



ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

นายพงศธร นันทอนเศ
นางสาวปริญรัตน์ ปรียารัตนานนท์

ผู้ตรวจ

ผศ.ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ
ดร.ศกร พรหมทา
นายอดิคุณ โชติรัตน์โชติ

บรรณาธิการ

ผศ.ดร.อารียา เอี่ยมมบู
นางสาวจันทิรา รัตนันทเดช

ปีที่พิมพ์ 2568

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวนพิมพ์ 10,000 เล่ม

ISBN : 978-616-606-142-0

รหัสสินค้า 3518021



คำแนะนำในการใช้สื่อ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) ม.5
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดทำขึ้นสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยดำเนินการจัดทำ
ให้สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง
พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทุกประการ เพื่อส่งเสริมทักษะ
ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้
ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ เพื่อให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง
ของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้

คำถามกระตุ้น

คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ก่อนเข้าสู่
เนื้อหา เพื่อให้เกิดกระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้

Check for Understanding

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ
ของผู้เรียนก่อนเข้าสู่การเรียน
การสอน

กิจกรรม

กิจกรรมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเพื่อ
เสริมสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์

Prior Knowledge

คำถามทบทวนความรู้เดิมของ
ผู้เรียน เพื่อเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่

ตัวชี้วัด

ระบุตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทาง
ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

Chemistry in Real Life

เชื่อมโยงความรู้ทางเคมีสู่ชีวิตประจำวัน

H.O.T.S.

คำถามท้าทายความคิดขั้นสูง

คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด
วิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมี
วิจารณญาณ

Test for U

แนวข้อสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อ
ในระดับอุดมศึกษา

Science Focus

ความรู้เสริมจากเนื้อหาเพื่อ
ขยายความรู้ของผู้เรียน

Unit Questions

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้เพื่อใช้
ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

QR Code

นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่รองรับ
การเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัล

Topic Questions

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ
ของผู้เรียนในแต่ละหัวข้อ

เชื่อมโยงสู่แบบฝึกหัด

เชื่อมโยงสู่แบบฝึกหัด
เพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝน
จนเกิดความเชี่ยวชาญ

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

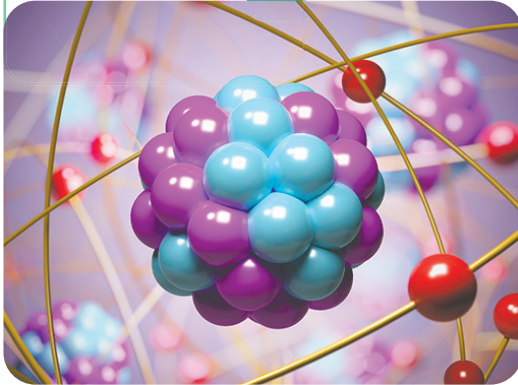
กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและบรรลุ
สมรรถนะสำคัญ

Summary

สรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวน
สาระสำคัญประจำหน่วยการเรียนรู้



หน่วยการเรียนรู้ที่ 1



อะตอมและตารางธาตุ

2-35

โครงสร้างอะตอม

3

- แบบจำลองอะตอม
- องค์ประกอบของอะตอม
- สัญลักษณ์นิวเคลียร์
- โมเลกุล
- ไอออน
- ไอโซโทป

3

8

8

9

11

12

ตารางธาตุ

15

สมบัติของธาตุและการใช้ประโยชน์

21

- ชนิดและสมบัติของธาตุ
- การใช้ประโยชน์จากธาตุบางชนิด

21

24

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

32

Summary

33

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2



พันธะเคมี

36-67

การเกิดพันธะเคมี

37

พันธะโคเวเลนต์

39

- ชนิดของพันธะโคเวเลนต์
- การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์
- สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
- สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์

41

44

45

48

52

พันธะไอออนิก

53

- การเกิดพันธะไอออนิก
- การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก
- สมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก

53

54

57

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

64

Summary

65

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3



สารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์

68-103

สารประกอบอินทรีย์

69

- แอลเคน
- แอลคีน
- แอลไคน์
- แอลโรแมติกไฮโดรคาร์บอน

71

73

75

76

พอลิเมอร์

81

- ประเภทของพอลิเมอร์
- โครงสร้างของพอลิเมอร์
- ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์
- ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์
- แนวทางการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

81

83

84

90

96

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

100

Summary

101

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4



ปฏิกิริยาเคมี

104-136

การเกิดปฏิกิริยาเคมี

105

- สมการเคมี
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

105

108

ปฏิกิริยารีดอกซ์

124

ธาตุกัมมันตรังสี

127

- การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี
- ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี
- ประโยชน์ของธาตุกัมมันตรังสี
- อันตรายจากธาตุกัมมันตรังสี

129

131

132

133

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

136

Summary

137

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

139

บรรณานุกรม

140



แบบจำลองอะตอม
ของโบร์และแบบกลุ่มหมอก
อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ต่างกัน
อย่างไร



ตัวชี้วัด

ว.2.1 ม.5/1 ม.5/2 ม.5/3 ม.5/4 ม.5/5
ม.5/6 ม.5/7

หน่วยการเรียนรู้ที่

1

อะตอมและตารางธาตุ



Check for
Understanding

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความตามความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในตาราง

ถูก/ผิด

- ธาตุต่างชนิดกันจะมีเลขมวลต่างกันเสมอ
- ธาตุแต่ละชนิดมีจำนวนโปรตอนเฉพาะตัว จึงสามารถบอกชนิดของธาตุได้
- มวลอะตอมของธาตุ เป็นผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน
- ทองแดง (Cu) เป็นธาตุโลหะทรานซิชัน จึงเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีเฉพาะตัว
- คาร์บอน (C) สามารถนำไฟฟ้าได้ดี เพราะมีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ

1

โครงสร้างอะตอม

ดีโมคริตัส (Democritus) นักปราชญ์ชาวกรีก กล่าวว่า “เมื่อนำสารมาแบ่งย่อยลงไปเรื่อย ๆ จะได้อนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก และไม่สามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก โดยเรียกอนุภาคนี้ว่า อะตอม” เมื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้แนวคิดของดีโมคริตัสไม่สามารถอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับสารได้

Prior
Knowledge

อนุภาคที่เล็กที่สุด
คืออนุภาคใด
มีลักษณะอย่างไร



1.1 แบบจำลองอะตอม

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้พยายามศึกษาว่าลักษณะโครงสร้างภายในอะตอมนั้นเป็นอย่างไร โดยใช้วิธีการต่าง ๆ จนกระทั่งเกิดแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดและการทดลองของนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่านขึ้นมา ซึ่งสามารถสรุปแบบจำลองอะตอมที่มีการพัฒนาจนกลายมาเป็นแบบจำลองอะตอมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้ ดังนี้

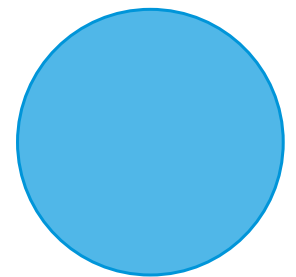
1. แบบจำลองอะตอมของดอลตัน จอห์น ดอลตัน (John Dalton, พ.ศ. 2346) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับอะตอม เพื่อใช้อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารก่อนและหลังทำปฏิกิริยา รวมทั้งอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

- ธาตุแต่ละชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุด เรียกว่า อะตอม ซึ่งอะตอมไม่สามารถแยกออกได้อีก และไม่สามารถสร้างขึ้นหรือทำลายได้ในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมี
- อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีมวลและสมบัติต่าง ๆ เหมือนกัน เช่น คาร์บอน-12 คาร์บอน-14 ส่วนอะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลและสมบัติแตกต่างกัน
- สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มารวมตัวกันด้วยพันธะเคมี โดยมีอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวอย่างต่ำ และอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป อาจรวมตัวเกิดเป็นสารประกอบด้วยอัตราส่วนมากกว่า 1 แบบ ซึ่งทำให้เกิดสารประกอบได้มากกว่า 1 ชนิด เช่น H_2O และ H_2O_2 หรือ CO และ CO_2

ทฤษฎีอะตอมของดอลตันใช้อธิบายลักษณะและสมบัติของอะตอมได้เพียงระดับหนึ่ง ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์ค้นพบข้อมูลบางประการที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีอะตอมของดอลตัน เช่น พบว่าอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันอาจมีมวลแตกต่างกันได้



▲ ภาพที่ 1.1 จอห์น ดอลตัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.



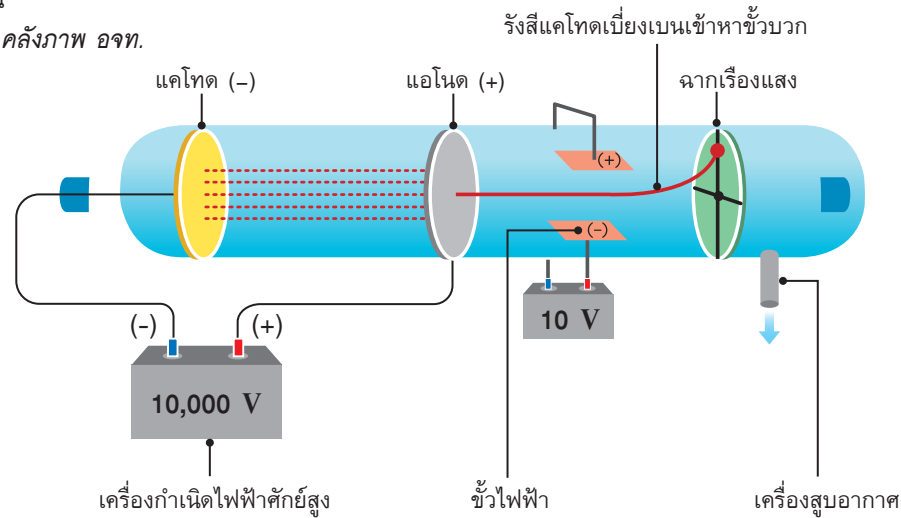
▲ ภาพที่ 1.2 แบบจำลองอะตอม
ของดอลตัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

2. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (Sir Joseph John Thomson, พ.ศ. 2447)

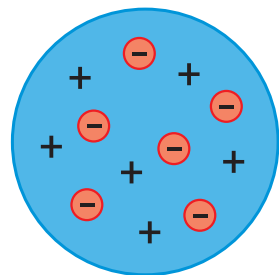


▲ ภาพที่ 1.3 เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทำการทดลองศึกษาสมบัติของรังสีแคโทด พบว่า รังสีแคโทดเบี่ยงเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้า และทดสอบการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในสนามแม่เหล็ก ปรากฏว่า รังสีแคโทดเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กเข้าหาขั้วเหนือ เขาจึงสรุปว่า อนุภาครังสีแคโทดมีประจุเป็นลบ และเรียกอนุภาคนี้นี้ว่า อิเล็กตรอน



