

สารบัญ

บทที่ 1 โครงสร้างอะตอม

10

• กุญแจอะตอมของดอลตัน	13
• การทดลองหลอดรังสีแคโทด	14
• การค้นพบอิเล็กตรอนของทอมสัน	17
• การทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน	18
• แบบจำลองอะตอมของทอมสัน	21
• แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	21
• การค้นพบนิวตรอนของแฮดวิก	23
- สรุปอนุภาคมูลฐานของอะตอม	26
• การทดลองการแผ่รังสีของวัตถุดำ	29
- สรุปจากการทดลองการแผ่รังสีของวัตถุดำ	32
• ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	33
• การทดลองสเปกตรัมของไฮโดรเจน	37
- การใช้สเปกตรัมวิเคราะห์ชนิดของธาตุในสารประกอบ	40
• กุญแจอะตอมของโบร์	42
• แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นคลื่นของอิเล็กตรอน	49
• สรุปกุญแจของแสง	52
• หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก	59
• แบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน	61
• การเขียนสัญลักษณ์ของอิเล็กตรอนในออร์บิทัล	64
• ระดับพลังงานของออร์บิทัล	65
• หลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอนุภาคที่มีมากกว่า 1 อิเล็กตรอน	67
• ความเสถียรของอะตอม	73
- ความเสถียรของธาตุหมู่ 8A	73
- การเกิดเป็นไอออนบวกของโลหะ	74
- การเกิดไอออนลบและพันธะโคเวเลนต์ของโลหะ	75
- การจัดเรียงอิเล็กตรอนที่ไม่เป็นไปตามหลักเอาฟบาว	77
• รูปแบบการจัดเรียงอิเล็กตรอน	79
- การจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบชั้นพลังงานหลัก	79
- การจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบใช้ธาตุหมู่ 8A	80
- การจัดเรียงอิเล็กตรอนของไอออน	82
• สมบัติแม่เหล็กของอะตอม	87
• ลักษณะของอะตอมที่ควรรู้จัก	88
• เลขควอนตัม	89
- เลขควอนตัมหลัก	89
- เลขควอนตัมโมเมนตัมเชิงมุม	89

- เลขควอนตัมแม่เหล็ก	90
- เลขควอนตัมสปิน	90
• แบบจำลองมาตรฐานของอนุภาค	95
• เอลยแบบฝึกหัด	103

บทที่ 2 ตารางธาตุ

111

• วัตินนาการของตารางธาตุ	112
- กฎชุดสาม	112
- กฎชุดแปด	113
- กฎพีริออดิก	113
- ตารางธาตุในยุคปัจจุบัน	116
• การแบ่งโซนของตารางธาตุ	117
- โซน s-block และ p-block	117
- โซน d-block	118
- โซน f-block	118
• ชื่อธาตุที่เป็นระบบ	119
• แนวโน้มของสมบัติธาตุตามตารางธาตุ	120
- ประจุนิวเคลียร์สุทธิ	120
- ขนาดอะตอม	121
- ขนาดไอออน	125
- พลังงานไอออไนเซชัน	135
- สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน	144
- อิเล็กโทรเนกาติวิตี	147
- ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐาน	149
- สถานะออกซิเดชัน	152
- จุดเดือดและจุดหลอมเหลว	157
- ความหนาแน่น	162
- สรุปแนวโน้มสมบัติตามตารางธาตุ	162
• เอลยแบบฝึกหัด	170

บทที่ 3 สมบัติธาตุและสารประกอบ

177

• ธาตุไฮโดรเจน	178
• ธาตุ 1A-8A	180
- ธาตุหมู่ 1A: Alkali Metal	180
- ธาตุหมู่ 2A: Alkaline Earth	182
- ธาตุหมู่ 3A (13): Boron Family	184
- ธาตุหมู่ 4A (14): Carbon Family	187
- ธาตุหมู่ 5A (15): Pnictogen	189

- ธาตุหมู่ 6A (16): Chalcogen	191
- ธาตุหมู่ 7A (17): Halogen	192
- ธาตุหมู่ 8A (18): แก๊สเฉื่อย (Inert Gas)	197
• ธาตุแทรนซิชัน	202
- การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุแทรนซิชัน	203
- สมบัติทางกายภาพของธาตุแทรนซิชัน	204
- สมบัติทางเคมีของธาตุแทรนซิชัน	205
- สารประกอบเชิงซ้อน	205
- การหาเลขออกซิเดชันของโลหะแทรนซิชันในสารประกอบเชิงซ้อน	207
• ธาตุกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์	210
- การเขียนสมการนิวเคลียร์	210
- ลักษณะของกัมมันตภาพรังสีที่ควรรู้จัก	211
- การทำนายการเกิดกัมมันตภาพรังสี	215
- การตรวจสอบการเกิดรังสี	216
- การบอกอายุของธาตุกัมมันตรังสี	217
- ประโยชน์ของธาตุกัมมันตรังสี	219
- กระบวนการแปรนิวเคลียส	222
- ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน	223
- ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน	224
• สมบัติของสารประกอบ	227
- สารประกอบออกไซด์	228
- สารประกอบคลอไรด์	230
• ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ควรรู้จัก	233
- แคลเซียม	233
- อะลูมิเนียม	234
- ซิลิกอน	234
• เอลยแบบฝึกหัด	240

บทที่ 4 พันธะเคมี

246

• พันธะโลหะ	248
- สมบัติโลหะ	248
• พันธะไอออนิก	249
- ลักษณะของพันธะไอออนิก	250
- การเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิก	250
- การอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก	253
- โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก	257
- กลไกการเกิดสารประกอบไอออนิก	260
- ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบไอออนิก	270
- กลไกการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก	273

- การเขียนสมการไอออนิกสุทธิ	277
- สมบัติของสารประกอบไอออนิก	279
• พันธะโคเวเลนต์	279
- ลักษณะของพันธะโคเวเลนต์	279
- รูปแบบของพันธะโคเวเลนต์	285
- การเปรียบเทียบพันธะ	292
- การเขียนสัญลักษณ์สารที่มีพันธะโคเวเลนต์	293
- การแสดงประจุในโครงสร้างโคเวเลนต์	296
- การเกิดพันธะโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต	300
- การอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์	302
- การเขียนโครงสร้างโคเวเลนต์	304
- ปรากฏการณ์โรโซแนนซ์	315
- รูปร่างของโครงสร้างโคเวเลนต์	322
- การเปรียบเทียบมุมพันธะของโครงสร้างโคเวเลนต์	337
- สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	342
- อันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์	348
- สมบัติทางกายภาพของโมเลกุลโคเวเลนต์ที่เกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล	351
- การแตกตัวได้ของโมเลกุลโคเวเลนต์	359
- โคเวเลนต์ชนิดโครงสร้างตาข่าย	361
- สรุปสมบัติของสารโคเวเลนต์	361
- การคำนวณพลังงานพันธะ	364
• เกลยแบบฝึกหัด	372

บทที่ 5 ทฤษฎีพันธะเวเลนซ์

391

• แนวคิดของการเกิดพันธะ	392
• การเกิดไฮบริดไอเซชัน	393
- ไฮบริดออร์บิทัล sp	395
- ไฮบริดออร์บิทัล sp^2	395
- ไฮบริดออร์บิทัล sp^3	396
- ไฮบริดออร์บิทัล sp^3d	397
- ไฮบริดออร์บิทัล sp^3d^2	397
• รูปแบบการซ้อนทับกันของออร์บิทัล	399
- การซ้อนทับกันแบบซิกมา	399
- การซ้อนทับกันแบบไพ	400
• ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ของทฤษฎีพันธะเวเลนซ์	401
- การอธิบายรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบประเภทอัลลีน	401
- การอธิบายปรากฏการณ์โรโซแนนซ์	402
- การอธิบายสภาพขั้วของสารประกอบเบนซีน	404
• ข้อจำกัดของทฤษฎี VSEPR ในการทำนายรูปร่างโมเลกุล	410

- รูปร่างของโมเลกุลในพันธะเอิ่มและวงแหวนอะโรมาติก	411
- ลักษณะอิเล็กทรอนิกส์ของวงออกซิเจนในสารประกอบชนิดต่างๆ	411
• เวลาแบบฝึกหัด	413

บทที่ 6 พันธะเคมี

417

• การแสดงโครงสร้างของสารอินทรีย์	418
- การแสดงสูตรโครงสร้างแบบย่อ	419
- การแสดงสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม	423
• หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์	428
- สารประกอบกลุ่มไฮโดรคาร์บอน	428
- สารประกอบอนุพันธ์ของน้ำ	431
- สารประกอบกลุ่มเอมีน	433
- สารประกอบกลุ่มคาร์บอนิล	435
- สารประกอบกลุ่มคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์	436
• การอ่านชื่อสารอินทรีย์	439
- ระบบตัวเลขที่ใช้ในการกำหนดชื่อ	439
- การอ่านชื่อสารประกอบแอลเคนในระบบสากล (IUPAC)	440
- การอ่านชื่อสารที่หมู่ฟังก์ชันอื่นๆ ในระบบ IUPAC	444
• ไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์	451
- ไอโซเมอร์โครงสร้าง	451
- สเตอริโอไอโซเมอร์	457
• สมบัติของสารอินทรีย์จำแนกตามหมู่ฟังก์ชัน	463
- ความมีขั้วของโมเลกุลและความสามารถในการละลายน้ำ	463
- จุดเดือด	465
- จุดหลอมเหลว	468
- ความเป็นกรด-เบสของโมเลกุล	470
• การแสดงกลไกปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์	474
- ประเภทของอนุภาคในปฏิกิริยาเคมี	474
- กลไกการสร้างและสลายพันธะ	476
- สารมัธยจรของคาร์บอนที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินไปของปฏิกิริยา	476
- กลไกพื้นฐานในการเกิดปฏิกิริยาของสารอินทรีย์	478
• ปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ที่ควรรู้จัก	481
- ปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Combustion)	481
- ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยเฮโลเจนของแอลเคน (Halogenation of Alkane)	482
- ปฏิกิริยาการเติมเฮโลเจนของแอลคีนและแอลไคน์ (Halogenation of Alkene and Alkyne)	484
- ปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนของแอลคีนและแอลไคน์ (Hydrogenation of Alkene and Alkyne)	485
- ปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนเฮโลด์ของแอลคีนและแอลไคน์ (Hydrohalogenation of Alkene and Alkyne)	486
- ปฏิกิริยาการเติมน้ำของแอลคีนและแอลไคน์ (Hydration of Alkene and Alkyne)	488

