

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

# วิทยาศาสตร์กายภาพ

## ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
พุทธศักราช 2551

|               |                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ผู้เรียบเรียง | เจียมจิต กุลมาลา<br>พรทิพย์ ทับทิมทอง                                   |
| ผู้ตรวจ       | รศ.คณิตา ตั้งคณาอนุรักษ์<br>ดร.ธีระชาติ สี่ประเสริฐ<br>ดร.ลัดดา ผลวัฒนะ |
| บรรณาธิการ    | รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณาอนุรักษ์                                           |

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
วิทยาศาสตร์กายภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

|               |                                                                     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| ผู้เรียบเรียง | เจียมจิต กุลมาลา<br>พรทิพย์ ทับทิมทอง                               |
| ผู้ตรวจ       | รศ.คณิดา ตั้งคณาณรงค์<br>ดร.ธีระชาติ ลีประเสริฐ<br>ดร.ลัดดา ผลวัฒนะ |
| บรรณาธิการ    | รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณาณรงค์                                          |

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ  
เจียมจิต กุลมาลา.  
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
วิทยาศาสตร์กายภาพ ม.5 เล่ม 1.--กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น, 2567.  
292 หน้า.  
1. วิทยาศาสตร์ -- การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).  
I. พรทิพย์ ทับทิมทอง, ผู้แต่งร่วม. -- II. ชื่อเรื่อง.  
507  
ISBN 978-616-345-289-4

พิมพ์ครั้งที่ 1  
จำนวน 11,000 เล่ม  
สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2568  
สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด  
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย  
**IMACEDUCATION**  
ส่งขนาดไฟล์ส่งขาย ไปรษณีย์ลาดพร้าว  
ในนาม บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด  
9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว  
แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900  
โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028  
www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท พงษ์วรินการพิมพ์ จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5 เล่ม 1 ได้พัฒนาและปรับปรุงเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้  
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามมาตรฐาน  
การเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้แกนกลาง กระบวนการ  
จัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล  
ผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา การเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์  
และมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะหลักที่สำคัญต่อการใช้ชีวิต นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน  
และพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)  
ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้  
ปัญหาและการทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการ  
ศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 9 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้  
ระบุตัวชี้วัดชั้นปี มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้  
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) บทสรุปเนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นการ  
วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป  
การศึกษา และมีความตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลาง หากมี  
ข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขออภัยและขอคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

เจียมจิต กุลมาลา  
พรทิพย์ ทับทิมทอง

# คำชี้แจง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1 ได้พัฒนาและปรับปรุงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ทุกประการ และให้สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศในมิติด้านทรัพยากรมนุษย์ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579

หนังสือเล่มนี้ได้นำเสนอเนื้อหาตาม **กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)** เน้นการบูรณาการการเรียนรู้กับทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีคำถามนำเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เน้นย้ำด้วยแนวคิดสำคัญของหัวข้อหลักให้ทราบถึงสิ่งที่เป็ความรู้และความคิดที่เป็นแก่นสำคัญ ผักผนักษะและความเชี่ยวชาญด้วยกิจกรรมตามธรรมชาติวิชาเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่คงทน มีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ โดยสอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ซึ่งสัมพันธ์กับเรื่องที่ไดเรียนผ่านมา ในท้ายหน่วยการเรียนรู้จะมีสรุปสำหรับบททวนองค์ความรู้ทั้งหมด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังเพิ่มเติมด้วยกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายสำคัญของหนังสือนี้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน ในส่วนของเนื้อหาเพิ่มเติมมีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ ทั้งนี้มีสัญลักษณ์  ให้ใช้สุมาร์โฟนสแกน QR Code เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น



## คำถามนำเข้าสู่บทเรียน

คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจอยากเรียนรู้เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้นั้นๆ



## แนวคิดสำคัญ

เนื้อหาสำคัญในแต่ละเรื่องหรือหัวข้อทำให้ผู้เรียนจดจำหรือเข้าใจอย่างลึกซึ้ง



## MAC iLink (Digital Contents)

เนื้อหาเสริมจากบทเรียนในรูปแบบของ Digital Contents ผ่านการสแกน QR Code ให้ใช้สมาร์ตโฟนหรือผ่านเว็บไซต์ MACeducation.com เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ มากยิ่งขึ้น



## กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้

กิจกรรมออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาในแต่ละเรื่องของผู้เรียน



## กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



## กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

กิจกรรมบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ โดยนำมาสร้างผลงานที่มีคุณภาพและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดประโยชน์และพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21



## คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

คำถามที่เน้นทักษะกระบวนการคิดเพื่อตรวจสอบความรู้รอบยอดของผู้เรียนให้เป็นไปตามแนวคิดสำคัญ ตัวชี้วัด และการเรียนรู้อย่างกลาง



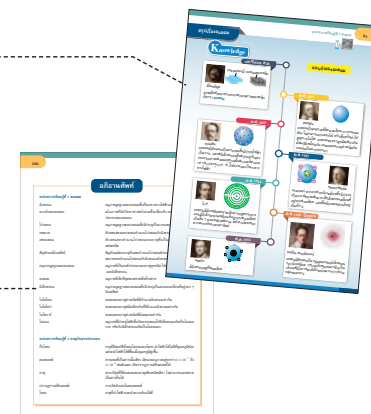
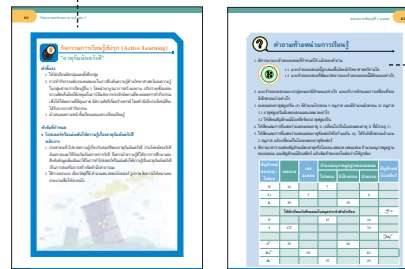
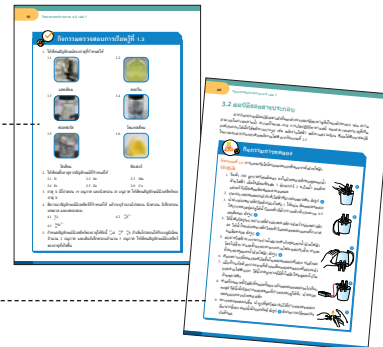
## สรุป

การสรุปองค์ความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะกระบวนการ (Process) และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attribute)



