



สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

การสอนเสริมครั้งที่ 2
หน่วยที่ 6 - 10

เอกสารโสตทัศนชุดวิชา

50101

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

Integrated Basic Sciences



สงวนลิขสิทธิ์

เอกสารโสตทัศนศึกษา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน การสอนเสริมครั้งที่ 2
จัดทำขึ้นเพื่อเป็นบริการแก่นักศึกษาในการสอนเสริม

จัดทำต้นฉบับ : คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา

บรรณาธิการ/ออกแบบ : หน่วยผลิตสื่อสอนเสริม ศูนย์โสตทัศนศึกษา
สำนักเทคโนโลยีการศึกษา

จัดพิมพ์ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พิมพ์ครั้งที่ 1 ภาค 1/2557 ปรับปรุง

แบบประเมินผลตนเองของนักศึกษาก่อนรับการสอนเสริม

ครั้งที่ 2

ชุดวิชา 50101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

คำชี้แจง เขียนวงกลมรอบอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ตารางธาตุปัจจุบันจัดเรียงตามค่าใด

ก. ค่าเลขมวล

ข. ค่าเลขอะตอม

ค. น้ำหนักอะตอม

ง. ลำดับอักษรชื่อธาตุ

จ. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน

2. สารในข้อใดยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน

ก. H_2O

ข. O_3

ค. N_2

ง. F_2

จ. NaCl

3. กฎของแก๊สข้อใดเป็นกฎที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตรของแก๊ส โดยกำหนดให้อุณหภูมิคงที่

ก. กฎของบอยล์

ข. กฎของชาร์ล

ค. กฎของเกย์-ลูสแซก

ง. กฎของอาโวกาโดร

จ. กฎรวมของแก๊ส

4. ของแข็งในข้อใดเป็นของแข็งที่การเรียงตัวของอนุภาคไม่เป็นระเบียบ และไม่มีจุดหลอมเหลวที่เด่นชัด

ก. ของแข็งโมเลกุล

ข. ของแข็งโคเวเลนต์

ค. ของแข็งไอออนิก

ง. ของแข็งโลหะ

จ. ของแข็งอสัณฐาน

5. สารในข้อใดจัดเป็นสารละลายทั้งหมด

- ก. นิกเกิล น้ำขี้เถ้า
- ข. ดินปืน น้ำเชื่อม
- ค. โครเมียม หมอก
- ง. ก๊าซหุงต้ม น้ำอัดลม
- จ. คอปเปอร์ซัลเฟต น้ำทะเล

6. ข้อใดกล่าวถึงสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายได้ถูกต้อง

- ก. การไม่มีความดันออสโมติก
- ข. จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- ค. ความดันไอของสารละลายจะเท่ากับความดันไอของตัวทำละลายบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเดียวกัน
- ง. จุดเยือกแข็งของสารละลายจะสูงกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- จ. จุดเยือกแข็งของสารละลายจะเท่ากับจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์

7. จากสมการ $C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ ถ้าใช้ C_2H_6 2 โมล จะต้องใช้ O_2 กี่โมลจึงจะทำปฏิกิริยาได้หมดพอดี

- ก. 1 โมล
- ข. 2 โมล
- ค. 3 โมล
- ง. 4 โมล
- จ. 6 โมล

8. ตามนิยามกรด-เบสของอาร์เรเนียส กรดต้องมีสมบัติเช่นใด

- ก. ให้โปรตอน
- ข. รับโปรตอน
- ค. รับคู่อิเล็กตรอน
- ง. ละลายน้ำแล้วให้ไฮโดรเจนไอออน
- จ. ละลายน้ำแล้วให้ไฮดรอกไซด์ไอออน

9. C_6H_{14} เรียกว่าอะไร

- ก. methane
- ข. ethane
- ค. hexane
- ง. pentane
- จ. butane

สารทุกชนิดประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดและมีบทบาทสำคัญในการที่จะเกิดธาตุและสารประกอบต่าง ๆ ขึ้นมากมาย นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับอะตอมและแปลผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาสร้างแบบจำลองโครงสร้างอะตอม ซึ่งมีการพัฒนาตามลำดับดังนี้

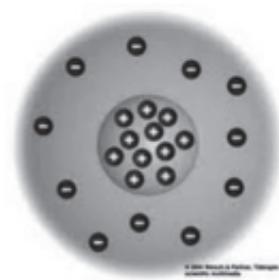
1. แบบจำลองอะตอมของดาลตัน มีสาระสำคัญดังนี้

- 1) สารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ ที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีกและไม่สามารถทำลายได้ ที่เรียกว่า อะตอม
- 2) อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีมวลและสมบัติที่เหมือนกัน แต่อะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลและสมบัติที่แตกต่างกัน
- 3) สารประกอบเกิดขึ้นจากการที่อะตอมของธาตุต่างชนิดกันมาทำปฏิกิริยาเคมีกันโดยมีจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบเป็นอัตราส่วนที่คงที่แน่นอนและเป็นตัวเลขอย่างง่าย
- 4) อะตอมไม่สามารถจะสร้างขึ้นหรือทำลายได้ ปฏิกิริยาเคมีเพียงแต่ทำให้การรวมกันของอะตอมเกิดเป็นสารประกอบเปลี่ยนแปลงไป แต่ตัวของอะตอมจะยังคงไม่เปลี่ยนแปลง

2. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน อะตอมเป็นทรงกลม มีประจุบวกและประจุลบปนกันไปอย่างสม่ำเสมอ ในปริมาณที่เท่ากัน



3. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด อะตอมมีโปรตอนหนาแน่นอยู่ตรงกลาง (นิวเคลียส) ล้อมรอบด้วยอิเล็กตรอนที่จะเคลื่อนที่อยู่ในที่ว่างโดยรอบโปรตอนมีจำนวนเท่ากับอิเล็กตรอนโปรตอนมีประจุ +1 ส่วนอิเล็กตรอนมีประจุ -1

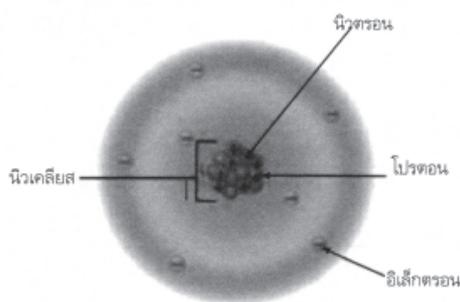


ไฮดทศน์ # 6.1 โครงสร้างอะตอม (ต่อ)

4. แบบจำลองอะตอมของนีลโบร์ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นชั้นตามระดับพลังงานโดยที่แต่ละชั้นมีค่าระดับพลังงานต่างกัน อิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดเรียกว่าระดับพลังงาน $n = 1$ ซึ่งมีพลังงานต่ำที่สุด ระดับพลังงานถัดไปเรียกว่าระดับพลังงาน $n = 2, n = 3, \dots$ ตามลำดับ



5. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก และนิวตรอนที่ไม่มีประจุไฟฟ้า โดยมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วรอบ ๆ นิวเคลียสเหมือนเป็นกลุ่มหมอกโดยอิเล็กตรอนอยู่หนาแน่นบริเวณใกล้นิวเคลียส



ไฮดทศน์ # 6.2 อนุภาคพื้นฐานของอะตอม

อนุภาค	มวล (กรัม)	ประจุ
อิเล็กตรอน	9.10938×10^{-28}	-1
โปรตอน	1.67262×10^{-24}	+1
นิวตรอน	1.67493×10^{-24}	0

ไฮดรอกซีน # 6.3 ค่าเลขอะตอม ค่าเลขมวล และ ไอโซโทป

ค่าเลขอะตอม (Z) คือ จำนวนโปรตอนที่อยู่ในนิวเคลียสของอะตอม

ค่าเลขมวล (A) คือ จำนวนโปรตอน + นิวตรอน ที่อยู่ในนิวเคลียสของอะตอม

การแสดงจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสของอะตอม จะเขียนในรูปของสัญลักษณ์ เป็น



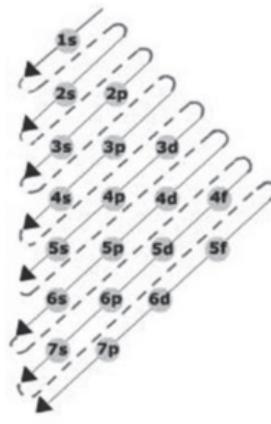
จำนวนโปรตอน = จำนวนอิเล็กตรอน = Z

จำนวนนิวตรอน = A - Z

ไอโซโทป อะตอมที่มีค่าเลขอะตอมเท่ากันแต่มีค่าเลขมวลต่างกัน เช่น ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$ ไอโซโทปที่เป็นกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ในทางการแพทย์ทั้งในการวินิจฉัยโรคและใช้เป็นยาในการรักษาโรคได้ ตัวอย่างเช่น ไอโอดีน -131 มีการใช้ในการวินิจฉัยและรักษาโรคไทรอยด์ โคบอลต์ -60 ใช้ในการฉายรังสีอาหาร

ไฮดรอกซีน # 6.4 การเขียนโครงแบบอิเล็กตรอน

อิเล็กตรอนจะเข้าไปอยู่ในออร์บิทัลต่างๆ ตามระดับพลังงานจากต่ำไปสูง โดยเรียงลำดับลูกศรในแผนผังจัดเรียงอิเล็กตรอนดังภาพ



1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p

ตัวอย่าง การเขียนโครงแบบอิเล็กตรอนของธาตุจากค่าเลขอะตอม

ฟอสฟอรัส (P) มีค่าเลขอะตอม = 15 อิเล็กตรอนในอะตอมจัดเรียงได้ดังนี้



ไฮดรอกไซด์ # 6.5 ตารางธาตุ

ธาตุต่าง ๆ ที่ค้นพบในปัจจุบันได้มีการจัดรวบรวมเป็นตารางธาตุเพื่อให้สะดวกในการศึกษาสมบัติการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุจะจัดเรียงตามค่าเลขอะตอมจากน้อยไปหามาก แบ่งธาตุเป็น 18 หมู่ตามแนวตั้ง และ 7 คาบตามแนวนอน

- ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนหรือจำนวนอิเล็กตรอนในชั้นนอกสุดเท่ากัน และเท่ากับตัวเลขแสดงลำดับหมู่ ส่วนธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันของตารางธาตุจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ในชั้นที่มีระดับพลังงานเดียวกัน และเท่ากับตัวเลขแสดงลำดับคาบ

- ธาตุในหมู่ 1-2 , 13-18 หรือหมู่ 1A - 8A เรียกว่า ธาตุเรพรีเซนเททิฟ (representative elements) และธาตุในหมู่ 3-12 หรือตั้งแต่หมู่ 3B ถึง 2B เรียกว่า ธาตุแทรนสิชัน (transition elements)

- ธาตุที่อยู่ทางด้านซ้ายของตารางธาตุจะมีสมบัติเป็นโลหะ ส่วนธาตุที่อยู่ทางด้านขวาของตารางธาตุเป็นอโลหะ

Periodic Table of the Elements

Key

Atomic number → 6
Symbol → C
Name → Carbon
Average atomic mass → 12.01
An element

1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.01	7 N Nitrogen 14.01	8 O Oxygen 16.00	9 F Fluorine 19.00	10 Ne Neon 20.18
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31	13 Al Aluminum 26.98	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphorus 30.97	16 S Sulfur 32.07	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.95										
19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.87	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 52.00	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.41	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 83.80
37 Rb Rubidium 85.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.1	45 Rh Rhodium 102.9	46 Pd Palladium 106.4	47 Ag Silver 107.9	48 Cd Cadmium 112.4	49 In Indium 114.8	50 Sn Tin 118.7	51 Sb Antimony 121.8	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.9	54 Xe Xenon 131.3
55 Cs Cesium 132.9	56 Ba Barium 137.3	57 La Lanthanum 138.9	72 Hf Hafnium 178.5	73 Ta Tantalum 180.9	74 W Tungsten 183.8	75 Re Rhenium 186.2	76 Os Osmium 190.2	77 Ir Iridium 192.2	78 Pt Platinum 195.1	79 Au Gold 197.0	80 Hg Mercury 200.6	81 Tl Thallium 204.4	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 209.0	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinium (227)	104 Rf Rutherfordium (267)	105 Db Dubnium (268)	106 Sg Seaborgium (271)	107 Bh Bohrium (272)	108 Hs Hassium (270)	109 Mt Meitnerium (276)	110 Ds Darmstadtium (281)	111 Rg Roentgenium (280)	112 Cn Copernicium (285)	113 Nh Nihonium (284)	114 Fl Flerovium (289)	115 Mc Moscovium (288)	116 Lv Livermorium (293)	117 Ts Tennessine (285)	118 Og Oganesson (294)

- Metals
- Nonmetals
- Metalloids

Lanthanides 6	58 Ce Cerium 140.1	59 Pr Praseodymium 140.9	60 Nd Neodymium 144.2	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.4	63 Eu Europium 152.0	64 Gd Gadolinium 157.3	65 Tb Terbium 158.9	66 Dy Dysprosium 162.5	67 Ho Holmium 164.9	68 Er Erbium 167.3	69 Tm Thulium 168.9	70 Yb Ytterbium 173.0	71 Lu Lutetium 175.0
Actinides 7	90 Th Thorium 232.0	91 Pa Protactinium 231.0	92 U Uranium 238.0	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)

ภาพตารางธาตุปัจจุบัน

รัศมีอะตอม

- ระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมถึงเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด

พลังงานไอออไนเซชัน

- พลังงานที่ต้องการใช้ในการดึงอิเล็กตรอนออกจากอะตอมของธาตุในสถานะที่เป็นก๊าซ

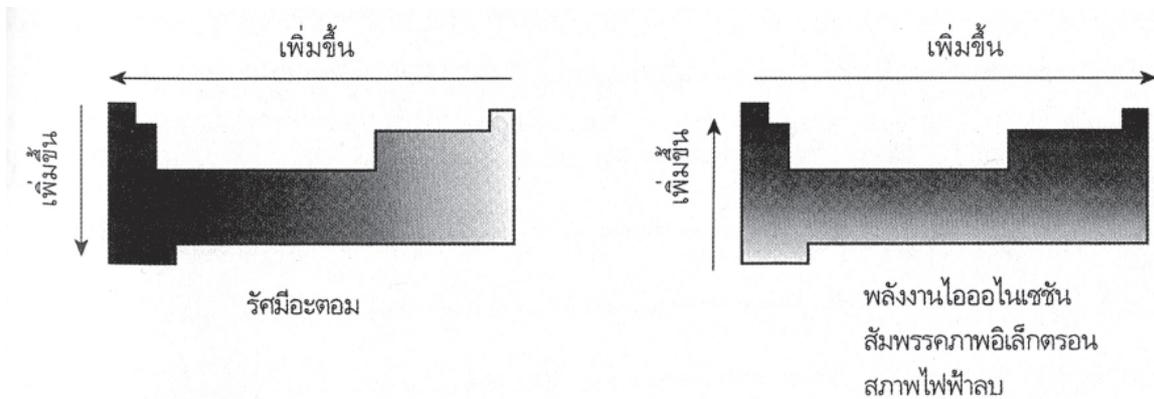
สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

- พลังงานที่จะคายออกมาเมื่ออะตอมที่อยู่ในสถานะก๊าซได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น 1 ตัว เกิดเป็นไอออนลบ

สภาพไฟฟ้าลบ

- ความสามารถของอะตอมในการดึงอิเล็กตรอนในพันธะเข้าหาตัว

แนวโน้มของรัศมีอะตอม พลังงานไอออไนเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน และสภาพไฟฟ้าลบของธาตุในตารางธาตุ เป็นดังนี้

**รัศมีอะตอม**

- ค่าเพิ่มขึ้นจากบนลงล่างในหมู่เดียวกันและลดลงจากซ้ายไปขวาในคาบเดียวกัน

ค่าพลังงานไอออไนเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอนและสภาพไฟฟ้าลบ

- ค่าจะลดลงจากบนลงล่างในหมู่เดียวกันและเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวาในคาบเดียวกัน

โสตทัศน # 6.7

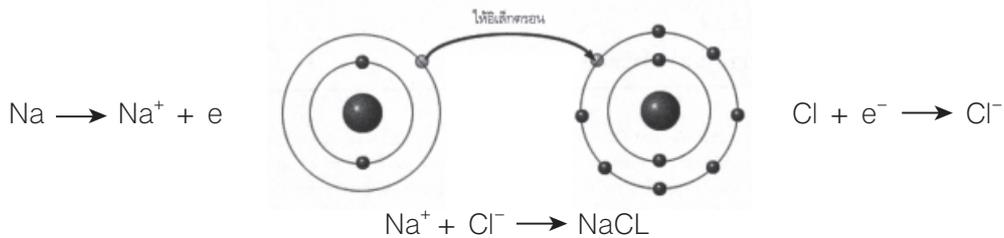
ธาตุที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิต

ธาตุ	ความสำคัญ
แคลเซียม	เป็นองค์ประกอบของกระดูกและฟัน จำเป็นในการส่งสัญญาณของประสาท และการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อ
โซเดียมและโพแทสเซียม	มีความสำคัญในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
แมกนีเซียม	เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงาน และกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
ฟอสฟอรัส	มีหน้าที่สร้างกระดูกและฟัน เป็นส่วนประกอบของพลังงานที่ใช้ในร่างกาย และกรดนิวคลีอิกที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม
กำมะถัน	เป็นส่วนประกอบของเมไทโอนีน ซีสเทอีนและซีลทิน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นและเป็นส่วนประกอบ ของโปรตีนในร่างกาย
คลอรีน	เป็นส่วนประกอบของกรดเกลือในกระเพาะอาหาร
เหล็ก	เป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงและไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อ
ทองแดง	ช่วยในการดูดซึม ขนส่งเหล็กและการสังเคราะห์ฮีโมโกลบิน
สังกะสี	เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยโปรตีน จำเป็นในการเจริญเติบโตและพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของเพศชาย
โคบอลต์	เป็นส่วนประกอบของวิตามินบี 12
ไอโอดีน	จำเป็นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนของต่อมธัยรอยด์ซึ่งควบคุมการเจริญเติบโต

ไฮดรอกซิล # 6.8 พันธะเคมีภายในโมเลกุล

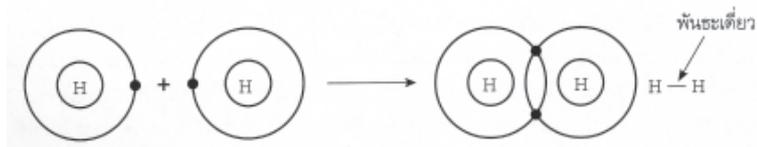
พันธะภายในโมเลกุล หรือพันธะระหว่างอะตอม เป็นพันธะที่เกิดจากแรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุล ที่สำคัญ ได้แก่ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

1. พันธะไอออนิก เป็นพันธะที่เกิดจากการที่อะตอมหนึ่งย้ายอิเล็กตรอนอย่างน้อย 1 ตัวไปให้อีกอะตอมหนึ่ง เป็นผลให้เกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างไอออนบวก และไอออนลบ



2. พันธะโคเวเลนต์ เป็นพันธะที่เกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างอะตอมตั้งแต่สองอะตอมขึ้นไป

● **พันธะเดี่ยว** เป็นพันธะที่เกิดจากการที่อะตอมสองอะตอมใช้อิเล็กตรอน ร่วมกัน 1 คู่



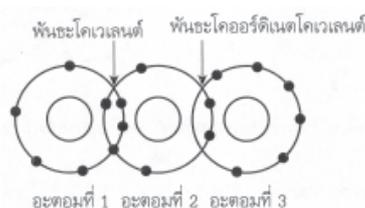
● **พันธะคู่** เป็นพันธะที่เกิดจากการที่อะตอมสองอะตอมใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่



● **พันธะสาม** เป็นพันธะที่เกิดจากการที่อะตอมสองอะตอมใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่



3. พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ เป็นพันธะที่มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างอะตอมตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป แต่อิเล็กตรอนที่นำมาใช้ร่วมกันนั้นมาจากอะตอมใดอะตอมหนึ่งเท่านั้น



4. พันธะโลหะ เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่ทำให้อะตอมของโลหะอยู่ด้วยกันในก้อนของโลหะ มีการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของอะตอมของโลหะ โดยที่เวเลนซ์อิเล็กตรอนนี้ไม่ได้เป็นของอะตอมหนึ่งอะตอมใดโดยเฉพาะแต่เป็นของอะตอมทั้งหมด สามารถเคลื่อนที่อย่างอิสระได้ตลอดเวลา