▲ ภาพที่ 1.4 การเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในหลอดรังสีแคโทด
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 1.5 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ต่อมาออยเกิน โกลด์ชไตน์ (Eugen Goldstein) ได้ทดลองดัดแปลงหลอดรังสีแคโทด จนค้นพบอนุภาคใหม่ที่มีสมบัติเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าในทิศทางตรงข้ามกับรังสีแคโทด แสดงว่า อนุภาคนี้นี้มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และเรียกอนุภาคนี้นี้ว่า โปรตอน

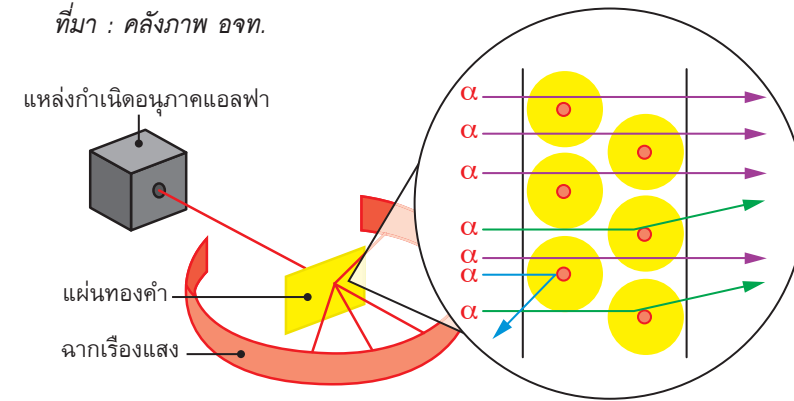
หลังจากมีการค้นพบอิเล็กตรอนและโปรตอนแล้ว ทอมสันจึงเสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า “อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม มีอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุบวกและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ อะตอมในสภาพที่เป็นกลางจะมีประจุบวกและประจุลบเท่ากัน”

3. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ลอร์ดเอิร์นเนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Lord Ernest Rutherford, พ.ศ. 2454)



▲ ภาพที่ 1.6 ลอร์ดเอิร์นเนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งเป็นนิวเคลียสของฮีเลียมที่เป็นอนุภาคประจุบวกไปยังแผ่นทองคำบางมาก มีฉากเรืองแสงที่ฉาบด้วยซิงก์ซัลไฟด์ (ZnS) โค้งเป็นวงล้อมรอบแผ่นทองคำ ดังภาพที่ 1.7



▲ ภาพที่ 1.7 การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด
ที่มา : คลังภาพ อจท.

อนุภาคแอลฟาส่วนมาก

เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทะลุผ่านแผ่นทองคำ

อนุภาคแอลฟาส่วนน้อย

เดินทางเบี่ยงเบนเป็นมุมกว้างออกจากแนวเส้นทางเดิม

อนุภาคแอลฟาจำนวนน้อยมาก

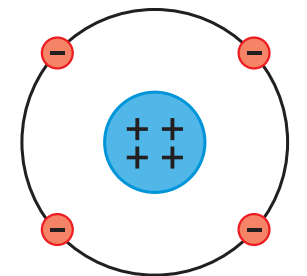
สะท้อนกลับมาระทบฉากบริเวณด้านหน้า

จากการทดลอง รัทเทอร์ฟอร์ดจึงได้เสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นมาใหม่ว่า อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสขนาดเล็กเป็นที่รวมของประจุบวก โดยมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสของอะตอม เนื่องจากถ้าประจุบวกและประจุลบกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอตามแบบจำลองอะตอมของทอมสัน อนุภาคแอลฟาก็ควรที่จะมีอัตราการเบี่ยงเบน การหักเห และการสะท้อนกลับในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน

จากแนวคิดของรัทเทอร์ฟอร์ด ซึ่งเสนอว่ามวลส่วนใหญ่

ของอะตอมควรจะเป็นมวลของโปรตอนในนิวเคลียส แต่ต่อมาได้มีการค้นพบว่า มวลอะตอมของธาตุมักจะมีค่าเป็น 2 เท่าของมวลของโปรตอนทั้งหมด รัทเทอร์ฟอร์ดจึงได้เสนอความเห็นเพิ่มเติมว่า น่าจะมีอนุภาคที่มีมวลใกล้เคียงกับโปรตอน แต่ไม่มีประจุไฟฟ้ารวมอยู่ในนิวเคลียสด้วย

ต่อมา เซอร์เจมส์ แชดวิก (Sir James Chadwick) ทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นโลหะเบริลเลียม (Be) ปรากฏว่าได้อนุภาคใหม่ที่มีมวลใกล้เคียงกับโปรตอน และเป็นกลางทางไฟฟ้า เรียกอนุภาคนี้นี้ว่า นิวตรอน

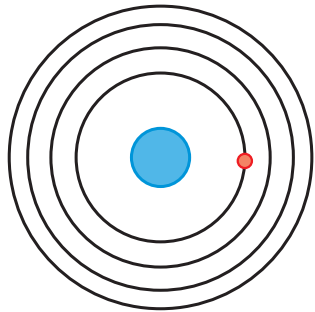


▲ ภาพที่ 1.8 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
ที่มา : คลังภาพ อจท.

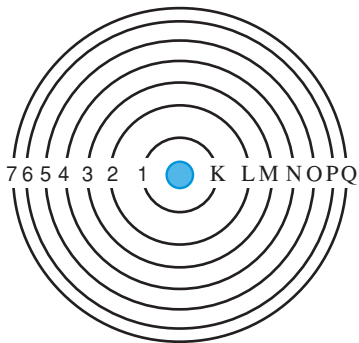
4. แบบจำลองอะตอมของโบร์ นีลส์ โบร์ (Niels Bohr, พ.ศ. 2456) ได้พัฒนาแบบจำลอง



▲ ภาพที่ 1.9 นีลส์ โบร์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

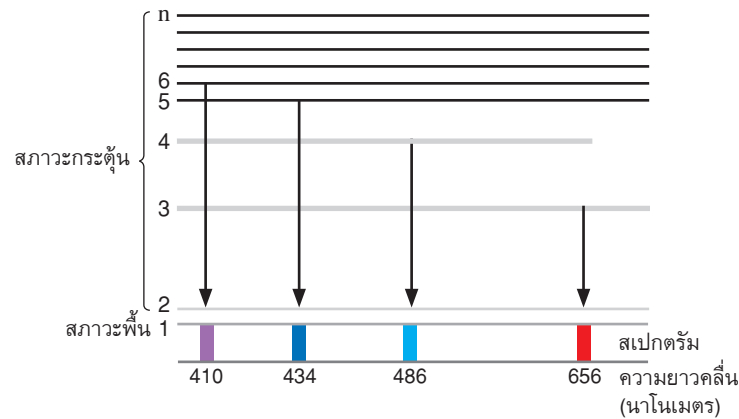


▲ ภาพที่ 1.10 แบบจำลองอะตอมของธาตุไฮโดรเจน
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 1.12 แบบจำลองระดับพลังงานในแบบจำลองอะตอมของโบร์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

อะตอมมาจากการค้นพบสีของเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน โดยสรุปว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสและมีพลังงานเฉพาะตัว ซึ่งอยู่ในระดับพลังงานต่ำหรือเรียกว่า **สภาวะพื้น** (ground state) เมื่ออะตอมได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจะถูกกระตุ้นให้มีพลังงานสูงขึ้น และเมื่อมีพลังงานที่เหมาะสม อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่า หรือเรียกว่า **สภาวะกระตุ้น** (excited state) ซึ่งทำให้อะตอมไม่เสถียร อิเล็กตรอนจึงคายพลังงานที่ดูดกลืนเข้าไปออกมา เพื่อเปลี่ยนระดับลงสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า และคายพลังงานออกมาในรูปสเปกตรัม



▲ ภาพที่ 1.11 การเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนของธาตุไฮโดรเจน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน อาจมีการเปลี่ยนไปยังระดับพลังงานที่อยู่ติดกันหรือข้ามระดับก็ได้ โดยผลต่างของพลังงานระหว่างระดับพลังงานต่ำจะมากกว่าผลต่างของพลังงานระหว่างระดับพลังงานที่สูงขึ้นไป ซึ่งกำหนดระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสให้มีพลังงานต่ำที่สุดคือ ชั้น K ส่วนชั้นถัดไปเป็นชั้น L, M, N, ... ตามลำดับ แต่ในปัจจุบันใช้ n แทนระดับพลังงานรอบนิวเคลียส โดยเรียกระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสเป็นระดับพลังงานแรก $n = 1$ และเรียกระดับพลังงานถัดไปเป็น $n = 2, 3, 4, \dots$ ตามลำดับ

5. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก จากการศึกษา

พบว่า แบบจำลองอะตอมของโบร์ใช้อธิบายเกี่ยวกับเส้นสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจนได้ดี แต่ไม่สามารถอธิบายเส้นสเปกตรัมของอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอนได้ จึงได้มีการศึกษาเพิ่มเติมทางกลศาสตร์ควอนตัม แล้วสร้างสมการสำหรับใช้คำนวณโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ ขึ้นมา จนได้แบบจำลองใหม่ที่เรียกว่า แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสอย่างรวดเร็ว

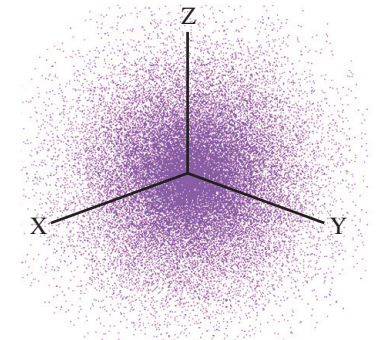
ด้วยวิธีนี้ไม่แน่นอน จึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของ

อิเล็กตรอนได้ บอกได้แต่เพียงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่าง ๆ ปรากฏการณ์แบบนี้เรียกว่า กลุ่มหมอกของอิเล็กตรอน บริเวณที่มีกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนหนาแน่น จะมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่เป็นหมอกจาง

- การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสอาจเป็นทรงกลมหรือรูปอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานของอิเล็กตรอน แต่ผลรวมของกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนทุกระดับพลังงานจะเป็นทรงกลม

ดังนั้น จึงสามารถสรุปลักษณะของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้ว่า “อะตอมประกอบด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส มีลักษณะเป็นทรงกลม บริเวณกลุ่มหมอกที่บ่งแสดงว่าโอกาสพบอิเล็กตรอนมีมาก และบริเวณที่กลุ่มหมอกจางแสดงว่าโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนมีน้อย” แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกที่นักวิทยาศาสตร์เสนอขึ้นมา ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอมมากขึ้น และสามารถเข้าใจปรากฏการณ์บางอย่างที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีอะตอมของโบร์ได้

แบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ นั้น สร้างขึ้นตามจินตนาการบนพื้นฐานของความรู้ตามแต่ละยุคสมัย และเมื่อนักวิทยาศาสตร์ค้นพบข้อบกพร่องหรือมีความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้น ก็จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอม เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและถูกต้องต่อไป

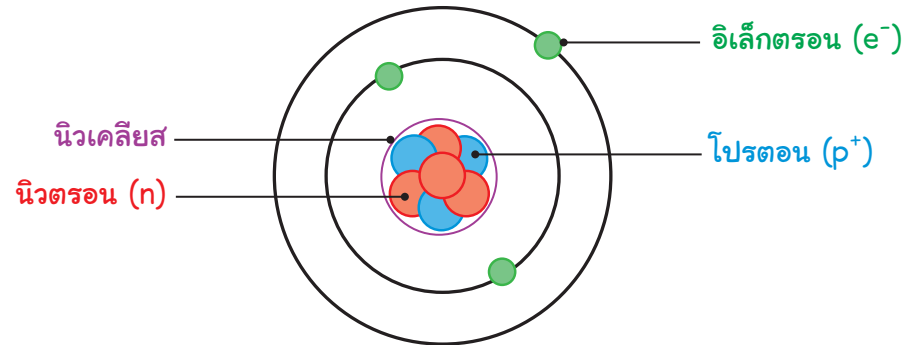


▲ ภาพที่ 1.13 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
ที่มา : คลังภาพ อจท.