## อภิธานศัพท์

คำสำคัญ คำศัพท์ยาก หรือคำค้นที่สัมพันธ์กับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ โดยจะมีการอธิบายความหมายหรือให้คำจำกัดความ



## หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อะตอม

(ว 2.1 ม.5/2, 3, 4)

1. พัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
  2. อนุภาคมูลฐานของอะตอม
  3. สัญลักษณ์ของธาตุและสัญลักษณ์นิวเคลียร์
  4. ไอโซโทป ไอโซโทน และไอโซบาร์
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

1

3

9

11

17

23

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ธาตุกับสารประกอบ

(ว 2.1 ม.5/1)

1. ความรู้พื้นฐานเรื่องการจำแนกสาร
  2. ธาตุ
  3. สารประกอบ
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

25

27

30

44

57

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ธาตุกัมมันตรังสี

(ว 2.1 ม.5/24, 25)

1. สมบัติของธาตุกัมมันตรังสี
  2. ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

59

61

74

84

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตารางธาตุ

(ว 2.1 ม.5/5, 6, 7)

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ
  2. การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ
  3. สมบัติของธาตุและสารประกอบของธาตุในตารางธาตุ
  4. ธาตุและสารประกอบของธาตุเรซินเททซ์และทรานซิชันในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

85

87

90

95

107

126

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 พันธะเคมี

(ว 2.1 ม.5/8, 9, 10, 11)

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพันธะเคมี
  2. พันธะโคเวเลนต์
  3. สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์
  4. ประโยชน์และโทษของสารประกอบโคเวเลนต์
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

127

130

134

142

157

164

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 พันธะไอออนิก

(ว 2.1 ม.5/12, 13)

1. การเกิดพันธะไอออนิก
  2. การเขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก
  3. สมบัติของสารประกอบไอออนิก
  4. การนำสารประกอบไอออนิกมาใช้ประโยชน์
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

165

167

171

177

183

188

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ปฏิกิริยาเคมี

(ว 2.1 ม.5/20, 21, 22, 23)

1. การเกิดปฏิกิริยาเคมีและชนิดของปฏิกิริยาเคมี
  2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

190

192

204

228

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 สารประกอบอินทรีย์

(ว 2.1 ม.5/14, 16, 17)

1. สารประกอบอินทรีย์
  2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน
  3. สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
  4. ประโยชน์และผลกระทบของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

231

233

239

241

246

252

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 พอลิเมอร์

(ว 2.1 ม.5/15, 18, 19)

1. ความหมายและการเกิดพอลิเมอร์
  2. ประเภทของพอลิเมอร์
  3. โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์
  4. ประโยชน์ของพอลิเมอร์
  5. ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และการป้องกัน
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

253

255

258

260

265

271

278

## บรรณานุกรม

279

## อภิธานศัพท์

280



หน่วยการเรียนรู้ที่

1



อะตอม

## สาระการเรียนรู้

- 1 พัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
- 2 อนุภาคมูลฐานของอะตอม
- 3 สัญลักษณ์ของธาตุและสัญลักษณ์นิวเคลียร์
- 4 ไอโซโทป ไอโซโทน และไอโซบาร์

## ตัวชี้วัดชั้นปี

1. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (ว 2.1 ม.5/2)
2. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว (ว 2.1 ม.5/3)
3. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป (ว 2.1 ม.5/4)

สิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรารวมถึงตัวเราเอง ล้วนเกิดขึ้นจากอะตอม นักวิทยาศาสตร์จึงสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับอะตอม

กระเด็นรู้มาว่าอะตอมมีขนาดเล็กมาก ๆ จนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แล้วนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับอะตอมได้อย่างไรครับ

นั่นสิคะ กระแตก็อยากรู้เหมือนกันว่าอะตอมมีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร

ไปช่วยกระเด็น กระแตหาคำตอบกันเลย !

อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์เสนอแบบจำลองอะตอมเพื่ออธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของอะตอม จากการรวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และการทดลอง โดยพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จึงได้เสนอแบบจำลองอะตอมที่พัฒนาขึ้นตามลำดับจนถึงปัจจุบัน ทำให้ทราบลักษณะของอะตอมและอนุภาคมูลฐานของอะตอม ซึ่งได้แก่ โปรตอนและนิวตรอนที่อยู่รวมกันในนิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสในลักษณะกลุ่มหมอก เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์แสดงชนิดของธาตุและจำนวนอนุภาคมูลฐานด้วยเลขอะตอมและเลขมวล ซึ่งอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีโปรตอนหรือเลขอะตอมเท่ากัน แต่ถ้าเลขมวลซึ่งเป็นผลบวกของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนต่างกัน อะตอมของธาตุนั้นจะเป็นไอโซโทปกัน

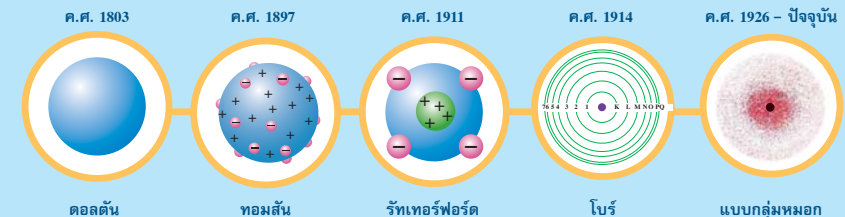
## 1. พัฒนาการของแบบจำลองอะตอม



### แนวคิดสำคัญ

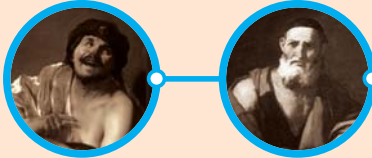
แบบจำลองอะตอมใช้อธิบายตำแหน่งโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนในอะตอม โดยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ในนิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสซึ่งในแบบจำลองอะตอมของโบร์ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวง โดยแต่ละวงมีระยะห่างจากนิวเคลียสและมีพลังงานต่างกัน และอิเล็กตรอนวงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน ส่วนแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก แสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในลักษณะกลุ่มหมอก เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้

