



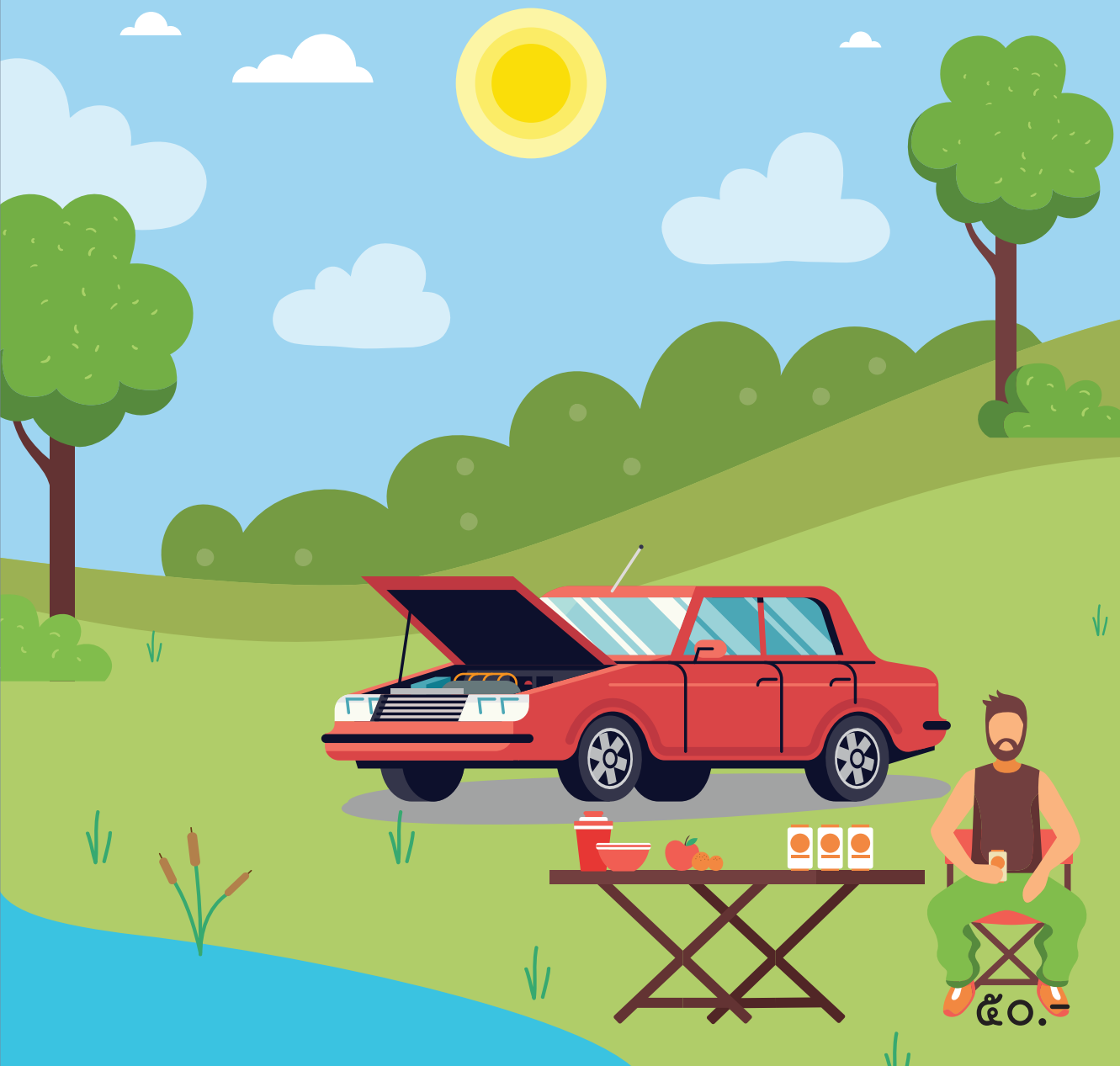
# วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม ๑

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

๕



โลหะ

อโลหะ

กึ่งโลหะ

|           |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |            |  |
|-----------|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------|--|------------|--|
| 1         |  | 2         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 17          |  | 2          |  |
| H         |  | He        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | VIIA        |  | helium     |  |
| hydrogen  |  | IIA       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |            |  |
| 3         |  | 4         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 9           |  | 10         |  |
| Li        |  | Be        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | F           |  | Ne         |  |
| lithium   |  | beryllium |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | oxygen      |  | fluorine   |  |
| 11        |  | 12        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 17          |  | 18         |  |
| Na        |  | Mg        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Cl          |  | Ar         |  |
| sodium    |  | magnesium |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | sulfur      |  | chlorine   |  |
| 19        |  | 20        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 35          |  | 36         |  |
| K         |  | Ca        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Br          |  | Kr         |  |
| potassium |  | calcium   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | bromine     |  | krypton    |  |
| 37        |  | 38        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 53          |  | 54         |  |
| Rb        |  | Sr        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | I           |  | Xe         |  |
| rubidium  |  | strontium |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | tellurium   |  | xenon      |  |
| 55        |  | 56        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 85          |  | 86         |  |
| Cs        |  | Ba        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Po          |  | At         |  |
| caesium   |  | barium    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | polonium    |  | astatine   |  |
| 87        |  | 88        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 116         |  | 117        |  |
| Fr        |  | Ra        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Lv          |  | Ts         |  |
| francium  |  | radium    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | livermorium |  | tennessine |  |