1.2 องค์ประกอบของอะตอม

จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้ว ทำให้ทราบว่า อะตอมประกอบด้วย อนุภาคโปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ภายในนิวเคลียส และมีอนุภาคอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบๆ ดังภาพที่ 1.14



▲ ภาพที่ 1.14 อนุภาคมูลฐานของอะตอม
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ตารางที่ 1.1 : การเปรียบเทียบความแตกต่างของอนุภาคมูลฐานของอะตอม

อนุภาค	สัญลักษณ์	ชนิดประจุ	มวล (g)	มวลเปรียบเทียบ
อิเล็กตรอน	e^-	-1	9.109×10^{-28}	1
โปรตอน	p^+	+1	1.673×10^{-24}	1,836
นิวตรอน	n	0	1.675×10^{-24}	1,839

1.3 สัญลักษณ์นิวเคลียร์

สัญลักษณ์นิวเคลียร์ (nuclear symbol) คือ สัญลักษณ์ที่แสดงชนิดของธาตุ เลขมวลและเลขอะตอมของธาตุ โดยเราสามารถใช้เลขมวลและเลขอะตอมในการหาจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้ ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ดังนี้



▲ ภาพที่ 1.15 สัญลักษณ์นิวเคลียร์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ตัวอย่างที่ 1.1

ธาตุลิเทียมมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ ${}^7_3\text{Li}$ จงหาจำนวนอนุภาคมูลฐานของธาตุลิเทียม

วิธีทำ จำนวนโปรตอน = เลขอะตอม = 3

จำนวนอิเล็กตรอน = จำนวนโปรตอน = 3

จำนวนนิวตรอน = เลขมวล - เลขอะตอม = $7 - 3 = 4$

ดังนั้น ธาตุลิเทียมมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 3 จำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 3 และจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 4

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.2

ธาตุคริปทอนมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ ${}^{84}_{36}\text{Kr}$ จงหาจำนวนอนุภาคมูลฐานของธาตุคริปทอน

วิธีทำ จำนวนโปรตอน = เลขอะตอม = 36

จำนวนอิเล็กตรอน = จำนวนโปรตอน = 36

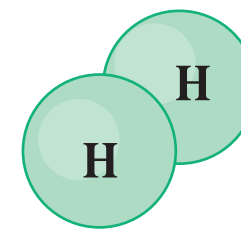
จำนวนนิวตรอน = เลขมวล - เลขอะตอม = $84 - 36 = 48$

ดังนั้น ธาตุคริปทอนมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 36 จำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 36 และจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 48

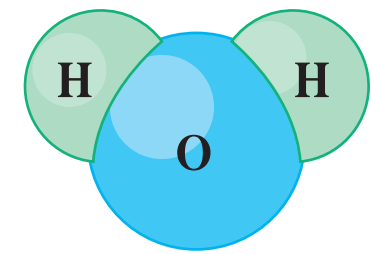
ตอบ

1.4 โมเลกุล

โมเลกุล (molecule) คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของสารที่อยู่ได้อย่างอิสระ และยังคงแสดงสมบัติของธาตุหรือสารประกอบนั้นๆ โมเลกุลหนึ่งๆ อาจประกอบด้วยอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ เช่น แก๊สไฮโดรเจน (H_2) เป็นธาตุบริสุทธิ์ที่ประกอบกันเป็นโมเลกุลโดยการรวมตัวของไฮโดรเจน 2 อะตอม เข้าด้วยกัน น้ำ (H_2O) เป็นโมเลกุลของสารประกอบที่เกิดจากไฮโดรเจน 2 อะตอม รวมตัวกับออกซิเจน 1 อะตอม



▲ ภาพที่ 1.16 โมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 1.17 โมเลกุลของน้ำ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ธาตุบางชนิดในธรรมชาติ เช่น แก๊สมีตระกูลหรือแก๊สเฉื่อย (inert gas) ได้แก่ ฮีเลียม (He) นีออน (Ne) อาร์กอน (Ar) คริปทอน (Kr) ซีโนน (Xe) และเรดอน (Rn) โมเลกุลของแก๊สเหล่านี้มีเพียง 1 อะตอมเท่านั้นที่เป็นองค์ประกอบ จึงจัดเป็นโมเลกุลประเภท โมเลกุลอะตอมเดี่ยว (monoatomic molecule)

ธาตุบางชนิดจะอยู่ในรูปโมเลกุลที่ประกอบด้วย 2 อะตอม ซึ่งอยู่ด้วยกันโดยแรงดึงดูดทางเคมี เรียกว่า โมเลกุลอะตอมคู่ (diatomic molecule) ได้แก่ ไฮโดรเจน (H_2) ออกซิเจน (O_2) ไนโตรเจน (N_2) และธาตุในหมู่ 7A ได้แก่ ฟลูออรีน (F_2) คลอรีน (Cl_2) บ्रोมีน (Br_2) และไอโอดีน (I_2) ซึ่งอะตอมในโมเลกุลคู่อาจจะเป็นของธาตุต่างชนิดกันก็ได้ เมื่อมารวมกันจึงเกิดเป็นสารประกอบ

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H				N	O	F	
						Cl	
						Br	
						I	

▲ ภาพที่ 1.18 ธาตุที่ปรากฏในรูปของโมเลกุลอะตอมคู่
ที่มา : คลังภาพ อจท.

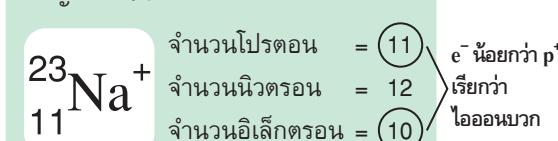
เช่น ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) สำหรับโมเลกุลที่มีอะตอมมากกว่า 2 อะตอมขึ้นไป เรียกว่า โมเลกุลหลายอะตอม (polyatomic molecule) ซึ่งอาจเกิดจากอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน เช่น กำมะถัน (S_8) ที่ประกอบด้วยกำมะถัน 8 อะตอม มาเชื่อมต่อกัน หรือเป็นธาตุต่างชนิดกันมารวมกันเป็นสารประกอบ เช่น น้ำ (H_2O) แอมโมเนีย (NH_3) กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3)

1.5 ไอออน

ไอออน (ion) คือ อะตอมที่มีการเสียอิเล็กตรอน หรือรับอิเล็กตรอนทำให้จำนวนอิเล็กตรอนกับจำนวนโปรตอนไม่เท่ากัน โดยเรียกธาตุที่มีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอนว่า ไอออนบวก (cation) และเรียกธาตุที่มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอนว่า ไอออนลบ (anion) เช่น

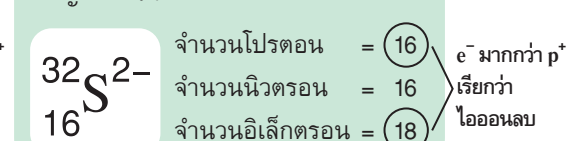
โซเดียมไอออน

มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ



ซัลไฟด์ไอออน

มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ



อะตอมของแต่ละธาตุจะเปลี่ยนเป็นไอออนบวกหรือลบได้นั้น เกิดจากปัจจัย ดังนี้

- อะตอมของโลหะจะเสียอิเล็กตรอนแล้วเปลี่ยนเป็นไอออนบวก โดยจะมีประจุเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่เสียไป เช่น Mg^{2+} มีประจุบวก 2 แสดงว่า อะตอมของ Mg สูญเสียอิเล็กตรอนไป 2 ตัว
- อะตอมของอโลหะจะรับอิเล็กตรอนแล้วเปลี่ยนเป็นไอออนลบ โดยจะมีประจุเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่รับมา เช่น Cl^- มีประจุลบ 1 แสดงว่า อะตอมของ Cl รับอิเล็กตรอนมา 1 ตัว

Science Focus

สูตรเคมี

สูตรเคมี (chemical formula) คือ กลุ่มสัญลักษณ์ของธาตุที่เขียนแทนสารประกอบหรือโมเลกุลที่มีอะตอมมารวมกันตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ สูตรโมเลกุล สูตรอย่างง่าย และสูตรโครงสร้าง

• **สูตรโมเลกุล** เป็นสูตรที่เขียนแสดงองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุล ว่าประกอบด้วยอะตอมของธาตุอะไรบ้าง และมีจำนวนเท่าใด เช่น แก๊สไฮโดรเจนมีสูตรโมเลกุลเป็น H_2 แสดงว่าแก๊สไฮโดรเจน 1 โมเลกุล จะประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอม แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีสูตรโมเลกุลเป็น CO_2 แสดงว่า แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล ประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม

• **สูตรอย่างง่าย** เป็นสูตรที่เขียนแสดงองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุล ว่าประกอบด้วยอะตอมของธาตุใดมารวมกันในอัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ เช่น $(CH_2O)_n$ เป็นสูตรอย่างง่ายของกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$)

• **สูตรโครงสร้าง** เป็นสูตรที่เขียนแสดงองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุล ว่าประกอบด้วยอะตอมของธาตุใดบ้าง อย่างละกี่อะตอม และอะตอมแต่ละอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะชนิดใด เช่น แก๊ส CO_2 มีสูตรโครงสร้างเป็น $O = C = O$

ตัวอย่างที่ 1.3

ไอออนบวกของธาตุอะลูมิเนียมมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ ${}_{13}^{27}\text{Al}^{3+}$ จงหาอนุภาคมูลฐานของไอออนบวกของธาตุอะลูมิเนียม

วิธีทำ จำนวนโปรตอน = เลขอะตอม = 13

จำนวนอิเล็กตรอน = $13 - 3 = 10$

จำนวนนิวตรอน = $27 - 13 = 14$

ดังนั้น ไอออนบวกของธาตุอะลูมิเนียมมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 13 จำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 10 และจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 14

ตอบ

H.O.T.S.