ไฮดรอกซิล # 6.9 พันธะเคมีระหว่างโมเลกุล

พันธะที่ยึดเหนี่ยวโมเลกุลหลายๆโมเลกุลให้อยู่ด้วยกัน ที่สำคัญได้แก่ พันธะไฮโดรเจน

พันธะไฮโดรเจน เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของไฮโดรเจนในโมเลกุลกับอะตอมอื่น เป็นผลจากไฮโดรเจนสร้างพันธะโคเวเลนต์กับอะตอมของธาตุที่มีสภาพไฟฟ้าลบสูง และมีขนาดเล็ก ได้แก่ F O และ N



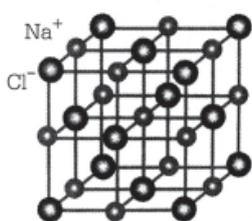
ไฮดรอกซิล # 6.10 ชนิดของสารประกอบ

การที่อะตอมของธาตุมารวมกันด้วยพันธะเคมีชนิดต่างๆ ทำให้เกิดสารประกอบที่มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ

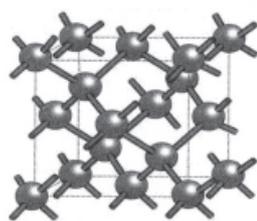
1. สารประกอบไอออนิก เป็นสารที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก มักอยู่ในรูปผลึกของแข็ง เปราะ แตกง่าย มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง ในรูปของแข็งไม่นำไฟฟ้า เมื่อหลอมเหลวหรือละลายน้ำจะนำไฟฟ้า ได้จากการรวมกันของโลหะและอโลหะ เช่น เกลือแกง (NaCl) แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) แคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4)

2. สารประกอบโคเวเลนต์ มักเป็นสารประกอบระหว่างอโลหะกับอโลหะ ประกอบด้วยโมเลกุลที่เกิดจากการรวมตัวของอะตอมของธาตุอย่างน้อย 2 ชนิดที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก ส่วนใหญ่ไม่นำไฟฟ้า ตัวอย่าง เช่น น้ำ แอมโมเนีย

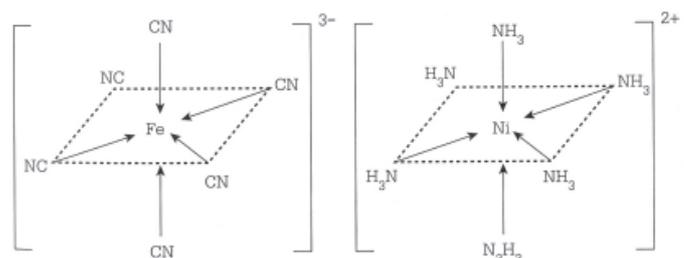
3. สารประกอบเชิงซ้อนหรือสารประกอบโคออร์ดิเนชัน เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนเกิดจากการรวมกันของโมเลกุลหรือไอออนกับโลหะแทรนซิชันด้วยพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ โดยมีโลหะแทรนซิชัน อยู่เป็นอะตอมศูนย์กลางล้อมรอบด้วยกลุ่มโมเลกุลหรือไอออนที่เรียกว่าลิแกนด์ ซึ่งจะให้อิเล็กตรอน กับอะตอมศูนย์กลางเพื่อสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์



สารประกอบไอออนิก



สารประกอบโคเวเลนต์



สารประกอบเชิงซ้อน

ไฮดรอกไซด์ # 6.10 ชนิดของสารประกอบ (ต่อ)

ตัวอย่างสารประกอบเชิงซ้อนในสิ่งมีชีวิต ได้แก่

- ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนในเลือด
- ไมโอโกลบินในเซลล์ของกล้ามเนื้อ
- คลอโรฟิลล์ รงควัตถุที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง
- วิตามินบี 12 วิตามินที่ละลายน้ำและเกี่ยวข้องกับการสร้างเม็ดเลือดแดงและโรคโลหิตจาง

ไฮดรอกไซด์ # 6.11 สารประกอบไอออนิกที่มีการใช้ในทางการแพทย์และสาธารณสุข

ชื่อสารประกอบไอออนิก	สูตรเคมี	ประโยชน์
แอมโมเนียมคาร์บอเนต	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	ใช้เป็นสารให้กลิ่น (smelling salts)
แบเรียมซัลเฟต	BaSO_4	ใช้ในการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ที่กระเพาะอาหาร เพราะดูดรังสีเอกซ์ได้ดี จึงใช้เป็นตัวเคลือบผิวอวัยวะภายใน ทำให้แลเห็นได้ในฟิล์ม
แคลเซียมไฮดรอกไซด์	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	โกร่งบดยา พลาสเตอร์ปิดแผล ปูนขาว
แคลเซียมออกไซด์	CaO	สารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรม
ลิเทียมคาร์บอเนต	Li_2CO_3	ใช้ในการรักษาผู้มีสติปัญญา (Manic depression)
แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (milk of magnesia)	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	ยาแก้ท้องเฟ้อ ลดกรดในกระเพาะอาหาร
แมกนีเซียมซัลเฟต	MgSO_4	ยาระบาย ยาแก้ชัก
โพแทสเซียมไอโอไดด์	KI	เติมในเกลืออนามัยเพื่อป้องกันโรคคอพอก
โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (ต่างทับทิม)	KMnO_4	ยาฆ่าเชื้อ (antiseptic, disinfectant)
โพแทสเซียมไนเตรต	KNO_3	ใช้ทำไม้ขีดไฟ ยาชาที่ใช้ในการทำฟัน
ซิลเวอร์ไนเตรต	AgNO_3	ยาฆ่าเชื้อ (antiseptic, germicide) ทำฟิล์มถ่ายภาพ
โซเดียมไบคาร์บอเนต (baking soda)	NaHCO_3	ผงโซดาทำขนมปัง น้ำยาล้างปาก ยากำจัดกลิ่น ยาแก้ท้องเฟ้อ
โซเดียมฟลูออไรด์	NaF	เติมในน้ำดื่ม น้ำใช้เพื่อเพิ่มฟลูออไรด์ที่ช่วยป้องกันฟันผุ
โซเดียมไฮโปคลอไรต์	NaOCl	ยาฆ่าเชื้อ (disinfectant) เป็นส่วนประกอบสำคัญในสารซักล้าง/ทำความสะอาดตามบ้าน
โซเดียมไอโอไดด์	NaI	ใช้ในเครื่องตรวจหารังสี
ซิงค์ออกไซด์	ZnO	ใช้เป็นตัวปกป้องผิวในโลชั่นทาผิวแก้ผดผื่น (calamine lotion)

สโตน์ # 6.12 สารประกอบโคเวเลนต์ในการดำรงชีวิต

สารประกอบโคเวเลนต์	สูตรเคมี	บทบาทในการดำรงชีวิต
แอมโมเนีย	NH_3	ใช้เป็นสารทำความสะอาดในบ้าน
แอสไพริน	$\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$	ใช้เป็นยาแก้ปวด
คอเลสเตอรอล	$\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$	เป็นสาเหตุให้เกิดไขมันอุดตันในเส้นเลือด
ซูโครส หรือน้ำตาลทราย	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	ใช้เป็นสารให้ความหวานและให้พลังงาน
โพรเพน	C_3H_8	ใช้เป็นเชื้อเพลิง
คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	ทำให้เกิดรสซ่าในเครื่องดื่มอัดลม ใช้ทำน้ำแข็งแห้ง ฝนเทียม และใช้ดับเพลิง
คาร์บอนมอนอกไซด์	CO	ก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

ไฮดทศน์ # 7.1 แก๊สอุดมคติและแก๊สจริง

แก๊สอุดมคติและแก๊สจริง

1. **แก๊สอุดมคติ** (ideal gas) หมายถึง แก๊สที่มีพฤติกรรมเป็นไปตามกฎต่าง ๆ ของแก๊สอุดมคติไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะใดก็ตาม อาจกล่าวได้ว่า แก๊สอุดมคติเป็นเพียงแบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่อความสะดวกในการอธิบายพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์ของแก๊สเท่านั้น โดยสมมติว่าไม่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของแก๊สอุดมคติ

2. **แก๊สจริง** (real gas or nonideal gas) หมายถึง แก๊สที่มีพฤติกรรมไม่เป็นไปตามกฎต่าง ๆ ของแก๊สอุดมคติ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นแก๊สที่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล อย่างไรก็ตามในภาวะที่อุณหภูมิสูง ๆ และ/หรือความดันต่ำ ๆ แก๊สจริงนี้จะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สอุดมคติ

ไฮดทศน์ # 7.2 กฎของแก๊ส

กฎของแก๊ส

1. **กฎของบอยล์** นิยาม “เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สใด ๆ ที่กำหนดให้จำนวนหนึ่ง จะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน”

2. **กฎของชาร์ล** นิยาม “เมื่อความดันคงที่ ปริมาตรของแก๊สใด ๆ จำนวนหนึ่งจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิเคลวิน”

3. **กฎของเกย์-ลูสแซก** นิยาม “เมื่อปริมาตรของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สใด ๆ จำนวนหนึ่งจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิเคลวิน”

4. **กฎรวมของแก๊ส** เป็นกฎที่รวมกฎของบอยล์ กฎของชาร์ลและกฎของเกย์-ลูสแซกเป็นสมการคณิตศาสตร์เพียงสมการเดียว

5. **กฎของอาโวกาโดร** นิยาม “เมื่ออุณหภูมิและความดันคงที่ แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ปริมาตรของแก๊สใด ๆ จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับจำนวนโมลของแก๊สนั้น”

6. **กฎของแก๊สอุดมคติ** เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณหรือตัวแปร 4 ค่าด้วยกันคืออุณหภูมิ (T) ความดัน (P) ปริมาตร (V) และปริมาณหรือจำนวนโมลของแก๊ส (n) จากกฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล และจากกฎของอาโวกาโดร

ไฮดรอสแตติกส์ # 7.3

สมการกฎของแก๊ส

สรุปสมการกฎของแก๊ส

กฎของแก๊ส	สมการแสดงความสัมพันธ์	หมายเหตุ
1. กฎของบอยล์	$P_1 V_1 = P_2 V_2$	อุณหภูมิคงที่
2. กฎของชาร์ล	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	ความดันคงที่
3. กฎของเกย์-ลูสแซก	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	ปริมาตรคงที่
4. กฎรวมของแก๊ส	$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$	-
5. กฎของอวอกาโดร	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$	อุณหภูมิและความดันคงที่
6. กฎของแก๊สอุดมคติ	$PV = nRT$	-

การคำนวณเกี่ยวกับกฎของแก๊สศึกษาจากตัวอย่างที่ 7.1 – 7.5 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

ไฮดรอสแตติกส์ # 7.4

สมบัติของแก๊ส เกี่ยวกับการแพร่และการแพร่ผ่านของแก๊ส

กฎของเกรแฮม นิยาม “เมื่ออุณหภูมิและความดันที่อัตราการแพร่ (หรืออัตราการแพร่ผ่าน) ของแก๊ส จะเป็นปฏิภาคผกผันกับรากที่สองของความหนาแน่น (d) หรือน้ำหนักโมเลกุล (M) ของแก๊สนั้น” ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบการแพร่หรือการแพร่ผ่านของแก๊ส A และแก๊ส B ภายใต้สภาวะเดียวกันจะได้

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

จากกฎของเกรแฮมพบว่า ภายใต้สภาวะเดียวกัน อัตราการแพร่หรือการแพร่ผ่านของแก๊สจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่น หรือน้ำหนักโมเลกุลของแก๊ส โดย แก๊สที่มีความหนาแน่น หรือน้ำหนักโมเลกุลมากจะแพร่ได้ช้ากว่าแก๊สที่มีความหนาแน่นหรือน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่า

การคำนวณเกี่ยวกับสมบัติของแก๊สเกี่ยวกับการแพร่และการแพร่ผ่านของแก๊สศึกษาจากตัวอย่างที่ 7.7 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

ไฮดรอกซ์ # 7.5 สมบัติของแก๊ส เกี่ยวกับแก๊สผสมและความดันย่อย

กฎความดันย่อยของดอลตัน นิยาม “เมื่อมีแก๊สตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมอยู่ในภาชนะเดียวกันโดยไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน ความดันรวม (total pressure; P_t) ของแก๊สผสมจะเท่ากับผลบวกของความดันย่อย (partial pressure: P_n) ของแก๊สแต่ละชนิดในแก๊สผสมนั้น”

$$P_t = P_a + P_b + P_c + \dots + P_n$$

$$P_a = \left(\frac{n_a}{n_t} \right) P_t$$

เมื่อ n_a / n_t คือ เศษส่วนโมล (mole fraction) ของแก๊ส A

การคำนวณเกี่ยวกับสมบัติของแก๊สเกี่ยวกับแก๊สผสมและความดันย่อยศึกษาจากตัวอย่างที่ 7.8 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

ไฮดรอกซ์ # 7.6 สมบัติของแก๊ส เกี่ยวกับการละลายของแก๊สกับความดันย่อย

กฎของเฮนรี่ นิยาม “เมื่ออุณหภูมิคงที่ ความเข้มข้นของแก๊สที่ละลายในของเหลวจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับค่าความดันย่อยของแก๊สที่อยู่เหนือของเหลวนั้น ทั้งนี้การละลายของแก๊สจะต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับของเหลว”

$$C_S = k_H P_a$$

เมื่อ C_S คือ ความเข้มข้นของแก๊สที่ละลายได้ในของเหลว
 P_a คือ ความดันย่อยของแก๊ส หรือของเหลว
 k_H คือ ค่าคงที่ของกฎของเฮนรี่ (Henry's law constant)

ไฮโดรเจน # 7.7 ทฤษฎีจลน์โมเลกุลของแก๊ส

ทฤษฎีจลน์โมเลกุลของแก๊ส อาศัยข้อสมมติฐานพื้นฐาน (basic assumptions) 4 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคหรือโมเลกุลที่เล็กมากจนมีปริมาตรเกือบเป็นศูนย์ หรืออาจกล่าวได้ว่าปริมาตรส่วนใหญ่ของแก๊สเป็นที่ว่างเปล่า
2. โมเลกุลของแก๊สไม่มีแรงดึงดูดระหว่างกันและเป็นอิสระต่อกัน
3. โมเลกุลของแก๊สจะมีการเคลื่อนที่อย่างไม่เป็นระเบียบตลอดเวลา และเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงจนกว่าจะชนกันเองหรือชนกับผนังภาชนะจึงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ไปจากแนวเดิม และการชนกันอาจมีหรือไม่มีการถ่ายเทพลังงานจลน์ระหว่างกันก็ได้แต่ที่สำคัญคือการชนกันจะไม่มี การสูญเสียพลังงานจลน์ เรียกการชนกันลักษณะนี้ว่า การชนแบบยืดหยุ่นได้ (elastic collision)
4. ที่อุณหภูมิเดียวกันโมเลกุลของแก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน และพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับอุณหภูมิเคลวิน

ไฮโดรเจน # 7.8 แก๊สจริงและสมการแวนเดอร์วาลส์

กฎของแก๊สอุดมคติ $PV = nRT$ นั้นแสดงว่า ถ้าเป็นแก๊สอุดมคติแล้ว $\frac{PV}{nRT}$ จะเท่ากับ 1 เสมอ ไม่ว่า

อุณหภูมิและความดันจะเป็นเท่าใด และเรียกค่า $\frac{PV}{nRT}$ ว่า “ตัวประกอบสภาพความอัด” (Compressibility factor ; Z) ในกรณีแก๊สอุดมคติ 1 โมล ค่า $\frac{PV}{RT}$ จึงเท่ากับ 1 เสมอ

แต่จากการศึกษาพฤติกรรมของแก๊สจริงชนิดต่าง ๆ ที่ความดันและอุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าค่าตัวประกอบสภาพความอัดนี้ไม่เท่ากับ 1 อย่างไรก็ตามเมื่อความดันมีค่าเข้าใกล้ศูนย์หรือที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ค่าตัวประกอบสภาพความอัดจะมีค่าเข้าใกล้ 1 ไม่ว่าจะ เป็นแก๊สชนิดใด นั้นแสดงว่า แก๊สจริงจะมีพฤติกรรมคล้ายแก๊สอุดมคติเมื่อความดันต่ำมากและ/หรืออุณหภูมิต่ำมาก

สมการแวนเดอร์วาลส์เป็นสมการที่ใช้ทำนายพฤติกรรมของแก๊สจริง ให้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เขียนได้ดังนี้

$$\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT$$

เมื่อ a และ b เป็นค่าคงที่แวนเดอร์วาลส์

ไฮดรอลิก # 7.9

สมบัติทั่วไปของของเหลว

สมบัติทั่วไปของของเหลว

1. **ปริมาตรและรูปร่าง** ของเหลวมีรูปร่างไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามรูปร่างของภาชนะที่ใช้บรรจุ และสามารถไหลได้ อย่างไรก็ตามของเหลวมีปริมาตรที่คงตัวแน่นอน
2. **การแพร่** โมเลกุลของของเหลวสามารถแพร่ไปได้เหมือนกับโมเลกุลของแก๊ส แต่อัตราการแพร่ของของเหลวจะช้ากว่าอัตราการแพร่ของแก๊สมาก
3. **การบีบอัดและการขยายตัว** การบีบอัดหรือการเพิ่มความดัน จะมีผลต่อการลดลงของปริมาตรของเหลวน้อยมาก จึงกล่าวได้ว่า ไม่สามารถบีบหรืออัดให้ของเหลวมีปริมาตรลดลงได้

ไฮดรอลิก # 7.10

การระเหยของของเหลว

การระเหย (evaporation) เป็นกระบวนการที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ (vaporization) หรือเป็นแก๊สที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลวนั้น การระเหยจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณผิวหน้าของของเหลวเท่านั้น และการระเหยเกิดขึ้นได้ทุก ๆ อุณหภูมิด้วยอัตราเร็วต่าง ๆ กัน โดยปัจจัยที่มีผลต่อการระเหยคือ พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ การถ่ายเทอากาศเหนือของเหลว แรงแดึงดูระหว่างโมเลกุลของของเหลว

ไฮดรอลิก # 7.11

ความดันไอ ของของเหลว

ความดันไอ (vapor pressure) ในภาวะปิดความดันไอจะมีค่าเท่ากับความดันของโมเลกุลของของเหลวที่กลายเป็นไอที่ภาวะสมดุล ความดันไอของของเหลวซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของของเหลวจะมีค่าคงที่เมื่ออุณหภูมิคงที่ที่อุณหภูมิต่างกันจะมีความดันไอต่างกัน ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันไอของของเหลวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ความดันไอของของเหลวแต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว นั้น ของเหลวที่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงมักมีความดันไอต่ำ

ไฮดรอกซ์ # 7.12

การเดือดของของเหลว

การเดือด (boiling) เป็นรูปแบบพิเศษของการระเหย ซึ่งการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอหรือแก๊สนั้น จะเกิดฟอง (bubbles) ขึ้นภายในของเหลวทั้งก่อน ในขณะเปิดการเดือดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อความดันไอของของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ เราเรียกอุณหภูมิขณะที่ความดันไอของของเหลวเท่ากับความดันของบรรยากาศนี้ว่า จุดเดือดของของเหลว (boiling point, b.p.)