โลหะ

อโลหะ

กึ่งโลหะ

|          |  |               |  |          |  |            |  |            |  |           |  |            |  |              |  |             |  |             |  |
|----------|--|---------------|--|----------|--|------------|--|------------|--|-----------|--|------------|--|--------------|--|-------------|--|-------------|--|
| 3        |  | 4             |  | 5        |  | 6          |  | 7          |  | 8         |  | 9          |  | 10           |  | 11          |  | 12          |  |
| IIIB     |  | IVB           |  | VB       |  | VIB        |  | VIIB       |  | VIII      |  | VIII       |  | IB           |  | IIB         |  |             |  |
| 21       |  | 22            |  | 23       |  | 24         |  | 25         |  | 26        |  | 27         |  | 28           |  | 29          |  | 30          |  |
| Sc       |  | Ti            |  | V        |  | Cr         |  | Mn         |  | Fe        |  | Co         |  | Ni           |  | Cu          |  | Zn          |  |
| scandium |  | titanium      |  | vanadium |  | chromium   |  | manganese  |  | iron      |  | cobalt     |  | nickel       |  | copper      |  | zinc        |  |
| 39       |  | 40            |  | 41       |  | 42         |  | 43         |  | 44        |  | 45         |  | 46           |  | 47          |  | 48          |  |
| Y        |  | Zr            |  | Nb       |  | Mo         |  | Tc         |  | Ru        |  | Rh         |  | Pd           |  | Ag          |  | Cd          |  |
| yttrium  |  | zirconium     |  | niobium  |  | molybdenum |  | technetium |  | ruthenium |  | rhodium    |  | palladium    |  | silver      |  | cadmium     |  |
| 57-71    |  | 72            |  | 73       |  | 74         |  | 75         |  | 76        |  | 77         |  | 78           |  | 79          |  | 80          |  |
| *        |  | Hf            |  | Ta       |  | W          |  | Re         |  | Os        |  | Ir         |  | Pt           |  | Au          |  | Hg          |  |
|          |  | hafnium       |  | tantalum |  | tungsten   |  | rhenium    |  | osmium    |  | iridium    |  | platinum     |  | gold        |  | mercury     |  |
| 89-103   |  | 104           |  | 105      |  | 106        |  | 107        |  | 108       |  | 109        |  | 110          |  | 111         |  | 112         |  |
| **       |  | Rf            |  | Db       |  | Sg         |  | Bh         |  | Hs        |  | Mt         |  | Ds           |  | Rg          |  | Cn          |  |
|          |  | rutherfordium |  | dubnium  |  | seaborgium |  | bohrium    |  | hassium   |  | meitnerium |  | darmstadtium |  | roentgenium |  | copernicium |  |



หนังสือเรียน

---

# รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

---

## วิทยาศาสตร์กายภาพ

ชั้น

---

### มัธยมศึกษาปีที่ ๕ เล่ม ๑

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำเป็นฉบับ e-book ครั้งที่ ๒ พ.ศ. ๒๕๖๖

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

---

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนฉบับ e-book นี้ขึ้น โดยมีเนื้อหาเช่นเดียวกับหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เล่ม ๑ ฉบับสิ่งพิมพ์ ที่จัดทำตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ทุกประการ เพื่อให้ นักเรียน ครู ผู้ปกครอง นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไปเข้าถึงได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถ เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับจุดประสงค์ต่าง ๆ ทั้งนี้ สสวท. ขอสงวนสิทธิ์ในหนังสือเรียน ฉบับ e-book นี้ตามกฎหมายลิขสิทธิ์ ห้ามผู้ใดทำซ้ำ คัดลอก ดัดแปลง เลียนแบบ จำหน่าย หรือ เผยแพร่ โดยมีได้รับอนุญาต

---

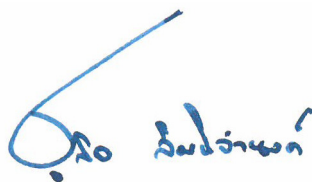
สามารถเข้าถึงสื่อดิจิทัลต่าง ๆ ของ สสวท. ได้ที่ <http://www.ipst.ac.th/ebook-resource/>

# คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไปโรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เล่ม ๑ นี้ มีเนื้อหาที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต และรู้เท่าทันกับความก้าวหน้าและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของโลก เช่น สมบัติของธาตุรวมทั้งสารกัมมันตรังสี สมบัติของสารประกอบไอออนิก สมบัติของสารโคเวเลนต์ โดยเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และพอลิเมอร์ รวมทั้งปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ มีแบบตรวจสอบความรู้ความเข้าใจก่อนเรียน มีแบบฝึกหัดเพื่อให้ตรวจทานความรู้หลังจากที่เรียนไปแล้ว รวมทั้งสรุปความรู้ในแต่ละบทด้วย ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการ จากสถาบัน และสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม ๑ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเรียนเล่มนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง



(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิ้มปิจำนงค์)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
กระทรวงศึกษาธิการ

## ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

หนังสือเรียนเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการศึกษาเนื้อหาที่สำคัญ และเกิดทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งยังมีสื่อ AR ที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ รายการสื่อเพิ่มเติมได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนใช้หนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน มีดังนี้

### คำถามสำคัญ



คำถามประจำบทที่ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งผู้เรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว

### จุดประสงค์การเรียนรู้



เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อซึ่งผู้เรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

### ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน



ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งผู้เรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหา นั้นก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท

### ชวนคิด



คำถามระหว่างเรียนที่เชื่อมโยงหรือต่อยอดความรู้เดิมที่ศึกษาแล้วกับความรู้ใหม่หรือความรู้ในศาสตร์อื่น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องของเนื้อหา

### ตรวจสอบความเข้าใจ



คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง

### กิจกรรม



การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนควรลงมือ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

## ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน



### กิจกรรมเสนอแนะ

การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติในห้องเรียนหรือนอกเวลาเรียนได้



