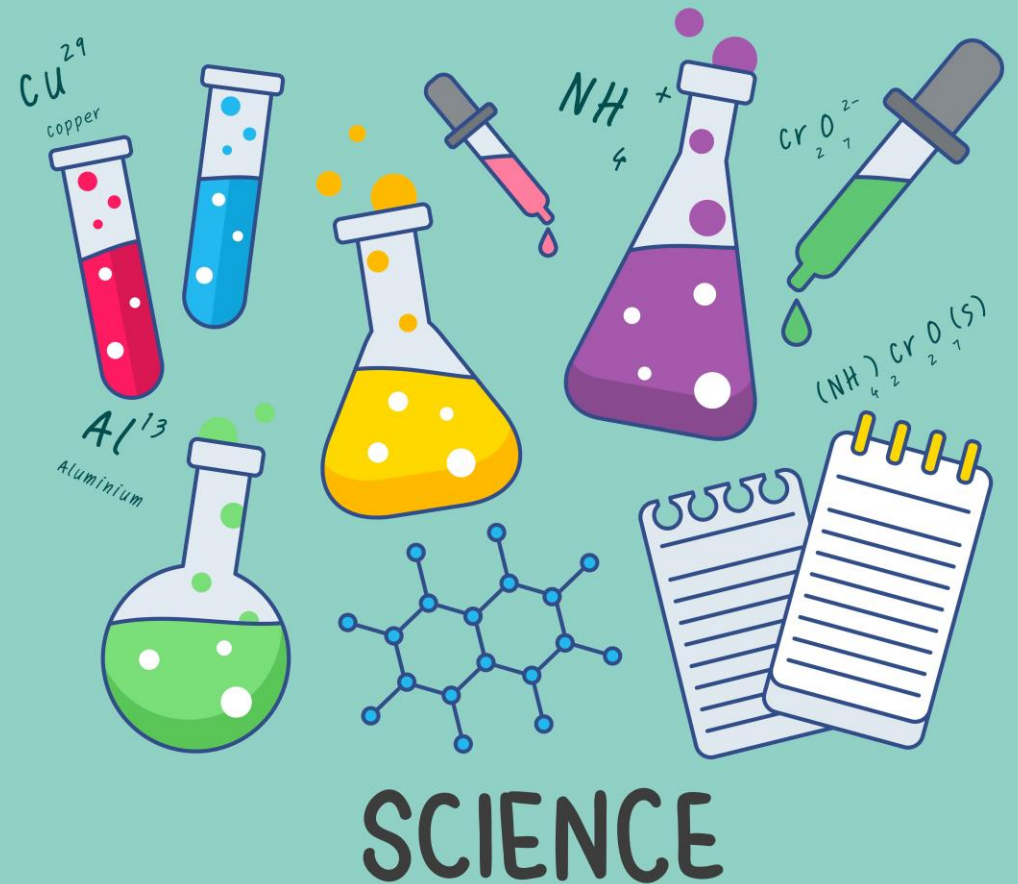


รายวิชา วิทยาศาสตร์

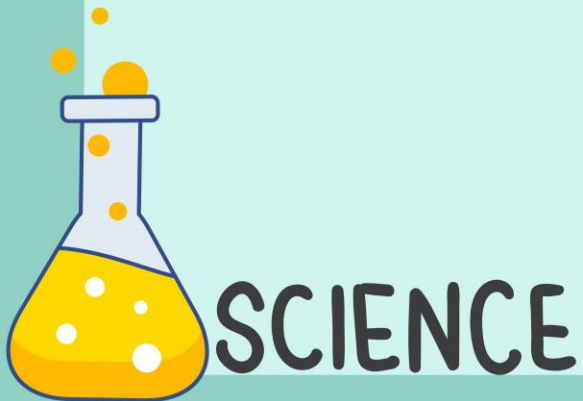
รหัสวิชา ว21101
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง โครงสร้างอะตอม (1)

ผู้สอน ครุฑนันทรัตน์ เจริญสุข



โครงสร้างอะตอม (1)



จุดประสงค์การเรียนรู้



1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอะตอม ธาตุและสารประกอบ
2. อธิบายโครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน
3. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ รวมทั้งจัดกลุ่มธาตุเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ



จุดประสงค์การเรียนรู้



4. วิเคราะห์และสรุปผลจากการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ และธาตุกัมมันตรังสี
5. นำเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คุ่มค่า



คำสำคัญ

อนุภาค

อะตอม

โครงสร้างอะตอม

นิวเคลียส

โปรตอน

อิเล็กตรอน

นิวตรอน

สังเกตภาพ



ข้อมูลจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สสวท.

สังเกตภาพ



ภาพจากกล้องจุลทรรศน์
อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
(Scanning Electron Microscope)
แสดงส่วนหัวของแมลงวัน
ส่วนสีเขียวอ่อนคือตาของแมลงวัน

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์มีเครื่องมือที่สามารถ
ตรวจสอบโครงสร้างของสาร หรือสิ่งมีชีวิตได้ละเอียด
จนถึงระดับอะตอม หรือระดับนาโนเมตร (10^{-9}) ปุ่มที่ตา
ของแมลงวันแต่ละปุ่มประกอบด้วยอะตอมจำนวนมาก

ภาพของสารหรือสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้ ได้มาจากการฉายอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าอะตอมลงบนสารหรือสิ่งมีชีวิต อนุภาคที่เล็กกว่าอะตอมคืออะไรบ้าง และอะตอมคืออะไร อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีอนุภาคเล็ก ๆ เหมือนกันหรือไม่

คำถามสำคัญ

อะตอม คืออะไร?

