สารบัญ

บทที่ 1 สารและสมบัติของสาร 11

- การจำแนกสสาร 12
  - อะตอมและโมเลกุล 12
  - ธาตุ 13
  - สารประกอบ 13
  - สารละลาย 13
  - คอลลอยด์ 14
  - สารแขวนลอย 16
  - ของผสมอื่น ๆ 16
- สมบัติของสสาร 16
  - สมบัติทางกายภาพ 16
  - สมบัติทางเคมี 16
- การเปลี่ยนแปลงของสสาร 17
  - การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ 17
  - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี 23
  - หลักการเขียนสมการเคมี 24
- กระบวนการแยกสาร 26
  - การกลั่น 26
  - การใช้กรวยแยก 28
  - การสกัดด้วยตัวทำละลาย 28
  - การตกผลึก 29
  - การระเหยโดยลดความดัน 29
  - โครมาโทกราฟี 30
  - การกรอง 33
  - วิธีการอื่น ๆ 33

GANBATTE

- การพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของสาร 33
  - การหาจุดเดือดและการระเหยแห้ง 33
  - การหาจุดเยือกแข็ง 33
  - การหาจุดหลอมเหลว 34
  - Thin-Layer Chromatography 34
  - การทดสอบอื่น ๆ 35
- เฉลยแบบฝึกหัด 36

บทที่ 2 ธาตุและตารางธาตุ 38

- สัญลักษณ์และชื่อของธาตุ 39
- ตารางธาตุ 43
  - การแบ่งหมู่และคาบของตารางธาตุ 43
  - การแบ่ง Zone ของตารางธาตุ 44
- โครงสร้างอะตอมพื้นฐาน 47
- ความสัมพันธ์ของโครงสร้างอะตอมกับตำแหน่งในตารางธาตุ 50
  - อะตอม 50
  - อิเล็กตรอน 50
- การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมสำหรับธาตุกลุ่ม Representative 51
- ความเสถียรของอะตอม 60
  - ความเสถียร 60
  - การเกิดเป็นไอออน 61
  - การใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 66
- กลุ่มธาตุที่ควรรู้จัก 69
  - Representative Element 69
  - Hydrogen 70
  - ธาตุกึ่งโลหะ 70
  - ธาตุทรานซิชัน 70
  - ธาตุกัมมันตรังสี 72

GANBATTE

- ลักษณะเพิ่มเติมของธาตุ 76
- เฉลยแบบฝึกหัด 77

บทที่ 3 สารประกอบ 84

- สารประกอบไอออนิก 85
  - การเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิก 86
  - การอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก 88
  - สารประกอบไอออนิกในชีวิตประจำวัน 92
- สารประกอบโคเวเลนต์ 92
  - ลักษณะพันธะโคเวเลนต์ 93
  - การอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ 93
  - สารประกอบโคเวเลนต์ที่ควรรู้จัก 94
- เฉลยแบบฝึกหัด 98

บทที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีที่น่ารู้ 100

- ประเภทของปฏิกิริยาเคมี 101
- ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ 101
  - ปฏิกิริยาไอออนิก 101
    1. การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก 102
    2. หลักการพิจารณาการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก 104
    3. การเขียนสมการไอออนิกสุทธิ 106
  - ปฏิกิริยาการละลายน้ำของสารประกอบออกไซด์ 108
  - ปฏิกิริยาสะเทิน (ปฏิกิริยากรด-เบส) 109
  - ปฏิกิริยาการสลายตัวของสารกลุ่มคาร์บอเนต 109
  - ปฏิกิริยาการเกิดหินงอกหินย้อย 111
  - ปฏิกิริยาการสร้างแก๊สบ่มผลไม้ 111
- ปฏิกิริยารีดอกซ์ 112
  - สถานะออกซิเดชัน 112

- ปฏิกิริยารีดอกซ์ประเภทต่าง ๆ 114
  1. ปฏิกิริยารวมตัวอย่างง่าย 114
  2. ปฏิกิริยาโลหะแทนที่ไฮโดรเจนในกรด 114
  3. ปฏิกิริยาโลหะละลายน้ำ 115
  4. ปฏิกิริยาการเผาไหม้ 115
  5. ปฏิกิริยาการเกิดสนิม 116

▶ สรุปปฏิกิริยาเคมีที่น่ารู้ 118

▶ เฉลยแบบฝึกหัด 119

บทที่ 5 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 121

▶ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี 122

▶ ประเภทของปฏิกิริยาเคมี 122

▶ การวัดความเร็วของปฏิกิริยาเคมี 123

▶ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี 125

▶ เฉลยแบบฝึกหัด 131

บทที่ 6 สารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย 133

▶ นิยามศัพท์ 134

▶ ความเข้มข้นของสารละลาย 134

▶ พื้นฐานการแปลงหน่วย 135

▶ การคำนวณที่เกี่ยวกับสารละลาย 140

- การเปลี่ยนหน่วยระหว่างเปอร์เซ็นต์โดยมวลและเปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตร 140
- การเปลี่ยนหน่วยระหว่างเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและเปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตร 141
- การเปลี่ยนหน่วยระหว่างเปอร์เซ็นต์โดยมวลและเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร 142
- การคำนวณปริมาณตัวถูกละลายในสารละลาย 144

GANBATTE

- เฉลยแบบฝึกหัด 148

บทที่ 7 สารละลายกรด-เบส 149

- นิยามกรด-เบส 150
- การตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย 151
- กรด-เบสที่ควรรู้จัก 157
  - สารที่ละลายน้ำแล้วมีคุณสมบัติเป็นกรด 157
  - สารที่ละลายน้ำแล้วมีคุณสมบัติเป็นเบส 158
- ปฏิกิริยาสะเทิน 159
- ความแรงของกรด-เบส 159
  - กรดแก่ที่ควรรู้จัก 160
  - เบสแก่ที่ควรรู้จัก 161
- สมบัติของเกลือที่ได้จากปฏิกิริยากรด-เบส 162
- เทคนิคการพิจารณาสมบัติกรด-เบสของเกลือไอออนิก 163
- คุณสมบัติของกรด-เบส 165
- ฝนกรด 169
- กรด-เบสที่พบในชีวิตประจำวัน 170
- เฉลยแบบฝึกหัด 171

บทที่ 8 ปิโตรเลียม 173

- ชนิดของปิโตรเลียม 175
  - แก๊สธรรมชาติ 175
  - น้ำมันดิบ 175
- ปิโตรเลียมในชีวิตประจำวัน 179
  - น้ำมันเบนซิน 179
  - แก๊สโซฮอล์ 180
  - น้ำมันดีเซล 180
  - ไบโอดีเซล 181

GANBATTE

- แก๊สธรรมชาติ 182
- แก๊สปิโตรเลียมเหลว 183

▶ เฉลยแบบฝึกหัด 185

บทที่ 9 สารชีวโมเลกุล 186

▶ คาร์โบไฮเดรต 187

- Monosaccharide 187
- Disaccharide 189
- Polysaccharide 190
- ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับคาร์โบไฮเดรต 193

1. ปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ 193
2. ปฏิกิริยากับไอโอดีน 194
3. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส 195

▶ ลิพิด 197

- ไขมันและน้ำมัน (Fat and Oil) 197

1. ประเภทของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์ 197
2. การเรียกชื่อกรดไขมันโดยใช้ระบบตัวเลข 200
3. กรดไขมันที่จำเป็นและไม่จำเป็น 202
4. ลักษณะทางกายภาพของไตรกลีเซอไรด์ 203
5. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไตรกลีเซอไรด์ 204

a. ปฏิกิริยาทดสอบความอิ่มตัวของไตรกลีเซอไรด์ 204
b. ปฏิกิริยาการเหม็นหืนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว 205
c. ปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) 206
d. ปฏิกิริยาการทำสบู่ (Saponification) 206
e. ปฏิกิริยาของน้ำกระด้าง 207

- คอเลสเตอรอล (Cholesterol) 209
- ไข (Wax) 209

▶ โปรตีน 210

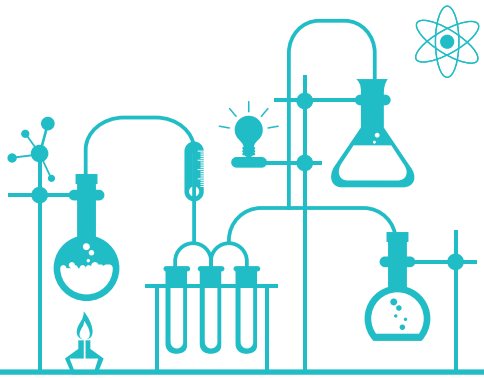
- กรดอะมิโน 210
- การเกิดเพปไทด์และโปรตีน 212
- ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับโปรตีน 213
  1. Hydrolysis 213
  2. Biuret Reaction 213
  3. Protein Denaturation 214
- เอนไซม์ 214

