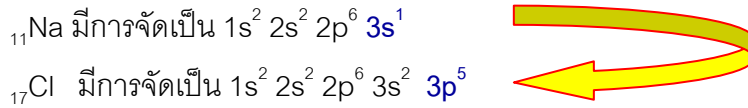
พันธะเคมีระหว่างอะตอมสามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ แรงยึดเหนี่ยวขั้นแรก (Primary Bonds) หรือ Strong Bonds) และแรงยึดเหนี่ยวที่สอง (Secondary Bonds หรือ Weak Bonds)

2.2.1 แรงยึดเหนี่ยวขั้นแรก (Primary Bonds)

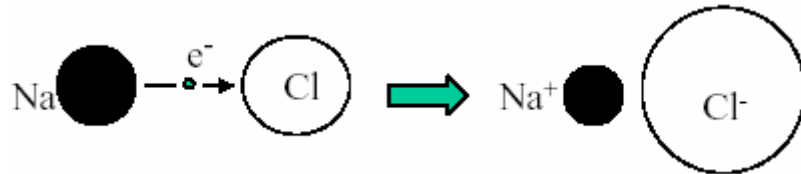
เป็นแรงยึดเหนี่ยวของอะตอมที่มีความแข็งแรงและมีเสถียรภาพ ซึ่งถ้าต้องการที่จะแยกให้พันธะแยกออกจากกันก็จะต้องใช้พลังงานมากด้วย แรงยึดเหนี่ยวขั้นแรกนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นจำพวกย่อย ๆ ได้ดังนี้

2.2.1.1 พันธะอิออนิก (Ionic Bonding) เกิดขึ้นได้เนื่องจากการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมของธาตุ 2 ชนิดที่แตกต่างกัน อะตอมของธาตุที่เป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอนออกไป ทำให้ตัวของมันเองมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยลง จึงแสดงอำนาจไฟฟ้าบวกออกมา ส่วนอะตอมของธาตุที่เป็นฝ่ายได้รับอิเล็กตรอนก็จะกลายเป็นประจุลบ ทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างขั้วที่แตกต่างกันจึงเรียกว่า Ionic หรือ Electrovalent Bonding

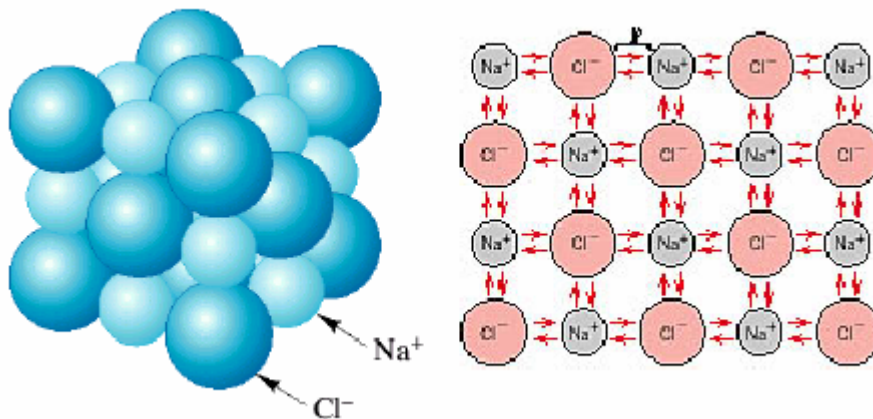
พันธะอิออนิก เป็นพันธะที่แข็งแรง ซึ่งจะมีความแข็งแรง (Strong) แต่เปราะ (Brittle) จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ตัวอย่างเช่น การเกิดพันธะระหว่างโซเดียม (Na) กับคลอรีน (Cl) หรือออกไซด์ของโลหะทั้งหลาย



โซเดียมจะให้อิเล็กตรอนแก่คลอรีนจำนวน 1 ตัวซึ่งทำให้โซเดียมเสถียรและมีประจุบวกหนึ่งส่วนคลอรีนรับประจุจากโซเดียมมา 1 ตัวทำให้คลอรีนเสถียรและมีประจุลบหนึ่ง ดังนั้นจึงทำให้เกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างคลอรีนกับโซเดียม



ภาพที่ 2.5 แสดงแรงดึงดูดระหว่างโซเดียมอะตอมและคลอรีนอะตอมในแต่ละอะตอม



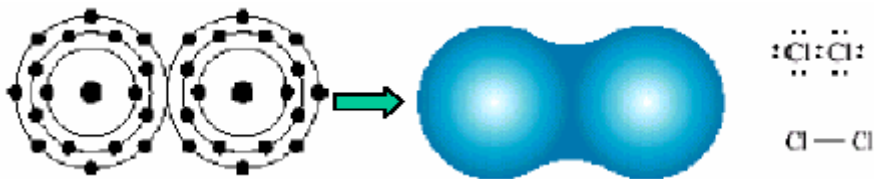
ภาพที่ 2.6 แสดงแรงดึงดูดระหว่างโซเดียมอะตอมและคลอรีนอะตอมในผลึก