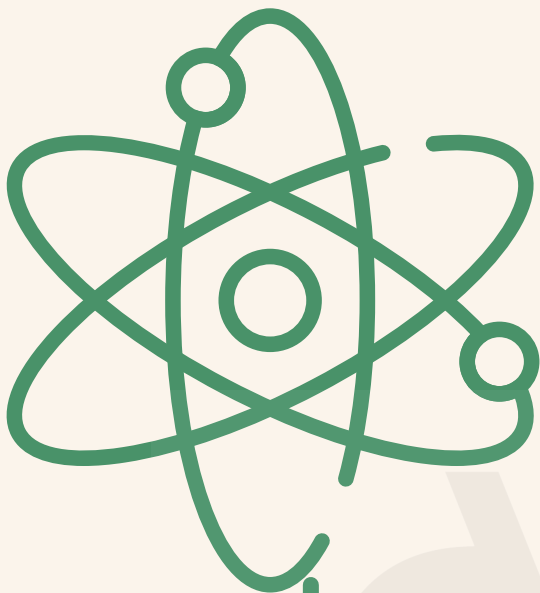
- ปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอลคีนและแอลไคน์ (Oxidation of Alkene and Alkyne)	489
- ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยแฮโลเจนของสารประกอบเบนซีน (Halogenation of Benzene)	491
- ปฏิกิริยาแสดงความเป็นกรดของแอลกอฮอล์ ฟีนอล และคาร์บอกซิลิก (Acid Reaction of Alcohol, Phenol, and Carboxylic)	492
- ปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอลกอฮอล์และแอลดีไฮด์ (Oxidation of Alcohol and Aldehyde)	493
- ปฏิกิริยารีดักชันของแอลดีไฮด์และคีโตน (Reduction of Aldehyde and Ketone)	495
- ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification)	496
- ปฏิกิริยาการานส่อเอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification)	497
- ปฏิกิริยาการเกิดเอไมด์ (Amide Formation)	498
- ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์และเอไมด์ในสภาวะกรด (Acid-Catalyzed Hydrolysis)	499
- ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์และเอไมด์ในสภาวะเบส (Base-Catalyzed Hydrolysis)	501
• เฉลยแบบฝึกหัด	518

บทที่ 7 พอลิเมอร์

526

• ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์	527
- ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบการเติม	528
- ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น	529
• โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	531
- พอลิเมอร์แบบเส้น	531
- พอลิเมอร์แบบกิ่ง	531
- พอลิเมอร์แบบร่างแห	532
• ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน	532
- พลาสติก	532
- ยาง	534
- เส้นใย	536
- ซิลิโคน	537
• เฉลยแบบฝึกหัด	542

คำขอบคุณ	546
จากใจนักเรียน	547
ประวัตินักเรียน	548
ตารางธาตุ	551



บทที่

1

โครงสร้างอะตอม
ATOMIC STRUCTURE

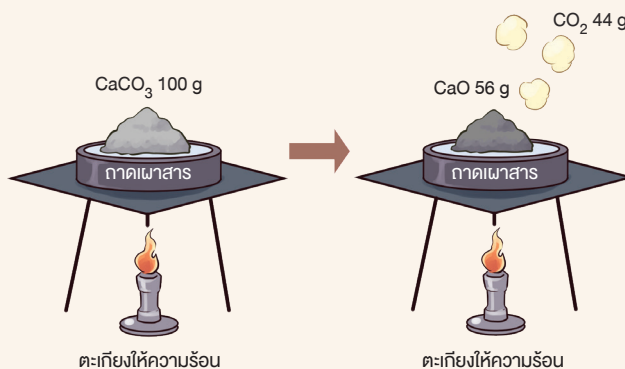
มนุษย์มีความเกี่ยวข้องกับสสารรอบตัวมาเป็นเวลานาน และพยายามศึกษาทำความเข้าใจสภาพของสสารรอบตัวถึงรูปร่าง ลักษณะ และสมบัติของสสารแต่ละชนิด ในช่วงประมาณ 500 ปีก่อนคริสต์ศักราช นักปรัชญาชาวกรีก **เดโมคริตุส (Democritus)** ได้เสนอแนวคิดว่า หากแบ่งสสารรอบตัวให้เล็กลงไปเรื่อยๆ จะแบ่งไปได้ถึงจุดจุดหนึ่งซึ่งเป็นส่วนที่เล็กที่สุดและแบ่งไม่ได้อีกต่อไป โดยเรียกจุดนั้นว่า **Atomos** ซึ่งแปลว่า **ไม่สามารถแบ่งแยกต่อไปได้** อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีของเดโมคริตุสไม่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย เนื่องจากยังไม่มีการทดลองที่พิสูจน์ได้

เมื่อวิทยาการก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสสารได้ละเอียดขึ้น แต่ยังไม่ทราบถึงลักษณะอนุภาคภายใน หลังจากศึกษาสมบัติของสสาร นักวิทยาศาสตร์สามารถสรุปกฎของมวลสสารได้ดังนี้

1. **กฎการอนุรักษ์มวล (Law of Conservation of Mass)** มวลรวมของสสารจะคงที่ตลอดในช่วงการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวอย่าง

หากเผาหินปูน 100 กรัม จะแยกได้เป็นสารประกอบแคลเซียมออกไซด์ 56 กรัม และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 44 กรัม จะเห็นว่ามวลของสารไม่สูญหายไปไหน



2. กฎสัดส่วนคงที่ (Law of Definite Proportion) สารหนึ่งๆ จะมีมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ไม่ว่าจะนำสารนั้นมาจากที่ใดก็ตาม

ตัวอย่าง

หากนำน้ำจากทะเล 18 กรัม และน้ำจากคลอง 18 กรัม มาทำให้บริสุทธิ์ จากนั้นทำการแยกธาตุองค์ประกอบ จะพบว่าน้ำทั้งสองแหล่งมีปริมาณออกซิเจน 16 กรัม และไฮโดรเจน 2 กรัมเสมอ

น้ำบริสุทธิ์ที่แยกได้จากน้ำทะเล 18 g

นำมายแยกองค์ประกอบ

ได้ O_2 16 g + H_2 2 g เท่ากัน

นำมายแยกองค์ประกอบ

น้ำบริสุทธิ์ที่แยกได้จากน้ำคลอง 18 g

3. กฎสัดส่วนพหุคูณ (Law of Multiple Proportion) สารประกอบบางชนิดมีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน หากทำให้มวลของธาตุหนึ่งคงที่ ธาตุอีกชนิดหนึ่งจะมีมวลเป็นอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวจำนวนน้อยๆ

ตัวอย่าง

หากนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์มาแยกองค์ประกอบ ออกเป็นธาตุคาร์บอนและออกซิเจน จะพบว่าหากให้มวลคาร์บอนคงที่ มวลออกซิเจนที่แยกได้จากสารประกอบทั้งสองชนิดจะเป็นอัตราส่วนเลขลงตัวจำนวนน้อยๆ

แยกได้แก๊ส O_2 16 g

แยกได้แก๊ส O_2 32 g

อัตราส่วนของ O_2 ที่ได้จากสาร 2 ชนิด

$$\frac{O_2 \text{ จาก } CO_2}{O_2 \text{ จาก } CO} = \frac{32 \text{ กรัม}}{16 \text{ กรัม}} = \frac{2}{1}$$

แก๊ส CO

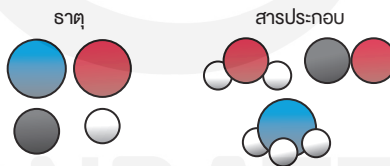
แก๊ส CO_2

กฎของมวลสารนี้เป็นสิ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจเรื่องแนวคิดของอนุภาคภายในสสารมากขึ้น ซึ่งในปี ค.ศ. 1808 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ **จอห์น ดอลตัน (John Dalton)** ได้เสนอแนวคิดของอนุภาคสสารที่ชัดเจนมากขึ้น

ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

จอห์น ดอลตัน เสนอทฤษฎีเพื่อใช้อธิบายถึงหน่วยย่อยของสสาร โดยสรุปเป็นทฤษฎีสั้นๆ ได้ดังนี้

1. สสารต่างๆ ประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดเล็ก เรียกว่า **อะตอม (Atom)** โดยอะตอมมีลักษณะที่ไม่สามารถแบ่งแยกให้เล็กลงได้ สร้างขึ้นหรือทำลายไม่ได้
2. อะตอมของธาตุเดียวกันจะเหมือนกันทั้งขนาด มวล และสมบัติทางเคมี ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น
3. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดมารวมตัวกันในอัตราส่วนที่จำเพาะและเป็นเลขจำนวนเต็ม
4. ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นจากการรวมตัว การแยกตัว และการจัดเรียงของอะตอม โดยอะตอมของธาตุหนึ่งจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นอะตอมของอีกธาตุหนึ่งได้



แบบจำลองอะตอมของดอลตัน (Dalton's Model)

เสริม

หากอะตอมไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ แล้วอะตอมของธาตุต่างๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร? การกำเนิดของอะตอมและสสารต่างๆ ถูกอธิบายด้วยทฤษฎีบิกแบง (Big Bang Theory) โดยจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ส่งผลให้เกิดข้อสรุปว่าเมื่อประมาณ 1.3 หมื่นล้านปีที่แล้ว เอกภพเป็นเพียงจุดเล็กๆ ที่มีความหนาแน่นสูงโดยเรียกว่า “อะตอมตึกดำบรรพ์” จากนั้นเกิดการระเบิดออกและมีกาขยายตัวเป็นจักรวาล ในการระเบิดออกนั้นทำให้เกิดอนุภาคต่างๆ ขึ้นมา โดยอะตอมไฮโดรเจนและฮีเลียมเป็นอะตอมของธาตุเริ่มแรกที่เกิดขึ้น จากนั้นเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างไฮโดรเจนและฮีเลียมภายใต้ความร้อนสูงจึงทำให้อะตอมของธาตุชนิดอื่นๆ เกิดขึ้นในช่วงเวลาถัดมา

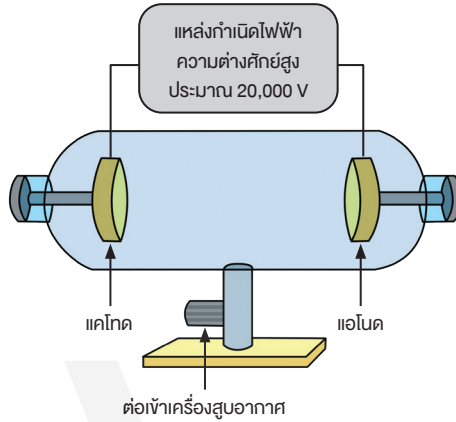
โดยทฤษฎีอะตอมของดอลตันใช้ในการอธิบายกฎของมวลสารได้ดังนี้

การอธิบายกฎของมวลสารโดยทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	
1. การอนุรักษ์มวล	ดอลตันได้อธิบายไว้ว่า อะตอมไม่สามารถสร้างขึ้น ถูกทำลาย หรือเปลี่ยนแปลงไปเป็นอะตอมชนิดอื่นได้ <u>สรุปได้ว่า</u> อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีมวลคงที่ และในการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดจากการรวมตัว แยกตัว หรือการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอม ซึ่งไม่ทำให้มวลของสารเกิดการเปลี่ยนแปลง
2. กฎสัดส่วนคงที่	ดอลตันได้อธิบายไว้ว่า สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดรวมตัวกันในอัตราส่วนที่จำเพาะและเป็นเลขจำนวนเต็ม <u>สรุปได้ว่า</u> อัตราส่วนของธาตุองค์ประกอบในสารประกอบคงที่เสมอ ไม่ว่าจะนำสารนั้นมาจากแหล่งใดก็ตาม
3. กฎสัดส่วนพหุคูณ	ดอลตันได้อธิบายไว้ว่า สารประกอบต่างชนิดกันที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน เกิดได้จากธาตุมารวมตัวกันในอัตราส่วนที่ไม่เท่ากัน <u>สรุปได้ว่า</u> หากให้มวลของธาตุหนึ่งคงที่ สัดส่วนมวลของธาตุอีกชนิดหนึ่งจะเป็นอัตราส่วนจำนวนเต็ม

จากทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ทำให้เกิดแนวคิดที่ว่าอะตอมเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของสารในการเกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างไรก็ตาม ภายหลังได้มีการทดลองที่พิสูจน์ถึงโครงสร้างของอะตอมชัดเจนยิ่งขึ้น

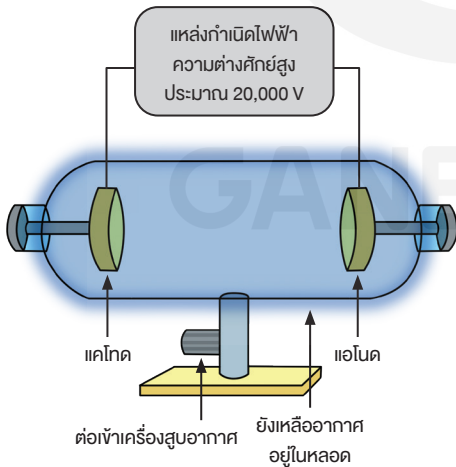
การทดลองหลอดรังสีแคโทด

ช่วงประมาณปลายปี ค.ศ. 1800 วิลเลียม ครูกส์ (William Crookes) และนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นๆ ได้ศึกษาการนำไฟฟ้าของแก๊สในหลอดแก้วด้วยการสร้างหลอดแก้วนำไฟฟ้า (Gas Discharge Tube หรือ Crookes Tube) ซึ่งประกอบด้วยหลอดแก้วที่ต่อกับขั้วไฟฟ้า โดยขั้วลบ เรียกว่า แคโทด (Cathode) และขั้วบวก เรียกว่า แอโนด (Anode) และมีการต่อหลอดแก้วเข้ากับเครื่องสูบลมเพื่อทำให้ภายในมีสภาวะใกล้เคียงสุญญากาศ นอกจากนี้ยังมีการเคลือบสารเรืองแสงภายในหลอดแก้วเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในหลอดได้ชัดเจนมากขึ้น

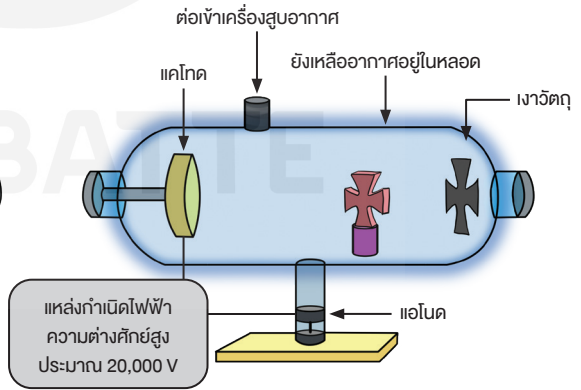


เมื่อต่อหลอดรังสีเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงประมาณ 20,000 โวลต์ และเริ่มสูบน้ำอากาศออกจากหลอดรังสี จะได้ผลการทดลองดังนี้

1. ที่ความดันใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงใดๆ ในหลอดรังสี
2. เมื่อความดันของแก๊สลดลง แก๊สที่เหลือภายในหลอดรังสีจะเปล่งแสงออกมา ซึ่งสีของแสงขึ้นกับชนิดของแก๊ส โดยถ้าวางวัตถุใดๆ ไว้ในหลอดรังสีจะเห็นเงาของวัตถุ



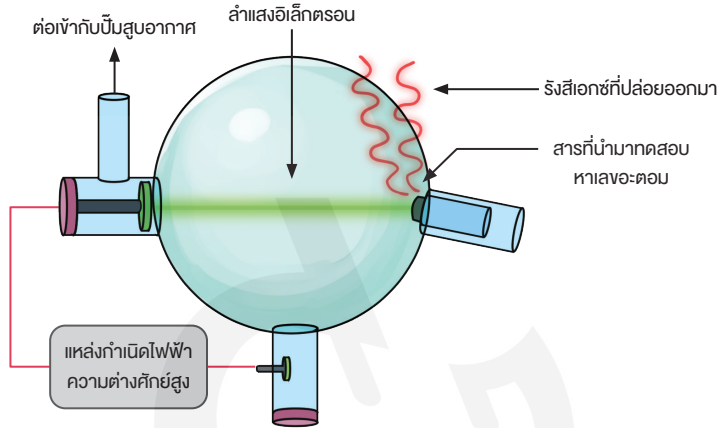
เมื่อลดความดัน แก๊สในหลอดรังสีจะเรืองแสง



เมื่อวางวัตถุไว้ในหลอดรังสีจะเห็นเงาสะท้อน

4. ตารางธาตุในยุคปัจจุบัน

ในปี ค.ศ. 1913 เฮนรี มอสลีย์ (Henry Moseley) ค้นพบความสัมพันธ์ของประจุในนิวเคลียสกับความถี่ของรังสีเอกซ์ที่อะตอมปล่อยออกมาเมื่อถูกยิงด้วยอิเล็กตรอนพลังงานสูง

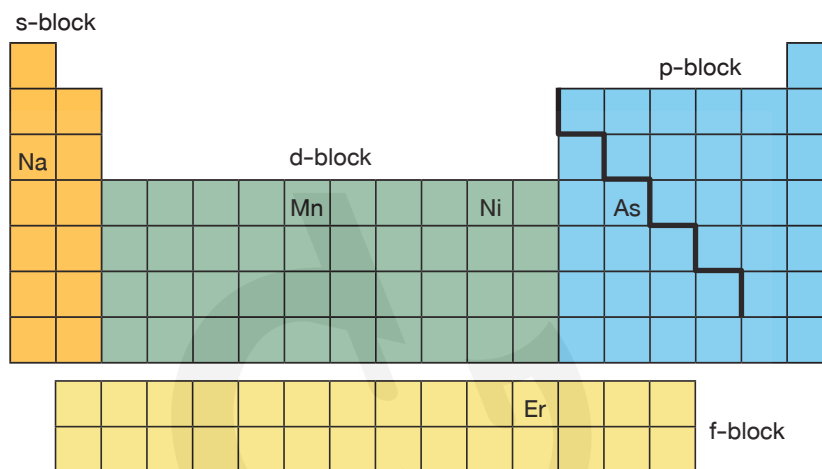


การค้นพบของมอสลีย์ทำให้ทราบจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของธาตุแต่ละชนิด ซึ่งจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม (Atomic Number) ซึ่งมอสลีย์แก้ปริศนาของการจัดกลุ่มธาตุที่มีมายาวนานได้ เขาเสนอว่าควรจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมจากน้อยไปมาก เนื่องจากสมบัติต่างๆ ของธาตุมีความสัมพันธ์กับประจุในนิวเคลียส สดุดท้ายแล้วตารางธาตุได้พัฒนามาจนเป็นรูปแบบในปัจจุบัน

1 IA																	18 VIIIA	
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003	
2 IIA	3											4	5 IIIA	6	7	8	9	10
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180	
11	12											13	14	15	16	17	18	
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.065	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948	
โลหะทรานซิชัน																		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.61	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.8	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
37 Rb Rubidium 85.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.906	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.905	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.757	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.29	
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.222	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium 209	85 At Astatine 210	86 Rn Radon 222	
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
87 Fr Francium 223	88 Ra Radium 226	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium 261	105 Db Dubnium 262	106 Sg Seaborgium 263	107 Bh Bohrium 264	108 Hs Hassium 265	109 Mt Meitnerium 266	110 Ds Darmstadtium 267	111 Rg Roentgenium 268	112 Cn Copernicium 269	113 Nh Nihonium 270	114 Fl Flerovium 271	115 Mc Moscovium 272	116 Lv Livermorium 273	117 Ts Tennessine 274	118 Og Oganesson 276	
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu Lutetium 174.967				
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
89 Ac Actinium 227	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.083	99 Es Einsteinium 252	100 Fm Fermium 257.105	101 Md Mendelevium 258.10	102 No Nobelium 259.10	103 Lr Lawrencium 262				
Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide									

การแบ่งโซนของตารางธาตุ

จากโครงสร้างอิเล็กตรอนของธาตุที่จัดเรียงตามหลักเอาฟาว (Aufbau Principle) ธาตุในตารางสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ s-block, p-block, d-block และ f-block โดยมีรายละเอียดดังนี้

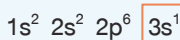


1. โซน s-block และ p-block

ธาตุกลุ่มนี้เรียกว่า **ธาตุหมู่หลัก หรือธาตุหมู่ A** โดยประกอบด้วยธาตุหมู่ 1A-8A ธาตุกลุ่มนี้จัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับชั้นพลังงานสูงสุดอยู่ที่ออร์บิทัล s และ p

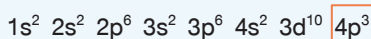
ตัวอย่าง

- โซเดียม (Na) เป็นธาตุกลุ่ม s-block เนื่องจากมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนดังนี้



← อกท้ายด้วย s-orbital

- อาร์เซนิก (As) เป็นธาตุกลุ่ม p-block เนื่องจากมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนดังนี้



← อกท้ายด้วย p-orbital

อิเล็กตรอนชั้นนอกสุดของธาตุกลุ่มนี้เรียกว่า **เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron)** ซึ่งเป็นอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยธาตุหมู่เดียวกันจะมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และแต่ละหมู่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนตามเลขหมู่ เช่น หมู่ 1A มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 หรือหมู่ 5A มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 5

แบบฝึกหัดที่ 3 : ค่าพลังงานไอออไนเซชัน (โจทย์ยาก)

(ก่อนทำแบบฝึกหัด เราควรเน้นเรื่องตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ และการจัดเรียงอิเล็กตรอนบนะครีบ)

1. พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 และ 2 ของธาตุ N, O และ F มีค่าดังนี้

ธาตุ	IE ₁ (kJ/mol)	IE ₂ (kJ/mol)
N	1,453	2,960
O	1,362	3,512
F	1,742	3,497

1.1 จงอธิบายว่าเหตุใด IE₁ ของ N มีค่ามากกว่า IE₁ ของ O

1.2 ปัจจัยใดที่ทำให้ IE₁ ของ F มีค่ามากที่สุด

1.3 จงอธิบายว่าเหตุใด IE₂ ของ F กลับมีค่าน้อยกว่า IE₂ ของ O

2. จงเขียนกราฟอธิบายแนวโน้มของ IE₂ ของธาตุหมู่ 1A-8A พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

7.3 ไนโตรเจนใน NH_4^+ , NO_3^- , NCl_3 , NF_3 , NO_2

7.4 คลอรีนใน Cl_2 , ClO_2 , ClO_3^- , KClO_4 , NaCl

7.5 กำมะถันใน S_8 , SO_3 , SO_3^{2-} , Na_2SO_4 , Al_2S_3

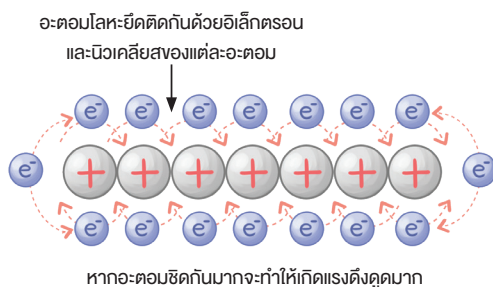
7.6 โลหะแทรนซิชันใน KMnO_4 , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NaZnO_2 , CuSO_4 , Fe_2O_3