### ความรู้เพิ่มเติม

ความรู้ที่เพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยไม่มีการวัดและประเมินผล



### รู้หรือไม่

ความรู้ที่เชื่อมโยงให้เห็นความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน



### ศัพท์น่ารู้

ความหมายของคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เพิ่มเติมและสอดคล้องกับเนื้อหาภายในบทเรียน



### สื่อ AR (Augmented Reality)

สื่อเสริมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี AR ผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน "AR วิทย์ ม.ปลาย"



### แบบฝึกหัด

คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยเสริมให้เกิดทักษะและความรู้ในบทเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ตรวจสอบความเข้าใจของเนื้อหาและฝึกฝนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้



### สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน

การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียนเพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด



### แบบฝึกหัดท้ายบท

คำถามท้ายบทเรียนสำหรับให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้วซึ่งผู้เรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้

## สารบัญ

### บทที่

### เนื้อหา

### หน้า

# 1

|                            |    |
|----------------------------|----|
| อากาศ                      | 1  |
| 1.1 องค์ประกอบในอากาศ      | 4  |
| 1.2 อะตอม                  | 7  |
| 1.3 ธาตุ                   | 13 |
| 1.4 การใช้ประโยชน์จากอากาศ | 16 |
| 1.5 มลพิษทางอากาศ          | 19 |
| สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน    | 20 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1       | 21 |

### อากาศ

# 2

|                           |    |
|---------------------------|----|
| น้ำ                       | 26 |
| 2.1 โมเลกุลของน้ำ         | 29 |
| 2.2 สารในแหล่งน้ำธรรมชาติ | 40 |
| 2.3 การละลายของสารในน้ำ   | 46 |
| สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน   | 51 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2      | 52 |

### น้ำ

## สารบัญ

บทที่

เนื้อหา

หน้า

3

|                           |    |
|---------------------------|----|
| อาหาร                     | 55 |
| 3.1 ไขมันและน้ำมัน        | 59 |
| 3.2 คาร์โบไฮเดรต          | 65 |
| 3.3 โปรตีน                | 69 |
| 3.4 วิตามินและเกลือแร่    | 75 |
| 3.5 บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร | 82 |
| สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน   | 90 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3      | 91 |

อาหาร

4

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| พลังงาน                 | 94  |
| 4.1 เชื้อเพลิง          | 98  |
| 4.2 แบตเตอรี่           | 114 |
| 4.3 สารกัมมันตรังสี     | 118 |
| สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน | 126 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4    | 127 |

พลังงาน

| สารบัญ  |                             |      |
|---------|-----------------------------|------|
| บทที่   | เนื้อหา                     | หน้า |
| ภาคผนวก | ชื่อธาตุ                    | 130  |
|         | บรรณานุกรม                  | 133  |
|         | ที่มาของรูป                 | 134  |
|         | คณะกรรมการจัดทำหนังสือเรียน | 137  |

บทที่

[ipst.me/8871](https://ipst.me/8871)

1

| อากาศ



อากาศที่อยู่รอบตัวประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด มีทั้งที่เป็นธาตุและสารประกอบ อาจอยู่ในรูปของอะตอมหรือโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสารเคมี ซึ่งการทราบองค์ประกอบพื้นฐานของสารเคมีทำให้สามารถอธิบายหรือทำนายสมบัติของสารเคมีและนำไปใช้ประโยชน์ได้



### คำถามสำคัญ

ธาตุและสารประกอบใดบ้างที่เป็นองค์ประกอบในอากาศ ธาตุแต่ละชนิดมีองค์ประกอบภายในอะตอมเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ส่งผลต่อสมบัติของธาตุอย่างไร และธาตุมีการนำไปใช้ประโยชน์หรืออันตรายอย่างไร



### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชื่อและปริมาณของแก๊สต่าง ๆ ในอากาศ
2. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือ ไอออนจากสูตรเคมี
3. ระบุจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนจากแบบจำลองอะตอมของโบร์ของธาตุที่กำหนดให้
4. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
5. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว
6. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุที่กำหนดให้ และระบุว่าธาตุใดเป็นไอโซโทปกัน
7. ระบุหมู่และคาบของธาตุในตารางธาตุ
8. ระบุว่าธาตุที่กำหนดให้เป็นโลหะ อโลหะ หรือกึ่งโลหะ หรือเป็นธาตุเรพรีเซนเททีฟ หรือธาตุแทรนซิชันจากตารางธาตุ
9. เปรียบเทียบการนำไฟฟ้าและการให้หรือรับอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและอโลหะ
10. บอกประโยชน์ของแก๊สในอากาศ
11. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอประโยชน์และอันตรายของธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน
12. ยกตัวอย่างสารมลพิษในอากาศ รวมถึงแหล่งกำเนิดและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม



## ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

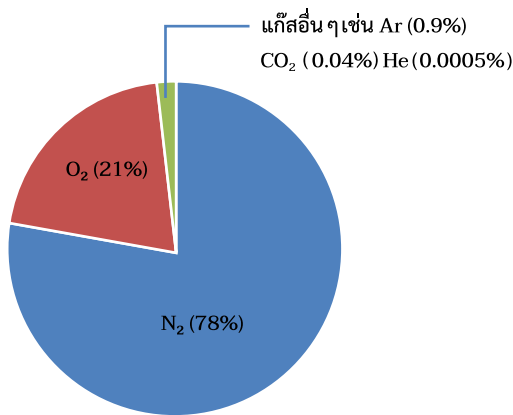
พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ถ้าถูกต้องให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ถ้าผิดให้ใส่เครื่องหมาย ✗