แบบจำลองอะตอม (atomic model) เป็นโมเดลที่นักวิทยาศาสตร์ในยุคต่าง ๆ ได้เสนอขึ้นเพื่ออธิบายลักษณะและองค์ประกอบของอะตอม โดยรวบรวมจากแนวคิดทฤษฎี และการทดลองที่มีพัฒนาการด้านอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองมากขึ้นตามลำดับ จากอดีตจนถึงปัจจุบันมี 5 แบบจำลองอะตอม ดังนี้



รูปที่ 1.1 แบบจำลองอะตอมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

## START



400 ปีก่อนคริสต์ศักราช

ดีโมคริตัส (Democritus) และลิวซิปปัส (Leucippus) เสนอแนวคิดว่า

“อนุภาคที่เล็กที่สุดของสรรพสิ่งทั้งหลาย เรียกว่า **อะตอม (atom)**”

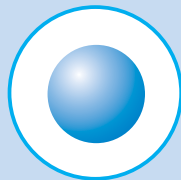
## 1.1 แบบจำลองอะตอมของดอลตัน



ค.ศ. 1803

จอห์น ดอลตัน (John Dalton) ได้รวบรวมแนวคิดและทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ในยุคนั้น แล้วเสนอทฤษฎีอะตอม เรียกว่า **ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน** ซึ่งกล่าวโดยสรุปว่า

“อะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก (ทรงกลมตัน) ไม่สามารถแบ่งแยกได้ สร้างขึ้นหรือทำให้สูญหายไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน อะตอมของธาตุต่างชนิดรวมกันเป็นสารประกอบ”



รูปที่ 1.2 แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

## 1.2 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

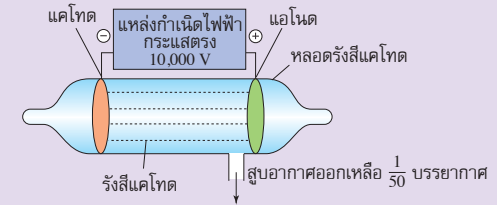


ค.ศ. 1897

เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (Sir Joseph John Thomson)

## • วิธีการศึกษา

ทดลองเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของแก๊สในหลอดรังสีแคโทด ซึ่งเป็นหลอดแก้วความดันต่ำมาก



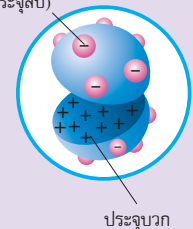
รูปที่ 1.3 หลอดรังสีแคโทด

## • ผลการศึกษา

เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงความต่างศักย์ประมาณ 10,000 โวลต์ เข้าไปในหลอดรังสีแคโทด พบว่ามีรังสีออกจากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนด เป็นรังสีที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า **อิเล็กตรอน (electron)** และมีรังสีออกจากขั้วแอโนดไปยังขั้วแคโทด เป็นรังสีที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวก ต่อมาพบว่า คือ **โปรตอน (proton)** จึงเสนอแบบจำลองอะตอมของทอมสัน (Thomson's plum pudding model) มีใจความว่า

อิเล็กตรอน (ประจุลบ)

“อะตอมเป็นทรงกลมมีประจุบวก และมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอย่างสม่ำเสมออยู่บนพื้นผิว และมีจำนวนเท่ากับประจุบวก ทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า”



ประจุบวก

รูปที่ 1.4 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

### 1.3 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด



ค.ศ. 1911

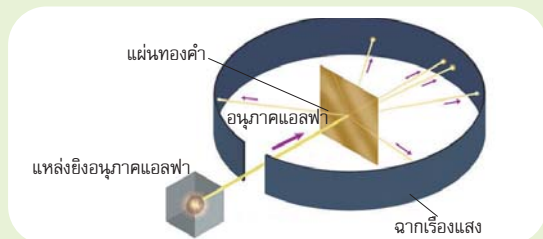
ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Lord Ernest Rutherford)

#### • วิธีการศึกษา

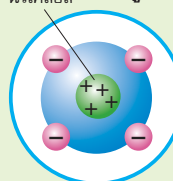
ทดลองยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุ +2 ไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ที่มีฉากเรืองแสงล้อมรอบเกือบเป็นวงกลม

#### • ผลการศึกษา

อนุภาคส่วนใหญ่ทะลุผ่านแผ่นทองคำเป็นเส้นตรง มีจำนวนน้อยที่เบนไปจากแนวเส้นตรง และมีจำนวนน้อยมากที่สะท้อนกลับในทิศทางเกือบตรงข้าม



รูปที่ 1.5 การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำของรัทเทอร์ฟอร์ด



รูปที่ 1.6 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

**อธิบายผลการทดลอง** เมื่อยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุ +2 ส่วนใหญ่จะทะลุผ่านที่ว่างของอะตอม จึงไม่เบี่ยงเบน บางอนุภาคเฉียดนิวเคลียสซึ่งมีประจุเป็นบวก จึงถูกผลักให้เบนไป และนาน ๆ ครั้งอนุภาคเคลื่อนที่ชนนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมาก จึงถูกผลักให้สะท้อนกลับ และได้เสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด มีใจความว่า

“อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่งมีประจุบวกอยู่ตรงกลาง มีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียส พื้นที่อะตอมส่วนใหญ่เป็นที่ว่าง”

### 1.4 แบบจำลองอะตอมของโบร์

ค.ศ. 1914



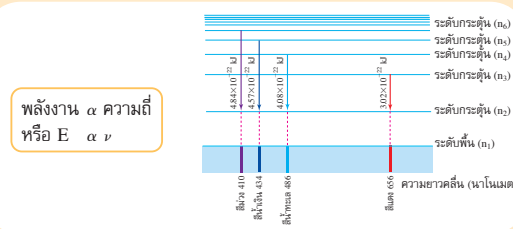
นีลส์ โบร์ (Niels Bohr)

#### • วิธีการศึกษา

ศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจน และสเปกตรัมของเปลวไฟที่ได้จากการเผาสารประกอบของธาตุชนิดต่าง ๆ

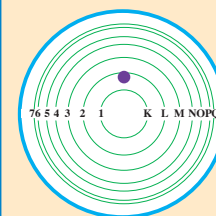
#### • ผลการศึกษา

ธาตุไฮโดรเจนซึ่งมี 1 อิเล็กตรอน เกิดเส้นสเปกตรัม 4 เส้น แต่ละเส้นมีสีและความถี่ต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎของ**มักซ์ พลังค์ (Max Planck)** คือ