9. จุดเดือดและจุดหลอมเหลว

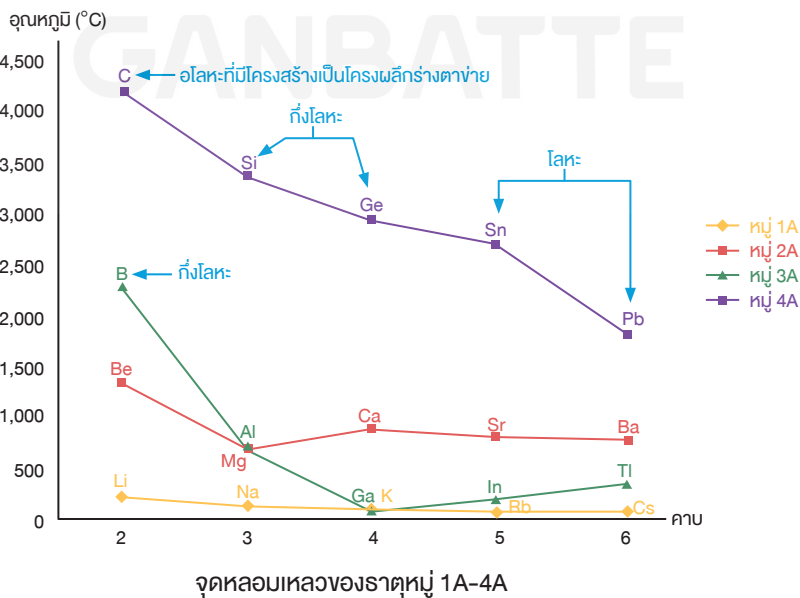
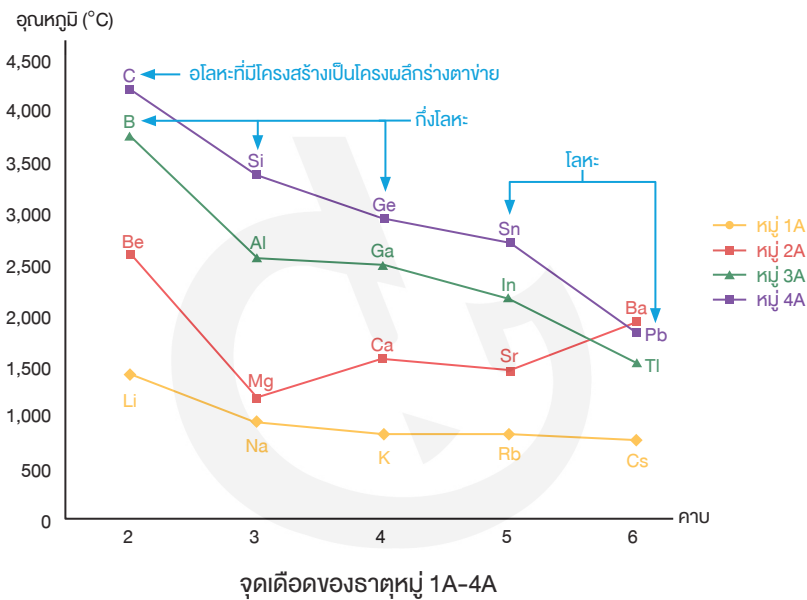
จุดเดือดและจุดหลอมเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของแรงยึดเหนี่ยวอะตอมของธาตุ เนื่องจากธาตุโลหะและอโลหะมีลักษณะแตกต่างกัน สามารถพิจารณาแนวโน้มได้ดังนี้

1. ธาตุโลหะ (Metal)

สำหรับธาตุโลหะในหมู่ 1A, 2A และ 3A ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโลหะ ลักษณะของพันธะโลหะจะเป็นการยึดเหนี่ยวกันระหว่างเวเลนซ์อิเล็กตรอนและนิวเคลียส ดังนั้นหากอะตอมยิ่งใกล้กันจะทำให้นิวเคลียสส่งแรงดึงดูดอิเล็กตรอนได้แข็งแรงมากขึ้น



- สำหรับธาตุหมู่เดียวกัน : จุดเดือดและจุดหลอมเหลวมิแนวโน้มลดลงจากบนลงล่าง เนื่องจากขนาดอะตอมที่ใหญ่ขึ้นส่งผลให้เกิดการก้ำบงของอิเล็กตรอนชั้นใน ทำให้แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนลดลง (อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของธาตุหมู่ 2A ยังไม่สามารถหาค่าอธิบายที่เหมาะสมได้)
- สำหรับธาตุคาบเดียวกัน : จุดเดือดและจุดหลอมเหลวมิแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา เนื่องจากโปรตอนในนิวเคลียสที่มากขึ้น ส่งผลให้แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น



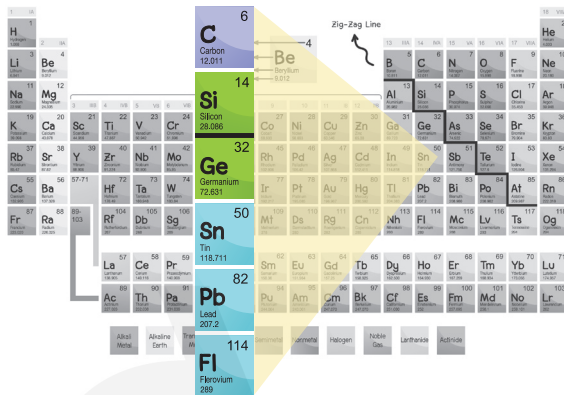
แบบฝึกหัดที่ 1 : ขนาดอะตอมและขนาดไอออน

- $C > A > B > D > E$
- A คือ ธาตุ Br (หมู่ 7 คาบ 3), B คือ ธาตุ Ca (หมู่ 2 คาบ 4), C คือ ธาตุ As (หมู่ 5 คาบ 4), D คือ ธาตุ P (หมู่ 5 คาบ 4), E คือ ธาตุ Rb (หมู่ 1 คาบ 5) เรียงลำดับได้เป็น $E > B > C > D > A$
- ธาตุเหล่านี้เมื่อเกิดไอออนแล้วจะเป็น Isoelectronic ดังนี้ O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} จะมีขนาดใหญ่หากมีจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสน้อย และมีขนาดเล็กหากมีจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสมาก ดังนั้นจะเรียงลำดับได้เป็น $O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$
- Isoelectronic เรียงขนาดตามประจุได้ดังนี้ $A^{2-} > B^- > E > C^+ > D^{2+}$
- รัศมีอะตอมหาได้จากระยะครึ่งหนึ่งของความยาวพันธะ ดังนั้นรัศมีอะตอมของ F เท่ากับ 71 pm
- แนวโน้มขนาดอะตอมจะลดลงจากซ้ายไปขวาตามตารางธาตุ เนื่องจากมีระดับชั้นพลังงานเท่ากัน แต่มีจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสไม่เท่ากัน โดยธาตุที่มีเลขอะตอมมากกว่าจะมีขนาดเล็กกว่า ดังนั้นธาตุ Y มีเลขอะตอมมากกว่าธาตุ X
- ธาตุ X เมื่อเกิดเป็นไอออนแล้วรัศมีลดลง แปลว่าธาตุ X เกิดไอออนบวก การเกิดไอออนบวกเป็นลักษณะของธาตุโลหะ ดังนั้นธาตุ X เป็นธาตุโลหะ
- 8.1) เลขอะตอมของ A มีค่ามากกว่า B เนื่องจากประจุเกิดจากผลต่างของจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอน โดยที่ A^{2+} มีอิเล็กตรอน 18 อนุภาค แสดงว่ามีโปรตอน 20 อนุภาค ในขณะที่ B⁻ มีอิเล็กตรอน 18 อนุภาค แสดงว่ามีโปรตอนเพียง 17 อนุภาค
 8.2) สำหรับอนุภาคที่มีอิเล็กตรอนเท่ากัน ไอออนลบจะใหญ่กว่าไอออนบวก ดังนั้นขนาดของ B⁻ จะมากกว่า A^{2+}
 8.3) เนื่องจากในสภาวะที่เป็นกลาง A มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 8 2 ซึ่งมีอิเล็กตรอน 4 ระดับชั้นพลังงาน ในขณะที่ธาตุ B จัดเรียงอิเล็กตรอนได้เป็น 2 8 7 ซึ่งมีเพียง 3 ระดับชั้นพลังงาน ระดับชั้นพลังงานของ A มากกว่า B ในขณะที่จำนวนโปรตอนไม่ต่างกันมาก ส่งผลให้ธาตุ A ใหญ่กว่าธาตุ B
- 9.1) $C^{3+} > B^{2+} > A^+ > D > E^- > F^{2-} > G^{3-}$
 9.2) $G^{3-} > F^{2-} > E^- > A^+ > B^{2+} > C^{3+}$ (D ไม่เป็นไอออน จึงไม่นำมาคิด)
 9.3) $A > B > C > G > F > E > D$
- 10.1) $A^{3+} > B^{2-} > C^-$ (D ไม่เป็นไอออน จึงไม่นำมาคิด)
 10.2) $D > C > B > A$

แบบฝึกหัดที่ 2 : ค่าพลังงานไอออไนเซชัน

- หมู่ 4A เนื่องจาก IE_5 มีค่ามากกว่า IE_4 เกิน 5 เท่า คาดได้ว่าเป็นการเปลี่ยนระดับชั้นพลังงานของการดึงอิเล็กตรอน
- ธาตุออกซิเจน เนื่องจากมีทั้งหมด 8 อิเล็กตรอน

ธาตุหมู่ 4A (14) : Carbon Family



สมบัติทางกายภาพ

1. ธาตุหมู่นี้ประกอบด้วยโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ

ธาตุ	ความเป็นโลหะ	ธาตุ	ความเป็นโลหะ
คาร์บอน (C)	อโลหะ	ดีบุก (Sn)	โลหะ
ซิลิกอน (Si)	กึ่งโลหะ	ตะกั่ว (Pb)	โลหะ
เจอร์เมเนียม (Ge)	กึ่งโลหะ	ฟลูโรเวียม (Fl)	โลหะ

2. ธาตุคาร์บอนเกิดได้หลายอัญรูป เช่น เพชร แกรไฟต์ ฟูลเลอร์รีน แต่โดยปกติแล้วแกรไฟต์เป็นอัญรูปที่เสถียรของคาร์บอน นอกจากนี้แกรไฟต์ยังเป็นโลหะเพียงชนิดเดียวที่นำไฟฟ้าได้ในสภาวะปกติ

เคมึรอบตัวที่น่าสนใจ

Carbon Nanotube เป็นฟูลเลอร์รีนที่มีโครงสร้างเป็นคาร์บอนต่อกันเหมือนหลอด มีความแข็งแรงกว่าเหล็กและน้ำหนักเบามาก ซึ่งได้มีการนำมาใช้ในการผลิตวัสดุต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์กีฬา จักรยาน หรือ ภาชนะใส่ของ