- ☐ 1. อากาศเป็นสารผสม
- ☐ 2. ธาตุและสารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์
- ☐ 3. อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสารที่อยู่ในธรรมชาติได้
- ☐ 4. โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอมขึ้นไป
- ☐ 5. โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนเป็นองค์ประกอบภายในอะตอม

อากาศเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิต และประกอบไปด้วยแก๊สหลายชนิดที่มีบทบาทหน้าที่แตกต่างกัน เช่น แก๊สออกซิเจนใช้ในการหายใจ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ในการสังเคราะห์แสง

## 1.1 องค์ประกอบในอากาศ

องค์ประกอบในอากาศส่วนใหญ่เป็นแก๊สไนโตรเจน ( $N_2$ ) ประมาณร้อยละ 78 โดยปริมาตร และแก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) อีกประมาณร้อยละ 21 ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 1 เป็นแก๊สชนิดอื่น เช่น แก๊สอาร์กอน (Ar) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) แก๊สฮีเลียม (He) ดังรูป 1.1



รูป 1.1 ปริมาณของแก๊สต่าง ๆ ในอากาศ

แก๊สไนโตรเจน ( $N_2$ ) มีปริมาณมากที่สุดในอากาศ แก๊สนี้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อมนุษย์หายใจ แก๊สชนิดนี้จะเคลื่อนที่ผ่านเข้าและออกจากปอดโดยไม่ทำปฏิกิริยากับสารใด ๆ ในร่างกาย

แก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) มีปริมาณน้อยกว่าแก๊สไนโตรเจนเกือบ 4 เท่า แต่มีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตมาก เมื่อมนุษย์และสัตว์หายใจเอาแก๊สออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย แก๊สชนิดนี้จะทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอาหาร แล้วให้พลังงานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต นอกจากนี้แก๊สออกซิเจนยังมีส่วนสำคัญในปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การเผาไหม้ การเกิดสนิม

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) มีปริมาณน้อยมากในอากาศ แก๊สนี้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารอาหารกับแก๊สออกซิเจนในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ยังเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช



รูป 1.2 การหมุนเวียนแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

แก๊สอาร์กอน (Ar) มีประมาณร้อยละ 0.9 ในอากาศ คำว่า “อาร์กอน” ในภาษากรีกมีความหมายว่า “ขี้เกียจ เฉื่อยชา” ซึ่งสอดคล้องกับความไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมีของแก๊สนี้ นอกจากนั้นในอากาศยังมีแก๊สฮีเลียม (He) ซึ่งเป็นแก๊สอีกชนิดหนึ่งที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นเมื่อหายใจเข้าไป แก๊สเหล่านี้จึงไม่เกิดปฏิกิริยากับสารเคมีใด ๆ ในร่างกาย

แก๊สต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วเป็นแก๊สที่เป็นองค์ประกอบของอากาศแห้ง แต่ในอากาศยังมีความชื้น ซึ่งเกิดจากไอน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ฤดูกาล หรือสถานที่ เนื่องจากไอน้ำเป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่สิ่งที่ตามองเห็น เช่น เมฆ หมอก เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำกลายเป็นละอองน้ำขนาดเล็กจำนวนมากที่ยังไม่ตกลงสู่พื้นโลก



รูป 1.3 เมฆบนท้องฟ้า

อากาศประกอบด้วยสารเคมีที่อยู่ในรูปของอะตอม เช่น แก๊สอาร์กอน (Ar) แก๊สฮีเลียม (He) และอยู่ในรูปของโมเลกุล เช่น แก๊สไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ ) แก๊สออกซิเจน ( $\text{O}_2$ ) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ไอน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) โดยสารที่มีธาตุเพียงชนิดเดียวเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า ธาตุ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของอะตอม เช่น แก๊สอาร์กอน (Ar) แก๊สฮีเลียม (He) หรืออยู่ในรูปของโมเลกุล เช่น แก๊สไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ ) แก๊สออกซิเจน ( $\text{O}_2$ ) แต่สารที่มีธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ไอน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ดังแสดงด้วยแบบจำลองรูป 1.4



รูป 1.4 แบบจำลองอะตอมและโมเลกุลของธาตุและสารประกอบ

ดังนั้นสารที่อยู่ในรูปอะตอมจัดเป็นธาตุเสมอ ส่วนสารที่อยู่ในรูปโมเลกุลอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้ ซึ่งทั้งหมดนี้สามารถพิจารณาได้จากสูตรเคมีของสาร



## แบบฝึกหัด 1.1

สารเคมีต่อไปนี้เป็นแก๊สที่อาจพบในอากาศ จงระบุว่าสารต่อไปนี้อยู่ในรูปอะตอมหรือโมเลกุล และเป็นธาตุหรือสารประกอบ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

| สูตรเคมี        | ชื่อสารเคมี                           | อะตอม | โมเลกุล | ธาตุ | สารประกอบ |
|-----------------|---------------------------------------|-------|---------|------|-----------|
| H <sub>2</sub>  | แก๊สไฮโดรเจน (hydrogen gas)           |       | ✓       | ✓    |           |
| Cl <sub>2</sub> | แก๊สคลอรีน (chlorine gas)             |       |         |      |           |
| HCl             | ไฮโดรเจนคลอไรด์ (hydrogen chloride)   |       |         |      |           |
| O <sub>3</sub>  | โอโซน (ozone)                         |       |         |      |           |
| NO              | ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (nitrogen monoxide) |       |         |      |           |
| CO              | คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide)    |       |         |      |           |
| Ne              | นีออน (neon)                          |       |         |      |           |
| CH <sub>4</sub> | มีเทน (methane)                       |       |         |      |           |