รูปที่ 1.7 เส้นสเปกตรัม 4 เส้นของธาตุไฮโดรเจน

**อธิบายผลการทดลอง** จากเส้นสเปกตรัมแสดงว่า อิเล็กตรอนไม่ได้อยู่ชั้นเดียว แต่อยู่ได้หลายชั้น ห่างจากนิวเคลียสไม่เท่ากัน แต่ละชั้น เรียกว่า **ระดับพลังงาน (energy level)** ซึ่งมีพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียส เรียกว่า ระดับพลังงานที่ 1 หรือระดับพลังงาน K และระดับถัดออกไป คือ ระดับพลังงานที่ 2 3 4 5 6 และ 7 หรือระดับพลังงาน L M N O P และ Q ตามลำดับ โดยระดับพลังงานในสุดจะมีพลังงานต่ำที่สุด และระดับพลังงานนอกสุดจะมีพลังงานสูงที่สุด



รูปที่ 1.8 แบบจำลองอะตอมของโบร์

นอกจากนี้ยังพบว่า สารประกอบของธาตุชนิดเดียวกันให้สีของสเปกตรัมและสีของเปลวไฟเหมือนกัน แต่ถ้าเป็นสารประกอบของธาตุต่างชนิดจะให้สีของสเปกตรัมและสีของเปลวไฟต่างกัน ซึ่งเกิดจากอิเล็กตรอนคายพลังงานไม่เท่ากัน ซึ่งหมายความว่าอิเล็กตรอนอยู่ห่างจากนิวเคลียสไม่เท่ากัน

จากผลการศึกษาทำให้โบร์เสนอแบบจำลองอะตอม มีใจความว่า

“อะตอมมีนิวเคลียสขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสเป็นชั้น ๆ ตามระดับพลังงาน คล้ายวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์”

## 1.5 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



แอร์วิน ชเรอดิงเงอร์ (Erwin Schrödinger)

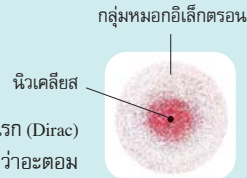
### • วิธีการศึกษา

ชเรอดิงเงอร์ ไฮเซนเบิร์ก (Heisenberg) พาาลี (Pauli) และดิแรก (Dirac) ได้ร่วมกันพัฒนาทฤษฎีที่อธิบายฟิสิกส์อนุภาคในระดับที่เล็กกว่าอะตอม (กลายเป็นกลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics))

### • ผลการศึกษา

อิเล็กตรอนในอะตอมไม่ได้โคจรรอบนิวเคลียสโดยมีวงโคจรที่แน่นอน จึงไม่สามารถบอกตำแหน่งของอิเล็กตรอนที่แน่นอน ณ ใดขณะหนึ่งได้ ทราบเพียงความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอนที่มีระดับพลังงานหนึ่งและใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมสร้างสมการ เพื่อคำนวณหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ และได้เสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นมาใหม่ เรียกว่า **แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (electron cloud model)** เป็นแบบจำลองอะตอมที่ใช้ในปัจจุบัน ดังนี้

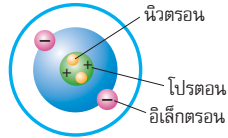
“อะตอมมีลักษณะเป็นกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบเป็นบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่สีกลุ่มหมอกจาง”



รูปที่ 1.9 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

### ความรู้เพิ่มเติม

ค.ศ. 1932 เซอร์เจมส์ แชดวิก (Sir James Chadwick) ได้พิสูจน์พบว่า มีนิวตรอนอยู่ที่นิวเคลียสของอะตอม



รูปแสดงแบบจำลองอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน



### กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

1. แบบจำลองอะตอมของทอมสันต่างจากของดอลตันอย่างไร
2. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดต่างจากของทอมสันอย่างไร
3. แบบจำลองอะตอมของโบร์ต่างจากของรัทเทอร์ฟอร์ดอย่างไร
4. แบบจำลองอะตอมปัจจุบันเรียกว่าอะไร และมีลักษณะต่างจากแบบจำลองอะตอมของโบร์อย่างไร
5. แบบจำลองอะตอมที่ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและองค์ประกอบของอะตอมได้ดีที่สุด นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยวิธีใด

## 2. อนุภาคมูลฐานของอะตอม



### แนวคิดสำคัญ

อนุภาคมูลฐานของอะตอมมี 3 ชนิด ได้แก่ โปรตอน สัญลักษณ์  $p$  มีประจุ  $+1$  นิวตรอน สัญลักษณ์  $n$  ไม่มีประจุ และอิเล็กตรอน สัญลักษณ์  $e^-$  มีประจุ  $-1$  โดยอิเล็กตรอนมีมวลน้อยกว่าเมื่อเทียบกับโปรตอน และนิวตรอน

### อนุภาคมูลฐานของอะตอม (fundamental particle of atom)

หมายถึง อนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของธาตุทุกชนิด ได้แก่ โปรตอน (proton) นิวตรอน (neutron) และอิเล็กตรอน (electron) อนุภาคทั้ง 3 ชนิด มีสัญลักษณ์ ประจุ และมวลเป็นอย่างไร ศึกษาได้จากกิจกรรมที่ 1.1



### กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1.1 สมบัติของอนุภาคมูลฐานของอะตอม

#### วิธีปฏิบัติ

ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสัญลักษณ์ ประจุ และมวลของโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนจากตารางที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม

ตารางแสดงสัญลักษณ์ ประจุ และมวลของโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

| อนุภาค     | สัญลักษณ์ | ชนิดประจุไฟฟ้า | มวล (g)                 | มวลเปรียบเทียบกับมวลของอิเล็กตรอน (เท่า) |
|------------|-----------|----------------|-------------------------|------------------------------------------|
| โปรตอน     | p         | +1             | $1.673 \times 10^{-24}$ | 1,836                                    |
| นิวตรอน    | n         | 0              | $1.675 \times 10^{-24}$ | 1,839                                    |
| อิเล็กตรอน | $e^-$     | -1             | $9.109 \times 10^{-28}$ | 1                                        |

#### คำถามท้ายกิจกรรม

1. มวลของโปรตอนและนิวตรอนต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. มวลของอิเล็กตรอนมีค่าเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับมวลของนิวตรอนและโปรตอน
3. จากค่ามวลเปรียบเทียบของอนุภาคมูลฐาน มวลของอะตอมส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับมวลของอนุภาคใด
4. อนุภาคแต่ละชนิดมีประจุเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
5. เหตุใดอะตอมจึงเป็นกลางทางไฟฟ้า