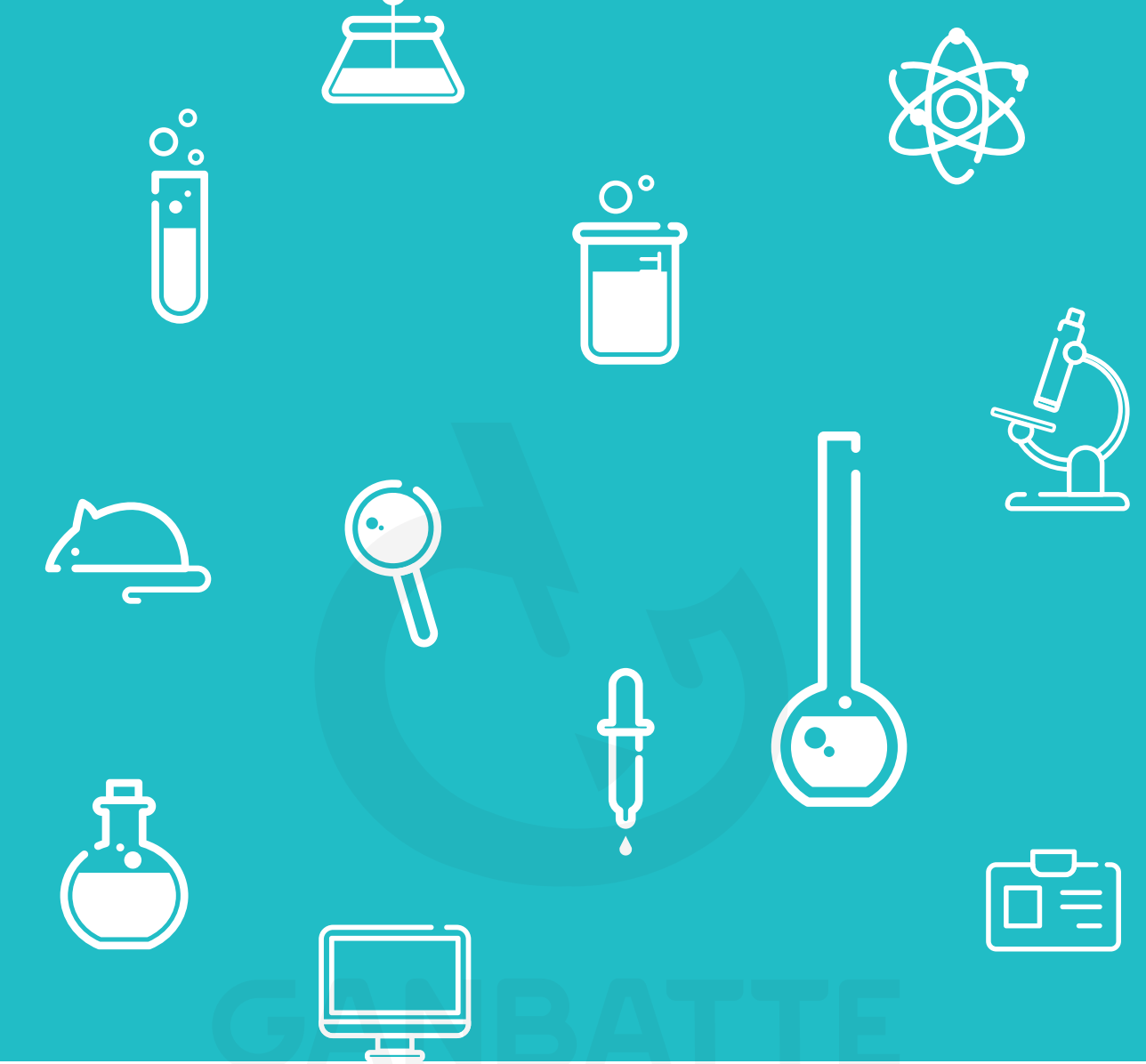
▶ กรดนิวคลีอิก 215
- โครงสร้างของ DNA 215
- โครงสร้างของ RNA 216

▶ เฉลยแบบฝึกหัด 219

ตารางธาตุ 221
จากใจนักเขียน 222
ประวัตินักเขียน 224

GANBATTE





บทที่ 01

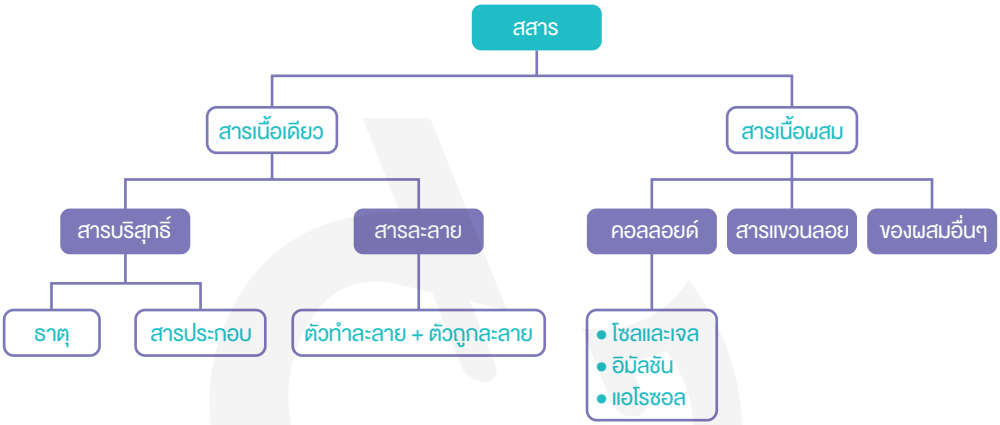
สารและสมบัติของสาร

SUBSTANCES AND THEIR PROPERTIES

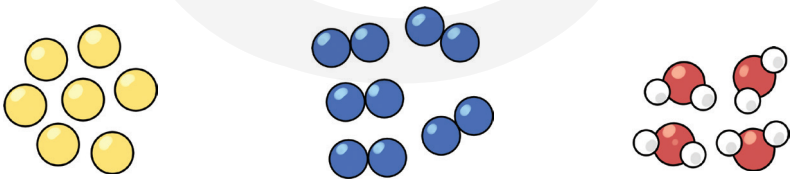
01 บทที่ 01 สารและสมบัติของสาร

SUBSTANCES AND THEIR PROPERTIES

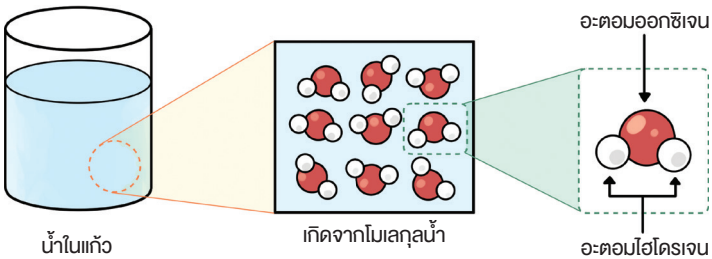
การจำแนกสสาร



อะตอมและโมเลกุล



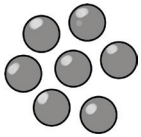
สารทุกอย่างบนโลกนี้ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยเล็กๆ ที่เรียกว่า "อะตอม" เมื่ออะตอมมายึดติดกันด้วยพันธะเคมีโดยมีการรวมตัวของอะตอมในจำนวนที่แน่นอนจะเรียกว่า "โมเลกุล" สสารบางอย่างนั้นจะอยู่กันในลักษณะของอะตอม และบางอย่างจะอยู่ในลักษณะของโมเลกุล โดยทั้งอะตอมและโมเลกุลที่เกิดขึ้นสามารถอยู่กันได้หลายลักษณะ ทั้งในรูปของแข็ง ของเหลว และแก๊ส



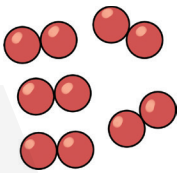
ธาตุ

คือ สสารที่ประกอบขึ้นจากอะตอมเพียงชนิดเดียว ไม่สามารถแยกออกเป็นสารอื่นๆ ได้ด้วยวิธีการทางเคมี เช่น คาร์บอน (C), ออกซิเจน (O_2), ไนโตรเจน (N_2), โอโซน (O_3), เพชร (C), ไฮโดรเจน (H_2) ซึ่งธาตุนั้นจะสามารถอยู่ได้ทั้งในรูปแบบของอะตอมหรือโมเลกุล

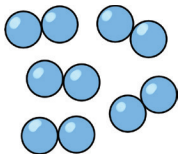
ธาตุสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ



ธาตุคาร์บอน



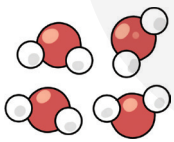
ธาตุออกซิเจน



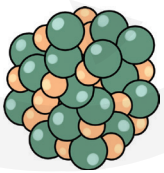
ธาตุไนโตรเจน

สารประกอบ

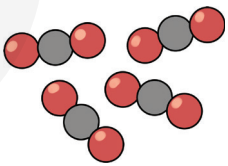
คือ สารบริสุทธิ์ที่ประกอบขึ้นจากธาตุมากกว่า 1 ชนิดมารวมตัวกันทางเคมี เกิดเป็นสารชนิดใหม่ การรวมตัวนี้จะมีอัตราส่วนที่คงที่แน่นอน เช่น น้ำส้มสายชู (CH_3COOH), ด่างทับทิม ($KMnO_4$), แก้ว (SiO_2)



น้ำ



เกลือแกง



คาร์บอนไดออกไซด์

สารละลาย

คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบของสาร 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมกัน เกิดเป็นสารเนื้อเดียว ซึ่งมีขนาดอนุภาคที่เล็กกว่า 10^{-7} เซนติเมตร โดยสารละลายจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute) ซึ่งมีได้ 3 สถานะ ทั้งแก๊ส ของเหลว และของแข็ง โดยเรามีวิธีพิจารณาตัวถูกละลายและตัวทำละลายดังนี้

- ▶ **ตัวทำละลายจะมีปริมาณที่มากกว่าตัวถูกละลาย** เช่น อากาศจะประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจน (N_2) ประมาณร้อยละ 80 และแก๊สออกซิเจน (O_2) ประมาณร้อยละ 20 แสดงว่าแก๊สไนโตรเจนเป็นตัวทำละลาย
- ▶ **ตัวทำละลายจะมีสถานะเดียวกันกับสารละลาย** เช่น หากเรานำเกลือ (NaCl) ซึ่งเป็นของแข็งมาละลายน้ำ (H_2O) ซึ่งเป็นของเหลว สารละลายสุดท้ายจะได้น้ำเกลือซึ่งเป็นของเหลว (มีสถานะเดียวกับน้ำ) แสดงว่าน้ำเป็นตัวทำละลาย

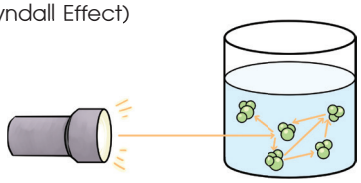
สารละลายในชีวิตประจำวัน

ชนิดของสารละลาย	สถานะของสารละลาย	ตัวถูกละลาย	ตัวทำละลาย
นาก	ของแข็ง	ทองคำ	ทองแดง
ทองเค	ของแข็ง	ทองแดง	ทองคำ
ทองขาว	ของแข็ง	ทองคำและพัลลาเดียม	เงิน
ทองสำริด	ของแข็ง	ดีบุก	ทองแดง
น้ำส้มสายชู	ของเหลว	กรดแอซีติก	น้ำ
ทิงเจอร์ไอโอดีน	ของเหลว	ไอโอดีน	เอทานอล
สารละลายแอมโมเนีย	ของเหลว	แก๊สแอมโมเนีย	น้ำ
อากาศ	แก๊ส	แก๊สออกซิเจน + คาร์บอนไดออกไซด์ + ไอน้ำ	แก๊สไนโตรเจน
แก๊สหุงต้ม (LPG-Liquefied Petroleum Gas)	แก๊ส (ถูกอัดให้เป็นของเหลว)	แก๊สบิวเทน	แก๊สโพรเพน
ฟิวส์ไฟฟ้า	ของแข็ง	ปรอท + ดีบุก	บิสมัท
เหล็กกล้าไร้สนิม	ของแข็ง	คาร์บอน + โครเมียม + นิกเกิล	เหล็ก
CNG (Compressed Natural Gas)	แก๊ส (ถูกอัดให้เป็นของเหลว)	อีเทน + โพรเพน + บิวเทน	มีเทน