จุดเดือดของของเหลวจะขึ้นอยู่กับความดันภายนอกเหนือของเหลวหรือความดันของบรรยากาศ ถ้าความดันของบรรยากาศต่ำ จุดเดือดของของเหลวก็จะต่ำลงถ้าความดันของบรรยากาศสูงขึ้นจุดเดือดของของเหลวก็จะสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ ของเหลวแต่ละชนิดจะมีจุดเดือดไม่เท่ากัน โดยทั่วไปของเหลวที่มีความดันไอสูงจะมีจุดเดือดต่ำ และในทางตรงกันข้ามของเหลวที่มีความดันไอต่ำจะมีจุดเดือดสูง

ไฮดรอกซ์ # 7.13

ความหนืดและความตึงผิวของของเหลว

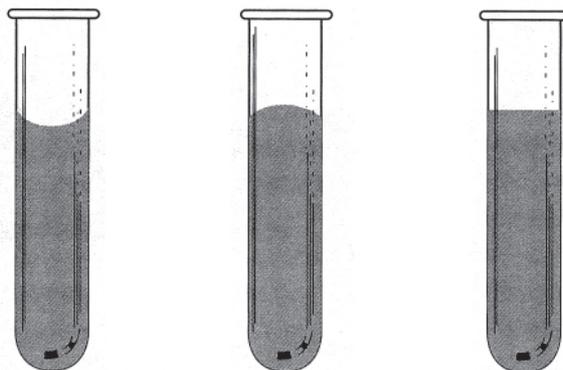
1. ความหนืด (viscosity) เป็นความเสียดทานภายในของของเหลวต่อการเคลื่อนที่ หรืออาจกล่าวได้ว่า ความหนืดแสดงถึงความต้านทานในการไหลของของเหลว ของเหลวที่มีความหนืดมากจะไหลช้ากว่าของเหลวที่มีความหนืดน้อย

2. ความตึงผิว (surface tension) หมายถึง แรงหรืองานหรือพลังงานที่จะต้องทำหรือใช้เพื่อขยายพื้นที่ผิวของของเหลวปริมาณหนึ่งหน่วย” ของเหลวแต่ละชนิดจะมีความตึงผิวแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว ของเหลวที่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมากจะมีความตึงผิวมาก นอกจากนี้ความตึงผิวจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของของเหลวด้วย กล่าวคือถ้าอุณหภูมิของของเหลวเพิ่มขึ้น ความตึงผิวของของเหลวจะลดลง

ในการศึกษาเรื่องความตึงผิวได้แบ่งแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล (intermolecular attractive force) ที่มีผลต่อผิวของเหลว ได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

1) แรงเชื่อมแน่นหรือแรงโคฮีซีฟ (cohesive force) ซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลชนิดเดียวกัน เช่น แรงดึงดูดภายในระหว่างโมเลกุลของของเหลวชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

2) แรงยึดติดหรือแรงแอดฮีซีฟ (adhesive force) ซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลต่างชนิดกัน เช่น แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลวกับโมเลกุลของภาชนะที่บรรจุอยู่ เป็นต้น



ก น้ำในหลอดแก้ว ข พรอทในหลอดแก้ว ค น้ำในหลอดโลหะที่ทำด้วยเงิน

ภาพ พื้นผิวด้านบนของน้ำและพรอทในหลอดแก้วและน้ำในหลอดโลหะที่ทำด้วยเงิน

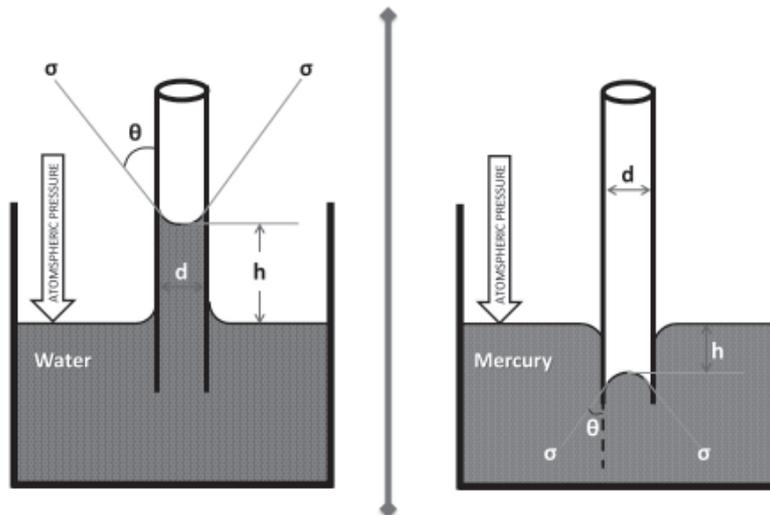
ไฮดรอสแตติกส์ # 7.14 พฏิกิริยาของหลอดรูเล็ก

พฏิกิริยาของหลอดรูเล็กเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณหาความตึงผิว

โดยพฏิกิริยาของหลอดรูเล็ก (capillary action) คือปรากฏการณ์อันเป็นผลจากความตึงผิวของของเหลว ซึ่งสามารถวัดความตึงผิวของของเหลวได้โดยการจุ่มหลอดรูเล็ก (capillary tube) ปลายเปิดลงไปในของเหลว และวัดระดับของของเหลวที่สูงขึ้นหรือลดลงในหลอดรูเล็กดังกล่าวมีสมการในคำนวณดังนี้

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho gr}$$

- เมื่อ h คือ ระดับความสูงของของเหลวที่ขึ้นหรือลดในหลอด มีหน่วยเป็นเมตร
 γ คือ ความตึงผิว มีหน่วยเป็นนิวตันต่อเมตร
 θ คือ มุมสัมผัสผิวระหว่างของเหลวกับหลอด (contact angle) มีหน่วยเป็นองศา
 ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
 g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที²
 r คือ รัศมีภายในหลอดมีหน่วยเป็นเมตร



ก) หลอดแก้วรูเล็กจุ่มในน้ำ

ข) หลอดแก้วรูเล็กจุ่มในปรอท

ภาพ ระดับของของเหลวภายในหลอดรูเล็ก

การคำนวณเกี่ยวกับพฏิกิริยาของหลอดรูเล็ก ศึกษาจากตัวอย่างที่ 7.11 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

ไฮดรอกซ์ # 7.15 ประเภทของของแข็ง

หากใช้รูปผลึกหรือความเป็นระเบียบของการจัดเรียงตัวของอนุภาคเป็นเกณฑ์สามารถแบ่งของแข็งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) ของแข็งอสัณฐาน (amorphous solids) เป็นของแข็งที่ไม่เป็นผลึกเพราะการเรียงตัวของอนุภาคของแข็งนั้นไม่เป็นระเบียบ ไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ตัวอย่างของของแข็งอสัณฐาน เช่น แก้ว ซีเมนต์ ยาง พลาสติก เป็นต้น สมบัติทางกายภาพของของแข็งอสัณฐานที่แตกต่างจากของแข็งผลึก คือ การหลอมเหลวของของแข็งอสัณฐานไม่มีจุดหลอมเหลวที่เด่นชัด

2) ของแข็งผลึก (crystalline solids) เป็นของแข็งที่การเรียงตัวของอนุภาคมีรูปแบบเฉพาะที่เป็นระเบียบส่งผลให้ของแข็งชนิดนี้มีลักษณะเป็นผลึกซึ่งเป็นรูปทรงเรขาคณิต (geometry) แตกต่างกันไปแล้วแต่องค์ประกอบของสารที่เป็นของแข็ง ของแข็งบางชนิดอาจมีรูปแบบผลึกได้หลายแบบ ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์อัญรูป (polymorphism สำหรับสารประกอบ หรือ allotropy สำหรับธาตุ) นอกจากนี้ ของแข็งผลึกมีจุดหลอมเหลวที่มีค่าแน่นอนค่าหนึ่ง เมื่อเราให้ความร้อนถึงอุณหภูมินั้นของแข็งก็จะเปลี่ยนเป็นของเหลวทันที

ไฮดรอกซ์ # 7.16 สมบัติทั่วไปของของแข็ง

เนื่องจากของแข็งอสัณฐานมีลักษณะบางประการคล้ายของเหลว ตำราบางเล่มจึงจัดให้เป็นของเหลวประเภทหนึ่ง ดังนั้น รายละเอียดของของแข็งที่จะศึกษากันต่อไปนี้จะขอล่าวถึงเฉพาะของแข็งผลึกเท่านั้น

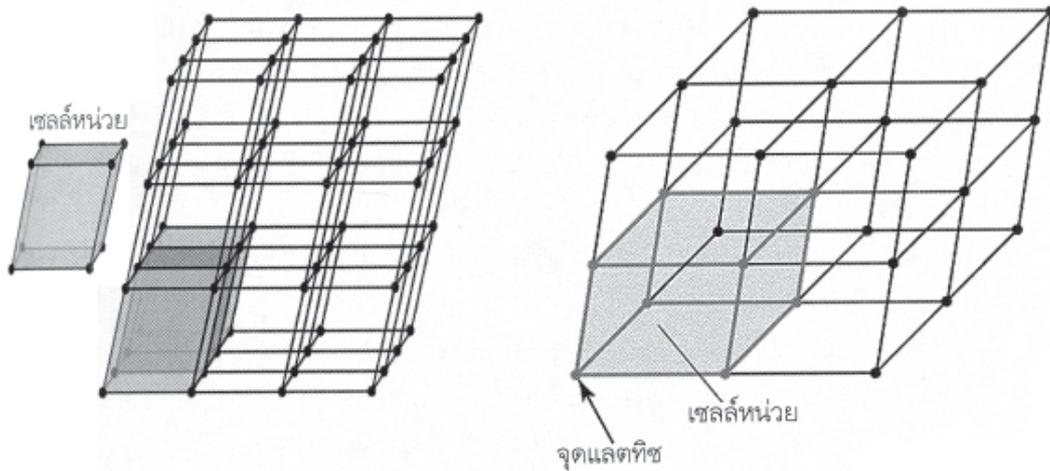
สมบัติทั่วไปของของแข็งสรุปได้ดังนี้

- 1) ของแข็งมีรูปร่างแน่นอน และมีปริมาตรเปลี่ยนน้อยมาก
- 2) ของแข็งที่สามารถตกผลึก (crystallize) นั้นผลึกจะมีรูปทรงเรขาคณิตที่แน่นอน
- 3) ของแข็งมีสภาพแข็งเกร็ง
- 4) อัตราการแพร่ของของแข็งต่ำมากหรือช้ามาก
- 5) จุดที่มีการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวเรียกว่า จุดหลอมเหลว (melting point) ในทางตรงกันข้ามที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้จะเรียกว่า จุดเยือกแข็ง (freezing point) ถ้าของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง
- 6) ของแข็งบางชนิด เช่น การบูร พิมเสน ไอโอดีน ลูกเหม็น (แนพทาลีน) เป็นต้น สามารถเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นไอได้โดยไม่ต้องผ่านสถานะของเหลว เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การระเหิด (sublimation)

ประเภทของของแข็งผลึก	ชนิดของอนุภาคที่อยู่ ในโครงสร้างผลึก	ชนิดของแรงดึงดูดระหว่างอนุภาค	คุณสมบัติทั่วไป	ตัวอย่าง
1. ของแข็งโมเลกุล	อะตอม หรือโมเลกุล	แรงแวนเดอร์วาลส์	ผลึกลักษณะค่อนข้างอ่อน และมีจุดหลอมเหลวต่ำ เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนที่เลว	ไอโอดีน ลูกเหม็นหรือ แวนธาลีน
2. ของแข็งโคเวเลนต์	อะตอม	พันธะโคเวเลนต์	ผลึกมีความแข็งมาก และมีจุดหลอมเหลวสูงมาก ส่วนใหญ่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว	เพชร ซิลิคอนคาร์ไบด์
3. ของแข็งไอออนิก	ไอออนบวกและไอออนลบ	พันธะไอออนิก	ผลึกมีความแข็งแต่เปราะง่าย มักจะมีจุดหลอมเหลวสูง และในสถานะของแข็ง จะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว แต่เมื่อหลอมเหลวหรือละลายในของเหลวจะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี	เกลือแกง ดินประสิว
4. ของแข็งโลหะ	ไอออนบวกของโลหะและมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนของโลหะเคลื่อนที่โดยอิสระกระจายอยู่ทั่วทั้งก้อน	พันธะโลหะ	มีสมบัติทางกายภาพที่กว้างมาก แต่โดยทั่วไปแล้ว ของแข็งโลหะจะมีทั้งแข็งและอ่อน มีจุดหลอมเหลวค่อนข้างสูง และเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี	ลิเทียม อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง

สไลด์ทัศน์ # 7.18 โครงสร้างผลึกเกี่ยวกับเซลล์หน่วย

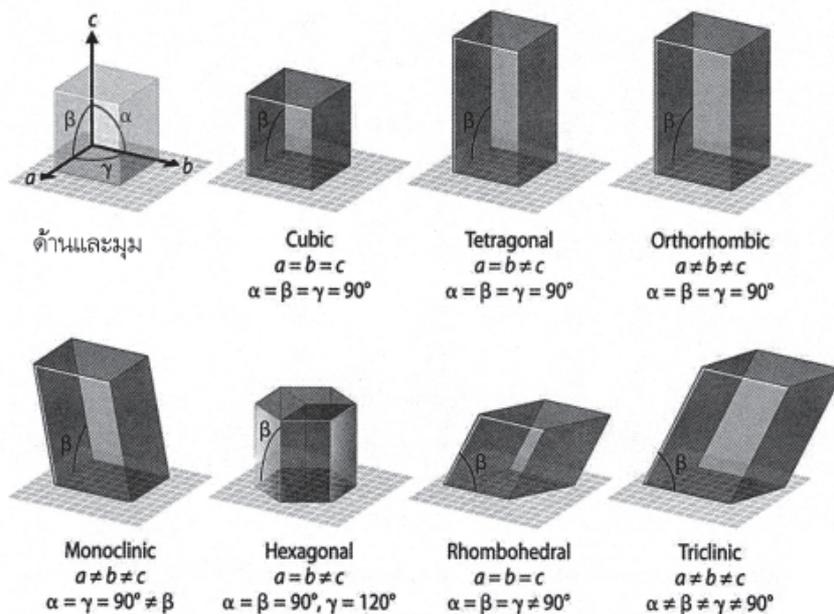
เซลล์หน่วย (unit cell) เป็นโครงสร้างส่วนที่เล็กที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดเรียงอนุภาคหน่วยมีลักษณะเป็นอย่างไร



ภาพ เซลล์หน่วยที่ประกอบกันเป็นโครงสร้างผลึก

สไลด์ทัศน์ # 7.19 โครงสร้างผลึกเกี่ยวกับระบบผลึกแบ่งตามมุมระหว่างแกน และความยาวของแกนของเซลล์หน่วย

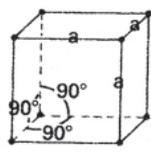
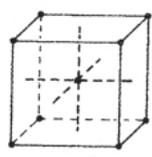
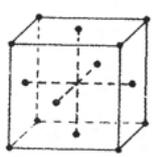
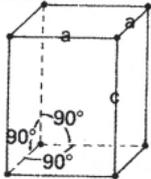
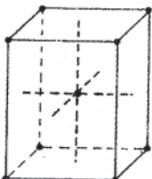
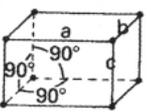
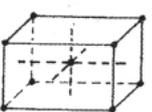
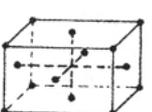
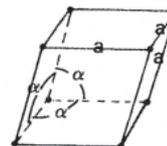
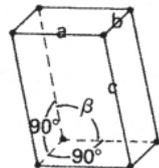
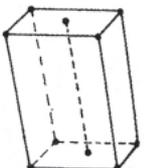
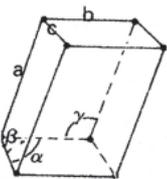
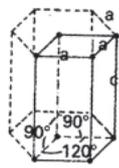
หากใช้เกณฑ์การพิจารณาจากโครงสร้างภายนอก ซึ่งอาศัยความแตกต่างของมุมระหว่างแกน และความยาวของแกนหรือด้านของเซลล์หน่วยเป็นเกณฑ์ [โดยในการพิจารณาให้พิจารณาที่เซลล์หน่วยแทนการพิจารณาโครงสร้างผลึกทั้งหมด (เนื่องจากเซลล์หน่วยเป็นแบบจำลองที่เล็กที่สุดของโครงสร้างผลึก)] จะได้ระบบผลึก 7 ระบบ



ภาพ ระบบผลึกทั้ง 7 ที่ใช้ความยาวของด้าน มุมระหว่างด้านของเซลล์หน่วย เป็นเกณฑ์

สไลด์ทัศน์ # 7.21 โครงสร้างผลึกเกี่ยวกับระบบผลึกตามแบบบราวีย์สแลตทิซ

บราวีย์ส (Bravais) ได้ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างผลึก โดยอาศัยเกณฑ์การจัดระบบผลึกตามที่กล่าวข้างต้น คือใช้ความแตกต่างของมุมระหว่างแกน และความยาวของแกนของเซลล์หน่วย ซึ่งทำให้เกิดระบบผลึก 7 ระบบ ร่วมกับการพิจารณาตำแหน่งของอนุภาคหน่วยในเซลล์หน่วย (หรือแบบของแลตทิซ 4 แบบ) พบว่า โครงสร้างผลึก ในระบบผลึก 7 ระบบ มีโครงสร้างผลึกเกิดขึ้นได้ทั้งสิ้นเพียง 14 แบบ เรียกโครงสร้างผลึกดังกล่าวว่า บราวีย์สแลตทิซ (Bravais lattice) สรุบบราวีย์สแลตทิซทั้ง 14 แบบ

บราวีย์สแลตทิซ (Bravais Lattices)					
ระบบผลึก	จำนวนแบบของแลตทิซ	แบบง่ายหรือแบบปฐม	บอดี้เซนเตอร์	เฟซเซนเตอร์	เอ็นเซนเตอร์
1. คิวบิก (Cubic)	3				-
2. เตตระโกนัล (Tetragonal)	2			-	-
3. ออร์โธโรมบิก (Orthorhombic)	4				
4. รอมโบฮีดรัล (Rhombohedral)	1		-	-	-
5. โมโนคลินิก (Monoclinic)	1		-	-	
6. ไตรคลินิก (Triclinic)	2		-	-	-
7. เฮกซะโกนัล (Hexagonal)	1		-	-	-

สไลด์ทัศน์ # 7.22 โครงสร้างผลึกเกี่ยวกับการจัดเรียงตัวของอนุภาคในโครงสร้างผลึกของแข็งโลหะ

ของแข็งโลหะบริสุทธิ์มีการจัดเรียงตัวของอนุภาคในโครงสร้างผลึกได้เป็น 2 รูปแบบคือ โครงสร้างแบบชิดที่สุด (closest packed structure) และโครงสร้างแบบไม่ชิดที่สุด (non-closest packed structure)

1. โครงสร้างแบบชิดที่สุด

1.1) แบบบรรจุชิดที่สุดในรูปเฮกซะโกนัล (hexagonal closest packing; hcp) มีการบรรจุทรงกลมในชั้นต่าง ๆ เป็นแบบ ABABAB..... ซ้ำกันไปเรื่อย ๆ

1.2) แบบบรรจุชิดที่สุดในรูปคิวบิก (cubic closest packing; ccp) มีการบรรจุทรงกลมในชั้นต่าง ๆ เป็นแบบ ABCABCABC..... ซ้ำกันไปเรื่อย ๆ

2. โครงสร้างแบบไม่ชิดที่สุด ที่พบมากในของแข็งโลหะบริสุทธิ์ คือ แบบบอดี เซนเตอร์ คิวบิก (body centered cubic packing; bcc, bcp)

ไฮดทศน์ # 8.1 ความหมายและองค์ประกอบของสารละลาย

ความหมายของสารละลาย

สารละลาย (Solution) หมายถึง ของผสมที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมารวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันโดยยังคงแสดงสมบัติเดิมของส่วนประกอบ แต่มีอัตราส่วนผสมหรือความเข้มข้นไม่คงที่

องค์ประกอบของสารละลาย

สารละลาย ประกอบด้วย ตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute)

● **สารละลายทวิภาค (Binary solution)** คือ สารละลายที่มี 2 องค์ประกอบ เช่น น้ำเกลือ มีตัวถูกละลายคือเกลือแกง และมีน้ำเป็นตัวทำละลาย

● **สารละลายไตรภาค (Ternary solution)** คือ สารละลายที่มี 3 องค์ประกอบ เช่น ถ้านำน้ำตาลทรายและเกลือแกงไปละลายในน้ำแก้วเดียวกัน จะมีตัวถูกละลาย 2 ชนิด คือน้ำตาลทรายและเกลือแกง มีน้ำเป็นตัวทำละลาย

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่าสารใดเป็นตัวทำละลาย และสารใดเป็นตัวถูกละลาย พิจารณาจาก

● **ปริมาณขององค์ประกอบ** ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายอยู่ในสถานะเดียวกัน จะกำหนดให้สารที่มีปริมาณมากกว่าเป็นตัวทำละลายและสารที่มีปริมาณน้อยกว่าเป็นตัวถูกละลาย

● **สถานะขององค์ประกอบ** ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายอยู่ในสถานะต่างกัน เช่น ของแข็งกับของเหลว เมื่อผสมกันแล้วมีสถานะเหมือนกับสารใดให้ถือว่าสารนั้นเป็นตัวทำละลาย อีกสารหนึ่งเป็นตัวถูกละลาย