## 1.2 อะตอม

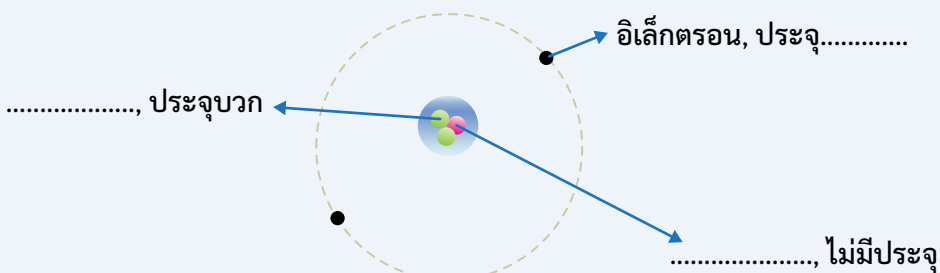
อะตอมเป็นหน่วยย่อยของสารเคมี ภายในอะตอมประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน ซึ่งมีจำนวนที่แตกต่างกันในธาตุแต่ละชนิด ทำให้ธาตุแต่ละชนิดมีมวลของอะตอมและสมบัติที่ต่างจากกัน เช่น อะตอมของออกซิเจน (O) มี 8 โปรตอน 8 นิวตรอน และ 8 อิเล็กตรอน ซึ่งมีสมบัติต่างจากอะตอมของฮีเลียม (He) ที่มี 2 โปรตอน 2 นิวตรอน และ 2 อิเล็กตรอน ในธรรมชาติธาตุออกซิเจน ( $O_2$ ) อยู่ในรูปโมเลกุล เป็นแก๊สที่เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ส่วนธาตุฮีเลียม (He) อยู่ในรูปอะตอม เป็นแก๊สที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี และแก๊สฮีเลียมเบากว่าแก๊สออกซิเจน

เนื่องจากอะตอมและองค์ประกอบภายในอะตอมมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จึงมีการใช้แบบจำลองอะตอมในการแสดงองค์ประกอบและตำแหน่งขององค์ประกอบในอะตอม ซึ่งแบบจำลองอะตอมได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องกับผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่มีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

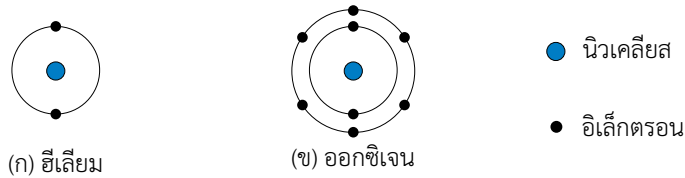


### กิจกรรม 1.1 องค์ประกอบภายในอะตอม

จากแบบจำลองอะตอมที่กำหนดให้ จงเติมชื่อองค์ประกอบภายในอะตอมให้สมบูรณ์



แบบจำลองอะตอมที่นิยมนำมาใช้ในการอธิบายสมบัติทางเคมีของธาตุคือ แบบจำลองอะตอมของโบร์ (Bohr's atomic model) ประกอบด้วยโปรตอน (proton,  $p$ ) ที่มีประจุบวก และนิวตรอน (neutron,  $n$ ) ไม่มีประจุรวมกันอยู่ในนิวเคลียส และอิเล็กตรอน (electron,  $e$ ) มีประจุลบ เคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นวง ซึ่งแต่ละวงมีระยะห่างจากนิวเคลียสและมีพลังงานต่างกัน อิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุดเรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน (valence electron) ดังตัวอย่างแสดงในรูป 1.5



รูป 1.5 แผนภาพแสดงแบบจำลองอะตอมของโบร์ของลิเทียมและโพแทสเซียม

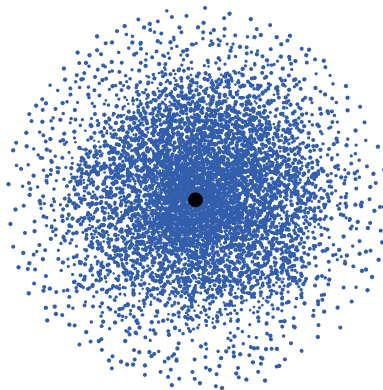


#### ตรวจสอบความเข้าใจ



แบบจำลองอะตอมของโบร์ที่แสดงในรูป 1.5 อะตอมของธาตุลิเทียมและโพแทสเซียม มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็นเท่าใด

เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา ทำให้ไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้ จึงมีการเสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (electron cloud model of atom) ซึ่งแสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในลักษณะกลุ่มหมอก โดยบริเวณที่มีกลุ่มหมอกทึบเป็นบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณที่มีกลุ่มหมอกจาง ดังรูป 1.6



รูป 1.6 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



### ตรวจสอบความเข้าใจ



แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกแสดงจำนวนอิเล็กตรอนและเวเลนซ์อิเล็กตรอนหรือไม่

อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่อะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีจำนวนโปรตอนไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงใช้จำนวนโปรตอนระบุชนิดของธาตุได้ เนื่องจากอะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า จึงมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับจำนวนโปรตอน ส่วนจำนวนนิวตรอนของธาตุแต่ละชนิดอาจเท่าหรือไม่เท่ากับจำนวนโปรตอน ดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 จำนวนโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอนของธาตุบางชนิด

| สัญลักษณ์ธาตุ | ชื่อธาตุ               | จำนวน  |            |         |
|---------------|------------------------|--------|------------|---------|
|               |                        | โปรตอน | อิเล็กตรอน | นิวตรอน |
| H             | ไฮโดรเจน (hydrogen)    | 1      | 1          | 0       |
| He            | ฮีเลียม (helium)       | 2      | 2          | 2       |
| C             | คาร์บอน (carbon)       | 6      | 6          | 6       |
| N             | ไนโตรเจน (nitrogen)    | 7      | 7          | 7       |
| O             | ออกซิเจน (oxygen)      | 8      | 8          | 8       |
| F             | ฟลูออรีน (fluorine)    | 9      | 9          | 10      |
| Ne            | นีออน (neon)           | 10     | 10         | 10      |
| Mg            | แมกนีเซียม (magnesium) | 12     | 12         | 12      |
| Cl            | คลอรีน (chlorine)      | 17     | 17         | 18      |
| Ar            | อาร์กอน (argon)        | 18     | 18         | 22      |

เมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอนทำให้เกิดเป็นไอออน โดยไอออนบวกมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปรตอน และไอออนลบมีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน ตัวอย่างดังตาราง 1.2

ตาราง 1.2 จำนวนโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอนของไอออนบางชนิด

| ไอออน     | จำนวน  |            |         |
|-----------|--------|------------|---------|
|           | โปรตอน | อิเล็กตรอน | นิวตรอน |
| $F^-$     | 9      | 10         | 10      |
| $O^{2-}$  | 8      | 10         | 8       |
| $Na^+$    | 11     | 10         | 12      |
| $Ca^{2+}$ | 20     | 18         | 20      |

จากตารางสังเกตว่า อะตอมของธาตุแต่ละชนิดเกิดเป็นไอออนโดยที่จำนวนโปรตอนและนิวตรอนไม่เปลี่ยนแปลง



#### ตรวจสอบความเข้าใจ



จากตาราง 1.1 ไอออนบวกของธาตุไฮโดรเจน ( $H^+$ ) ไอออนบวกของธาตุแมกนีเซียม ( $Mg^{2+}$ ) และไอออนลบของธาตุคลอรีน ( $Cl^-$ ) มีจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนอย่างละเท่าใด



#### ชวนคิด

อะตอมของธาตุชนิดหนึ่งมี 13 โปรตอน นักเรียนสามารถระบุจำนวนอิเล็กตรอน และนิวตรอนของธาตุนี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เนื่องจากอะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีจำนวนโปรตอนไม่เท่ากัน ดังนั้นการแสดงชนิดของธาตุด้วยสัญลักษณ์ธาตุ ทำให้ทราบจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอน ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน แต่จะยังไม่ทราบจำนวนนิวตรอน ถ้าต้องการทราบจำนวนนิวตรอนในอะตอม ต้องพิจารณาจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ (nuclear symbol) ซึ่งนอกจากประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ (element symbol) แล้วยังมีเลขอะตอม (atomic number) ที่แสดงจำนวนโปรตอนเขียนไว้ที่มุมล่างซ้ายของสัญลักษณ์ธาตุ และเลขมวล (mass number) ที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสเขียนไว้ที่มุมบนซ้ายของสัญลักษณ์ธาตุ เช่น ธาตุฮีเลียม (He) มี 2 โปรตอน และ 2 นิวตรอน จึงมีเลขอะตอมเท่ากับ 2 และเลขมวลเท่ากับ 4 และมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น  ${}^4_2\text{He}$  จากข้อมูลจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในตาราง 1.1 สามารถเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุไนโตรเจน (N) และอาร์กอน (Ar) ได้ในทำนองเดียวกัน ดังรูป 1.7

|              |    |    |    |
|--------------|----|----|----|
| เลขมวล       | 4  | 14 | 40 |
| เลขอะตอม     | 2  | 7  | 18 |
|              | He | N  | Ar |
| จำนวนโปรตอน  | 2  | 7  | 18 |
| จำนวนนิวตรอน | 2  | 7  | 22 |

รูป 1.7 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุฮีเลียม ไนโตรเจน และอาร์กอน

เนื่องจากอะตอมของธาตุมีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน ดังนั้นจำนวนอิเล็กตรอนของอะตอมจึงเท่ากับเลขอะตอมในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าธาตุชนิดเดียวกันที่มีเลขมวลต่างกันซึ่งเรียกว่า **ไอโซโทป** (isotope) เช่น ธาตุไฮโดรเจนมีเลขอะตอมเท่ากับ 1 มี 3 ไอโซโทปที่มีเลขมวลเท่ากับ 1 2 และ 3 ซึ่งมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น  ${}^1_1\text{H}$   ${}^2_1\text{H}$  และ  ${}^3_1\text{H}$  ตามลำดับ หรืออาจเขียนรูปย่อของไอโซโทปโดยแสดงเฉพาะสัญลักษณ์ของธาตุกับเลขมวล เช่น  ${}^3_1\text{H}$  เขียนได้เป็น  ${}^3\text{H}$  หรือ H-3



#### ชวนคิด

ไอโซโทปของธาตุชนิดเดียวกันมีจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนเท่ากันหรือไม่  
อย่างไร

ไอโซโทปของธาตุบางชนิดไม่เสถียร สามารถแผ่รังสีได้ เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี (radioactive isotope) ไอโซโทปกัมมันตรังสีบางชนิดนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ยูเรเนียม-235 (U-235) ใช้เป็นแหล่งพลังงานในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ คาร์บอน-14 (C-14) ใช้หาอายุของซากสิ่งมีชีวิตโบราณ ไอโอดีน-131 (I-131) ใช้ติดตามและรักษาความผิดปกติของต่อมไทรอยด์