2.2.1.2 พันธะโควาเลนต์ (Covalent Bonding) เป็นพันธะที่ใช้อิเล็กตรอนวงนอกสุดร่วมกันของสองอะตอมที่เข้ามาใกล้กัน เพื่อให้จำนวน อิเล็กตรอนในวงนอกสุดครบจำนวนและเกิดเสถียร ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง แต่โดยธรรมชาติจะมีความเปราะ มีสารหลายชนิดที่มีพันธะแบบนี้และมีคุณสมบัติแตกต่างจากที่กล่าวมา ตัวอย่างเช่น โมเลกุลของก๊าซ H_2 N_2 O_2 Cl_2

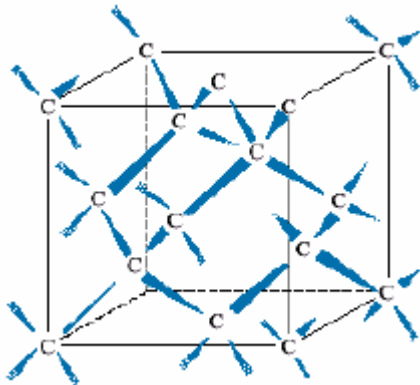
ตัวอย่างการเกิดพันธะของ ก๊าซคลอรีน (Cl_2)

$_{17}Cl$ มีการจัดเป็น $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

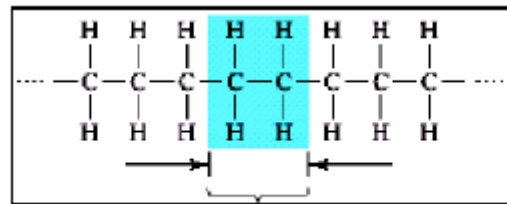
จะพบว่าคลอรีนขาดอิเล็กตรอนวงนอกอีก 1 ตัวจึงจะครบ 8 ดังนั้นเมื่อคลอรีนเข้าทำปฏิกิริยากันเองจึงใช้อิเล็กตรอนร่วมกันฝ่ายละ 1 ตัว รวมเป็น 1 คู่ ทำให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8 และมีความเสถียร ดังภาพ



ภาพที่ 2.7 แสดงการเกิดพันธะโควาเลนต์ของก๊าซคลอรีน



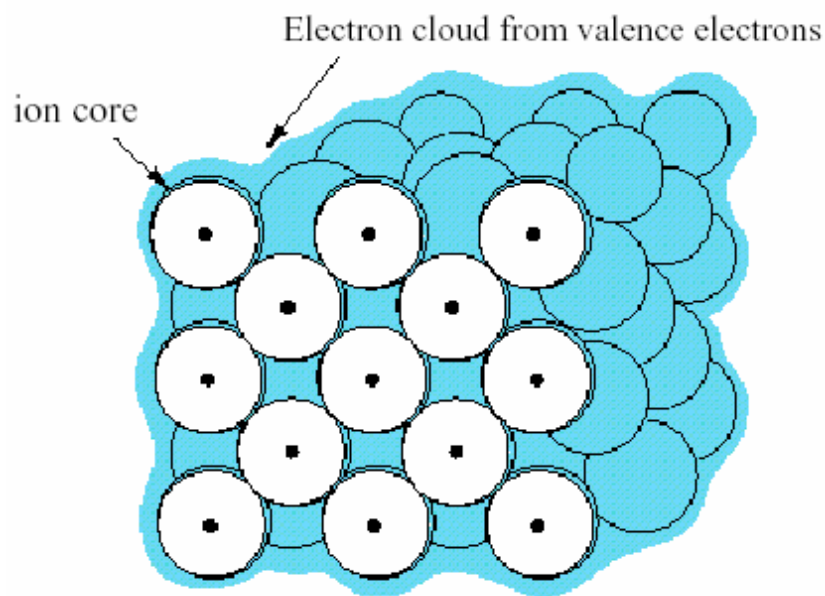
ภาพที่ 2.8 แสดงการเกิดพันธะของเพชร



ภาพที่ 2.9 แสดงการเกิดพันธะของโพลีเอทิลีน

แรงดึงดูดของพันธะโควาเลนต์จะขึ้นกับชนิดของพันธะ ระยะทางระหว่างพันธะ และ มุมระหว่างพันธะ