คอลลอยด์

คือ สารเนื้อผสมที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 10^{-4} และ 10^{-7} เซนติเมตร ซึ่งจะไม่มีการตกตะกอน เนื่องจากอนุภาคภายในจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา โดยมีลักษณะการเคลื่อนที่แบบบราวน์ (Brownian Motion) กล่าวคือ เป็นการเคลื่อนที่ที่ไม่แน่นอนในแนวเส้นตรง ซึ่งจะสามารถส่องดูได้จากเครื่องที่เรียกว่า อัลตราไมโครสโคป (Ultramicroscope)

คอลลอยด์มีอนุภาคที่ใหญ่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการกระเจิงแสงได้ โดยเมื่อส่องแสงผ่านสารที่เป็นคอลลอยด์จะเห็นลำแสงเกิดการกระเจิง ซึ่งเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์ทินดอลล์ (Tyndall Effect)



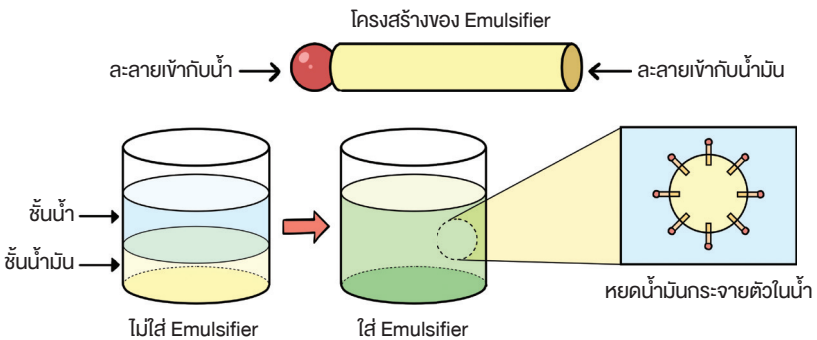
ปรากฏการณ์ทินดอลล์

อนุภาคของคอลลอยด์จะสามารถผ่านกระดาษกรองได้ แต่ไม่เล็กพอที่จะสามารถผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้ เช่น กาว นมสด ซึ่งคอลลอยด์สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้

ชนิดของคอลลอยด์

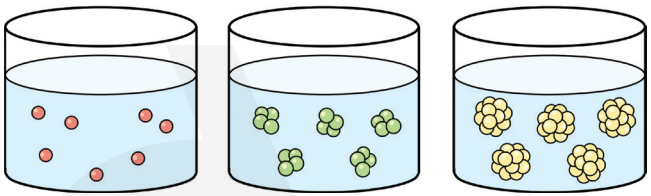
ชนิดของคอลลอยด์	ความหมาย	ตัวอย่าง
โซล	อนุภาคเป็นของแข็ง กระจายตัวในของแข็ง	พลอย ทับทิม
อิมัลชันแข็ง	อนุภาคเป็นของเหลว กระจายตัวในของแข็ง	เนย เยลลี่ วุ้น
โฟมแข็ง	อนุภาคเป็นแก๊ส กระจายตัวในของแข็ง	ลาวา เม็ดโฟม
โซลและเจล	อนุภาคเป็นของแข็ง กระจายตัวในของเหลว	สีทาบ้าน เยลลี่
อิมัลชัน	อนุภาคเป็นของเหลว กระจายตัวในของเหลว	น้ำนม น้ำกะทิ น้ำสลัด
โฟม	อนุภาคเป็นแก๊ส กระจายตัวในของเหลว	ครีมโกนหนวด ครีมทาหน้า
แอโรซอลแข็ง	อนุภาคเป็นของแข็ง กระจายตัวในแก๊ส	เขม่าในอากาศ ควัน เมฆ
แอโรซอลเหลว	อนุภาคเป็นของเหลว กระจายตัวในแก๊ส	สเปรย์ฉีดผม

คอลลอยด์ชนิดอิมัลชันนั้นเป็นคอลลอยด์ที่พบได้บ่อยในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำสลัด ซึ่งเกิดจากอนุภาคน้ำมันที่เป็นของเหลวกระจายตัวในน้ำที่เป็นของเหลวเช่นกัน ซึ่งปกติแล้วน้ำมันกับน้ำจะไม่สามารถรวมตัวกันได้ จำเป็นต้องใช้ตัวกลาง ซึ่งก็คือไข่แดง ช่วยทำให้น้ำมันกับน้ำเกิดการรวมตัวกัน ตัวกลางที่ทำให้ของเหลว 2 ชนิดที่แยกชั้นกันมารวมตัวกันได้นั้นเรียกว่า ตัวทำอิมัลชัน (Emulsifier)



สารแขวนลอย

คือ สารผสมที่เกิดจากอนุภาคขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากกว่า 10^{-4} เซนติเมตร ซึ่งลอยกระจายอยู่ในตัวกลาง โดยอนุภาคที่มีอยู่ในของผสมนั้นจะมีขนาดใหญ่ จึงสามารถมองเห็นอนุภาคในของผสมได้อย่างชัดเจน และเมื่อตั้งทิ้งไว้ อนุภาคจะตกตะกอนลงมา ซึ่งอนุภาคในสารแขวนลอยจะไม่สามารถผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน เช่น น้ำโคลน น้ำอบไทย



สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย

ของผสมอื่น ๆ

คือ สารผสมที่ไม่ได้มีลักษณะของคอลลอยด์และสารแขวนลอย เช่น พริกผสมน้ำตาล หยดน้ำมันที่ลอยในน้ำ

สมบัติของสสาร

คือ ลักษณะเฉพาะตัวของสสาร สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

สมบัติทางกายภาพ

คือ ลักษณะภายนอกที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า หรือใช้เครื่องมือวัด สมบัตินี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารและปริมาณของสาร และถึงแม้เป็นสารเดียวกัน แต่ก็สามารถมีสมบัติทางกายภาพต่างกันได้ เช่น สี กลิ่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความเข้มข้น มวล ความแข็ง pH ความสามารถในการละลาย การนำไฟฟ้า

สมบัติทางเคมี

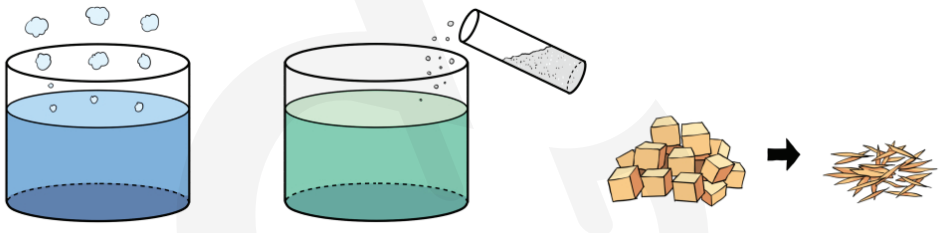
คือ ลักษณะทางเคมีของสสาร โดยลักษณะดังกล่าวจะมีผลที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมี สมบัติทางเคมีนั้นจะเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงถ้าไม่มีการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น รูปร่างโมเลกุล เลขออกซิเดชัน ความสามารถในการติดไฟ ความเป็นพิษ ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐาน

การเปลี่ยนแปลงของสสาร

สสารสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

คือ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภายนอก โดยไม่มีการเกิดสารชนิดใหม่ขึ้น สิ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นยังคงเป็นสารชนิดเดิม เช่น การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย การเปลี่ยนแปลงรูปผลึกของสารประกอบ การผสมกันของสาร 2 ชนิด การเปลี่ยนสถานะ ฯลฯ



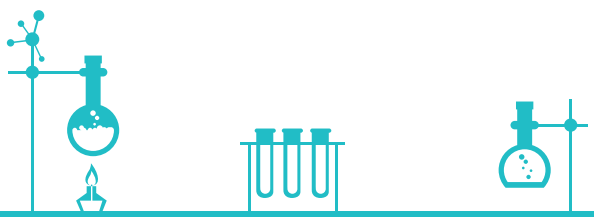
น้ำกลายเป็นไอ การละลายเกลือลงในน้ำ การเปลี่ยนรูปผลึกของสาร

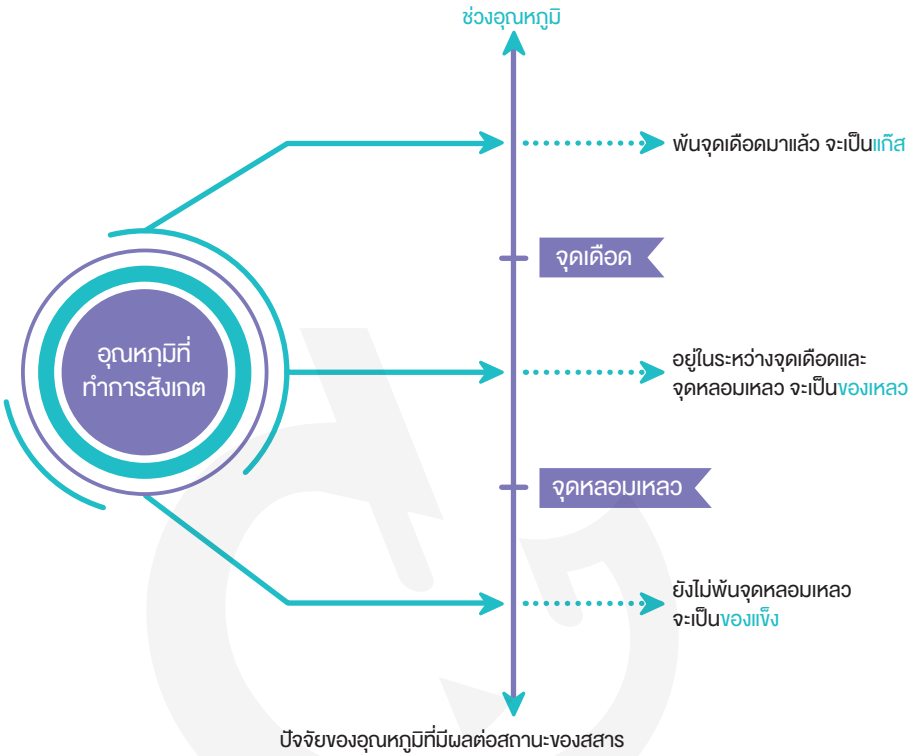
โดยในระดับเบื้องต้นนั้น จะเน้นในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