ไฮดทศน์ # 8.2 ประเภทของสารละลายจำแนกตามสถานะ

ประเภทสารละลาย	ตัวอย่างสารละลาย	ตัวทำละลาย	ตัวถูกละลาย
1) สารละลายแก๊ส (Gas solution)	แก๊สหุงต้ม	แก๊สโพรเพน	แก๊สบิวเทน
	ไอน้ำในอากาศ	อากาศ	น้ำ
	แฉฟทาลีนในอากาศ	อากาศ	แฉฟทาลีน
2) สารละลายของเหลว (Liquid solution)	น้ำโซดา	น้ำ	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
	เครื่องดื่มแอลกอฮอล์	น้ำ	เอทานอล
	น้ำเชื่อม	น้ำ	น้ำตาล
3) สารละลายของแข็ง (Solid solution)	แก๊สไฮโดรเจนในแพลลาเดียม	แพลลาเดียม	แก๊สไฮโดรเจน
	โลหะเงินอุดฟันหรืออะมัลกัม	เงิน	ปรอท
	ทองสำริด	ทองแดง	สังกะสี

คอลลอยด์ (Colloid) หมายถึง ของผสมที่มีสภาวะอยู่ระหว่างสารละลายกับสารแขวนลอย เนื่องจากคอลลอยด์มีขนาดอนุภาคที่เล็กเกินกว่าจะตกตะกอนออกจากสารตัวกลางได้ดังเช่นสารแขวนลอย แต่ก็มีขนาดของอนุภาคใหญ่พอที่จะทำให้เกิดความขุ่นเพราะเกิดการกระเจิงแสง ไม่ใช่เป็นเนื้อเดียวกันเหมือนสารละลาย คอลลอยด์ได้เป็น 5 ชนิด คือ

- 1) **ซอล (Sol)** เกิดจากอนุภาคของของแข็งที่กระจายอยู่ในตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น กำมะถันคอลลอยด์
- 2) **เจล (Gel)** เกิดจากอนุภาคของของแข็งซึ่งมีพันธะเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลเรียงตัวกระจายเป็นโครงตาข่ายในตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น เยลลี่ วุ้นหรือเจลาติน
- 3) **แอโรซอล (Aerosol)** เกิดจากอนุภาคของของแข็งหรือของเหลวที่กระจายอยู่ในตัวกลางที่เป็นแก๊ส เช่น ควันบุหรี่
- 4) **โฟม (Foam)** เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากอนุภาคของแก๊สกระจายในตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น ฟองสบู่ครีมโกนหนวด
- 5) **อิมัลชัน (Emulsion)** เกิดจากอนุภาคของของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง อิมัลชันบางชนิดจะอยู่ตัวเมื่อเติมสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานเรียกว่า “อิมัลซิฟายเออร์” ลงไป เช่น น้ำสลัดเป็นอิมัลชันมีไข่แดงเป็นอิมัลซิฟายเออร์

ไฮดรอลิก # 8.4 กระบวนการเกิดสารละลายและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการละลาย

กระบวนการเกิดสารละลาย

การเกิดสารละลายเป็นกระบวนการที่อนุภาคของตัวทำละลายและตัวถูกละลายซึ่งประกอบด้วยสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปกระจายตัวแทรกเป็นเนื้อเดียวกันอย่างทั่วถึง ในกระบวนการเกิดสารละลายนั้น มีปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง 2 ประการคือ พลังงานที่เกิดขึ้นระหว่างการละลาย และการเปลี่ยนแปลงความเป็นระเบียบของอนุภาคในระหว่างการละลาย

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการละลาย ได้แก่

1. **ชนิดของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย** เช่น สารที่มีขั้วและสารพวกไฮโดรอนิกจะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว ส่วนสารที่ไม่มีขั้วก็จะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว
2. **อุณหภูมิ** อุณหภูมิมีผลต่อความสามารถในการละลายของสารทั่วไป เช่น ของแข็งส่วนใหญ่จะละลายในน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงกันข้าม สภาพการละลายของแก๊สจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
3. **ความดัน** ความดันภายนอกจะมีผลน้อยมากต่อการละลายของของแข็งหรือของเหลวในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว แต่จะมีผลอย่างมากต่อการละลายของแก๊สกับความดันของแก๊สนั้นเหนือสารละลาย

ไสตท์ศน์ # 8.5 หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงสัดส่วนของตัวถูกละลายและตัวทำละลายในสารละลายหนึ่ง ๆ หน่วยความเข้มข้นที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่

หน่วยความเข้มข้น	สัญลักษณ์	คำจำกัดความ
ร้อยละ	%	ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 ส่วน
ส่วนในล้านส่วน	ppm	ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลายหนึ่งล้านส่วน
เศษส่วนโมล	X	จำนวนโมลขององค์ประกอบหนึ่งต่อจำนวนโมลของทุกองค์ประกอบของสารละลาย
โมลาริตี	M	จำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลิตร
โมแลลิตี	m	จำนวนโมลของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย 1,000 กรัม
นอร์แมลิตี	N	จำนวนน้ำหนักสมมูลของตัวถูกละลายที่มีในสารละลาย 1 ลิตร
ฟอร์แมลิตี	F	จำนวนน้ำหนักเป็นกรัมตามสูตรของตัวถูกละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร

ไสตท์ศน์ # 8.6 การคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย

รายละเอียดการคำนวณความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ อยู่ในเรื่องที่ 8.1.3 ในที่นี้จะเน้นโมลาริตีหรือโมลาร์ (Molarity, Molar; M) ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้กันมากที่สุดในการปฏิบัติการทางเคมี หมายถึงจำนวนกรัมโมเลกุลหรือจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร เช่น สารละลายกรดน้ำส้มมีความเข้มข้น 6 โมลาร์ เขียนเป็น 6M CH₃COOH หมายความว่า ในสารละลาย 1 ลิตร มี CH₃COOH จำนวน 6 กรัมโมเลกุล หรือ 6 โมล การคำนวณความเข้มข้นเป็นโมลาร์สามารถหาได้จาก

$$\begin{aligned} \text{โมลาร์} &= \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรเป็นลิตรของสารละลาย}} \\ &= \frac{\text{มวลเป็นกรัมของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย} \times \text{ปริมาตรเป็นลิตรของสารละลาย}} \end{aligned}$$

ไฮดรอกไซด์ # 8.7 วิธีการเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลายโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ

1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ โดยการคำนวณหาปริมาณสารบริสุทธิ์ (ตัวถูกละลาย) จากนั้นทำให้เป็นสารละลายโดยละลายสารตามปริมาณที่ต้องการในตัวทำละลายปริมาณเล็กน้อยก่อน แล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามที่ต้องการเตรียม

2. การเจือจางสารละลาย เป็นการนำสารละลายเข้มข้น (stock solution) มาเจือจาง (dilution) เพื่อให้ได้สารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาณที่ต้องการ การเตรียมสารละลายวิธีนี้จึงค่อนข้างสะดวกเพราะไม่ต้องชั่งสารเพื่อมาละลายตั้งแต่ต้น แต่เป็นการเติมตัวทำละลายลงไปเพิ่มเพื่อเจือจางสารละลายเข้มข้นโดยที่จำนวนโมลของตัวถูกละลายเท่าเดิม

$$\text{ใช้สมการ } C_1 V_1 = C_2 V_2$$

เมื่อ C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายก่อนเจือจาง

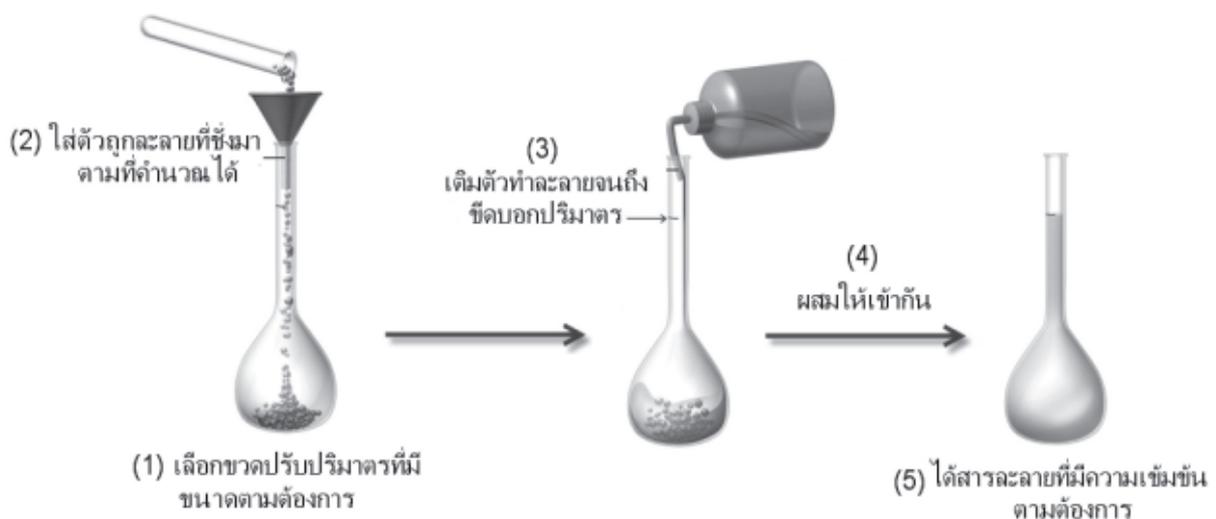
C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายหลังเจือจาง (หน่วยความเข้มข้นเดียวกันกับ C_1)

V_1 = ปริมาตรของสารละลายก่อนเจือจาง

V_2 = ปริมาตรของสารละลายหลังเจือจาง (หน่วยปริมาตรเดียวกันกับ V_1)

ไฮดรอกไซด์ # 8.8 ตัวอย่างวิธีการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

ตัวอย่างการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ (M) หรือ mol/L โดยใช้ น้ำเป็นตัวทำละลาย ทำได้โดยเลือกขวดปรับปริมาตรที่มีขนาดตามต้องการ แล้วนำ NaCl 1 โมล (ซึ่งน้ำหนัก NaCl 58.44 g) เติลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร จากนั้นเติมน้ำจนถึงขีดบอกปริมาตรและผสมให้เข้ากัน



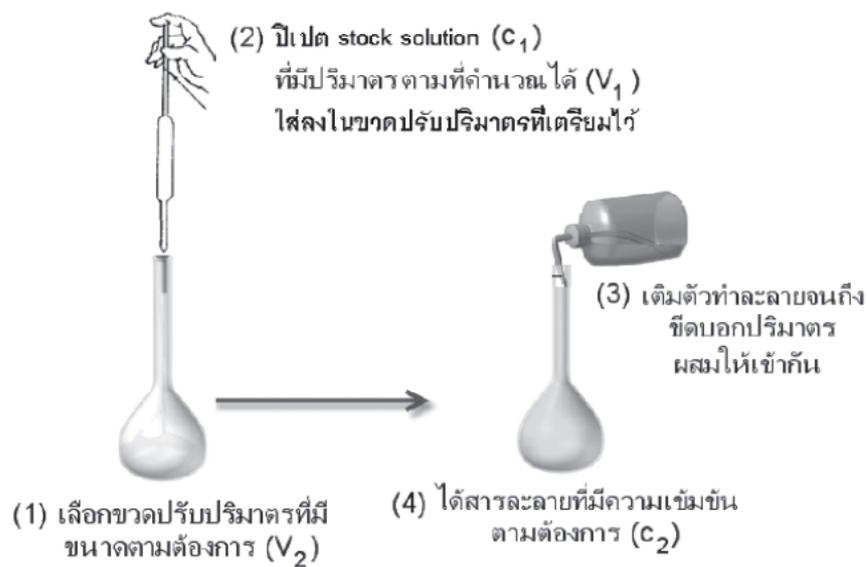
ไฮดรอลิกส์ # 8.9

ตัวอย่างวิธีการเจือจางสารละลาย

ตัวอย่างการเตรียมสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 100 cm³ จากสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 1 M (stock solution) ขั้นแรกจะต้องคำนวณปริมาตรของ stock solution (V₁) ที่ต้องใช้

$$\text{จาก } V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{0.5 \text{ M} \times 100 \text{ cm}^3}{1 \text{ M}} = 50 \text{ cm}^3$$

จากนั้นใช้ปิเปตตวงสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 1 M มา 50 cm³ ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 cm³ จากนั้นเติมน้ำจนถึงขีดบอกริมาตร แล้วผสมให้เข้ากัน จะได้สารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 100 cm³ ตามต้องการ



ไฮดรอลิกส์ # 8.10

สมบัติคอลลิเกทีฟ

สมบัติคอลลิเกทีฟ เป็นสมบัติทางกายภาพของสารละลายที่ขึ้นกับจำนวนอนุภาคหรือความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารละลาย แต่ไม่ขึ้นกับชนิดของตัวถูกละลาย สามารถใช้ประโยชน์ในการหามวลโมเลกุลของตัวถูกละลายได้ สมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลาย ได้แก่

- 1. การลดลงของความดันไอ** โดยความดันไอของสารละลายจะต่ำกว่าความดันไอของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- 2. การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด** โดยจุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- 3. การลดลงของจุดเยือกแข็ง** โดยจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- 4. ความดันออสโมติก** เป็นแรงดันที่เกิดขึ้นเพื่อต้านการเคลื่อนที่ของตัวทำละลายที่ผ่านเยื่อเลือกผ่าน (Semipermeable membrane)

ไฮดรอลิก # 8.11 การแพร่ของสารในสารละลายและการแพร่ผ่านเยื่อ

การแพร่ของสารในสารละลาย (Diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าโดยอาศัยพลังงานจลน์ของสารเอง ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทุกทิศทางทุกทางที่ไม่แน่นอน เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน (Brownian movement) เป็นผลให้ความเข้มข้นของอนุภาคของสารในภาชนะนั้นเท่ากัน

การแพร่ของสารผ่านเยื่อ มี 2 รูปแบบ คือ

1) **การแพร่ผ่านเยื่อเซลล์แบบพาสซีฟ (passive transport)** เป็นการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยไม่ใช้พลังงานจากเซลล์ แต่เกิดจากความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารละลายและพลังงานความร้อนที่มีอยู่ในโมเลกุลของสารเท่านั้น

2) **การแพร่ผ่านเยื่อเซลล์แบบแอกทีฟ (Active transport)** เป็นการเคลื่อนที่ของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่สารมีความเข้มข้นน้อยไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นมากกว่า โดยอาศัยตัวพา คือ โปรตีนบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์และต้องใช้พลังงานสูงจาก ATP (Adenosine triphosphate) เช่น การเคลื่อนที่ของ Na^+ และ K^+ ในเซลล์ประสาทและเซลล์กล้ามเนื้อ

ไฮดรอลิก # 8.12 ปฏิกริยาการเกิดตะกอนของสารละลาย

ปฏิกริยาการเกิดตะกอน (Precipitation reaction) เป็นปฏิกริยาการเกิดของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำและแยกตัวออกมาจากสารละลาย ปฏิกริยานี้มักเกิดกับสารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำได้ เมื่อนำมาผสมกันจะเกิดการแลกเปลี่ยนคู่อิออน ทำให้เกิดสารที่ไม่ละลายหรือมีการละลายน้ำต่ำ

เมื่อผสมสารละลายสองชนิดเข้าด้วยกันหรือเมื่อเติมสารประกอบชนิดหนึ่งลงในสารละลายใด ๆ การทำนายว่าจะมีตะกอนเกิดขึ้นหรือไม่ มีหลักในการพิจารณาดังนี้

- 1) สารประกอบแอมโมเนียมทุกชนิดละลายน้ำได้
- 2) สารประกอบทุกชนิดของโลหะอัลคาไล (หมู่ IA) ละลายน้ำได้
- 3) สารประกอบทุกชนิดที่มีไนเตรต (NO_3^-) คลอเรต (ClO_3^-) หรือเปอร์คลอเรต (ClO_4^-) ละลายน้ำได้
- 4) สารประกอบซัลเฟต (SO_4^{2-}) ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ **ยกเว้น** ซัลเฟตของแบเรียม โปรท และตะกั่ว
- 5) สารประกอบคลอไรด์ (Cl^-) ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ **ยกเว้น** คลอไรด์ของเงิน โปรท และตะกั่ว
- 6) สารประกอบโบรไมด์ (Br^-) ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ **ยกเว้น** โบรไมด์ของเงิน โปรท และตะกั่ว
- 7) สารประกอบไอโอดีน (I^-) ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ **ยกเว้น** ไอโอดีนของเงิน โปรท และตะกั่ว
- 8) สารประกอบที่มีคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และซัลไฟด์ (S^{2-}) ส่วนใหญ่ **ไม่** ละลายน้ำ **ยกเว้น** สารประกอบของโลหะแอลคาไลและแอมโมเนียม
- 9) สารประกอบไฮดรอกไซด์ (OH^-) ส่วนใหญ่ **ไม่** ละลายน้ำ **ยกเว้น** ไฮดรอกไซด์ของโลหะแอลคาไลและแบเรียม

ไฮดรอกไซด์ # 8.13 ปฏิกริยาไฟฟ้าเคมี

ปฏิกริยาไฟฟ้าเคมี (Electrochemical reaction) หมายถึง ปฏิกริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างไอออนของสาร โดยมีการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน ได้แก่ เปลี่ยนจากพลังงานเคมีเป็นไฟฟ้า หรือให้กระแสไฟฟ้าแล้วทำให้เกิดปฏิกริยาเคมี

ปฏิกริยาถ่ายโอนอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ปฏิกริยารีดอกซ์ (Redox reaction) หรือปฏิกริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation–reduction Reaction) หมายถึงปฏิกริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอน ประกอบด้วย 2 ครึ่งปฏิกริยา ดังนี้

1) **ปฏิกริยาออกซิเดชัน (Oxidation reaction)** คือ ปฏิกริยาที่ไอออนมีการให้อิเล็กตรอน ซึ่งสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า เกิดออกซิเดชัน

2) **ปฏิกริยารีดักชัน (Reduction reaction)** คือ ปฏิกริยาที่ไอออนรับอิเล็กตรอน ซึ่งสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า เกิดรีดักชัน

ไฮดรอกไซด์ # 8.14 การนำไฟฟ้าของสารละลาย

สารละลายแบ่งตามเกณฑ์การนำไฟฟ้าได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. **สารละลายอิเล็กโทรไลต์** เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าได้ เนื่องจากมีการแตกตัวเป็นไอออนเคลื่อนที่อยู่ในสารละลาย สารละลายอิเล็กโทรไลต์อาจเป็นสารละลายกรด เบส หรือเกลือก็ได้ แบ่งได้เป็น 2 จำพวก คือ

1.1 **อิเล็กโทรไลต์แก่** หมายถึง สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้เกือบหมดในน้ำจึงนำไฟฟ้าได้ดี เช่น กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดไนตริก (HNO_3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ต่างก็จัดเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่อย่างสมบูรณ์ เพราะเมื่อละลายในน้ำ สารเหล่านี้จะแตกตัวออกเป็นไอออนได้ทั้งหมด

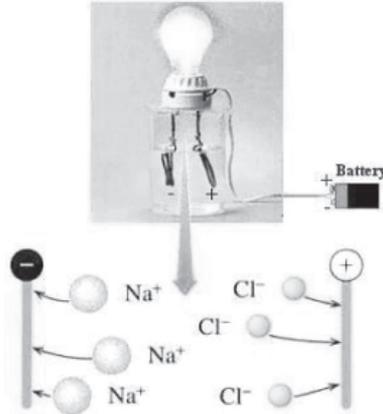
1.2 **อิเล็กโทรไลต์อ่อน** หมายถึง สารที่แตกตัวให้ไอออนเพียงเล็กน้อยในน้ำ จึงทำให้สารละลายนั้นนำไฟฟ้าได้ไม่ดี สารพวกนี้ได้แก่สารประกอบที่มีพันธะโคเวเลนต์ เช่น แอมโมเนียไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) และกรดอะซิติก (CH_3COOH) เป็นต้น

2. **สารละลายไม่นำไฟฟ้า** เป็นสารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า เนื่องจากตัวถูกละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน กระแสไฟฟ้าจึงไหลผ่านไม่ได้

การนำไฟฟ้าแบบที่มีการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายที่นำไฟฟ้าได้ เรียกว่า **“การนำไฟฟ้าแบบอิเล็กโทรไลต์”**

ไฮดรอกไซด์ # 8.15 การทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลาย

การทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลายทำได้โดยการจุ่มขั้วไฟฟ้าสองขั้วลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เช่น สารละลายโซเดียมคลอไรด์ เมื่อต่อสายจากขั้วเข้ากับวงจรไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า หลอดไฟจะสว่าง ดังภาพ