2.2.1.3 พันธะโลหะ (Metallic Bonding) เป็นการยึดเหนี่ยวกันของอะตอมโลหะมีลักษณะคล้าย ๆ กับพันธะโควาเลนต์ ต่างกันอยู่ที่ว่าอะตอมทั้งหมดของโลหะที่กระจายอยู่ต่างก็มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันทำให้อิเล็กตรอนร่วมกันทำให้อิเล็กตรอนมีอิสระในการเคลื่อนที่ เนื่องจาก อะตอมของโลหะมักจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence electron) จำนวนน้อยจึงมักจะหลุดออกจากอะตอมได้ง่าย อิเล็กตรอนบางส่วนจะยึดเหนี่ยวแน่นอยู่กับนิวเคลียส กลุ่มอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะจับกลุ่มกันล้อมรอบไอออนบวก (อะตอมที่สูญเสียอิเล็กตรอนวงนอกสุด) เรียกว่าอิเล็กตรอนอิสระ (Free electron) หรือกลุ่มเมฆของอิเล็กตรอน (Electron Cloud) ซึ่งเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ส่วนอะตอมที่ขาดอิเล็กตรอนวงนอกสุดนี้จะกลายเป็นไอออนบวก ดังนั้นในเนื้อวัสดุประเภทนี้จะประกอบด้วยกลุ่มประจุบวก (Positive ion) สลับกับกลุ่มประจุลบ (Negative ion) ดึงดูดซึ่งกันและกัน ซึ่งการยึดเหนี่ยวแบบนี้เรียกว่า พันธะโลหะ



ภาพที่ 2.10 แสดงรูปแบบของพันธะโลหะ

2.2.2 แรงยึดเหนี่ยวที่สอง (Secondary Bonds)

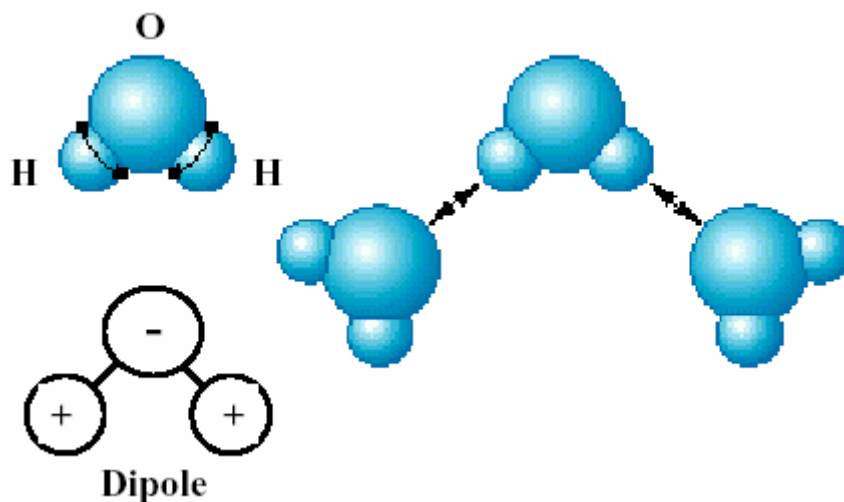
นอกจาก Primary bonds ทั้งสามแล้ว ยังเกิดมี Secondary bonds ในของแข็งด้วย แต่มีแรงยึดเหนี่ยวที่อ่อนมากเมื่อเทียบกับ Primary bonds ทั้งสาม ซึ่งเกิดจากภายในอะตอมเกิดสภาวะ 2 ขั้ว (dipoles) คือ ขั้วบวก และลบ การเกิดสภาวะ 2 ขั้วลักษณะ คือ การเกิด 2 ขั้วแบบ ขั้วควรวและแบบถาวร

สภาวะ 2 ขั้วแบบชั่วคราวเกิดขึ้นเนื่องจากผลของการกระจายตัวของอิเล็กตรอนภายในอะตอมทั้งนี้เนื่องจากอิเล็กตรอนตามวงโคจรต่าง ๆ รอบ ๆ นิวเคลียสจะเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา และแต่ละวงจรมีระยะที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นอิเล็กตรอนอาจกระจายตัวกันอย่างสม่ำเสมอสลับกันไป ขณะที่อิเล็กตรอนที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอนั้นจุดศูนย์กลางของประจุบวกและลบ จะซ้อนทับกันพอดีจึงไม่มีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันโดยด้านที่มีอำนาจไฟฟ้าลบจะยึดเหนี่ยวกับด้านที่มีอำนาจไฟฟ้าบวกต่อเนื่องกันเรื่อยไปหลังจากนี้ต่อไปอีกอิเล็กตรอนจะมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมออีกแรงยึดเหนี่ยวจึงหมดไป และจะเกิดลักษณะเช่นนี้ตลอดเวลา เช่นการยึดเหนี่ยวของ He, Ne, Ar ฯลฯ หรือในโมเลกุลบางชนิด เช่น CH_4 , F_2 , H_2 , CO_2 และ N_2 ฯลฯ การกระจายตัวของอิเล็กตรอนที่ไม่สม่ำเสมอก็เกิดขึ้นในวัสดุทุกชนิด การยึดเหนี่ยวแบบนี้เรียกว่าพันธะวาลเดอรัวาล(Van der Waals Bond) ดังภาพที่ 2.11