ศึกษาตัวอย่างสัญลักษณ์ของธาตุ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สัญลักษณ์ของธาตุบางชนิด

| ชื่อธาตุ           | ชื่อภาษาอังกฤษ | ชื่อภาษาละติน | สัญลักษณ์ของธาตุ |
|--------------------|----------------|---------------|------------------|
| ไฮโดรเจน           | hydrogen       | -             | H                |
| ฮีเลียม            | helium         | -             | He               |
| ออกซิเจน           | oxygen         | -             | O                |
| คลอรีน             | chlorine       | -             | Cl               |
| คาร์บอน            | carbon         | -             | C                |
| แคลเซียม           | calcium        | -             | Ca               |
| คอปเปอร์ (ทองแดง)  | copper         | cuprum        | Cu               |
| โคบอลต์            | cobalt         | -             | Co               |
| แมกนีเซียม         | magnesium      | -             | Mg               |
| แมงกานีส           | manganese      | -             | Mn               |
| อะลูมิเนียม        | aluminium      | -             | Al               |
| อาร์กอน            | argon          | -             | Ar               |
| อาร์เซนิก (สารหนู) | arsenic        | -             | As               |
| ซัลเฟอร์ (กำมะถัน) | sulfur         | -             | S                |
| โซเดียม            | sodium         | natrium       | Na               |
| ซิลเวอร์ (เงิน)    | silver         | argentum      | Ag               |
| โพแทสเซียม         | potassium      | kalium        | K                |
| ฟอสฟอรัส           | phosphorus     | -             | P                |
| นีออน              | neon           | -             | Ne               |
| ไนโตรเจน           | nitrogen       | -             | N                |
| นิกเกิล            | nickel         | -             | Ni               |
| ไอรอน (เหล็ก)      | iron           | ferrum        | Fe               |
| ไอโอดีน            | iodine         | -             | I                |
| ซิงค์ (สังกะสี)    | zinc           | -             | Zn               |

## 3.2 สัญลักษณ์นิวเคลียร์

**สัญลักษณ์นิวเคลียร์ (nuclear symbol)** เป็นสัญลักษณ์ของธาตุที่แสดงจำนวนโปรตอนด้วยเลขอะตอม (atomic number) และแสดงผลบวกของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนด้วยเลขมวล (mass number) ดังนี้



**เลขมวล (mass number)** เป็นตัวเลขแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในนิวเคลียส ถ้าทราบเลขอะตอมและเลขมวลจะสามารถหาจำนวนนิวตรอนของอะตอมได้โดยนำเลขอะตอมไปลบออกจากเลขมวล

**เลขอะตอม (atomic number)** เป็นค่าเฉพาะของธาตุแต่ละชนิด แสดงจำนวนโปรตอนในนิวเคลียส อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีจำนวนโปรตอนเท่ากันเสมอ จึงใช้เลขอะตอมเป็นเลขที่ของธาตุในตารางธาตุ ถ้าจำนวนโปรตอนเปลี่ยนไปจะเกิดเป็นธาตุใหม่ซึ่งมีเลขอะตอมเปลี่ยนไปจากเดิม

อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า  
จะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับ  
จำนวนอิเล็กตรอน



เลขมวลจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 2 เท่าของเลขอะตอม

เลขมวล =  $p + n$   
 $n = \text{เลขมวล} - p$   
 ดังนั้น  $n = \text{เลขมวล} - \text{เลขอะตอม}$

รู้เลขอะตอมและเลขมวล  
หาจำนวน  $n$  ได้

แสดงจำนวน  $p + n$

เลขมวล

**สัญลักษณ์ธาตุ**

เลขอะตอม

แสดงจำนวน  $p$

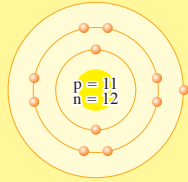
เป็นค่าเฉพาะของแต่ละธาตุ

อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า

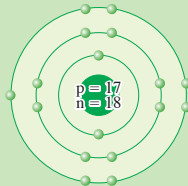
จำนวน  $p = e^-$

ใช้เป็นเลขที่  
ของธาตุใน  
ตารางธาตุ

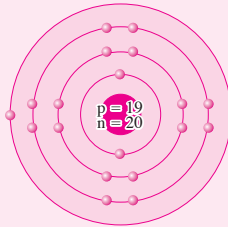
**ตัวอย่างที่ 1** จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์  $^{23}_{11}\text{Na}$  แสดงว่าอะตอมของธาตุโซเดียมมีโปรตอนและอิเล็กตรอนอย่างละ 11 อนุภาค และมีนิวตรอน  $23 - 11 = 12$  อนุภาค ดังนี้



**ตัวอย่างที่ 2** จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์  $^{35}_{17}\text{Cl}$  แสดงว่าอะตอมของธาตุคลอรีนมีโปรตอนและอิเล็กตรอนอย่างละ 17 อนุภาค และมีนิวตรอน  $35 - 17 = 18$  อนุภาค ดังนี้



**ตัวอย่างที่ 3** จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์  $^{39}_{19}\text{K}$  แสดงว่าอะตอมของธาตุโพแทสเซียมมีโปรตอนและอิเล็กตรอนอย่างละ 19 อนุภาค และมีนิวตรอน  $39 - 19 = 20$  อนุภาค ดังนี้



**ตัวอย่างที่ 4** ถ้ากำหนดสัญลักษณ์นิวเคลียร์ให้ดังนี้  $^{24}_{12}\text{Mg}$  และ  $^{27}_{13}\text{Al}$  เมื่อดึงโปรตอนออกจากธาตุอะลูมิเนียม 1 อนุภาค และดึงอิเล็กตรอนออก 2 อนุภาค จะเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุใหม่ได้ดังนี้

จำนวนโปรตอน  $13 - 1 = 12$  จึงมีเลขอะตอมเป็น 12 คือ ธาตุแมกนีเซียม  
จำนวนอิเล็กตรอน  $13 - 2 = 11$  จึงมีประจุเป็น  $+1$   
จำนวนนิวตรอน  $27 - 13 = 14$  จึงมีเลขมวลเป็น  $12 + 14 = 26$