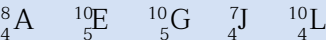


แบบฝึกหัด 1.2

- 1. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารมลพิษที่ก่อให้เกิดภาวะฝนกรด ซึ่งมีธาตุซัลเฟอร์ (S) และธาตุออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบ จงระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของธาตุซัลเฟอร์และออกซิเจน
- 2. อะตอมของธาตุเมื่อเปลี่ยนเป็นไอออนบวกจะมีจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- 3. ไอออนลบของธาตุไนโตรเจน ( $N^{3-}$ ) มีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเป็นเท่าใด
- 4. จงเติมข้อมูลเกี่ยวกับอะตอมของธาตุในตารางให้สมบูรณ์

| สัญลักษณ์นิวเคลียร์   | สัญลักษณ์ธาตุ | เลขอะตอม | เลขมวล | จำนวน  |            |         |
|-----------------------|---------------|----------|--------|--------|------------|---------|
|                       |               |          |        | โปรตอน | อิเล็กตรอน | นิวตรอน |
| $^1_1\text{H}$        |               |          |        |        |            |         |
|                       | O             | 8        | 16     |        |            |         |
|                       | C             |          |        | 6      |            | 6       |
|                       | Cl            |          | 35     |        | 17         |         |
| $^{20}_{10}\text{Ne}$ |               |          |        |        |            |         |

- 5. พิจารณาสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุสมมติต่อไปนี้



ธาตุสมมติใดเป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี



## รู้หรือไม่

ในอดีตนักวิทยาศาสตร์ใช้รูปภาพเป็นสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุ แต่เมื่อพบธาตุจำนวนมาก จึงใช้ตัวอักษรแทนภาพ โดยให้ใช้อักษรตัวแรกของชื่อธาตุ และให้เขียนอักษรตัวแรกเป็นสัญลักษณ์ธาตุ แต่ถ้ามีอักษรตัวแรกซ้ำกันให้เพิ่มตัวอักษรตัวถัดไป ซึ่งอาจเป็นตัวที่ 2 3 หรือ 4 ในชื่อนั้น โดยเขียนด้วยตัวพิมพ์เล็ก เช่น ธาตุคาร์บอน (carbon) เขียนสัญลักษณ์ธาตุเป็น C ส่วนธาตุโคบอลต์ (cobalt) เขียนสัญลักษณ์ธาตุเป็น Co สัญลักษณ์ธาตุบางชนิดมาจากชื่อธาตุในภาษาอื่นที่ไม่ใช่ภาษาอังกฤษ เช่น ธาตุเหล็ก (iron) มาจากชื่อในภาษาละตินคือ ferrum เขียนสัญลักษณ์ธาตุเป็น Fe หรือชื่อธาตุบางชนิดอาจตั้งชื่อตามนักวิทยาศาสตร์ เช่น ธาตุไอน์สไตเนียม (Es) หรือตั้งชื่อตามสมบัติของธาตุ เช่น ธาตุเรเดียม (Ra) มาจากสมบัติของธาตุที่สามารถแผ่รังสีได้

### 1.3 ธาตุ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของแก๊สในอากาศมีทั้งที่อยู่ในรูปอะตอมและโมเลกุล เช่น อาร์กอน (Ar) ฮีเลียม (He) แก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) แก๊สไนโตรเจน ( $N_2$ ) นอกจากธาตุดังกล่าวแล้วยังมีการค้นพบธาตุอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันมีธาตุที่ค้นพบแล้วไม่น้อยกว่า 118 ธาตุ นักวิทยาศาสตร์ได้จัดหมวดหมู่ของธาตุในรูปของตารางที่เรียกว่า **ตารางธาตุ** (periodic table of elements) โดยจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอม และให้ธาตุที่มีสมบัติคล้ายคลึงกันอยู่ในหมู่ที่ใกล้เคียงกัน ดังรูป 1.8