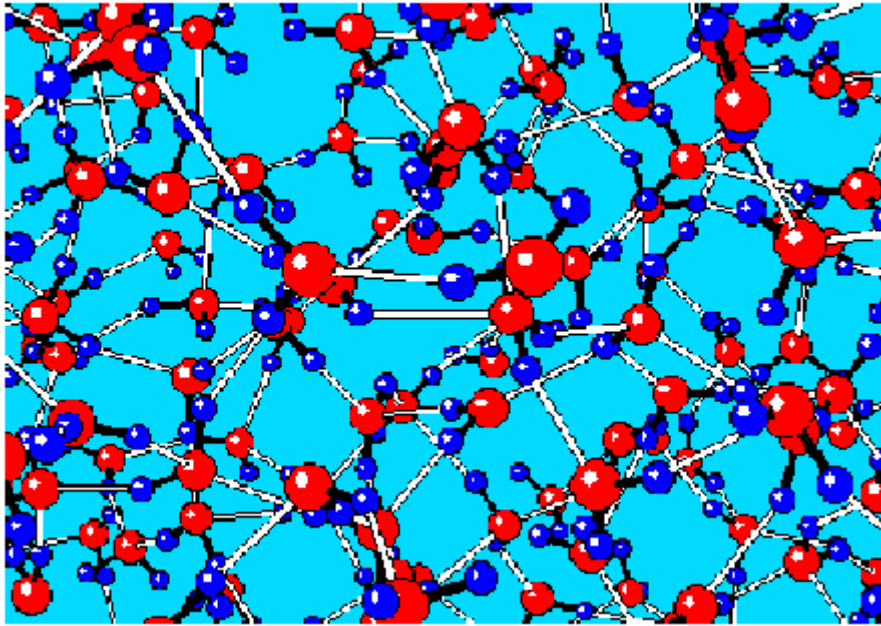


ภาพที่ 2.11 แรง Van der Waals Bond

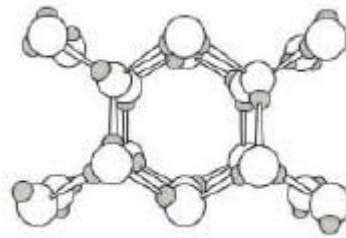
ส่วนการเกิดสภาวะ 2 ขั้วแบบถาวรนั้นมักปรากฏในโมเลกุลแบบไม่สมมาตร (Asymmetric molecule) ซึ่งจุดศูนย์กลางของประจุบวกและลบไม่ซ้อนทับกันจึงเกิดสภาวะ 2 ขั้วอยู่ตลอดเวลา ขั้วบวกจะดึงดูดกับขั้วลบต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ทำให้โมเลกุลยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันเช่น โมเลกุลของน้ำ



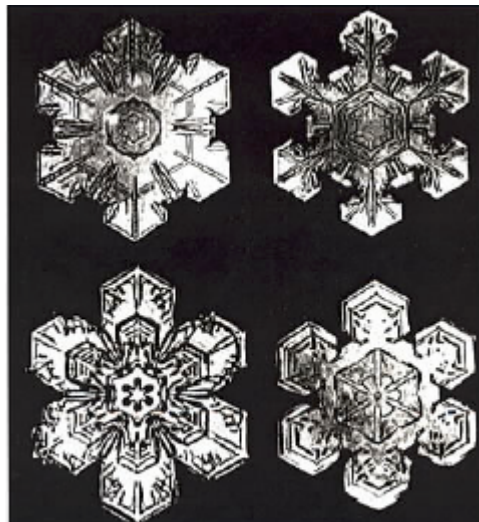
ภาพที่ 2.12 แสดงการเกิดพันธะของน้ำ



ภาพที่ 2.13 แสดงโมเลกุลของน้ำ



ภาพที่ 2.14 แสดงโครงสร้างผลึกของน้ำแข็ง



Figures by Paul R. Howell

ภาพที่ 2.15 แสดงโครงสร้างผลึกหกเหลี่ยมของหิมะ

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