• สถานะของสสาร

ในสภาวะทั่วไป สสารมีด้วยกันทั้งสิ้น 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส การที่สสารจะอยู่ในสถานะใดขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ

1. ปัจจัยจากตัวสสาร คือ จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสสารแต่ละชนิด
2. ปัจจัยจากภายนอก คือ อุณหภูมิและความดันในขณะที่ทำการสังเกต





หากอุณหภูมิที่ทำการสังเกตยังไม่ถึงจุดหลอมเหลวของสสาร เราจะเห็นสสารชนิดนั้นอยู่ในรูปของแข็ง ถ้าอุณหภูมิที่ทำการสังเกตพ้นช่วงการหลอมเหลวแล้ว แต่ยังไม่ถึงจุดเดือด เราจะเห็นสสารนั้นอยู่ในรูปของเหลว และถ้าอุณหภูมิที่ทำการสังเกตพ้นช่วงจุดเดือดมาแล้ว เราจะเห็นสสารนั้นเป็นแก๊ส

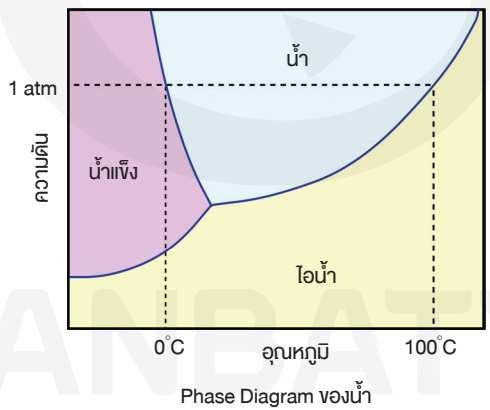
ตัวอย่าง

น้ำมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวปกติที่ 100°C และ 0°C ตามลำดับ ในชีวิตประจำวันอุณหภูมิ 30°C เราจะสังเกตเห็นน้ำเป็นของเหลว เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวอยู่ระหว่างจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของน้ำ แต่เมื่อเรานำน้ำเข้าช่องแช่แข็งซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ -4°C เราจะเห็นน้ำเป็นของแข็ง เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของน้ำ และถ้าเรานำน้ำไปต้มจนเดือด เราจะเห็นน้ำเป็นแก๊ส (ไอน้ำ) เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวได้พ้นจุดเดือดของน้ำมาแล้ว

ตัวอย่างการสังเกตสถานะของสารในสภาวะที่แตกต่างกัน

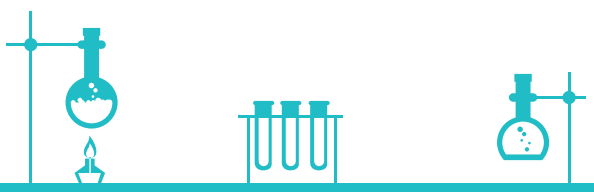
สาร	จุดเดือด (°C)	จุดหลอมเหลว (°C)	อุณหภูมิที่สังเกต (°C)	สถานะที่เห็น
A	100	0	30	ของเหลว
B	2,500	1,200	500	ของแข็ง
C	-170	-250	40	แก๊ส
X	0	-78	-10	ของเหลว
Y	150	30	45	ของเหลว

ในความเป็นจริงเราจะสนใจเพียงอุณหภูมิไม่ได้ เนื่องจากความดันจะมีผลต่อสถานะของสสารด้วย ดังนั้นจึงมีการแสดงผลของอุณหภูมิและความดันไว้ในรูป Phase Diagram



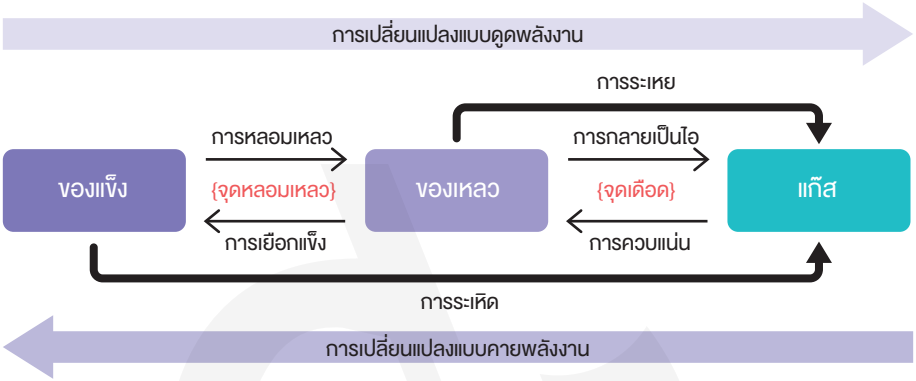
Phase Diagram ของน้ำ

จากกราฟจะเห็นว่าถึงแม้อุณหภูมิจะคงที่ แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงความดันก็จะทำให้น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะได้



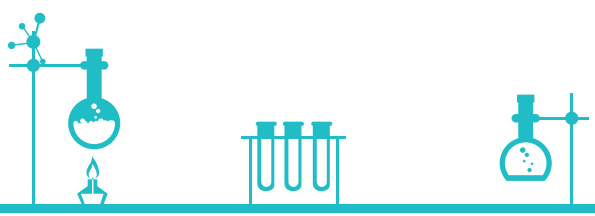
• การเปลี่ยนสถานะของสสาร

ในการเปลี่ยนแปลงพลังงานจะมีได้ทั้ง 2 ทิศทาง คือ สามารถดูดพลังงานหรือคายพลังงานก็ได้ โดยการดูด-คายพลังงานเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะนั้นมีชื่อเรียกต่างๆ ดังนี้



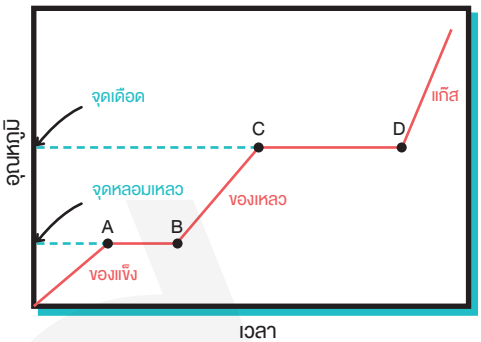
1. **การหลอมเหลว** : เมื่อของแข็งได้รับพลังงาน ทำให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนสูงกว่าจุดหลอมเหลว จะทำให้ของแข็งกลายเป็นของเหลว
2. **การกลายเป็นไอ** : เมื่อของเหลวได้รับพลังงาน ทำให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนสูงกว่าจุดเดือด จะทำให้ของเหลวกลายเป็นไอ
3. **การระเหิด** : เมื่อบริเวณผิวของของแข็งได้รับพลังงานมากพอที่จะทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค จะทำให้ของแข็งกลายเป็นไอได้ โดยไม่ต้องมีอุณหภูมิผ่านจุดหลอมเหลวและจุดเดือด
4. **การระเหย** : เมื่อบริเวณผิวของของเหลวได้รับพลังงานมากพอที่จะทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค จะทำให้ของเหลวกลายเป็นไอได้ โดยไม่ต้องมีอุณหภูมิผ่านจุดเดือด
5. **การควบแน่น** : เมื่อแก๊สคายพลังงาน ทำให้มีอุณหภูมิต่ำลงจนน้อยกว่าจุดเดือด จะทำให้แก๊สกลายเป็นของเหลว
6. **การเยือกแข็ง** : เมื่อของเหลวคายพลังงาน ทำให้มีอุณหภูมิต่ำลงจนน้อยกว่าจุดหลอมเหลวจะทำให้ของเหลวกลายเป็นของแข็ง

SANBATTE



• พลังงานความร้อนที่เข้ามาเกี่ยวข้องในการเปลี่ยนสถานะของสสาร

พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสสารนั้นสามารถแสดงได้ดังรูป



จากรูปคือเส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนได้ดังนี้

1) ที่อุณหภูมิต่ำ สสารจะเป็นของแข็ง จากกราฟช่วงแรกจนถึงจุด A พลังงานความร้อนจะทำให้สสารเพิ่มอุณหภูมิจนเริ่มหลอมเหลว
2) จากนั้นเมื่อให้พลังงานความร้อนจากจุด A ไปจุด B พลังงานความร้อนจะไม่ทำให้สสารเพิ่มอุณหภูมิ แต่จะทำให้เกิดกระบวนการหลอมเหลว โดยความร้อนที่ใช้จะเรียกว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว
3) เมื่อให้พลังงานจากจุด B ไปจุด C พลังงานความร้อนจะทำให้สสารเพิ่มอุณหภูมิจนเริ่มกลายเป็นไอ
4) และเมื่อให้พลังงานต่อจากจุด C ไปจุด D พลังงานความร้อนจะไม่ทำให้สสารเพิ่มอุณหภูมิ แต่จะทำให้เกิดกระบวนการกลายเป็นไอ โดยความร้อนที่ใช้จะเรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ
5) เมื่อพ้นจากจุด D ไป สสารจะอยู่ในสถานะแก๊ส หากให้พลังงานความร้อนก็จะทำให้แก๊สมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

จากกราฟจะสังเกตเห็นว่าพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ พลังงานในการเปลี่ยนอุณหภูมิ และส่วนที่สองคือ พลังงานในการเปลี่ยนสถานะ

พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิ คำนวณได้จากสมการ

$Q = mC\Delta T$

- Q = ปริมาณความร้อน
- m = มวลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- C = ค่าความจุความร้อนจำเพาะของสาร
- ΔT = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

พลังงานความร้อนแฝง คำนวณได้จากสมการ

$Q = mL$

- Q = ปริมาณความร้อน
- m = มวลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- L = ค่าความร้อนแฝงของการเปลี่ยนสถานะ