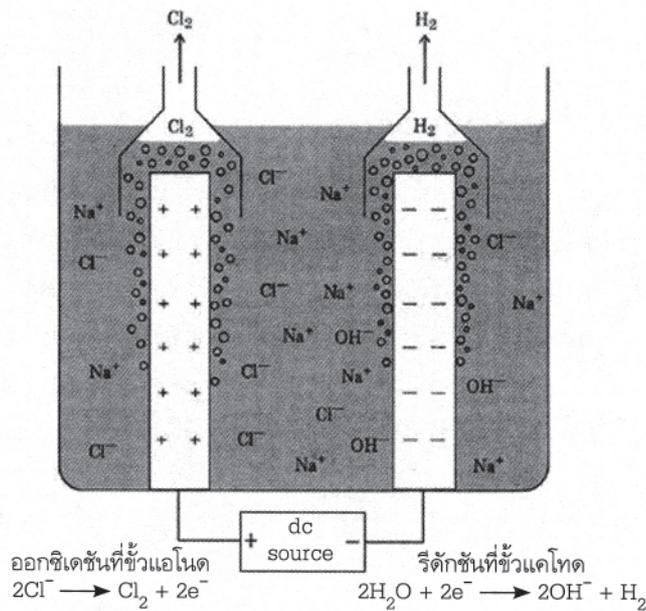


จากภาพ อธิบายตามทฤษฎีไอออน (Ionic Theory) ของอาร์เรเนียสได้ดังนี้ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ซึ่งในที่นี้คือสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จะแตกตัวให้ไอออนบวก คือโซเดียมไอออน (Na^+) และไอออนลบคือคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ไอออนเหล่านี้เป็นอนุภาคอิสระจึงเคลื่อนที่ไปได้ทั่วสารละลาย และถ้ามีอิเล็กโทรดจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ของเซลล์อิเล็กโทรไลติก (electrolytic cell) แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป ไอออนในสารละลายก็จะเคลื่อนที่เข้าหาอิเล็กโทรดที่มีประจุตรงกันข้ามและมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นเป็นครึ่งปฏิกิริยา โดยแคโทดไอออนที่มีประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปยังอิเล็กโทรดที่มีขั้วลบเรียกว่าแคโทด (cathode) เพื่อรับอิเล็กตรอน จึงเป็นปฏิกิริยารีดักชัน ขณะที่แอนไอออนที่มีประจุลบจะเคลื่อนที่ไปยังอิเล็กโทรดที่มีขั้วบวกเรียกว่า แอโนด (anode) เพื่อให้ไอเล็กตรอน จึงเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยาทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกัน ดังนั้นจึงเท่ากับว่าอิเล็กโทรดเป็นที่ถ่ายเทอิเล็กตรอนนั่นเอง โดยถ่ายเทอิเล็กตรอนจากแคโทดมาสู่สารละลายอิเล็กโทรไลต์และถ่ายเทจากสารละลายอิเล็กโทรไลต์ไปสู่แอโนด ทำให้ไฟฟ้าเดินครบวงจร หลอดไฟจึงสว่าง แสดงว่าสารละลายที่มีไอออนสามารถนำไฟฟ้าได้

ไฮดรอกไซด์ # 8.16 กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

อิเล็กโทรลิซิส (Electrolysis) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นโดยใช้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกผ่านเข้าไปในสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือเกลือที่หลอมเหลวในเซลล์แบบอิเล็กโทรลิติก ซึ่งจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากสารที่ให้อิเล็กตรอนที่เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ไปยังสารที่รับอิเล็กตรอนที่เรียกว่า ตัวออกซิไดส์ ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีนี้จะเกิดพร้อมกันทั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน ทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทดและแอโนด

ตัวอย่างเช่น กระบวนการอิเล็กโทรลิซิสของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จะได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แก๊สคลอรีน และแก๊สไฮโดรเจน ดังภาพ



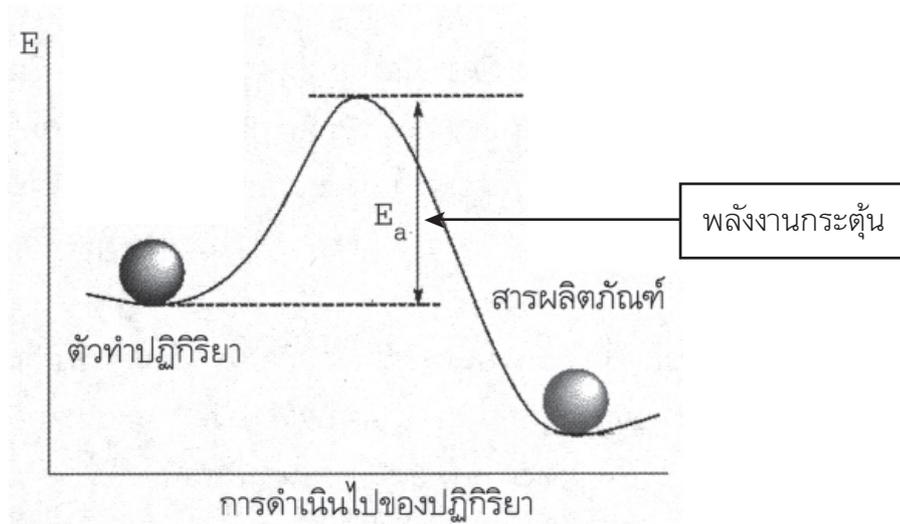
ประโยชน์ของอิเล็กโทรลิซิส หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย ที่สำคัญคือใช้ในการผลิตสารเคมีบางชนิด การเตรียมโลหะจากสารประกอบ การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการชุบโลหะ

ไฮดรอกซ์ # 9.1

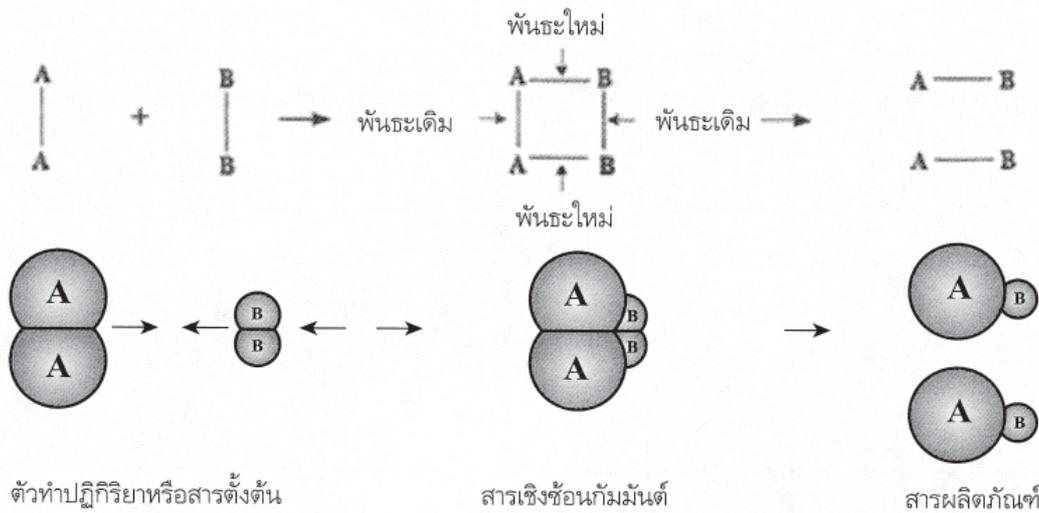
ทฤษฎีการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมีอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการชนกันหรือการปะทะ (Collision theory) และทฤษฎีสถานะทรานสิชัน (Transition State theory)

1. ทฤษฎีการชนกัน อธิบายว่าปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้อ่อนภาคของสารที่เป็นตัวทำปฏิกิริยา ซึ่งอาจเป็นโมเลกุล อะตอม หรือไอออน ของแก๊สต้องมาชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอ่อนภาคต้องมีพลังงานสูงเพียงพอที่เมื่อเกิดการชนกันแล้วทำให้มีการจัดอะตอมกันใหม่ พันธะเดิมแตกออก เกิดพันธะใหม่ และได้สารใหม่ที่เป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา พลังงานน้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยา คือพลังงานก่อกัมมันต์หรือ พลังงานกระตุ้น (activation energy, E_a)



2. ทฤษฎีสถานะทรานสิชัน อ่อนภาคที่เข้าชนอาจเป็นอ่อนภาคในแก๊สหรือสารละลายก็ได้มาชนกันในลักษณะที่เหมาะสม เกิดการเปลี่ยนแปลงที่พันธะ พันธะของสารตั้งต้นจะถูกยืดและแตกออก เกิดพันธะใหม่ชั่วขณะหนึ่งที่อ่อนภาคมาชนกัน เกิดเป็นสารประกอบใหม่เรียกว่า สารประกอบเชิงซ้อนกัมมันต์ (activated complex) ที่อยู่ในสถานะทรานสิชัน คือ สภาวะที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีพลังงานสูง ไม่เสถียร และจะเปลี่ยนแปลงต่อไปจนได้สารผลิตภัณฑ์



ภาพแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามทฤษฎีสถานะทรานสิชัน

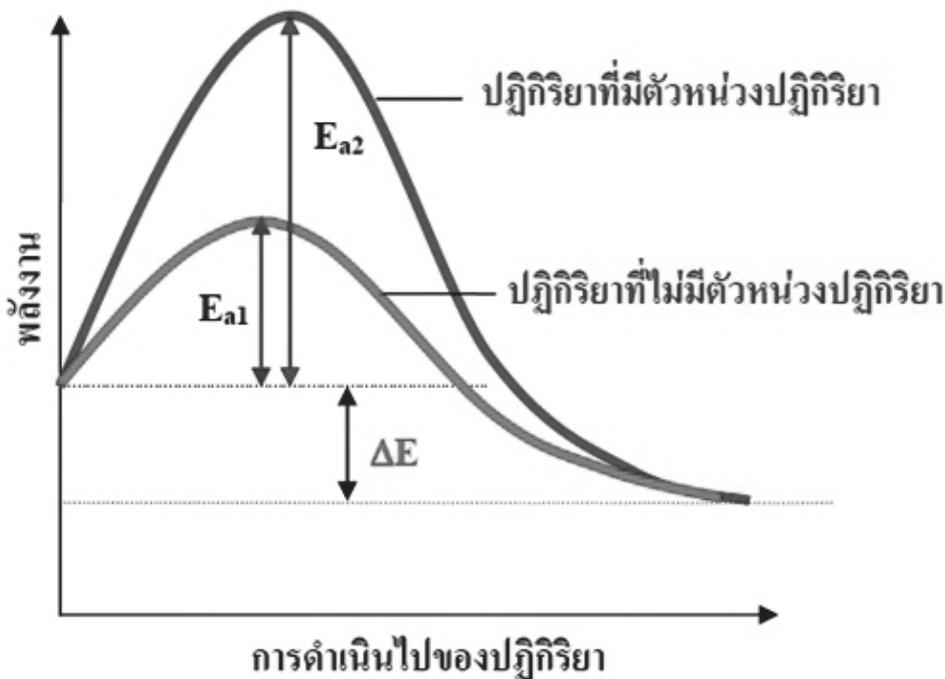
การที่ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วหรือช้าต่างกัันนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ล้าคัญดังนี้

1. ธรรมชาติของตัวทำปฏิกิริยา สารที่ทำปฏิกิริยาเป็นสารไอออนิกทั้งคู่จะเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าสารที่เป็นโคเวเลนต์ สารที่ทำปฏิกิริยาเป็นแก๊สทั้งคู่จะทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่สารอยู่ในสถานะต่างกััน

2. ความเข้มข้นของตัวทำปฏิกิริยา ยิ่งตัวทำปฏิกิริยามีความเข้มข้นสูงขึ้นก็ยิ่งทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น เพราะการเพิ่มความเข้มข้นเป็นการเพิ่มจำนวนโมเลกุลของตัวทำปฏิกิริยาให้มีโอกาสชนกันมากขึ้น อัตราของปฏิกิริยาจึงเพิ่มขึ้นตาม

3. อุณหภูมิของปฏิกิริยา การเพิ่มอุณหภูมิทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น เพราะการเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ของอนุภาคที่เข้าชนให้มีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ ปฏิกิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้นโดยการทำให้เกิดวิถีทางใหม่ของปฏิกิริยาที่จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ง่ายขึ้น โดยการทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาลดลง



5. พื้นที่ผิวสัมผัส พื้นที่ผิวสัมผัสมากปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็ว

6. ความดัน มีผลทำให้สารที่เป็นแก๊สสามารถทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความดันจะช่วยทำให้โมเลกุลของแก๊สเข้ามาอยู่มาใกล้ชิดกันมากขึ้น มีจำนวนโมเลกุลของแก๊สต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น จึงมีโอกาสนชนกันและเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น

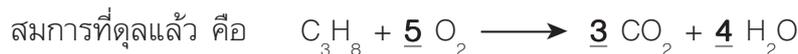
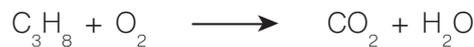
ไฮดรอกไซด์ # 9.3

การดุลสมการเคมี

การดุลสมการโมเลกุล

- เขียนสูตรที่ถูกต้องของตัวทำปฏิกิริยาทางด้านซ้าย ตามด้วยลูกศร และสูตรของผลิตภัณฑ์ทุกชนิดทางด้านขวาของลูกศร
- ใส่สัมประสิทธิ์ที่เป็นจำนวนเต็มและมีค่าน้อยที่สุดที่จะทำให้จำนวนอะตอมแต่ละชนิดทางด้านซ้ายมือและด้านขวามือเท่ากันพอดี โดยไม่เปลี่ยนสูตรทางเคมีของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาหรือผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าอะตอมของแต่ละธาตุในด้านซ้ายและด้านขวาของสมการมีจำนวนเท่ากัน

ตัวอย่างการดุลสมการโมเลกุล



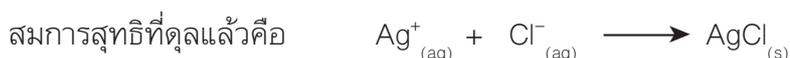
การดุลสมการไอออนิก

- เขียนสมการแสดงเฉพาะไอออน หรือสารที่เกิดปฏิกิริยาเท่านั้น สารอื่นที่มีอยู่ในระบบ ถ้าไม่เกิดปฏิกิริยาไม่ต้องเขียนลงไปในสมการ
- สารต่างๆ ให้เขียนอยู่ในรูปของไอออน ยกเว้นสารบางชนิดที่เขียนในรูปโมเลกุล ได้แก่ สารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น AgCl , BaSO_4 สารที่แตกตัวได้น้อย (อิเล็กโทรไลต์อ่อน) หรือสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออน (นอนอิเล็กโทรไลต์) เช่น H_2O , NH_3 , HCN สารที่เป็นแก๊ส เช่น CO_2 , H_2
- การดุลสมการต้องดุลทั้งจำนวนอะตอมและจำนวนประจุ

ตัวอย่างการดุลสมการไอออนิก



เขียนไอออนทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้ เป็น



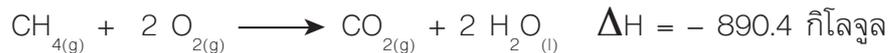
1. เอนทัลปีและกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี (ΔH) เท่ากับความร้อนที่ระบบดูดเข้าไปหรือคายออกมาเมื่อเกิดปฏิกิริยาที่ความดันคงที่

ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อม หรือเป็นปฏิกิริยาดูดกลืนความร้อน เช่น การหลอมเหลวของน้ำแข็ง หรือ การที่น้ำกลายเป็นไอ ΔH จะมีค่าเป็นบวก ($\Delta H > 0$) ดังสมการ



แต่ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นให้ความร้อนแก่สิ่งแวดล้อม หรือเป็นปฏิกิริยาการคายความร้อน เช่น การเผาไหม้ของแก๊สมีเทน $\text{CH}_4(g)$ การเกิดน้ำจากปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับออกซิเจน ΔH จะมีค่าเป็นลบ ($\Delta H < 0$) ดังสมการ



2. เอนโทรปีและกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

การเปลี่ยนแปลงของเอนโทรปี (ΔS) จะบอกได้ว่าระบบเปลี่ยนแปลงไปสู่ความเป็นระเบียบมากขึ้นหรือน้อยลง ซึ่งจะทำให้ทราบว่าปฏิกิริยานั้นจะเกิดขึ้นได้เองหรือไม่ หากปฏิกิริยานั้นเปลี่ยนแปลงไปสู่การมีเอนโทรปีมากขึ้น $\Delta S > 0$ หรือมีเครื่องหมายเป็นบวก ปฏิกิริยานั้นก็สามารถเกิดขึ้นได้เอง

3. พลังงานอิสระของกิบส์

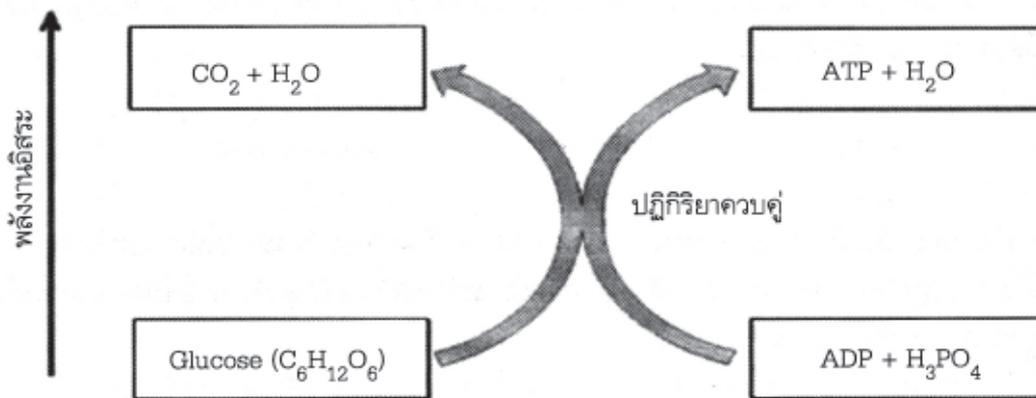
ปฏิกิริยาเคมีใด ๆ เกิดขึ้นได้เองหรือไม่ และเกิดในทิศทางใดนั้นดูได้จากค่า ΔG ของปฏิกิริยา

- ถ้า $\Delta G < 0$ หรือเป็นลบ ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้เองตามทิศทางที่เขียนสมการไว้
- ถ้า $\Delta G > 0$ หรือเป็นบวก ปฏิกิริยาจะไม่เกิดขึ้นเองตามทิศทางที่เขียนสมการไว้ แต่จะเกิดกลับทิศทางที่เขียนสมการไว้ เช่น ปฏิกิริยา $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$ มีค่า $\Delta G = + 84$ กิโลจูล ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจริงคือ $\text{C} \longrightarrow \text{A} + \text{B}$

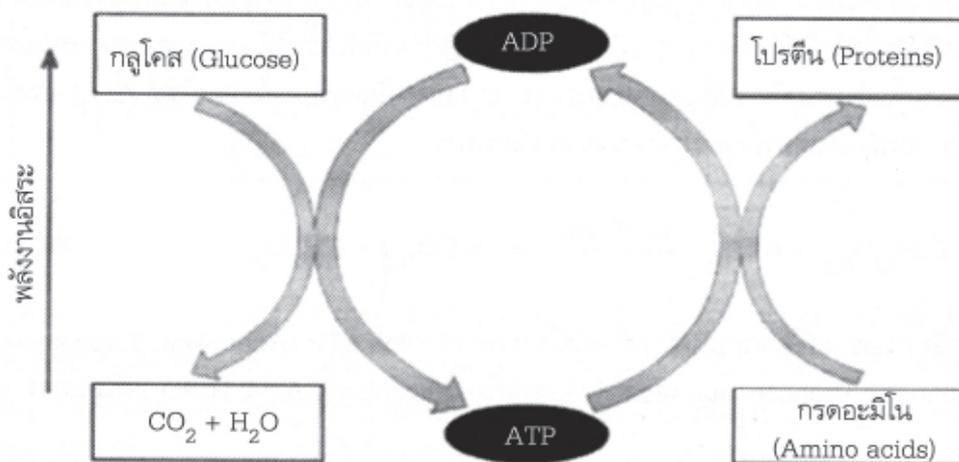
ไฮดรอกซิล # 9.5 ปฏิกริยาควบคู่

ปฏิกริยาควบคู่ (coupling reaction) คือปฏิกริยาที่ให้ ΔG เป็นลบ ปล่อยพลังงานออกมาไปทำให้ปฏิกริยาที่มี ΔG เป็นบวกซึ่งเกิดขึ้นเองไม่ได้ให้สามารถเกิดขึ้นได้

ปฏิกริยาควบคู่มีบทบาทสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในระบบของสิ่งมีชีวิต มีเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกริยาที่เกิดขึ้นไม่ได้เองหลายๆ ปฏิกริยาให้เป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นได้ เช่น ปฏิกริยาควบคู่ในกระบวนการสลายกลูโคสและสังเคราะห์ ATP