ดังนั้น สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ คือ  $^{26}_{12}\text{Mg}^{+}$



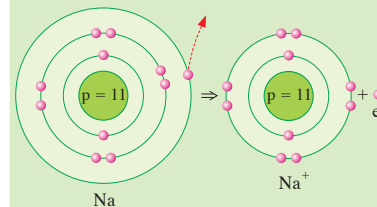
$^{40}_{20}\text{Ca}$  เขียนโครงสร้างอะตอมตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ได้อย่างไรนะ

### 3.3 ไอออน

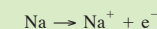
**ไอออน (ion)** คือ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งเกิดจากอะตอมให้หรือได้รับอิเล็กตรอน ทำให้จำนวนโปรตอนไม่เท่ากับอิเล็กตรอน ไอออนมี 2 ชนิด ดังนี้



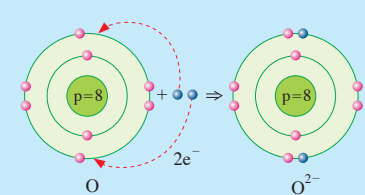
**ตัวอย่างที่ 5** ธาตุโซเดียม (Na) ให้อิเล็กตรอนไป 1 อนุภาค เกิดเป็นไอออนบวก คือ โซเดียมไอออน ( $\text{Na}^+$ )



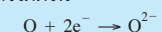
เขียนสมการได้ดังนี้



**ตัวอย่างที่ 6** ธาตุออกซิเจน (O) รับอิเล็กตรอนมา 2 อนุภาค เกิดเป็นไอออนลบ คือ ออกไซด์ไอออน ( $\text{O}^{2-}$ )



เขียนสมการได้ดังนี้





## กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3

### 1. ให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่กำหนดให้

1.1



แคลเซียม

1.2



คลอรีน

1.3



ฟอสฟอรัส

1.4



โพแทสเซียม

1.5



โซเดียม

1.6



ซัลเฟอร์

### 2. ให้เขียนชื่อธาตุจากสัญลักษณ์ที่กำหนดให้

2.1 N

2.2 Ne

2.3 Mn

2.4 Fe

2.5 Zn

2.6 Cu

### 3. ธาตุ X มีโปรตอน 19 อนุภาค และนิวตรอน 20 อนุภาค ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ X

### 4. พิจารณาสัญลักษณ์นิวเคลียร์ที่กำหนดให้ แล้วระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน เลขมวล และเลขอะตอม

4.1  ${}^7_3\text{Li}$ 4.2  ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$ 4.3  ${}^{56}_{26}\text{Fe}^{3+}$ 

### 5. กำหนดสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุให้ดังนี้ ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ${}^{31}_{15}\text{P}$ ${}^{32}_{16}\text{S}$ ถ้าเติมโปรตอนให้กับอะลูมิเนียมจำนวน 2 อนุภาค และเติมอิเล็กตรอนจำนวน 5 อนุภาค ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุที่เกิดขึ้น

## 4. ไอโซโทป ไอโซโทน และไอโซบาร์



### แนวคิดสำคัญ

ไอโซโทป คือ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน ซึ่งมีโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน  
ไอโซโทน คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดที่มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน และไอโซบาร์ คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดที่มีเลขมวลเท่ากัน

### 4.1 ไอโซโทป

**ไอโซโทป (isotope)** คือ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน มีเลขอะตอมเท่ากัน แต่เลขมวลต่างกัน จึงมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน ดังตัวอย่าง

#### ตัวอย่างที่ 7 ธาตุไฮโดรเจนมี 3 ไอโซโทป ดังนี้

|                                                       |                                                          |                                                       |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                                       |                                                          |                                                       |
| โปรเทียม<br>${}^1_1\text{H}$ หรือ H<br>p = 1<br>n = 0 | ดิวเทอเรียม<br>${}^2_1\text{H}$ หรือ D<br>p = 1<br>n = 1 | ทริเทียม<br>${}^3_1\text{H}$ หรือ T<br>p = 1<br>n = 2 |

#### ตัวอย่างที่ 8 ธาตุคาร์บอนมี 3 ไอโซโทป ดังนี้

|                                                     |                                                     |                                                     |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                     |                                                     |                                                     |
| คาร์บอน-12<br>${}^{12}_6\text{C}$<br>p = 6<br>n = 6 | คาร์บอน-13<br>${}^{13}_6\text{C}$<br>p = 6<br>n = 7 | คาร์บอน-14<br>${}^{14}_6\text{C}$<br>p = 6<br>n = 8 |

${}^1_1\text{H}$  เป็นอะตอมชนิดเดียวที่ไม่มีนิวตรอน

น้ำที่เกิดจาก  ${}^1_1\text{H}$  มีสูตร  $\text{D}_2\text{O}$  เรียกว่า น้ำมวลหนัก (heavy water)

${}^1_1\text{H}$  เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์

${}^{14}_6\text{C}$  เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่ใช้คำนวณหาอายุวัตถุโบราณ

น้ำที่เกิดจาก  ${}^1_1\text{H}$  มีอันตรายนะ



### ความรู้เพิ่มเติม

การเรียกชื่อไอโซโทปของธาตุ จะเรียกชื่อธาตุและตามด้วยเลขมวล เช่น

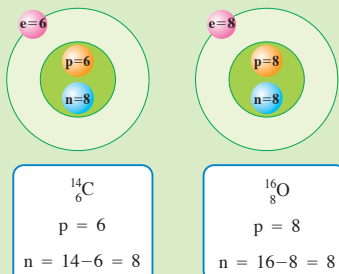
$^{12}_6\text{C}$  เขียนย่อ  $^{12}\text{C}$  เรียกว่า คาร์บอน-12       $^{17}_8\text{O}$  เขียนย่อ  $^{17}\text{O}$  เรียกว่า ออกซิเจน-17

$^{60}_{27}\text{Co}$  เขียนย่อ  $^{60}\text{Co}$  เรียกว่า โคบอลต์-60

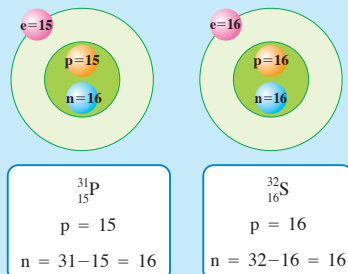
## 4.2 ไอโซโทน

ไอโซโทน (isotone) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดที่มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 9  $^{14}_6\text{C}$  กับ  $^{16}_8\text{O}$  เป็นไอโซโทนกัน ดังนี้