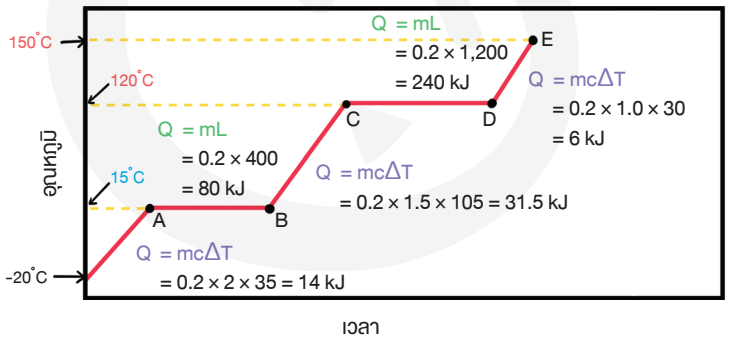
แบบฝึกหัดที่ 1.1

จงคำนวณความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสาร X 200 กรัม ที่ -20°C ให้กลายเป็นแก๊ส X ที่ 150°C โดยกำหนดให้ สาร X มีจุดหลอมเหลวที่ 15°C และจุดเดือด 120°C ความจุความร้อนของสาร X ตอนเป็นแก๊สเท่ากับ 1.0 kJ/kg.°C และจะเพิ่มขึ้น 0.5 kJ/kg.°C ทุก ๆ ครั้งที่มีการเปลี่ยนสถานะ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวเท่ากับ 400 kJ/kg และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอเท่ากับ 1,200 kJ/kg

เฉลย แบบฝึกหัด บทที่ 1

• แบบฝึกหัดที่ 1.1

ความจุความร้อนของ X ในสถานะแก๊ส = 1.0 kJ/kg.°C
ความจุความร้อนของ X ในสถานะของเหลว = 1.5 kJ/kg.°C
ความจุความร้อนของ X ในสถานะของแข็ง = 2.0 kJ/kg.°C
ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว = 400 kJ/kg
ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ = 1,200 kJ/kg



พลังงานความร้อนที่ใช้ทั้งหมดเท่ากับ 14 + 80 + 31.5 + 240 + 6 kJ = 371.5 kJ

เฉลย แบบฝึกหัด บทที่ 1

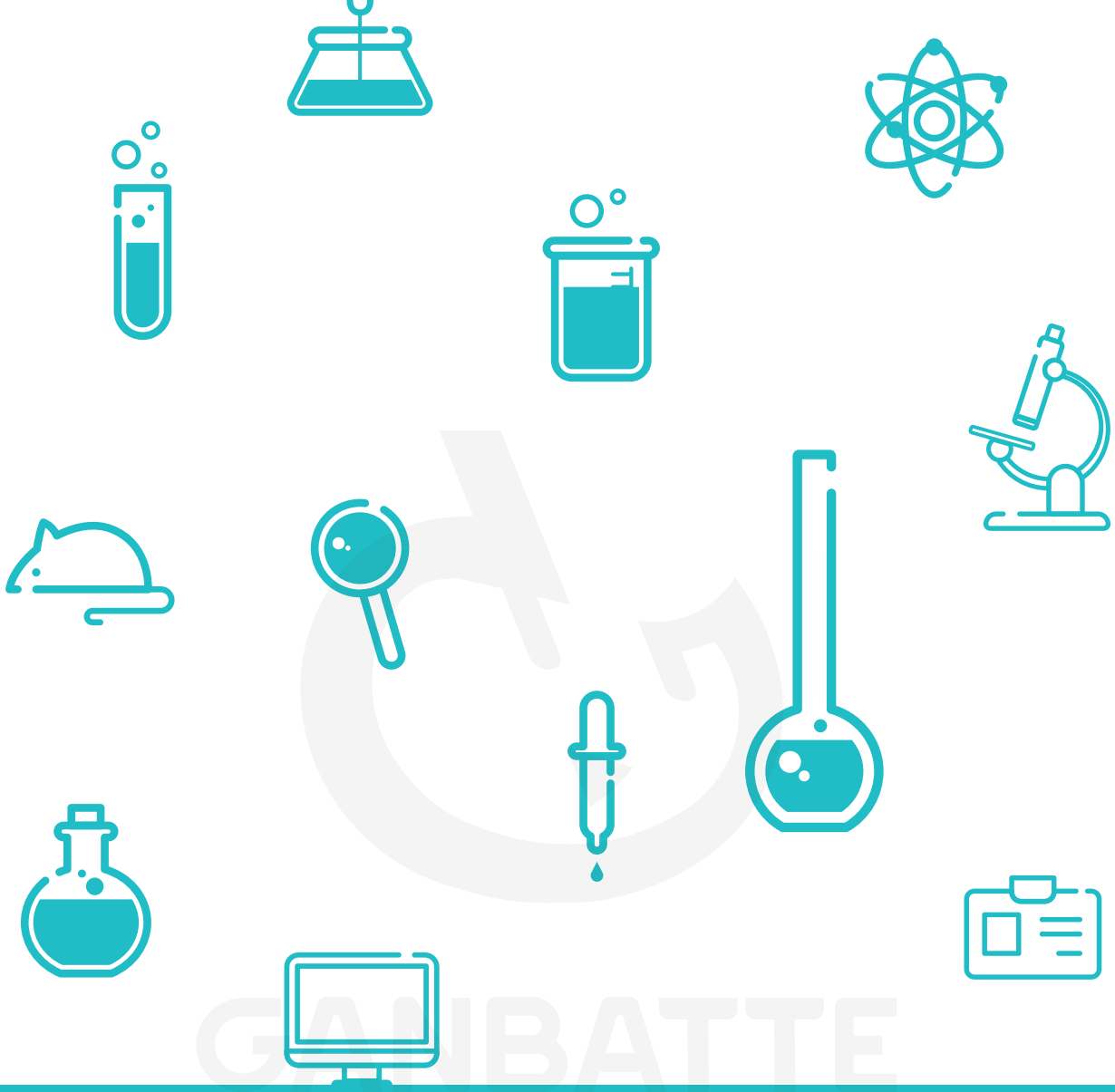
• แบบฝึกหัดที่ 1.2

1. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
2. $2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$
3. $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$
4. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$
5. $CaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + CaSO_4(s)$
6. $2C_4H_{10}(g) + 9O_2(g) \rightarrow 8CO(g) + 10H_2O(g)$
7. $3CaBr_2(aq) + 2K_3PO_4(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + 6KBr(aq)$
8. $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$
9. $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$
10. $2Al(s) + 6HClO_3(aq) \rightarrow 2Al(ClO_3)_3(aq) + 3H_2(g)$

• แบบฝึกหัดที่ 1.3

1. R_f ของ A = 0.2 และ R_f ของ C = 0.8
2. สาร A ถูกดูดซับไว้ได้มากกว่า จึงเคลื่อนที่ไปได้ช้ากว่า
3. ยังไม่สามารถบอกได้ทันที เนื่องจากมีโอกาสเป็นไปได้ที่สารต่างชนิดกันจะมีค่า R_f ที่เท่ากัน ดังนั้นควรทดสอบด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน 2 ชนิดขึ้นไป หากยังได้ค่า R_f เท่ากันอยู่ เราอาจจะพอที่จะสรุปได้ว่า B เกิดจาก A และ C ผสมกัน

GANBATTE



บทที่ 02
ธาตุและตารางธาตุ
ELEMENTS AND PERIODIC TABLE

บทที่ 02 ธาตุและตารางธาตุ

ELEMENTS AND PERIODIC TABLE

02

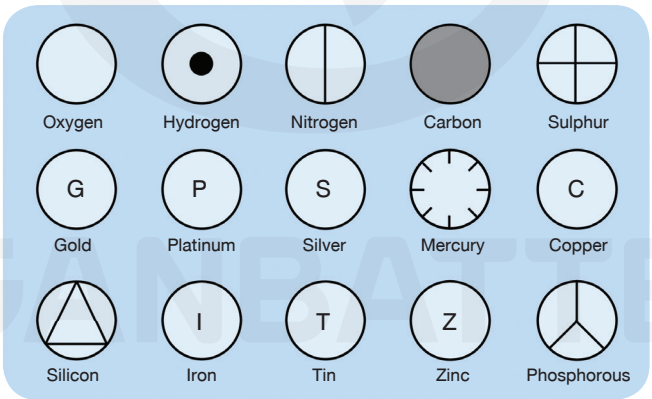
ธาตุ

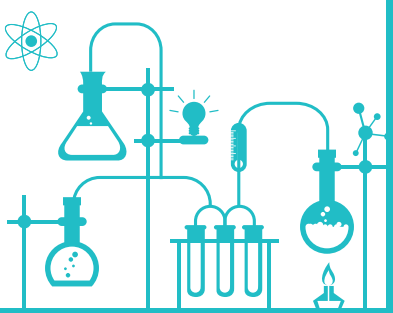
คือ สสารที่ไม่อาจแบ่งแยกหรือเปลี่ยนแปลงให้เป็นสสารอื่นได้ด้วยวิธีใดๆ ทางเคมี กล่าวคือ สสารที่ประกอบด้วยอะตอมเพียงชนิดเดียวเท่านั้น (ไม่ใช่อะตอมเดียว มีหลายอะตอมได้)

เราแบ่งธาตุได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ โลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ โดยการจำแนกธาตุออกเป็น 3 กลุ่มนี้ เราพิจารณาจากสมบัติต่างๆ เช่น การนำไฟฟ้า ความยืดหยุ่น

สัญลักษณ์และชื่อของธาตุ

ในอดีต ธาตุที่ถูกค้นพบมีจำนวนไม่มาก จึงมีการใช้รูปภาพเป็นสัญลักษณ์ของธาตุ ซึ่งแนวคิดนี้ถูกเสนอโดยจอห์น ดาลตัน (John Dalton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ

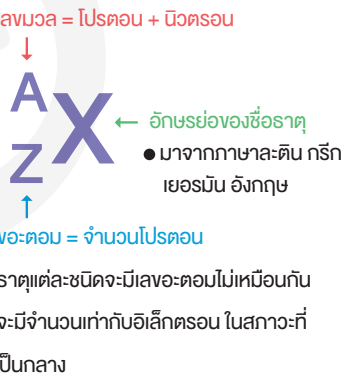




ชื่อเต็ม	สัญลักษณ์
Ferum	Fe
Plumbum	Pb
Iodine	I
Kalium	K
Natrium	Na
Wulfram	W
Carbon	C