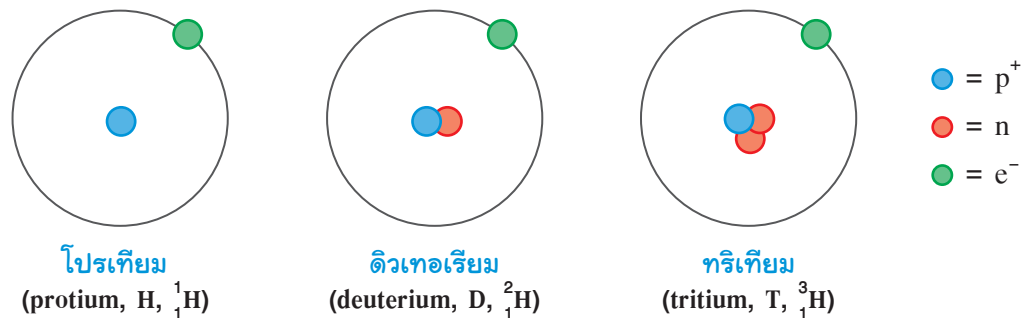
คำถามท้าทายความคิดขั้นสูง

ถ้านักเรียนนำธาตุ Z ไปผ่านกระบวนการหนึ่ง แล้วมีผลทำให้อะตอมของธาตุ Z เกิดการเปลี่ยนแปลง นักเรียนจะรู้สิ่งใดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่าธาตุ Z เปลี่ยนไปเป็นธาตุใหม่หรือไม่

1.6 ไอโซโทป

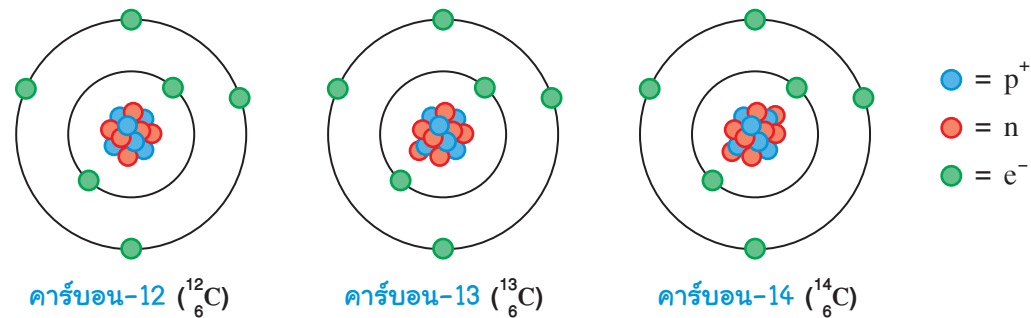
ไอโซโทป (isotope) คือ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนแตกต่างกัน เช่น

ธาตุไฮโดรเจนมี 3 ไอโซโทป คือ โปรเทียม ดิวเทอเรียม และทริเทียม



▲ ภาพที่ 1.19 ไอโซโทปของธาตุไฮโดรเจน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ธาตุคาร์บอนมี 3 ไอโซโทป คือ คาร์บอน-12 คาร์บอน-13 และคาร์บอน-14



▲ ภาพที่ 1.20 ไอโซโทปของธาตุคาร์บอน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ตารางที่ 1.2 : การเปรียบเทียบจำนวนอนุภาคมูลฐานในอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุคาร์บอน

ไอโซโทป	จำนวนอนุภาคมูลฐานในอะตอม		
	โปรตอน	นิวตรอน	อิเล็กตรอน
คาร์บอน-12	6	6	6
คาร์บอน-13	6	7	6
คาร์บอน-14	6	8	6

ธาตุแต่ละชนิดอาจจะมีไอโซโทปได้หลายไอโซโทป บางไอโซโทปมีอยู่ในธรรมชาติ แต่บางไอโซโทปได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยไอโซโทปของธาตุที่นำมาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี เช่น ใช้ C-14 บอกอายุของวัตถุโบราณ และใช้ศึกษากลไกของการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้ Na-24 เพื่อตรวจการไหลเวียนของเลือด ใช้ Co-60 สำหรับเป็นแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาเพื่อใช้ในการรักษามะเร็ง และใช้ในการถนอมอาหาร ใช้ I-131 สำหรับตรวจอาการผิดปกติของต่อมไทรอยด์

ตัวอย่างที่ 1.4

ไอโซโทปหนึ่งของออกซิเจน คือ ออกซิเจน -18 ไอโซโทปนี้ในรูปออกไซด์ไอออน จะมีจำนวนอิเล็กตรอนและนิวตรอนเท่าใด

วิธีทำ เมื่ออยู่ในรูปออกไซด์ไอออนจะมีประจุ คือ -2 มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ ${}^{18}_8\text{O}^{2-}$

$$\text{จำนวนอิเล็กตรอน} = 8 + 2 = 10$$

$$\text{จำนวนนิวตรอน} = 18 - 8 = 10$$

ดังนั้น ไอโซโทปของออกซิเจน -18 ในรูปออกไซด์ไอออน มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 10 และจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 10

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.5

ถ้าไอโซโทปหนึ่งของธาตุชนิดหนึ่งมีประจุในนิวเคลียสเป็น 2 เท่า และมีเลขมวลเป็น 3 เท่าของ ${}^{13}_6\text{C}$ ไอโซโทปนี้จะมีโปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอนอย่างละเท่าไร

วิธีทำ จำนวนโปรตอน = เลขอะตอม = $2 \times 6 = 12$

$$\text{มีเลขมวลเป็น 3 เท่า} = 3 \times 13 = 39$$

$$\text{จำนวนอิเล็กตรอน} = \text{จำนวนโปรตอน} = 12$$

$$\text{จำนวนนิวตรอน} = 39 - 12 = 27$$

ดังนั้น ไอโซโทปของธาตุชนิดนี้มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 12 จำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 12 และจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 27

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.6

ธาตุ T เป็นธาตุที่มี 2 ไอโซโทป พบว่า ไอโซโทปชนิดแรกมีจำนวนนิวตรอน 142 อนุภาค และมีจำนวนอิเล็กตรอน 90 อนุภาค ส่วนไอโซโทปชนิดที่สองมีจำนวนนิวตรอนเป็น 1.5 เท่าของจำนวนโปรตอน จงเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปทั้งสองของธาตุ T

วิธีทำ ไอโซโทปชนิดแรกของธาตุ T

$$\text{เลขอะตอม} = \text{จำนวนโปรตอน} = \text{จำนวนอิเล็กตรอน} = 90$$

$$\text{เลขมวล} = \text{จำนวนโปรตอน} + \text{จำนวนนิวตรอน} = 90 + 142 = 232$$

$$\text{สัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ } {}_{90}^{232}\text{T}$$

ไอโซโทปชนิดที่สองของธาตุ T

$$\text{จำนวนโปรตอน} = \text{จำนวนอิเล็กตรอน} = 90$$

$$\text{จำนวนนิวตรอนเป็น 1.5 เท่าของจำนวนโปรตอน} = 1.5 \times 90 = 135$$

$$\text{เลขมวล} = \text{จำนวนโปรตอน} + \text{จำนวนนิวตรอน} = 90 + 135 = 225$$

$$\text{สัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ } {}_{90}^{225}\text{T}$$

ดังนั้น สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปทั้งสองของธาตุ T คือ ${}_{90}^{232}\text{T}$ และ ${}_{90}^{225}\text{T}$

ตอบ

2 ตารางธาตุ

ตารางธาตุ (periodic table) คือ ตารางที่รวบรวมธาตุต่าง ๆ ไว้เป็นหมวดหมู่ตามสมบัติที่เหมือนกัน เพื่อสะดวกในการจดจำ และง่ายต่อการศึกษา

ตั้งแต่ พ.ศ. 2346–2456 มีการค้นพบธาตุในธรรมชาติประมาณ 63 ธาตุ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พยายามจัดธาตุเหล่านี้ให้เป็นหมวดหมู่ โดยในช่วงแรกนักวิทยาศาสตร์จะแบ่งธาตุออกเป็นหมวดหมู่โดยอาศัยสมบัติของธาตุ ซึ่งได้จากการสังเกตพบความคล้ายคลึงกันของสมบัติของธาตุเป็นกลุ่ม ๆ ทำให้นำมาจัดเป็นตารางธาตุได้ เช่น แบ่งกลุ่มโดยอาศัยสมบัติความเป็นโลหะ–อโลหะ ความเป็นกรด–เบส ต่อมาเมื่อหามวลอะตอมของธาตุได้ จึงใช้มวลอะตอมมาประกอบในการจัดตารางธาตุ จนในปัจจุบันจัดตารางธาตุโดยอาศัยการจัดเรียงอิเล็กตรอน ซึ่งวิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ เป็นดังนี้

นักวิทยาศาสตร์คนแรกๆ ที่เสนอเกี่ยวกับการจัดเรียงธาตุ โดยนำเสนอ **กฎชุดสาม** ซึ่งมีใจความสำคัญว่า “เมื่อเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปหามาก มวลอะตอมของธาตุที่อยู่ตรงกลางจะเป็นค่าเฉลี่ยของมวลอะตอมของธาตุตัวบนและตัวล่าง”

นำเสนอ **กฎพริออดิก** ซึ่งมีใจความสำคัญว่า “เมื่อนำธาตุมาจัดเรียงลำดับตามมวลอะตอมที่เพิ่มขึ้น จะได้กลุ่มของธาตุที่มีสมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพเป็นชุด ๆ”



โจฮัน เดอเบอไรเนอร์



ดมิตรี อิวาโนวิช เมนเดเลเยฟ



จอห์น นิวแลนด์



เฮนรี โมสลีย์

นำเสนอ **กฎออกเตต** ซึ่งมีใจความสำคัญว่า “ถ้านำธาตุ 8 ธาตุ จัดเรียงตามมวลอะตอมจากน้อยไปหามาก ธาตุตัวที่ 8 จะมีสมบัติคล้ายคลึงกับธาตุตัวที่ 1 เสมอ” (ไม่รวมธาตุไฮโดรเจน และฮีเลียม)

เสนอให้ **จัดเรียงธาตุตามเลขอะตอม** เนื่องจากสมบัติต่าง ๆ ของธาตุมีความสัมพันธ์กับโปรตอนในนิวเคลียส หรือเลขอะตอมมากกว่ามวลอะตอม และยังได้ทำนายว่า ต้องมีช่องว่างในตารางธาตุ เพื่อรอการค้นพบธาตุใหม่ในอนาคต ซึ่งตารางธาตุของโมสลีย์เป็นตารางธาตุที่ใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบัน

▲ ภาพที่ 1.21 วิวัฒนาการของตารางธาตุ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