ตัวอย่างที่ 10  $^{31}_{15}\text{P}$  กับ  $^{32}_{16}\text{S}$  เป็นไอโซโทนกัน ดังนี้

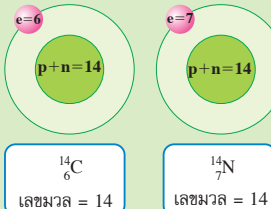


## 4.3 ไอโซบาร์

ไอโซบาร์ (isobar) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดที่มีเลขมวลเท่ากัน ดังตัวอย่าง

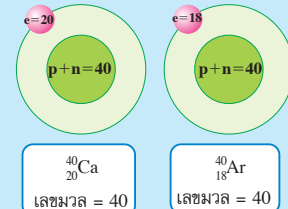
ตัวอย่างที่ 11

$^{14}_6\text{C}$  กับ  $^{14}_7\text{N}$  เป็นไอโซบาร์กัน ดังนี้



ตัวอย่างที่ 12

$^{40}_{20}\text{Ca}$  กับ  $^{40}_{18}\text{Ar}$  เป็นไอโซบาร์กัน ดังนี้

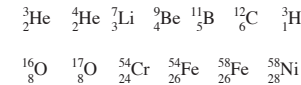


หลักการจำง่าย ๆ  
ไอโซโทป โปรตอนเท่า  
ไอโซโทน นิวตรอนเท่า  
ไอโซบาร์ เลขมวลเท่า



### กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.4

1. กำหนดสัญลักษณ์นิวเคลียร์ให้ดังนี้



ให้ระบุธาตุที่เป็นไอโซโทป ไอโซโทน และไอโซบาร์

- ธาตุ X มี 2 ไอโซโทป มีจำนวนโปรตอน 15 นิวคลีออน และ 16 และ 17 นิวคลีออน ตามลำดับ ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ X
- ธาตุ A มีจำนวนโปรตอนมากกว่า  $^{35}_{17}\text{Cl}$  3 นิวคลีออน และมีจำนวนนิวตรอนมากกว่า 2 นิวคลีออน ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ A



## กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

### “แบบจำลองอะตอม”

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนจัดกลุ่มและตั้งชื่อกลุ่ม
2. การทำกิจกรรมต้องระดมสมองในการสืบค้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยนำมาบูรณาการสร้างผลงาน อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลในการโต้แย้งจากประจักษ์พยานที่พบตลอดการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำกิจกรรม
3. นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

#### หัวข้อที่กำหนด

##### ● เลื่อยียตสฤดเก็ยลัญลัษณัแสดงเขยวชนชຸมณຸมวทยศศตร

##### หลักการ

1. แบบจำลองอะตอมทั้ง 5 แบบ มีลักษณะสวยงาม และให้ความรู้เกี่ยวกับอะตอมได้
2. ถ้าออกแบบเลือกแบบจำลองอะตอมและใช้สีสัณที่สวຍงาม นำไปตกแต่งบนเลื่อยียต เพื่อให้เป็นเลื่อยียตลัญลัษณัของนักเรียนชຸมณຸมวทยศศตร จะได้เลื่อยียตสฤดเก็ยลัญลัษณัสำหรับสวมใส่เมื่อไปทำกิจกรรมรຸมรຸกัน

##### ● ตຸกตณัณกัวทยศศตร

##### หลักการ

1. นักวิทยาศาสตร์ที่เสนอแบบจำลองอะตอมมีหลายท่าน ได้แก่ ดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบอนุภาคนิวตรอน
2. ถ้าออกแบบตຸกตณัณกัวทยศศตรที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองอะตอม สามารถใช้ตกแต่งห้องนั้เล่น ห้องเรียนให้มีบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นอกจากนี้จะได้รຸคວຸยรู้ ความสวຍงาม แล้วยังส่งเสริมทักษะการคิดจากการทราบประวัติและผลงานของแต่ละท่าน เช่นเดียวกับที่โรงเรียนส่วนใหญ่จะมีสวนวิทยาศาสตร์ที่มีรูปปั้นนักวิทยาศาสตร์คนสำคัญ ๆ ที่ควรรຸจັก



## สรุปเรื่องอะตอม

### Knowledge

400 ปีก่อน ค.ศ.



ดีโมคริตัส

อะตอมของน้ำ อะตอมของเหล็ก  
สรรพสิ่งทั้งหลายประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก เรียกว่า **อะตอม**



ค.ศ. 1803



ดอลตัน

อะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก (ทรงกลมตัน) ไม่สามารถแบ่งแยกได้ สร้างขึ้นหรือทำให้สูญหายไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน อะตอมของธาตุต่างชนิดกันรวมกันเป็นสารประกอบ

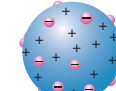


ค.ศ. 1897



ทอมสัน

อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุเป็นลบกระจายอย่างสม่ำเสมออยู่บนพื้นผิว และมีจำนวนเท่ากับประจุบวก ทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า

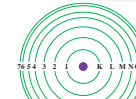


ค.ศ. 1914



โบร์

อะตอมมีนิวเคลียสขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสเป็นชั้น ๆ ตามระดับพลังงาน คล้ายวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์



ค.ศ. 1932



แชดวิก

มีนิวตรอนอยู่ในนิวเคลียส



ค.ศ. 1926-ปัจจุบัน



เออร์วิน ชเรอดิงเงอร์

อะตอมมีลักษณะเป็น กลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส บริเวณที่กลุ่มหมอกที่เป็นบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณกลุ่มหมอกจาง

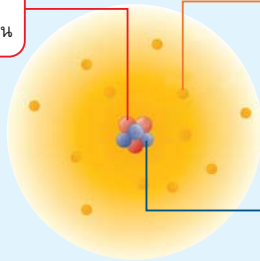


### แบบจำลองอะตอม

## อนุภาคมูลฐานของอะตอม

โปรตอน (proton) เป็นอนุภาคที่มีประจุ +1 และมีมวลเป็น 1.836 เท่าของอิเล็กตรอน

อิเล็กตรอน (electron) เป็นอนุภาคที่มีประจุ -1 และมีมวลน้อยมาก



นิวตรอน (neutron) เป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุ และมีมวลเป็น 1.839 เท่าของอิเล็กตรอน