ต่อมาเมื่อธาตุได้ถูกค้นพบเป็นจำนวนมากขึ้น จาคอบ แบร์เซลิอุส (Jacob Berzelius) นักเคมีชาวสวีเดน ได้เสนอการใช้สัญลักษณ์ของธาตุแบบตัวอักษรขึ้น โดยนิยมใช้ภาษาละตินเป็นศัพท์ที่ใช้เรียกชื่อธาตุ (หรืออาจใช้ภาษาอื่นๆ หากไม่มีภาษาละติน) และใช้อักษรที่เป็นชื่อธาตุมาทำเป็นสัญลักษณ์ โดยจะใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ และถ้าต้องมีตัวที่ 2 จะใช้ตัวพิมพ์เล็ก

ปัจจุบัน เมื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มีมากขึ้น สัญลักษณ์ของธาตุจึงได้พัฒนาออกมาเป็นตัวอักษรคู่กับตัวเลข เรียกว่า สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ซึ่งจะแทนด้วยสัญลักษณ์ ${}^{A}_{Z}X$



• X คือ สัญลักษณ์ของธาตุ

นิยมใช้ตัวอักษรแรกๆ ของธาตุนั้นมาเป็นสัญลักษณ์ โดยอักษรย่อและชื่อของธาตุอาจจะมาจากภาษาที่ต่างกัน เช่น Na มาจากภาษาละตินว่า Natrium แต่เราจะนิยมเรียกว่า Sodium หรือ Au มาจากภาษาละตินว่า Aurum แต่เราจะนิยมเรียกว่า Gold

• Z คือ เลขอะตอม

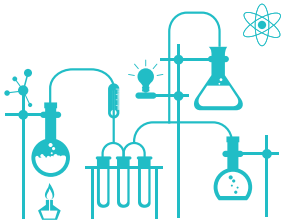
เลขอะตอมนี้เป็นเลขที่บอกถึงจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของธาตุแต่ละธาตุ ซึ่งมีค่าเฉพาะต่อธาตุหนึ่งๆ และสำหรับอะตอมที่เป็นกลางจะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน เช่น เมื่อสังเกตธาตุลิเทียม (Li) จากตารางธาตุ ก็จะพบว่ามีเลขอะตอมเท่ากับ 3 ซึ่งก็จะมีเพียง Li เท่านั้นที่มีเลขอะตอมค่านี้ จะไม่มีธาตุตัวใดที่มีเลขอะตอมซ้ำกัน

• A คือ มวลอะตอม

เป็นค่าที่บอกถึงจำนวนโปรตอนรวมกับจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสของอะตอมธาตุนั้นๆ เนื่องจากอะตอมของธาตุนั้น มวลหลักๆ จะเป็นมวลของโปรตอนและนิวตรอน อิเล็กตรอนจะเบามากจนถือว่าไม่มีมวล

สรุปการคำนวณจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

- เลขอะตอม = จำนวนโปรตอน
- เลขมวล = จำนวนโปรตอน + นิวตรอน
- จำนวนอิเล็กตรอน ปกติแล้วจะเท่ากับโปรตอน



ตัวอย่างที่ 1

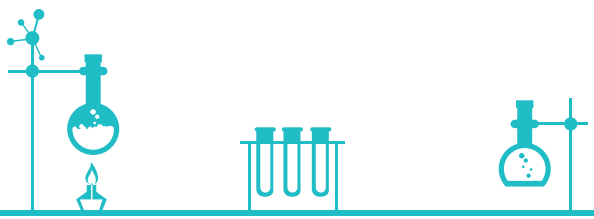
ธาตุโพแทสเซียม (K) มีเลขอะตอม 19 มีมวลอะตอม 39 หมายความว่า

- ในหนึ่งอะตอมของธาตุ K จะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 19 โปรตอน
- ในหนึ่งอะตอมของธาตุ K จะมีอิเล็กตรอนเท่ากับ 19 อิเล็กตรอน
- ในหนึ่งอะตอมของธาตุ K จะมีโปรตอน + นิวตรอน = 39 อนุภาค
  - ดังนั้นจำนวนนิวตรอนของธาตุ K จะเท่ากับ 39 - 19 = 20 นิวตรอน

ตัวอย่างที่ 2

ธาตุยูเรเนียม (U) มีเลขอะตอม 92 มีมวลอะตอม 238 หมายความว่า

- ในหนึ่งอะตอมของธาตุ U จะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 92 โปรตอน
- ในหนึ่งอะตอมของธาตุ U จะมีอิเล็กตรอนเท่ากับ 92 อิเล็กตรอน
- ในหนึ่งอะตอมของธาตุ U จะมีโปรตอน + นิวตรอน = 238 อนุภาค
  - ดังนั้นจำนวนนิวตรอนของธาตุ U จะเท่ากับ 238 - 92 = 146 นิวตรอน



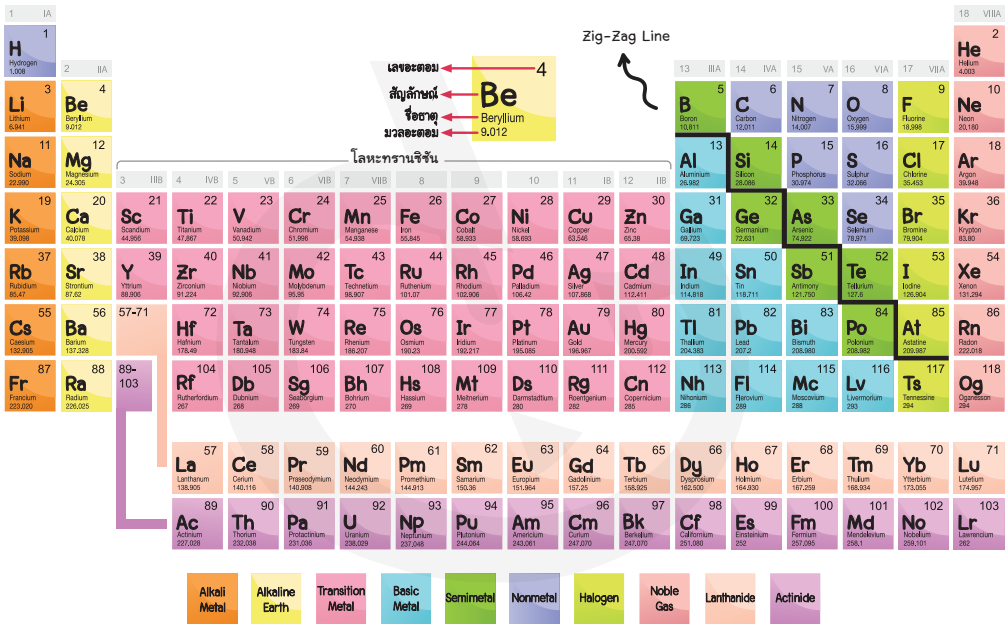
แบบฝึกหัดที่ 2.1 : จงเติมจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

ธาตุ	สัญลักษณ์	มวลอะตอม	เลขอะตอม	จำนวนโปรตอน	จำนวนนิวตรอน	จำนวนอิเล็กตรอน
ไฮโดรเจน	H	1	1			
ฮีเลียม	He	4	2			
ลิเทียม	Li	7	3			
โซเดียม	Na	23	11			
โบรอน	B	9	5			
คาร์บอน	C	12	6			
คาร์บอน	C	13	6			
คาร์บอน	C	14	6			
ไนโตรเจน	N	14	7			
นีออน	Ne	20	10			

GANBATTE

ตารางธาตุ

ปัจจุบันธาตุจำนวนมากได้ถูกจัดเรียงไว้ในตารางธาตุ โดยตารางธาตุจะเรียงธาตุตามจำนวนของเลขอะตอม โดยเรียงจากน้อยไปมากและจัดกลุ่มธาตุตามคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งรูปร่างหน้าตาของตารางธาตุในปัจจุบันเป็นดังนี้



ดูคลิปเรื่อง
"การท่องตารางธาตุ"
https://bit.ly/2lSthBr

การแบ่งหมู่และคาบของตารางธาตุ

หมู่ คือ แถวในแนวตั้งของตารางธาตุ

ทางซ้ายสุดจะเริ่มนับเป็นหมู่ที่ 1 หรือ 1A และทางขวาสุดจะนับเป็นหมู่ที่ 18 หรือ 8A โดยในระดับเบื้องต้นนั้น เราควรท่องธาตุในตารางหมู่ 1, 2 (1A-2A) และ 13-18 (3A-8A) ได้

คาบ คือ แถวในแนวนอนของตารางธาตุ

คาบที่ 1 จะมีธาตุเพียง 2 ตัว คือ H และ He จากนั้น Li , Be , B , C , N , O , F , Ne จะเป็นธาตุคาบที่ 2

แบบฝึกหัดที่ 2.2 : จงบอกหมู่และคาบของธาตุต่อไปนี้

1. โพแทสเซียม.....
2. โซเดียม.....
3. แมกนีเซียม.....
4. อาร์กอน.....
5. ออกซิเจน.....
6. แบเรียม.....
7. อะลูมิเนียม.....
8. แคลเซียม.....
9. ไอโอดีน.....
10. ฟอสฟอรัส.....