อะตอมและตารางธาตุ

15

Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ให้นักเรียนสรุปลักษณะของแบบจำลองอะตอมและสิ่งที่ค้นพบมาพอสังเขป
- ให้ระบุจำนวนอนุภาคมูลฐานของธาตุต่อไปนี้ ${}_{20}^{40}\text{Ca}^{2+}$ ${}_{9}^{19}\text{F}$ และ ${}_{53}^{127}\text{I}^{-}$
- ให้ระบุว่าสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ Zn H_2O Au Na KMnO_4 และ HCl เป็นธาตุหรือสารประกอบ
- ให้ระบุว่าสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ O^{2-} Cu Ca^{2+} S_8 CH_4 และ Mg อยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออน
- ธาตุที่เป็นไอโซโทปกันจะมีลักษณะเป็นอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่างธาตุที่เป็นไอโซโทปกัน
- ธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีเลขมวลต่างกัน จัดเป็นธาตุเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ไอออน A^{2-} มีเลขอะตอม 16 มีจำนวนนิวตรอน 16 จะมีเลขมวล จำนวนโปรตอน และจำนวนอิเล็กตรอนเท่าใด ตามลำดับ



ตารางธาตุในปัจจุบัน

หมู่

1

1A

2

2A

โลหะแอลคาไล

(Alkali metal)

โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท

(Alkaline earth metal)

1

1.01

H

Hydrogen

ธาตุแทรนซิชัน

(Transition element)

3	3B	4	4B	5	5B	6	6B	7	7B	8	8B	9	8B
21	44.96	22	47.90	23	50.94	24	51.996	25	54.94	26	55.85	27	58.93
39	88.91	40	91.22	41	92.91	42	95.94	43	(98)	44	101.07	45	102.91
57	138.91	72	178.49	73	180.95	74	183.85	75	189.21	76	190.20	77	192.22
89	227.03	104	(267)	105	(268)	106	(271)	107	(272)	108	(270)	109	(276)
ธาตุแลนทาไนด์ (Lanthanide series)													
ธาตุแอกทิไนด์ (Actinide series)													

ธาตุแทรนซิชันชั้นใน

(Inner transition element)

ธาตุที่อยู่ในแนวนอน

เรียกว่า คาบ (periods) ซึ่งมีทั้งหมด 7 คาบ



วิวัฒนาการ
ของตารางธาตุ

[illegible]

▲ ภาพที่ 1.22 ตารางธาตุในปัจจุบัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ธาตุที่อยู่ในแนวตั้ง

เรียกว่า หมู่ (group) แบ่งออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบ IUPAC แบ่งออกเป็น 18 หมู่ โดยเขียนสัญลักษณ์แทนด้วยเลขอารบิก 1-18 และระบบ CAS แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ ธาตุกลุ่ม A เรียกว่า ธาตุแอฟริกัน (representative element) ประกอบด้วยหมู่ 1A-8A และธาตุกลุ่ม B เรียกว่า ธาตุแทรนซิชัน (transition element) ประกอบด้วยหมู่ 1B-8B

จากตารางธาตุ สามารถสรุปเกี่ยวกับการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุได้ ดังนี้

1. จัดเรียงธาตุตามแนวนอน โดยเรียงลำดับเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา

2. ธาตุตามแนวนอน เรียกว่า คาบ ซึ่งมีทั้งหมด 7 คาบ ได้แก่

คาบที่ 1 มี 2 ธาตุ คือ H และ He

คาบที่ 2 มี 8 ธาตุ คือ Li จนถึง Ne

คาบที่ 3 มี 8 ธาตุ คือ Na จนถึง Ar

คาบที่ 4 มี 18 ธาตุ คือ K จนถึง Kr

คาบที่ 5 มี 18 ธาตุ คือ Rb จนถึง Xe

คาบที่ 6 มี 32 ธาตุ คือ Cs จนถึง Rn

คาบที่ 7 มี 32 ธาตุ คือ Fr จนถึง Og

Test for U

ธาตุที่อยู่ในหมู่ 6 คาบที่ 3
คือธาตุใด มีสัญลักษณ์
นิวเคลียร์เป็นอย่างไร

ตอบ ธาตุ S มีสัญลักษณ์
นิวเคลียร์ คือ $^{32}_{16}\text{S}$

3. ธาตุตามแนวตั้ง เรียกว่า หมู่ ซึ่งมีทั้งหมด 18 แถว แบ่งออกเป็นธาตุกลุ่ม A หรือ ธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุกลุ่ม B หรือธาตุแทรนซิชัน โดย

- ธาตุกลุ่ม A มี 8 หมู่ คือ หมู่ 1A ถึง 8A โดยธาตุในแต่ละหมู่จะมีสมบัติคล้ายกัน และมีชื่อเรียกเฉพาะหมู่ เช่น

หมู่ 1A ชื่อว่า โลหะแอลคาไล

หมู่ 2A ชื่อว่า โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท

หมู่ 6A ชื่อว่า ธาตุแคลโคเจน

หมู่ 7A ชื่อว่า ธาตุแฮโลเจน

หมู่ 8A ชื่อว่า แก๊สมีตระกูลหรือแก๊สเฉื่อย

- ธาตุกลุ่ม B มี 8 หมู่ คือ หมู่ 1B ถึง 8B โดยเริ่มจากหมู่ 3B ถึงหมู่ 2B เรียกว่า ธาตุแทรนซิชัน

4. ธาตุ 2 แถวล่าง ซึ่งแยกออกมานั้น เรียกว่า ธาตุแทรนซิชันชั้นใน (inner transition element) โดย

- ธาตุแถวบน คือ ธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 58 ถึง 71 เรียกว่า กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ (lanthanide series) ธาตุกลุ่มนี้ควรอยู่ในหมู่ 3B โดยจะเรียงต่อจากธาตุ La ธาตุในกลุ่มนี้จะมีเลขอะตอมมาก และเป็นธาตุหายาก

- ธาตุแถวล่าง คือ ธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 90 ถึง 103 เรียกว่า กลุ่มธาตุแอคทิไนด์ (actinide series) ธาตุกลุ่มนี้ควรอยู่ในหมู่ 3B โดยเรียงต่อจากธาตุ Ac ธาตุในกลุ่มนี้จะมีเลขอะตอมมาก เป็นธาตุหายาก และเป็นธาตุกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้น

5. ธาตุไฮโดรเจนมีสมบัติบางอย่างคล้ายธาตุหมู่ 1A เช่น มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 และมีสมบัติบางอย่างคล้ายธาตุหมู่ 7A เช่น มีสถานะเป็นแก๊ส ไม่นำไฟฟ้า จึงแยกไว้ต่างหาก ไม่ถูกจัดให้อยู่ในหมู่ใด

6. ธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะถูกแยกออกจากกันด้วยเส้นขั้นบันได โดยทางซ้ายของเส้นขั้นบันไดเป็นโลหะ ส่วนทางขวาของเส้นขั้นบันไดเป็นอโลหะ ส่วนธาตุที่อยู่ติดเส้นขั้นบันได จะมีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ เรียกว่า ธาตุกึ่งโลหะ (metalloid) ได้แก่ โบรอน (B) ซิลิคอน (Si) เจอร์เมเนียม (Ge) อาร์เซนิกหรือสารหนู (As) แอนติโมนีหรือพลวง (Sb) เทลลูเรียม (Te) พอลโลเนียม (Po) และแอสทาทีน (At)

ธาตุไฮโดรเจน							H	8A
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	He	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra							

ธาตุโลหะ

ธาตุกึ่งโลหะ

ธาตุอโลหะ

■ ธาตุโลหะ
■ ธาตุกึ่งโลหะ
■ ธาตุอโลหะ

▲ ภาพที่ 1.23 ธาตุโลหะ ธาตุกึ่งโลหะ และธาตุอโลหะ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Science Focus

ออกซิเจน

ออกซิเจนเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ 6A หรือธาตุแคลโคเจน มีสัญลักษณ์เป็น O ในอากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 21 โดยปริมาตร ได้มาจากการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและจุลินทรีย์ dark oxygen ซึ่งออกซิเจนเป็นส่วนสำคัญในการสันดาป และใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

มนุษย์หายใจเอาออกซิเจนเข้าไป เพื่อใช้ในกระบวนการเผาผลาญสารอาหารให้เป็นพลังงาน ซึ่งเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงจะเป็นตัวสำคัญในการช่วยพาออกซิเจนไปยังเซลล์ต่างๆทั่วร่างกาย ทำให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้ หากเซลล์ได้รับปริมาณออกซิเจนลดลงหรือขาดออกซิเจน จะทำให้อวัยวะนั้นๆ ตายได้ ดังนั้น ออกซิเจนจึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก

ที่มา : Nature Geoscience volume 17, page 737-739 (2024)



▲ ภาพที่ 1.24 ออกซิเจนจำเป็นต่อการหายใจของสิ่งมีชีวิต
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ตารางธาตุในปัจจุบันมีธาตุบรรจุอยู่ครบแล้วทั้ง 7 คาบ รวมทั้งหมด 118 ธาตุ โดยสหภาพเคมีบริสุทธิ์และเคมีประยุกต์ระหว่างประเทศ (International Union of Pure and Applied Chemistry: IUPAC) ได้ประกาศชื่อและสัญลักษณ์ธาตุอย่างเป็นทางการของธาตุที่ค้นพบใหม่อีก 4 ธาตุ เข้าไปในตารางธาตุ เมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ดังนี้

1. ธาตุที่มีเลขอะตอม 113 ได้รับชื่อว่า นิโฮเนียม (nihonium) มีสัญลักษณ์เป็น Nh โดยธาตุชนิดนี้ถูกค้นพบในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นธาตุชนิดแรกที่ค้นพบในประเทศทางเอเชียอีกด้วย
2. ธาตุที่มีเลขอะตอม 115 ได้รับชื่อว่า มอสโกเวียม (moscovium) มีสัญลักษณ์เป็น Mc โดยตั้งชื่อตามชื่อของเมืองมอสโก ในประเทศรัสเซีย ซึ่งเป็นแหล่งวิจัย ค้นคว้า และสังเคราะห์ธาตุชนิดนี้
3. ธาตุที่มีเลขอะตอม 117 ได้รับชื่อว่า เทนเนสซีน (tennessine) มีสัญลักษณ์เป็น Ts โดยตั้งชื่อตามชื่อรัฐเทนเนสซี ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นบริเวณที่ตั้งของศูนย์วิจัยต่าง ๆ ที่ค้นพบธาตุชนิดนี้
4. ธาตุที่มีเลขอะตอม 118 ได้รับชื่อว่า ออกาเนสซอน (oganesson) มีสัญลักษณ์เป็น Og โดยตั้งชื่อตามนายยูรี โอกาเนสเซียน (Yuri Oganessian) นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ผู้บุกเบิกการสังเคราะห์ธาตุหนักต่าง ๆ

Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์อะไรในการจัดธาตุต่าง ๆ ลงในตารางธาตุ
2. ตารางธาตุที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีการจัดเรียงธาตุอย่างไร
3. ตารางธาตุในปัจจุบันแบ่งออกเป็นกี่หมู่ กี่คาบ อะไรบ้าง
4. กำหนดธาตุให้ 5 ชนิด ดังนี้
ธาตุ A อยู่ในหมู่ 6A คาบที่ 2 ธาตุ B อยู่ในหมู่ 5A คาบที่ 4
ธาตุ C อยู่ในหมู่ 7A คาบที่ 3 ธาตุ D อยู่ในหมู่ 1A คาบที่ 4
ธาตุ E อยู่ในหมู่ 6B คาบที่ 4
ธาตุทั้ง 5 ชนิดนี้คือธาตุใด และมีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะ หรือกึ่งโลหะ
5. ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่สังเคราะห์ธาตุที่มีเลขอะตอม 120 ขึ้นมา นักเรียนจะจัดเรียงธาตุนี้ไว้ในหมู่ใด เพราะเหตุใด



3 สมบัติของธาตุและการใช้ประโยชน์

ธาตุแต่ละชนิดในตารางธาตุจะมีทั้งสมบัติที่เหมือนกันและสมบัติที่แตกต่างกัน จึงทำให้นำธาตุแต่ละชนิดไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ซึ่งสามารถระบุชนิด สมบัติของธาตุ และการนำธาตุแต่ละชนิดไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

3.1 ชนิดและสมบัติของธาตุ

นักวิทยาศาสตร์ใช้สมบัติของธาตุในการจัดหมวดหมู่ของธาตุออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

Prior Knowledge

เพราะเหตุใดธาตุต่าง ๆ จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน



สมบัติ	โลหะ	อโลหะ	กึ่งโลหะ
สถานะ	เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง (ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลว)	พบได้ทั้ง 3 สถานะ	ของแข็ง
ความมันวาว	ผิวเป็นมันวาว	ส่วนมากผิวไม่เป็นมันวาว (ยกเว้นแกรไฟต์และเกล็ดไอโอดีน)	บางชนิดผิวเป็นมันวาว บางชนิดผิวไม่เป็นมันวาว
การนำไฟฟ้าและความร้อน	นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี	ไม่นำไฟฟ้าและความร้อน (ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี)	ส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ (semiconductors) สามารถนำไฟฟ้าได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
ความเหนียว	ส่วนมากเหนียว ดึงยืดออกเป็นเส้นลวด หรือตีเป็นแผ่นบางได้	อโลหะที่เป็นของแข็งจะเปราะ ดึงยืดออกเป็นเส้นลวด หรือตีเป็นแผ่นบาง ๆ ไม่ได้	เปราะ
ความหนาแน่น	ส่วนมากมีความหนาแน่นสูง	มีความหนาแน่นต่ำ	บางชนิดมีความหนาแน่นสูง บางชนิดมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ
จุดเดือดและจุดหลอมเหลว	ส่วนมากสูง (ยกเว้นปรอทจุดหลอมเหลวต่ำ)	ส่วนมากต่ำ โดยเฉพาะอโลหะที่เป็นแก๊ส	บางชนิดมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ บางชนิดมีจุดเดือดสูง
การเกิดเสียงเมื่อเคาะ	มีเสียงดังกังวาน	ไม่มีเสียงดังกังวาน	ไม่มีเสียงดังกังวาน



กิจกรรม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- การสังเกต
- การทดลอง
- การจำแนกประเภท

จิตวิทยาศาสตร์

- ความมีเหตุผล
- ความสนใจใฝ่รู้
- ความรับผิดชอบ

ปฏิกิริยาระหว่างโลหะบางชนิดกับน้ำ

จุดประสงค์

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และอะลูมิเนียมกับน้ำ
2. เปรียบเทียบแนวโน้มความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ 1A 2A และ 3A กับน้ำ

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

- | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ | 5. น้ำกลั่น | 9. ลวดแมกนีเซียม |
| 2. คีมคีบสาร | 6. ชิ้นโซเดียม | 10. แผ่นอะลูมิเนียม |
| 3. กระดาษฟิลา | 7. ก้อนโพแทสเซียม | |
| 4. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม | 8. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน | |

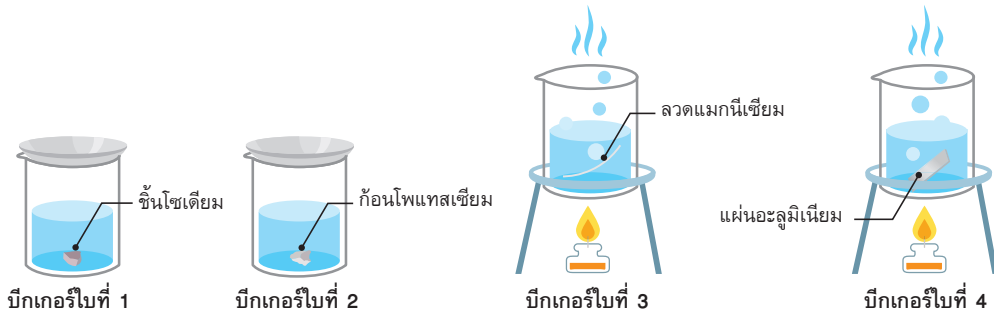
วิธีการทดลอง

1. ใส่น้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ขนาด 50 cm³ จำนวน 4 ใบ ใบละ 25 cm³
2. ใส่วัสดุโลหะขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวที่ชุบน้ำมันให้แห้งแล้วลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 จากนั้นนำกระดาษฟิลาปิดปากบีกเกอร์ทันที สังเกตการเปลี่ยนแปลง เมื่อการเปลี่ยนแปลงสิ้นสุดลง ใช้กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินทดสอบสารละลายในบีกเกอร์ สังเกตและบันทึกผล
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2. แต่ใช้ก้อนโพแทสเซียมขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวแทนชิ้นโซเดียม สังเกตและบันทึกผล
4. ใส่ววดแมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 1.0 cm ที่ขัดสะอาดแล้วลงในบีกเกอร์ใบที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล จากนั้นนำบีกเกอร์ไปตั้งไฟเพื่อให้น้ำมีอุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง เมื่อการเปลี่ยนแปลงสิ้นสุดลง ใช้กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินทดสอบสารละลายในบีกเกอร์ สังเกตและบันทึกผล
5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4. แต่ใช้แผ่นอะลูมิเนียมแทนลวดแมกนีเซียม สังเกตและบันทึกผล



Safety First

โลหะโซเดียมจะทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ ดังนั้น จึงไม่ควรทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำอย่างรุนแรง ต้องนำมาทำลายด้วยแอลกอฮอล์ก่อนจะเททิ้งลงในอ่างน้ำ



▲ ภาพที่ 1.25 การทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะบางชนิดกับน้ำ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แก๊สที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา คือ แก๊สอะไร จะมีวิธีทดสอบอย่างไร
2. สารละลายหลังจากการเกิดปฏิกิริยาของธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติอย่างไร
3. จงเรียงลำดับความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำของโซเดียมและโพแทสเซียม
4. จงเรียงลำดับความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำของโซเดียม แมกนีเซียม และอะลูมิเนียม

อภิปรายผลกิจกรรม

จากการทดลอง พบว่า โซเดียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้ มีแก๊สเกิดขึ้น และเกิดสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส เนื่องจากสารละลายเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน โดยโซเดียมและโพแทสเซียมทำปฏิกิริยากับน้ำที่อุณหภูมิห้องอย่างรุนแรง ซึ่งโพแทสเซียมจะเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรงกว่าโซเดียม ส่วนแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับน้ำที่อุณหภูมิห้องได้ช้ามาก แต่ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้นเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ในขณะที่อะลูมิเนียมไม่ทำปฏิกิริยาทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น

จากการทดลอง สามารถสรุปแนวโน้มความเป็นโลหะของธาตุตามตารางธาตุได้ ดังนี้

		← ความเป็นโลหะ									
		1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A		
↓ ความเป็นโลหะ	1	H							He		
	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne		
	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
	4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
	5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
	6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
	7	Fr	Ra								

▲ ภาพที่ 1.26 แนวโน้มความเป็นโลหะของธาตุหมู่ A
ที่มา : คลังภาพ อจท.

3.2 การใช้ประโยชน์จากธาตุบางชนิด

จากแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุที่ได้ศึกษามาแล้ว ทำให้ทราบว่า ธาตุในหมู่เดียวกันจะมีสมบัติที่ใกล้เคียงกัน ต่อมาจะเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะ สมบัติเฉพาะตัว และการนำไปใช้ประโยชน์ของธาตุเรฟรีเซนเททีฟในแต่ละหมู่ และธาตุแทรนซิชัน ดังนี้

■ ธาตุหมู่ 1A

โลหะแอลคาไล (alkali metal)

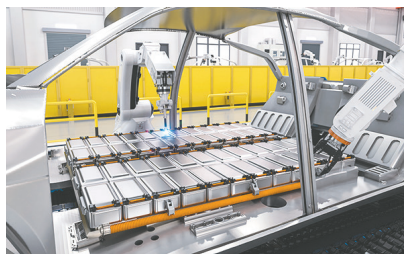
1		
3	6.94	
Li		2
Lithium		
11	22.99	
Na		3
Sodium		
19	39.10	
K		4
Potassium		
37	85.47	
Rb		5
Rubidium		
55	132.91	
Cs		6
Cesium		
87	(223)	
Fr		7
Francium		

▶ ลักษณะและสมบัติ

- ส่วนใหญ่มีสีเงิน (ยกเว้นซีเซียม (Cs) จะมีสีทองเงาปน)
- เป็นโลหะเนื้ออ่อน มีความหนาแน่นต่ำ
- มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูง เกิดปฏิกิริยาเคมีกับธาตุหมู่ 7A ได้ดี และเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ จึงต้องเก็บไว้ในน้ำมัน
- มีอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานสูงสุดหรือชั้นนอกสุดของอะตอม เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ 1 ตัว ทำให้สูญเสียอิเล็กตรอนได้ง่าย ดังนั้น จึงมีความเป็นโลหะสูง
- ในธรรมชาติมักพบอยู่ในรูปสารประกอบ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ลิเทียมออกไซด์ (Li₂O)

◀ ภาพที่ 1.27 ธาตุหมู่ 1A
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▶ ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์



▲ ภาพที่ 1.28 แบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ลิเทียม (Li)

สามารถนำความร้อนได้ดี นำมาใช้ในการถ่ายเทความร้อน และสามารถถ่ายเทอิเล็กตรอนได้ดี จึงนิยมนำมาทำเป็นแบตเตอรี่



▲ ภาพที่ 1.29 โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตใช้ในการทำขนมปัง
ที่มา : คลังภาพ อจท.