สมบัติทางเคมี

1. ธาตุกลุ่มนี้มี 4 เวเลนซ์อิเล็กตรอน และมีการจัดเรียงเวเลนซ์อิเล็กตรอน $ns^2 np^2$
2. ธาตุกลุ่มนี้มีสถานะออกซิเดชันในสารประกอบได้หลากหลายตั้งแต่ +4 ถึง -4 ดังนี้

ธาตุ	สถานะออกซิเดชัน
คาร์บอน (C)	+4, +3, +2, +1, -1, -2, -3, -4
ซิลิกอน (Si)	+4, -4
เจอร์เมเนียม (Ge)	+2, +4
ดีบุก (Sn)	+2, +4
ตะกั่ว (Pb)	+2, +4

3. คาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักของสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นกลุ่มสารที่สำคัญในสิ่งมีชีวิต
4. Sn และ Pb เกิดสารประกอบไอออนิกกับโลหะได้ โดยเกิดเป็นไอออน +2 และ +4
5. สารประกอบของซิลิกอนมีสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับไอออนฟลูออไรด์ (F⁻) ได้ค่อนข้างดี

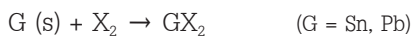
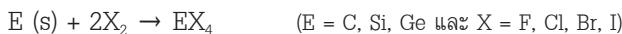
เคมีรอบตัวที่น่าสนใจ

กรดไฮโดรฟลูออริก (HF) ละลายแก้วได้ โดยกรดนี้มีชื่อเรียกว่า **กรดกัดแก้ว** เนื่องจากแก้วมีองค์ประกอบหลักๆ คือ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO₂) ดังนั้นฟลูออไรด์ (F⁻) จากกรดสามารถทำปฏิกิริยากับซิลิกอนในแก้ว ทำให้แก้วเกิดการกัดกร่อนได้

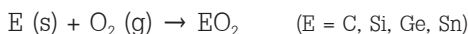
6. ธาตุหมู่ 4A จะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำที่อุณหภูมิห้อง

ปฏิกิริยาเคมีของธาตุหมู่ 4A

1. ธาตุหมู่ 4A เกิดสารประกอบกับธาตุหมู่ 7A ได้เกลือแฮไลด์

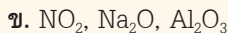
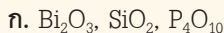


2. ธาตุหมู่ 4A เกิดสารประกอบกับแก๊สออกซิเจน ได้สารประกอบออกไซด์

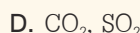
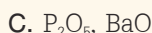
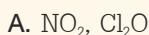


แบบฝึกหัดที่ 6 : รอบใจภัย

1. ออกไซด์ในข้อใดมีสมบัติเป็นกรด-เบส และแอมโฟเทอริก ตามลำดับ



2. จากข้อมูลต่อไปนี้



สารละลายในข้อใดที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงทุกสาร

ก. A และ B เท่านั้น

ข. B และ C เท่านั้น

ค. C และ D เท่านั้น

ง. A และ D เท่านั้น

3. ออกไซด์ของธาตุ X มีสถานะเป็นของแข็ง เมื่อละลายน้ำมีสมบัติเป็นเบส สารประกอบคลอไรด์มีสูตร XCl_2 ธาตุ X น่าจะเป็นธาตุใด

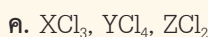
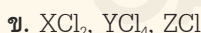
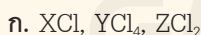
ก. Ba

ข. Na

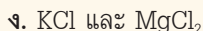
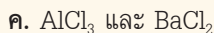
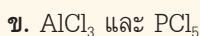
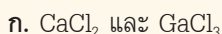
ค. S

ง. Se

4. ธาตุสมมติ X, Y และ Z มีเลขอะตอม 11, 14 และ 20 ตามลำดับ สารประกอบคลอไรด์ของธาตุเหล่านี้มีสูตรอย่างไร



5. สารประกอบคลอไรด์ 2 ชนิด เป็นสารละลายน้ำได้ สารแรกละลายน้ำได้สารละลายเป็นกรด ส่วนสารที่ 2 ได้สารละลายเป็นกลาง สาร 2 ชนิดนี้คือสารในข้อใด



6. สารประกอบออกไซด์และคลอไรด์ของธาตุ A, B และ C มีสมบัติดังนี้

ธาตุ	ออกไซด์	คลอไรด์
A	แก๊ส ละลายน้ำได้ สารละลายเป็นกรด	แก๊ส ละลายน้ำได้ สารละลายเป็นกรด
B	ของแข็ง ละลายน้ำได้ สารละลายเป็นกรด	แก๊ส ละลายน้ำได้ สารละลายเป็นกรด
C	ของแข็ง ไม่ละลายน้ำ	ของแข็ง ละลายน้ำได้ สารละลายเป็นกรด

A, B และ C ในข้อใดสอดคล้องกับข้อมูลข้างต้น

ตัวเลือก	A	B	C
ก.	Cr	Si	Ba
ข.	S	Na	Ca
ค.	C	S	Na
ง.	N	P	Al

7. กำหนดข้อมูลของธาตุ X, Y และ Z ดังนี้

- ออกไซด์และคลอไรด์ของธาตุ X มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง
- ธาตุ Y เป็นธาตุหมู่เดียวกับ Na
- สารประกอบออกไซด์ของธาตุ Z มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงมาก และไม่สามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง

สูตรของสารประกอบฟลูออไรด์ของ X, Y และ Z ควรเป็นดังข้อใด

- | | |
|--|--|
| ก. XF_2 , Y_2F_3 , Z_2F | ข. XF_3 , YF_2 , ZF_2 |
| ค. XF_3 , Y_2F , ZF_2 | ง. XF_2 , YF , ZF_4 |

8. ธาตุใดที่ทำปฏิกิริยาได้ดีที่สุดในธาตุหมู่ 8A

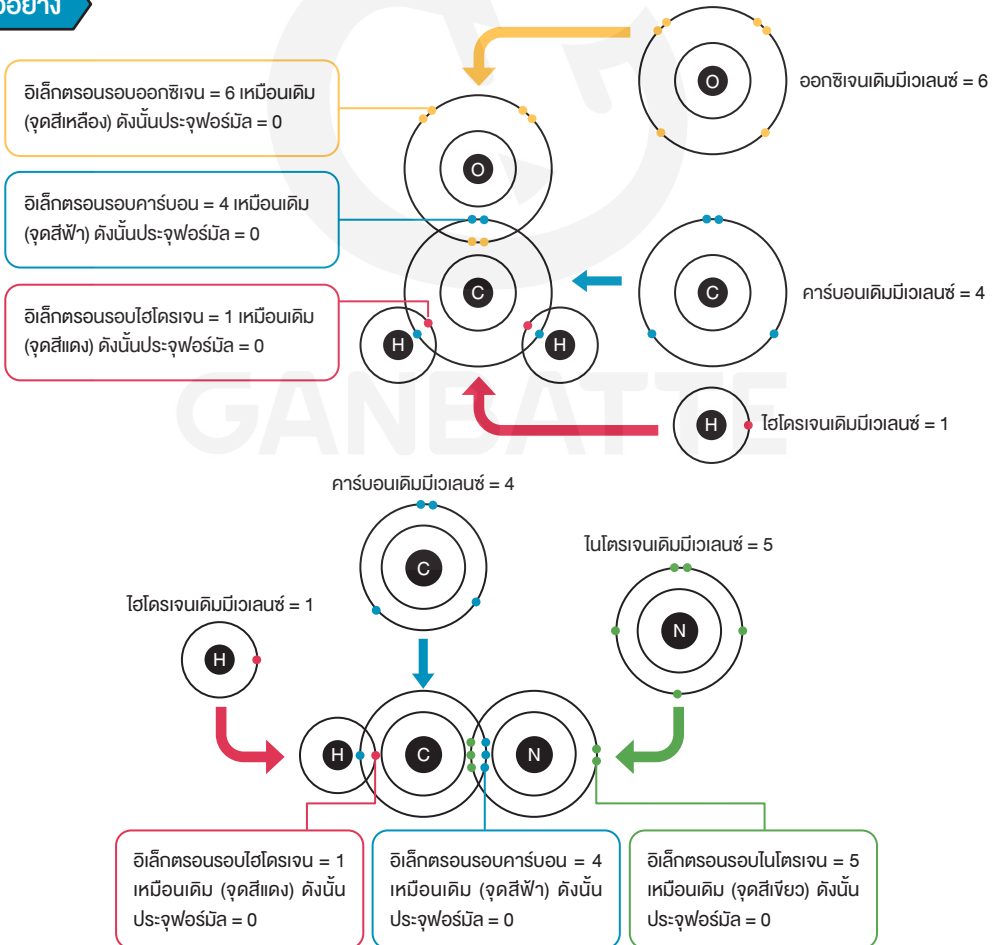
- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ก. He | ข. Ne | ค. Ar | ง. Xe |
|-------|-------|-------|-------|

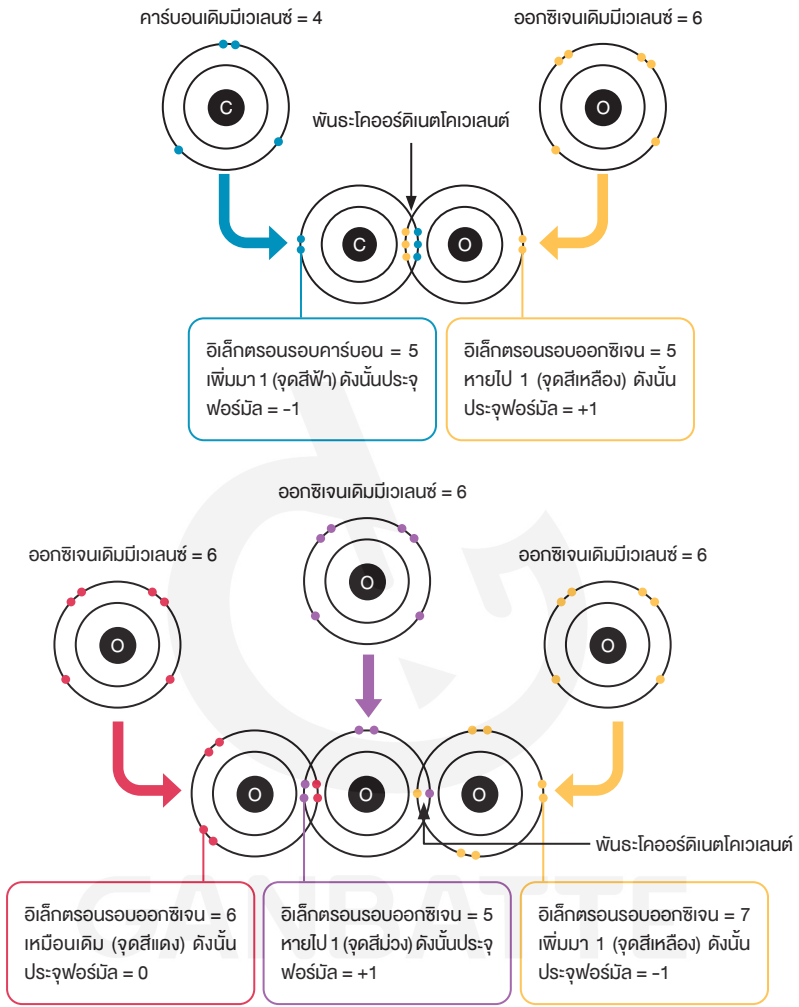
การแสดงผลในโครงสร้างโคเวเลนต์

ประจุของอะตอมในโครงสร้างโคเวเลนต์จะแสดงออกมาในรูปของ**ประจุฟอร์มัล (Formal Charge)** โดยประจุฟอร์มัลเป็นการบอกความแตกต่างของจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมระหว่างก่อนเกิดพันธะและหลังเกิดพันธะ โดยไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นประจุฟอร์มัลจะมีประโยชน์ในการแสดงสัญลักษณ์ของโครงสร้าง และสามารถใช้ในการประเมินสมบัตินี้คร่าวๆ ของอะตอมเท่านั้น แต่ไม่ได้แสดงถึงค่าประจุที่แท้จริงของอะตอม โดยหลักการของประจุฟอร์มัลคือ การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมที่แสดงอยู่ในโครงสร้าง