การแบ่ง Zone ของตารางธาตุ

1. แบ่งตามความเป็นโลหะ (ใช้เส้นขั้นบันไดเป็นตัวแบ่ง)

โลหะ

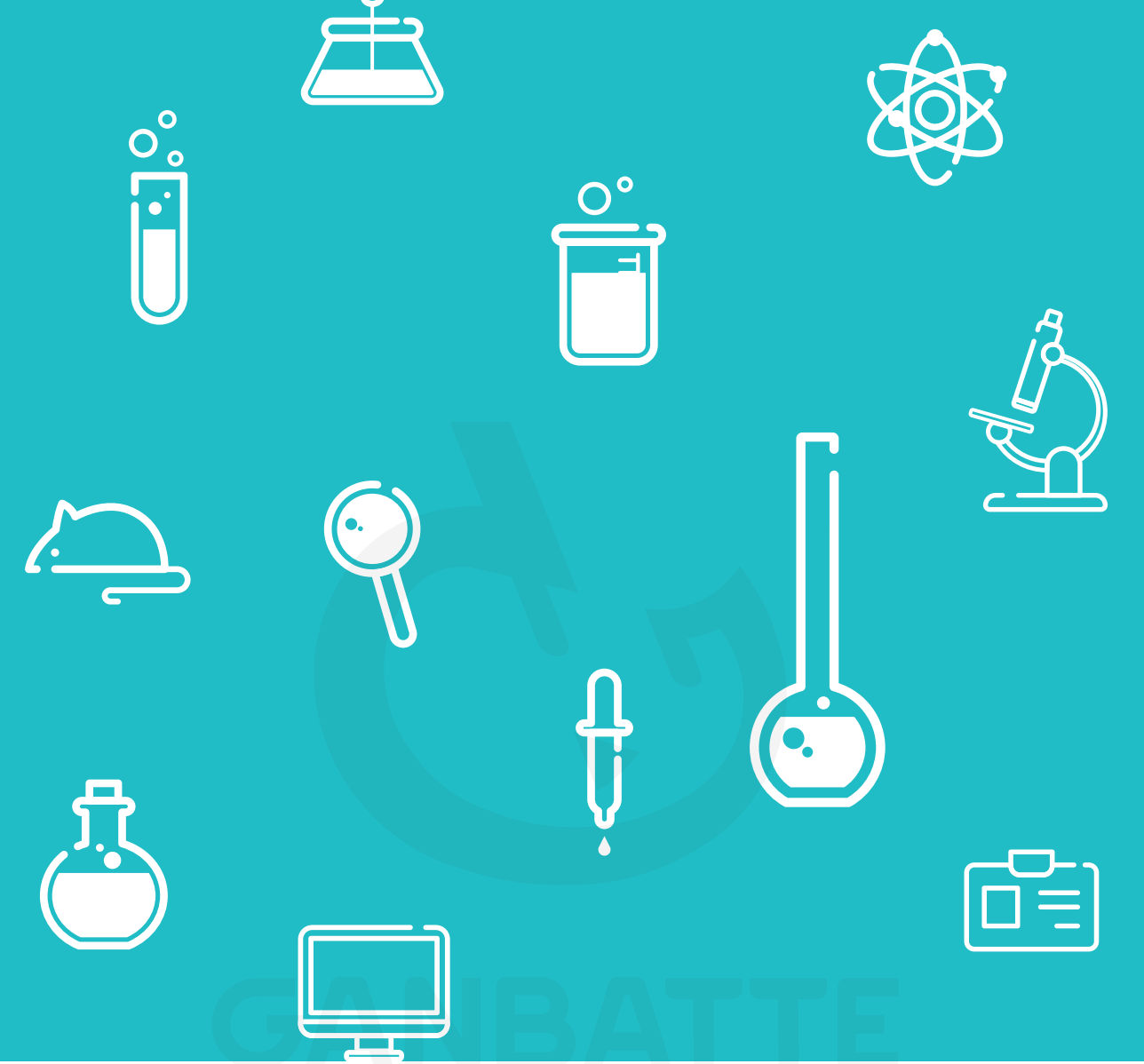
คือ ธาตุที่อยู่ทางด้านซ้ายของขั้นบันได เช่น Na , Cu , Au , Ag , Ca ธาตุที่เป็นโลหะจะมีคุณสมบัตินำไฟฟ้าได้ มัน เงา สะท้อนแสง สามารถนำความร้อนได้ดี และมีความยืดหยุ่น สามารถบิดเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ โลหะส่วนมากเป็นของแข็ง จะมีโลหะเหลวเพียง 2 ชนิดในตารางธาตุคือ Hg และ Fr

อโลหะ

คือ ธาตุที่อยู่ทางด้านขวาของขั้นบันได เช่น C , P , O , Cl , Br ธาตุที่เป็นอโลหะจะมีคุณสมบัติตรงข้ามกับโลหะ เช่น ไม่สะท้อนแสง ไม่นำไฟฟ้า นำความร้อนได้ไม่ดี ไม่มีความยืดหยุ่น ธาตุอโลหะบางชนิดสามารถนำไฟฟ้าได้ เช่น แกรไฟต์ (เป็นอัญรูปหนึ่งของคาร์บอน)

กึ่งโลหะ

คือ ธาตุทุกตัวที่อยู่บริเวณขั้นบันไดของตารางธาตุ ประกอบด้วยธาตุ B , Si , Ge , As , Sb , Te , Po และ At โดยธาตุกึ่งโลหะจะมีคุณสมบัติที่คล้ายโลหะและอโลหะ



บทที่ 03
สารประกอบ
COMPOUNDS

บทที่ 03 สารประกอบ

COMPOUNDS

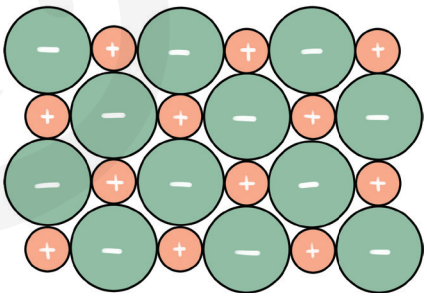
03

สารประกอบ

เกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไปมารวมตัวกันทางเคมี สาเหตุที่อะตอมมารวมตัวกันนั้น เนื่องจากปัจจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น นั่นคือปัจจัยในเรื่องความเสถียรของอะตอม อะตอมเมื่อเกิดเป็นไอออน ก็จะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างประจุบวกและประจุลบ เกิดเป็นสารประกอบเรียกว่า "สารประกอบไอออนิก" หรือเมื่ออะตอมนำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน ก็จะทำให้อะตอมเกิดการรวมตัวกัน โดยอะตอมต่างชนิดกันมารวมตัวกันจะเกิดเป็นสารประกอบเรียกว่า "สารประกอบโคเวเลนต์" ดังนั้น สารประกอบที่ควรรู้จักจึงมีเพียง 2 ชนิด คือ สารประกอบไอออนิก และสารประกอบโคเวเลนต์

สารประกอบไอออนิก

เมื่ออะตอมเกิดการรับ-จ่ายอิเล็กตรอน จะเกิดเป็น "ไอออน" ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า โดยไอออนจะมีทั้งไอออนบวกและไอออนลบ เมื่อไอออนทั้งสองนี้เข้าใกล้กันก็จะเกิดแรงดึงดูดเข้าหากัน และเกิดเป็นสารประกอบที่เรียกว่า "สารประกอบไอออนิก"



• ไอออนบวก

ส่วนใหญ่ไอออนบวกจะเกิดจากอะตอมโลหะที่เกิดการสูญเสียอิเล็กตรอนไป เช่น โลหะโซเดียม (Na) จะกลายเป็น โซเดียมไอออน (Na^+) หรือโลหะแคลเซียม (Ca) จะกลายเป็น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) โดยมีโลหะ 2 ชนิดที่จะไม่เกิดเป็นไอออนบวก นั่นคือ Be และ B อย่างไรก็ตาม ไอออนบวกบางชนิดจะไม่ใช่โลหะ เช่น แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+)

• ไอออนลบ

ส่วนใหญ่จะเกิดจากอะตอมอโลหะที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามาในวงโคจร เช่น F^- , Cl^- , O^{2-} , N^{3-} อย่างไรก็ตาม ไอออนลบบางชนิดจะมีขนาดใหญ่ เนื่องจากไอออนเหล่านี้เกิดจากอะตอมหลายอะตอมมารวมตัวกันทางเคมี ซึ่งไอออนลบที่มีลักษณะเป็นกลุ่มอะตอมที่ควรรู้จักและควรจำได้มีดังนี้

GANBATTE

NO_3^-	มีชื่อว่า	ไนเตรต	SO_4^{2-}	มีชื่อว่า	ซัลเฟต
OH^-	มีชื่อว่า	ไฮดรอกไซด์	CO_3^{2-}	มีชื่อว่า	คาร์บอเนต
ClO_3^-	มีชื่อว่า	คลอเรต	CrO_4^{2-}	มีชื่อว่า	โครเมต
ClO_4^-	มีชื่อว่า	เปอร์คลอเรต	$Cr_2O_7^{2-}$	มีชื่อว่า	ไดโครเมต
MnO_4^-	มีชื่อว่า	เปอร์แมงกาเนต	PO_4^{3-}	มีชื่อว่า	ฟอสเฟต

ดังนั้นหลักการพิจารณาสารประกอบไอออนิกอย่างง่าย คือ ให้สังเกตสารประกอบที่มีโลหะกับอโลหะอยู่ด้วยกัน หรือ NH_4^+ อยู่กับอโลหะ