โซเดียม (Na)

นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในรูปสารประกอบ เช่น เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ใช้ในการประกอบอาหาร ผงฟูหรือโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO₃) ใช้ในการทำขนมปังให้ฟู

■ ธาตุหมู่ 2A

โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท (alkaline earth metal)

2		
4	9.01	
Be		2
Beryllium		
12	24.31	
Mg		3
Magnesium		
20	40.08	
Ca		4
Calcium		
38	87.62	
Sr		5
Strontium		
56	137.33	
Ba		6
Barium		
88	226.03	
Ra		7
Radium		

▶ ลักษณะและสมบัติ

- ส่วนใหญ่มีสีเงิน
- เป็นโลหะเนื้ออ่อน แต่มีความแข็งและความหนาแน่นมากกว่าธาตุหมู่ 1A
- เกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำและธาตุหมู่ 7A ได้ดี แต่ปฏิกิริยามีความรุนแรงน้อยกว่าธาตุหมู่ 1A
- มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 2 ตัว ทำให้สูญเสียอิเล็กตรอนได้ง่าย ดังนั้น จึงมีความเป็นโลหะที่ดี

◀ ภาพที่ 1.30 ธาตุหมู่ 2A
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▶ ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์



▲ ภาพที่ 1.31 ธาตุแบเรียมทำให้เกิดสีในพลุ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

แบเรียม (Ba)

เป็นธาตุที่พบได้น้อยในธรรมชาติ สามารถทำปฏิกิริยากับอากาศได้ดี ส่วนใหญ่พบในรูปของสารประกอบ นำมาใช้ประโยชน์ในด้านการขุดเจาะน้ำมัน การทำเหมืองแร่ และเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดสีในพลุและดอกไม้ไฟ

เบริลเลียม (Be)

เป็นโลหะที่มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา แต่เปราะ มักนำมาใช้เป็นโลหะผสม เพื่อให้โลหะแข็งแรงขึ้น

แมกนีเซียม (Mg)

เป็นธาตุที่พบได้มากในธรรมชาติ โดยพบเป็นส่วนประกอบของเปลือกโลกอยู่ประมาณร้อยละ 2 และเป็นธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลเป็นอันดับ 3 นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโลหะผสมอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม

แคลเซียม (Ca)

เป็นโลหะสีเทาอ่อน เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้างร่างกายของสิ่งมีชีวิต เช่น กระดูก ฟัน

ภาพที่ 1.32 แคลเซียมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงกระดูก
ที่มา : คลังภาพ อจท.



ธาตุหมู่ 7A

ธาตุแฮโลเจน (halogen)

17		
9	18.998	
F		2
Fluorine		
17	35.45	
Cl		3
Chlorine		
35	79.90	
Br		4
Bromine		
53	126.90	
I		5
Iodine		
85	(210)	
At		6
Astatine		
117	294	
Ts		7
Tennessine		

▶ ลักษณะและสมบัติ

- เป็นอโลหะที่มีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูง
- ในธรรมชาติมักพบธาตุหมู่ 7A ในลักษณะโมเลกุลคู่ ซึ่งประกอบด้วย 2 อะตอม
- เมื่อรวมตัวกับไฮโดรเจนจะมีสมบัติเป็นกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดไฮโดรฟลูออริก (HF)
- มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 7 ตัว ทำให้รับอิเล็กตรอนจากธาตุอื่น ๆ ได้ดี ดังนั้นจึงมีความเป็นอโลหะสูง

◀ ภาพที่ 1.33 ธาตุหมู่ 7A
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▶ ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

โบรมีน (Br₂)

เป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง สามารถระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง นำมาใช้ในการเตรียมเอทิลโบรมไนด์และเอทิลโบรมไนด์ เพื่อใช้เติมลงในน้ำมันแก๊สโซลีน และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมย้อมและฟอกสี

ไอโอดีน (I₂)

เป็นของแข็ง ไม่ละลายน้ำ เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการผลิตฮอร์โมนบางชนิด และนำมาใช้ในการผลิตยาฆ่าเชื้อและสีย้อมผ้า



▲ ภาพที่ 1.34 ทิงเจอร์ไอโอดีนใช้ล้างแผลและฆ่าเชื้อโรค
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ฟลูออรีน (F₂)

เป็นแก๊สสีเหลืองอ่อน โดยทั่วไปจะใช้ประโยชน์ในรูปของสารประกอบ เช่น โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) ใช้เติมลงในยาสีฟัน เพื่อช่วยป้องกันฟันผุ



▲ ภาพที่ 1.35 ในสระว่ายน้ำจะมีการเติมคลอรีนลงไปเพื่อฆ่าเชื้อโรค
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คลอรีน (Cl₂)

เป็นแก๊สสีเขียวอมเหลือง มีน้ำหนักมากกว่าอากาศ มีกลิ่นเหม็น และเป็นพิษร้ายแรง มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี จึงนิยมนำมาเติมลงในน้ำหรือสระน้ำเพื่อทำให้น้ำสะอาด

Chemistry in Real Life

โซเดียมฟลูออไรด์ที่เติมลงในยาสีฟัน ช่วยป้องกันฟันผุได้ เนื่องจากโซเดียมฟลูออไรด์จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับชั้นเคลือบฟัน ทำให้ทนทานต่อการกัดที่แบคทีเรียต่าง ๆ ผลิตขึ้น นอกจากนี้ ฟลูออไรด์ยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย

ธาตุหมู่ 8A

แก๊สเฉื่อย (inert gas)

18		
2	4.003	
He		1
Helium		
10	20.18	
Ne		2
Neon		
18	39.95	
Ar		3
Argon		
36	83.80	
Kr		4
Krypton		
54	131.30	
Xe		5
Xenon		
86	(222)	
Rn		6
Radon		
118	(294)	
Og		7
Oganesson		

▶ ลักษณะและสมบัติ

- มีสถานะเป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย
- มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่ำ
- มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 8 ตัว จึงยากต่อการสูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนเพิ่ม

▶ ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

นีออน (Ne)

เป็นแก๊สไม่มีสี และไม่ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา จึงนิยมนำมาบรรจุในหลอดไฟฟ้าเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของไส้หลอด และนำมาบรรจุในหลอดไฟโฆษณาเพื่อให้แสงสีส้มแดง

◀ ภาพที่ 1.36 ธาตุหมู่ 8A
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 1.37 หลอดไฟที่บรรจุแก๊สนีออนจะให้แสงสีส้มแดง
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 1.38 แก๊สฮีเลียมนิยมนำมาบรรจุในบอลลูน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ฮีเลียม (He)

เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่ติดไฟ นิยมนำมาบรรจุในบอลลูนหรือลูกโป่งสวรรค์ ใช้ผสมกับแก๊สออกซิเจนแล้วบรรจุลงไปถึงสำหรับผู้ที่จะลงไปทำงานใต้ทะเล หรือสำหรับนักประดาน้ำ นอกจากนี้ยังมีการนำฮีเลียมเหลวมาใช้เป็นสารสำหรับหล่อเย็น

อาร์กอน (Ar)

นำมาใช้บรรจุในหลอดไฟฟ้าเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของไส้หลอด ใช้ในอุตสาหกรรม การเชื่อมโลหะ และนำมาใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณาเพื่อให้แสงสีม่วงและสีน้ำเงิน

คริปทอน (Kr)

นำมาใช้บรรจุในหลอดไฟแฟลชสำหรับถ่ายภาพความเร็วสูง

ซีนอน (Xe)

เป็นธาตุที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น พบเพียงเล็กน้อยในบรรยากาศ เป็นแก๊สที่มีฤทธิ์เป็นยาสลบ และนำมาใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณาเพื่อให้แสงสีน้ำเงินเขียว

ธาตุทรานซิชัน (transition element)

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
21 44.96 Sc Scandium	22 47.90 Ti Titanium	23 50.94 V Vanadium	24 51.996 Cr Chromium	25 54.94 Mn Manganese	26 55.85 Fe Iron	27 58.93 Co Cobalt	28 58.70 Ni Nickel	29 63.55 Cu Copper	30 65.37 Zn Zinc	4
39 88.91 Y Yttrium	40 91.22 Zr Zirconium	41 92.91 Nb Niobium	42 95.94 Mo Molybdenum	43 (98) Tc Technetium	44 101.07 Ru Ruthenium	45 102.91 Rh Rhodium	46 106.40 Pd Palladium	47 107.87 Ag Silver	48 112.41 Cd Cadmium	5
57 138.91 La Lanthanum	72 178.49 Hf Hafnium	73 180.95 Ta Tantalum	74 183.85 W Tungsten	75 189.21 Re Rhenium	76 190.20 Os Osmium	77 192.22 Ir Iridium	78 195.09 Pt Platinum	79 196.97 Au Gold	80 200.59 Hg Mercury	6
89 227.03 Ac Actinium	104 (267) Rf Rutherfordium	105 (268) Db Dubnium	106 (271) Sg Seaborgium	107 (272) Bh Bohrium	108 (270) Hs Hassium	109 (276) Mt Meitnerium	110 (281) Ds Darmstadtium	111 (280) Rg Roentgenium	112 (289) Cn Copernicium	7

▲ ภาพที่ 1.39 ธาตุทรานซิชัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

► ลักษณะและสมบัติ

- ที่อุณหภูมิห้องมีสถานะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปรอทเป็นของเหลว)
- มีความเป็นโลหะน้อยกว่าโลหะหมู่ 1A และ 2A
- มีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูง
- นำไฟฟ้าได้
- สามารถเกิดสารประกอบได้หลายชนิด รวมทั้งสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีฉูดฉาด

► ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

ทองแดง (Cu)

นำมาใช้ทำสายไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

ทองแดงผสมสังกะสี (ทองเหลือง) นำมาใช้ทำกลอนประตู ทุ้มแจ กระดุมทองแดงผสมดีบุก (ทองสัมฤทธิ์) นำมาใช้ทำระฆัง ลานนาฬิกา

โคบอลต์ (Co)

เป็นธาตุกัมมันตรังสี โดยรังสีของโคบอลต์สามารถทำลายแบคทีเรียในอาหาร ช่วยให้เก็บรักษาอาหารได้นานยิ่งขึ้น

◀ ภาพที่ 1.40 สายไฟฟ้าทำจากทองแดง
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Test for U

นักเรียนคิดว่าโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) และแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) สารประกอบชนิดใดเป็นสารประกอบที่มีสี เพราะเหตุใด

ตอบ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) เป็นสารประกอบที่มีสีม่วง เพราะมีธาตุทรานซิชันเป็นองค์ประกอบ คือ แมงกานีส (Mn) สามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีได้

เหล็ก (Fe)

เหล็กกล้า (เหล็กผสมคาร์บอน) นำมาใช้ในงานก่อสร้าง เป็นส่วนประกอบของลวด ตะปู เมื่อนำเหล็กไปเคลือบผิวด้วยสังกะสี จะนำมาใช้เป็นสังกะสีมุงหลังคา และทำกระป๋องบรรจุอาหาร

สังกะสี (Zn)

แผ่นสังกะสีบริสุทธิ์นำมาใช้ทำขั้วของถ่านไฟฉาย



▲ ภาพที่ 1.41 กระป๋องบรรจุอาหารที่ทำจากแผ่นเหล็กบาง
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 1.42 เครื่องบินไอพ่นทำมาจากเหล็กกล้าผสมที่มีโครเมียมเป็นส่วนประกอบ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