- อะตอมในโครงสร้าง**ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น** จะมี**ประจุฟอร์มัลเป็นลบ**
- อะตอมในโครงสร้าง**เสียอิเล็กตรอนไป** จะมี**ประจุฟอร์มัลเป็นบวก**

ตัวอย่าง

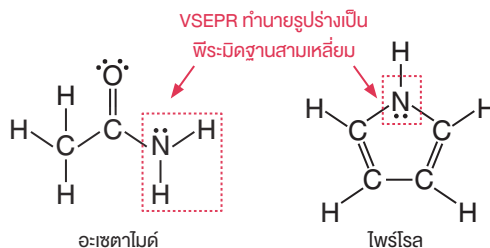




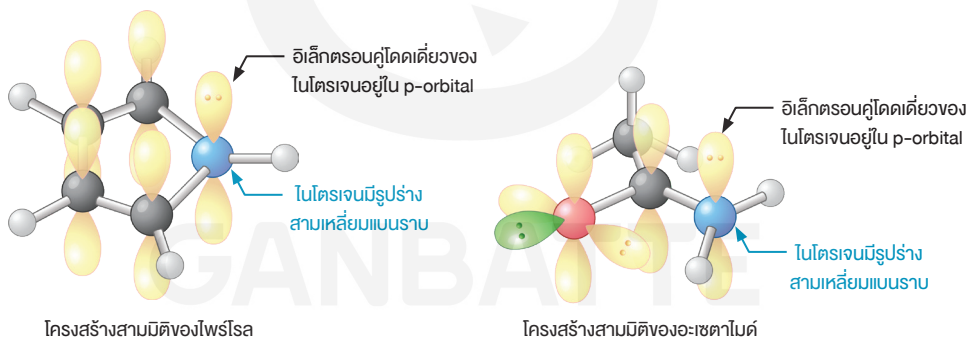
จากรูปจะเห็นว่า พันธะโคเวเลนต์แบบปกติจะทำให้อะตอมมีประจุฟอร์มูลาเป็นศูนย์ แต่พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์จะทำให้มีประจุฟอร์มูลาที่ไม่เป็นศูนย์เกิดขึ้น โดยอะตอมที่ให้อิเล็กตรอนจะมีประจุฟอร์มูลาเป็นบวก ส่วนอะตอมที่รับอิเล็กตรอนจะมีประจุฟอร์มูลาเป็นลบ ดังนั้นประจุฟอร์มูลาจึงใช้ตรวจสอบความถูกต้องของสูตรโครงสร้างได้ หากในโครงสร้างของสารประกอบไม่มีพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์หรือมีลักษณะที่เป็นไอออน อะตอมทุกอะตอมควรมีประจุฟอร์มูลาเป็นศูนย์ นอกจากนี้ผลรวมของประจุฟอร์มูลายังใช้ในการบอกประจุรวมของสูตรได้อีกด้วย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. รูปร่างของไนโตรเจนในพันธะเอไมด์และวงแหวนอะโรมาติก

ในกรณีนี้จะยกตัวอย่างไนโตรเจนในสารประกอบอะเซตามิด (Acetamide) เป็นตัวแทนโมเลกุลในการอธิบายไนโตรเจนในพันธะเอไมด์ และสารประกอบไพโรล (Pyrrole) เป็นตัวแทนโมเลกุลในการอธิบายไนโตรเจนในวงแหวนอะโรมาติก ซึ่งจะเห็นได้ว่าไนโตรเจนของทั้งสองโครงสร้างมีลักษณะการเกิดพันธะโดยมี 3 อะตอมล้อมรอบ และ 1 อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ซึ่งหากเราใช้ทฤษฎี VSEPR มาทำนายรูปร่างก็จะทำนายได้ว่า ไนโตรเจนนี้จะมีรูปร่างแบบ AB_3E_1 คือมีลักษณะเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นไฮบริดออร์บิทัลแบบ sp^3

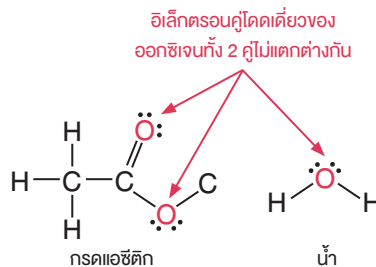


แต่จากทฤษฎีเพิ่มเติมนี้อธิบายว่า ไนโตรเจนของเอไมด์และวงแหวนไพโรลจะเป็นไฮบริดออร์บิทัลชนิด sp^2 โดยมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของไนโตรเจนจะอยู่ในออร์บิทัล p ที่ตั้งฉากกับโครงสร้างสามเหลี่ยม



2. ลักษณะอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของออกซิเจนในสารประกอบชนิดต่างๆ

ในกรณีนี้จะยกตัวอย่างโมเลกุลน้ำ (H_2O) และกรดแอซติก (CH_3COOH) เป็นตัวแทนในการอธิบายอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของออกซิเจน โดยจากทฤษฎี VSEPR นั้นทำนายว่าอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางมีลักษณะเหมือนกัน เช่น อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมออกซิเจนของน้ำจะเหมือนกันทั้ง 2 คู่ หรือแม้แต่กับโมเลกุลกรดแอซติกก็จะอธิบายในทำนองเดียวกัน



3. ระบบตัวเลขที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง

เลข	ชื่อ	ความหมาย	เลข	ชื่อ	ความหมาย
1	one	ตำแหน่งที่ 1	6	six	ตำแหน่งที่ 6
2	two	ตำแหน่งที่ 2	7	seven	ตำแหน่งที่ 7
3	three	ตำแหน่งที่ 3	8	eight	ตำแหน่งที่ 8
4	four	ตำแหน่งที่ 4	9	nine	ตำแหน่งที่ 9
5	five	ตำแหน่งที่ 5	10	ten	ตำแหน่งที่ 10

การอ่านชื่อสารประกอบแอลเคนในระบบสากล (IUPAC)

1. แอลเคนโซ่ตรงไม่มีกิ่ง

- นับจำนวนอะตอมคาร์บอนในโครงสร้างโดยใช้ระบบตัวเลขนับจำนวนคาร์บอน
- จากนั้นต่อท้ายชื่อด้วย -แอน (-ane) เพื่อแสดงถึงสารกลุ่มแอลเคน
- สามารถใช้อักษร n- (หมายถึง normal) ระบุไว้หน้าชื่อ เพื่อแสดงถึงโครงสร้างที่ไม่มีกิ่ง

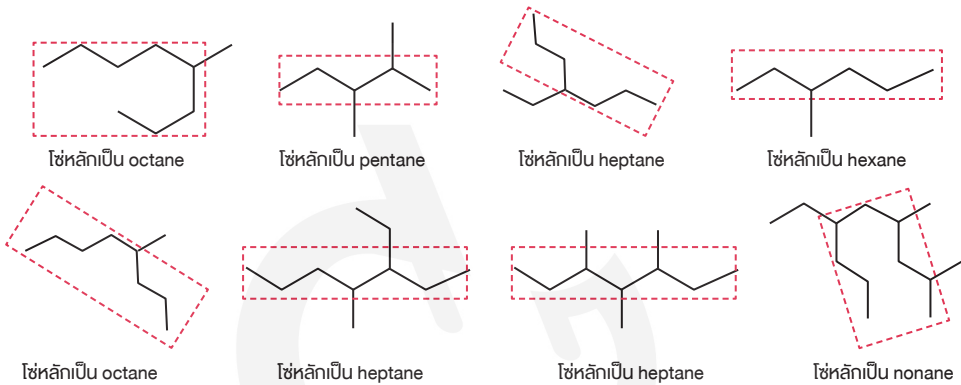
ตัวอย่างการอ่านชื่อแอลเคนโซ่ตรง

โครงสร้าง					
ชื่อ	methane	ethane	propane	butane (n-butane)	pentane (n-pentane)
โครงสร้าง					
ชื่อ	hexane (n-hexane)		heptane (n-heptane)		octane (n-octane)
โครงสร้าง					
ชื่อ	nonane (n-nonane)			decane (n-decane)	

2. แอลเคนไซ้กิ่ง

ในกรณีที่แอลเคนมีหมู่แทนที่ต่อออกมาจากไซ้หลัก ให้เลือกไซ้หลักเป็นอันดับแรก โดยเลือกแอลเคนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนมากที่สุดเป็นไซ้หลัก

ตัวอย่างการเลือกไซ้หลัก



หมู่แทนที่อื่นๆ จะถูกเรียกชื่อในลักษณะไซ้กิ่ง โดยมีลักษณะแตกต่างกันออกไปดังนี้

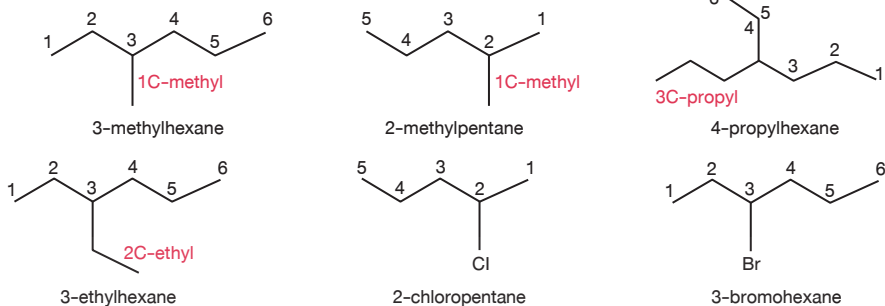
2.1 แอลเคนไซ้กิ่ง 1 กิ่ง

- หลังจากได้ไซ้หลักแล้ว ให้นับตำแหน่งคาร์บอนในไซ้หลัก โดยนับให้ไซ้กิ่งมีตำแหน่งที่น้อยที่สุด
- ไซ้กิ่งที่เป็นไฮโดรคาร์บอน เรียกว่า **หมู่แอลคิล (Alkyl)** กำหนดชื่อไซ้กิ่งโดยใช้ระบบนับจำนวนอะตอมคาร์บอน จากนั้นลงท้ายด้วย -อิล (-yl) เพื่อแสดงถึงการเป็นหมู่แทนที่