หลังจากนั้น ATP ก็จะถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อนปฏิกริยาที่เกิดขึ้นไม่ได้เองเพื่อให้สามารถเกิดขึ้นได้ เช่น การสังเคราะห์โปรตีนจากกรดอะมิโน



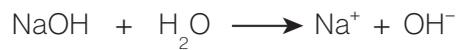
นิยามของอาร์เรเนียส ● สารที่จะบอกได้ว่าเป็นกรดหรือเบสต้องละลายน้ำได้

กรด คือ สารที่เมื่อละลายน้ำแล้วให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือ ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+)

เบส คือ สารที่เมื่อละลายน้ำแล้วให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)



กรด



เบส

นิยามของเบรินสเตด-ลาวรี ● สารที่จะบอกได้ว่าเป็นกรดหรือเป็นเบสต้องมีโปรตอน

กรด คือ สารที่ให้โปรตอน (H^+) กับสารอื่น

เบส คือ สารที่รับโปรตอนจากสารอื่น



กรด

เบส

กรด

เบส

นิยามของลิวอิส ● ใช้ได้กับทุกสารเนื่องจากสารทุกชนิดมีอิเล็กตรอน

กรด คือ สารที่รับคู่อิเล็กตรอน

เบส คือ สารที่ให้คู่อิเล็กตรอน

ไฮดรอกไซด์ # 9.7

ความแรงของกรดอ่อนและเบสอ่อน

กรดอ่อนแต่ละชนิดจะมีความแรงมากหรือน้อยขึ้นกับค่าคงที่การแตกตัวของกรด หรือ ค่า K_a กรดที่มีค่า K_a สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มาก และมีความแรงมากกว่ากรดที่มีค่า K_a ต่ำ

ชนิดของกรดอ่อน	ค่า K_a
กรดไฮโดรฟลูออริก (HF)	7.1×10^{-4}
กรดไนทริก (HNO_2)	4.5×10^{-4}
กรดอะเซทิลซาลิไซลิก หรือ แอสไพริน ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$)	3.0×10^{-4}
กรดฟอร์มิก (HCOOH)	1.7×10^{-4}
กรดแอสคอร์บิก ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)	8.0×10^{-5}
กรดเบนโซอิก ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$)	6.5×10^{-5}
กรดแอสซิติค (CH_3COOH)	1.8×10^{-5}
กรดไฮโดรไซยานิก (HCN)	4.9×10^{-10}

ความแรงของกรดเรียงลำดับดังนี้



ส่วนความแรงของเบสอ่อนแต่ละชนิดขึ้นกับค่า K_b เบสที่มีค่า K_b สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มาก และมีความแรงมากกว่าเบสที่มีค่า K_b ต่ำ

ไฮดรอกไซด์ # 9.8

ปฏิกิริยาของกรดและเบส

ปฏิกิริยาของกรด



ปฏิกิริยาของเบส



ไฮดรอลิก # 9.9

ความสามารถในการละลายน้ำของเกลือที่ละลายได้น้อย

เกลือที่ได้จากปฏิกิริยาสะเทินของกรดและเบสแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำไม่เท่ากันเกลือที่ละลายได้น้อยมาก ค่าคงที่ของการละลาย (Solubility product constant, K_{sp}) จะบอกให้ทราบว่าเกลือชนิดใดจะละลายได้ดีกว่ากัน เกลือที่มีค่า K_{sp} สูง จะละลายได้ดี เช่น K_{sp} ของ $\text{AgCl} = 1.7 \times 10^{-10}$ K_{sp} ของ $\text{PbSO}_4 = 1.8 \times 10^{-8}$ แสดงว่า AgCl ละลายได้น้อยกว่า PbSO_4

ไฮดรอลิก # 9.10

สารละลายบัฟเฟอร์

ส่วนประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์

สารละลายบัฟเฟอร์ประกอบด้วยสารละลายผสมของกรดอ่อนกับคู่เบสของกรดอ่อนนั้น หรือ สารละลายผสมของเบสอ่อนกับคู่กรดของเบสอ่อนนั้น ตัวอย่างเช่น

- สารละลายบัฟเฟอร์ที่ประกอบด้วยสารละลายผสมของกรดอ่อนกับคู่เบสของกรดอ่อน เช่น สารละลายของกรดแอสซิติคกับแอสซิติเตอไอออน ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$) กรดคาร์บอนิก กับไบคาร์บอเนตไอออน ($\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$)

- สารละลายผสมของเบสอ่อนกับคู่กรดของเบสอ่อนนั้น เช่น แอมโมเนีย กับ แอมโมเนียมไอออน ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$)

กลไกการทำงานของบัฟเฟอร์

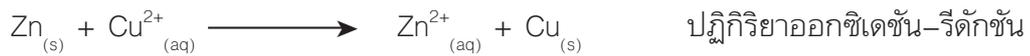
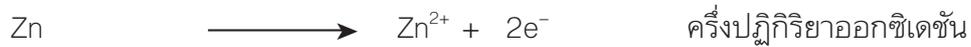
สารละลายบัฟเฟอร์สามารถต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ได้ โดยการทำปฏิกิริยากับไอออนของกรดแก่หรือเบสแก่ที่เติมลงไปและเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลง pH คือ H_3O^+ หรือ OH^- ทำให้ไอออนเหล่านี้เปลี่ยนเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อนที่ไม่ทำให้ pH เปลี่ยนแปลงไปมากนัก

สารละลายบัฟเฟอร์ในระบบร่างกาย

- ไบคาร์บอเนตบัฟเฟอร์ $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{KHCO}_3$ ในเซลล์เม็ดเลือดแดง และ $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ ในพลาสมา
- ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ $\text{K}_2\text{HPO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$ ในเซลล์และในปัสสาวะ

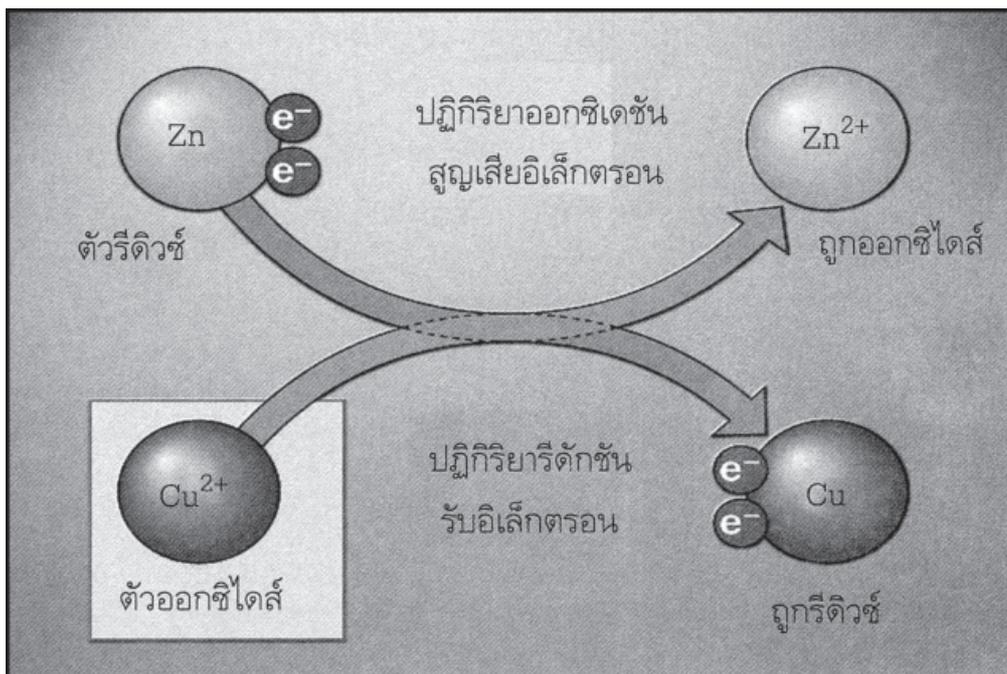
ไฮดรอกไซด์ # 9.11 ปฏิกริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน

ปฏิกริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน หมายถึง ปฏิกริยาที่มีทั้งการให้และรับอิเล็กตรอนในเวลาเดียวกัน ประกอบด้วยครึ่งปฏิกริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกริยารีดักชัน



สารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนและทำให้เกิดปฏิกริยาออกซิเดชัน เรียกว่า ตัวออกซิไดส์

สารที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอนและทำให้เกิดปฏิกริยารีดักชัน เรียกว่า ตัวรีดิวซ์



การให้ความหมายของปฏิกริยาออกซิเดชันและปฏิกริยารีดักชันว่าเป็นปฏิกริยาที่มีการสูญเสียและรับอิเล็กตรอนดังกล่าวมานั้น ใช้ได้กับปฏิกริยาการเกิดสารประกอบไอออนิก แต่ไม่สามารถใช้ได้กับปฏิกริยาการเกิดสารประกอบโคเวเลนต์ที่ปฏิกริยาไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนให้เห็นอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถระบุว่าเป็นปฏิกริยาใดเป็นปฏิกริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน และสารใดเป็นตัวออกซิไดส์ ตัวรีดิวซ์ จึงกำหนดค่าที่เรียกว่า เลขออกซิเดชัน ปฏิกริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน ก็คือ ปฏิกริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเลขออกซิเดชันซึ่งเกิดขึ้นในขณะเดียวกัน โดยสารที่มีเลขออกซิเดชันลดลงเป็นตัวออกซิไดส์ และสารที่มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเป็นตัวรีดิวซ์

ไฮดรอกไซด์ # 9.12 เลขออกซิเดชัน

เลขออกซิเดชัน (oxidation number) หมายถึง จำนวนประจุไฟฟ้าบนอะตอมในโมเลกุล หรือในสารประกอบไอออนิก เมื่อมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการหาเลขออกซิเดชันของธาตุอย่างง่ายดังนี้

1) อะตอมของธาตุอิสระที่ยังไม่ได้รวมกับธาตุใดมีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์ เช่น แต่ละอะตอมของ Zn, Na, K, Cu, H₂, Cl₂, O₂, P₄ มีเลขออกซิเดชัน = 0

2) เลขออกซิเดชันของไอออนที่มีอะตอมเดี่ยวเท่ากับประจุบนไอออน เช่น เลขออกซิเดชันของ Cu²⁺ และ O²⁻ = +2 และ -2 ตามลำดับ

3) เลขออกซิเดชันของไฮโดรเจน (H) ในสารประกอบเท่ากับ +1 เช่น เลขออกซิเดชันของ H ในสารประกอบ HCl, H₂O, NH₃ = +1 ยกเว้นในสารประกอบไฮไดรด์ เช่น LiH, CaH₂ เลขออกซิเดชันของ H เท่ากับ -1

4) เลขออกซิเดชันของออกซิเจน (O) ในสารประกอบส่วนใหญ่เท่ากับ -2 เช่น เลขออกซิเดชันของ O ใน MgO และ H₂O = -2 ยกเว้นในสารประกอบเปอร์ออกไซด์ เช่น H₂O₂ เลขออกซิเดชันของออกซิเจนเท่ากับ -1

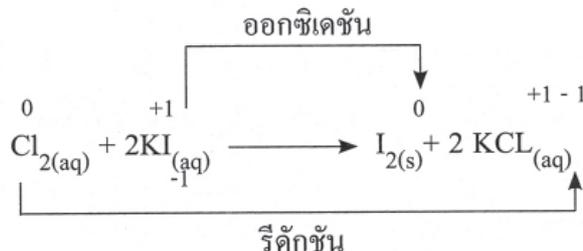
5) เลขออกซิเดชันของฟลูออรีน (F) เท่ากับ -1 เสมอ

6) เลขออกซิเดชันของคลอรีน (Cl) โบรมีน (Br) และ ไอโอดีน (I) ในสารประกอบที่รวมกับธาตุในหมู่ 7A เท่ากับ -1 เช่น เลขออกซิเดชันของ I แต่ละอะตอมใน NI₃ = -1

7) ผลบวกของเลขออกซิเดชันของอะตอมทั้งหมดในสารประกอบต้องเท่ากับศูนย์ ในไอออนที่ประกอบด้วยหลายอะตอม ผลบวกของเลขออกซิเดชันของอะตอมทั้งหมดในไอออนต้องเท่ากับประจุสุทธิของไอออนนั้น

ไฮดรอกไซด์ # 9.13 ตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์

สารที่มีเลขออกซิเดชันลดลงเป็นตัวออกซิไดส์ และสารที่มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเป็นตัวรีดิวซ์



Cl₂ เป็นตัวออกซิไดส์ เพราะเลขออกซิเดชันลดลง (จาก 0 เป็น -1)

KI เป็นตัวรีดิวซ์ เพราะเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น (จาก -1 เป็น 0)

ไฮดรอกไซด์ # 9.14 ชนิดของปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน

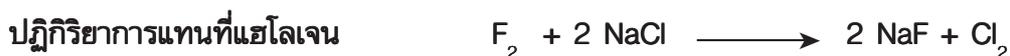
ปฏิกิริยาการรวมตัว ● ปฏิกิริยาที่สาร 2 ชนิดรวมตัวกันได้ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว



ปฏิกิริยาการสลายตัว ● ปฏิกิริยาที่สารชนิดหนึ่งแตกออกเป็นสารอื่นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป



ปฏิกิริยาการแทนที่ ● ปฏิกิริยาที่ธาตุชนิดหนึ่งทำปฏิกิริยากับสารประกอบชนิดหนึ่งโดยการแทนที่ธาตุใดธาตุหนึ่งในสารประกอบนี้



ปฏิกิริยาดิสพรอพอร์ชันเนชัน ● ปฏิกิริยาที่อะตอมของธาตุใดธาตุหนึ่งถูกรีดิวซ์และออกซิไดส์ขณะเดียวกัน



ไฮดรอกไซด์ # 9.15 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันที่สำคัญ

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันที่สำคัญ ได้แก่

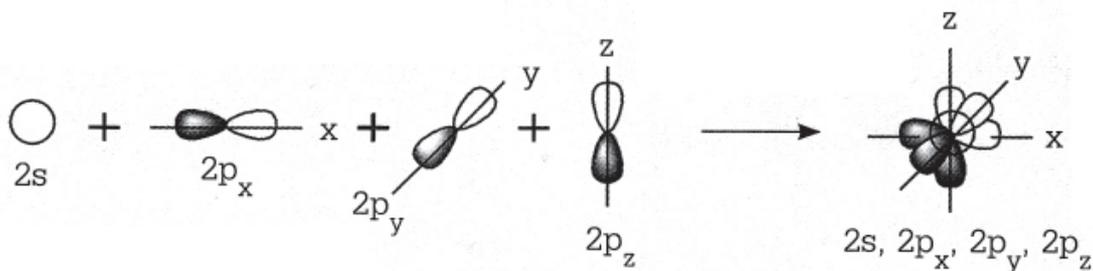
- ปฏิกิริยาการผลิตพลังงานของร่างกาย
- ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
- ปฏิกิริยาการเกิดสนิม
- ปฏิกิริยาในแบตเตอรี่ [แบตเตอรี่ปรอท แบตเตอรี่อัลคาไลน์ แบตเตอรี่ตะกั่วกรด แบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมียม แบตเตอรี่ที่ใส่ในตัวคนไข้ที่หัวใจเต้นไม่ปกติ (pacemaker)]

สารอินทรีย์ (Organic compound) หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และมีธาตุอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบร่วม เช่น ธาตุ O, N, P, S, Cl, และ Br เป็นต้น โดยสร้างพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเป็นการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน การศึกษาพันธะที่เกิดระหว่างคาร์บอนกับอะตอมอื่นจะทำให้ทราบถึงสมบัติของสาร เช่น สถานะ จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายในตัวทำละลาย และการเกิดปฏิกิริยาได้

อะตอมของคาร์บอนมีอิเล็กตรอนทั้งหมด 6 ตัว มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอยู่ในอะตอมมิกออร์บิทัล s ชั้นแรกหรือชั้นในสุด 2 ตัว ($1s^2$) และชั้นที่สอง 2 ตัว ($2s^2$) และในอะตอมมิกออร์บิทัล p ชั้นที่สอง 2 ตัว ($2p^2$) ซึ่งอิเล็กตรอนวงนอกหรือเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่ใช้สร้างพันธะมี 4 ตัว คาร์บอนจึงมีพันธะได้ 4 พันธะ (ตัวเลขยก แสดงจำนวนอิเล็กตรอนในออร์บิทัลชนิดนั้นๆ)

ไฮบริไดเซชัน (Hybridization) คือ ปรากฏการณ์ที่ออร์บิทัลในอะตอมเดียวกัน ที่มีระดับพลังงานใกล้เคียงกันเกิดการรวมกันเกิดเป็น **ไฮบริดออร์บิทัล (Hybrid orbital)** ซึ่งแต่ละไฮบริดออร์บิทัลจะครอบครองพื้นที่เท่ากัน และอยู่ห่างกันมากที่สุดเพื่อให้พลังงานรวมของออร์บิทัลมีพลังงานน้อยที่สุด ผลที่เกิดขึ้นก็คือ เกิดไฮบริดออร์บิทัลมีรูปร่างต่างๆ กันไป ทำให้โมเลกุลมีรูปร่างต่างกันนั่นเอง และพลังงานรวมของไฮบริดออร์บิทัลจะน้อยกว่าผลรวมพลังงานทั้งหมดของออร์บิทัลอะตอมก่อนการเกิดไฮบริไดเซชัน

อะตอมมิกออร์บิทัล หมายถึง บริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนในอะตอม ซึ่งบริเวณดังกล่าวอาจมีรูปร่างต่างกันขึ้นอยู่กับว่าอิเล็กตรอนนั้นอยู่ที่ชั้นใดในอะตอม ชั้นในสุดเป็นชั้นที่ 1 ที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุด ออร์บิทัลในชั้นนี้มีเพียงแบบเดียวโดยบริเวณที่มีโอกาสจะพบอิเล็กตรอนเป็นทรงกลม ซึ่งเรียกว่า $1s$ -ออร์บิทัล ชั้นถัดมาเป็นชั้นที่ 2 มีออร์บิทัล 2 แบบ คือ s -ออร์บิทัลซึ่งเป็นทรงกลม จึงเรียกว่า $2s$ และยังมีออร์บิทัลมีรูปร่างเป็นดัมเบลล์เรียกว่า p -ออร์บิทัล ซึ่งมีด้วยกัน 3 ออร์บิทัล โดยอยู่ตั้งฉากซึ่งกันและกันในแนวแกน x , y และ z และเนื่องจากอยู่ในชั้นที่ 2 ของอะตอมจึงเรียกว่าเป็น อะตอมมิกออร์บิทัล $2p_x$, $2p_y$ และ $2p_z$ ดังภาพ



แผนภาพแสดงรูปร่างออร์บิทัลชั้นที่สองของอะตอมคาร์บอน

ไฮดรคาร์บอน # 10.2 พันธะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เป็นสารอินทรีย์ที่ในโมเลกุลมีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบเท่านั้น

พันธะของคาร์บอนส่วนใหญ่เป็นพันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนของ 2 อะตอมร่วมกัน โดยอะตอมที่จะเกิดพันธะกันจะต้องเข้ามาใกล้กันเพื่อให้อะตอมมีออร์บิทัลเกิดการเหลื่อมซ้อนกัน อิเล็กตรอนของทั้งสองอะตอมจึงวิ่งไปมาในบริเวณของอะตอมทั้งสอง บริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนของพันธะในโมเลกุลนี้ เรียกว่า **โมเลกุลาร์ออร์บิทัล (Molecular orbital) หรือ ออร์บิทัลของโมเลกุล**

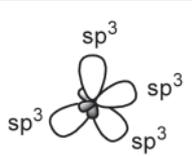
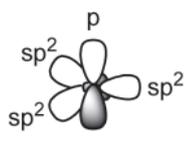
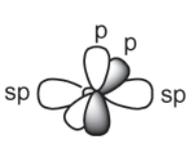
คาร์บอนสร้างพันธะโดยใช้ไฮบริดออร์บิทัลได้ 3 ชนิด คือ sp^3 , sp^2 และ sp -ไฮบริดออร์บิทัล คาร์บอนจึงมีได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และ/หรือ พันธะสาม

พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและความแข็งแรงต่างกันโดยพันธะสามสั้นและแข็งแรงกว่าพันธะคู่ ส่วนพันธะคู่สั้นและแข็งแรงกว่าพันธะเดี่ยว