โครเมียม (Cr)

นำมาใช้เคลือบผิวของเหล็กและโลหะอื่น ๆ ทำให้ผิวโลหะที่มันวาวและไม่ผุกร่อน นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของเหล็กกล้าผสมที่ใช้ทำตู้นิรภัย จรวด เครื่องบินไอพ่น

Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

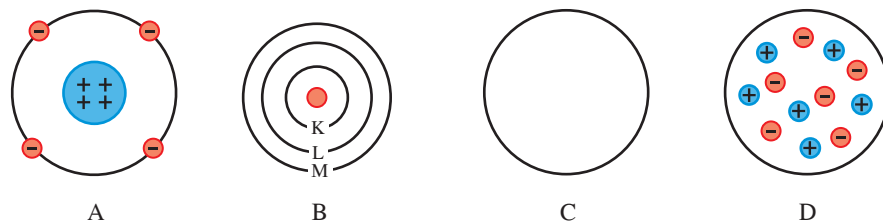
1. ธาตุหมู่ใดเป็นธาตุที่ให้อิเล็กตรอนได้ดีที่สุด เพราะเหตุใด
2. ธาตุชนิดหนึ่งอยู่ในหมู่ 2A นักเรียนคิดว่าธาตุนี้มีคุณสมบัติอย่างไร
3. ธาตุทรานซิชันชนิดใดที่นิยมใช้ทำเป็นสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ
4. เพราะเหตุใดธาตุกึ่งโลหะจึงนิยมนำมาใช้ทำวงจรไฟฟ้าขนาดเล็กและอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น โทรศัพท์ ไมโครคอมพิวเตอร์ โซลาร์เซลล์
5. ธาตุชนิดหนึ่งมีสถานะเป็นแก๊สที่มีกลิ่นเหม็น และเป็นพิษร้ายแรง มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี นักเรียนคิดว่าแก๊สชนิดนี้คือแก๊สชนิดใด และอยู่หมู่ใด



Unit Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ต่อไปนี้



▲ ภาพที่ 1.43 แบบจำลองอะตอมแบบต่างๆ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

เรียงลำดับการพัฒนาแบบจำลองให้ถูกต้อง

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
3. อธิบายแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
4. ไอออนบวกของไฮโดรเจน (H^+) ไม่มีอนุภาคมูลฐานชนิดใด เพราะเหตุใด
5. ถ้าไอโซโทปหนึ่งของธาตุชนิดหนึ่งมีประจุในนิวเคลียสเป็น 2 เท่า และมีเลขมวลเป็น 1.5 เท่าของ $^{12}_6C$ ธาตุไอโซโทปนี้จะมีโปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอนอย่างละเท่าไร
6. ธาตุ A B และ C มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น $^{16}_8A$ $^{16}_7B$ และ $^{15}_7C$ ตามลำดับ พิจารณาว่ามีธาตุใดบ้างที่เป็นไอโซโทปกัน เพราะเหตุใด
7. กำหนดตารางแสดงจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขมวล และเลขอะตอมของธาตุต่าง ๆ ให้ ดังนี้

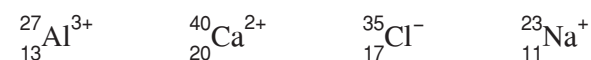
ธาตุ	จำนวนโปรตอน	จำนวนนิวตรอน	จำนวนอิเล็กตรอน	เลขมวล	เลขอะตอม
A		14	13		
B	11	12			
C				35	17
D			7	14	

- 7.1 ธาตุ A B C และ D อยู่ในหมู่ใด และคาบใดของตารางธาตุ
- 7.2 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ A B C และ D ควรเป็นอย่างไร
- 7.3 ธาตุใดที่จัดอยู่ในหมู่เดียวกับธาตุลิเทียม (Li) และฟลูออรีน (F) ตามลำดับ

8. อธิบายแนวโน้มความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุ
9. ธาตุ X Y และ Z อยู่ในหมู่ 1A 3A และ 5A ตามลำดับ ธาตุใดมีจุดเดือดต่ำที่สุด และธาตุใดนำความร้อนได้ดีที่สุด
10. ธาตุใดในหมู่ 1A เป็นโลหะมากที่สุด และธาตุใดในหมู่ 7A เป็นอโลหะมากที่สุด
11. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

ธาตุ	จำนวนโปรตอน	จำนวนนิวตรอน	จำนวนอิเล็กตรอน
W	11	11	12
X	17	17	18
Y	20	20	20
Z	9	9	10

- 11.1 ธาตุ Y อยู่หมู่ใด และคาบใด
- 11.2 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ W ควรเป็นอย่างไร
- 11.3 ธาตุใดที่อยู่ในคาบเดียวกันกับธาตุ W
- 11.4 ธาตุ X และธาตุ Z อยู่หมู่ใด และมีสมบัติอย่างไร
12. ธาตุชนิดหนึ่งมีเลขอะตอมเท่ากับ 24 ธาตุนี้อยู่ในหมู่ใด และมีสมบัติอย่างไร
13. จากข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้



ให้นักเรียนพิจารณาว่ามีไอออนใดบ้างที่มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน

14. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

H							He
(1)	Be	B	C	(2)	O	F	(3)
Na	(4)	Al	(5)	P	(6)	(7)	Ar

- 14.1 สมบัติทั่วไปของธาตุหมายเลข (3) เป็นอย่างไร และอยู่ในหมู่ใดของตารางธาตุ
- 14.2 จงระบุสมบัติที่คล้ายคลึงกันของธาตุหมายเลข (1) และ (4)
- 14.3 ธาตุหมายเลข (7) มีเลขอะตอมเท่าใด และมีสมบัติอย่างไร
15. ให้นักเรียนยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของธาตุหมู่ 1A 2A 7A 8A และธาตุแทรนซิชันที่พบในชีวิตประจำวันมาพอสังเขป



กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

สมรรถนะสำคัญสำหรับผู้เรียน

✓ ความสามารถด้าน	✓ การสื่อสาร
✓ การคิด	○ การแก้ปัญหา
○ การใช้ทักษะชีวิต	✓ การใช้เทคโนโลยี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วพิจารณาบทความและปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนด

ควันบุหรี่มือสอง

บุหรี่ เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งต่อตัวผู้สูบเองและต่อคนรอบข้าง ควันบุหรี่จากผู้สูบหรือที่เรียกว่า ควันบุหรี่มือสอง เป็นควันบุหรี่ที่ผู้สูบบุหรี่พ่นออกมาทางลมหายใจผสมกับควันจากปลายมวนบุหรี่ที่กำลังเผาไหม้ ควันชนิดนี้ประกอบด้วยสารเคมีมากกว่า 7,000 ชนิด เช่น แคตเมียม สารตะกั่ว แอมโมเนีย โครเมียม คาร์บอนมอนอกไซด์ สารหนู ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่สามารถปะปนอยู่ในอากาศได้นานถึง 5 ชั่วโมง สารเคมีเหล่านี้ไม่ได้อยู่แค่ในควันบุหรี่ที่เราสูดดมเข้าไปเท่านั้น แต่ยังสามารถตกค้างตามเส้นผม ผิวหนัง เสื้อผ้า หรือเครื่องใช้ต่าง ๆ ใกล้บริเวณที่มีผู้สูบบุหรี่ได้อีกด้วย ดังนั้น ถึงแม้ว่าเราจะไม่ได้สูบบุหรี่ หรือไม่ได้อยู่ใกล้คนสูบบุหรี่ แต่เราก็สามารถได้รับอันตรายจากควันบุหรี่ได้ไม่ต่างจากการเป็นผู้สูบบุหรี่เอง



1. ร่วมกันวิเคราะห์บทความที่กำหนดให้และจำแนกองค์ประกอบในควันบุหรี่ว่าประกอบด้วยธาตุและสารประกอบชนิดใดบ้าง และเป็นธาตุในกลุ่มเรพรีเซนเททีฟหรือธาตุแทรนซิชัน
2. ร่วมกันสืบค้น รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับโทษของธาตุและสารประกอบในควันบุหรี่มือสองที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
3. จัดทำโปสเตอร์เพื่อรณรงค์และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับโทษของธาตุและสารประกอบในควันบุหรี่มือสอง จากนั้นร่วมกันลงข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

Summary

ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

อะตอมและตารางธาตุ

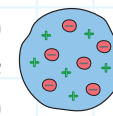


โครงสร้างอะตอม

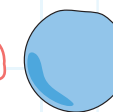
แบบจำลองอะตอม : วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมสามารถสรุปได้ ดังนี้

"Plum pudding model"

เป็นทรงกลม ประกอบด้วยโปรตอนที่มีประจุบวก และอิเล็กตรอนที่มีประจุลบกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ

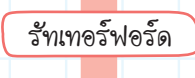


ดอลตัน



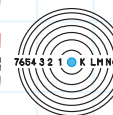
ทรงกลมตันขนาดเล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

ทอมสัน

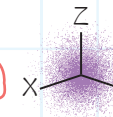


เป็นทรงกลม ประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีประจุบวก อยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส

เป็นทรงกลม ประกอบด้วยนิวเคลียสอยู่กลางอะตอม และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสเป็นระดับชั้นพลังงาน



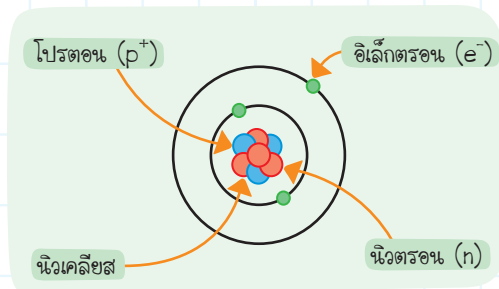
โบร์



เป็นทรงกลม ประกอบด้วยนิวเคลียสอยู่กลางอะตอม และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ไม่มีทิศทางที่แน่นอน

กลุ่มหมอก

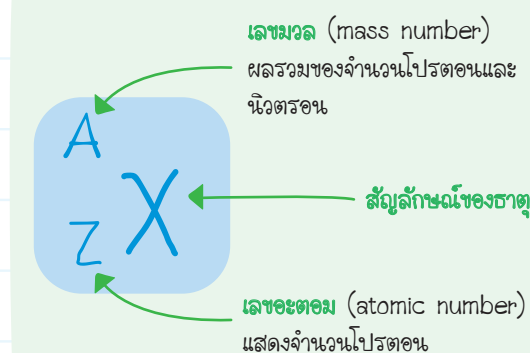
องค์ประกอบของอะตอม : โปรตอนและนิวตรอนรวมกันในนิวเคลียส มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบ ๆ



ไอโซโทป : อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่จำนวนนิวตรอนต่างกัน

โมเลกุล : อนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร อาจประกอบด้วยอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันก็ได้

สัญลักษณ์นิวเคลียร์



เลขมวล (mass number)
ผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอน

สัญลักษณ์ของธาตุ

เลขอะตอม (atomic number)
แสดงจำนวนโปรตอน