## สัญลักษณ์ของธาตุและสัญลักษณ์นิวเคลียร์

สัญลักษณ์ของธาตุ เป็นอักษรย่อที่ใช้แทนการเรียกชื่อธาตุและใช้แทนธาตุ 1 อะตอม ซึ่งมาจากอักษรตัวแรกหรือตัวถัดไปในภาษาอังกฤษหรือภาษาละติน

Ca  
แคลเซียม

A  
Z

สัญลักษณ์นิวเคลียร์ (nuclear symbol) เป็นสัญลักษณ์ของธาตุที่แสดงจำนวนโปรตอนด้วยเลขอะตอม และแสดงผลบวกของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนด้วยเลขมวล

## ไอโซโทป ไอโซโทน และไอโซบาร์

- ไอโซโทป (isotope) หมายถึง อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน
- ไอโซโทน (isotone) หมายถึง อะตอมของธาตุต่างชนิดที่มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน
- ไอโซบาร์ (isobar) หมายถึง อะตอมของธาตุต่างชนิดที่มีเลขมวลเท่ากัน

## Process

- เปรียบเทียบความเหมือนและต่างของแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอก
- ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของธาตุจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์
- ระบุการเป็นไอโซโทป ไอโซโทน และไอโซบาร์ของธาตุ
- คิดแบบมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา

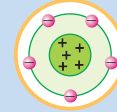
## Attribute

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน



## คำถามท้าทายหน่วยการเรียนรู้

1. พิจารณาแบบจำลองอะตอมที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



- 1.1 แบบจำลองอะตอมนี้ถูกเสนอขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ท่านใด
- 1.2 แบบจำลองอะตอมที่พัฒนาต่อจากแบบจำลองอะตอมนี้มีลักษณะอย่างไร

2. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกมีลักษณะอย่างไร และอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนว่าอย่างไร

3. อะตอมของธาตุฟลูออรีน (F) มีจำนวนโปรตอน 9 อนุภาค และมีจำนวนนิวตรอน 10 อนุภาค

3.1 ธาตุฟลูออรีนมีเลขอะตอมและเลขมวลเท่าไร

3.2 ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุฟลูออรีน

4. ให้เขียนสมการที่แสดงว่าอะตอมของธาตุ X เปลี่ยนไปเป็นไอออนของธาตุ X ที่มีประจุ 3+

5. ให้เขียนสมการที่แสดงว่าอะตอมของธาตุซัลเฟอร์หรือกำมะถัน (S) ได้รับอิเล็กตรอนจำนวน 2 อนุภาค แล้วเปลี่ยนเป็นไอออนของธาตุซัลเฟอร์

6. พิจารณาตารางแสดงสัญลักษณ์ของธาตุหรือไอออน เลขมวล เลขอะตอม จำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

| สัญลักษณ์ของธาตุ / ไอออน                    | เลขมวล | เลขอะตอม | จำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอม |            |         | สัญลักษณ์นิวเคลียร์        |
|---------------------------------------------|--------|----------|---------------------------|------------|---------|----------------------------|
|                                             |        |          | โปรตอน                    | อิเล็กตรอน | นิวตรอน |                            |
| N                                           | 14     |          | 7                         |            |         |                            |
| Li                                          |        | 3        |                           |            | 4       |                            |
| K                                           | 39     |          |                           | 19         |         |                            |
| ให้นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดประจำตัวนักเรียน |        |          |                           |            |         | $^{60}_{27}\text{Co}$      |
| P                                           |        |          | 15                        |            | 16      |                            |
| I                                           | 127    |          |                           |            | 74      |                            |
|                                             |        |          |                           |            |         | $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ |
| $\text{S}^{2-}$                             | 32     |          |                           | 18         |         |                            |
| $\text{Ba}^{2+}$                            |        | 56       |                           |            | 81      |                            |
| $\text{Br}^-$                               |        |          | 35                        |            | 45      |                            |

7. ไอออน  $X^{2+}$  มีจำนวนอิเล็กตรอน 18 อนุภาค และมีจำนวนนิวตรอน 20 อนุภาค
  - 7.1 ธาตุ X มีจำนวนโปรตอนกี่อนุภาค
  - 7.2 ธาตุ X มีเลขอะตอมเท่าไร
  - 7.3 ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ X
8. ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนต่างกันเป็นธาตุชนิดเดียวกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
9. ธาตุ X มีจำนวนโปรตอน 35 อนุภาค และมีจำนวนนิวตรอน 45 อนุภาค ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ X
10. เมื่อเติมโปรตอนเข้าไปในนิวเคลียสของธาตุแมกนีเซียม ( $^{24}_{12}\text{Mg}$ ) จำนวน 3 อนุภาค และเติมอิเล็กตรอนจำนวน 6 อนุภาค ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุที่เกิดขึ้น โดยกำหนดให้สัญลักษณ์ของธาตุที่เกิดขึ้นเป็น Y
11. ถ้าดึงโปรตอนออกจากนิวเคลียสของธาตุคลอรีน ( $^{35}_{17}\text{Cl}$ ) จำนวน 1 อนุภาค และเติมอิเล็กตรอนจำนวน 1 อนุภาค
  - 11.1 ธาตุคลอรีนจะเปลี่ยนเป็นธาตุอื่นหรือไม่ เพราะเหตุใด
  - 11.2 ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุที่เกิดขึ้น
12. ธาตุโซเดียม ( $^{23}_{11}\text{Na}$ ) และธาตุแมกนีเซียม ( $^{24}_{12}\text{Mg}$ ) มีจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมชนิดใดเท่ากัน และเรียกความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมของธาตุทั้งสองนี้ว่าอะไร
13. S-32 หมายความว่าอย่างไร
14.  $^a_b\text{X}$  และ  $^{b+2}_a\text{X}$  สัมพันธ์กันอย่างไร
15. จากข้อ 14 ถ้า a เท่ากับ 17 ให้เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ  $^a_b\text{X}$  และ  $^{b+2}_a\text{X}$  โดยแสดงค่าของเลขมวลและเลขอะตอมเป็นตัวเลข