|                      |                       |                          |                            |                      |                         |                        |                       |                         |                           |                          |                          |                       |                        |                        |                          |                         |                        |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1                    |                       |                          |                            |                      |                         |                        |                       |                         |                           |                          |                          |                       |                        |                        |                          |                         | 18                     |
| IA                   |                       |                          |                            |                      |                         |                        |                       |                         |                           |                          |                          |                       |                        |                        |                          |                         | VIIIA                  |
| 1<br>H<br>hydrogen   | 2<br>He<br>helium     |                          |                            |                      |                         |                        |                       |                         |                           |                          |                          |                       |                        |                        |                          |                         |                        |
| 3<br>Li<br>lithium   | 4<br>Be<br>beryllium  |                          |                            |                      |                         |                        |                       |                         |                           |                          |                          |                       |                        |                        |                          |                         |                        |
| 11<br>Na<br>sodium   | 12<br>Mg<br>magnesium |                          |                            |                      |                         |                        |                       |                         |                           |                          |                          |                       |                        |                        |                          |                         |                        |
| 19<br>K<br>potassium | 20<br>Ca<br>calcium   | 21<br>Sc<br>scandium     | 22<br>Ti<br>titanium       | 23<br>V<br>vanadium  | 24<br>Cr<br>chromium    | 25<br>Mn<br>manganese  | 26<br>Fe<br>iron      | 27<br>Co<br>cobalt      | 28<br>Ni<br>nickel        | 29<br>Cu<br>copper       | 30<br>Zn<br>zinc         | 31<br>Ga<br>gallium   | 32<br>Ge<br>germanium  | 33<br>As<br>arsenic    | 34<br>Se<br>selenium     | 35<br>Br<br>bromine     | 36<br>Kr<br>krypton    |
| 37<br>Rb<br>rubidium | 38<br>Sr<br>strontium | 39<br>Y<br>yttrium       | 40<br>Zr<br>zirconium      | 41<br>Nb<br>niobium  | 42<br>Mo<br>molybdenum  | 43<br>Tc<br>technetium | 44<br>Ru<br>ruthenium | 45<br>Rh<br>rhodium     | 46<br>Pd<br>palladium     | 47<br>Ag<br>silver       | 48<br>Cd<br>cadmium      | 49<br>In<br>indium    | 50<br>Sn<br>tin        | 51<br>Sb<br>antimony   | 52<br>Te<br>tellurium    | 53<br>I<br>iodine       | 54<br>Xe<br>xenon      |
| 55<br>Cs<br>caesium  | 56<br>Ba<br>barium    | 57-71<br>La<br>lanthanum | 72<br>Hf<br>hafnium        | 73<br>Ta<br>tantalum | 74<br>W<br>tungsten     | 75<br>Re<br>rhenium    | 76<br>Os<br>osmium    | 77<br>Ir<br>iridium     | 78<br>Pt<br>platinum      | 79<br>Au<br>gold         | 80<br>Hg<br>mercury      | 81<br>Tl<br>thallium  | 82<br>Pb<br>lead       | 83<br>Bi<br>bismuth    | 84<br>Po<br>polonium     | 85<br>At<br>astatine    | 86<br>Rn<br>radon      |
| 87<br>Fr<br>francium | 88<br>Ra<br>radium    | 89-103<br>Ac<br>actinium | 104<br>Rf<br>rutherfordium | 105<br>Db<br>dubnium | 106<br>Sg<br>seaborgium | 107<br>Bh<br>bohrium   | 108<br>Hs<br>hassium  | 109<br>Mt<br>meitnerium | 110<br>Ds<br>darmstadtium | 111<br>Rg<br>roentgenium | 112<br>Cn<br>copernicium | 113<br>Nh<br>nihonium | 114<br>Fl<br>flerovium | 115<br>Mc<br>moscovium | 116<br>Lv<br>livermorium | 117<br>Ts<br>tennessine | 118<br>Og<br>oganesson |

โลหะ

อโลหะ

กึ่งโลหะ

|                       |                        |                        |                          |                         |                        |
|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| 13<br>B<br>boron      | 14<br>C<br>carbon      | 15<br>N<br>nitrogen    | 16<br>O<br>oxygen        | 17<br>F<br>fluorine     | 18<br>Ne<br>neon       |
| 31<br>Al<br>aluminium | 32<br>Si<br>silicon    | 33<br>P<br>phosphorus  | 34<br>S<br>sulfur        | 35<br>Cl<br>chlorine    | 36<br>Ar<br>argon      |
| 49<br>Ga<br>gallium   | 50<br>Ge<br>germanium  | 51<br>As<br>arsenic    | 52<br>Se<br>selenium     | 53<br>Br<br>bromine     | 54<br>Kr<br>krypton    |
| 81<br>Tl<br>thallium  | 82<br>Pb<br>lead       | 83<br>Bi<br>bismuth    | 84<br>Po<br>polonium     | 85<br>At<br>astatine    | 86<br>Rn<br>radon      |
| 113<br>Nh<br>nihonium | 114<br>Fl<br>flerovium | 115<br>Mc<br>moscovium | 116<br>Lv<br>livermorium | 117<br>Ts<br>tennessine | 118<br>Og<br>oganesson |

\*

กลุ่มธาตุแลนทานอยด์

\*\*

กลุ่มธาตุแอกทิโนยด์



รูป 1.8 ตารางธาตุ

ตารางธาตุมีแถวตามแนวนั่ง เรียกว่า **หมู่** (group) และมีแถวตามแนวนอน เรียกว่า **คาบ** (period) การระบุหมู่ในตารางธาตุที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมี 2 ระบบคือ ระบบ International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) ซึ่งแบ่งธาตุเป็น 18 หมู่ โดยใช้สัญลักษณ์เลขอารบิก 1 – 18 แทนหมู่ธาตุ และระบบ Chemical Abstracts Service (CAS) ซึ่งแบ่งธาตุออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม A และกลุ่ม B โดยกลุ่ม A เรียกว่า **ธาตุเรฟิเรนเซียม** (representative element) หรือ **ธาตุหมู่หลัก** (main-group element) มี 8 หมู่ อยู่ทางด้านซ้ายและขวาของตารางธาตุ และใช้สัญลักษณ์เป็นเลขโรมัน IA – VIIIA และกลุ่ม B เรียกว่า **ธาตุทรานซิชัน** (transition element) มี 8 หมู่ อยู่ตรงกลางของตารางธาตุ และใช้สัญลักษณ์เป็นเลขโรมัน IB – VIIIB การระบุหมู่ของธาตุในหนังสือเรียนเล่มนี้ใช้ระบบ CAS

ธาตุในหมู่ VIIIA ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นแก๊ส อยู่ในรูปของอะตอม ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี จึงเรียกธาตุในหมู่นี้ว่า แก๊สมีสกุล (noble gas) อะตอมของธาตุหมู่ VIIIA เช่น นีออน (Ne) อาร์กอน (Ar) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ยกเว้นฮีเลียม (He) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 ส่วนธาตุในหมู่ VIIA เช่น ฟลูออรีน (F) คลอรีน (Cl) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 ธาตุในหมู่นี้อยู่ในรูปโมเลกุล ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี และเมื่อเกิดปฏิกิริยามีแนวโน้มรับอิเล็กตรอน ทำนองเดียวกันจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุหมู่ IA - VIA จะเท่ากับเลขหมู่ และธาตุในหมู่เดียวกันมีสมบัติทางเคมีส่วนใหญ่คล้ายกัน