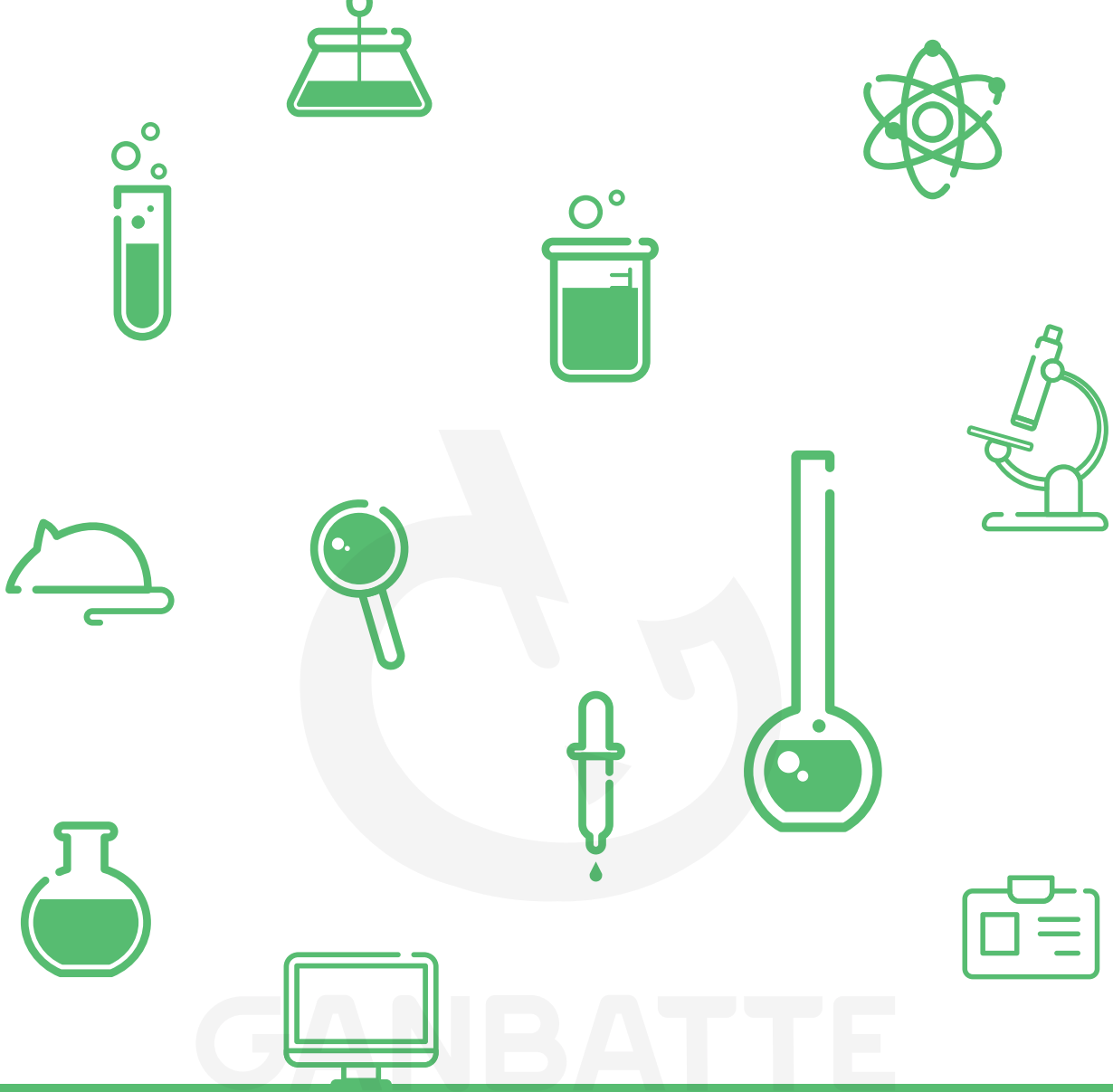
การเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิก

การเขียนสูตรทางเคมีของสารประกอบไอออนิก ต้องเขียนให้ได้สูตรของสารประกอบที่เป็นกลางทางไฟฟ้า และตัดทอนจำนวนอะตอมให้เหลืออัตราส่วนอย่างต่ำที่สุด โดยสูตรเคมีในลักษณะนี้จะเรียกว่า "สูตรอย่างง่าย"

ตัวอย่างที่ 1

ถ้าจะเขียนสูตรของสารประกอบระหว่างอะตอมของธาตุ X และ Y โดยธาตุ X จะเกิดเป็นไอออนที่มีประจุ +3 และธาตุ Y จะเกิดเป็นไอออนที่มีประจุ -4 เราจะเขียนให้เป็นกลางทางไฟฟ้าได้โดยการไขว้ประจุดังนี้

ดังนั้น เราก็จะได้สารประกอบของธาตุ X และ Y ที่มีสูตร X_4Y_3



บทที่ 04
ปฏิกิริยาเคมีที่น่ารู้
INTERESTING CHEMICAL REACTION

บทที่ 04 ปฏิกิริยาเคมีที่น่ารู้

INTERESTING CHEMICAL REACTION

04

ประเภทของปฏิกิริยาเคมี

1. ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ (Non-Redox Reaction)

เป็นปฏิกิริยาที่ไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างอะตอม มีการเขียนสมการเป็นรูปแบบที่สามารถคาดเดาสารผลิตภัณฑ์ได้ ลักษณะสมการเคมีจะไม่ซับซ้อน

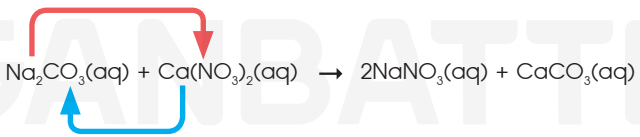
2. ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox Reaction)

เป็นปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างสารตั้งต้น การเขียนปฏิกิริยานี้จะเป็นการเขียนที่ค่อนข้างยาก บางปฏิกิริยาก็คาดเดาสารผลิตภัณฑ์ได้ บางปฏิกิริยาก็ไม่สามารถคาดเดาสารผลิตภัณฑ์ได้

ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์

ปฏิกิริยาไอออนิก

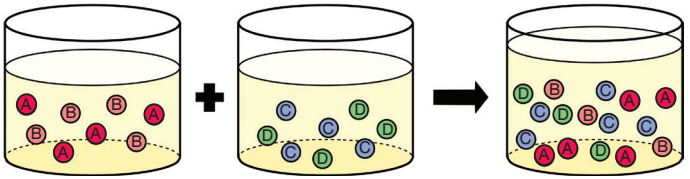
เราจะเขียนปฏิกิริยาเช่นนี้ก็ต่อเมื่อเป็นสารประกอบไอออนิก 2 ชนิดทำปฏิกิริยากัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นสารที่ได้จากการสลับไอออนกันของสาร 2 ชนิด เช่น



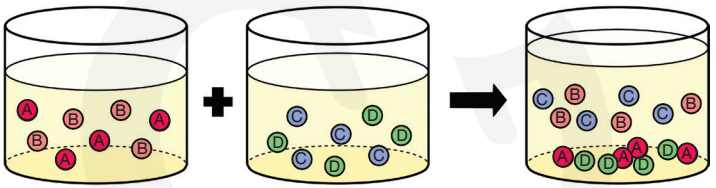
ปฏิกิริยาไอออนิกพื้นฐานจะสามารถสังเกตการเกิดปฏิกิริยาอย่างง่ายได้จาก "การตกตะกอน" (การเกิดสารที่ไม่ละลายน้ำ) โดยในระดับเบื้องต้นนั้น พี่เบนซ์อยากให้น้องๆ มองอย่างง่ายๆ ว่า หากมีการตกตะกอน จะถือว่ามีปฏิกิริยาไอออนิกเกิดขึ้น และถ้าหากไม่มีการตกตะกอน จะถือว่าไม่สามารถสรุปได้ว่ามีการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเราต้องสามารถแยกแยะให้ได้ว่าสมการใดมีการเกิดตะกอน สมการใดไม่มีการเกิดตะกอน ซึ่งการที่เราจะสามารถทราบถึงการเกิดตะกอนในปฏิกิริยาไอออนิกได้นั้น เราจำเป็นต้องเข้าใจก่อนว่าสารประกอบไอออนิกประเภทใดละลายน้ำและสารประเภทใดไม่ละลายน้ำ

GANBATTE

ไม่ตกตะกอน = ไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดปฏิกิริยา



ตกตะกอน = เกิดปฏิกิริยา



$AB(aq) + CD(aq) \longrightarrow AD(s)\downarrow + CB(aq)$

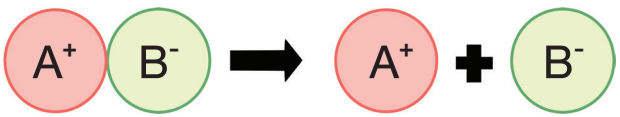
• การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

สารประกอบไอออนิกมีคุณสมบัติการละลายน้ำที่ต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าบางชนิดละลายน้ำได้ดี แต่บางชนิดกลับละลายน้ำได้น้อยมาก ซึ่งตรงนี้แสดงให้เห็นว่าต้องมีปัจจัยบางอย่างที่มีผลต่อการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

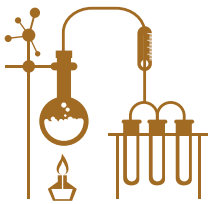
ปัจจัยที่กล่าวในข้างต้นก็คือ ปัจจัยทาง "พลังงาน" โดยมีพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลายน้ำอยู่ 2 ชนิด คือ พลังงานแลตทิซ (Lattice Energy) และพลังงานไฮเดรชัน (Hydration Energy)

พลังงานแลตทิซ (Lattice Energy)

เมื่อเรานำสารประกอบไอออนิกไปละลายน้ำ ในขั้นแรกสารไอออนิกจะดูดพลังงานและเกิดการแตกตัวเป็นไอออนในสถานะแก๊ส โดยพลังงานที่ดูดเข้าไปนั้นเรียกว่า "พลังงานแลตทิซ" หรือ "พลังงานโครงร่างผลึก"



ตัวอย่างสมการการแตกตัวของสารประกอบไอออนิก



$NaCl(s) \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)$

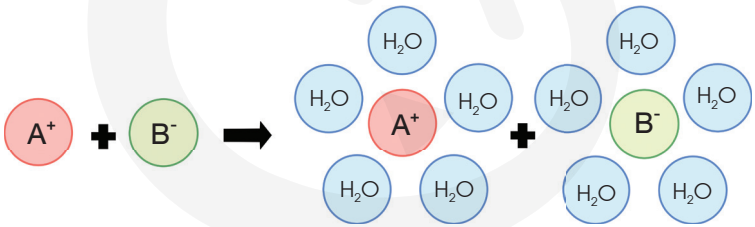
$K_2SO_4(s) \rightarrow 2K^{+}(g) + SO_4^{2-}(g)$

$CaBr_2(s) \rightarrow Ca^{2+}(g) + 2Br^{-}(g)$

$Ca_3(PO_4)_2(s) \rightarrow 3Ca^{2+}(g) + 2PO_4^{3-}(g)$

พลังงานไฮเดรชัน (Hydration Energy)

เมื่อสารประกอบไอออนิกกลายเป็นไอออนในสถานะแก๊ส ขั้นต่อไปคือ ไอออนในสถานะแก๊สจะคายพลังงานเพื่อสร้างพันธะกับน้ำ จึงเกิดเป็นไอออนในสถานะสารละลาย ซึ่งพลังงานที่คายออกมานั้นเรียกว่า "พลังงานไฮเดรชัน"



ตัวอย่างสมการการเกิดไฮเดรชันของสารประกอบไอออนิก

$Na^{+}(g) + Cl^{-}(g) \rightarrow Na^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$

$2K^{+}(g) + SO_4^{2-}(g) \rightarrow 2K^{+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

$Ca^{2+}(g) + 2Br^{-}(g) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2Br^{-}(aq)$

$3Ca^{2+}(g) + 2PO_4^{3-}(g) \rightarrow 3Ca^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq)$