การเหลื่อมซ้อนของออร์บิทัลในแนวแกนของนิวเคลียสของอะตอมทำให้เกิดเป็นพันธะซิกมา (Sigma bond) ถ้าคาร์บอนใช้ไฮบริดออร์บิทัลชนิด sp^2 หรือ sp จะยังคงมี 2p-ออร์บิทัลเหลืออยู่ ซึ่งจะเหลื่อมซ้อนกับ 2p-ออร์บิทัลของคาร์บอนอีกอะตอมหนึ่งได้ การเหลื่อมซ้อนเกิดทางด้านข้างซึ่งเป็นที่ตั้งด้านบนและด้านล่างของรูปทรงดัมเบลล์ พันธะที่เกิดขึ้นเรียกว่า พันธะไพ (Pi bond = π -bond) ทั้งนี้เมื่อเกิดปฏิกิริยาพันธะไพจะแตกง่ายกว่าการแตกพันธะซิกมาเพราะการเหลื่อมซ้อนของออร์บิทัลในแนวด้านข้างไม่แข็งแรงเท่ากับการเหลื่อมซ้อนในแนวแกนนิวเคลียส

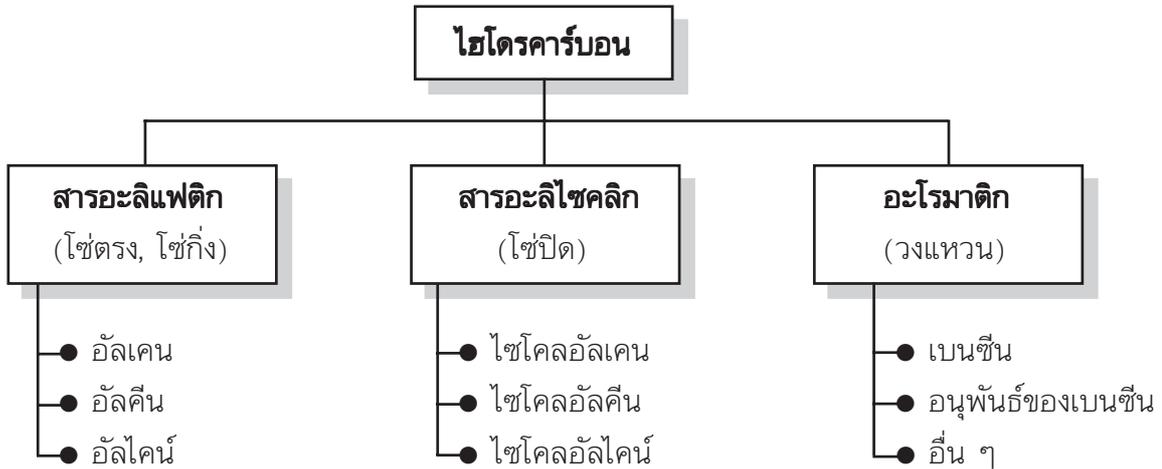
ไฮดรคาร์บอน # 10.3 ชนิด รูปร่าง และพันธะของคาร์บอน

ไฮบริดออร์บิทัลของคาร์บอนมี 3 แบบ คือ sp^3 , sp^2 และ sp

ไฮบริดออร์บิทัล	รูปร่าง	รูปร่าง	การสร้างพันธะ	มุมพันธะ
sp^3		ทรงเหลี่ยมสี่หน้า (tetrahedral)	พันธะเดี่ยว 4 พันธะ	109.5°
sp^2		สามเหลี่ยมแบนราบ (trigonal planar)	พันธะคู่ 1 พันธะ พันธะเดี่ยว 2 พันธะ	120°
sp		เส้นตรง/ทรงกระบอก (linear/cylindrical)	พันธะสาม 1 พันธะ พันธะเดี่ยว 1 พันธะ	180°

ไฮโดรคาร์บอน # 10.4 โครงสร้างของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

คาร์บอนสร้างพันธะกับอะตอมได้หลายชนิด รวมทั้งกับคาร์บอนด้วยตัวเอง ทำให้โครงสร้างของคาร์บอนเป็นได้ทั้งแบบโซ่และแบบวง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำแนกตามลักษณะของโครงสร้างได้ 3 ชนิด คือ ชนิดอะลิแฟติก ชนิดอะลิไซคลิก และชนิดอะโรมาติก ดังแผนภาพข้างล่างนี้

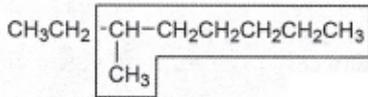


โครงสร้างของไฮโดรคาร์บอนชนิดอะลิแฟติก (Aliphatic hydrocarbon) ที่มีโครงสร้างของคาร์บอนจับกันเป็นโซ่ตรงหรือเป็นโซ่ที่มีกิ่งสาขาเรียกว่า **สารอะไซคลิก (acyclic compound)** หากคาร์บอนจับกันเป็นวงเรียกว่า **สารอะลิไซคลิก (Alicyclic compound)** สารประกอบของคาร์บอนหลายชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่ไม่ใช่สารเดียวกัน เพราะมีโครงสร้างต่างกันหรือมีการจัดตัวของอะตอมหรือหมู่อะตอมต่างกัน สารที่มีสูตรโมเลกุลที่เหมือนกันแต่ไม่ใช่สารเดียวกันนี้จัดเป็น **ไอโซเมอร์ (Isomer)** ซึ่งกันและกัน

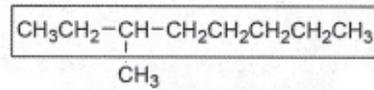
สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbon) ใช้คำว่า **อะโรมา (Aroma)** ซึ่งหมายถึงกลิ่นหอม เพราะมักพบว่าสารเหล่านี้ส่วนใหญ่มีกลิ่นหอม เช่น เบนซีน (Benzene) มีสูตรเป็น C_6H_6 สารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างเป็นวงแบนราบและเป็นสารไม่อิ่มตัวที่มีความเสถียรมากกว่าสารอะลิแฟติกที่ไม่อิ่มตัว การจำแนกสารอะโรมาติกพิจารณาจากรูปแบบของวงและจำนวนอิเล็กตรอนในพันธะไพของวง

ไฮดรคาร์บอน # 10.6 การเรียกชื่ออัลเคนและไซโคลอัลเคน ตามหลัก IUPAC

การเรียกชื่ออัลเคนและไซโคลอัลเคนให้เลือกโซ่ยาวที่สุดเป็นโซ่หลัก (parent chain) และเรียกชื่อโซ่หลักตามจำนวนคาร์บอนในโซ่ การใช้คําลงท้ายให้ใช้ตามชนิดของหมู่ฟังก์ชัน เช่น อัลเคนใช้คําลงท้ายเป็น **-ane** ดังตัวอย่าง

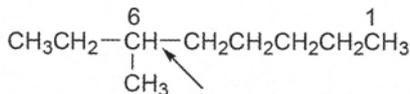


- โซ่หลัก = 7 คาร์บอน
 ชื่อหลัก = Heptanes

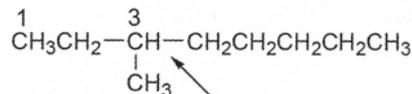


- โซ่หลัก = 8 คาร์บอน
 ชื่อหลัก = Octane

เมื่อมีหมู่อะตอมอื่นเกาะที่โซ่ ให้ระบุเลขตำแหน่งของโซ่ที่มีหมู่นั้นมาเกาะและระบุชื่อแอลคิลของหมู่อะตอมนั้นโดยให้เลขตำแหน่งต้องเป็นตัวเลขน้อยที่สุด ดังตัวอย่าง

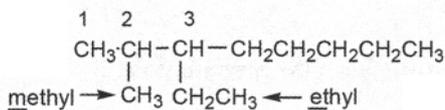


- 6-methyloctane

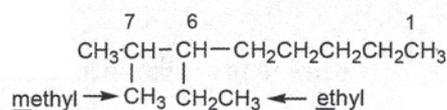


- 3-methyloctane

ถ้ามีหมู่หลายหมู่ ให้เลือกตำแหน่งที่มีตัวเลขน้อยที่สุดด้วย และเรียกชื่อหมู่เรียงตามลำดับอักษร แม้ว่าจะเป็นตำแหน่งที่มีตัวเลขมากกว่าก็ตาม เช่น หมู่ ethyl มาก่อนหมู่ methyl ดังตัวอย่าง

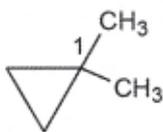


- 2-methyl-3-ethyloctane
 3-ethyl-2-methyloctane

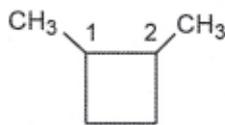


- 7-methyl-6-ethyloctane
 6-ethyl-7-methyloctane

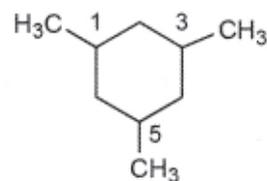
การเรียกชื่อไซโคลอัลเคนที่เป็นวงใช้คำ **ไซโคล (cyclo-)** นำหน้าชื่อของจำนวนคาร์บอนในวง การนับตำแหน่งใช้ทำนองเดียวกับอัลเคน คือหมู่ที่เกาะที่วงให้ใช้เลขตำแหน่งที่มีตัวเลขน้อยที่สุด ดังตัวอย่าง



1,1-dimethylcyclopropane



1,2-dimethylcyclobutane

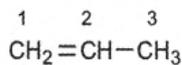


1,3,5-trimethylcyclohexane

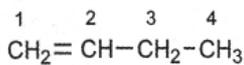
ไฮดรคาร์บอน # 10.7 ตารางแสดงการเรียกชื่อสารและชื่อของหมู่ของอัลเคน

จำนวนคาร์บอน	ชื่อตามจำนวน	ชื่อโซ่หลักของอัลเคน			ชื่อหมู่แอลคิล		
1	meth-	CH_4	methan	มีเทน	CH_3	methyl	เมทิล
2	eth-	C_2H_6	ethane	อีเทน	C_2H_5	ethyl	เอทิล
3	prop-	C_3H_8	propane	โพรเพน	C_3H_7	propyl	โพรพิล
4	but-	C_4H_{10}	butane	บิวเทน	C_4H_9	butyl	บิวทิล
5	pent-	C_5H_{12}	pentane	เพนเทน	C_5H_{11}	pentyl	เพนทิล
6	hex-	C_6H_{14}	hexane	เฮกเซน	C_6H_{13}	hexyl	เฮกซิล
7	hept-	C_7H_{16}	heptane	เฮพเทน	C_7H_{15}	heptyl	เฮพทิล
8	oct-	C_8H_{18}	octane	ออกเทน	C_8H_{17}	octyl	ออกทิล
9	non-	C_9H_{20}	nonane	โนเนน	C_9H_{19}	nonyl	โนนิล
10	dec-	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	decane	เดกเคน	$\text{C}_{10}\text{H}_{21}$	decyl	เดกซิล
11	undec-	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	undecane	อุนเดกเคน	$\text{C}_{11}\text{H}_{23}$	undecyl	อุนเดกซิล
12	dodec-	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	dodecane	โดเดกเคน	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}$	dodecyl	โดเดกซิล
13	tridec-	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	tridecane	ไตรเดกเคน	$\text{C}_{13}\text{H}_{27}$	tridecyl	ไตรเดกซิล
20	eicos	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	eicosane	ไอโคเซน	$\text{C}_{20}\text{H}_{41}$	eicosyl	ไอโคซิล

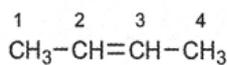
การเรียกชื่ออัลคีนและไซโคลอัลคีนใช้หลักการเดียวกับอัลเคนและไซโคลอัลเคน แต่ใช้คำลงท้ายเป็น **-ene (อิน)** กรณีที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยและตำแหน่งพันธะคู่มีได้แห่งเดียวไม่ต้องระบุตำแหน่ง ถ้ามีคาร์บอนจำนวนมากและมีพันธะคู่เป็นได้หลายตำแหน่งให้ระบุตำแหน่งของพันธะคู่ให้มีตัวเลขน้อยที่สุด และหากมีหมู่ใด ๆ เกาะที่ไซโให้ับตำแหน่งของหมู่ที่เกาะที่ไซโให้มีตัวเลขน้อยที่สุดด้วย ตัวอย่างเช่น โพรเพิน ไม่ต้องบอกตำแหน่งพันธะคู่ 1-บิวทีน และ 2-บิวทีน ต้องระบุตำแหน่งเพราะมีได้ 2 แห่ง และ 2-เมทิล-1, 3-บิวตาไดเอิน ต้องระบุตำแหน่งของพันธะคู่ทั้งสอง และตำแหน่งของหมู่เมทิลด้วย



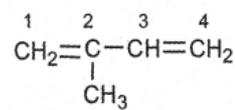
Propene



1-butene

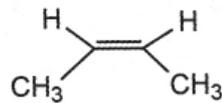


2-butene

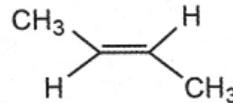


2-methyl-1,3-butadiene (isoprene)

กรณีที่มีการเกิดไอโซเมอร์เรขาคณิต เช่น 2-butene ซึ่งคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 และ 3 ต่างก็มี H และ CH₃ เกาะอยู่ การสลับที่จึงทำให้ได้ 2-บิวทีน 2 แบบ การเรียกชื่อจึงต้องระบุว่าเป็นไอโซเมอร์แบบใด โดยทั่วไปเมื่อหมู่ที่เหมือนกันอยู่ข้างเดียวกันจะเป็นไอโซเมอร์แบบ **ซิส (cis-isomer)** แต่ถ้าอยู่คนละด้านจะเป็นไอโซเมอร์แบบ **ทรานส์ (trans-isomer)**



is-2-butene

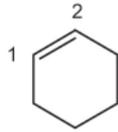


trans-2-butene

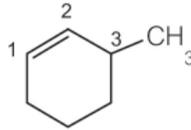
ความรู้เสริม: กรดไขมันทรานส์ (trans-fatty acid) พบมากในมาร์การีน เนยขาว เบเกอรี่ รวมทั้งครีมเทียมที่ใช้ผสมในชา กาแฟ เพื่อเพิ่มความข้นมัน ผลิตภัณฑ์เหล่านี้นิยมใช้น้ำมันพืชที่ผ่านการไฮโดรจิเนชันบางส่วน (partially hydrogenated oil) ซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันทรานส์ กระบวนการไฮโดรจิเนชันเป็นการเติมไฮโดรเจนที่ตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวบางตำแหน่ง การเติมไฮโดรเจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไอโซเมอร์ของกรดไขมันจากพันธะคู่อยู่ในรูปซิส (cis-isomer) เปลี่ยนเป็นอยู่ในรูปของทรานส์ (trans-isomer) ทำให้น้ำมันมีจุดหลอมเหลวสูงและมีความคงตัวมากขึ้น สามารถขึ้นรูปเป็นผงได้ บางครั้งจึงเรียกว่า ไขมันผง หรือไขมันแข็ง (solid fat) กรดไขมันทรานส์ส่งผลเสียต่อสุขภาพ โดยทำให้ระดับแอลดีแอลโคเลสเตอรอลหรือโคเลสเตอรอลชนิดเลวในร่างกายเพิ่มขึ้น รวมทั้งไปลดปริมาณเอชดีแอลโคเลสเตอรอล หรือโคเลสเตอรอลชนิดดีลงด้วย ผู้บริโภคเป็นประจำจึงมีโอกาสเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และผลข้างเคียงอื่นๆ เช่น เสี่ยงต่อโรคอัลไซเมอร์ โรคมะเร็งบางชนิด โรคเบาหวาน เป็นต้น นอกจากนี้กรดไขมันทรานส์ยังพบในอาหารที่ทอดด้วยน้ำมันที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชัน เช่น เฟรนช์ฟรายที่ทอดที่อุณหภูมิสูงถึง 300 องศาเซลเซียส เพื่อให้กรอบนอก นุ่มใน และมีสีเหลืองทอง เป็นต้น

ไฮดรคาร์บอน # 10.8 การเรียกชื่ออัลคีนและไซโคลอัลคีน ตามหลัก IUPAC (ต่อ)

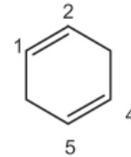
อัลคีนที่มีโครงสร้างเป็นวงเรียกโดยใช้คำ **cyclo-** นำหน้า และใช้คำ **-ene** ลงท้าย และกำหนดให้พันธะคู่เป็นตำแหน่งที่ 1 และ 2 เสมอ (ถ้าไม่มีหมู่ฟังก์ชันอื่นใด) โดยทั่วไปจึงไม่ต้องระบุตำแหน่งของพันธะคู่ ยกเว้นเมื่อมีพันธะคู่มากกว่า 1 พันธะ เช่น



Cyclohexene



3-methylcyclohexene

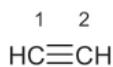


1,4-cyclohexadiene

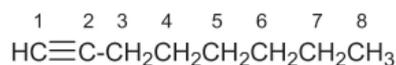
สำหรับอัลคีนที่เป็นหมู่จะใช้คำว่าหมู่แอลคินิล (alkenyl) เช่น โมเลกุลของ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ เป็นอัลคีน มีชื่อว่าอีทีน (ethene) เมื่อเป็นหมู่ คือ $\text{CH}_2=\text{CH}-$ จะตัดพยางค์ชนะ e ออกจาก ethene และเติมคำ yl (ethene+yl) จึงเรียกว่าหมู่ อีทีนิล (ethenyl) แต่หมู่นี้มักนิยมเรียกเป็นชื่อเฉพาะว่าหมู่ไวนิล (vinyl) มากกว่า

ไฮดรคาร์บอน # 10.9 การเรียกชื่ออัลไคน์และไซโคลอัลไคน์ ตามหลัก IUPAC

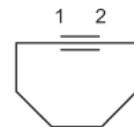
การเรียกชื่ออัลไคน์จะเหมือนกับอัลคีนแต่ให้เปลี่ยนคำลงท้ายชื่อเป็น **-yne) (ไคน์)** สำหรับอัลไคน์ที่เป็นหมู่จะใช้คำว่าหมู่อัลไคนิล (alkynyl) เช่น โมเลกุลของ $\text{HC}\equiv\text{CH}$ เป็นอัลไคน์ มีชื่อว่าอีไทน (ethyne) หรืออีไทนียม เรียกว่าอะเซทิลีน เมื่อเป็นหมู่ คือ $\text{HC}\equiv\text{C}-$ จะตัดพยางค์ชนะ e ออกจาก ethyne และเติมคำ yl (ethyne+yl) จึงเรียกว่าหมู่ อีไทนินิล (ethynyl) เป็นต้น การเรียกชื่ออัลไคน์และไซโคลอัลไคน์ดังตัวอย่าง



ethyne (acetylene)



1-octyne

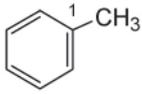


cyclooctyne

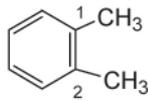
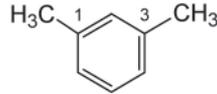
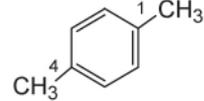
สำหรับอัลไคน์ที่เป็นหมู่จะใช้คำว่าหมู่อัลไคนิล (alkynyl) เช่น โมเลกุลของ $\text{HC}\equiv\text{CH}$ เป็นอัลไคน์ มีชื่อว่าอีไทน (ethyne) เมื่อเป็นหมู่ คือ $\text{HC}\equiv\text{C}-$ จะตัดพยางค์ชนะ e ออกจาก ethyne และเติมคำ yl (ethyne+yl) จึงเรียกว่าหมู่ อีไทนินิล (ethynyl) เป็นต้น

ไฮดรคาร์บอน # 10.10 การเรียกชื่อสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

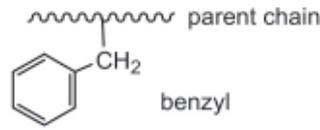
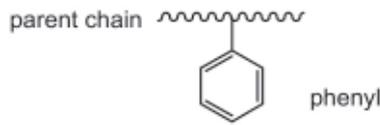
สารอะโรมาติกอย่างง่ายยังนิยมเรียกเป็นชื่อเฉพาะ ส่วนการเรียกชื่อแบบ IUPAC ที่มีวงเบนซีนจะใช้ชื่อหลักเป็นเบนซีน (benzene) และระบุตำแหน่งของหมู่ที่มาแทนที่ไฮโดรเจนที่วงโดยให้มีตัวเลขน้อยที่สุด ตัวอย่างที่แสดงในที่นี้เป็นชื่อ IUPAC ส่วนในวงเล็บเป็นชื่อเฉพาะหรือชื่อสามัญที่ยังนิยมใช้ ถ้ามีหมู่แทนที่ 2 หมู่ อยู่ที่ตำแหน่ง 1 และ 2 เรียกว่า **ออร์โท (ortho, o)** ถ้าอยู่ที่ตำแหน่ง 1,3- เรียกว่า **เมตา (meta, m)** และถ้าอยู่ที่ตำแหน่ง 1,4- เรียกว่า **พารา (para, p)** แต่ถ้ามีหมู่แทนที่มากกว่า 2 หมู่ จะระบุตำแหน่งเป็นตัวเลขโดยไม่ใช้คำว่า ออร์โท พารา หรือ เมตา