หมู่แอลคิลมีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n+1} ยกตัวอย่างได้ดังนี้	ในกรณีที่หมู่แทนที่เป็นอะตอมแอลโลเจน จะมีชื่อเรียกดังนี้
-CH ₃ = methyl	-F = fluoro
-C ₂ H ₅ = ethyl	-Cl = chloro
-C ₃ H ₇ = propyl	-Br = bromo
-C ₄ H ₉ = butyl	-I = iodo
-C ₅ H ₁₁ = pentyl	

- อ่านชื่อสารอินทรีย์โดยระบุตำแหน่งของกิ่ง ชื่อกิ่ง และชื่อของไซ้หลัก ตามลำดับ

ตัวอย่างการอ่านชื่อแอลเคนโซ่กิ่ง 1 กิ่ง



2.2 แอลเคนโซ่กิ่งที่มีจำนวนมากกว่า 1 กิ่ง (กิ่งซ้ำกัน)

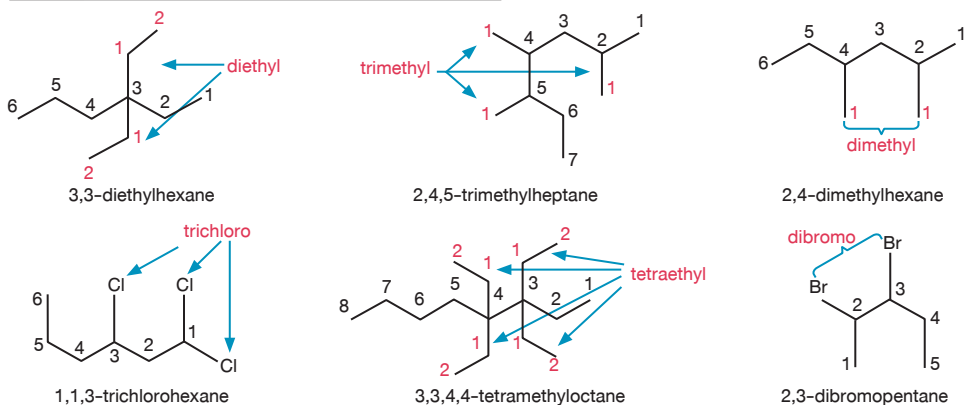
การระบุชื่อใช้หลักการเดียวกันกับแอลเคนโซ่กิ่งข้างต้น โดยเพิ่มเติมในส่วนของการระบุจำนวนกิ่งที่ซ้ำกัน ซึ่งต้องคำนึงถึงตำแหน่งของหมู่ที่ซ้ำกันด้วย และต้องระบุตำแหน่งของหมู่แทนที่ให้ครบทุกตำแหน่ง

ตัวอย่าง

- หากในโครงสร้างมีหมู่เมทิล (methyl) 2 หมู่ โดยอยู่ในตำแหน่งที่ 2 และ 3 จะเรียกว่า 2,3-dimethyl
- หากในโครงสร้างมีหมู่เอทิล (ethyl) 3 หมู่ โดยอยู่ในตำแหน่งที่ 2, 3, และ 3 จะเรียกว่า 2,3,3-triethyl
- หากในโครงสร้างมีหมู่คลอโร (chloro) 2 หมู่ โดยอยู่ในตำแหน่งที่ 1 และ 4 จะเรียกว่า 1,4-dichloro

จากนั้นทำการระบุชื่อของสาร โดยระบุตำแหน่งและชื่อของหมู่แทนที่ที่ซ้ำกัน แล้วตามด้วยชื่อของโซ่หลัก

ตัวอย่างการอ่านชื่อแอลเคนที่มีหมู่แทนที่ซ้ำกัน



ตัวอย่างการนับค่า DBE ในโครงสร้าง

โครงสร้าง	ค่า DBE	โครงสร้าง	ค่า DBE
	มี DBE = 0 เนื่องจากไม่มีวงหรือพันธะคู่		มี DBE = 3 เนื่องจากมี 2 วง + 1 พันธะคู่
	มี DBE = 1 เนื่องจากมี 1 พันธะคู่		มี DBE = 3 เนื่องจากมี 1 วง + 1 พันธะสาม
	มี DBE = 2 เนื่องจากมี 1 วง + 1 พันธะคู่		มี DBE = 4 เนื่องจากมี 3 วง + 1 พันธะคู่
	มี DBE = 2 เนื่องจากมี 1 วง + 1 พันธะคู่		มี DBE = 5 เนื่องจากมี 1 วง + 4 พันธะคู่
	มี DBE = 2 เนื่องจากมี 1 พันธะสาม		มี DBE = 6 เนื่องจากมี 2 วง + 4 พันธะคู่

พันธะคู่หรือพันธะสามในโมเลกุลระหว่างอะตอมคู่ใดๆ ก็ตาม เช่น C=C, C=O, C≡N จะทำให้ค่า DBE เพิ่มขึ้นได้โดยไม่จำกัดว่าต้องเป็นพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอน สารที่มีโครงสร้างต่างกัน แต่มี DBE และมีจำนวนอะตอมอื่นๆ เท่ากัน จะถูกพิจารณาว่าเป็นไอโซเมอร์กัน

ในทางกลับกัน เราสามารถใช้ค่า DBE ทำนายโครงสร้างของโมเลกุลได้ ในกรณีที่เราทราบสูตรโมเลกุล โดยมีหลักการว่าคาร์บอนในสูตร n อะตอม จะมีจำนวนไฮโดรเจนได้มากที่สุด $2n + 2$ อะตอม ซึ่งค่า DBE สามารถคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มสาร	สมบัติ
$DBE = \frac{2n + 2 - \text{จำนวนไฮโดรเจน}}{2}$	<ul style="list-style-type: none"> n = จำนวนอะตอมคาร์บอนในสูตร สำหรับอะตอมอื่นๆ ที่ไม่ใช่ไฮโดรเจน ให้คิดดังนี้ Oxygen = 0 ไฮโดรเจน, Halogen = 1 ไฮโดรเจน, Nitrogen = -1 ไฮโดรเจน

ตัวอย่างที่ 1

หากสาร X มีสูตรโมเลกุล $C_{20}H_{40}$ ทำนายว่าสารนี้จะมีโครงสร้างเป็นสารกลุ่มใดได้บ้าง

วิธีทำ คำนวณค่า DBE ดังนี้

$$DBE = \frac{2n + 2 - \text{จำนวนไฮโดรเจน}}{2} = \frac{2(20) + 2 - 40}{2} = 1$$

ตอบ สารนี้มีค่า DBE = 1 หมายความว่า สามารถมีได้ 1 พันธะคู่ หรือ 1 วง ดังนั้นสารนี้มีโครงสร้างคือ Alkene และ Cycloalkane

ตัวอย่างที่ 2

สารที่มีสูตรโมเลกุล $C_4H_{10}O_2$ จะมีหมู่ฟังก์ชันใดได้บ้าง

วิธีทำ คำนวณค่า DBE ดังนี้

$$DBE = \frac{2n + 2 - \text{จำนวนไฮโดรเจน}}{2} = \frac{2(4) + 2 - 10}{2} = 0$$

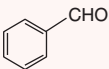
ตอบ สารนี้มีค่า DBE = 0 หมายความว่า ไม่สามารถมีพันธะคู่หรือวงแหวนได้เลย ดังนั้นคำตอบคือแอลกอฮอล์หรืออีเทอร์ เนื่องจากเป็นหมู่ฟังก์ชันที่ประกอบด้วยอะตอมออกซิเจนและไม่มีพันธะคู่ในโครงสร้าง

ตัวอย่างที่ 3

จงเสนอโครงสร้างที่เป็นไปได้ 1 โครงสร้าง สำหรับสารที่มีสูตรโมเลกุล C_7H_6O

วิธีทำ คำนวณค่า DBE ดังนี้

$$DBE = \frac{2n + 2 - \text{จำนวนไฮโดรเจน}}{2} = \frac{2(7) + 2 - 6}{2} = 5$$

ตอบ  เนื่องจากโครงสร้างที่มักจะคำนึงถึงเมื่อมีค่า DBE มากกว่า 4 คือ วงแหวนเบนซีน สารนี้มีค่า DBE = 5 ดังนั้นค่า DBE ที่เหลือจะไปอยู่กับหมู่ฟังก์ชันแอลดีไฮด์

3. จุดหลอมเหลว

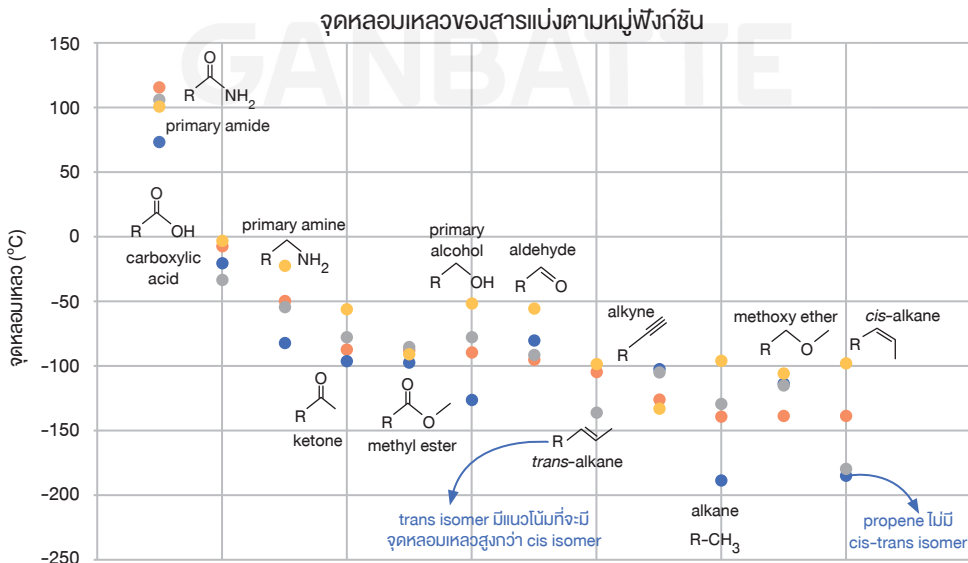
ในกระบวนการหลอมเหลวต้องมีการทำลายการจัดเรียงตัวของโมเลกุล เพื่อให้ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว โดยจุดหลอมเหลวคืออุณหภูมิที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจุดหลอมเหลวของสารจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความสามารถในการจัดเรียงตัวของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล สารที่มีรูปร่างโมเลกุลแบนราบหรือมีความสมมาตรมีแนวโน้มที่จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารที่มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้าหรือมีความไม่สมมาตร โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดหลอมเหลวของสารอินทรีย์มีดังนี้

3.1 หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์

เอไมด์เป็นโครงสร้างที่สร้างพันธะไฮโดรเจนได้และมีรูปร่างแบนราบ ทำให้โดยทั่วไปแล้วมีจุดหลอมเหลวสูงที่สุดเมื่อเทียบกับหมู่ฟังก์ชันอื่นๆ และแม้ว่าโครงสร้างกรดคาร์บอกซิลิกจะสร้างพันธะไฮโดรเจนได้คล้ายเอไมด์ แต่รูปร่างมีความแบนราบน้อยกว่า ทำให้จุดหลอมเหลวต่ำกว่า

เอมีนนอกจากสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้แล้ว ยังมีรูปร่างเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยมซึ่งมีโครงสร้างที่มีลักษณะแบนกว่าแอลกอฮอล์ ทำให้เอมีนมีแนวโน้มที่จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าแอลกอฮอล์ ถึงแม้ว่าแอลกอฮอล์จะสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ แต่โครงสร้างแอลกอฮอล์ไม่ได้มีรูปร่างแบนราบ ทำให้แอลกอฮอล์มีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วงเดียวกับแอลดีไฮด์ คีโตน และเอสเทอร์ที่มีขั้วน้อยกว่าแต่มีรูปร่างแบนราบ

ไฮโดรคาร์บอนและอีเทอร์มีแนวโน้มที่จะมีจุดหลอมเหลวต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นหมู่ฟังก์ชันที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วน้อย ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลไม่แข็งแรงเทียบเท่าสารที่มีขั้ว

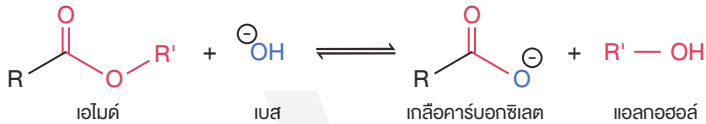


ประเภทของสารตามหมู่ฟังก์ชัน ● คาร์บอน 3 อะตอม ● คาร์บอน 4 อะตอม ● คาร์บอน 5 อะตอม ● คาร์บอน 6 อะตอม

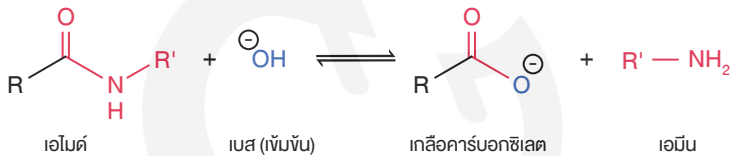
16. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์และเอไมด์ในสภาวะเบส (Base-Catalyzed Hydrolysis)

เอสเทอร์และเอไมด์เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสในสภาวะเบสได้เช่นกัน โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นเกลือคาร์บอกซิเลต ดังสมการ

Ester

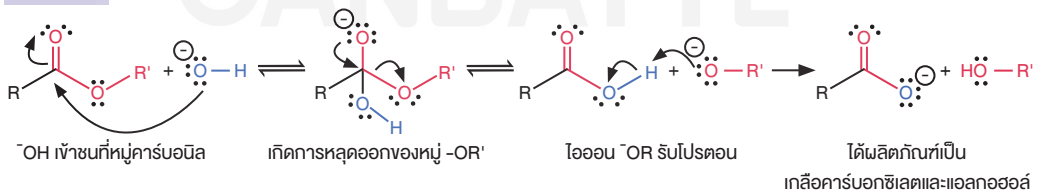


Amide

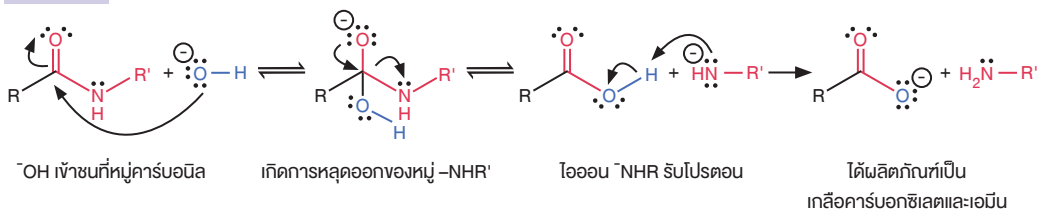


เบสที่ใช้ในปฏิกิริยา เช่น สารละลาย NaOH หรือ KOH โดยในการไฮโดรลิซิสของเอไมด์จะต้องใช้เบสที่เข้มข้นมากกว่าหรือระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่นานกว่าปฏิกิริยาของเอสเทอร์ กลไกของปฏิกิริยาจะมีลักษณะคล้ายกับปฏิกิริยาในกรด คือ หมู่คาร์บอนิลเกิดปฏิกิริยาการเติม จากนั้นในขั้นต่อมาจะเกิดการหลุดออกของหมู่แทนที่เดิม เกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

Ester

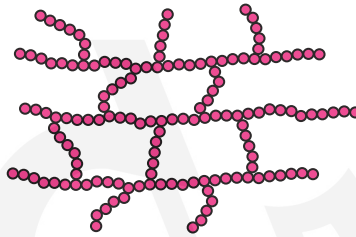


Amide



3. พอลิเมอร์แบบร่างแห (Network Polymer)

เกิดจากการเชื่อมต่อโครงสร้างสายโซ่พอลิเมอร์แบบกิ่งหรือแบบเส้นตรงเข้าด้วยกันจนเป็นร่างแห โดยการเชื่อมต่อนั้นอาจเกิดจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสายโซ่เชื่อมต่อกัน หรืออาจเกิดจากการเติมสารที่ช่วยสร้างพันธะระหว่างสายโซ่ก็ได้ หากโครงสร้างมีการเชื่อมโยงกันมากจะทำให้พอลิเมอร์มีความแข็งแรง ไม่ยืดหยุ่น และจุดหลอมเหลวสูง หากการเชื่อมโยงของโครงสร้างเกิดขึ้นน้อยจะทำให้พอลิเมอร์มีความอ่อนตัวและยืดหยุ่นสูงกว่า และเมื่อพอลิเมอร์แบบร่างแหได้รับความร้อนจะไม่หลอมเหลวและเปลี่ยนแปลงรูปร่างไม่ได้



พอลิเมอร์แบบร่างแห

นอกจากนี้สมบัติของพอลิเมอร์ยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย เช่น ขนาดโมเลกุลหรือหมู่ฟังก์ชัน พอลิเมอร์ที่ประกอบขึ้นจากมอนอเมอร์จำนวนมากจะทำให้มีมวลโมเลกุลสูง เมื่อเกิดเป็นโครงสร้างแบบเส้นจะมีความเหนียว เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมาก พอลิเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมีขั้วจะละลายน้ำหรือผสมเข้ากับน้ำ เกิดเป็นเนื้อเจลได้

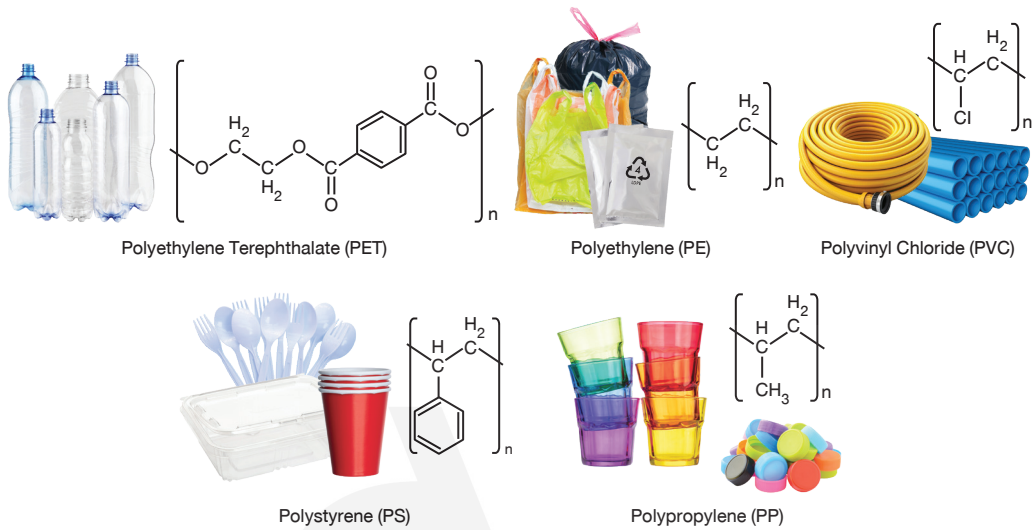
ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน

1. พลาสติก (Plastic)

ผลิตภัณฑ์พลาสติกเกิดจากพอลิเมอร์ที่มีความยืดหยุ่น เมื่อได้รับความร้อนจะนำขึ้นรูปเพื่อใช้งานลักษณะต่างๆ ได้ โดยสมบัติในการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนทำให้สามารถจำแนกพลาสติกออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เทอร์มอพลาสติก (Thermoplastic) และเทอร์มอเซต (Thermoset)

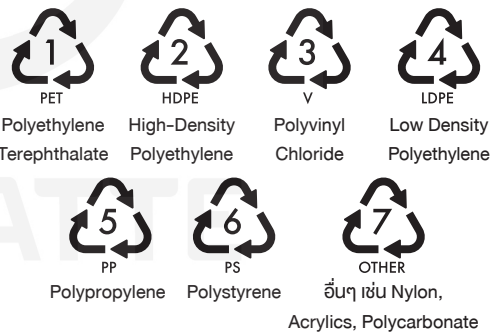
1.1 เทอร์มอพลาสติก (Thermoplastic)

พอลิเมอร์ที่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน และจะแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง โครงสร้างทางเคมีของเทอร์มอพลาสติกมีลักษณะแบบเส้นหรือแบบกิ่ง โดยมีโครงสร้างที่เป็นร่างแหในปริมาณน้อย ซึ่งมีสมบัติทางเคมีไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นจึงหลอมเหลวและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น PET, PE, PVC, PS, PP



เทอร์มอพลาสติกสามารถถูกนำมารีไซเคิลด้วยการหลอมและขึ้นรูปใหม่ได้ โดยขั้นตอนที่สำคัญคือการแยกประเภทพลาสติกชนิดต่างๆ ออกจากกัน เพื่อให้วัสดุพอลิเมอร์มีความบริสุทธิ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีการกำหนดสัญลักษณ์รีไซเคิลติดไว้ที่พลาสติกเพื่อสะดวกต่อการแยกประเภท โดยสัญลักษณ์รีไซเคิลนี้กำหนดขึ้นจากพลาสติกที่ถูกใช้มากที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 7 ประเภทตามวัสดุพอลิเมอร์ เมื่อแยกพลาสติกออกจากกันแล้วจะถูกแบ่งเป็นชั้นเล็กๆ จากนั้นนำมาล้างเพื่อขจัดสิ่งเจือปนอื่นๆ ออก และในขั้นสุดท้ายชิ้นพลาสติกจะถูกนำไปที่โรงงานเพื่อทำการหลอมและขึ้นรูปใหม่อีกครั้ง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการรีไซเคิลตามประเภทของพลาสติก



1.2 พลาสติกเทอร์มอเซต (Thermoset)

เป็นพลาสติกที่เมื่อขึ้นรูปผ่านการให้ความร้อนแล้วจะเกิดโครงสร้างที่แข็งและไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปซ้ำได้อีก เนื่องจากระหว่างการขึ้นรูปเกิดการเชื่อมต่อโมเลกุลแบบร่างแหจำนวนมาก แม้ให้ความร้อนสูงก็ไม่อ่อนตัว แต่จะเกิดการแตกหักและกลายเป็นเถ้า โดยพลาสติกเทอร์มอเซตจะมีความแข็งแรง ทนต่อความร้อนและความดันได้ดีกว่าเทอร์มอพลาสติก ดังนั้นพลาสติกเทอร์มอเซตจึงนิยมนำมาใช้ในงานที่ต้องการความแข็งแรงสูง เช่น MF, PF, Epoxy Resins โดยพอลิเมอร์บางชนิดเป็นได้ทั้งเทอร์มอเซตและพลาสติกเทอร์มอเซต เช่น PU