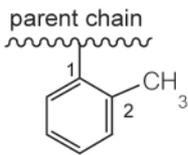
toluene

1,2-dimethylbenzene
(*o*-xylene)1,3- dimethylbenzene
(*m*-xylene)1,4- dimethylbenzene
(*p*-xylene)

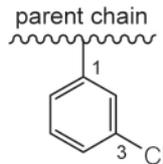
ถ้าเบนซีนเป็นหมู่ไปเกาะกับโซ่หลัก หมู่ของเบนซีนจะเรียกว่า **หมู่ฟีนิล (phenyl, C₆H₅)** แต่ถ้ามีหมู่ CH₂ ต่อกับหมู่ฟีนิลด้วย จะเรียกว่า **หมู่เบนซิล (benzyl)** ดังแสดง โดย หมายถึงโซ่หลัก



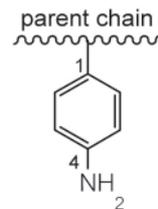
ทำนองเดียวกับหมู่ของอะลิแฟติกที่เรียกทั่วไปว่าเป็น **หมู่แอลคิล (alkyl, R)** ส่วนหมู่ของอะโรมาติกมีชื่อทั่วไปว่า **หมู่เอริล (aryl, Ar)** ซึ่งจะมีหมู่แทนที่อื่นใด ๆ อยู่ที่วงเบนซีนอีกด้วยก็ได้ การเรียกชื่อหมู่เอริลจึงกำหนดให้ตำแหน่งของคาร์บอนที่วงที่ไปเกาะกับโซ่หลักเป็นตำแหน่งที่ 1 เสมอ และเมื่อมีหมู่อื่นเกาะที่วงให้เรียกตำแหน่งของหมู่ที่เกาะโดยเทียบกับตำแหน่งที่ 1 ดังตัวอย่างชื่อของหมู่ข้างล่างนี้



2-methylphenyl-



3-chlorophenyl-



4-aminophenyl-

ไฮดรคาร์บอน # 10.11 สมบัติทางกายภาพของสารไฮโดรคาร์บอน

สารไฮโดรคาร์บอนมีสมบัติทางกายภาพที่สำคัญได้แก่ จุดเดือด จุดหลอมเหลว และการละลายในตัวทำละลาย ซึ่งพิจารณาได้จากสมบัติของโมเลกุล โครงสร้าง ชนิดของอะตอมและพันธะในโมเลกุล

1. สมบัติของโมเลกุล ประกอบด้วย

- **น้ำหนักโมเลกุลและขนาดของโมเลกุล** โมเลกุลของสารประเภทเดียวกันแต่ถ้ามีขนาดใหญ่และน้ำหนักโมเลกุลต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน เนื่องจากโมเลกุลขนาดใหญ่มาก จะเคลื่อนไหวได้น้อย ในสภาวะปกติสารนั้นมักมีสถานะเป็นของแข็ง ถ้าขนาดเล็กจะเป็นของเหลว แต่ถ้ามีขนาดเล็กมากจะอยู่ในสถานะแก๊ส

- **สภาพขั้วของโมเลกุล** การพิจารณาสภาพขั้วของโมเลกุล (polarity) จะดูที่รูปทรงของโมเลกุลโดยรวมที่มีพันธะชนิดต่างๆ และคิดสภาพขั้วของแต่ละพันธะแบบเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง สภาพขั้วของโมเลกุลจึงเป็นผลรวมของเวกเตอร์ของสภาพขั้วของพันธะทั้งหมด และวัดเป็นค่าผลลัพธ์ที่เรียกว่า โมเมนต์ขั้วคู่ (dipole moment, μ)

- **แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล** เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารอินทรีย์ รวมทั้งการละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ด้วย โมเลกุลที่มีพื้นผิวที่สัมผัสกันได้มากจะมีแรงดึงดูดแบบแวนเดอร์วาลส์ระหว่างโมเลกุลได้มากกว่าโมเลกุลที่มีพื้นผิวสัมผัสน้อย

2. จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสภาพการละลาย

เป็นสมบัติทางกายภาพของสารที่มีค่าคงที่เฉพาะตัว และค่าเหล่านี้ใช้สำหรับวิเคราะห์ชนิดของสารได้ สมบัติเหล่านี้สามารถทำนายได้อย่างคร่าวๆ จากชนิดของอะตอม พันธะ โครงสร้างของโมเลกุล และแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล สารที่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงทำให้ต้องใช้พลังงานสูงเพื่อแยกโมเลกุลให้ออกห่างจากกัน โมเลกุลประเภทนี้จึงมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าโมเลกุลที่มีแรงดึงดูดระหว่างกันน้อย

สำหรับการละลายในตัวทำละลายสามารถพิจารณาจากสภาพขั้วของโมเลกุลได้เช่นเดียวกัน สารที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วได้ดีกว่าที่มีขั้ว ส่วนสารที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วได้ดีกว่าที่ไม่มีขั้ว โมเลกุลที่เกิดพันธะไฮโดรเจนด้วยกันได้ก็จะละลายด้วยกันได้ดี สารไฮโดรคาร์บอนเป็นสารที่ไม่มีขั้วจึงละลายด้วยกันได้ดี เช่น เฮกเซนเป็นสารไม่มีขั้วนิยมใช้เป็นตัวทำละลายที่สามารถละลายสารอินทรีย์ที่ไม่มีขั้วได้หลายชนิด

ไฮดรคาร์บอน # 10.12 ปฏิกริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ปฏิกริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) ปฏิกริยาการแทนที่
- 2) ปฏิกริยาการเติม
- 3) ปฏิกริยาการจัด

ในปฏิกริยาทั้ง 3 ประเภทนี้ อาจจำแนกต่อได้อีกว่าเป็นปฏิกริยาออกซิเดชันหรือรีดักชัน หรือไม่ใช่ปฏิกริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน จากการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของคาร์บอน ในที่นี้จะพิจารณาอย่างง่ายจากจำนวนออกซิเจนหรือไฮโดรเจนที่เปลี่ยนไป

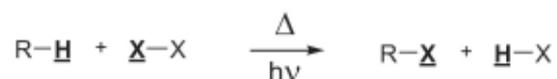
ในที่นี้จะเน้นปฏิกริยาการแทนที่ และปฏิกริยาการเติม ส่วนปฏิกริยาการจัดจะยังไม่กล่าวในหน่วยนี้ เพราะสารไฮโดรคาร์บอนทั่วไปไม่ค่อยเกิดปฏิกริยาการจัด แต่มักเกิดได้กับสารนั้น-ไฮโดรคาร์บอน

ไฮดรคาร์บอน # 10.13 ปฏิกริยาการแทนที่

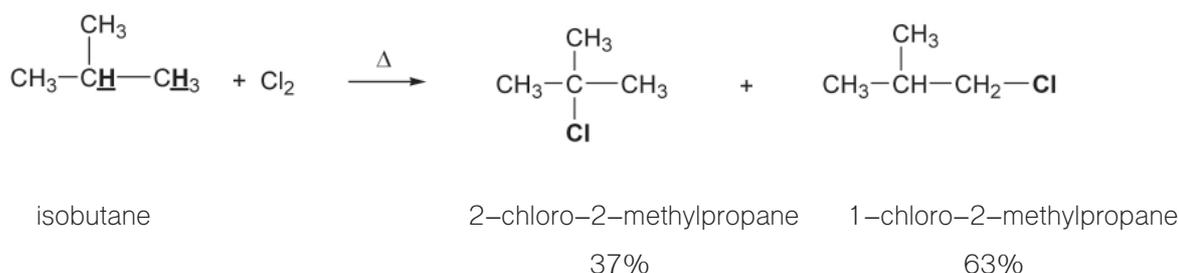
ปฏิกริยาการแทนที่เป็นการแทนที่อะตอมหรือหมู่อะตอมของสารตั้งต้นด้วยอะตอมหรือหมู่อะตอมอื่น อัลเคน (เขียนสูตรอย่างง่ายเป็น R-H โดย R = หมู่แอลคิลหรือหมู่อะลิฟติก) และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (เขียนสูตรอย่างง่ายเป็น Ar-H โดย Ar = หมู่เอริลหรือหมู่อะโรมาติก) เกิดปฏิกริยาการแทนที่โดยมีขั้นตอนหรือกลไกการเกิดปฏิกริยาที่ต่างกัน

1. ปฏิกริยาการแทนที่ของอัลเคนและไซโคลอัลเคน

ปฏิกริยานี้เป็นการแทนที่ไฮโดรเจนในอัลเคนและไซโคลอัลเคนด้วยฮาโลเจนโดยใช้ความร้อน หรือแสง เกิดเป็นสารประกอบแอลคิลฮาไลด์ (R-X) ซึ่งเขียนปฏิกริยาทั่วไปได้คือ

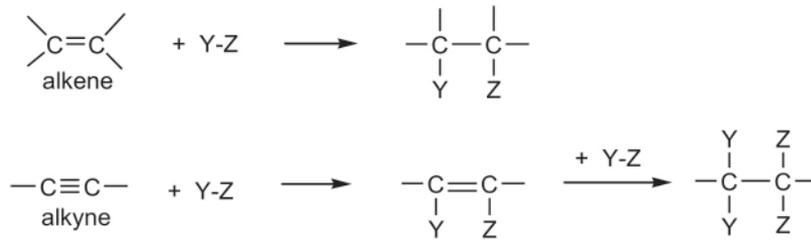


การแทนที่ไฮโดรเจนต่างชนิดด้วยฮาโลเจนจะได้สารผลิตภัณฑ์เป็นแอลคิลฮาไลด์ที่ต่างกันด้วย ซึ่งสัดส่วนที่ได้ขึ้นกับชนิดของไฮโดรเจนและชนิดของฮาโลเจน ดังตัวอย่างต่อไปนี้



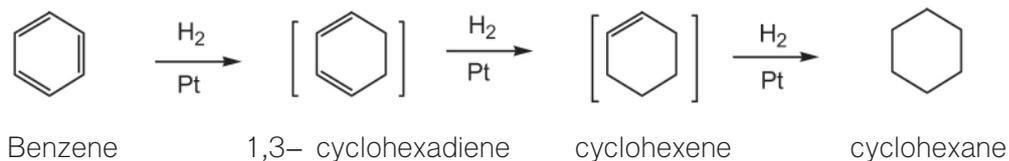
ไฮดรอกซิด # 10.14 ปฏิกิริยาการเติม

ปฏิกิริยาการเติมเป็นการเพิ่มอะตอมหรือหมู่อะตอมเข้าไปในพันธะไพของสารที่ไม่อิ่มตัว เช่น อัลคีน และอัลไคน์ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความอิ่มตัวมากขึ้น ปฏิกิริยาทั่วไปเขียนได้ดังนี้



1. ปฏิกิริยาการเติมของอัลคีนและอัลไคน์ สารอัลคีนและอัลไคน์มีพันธะไพจึงทำปฏิกิริยาการเติมได้กับตัวทำปฏิกิริยาหลายชนิด และนิยมเรียกชื่อปฏิกิริยาตามชนิดของสารที่ใช้ได้แก่ ปฏิกิริยาฮาโลจีเนชัน (Halogenation) ปฏิกิริยาไฮโดรฮาโลจีเนชัน (Hydrohalogenation) และปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration)

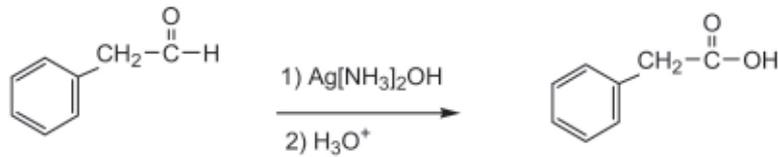
2. ปฏิกิริยาการเติมของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน สารอะโรมาติกมักไม่เกิดปฏิกิริยาการเติมเพราะจะสูญเสียความเป็นอะโรมาติกที่เสถียร ปฏิกิริยาการเติมจะเกิดได้ต้องใช้สภาวะที่รุนแรงกว่าปกติ เช่น การเติมไฮโดรเจนเข้าไปที่พันธะคู่ของคาร์บอนในวงเบนซีนต้องทำภายใต้บรรยากาศของไฮโดรเจนที่ความดันสูง โดยมีโลหะที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น แพลทตินัม (platinum, Pt) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์ขั้นแรกที่เกิดขึ้นที่ได้คือ 1,3-ไซโคลเฮกซาไดอีน ซึ่งจะเกิดการเติมไฮโดรเจนต่อไปเป็นไซโคลเฮกซีนและไซโคลเฮกเซน ตามลำดับ ดังสมการ



ไฮดรอกซิล # 10.15 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน เป็นปฏิกิริยาได้ทั้งการแทนที่ หรือการเติม โดยมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของคาร์บอนร่วมด้วย สำหรับสารอินทรีย์ทั่วไปอาจพิจารณาจำนวนของออกซิเจนและไฮโดรเจนในสารผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับสารตั้งต้นทั้งนี้การเพิ่ม/ลดออกซิเจนและไฮโดรเจนจะไม่เป็นอัตราส่วนของจำนวน H : O เป็น 2 : 1 ซึ่งเป็นสัดส่วนของน้ำ (H_2O)

1. **ปฏิกิริยาออกซิเดชัน** เป็นการเพิ่มออกซิเจนหรือลดไฮโดรเจน ดังสมการ

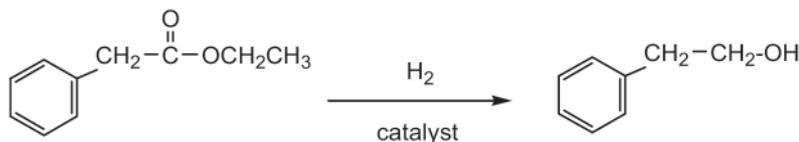


ปฏิกิริยาออกซิเดชัน แบ่งเป็น

1.1 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน อัลคีนและอัลไคน์ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายเพราะมีพันธะไพที่เกิดการเติมออกซิเจนเข้าไปได้ง่าย ตัวออกซิไดส์ที่ใช้กับพันธะคู่มิได้หลายชนิด เช่น สารละลายต่างทับทิมที่เย็นและเป็นกลางสามารถออกซิไดส์อัลคีนและอัลไคน์ให้สารไดออลและกรดคาร์บอกซิลิก

1.2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน วงเบนซีนมักไม่ถูกออกซิไดซ์หรือรีดิวซ์ในสภาวะทั่วไป การออกซิไดส์จะเกิดขึ้นหากมีหมู่ฟังก์ชันที่ติดกับวงเป็นหมู่ที่ให้อิเล็กตรอนแก่วง เช่น หมู่ OH ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลเช่นที่พบในวิตามิน E สำหรับวงเบนซีนที่มีหมู่แอลคิลเกาะที่วงเรียกว่า**สารประกอบเอรีน (arene)** จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เมื่อคาร์บอนตัวที่เกาะกับวงมีไฮโดรเจนอยู่ด้วยโดยคาร์บอนที่ติดกับวงจะถูกออกซิไดส์เป็นหมู่กรดคาร์บอกซิลิก ($-COOH$) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นคือกรดเบนโซอิก

2. **ปฏิกิริยารีดักชัน** เป็นการลดออกซิเจนหรือเพิ่มไฮโดรเจน ดังสมการ



ปฏิกิริยารีดักชัน แบ่งเป็น

2.1 ปฏิกิริยารีดักชันของอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน ปฏิกิริยารีดักชันเป็นการเพิ่มไฮโดรเจน ถ้าเป็นการเพิ่มโดยใช้ไฮโดรเจนอย่างเดียวเรียกว่าปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเติม อัลคีนหรืออัลไคน์ที่มีพันธะไพ จะถูกรีดิวซ์ให้เป็นอัลเคนและ/หรืออัลคีนได้ ตัวทำปฏิกิริยาที่ใช้คือแก๊สไฮโดรเจนโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นโลหะ เช่น พัลลาเดียม แพลทตินัม หรือนิกเกิล เป็นต้น ปฏิกิริยานี้มีประโยชน์ในการเปลี่ยนไขมันจำพวกไตรกลีเซอไรด์ที่มีส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้เป็นไขมันอิ่มตัวที่เรียกว่า มาการีน ได้โดยการทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน

2.2 ปฏิกิริยารีดักชันของสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ปฏิกิริยานี้เกิดได้ค่อนข้างยาก เพราะผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นสูญเสียความเป็นอะโรมาติก การทำปฏิกิริยาจึงต้องใช้สภาวะที่รุนแรง เช่น ปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนเข้าไปที่คาร์บอนของวงเบนซีนต้องทำภายใต้บรรยากาศของไฮโดรเจนที่ความดันสูงและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นโลหะที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น

แบบประเมินผลตนเองของนักศึกษาหลังรับการสอนเสริม

ครั้งที่ 2

ชุดวิชา 50101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

คำชี้แจง เขียนวงกลมรอบอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. หมูธาดูที่แยกออกมาอยู่ด้านล่างของตารางธาตุคือหมูธาดูใด
 - ก. แฮโลเจน
 - ข. เรพรีเซนเททีฟ
 - ค. แอลคาไลและแอลคาไลเอิร์ท
 - ง. แทรนสิชันและทรานสิชันชั้นใน
 - จ. แอกทีไนต์และแลนทาไนต์

2. พันธะชนิดใดเกิดจากการที่อะตอมหนึ่งย้ายอิเล็กตรอนอย่างน้อย 1 ตัวไปให้อีกอะตอมหนึ่ง
 - ก. พันธะเดี่ยว
 - ข. พันธะไอออนิก
 - ค. พันธะโคเวเลนต์
 - ง. พันธะไฮโดรเจน
 - จ. พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์

3. กฎของแก๊สข้อใดเป็นกฎที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรของแก๊ส และ อุณหภูมิ
 - ก. กฎของบอยล์
 - ข. กฎของชาร์ล
 - ค. กฎของเกย์-ลูสแซก
 - ง. กฎของอาโวกาโดร
 - จ. กฎรวมของแก๊ส

4. ของแข็งในข้อใดเป็นของแข็งที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเคลื่อนที่โดยอิสระกระจายอยู่ทั่วทั้งก้อน
 - ก. ของแข็งโมเลกุล
 - ข. ของแข็งโคเวเลนต์
 - ค. ของแข็งไอออนิก
 - ง. ของแข็งโลหะ
 - จ. ของแข็งอสัณฐาน

5. สารในข้อใดจัดเป็นสารละลายทั้งหมด

- ก. ตะกั่ว น้ำนม
- ข. น้ำมันก๊าด คิวโนไฟ
- ค. พรอทในน้ำ ทองแดง
- ง. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ น้ำโคลน
- จ. ทองเหลือง น้ำปลา

6. สมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายมีดังต่อไปนี้ยกเว้นข้อใด

- ก. การมีความดันออสโมติก
- ข. จุดเดือดของสารละลายจะต่ำกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- ค. จุดเยือกแข็งของสารละลายจะลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- ง. ความดันไอของสารละลายจะต่ำกว่าความดันไอของตัวทำละลายบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเดียวกัน
- จ. ข้อ ค. และ ง.

7. ข้อใดกล่าวถึงปฏิกิริยาเคมีไม่ถูกต้อง

- ก. อธิบายได้ด้วยทฤษฎีการชนกัน
- ข. เกิดขึ้นจากการชนกันระหว่างอนุภาคของตัวทำปฏิกิริยา
- ค. อนุภาคที่เข้าชนกันต้องมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานกระตุ้นจึงจะเกิดปฏิกิริยา
- ง. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นเพราะเป็นการเพิ่มพลังงานให้กับปฏิกิริยา
- จ. การเพิ่มความเข้มข้นและอุณหภูมิของตัวทำปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น

8. เลขออกซิเดชันของ Mn ในสารประกอบแมงกานีสออกไซด์ (MnO_2) มีค่าเท่าใด

- ก. +2
- ข. -2
- ค. +4
- ง. -4
- จ. +6

9. C_3H_8 เรียกว่าอะไร

- ก. methane
- ข. ethane
- ค. hexane
- ง. propane
- จ. butane

10. การเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทใดจะเกิดเป็นสารประกอบอัลคิลฮาไลด์

(R-X)

- ก. แอลคีนและแอลไคน์
- ข. แอลไคน์และไซโคลแอลเคน
- ค. แอลเคน และไซโคลแอลเคน
- ง. แอลเคน และไซโคลแอลคีน
- จ. ไซโคลแอลคีนและไซโคลแอลคีน