สารชนิดใดบ้างที่ประกอบไปด้วยอะตอม.....?

ทบทวนความรู้ ก่อนเรียน



สารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นธาตุหรือสารประกอบ

ลำดับ	สาร	ธาตุ	สารประกอบ
1	Ca		
2	H ₂ O		
3	He		
4	H ₂		
5	NaCl		

เฉลย สารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นธาตุหรือสารประกอบ

ลำดับ	สาร	ธาตุ	สารประกอบ
1	Ca	✓	
2	H ₂ O		✓
3	He	✓	
4	H ₂	✓	
5	NaCl		✓

ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

ถ้าแบ่งธาตุ เช่น ทองคำ ให้มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ
จนมีขนาดเล็กที่สุดซึ่งมองไม่เห็น จะเป็นอย่างไร

- ก. ทองคำจะหายไปทั้งหมด
- ข. ทองคำกลายเป็นธาตุอื่น
- ค. เหลืออะตอมของทองคำ ซึ่งเล็กจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

(เฉลย) ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

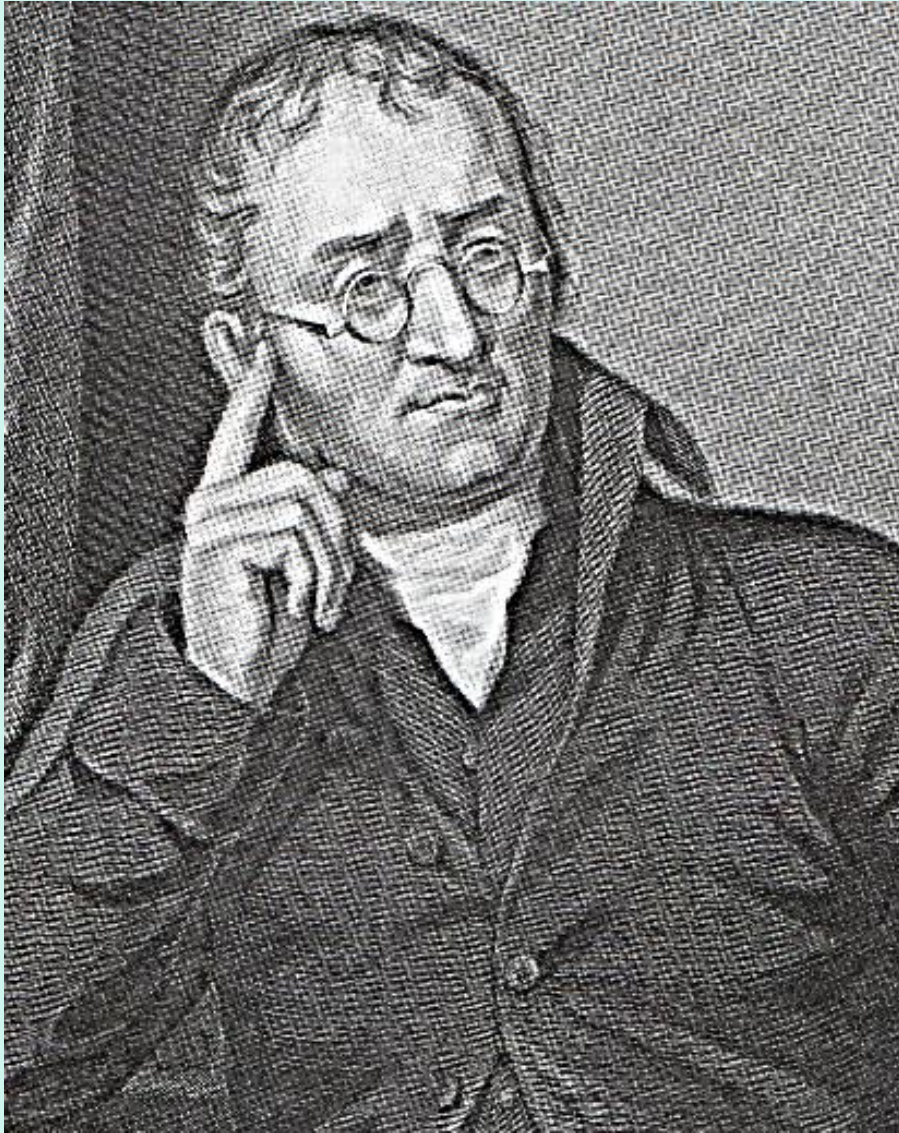
ถ้าแบ่งธาตุ เช่น ทองคำ ให้มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ
จนมีขนาดเล็กที่สุดซึ่งมองไม่เห็น จะเป็นอย่างไร

- ก. ทองคำจะหายไปทั้งหมด
- ข. ทองคำกลายเป็นธาตุอื่น
- ค. เหลืออะตอมของทองคำ ซึ่งเล็กจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

เกร็ดน่ารู้

นักปราชญ์ชาวกรีกโบราณเชื่อว่าสารต่าง ๆ ประกอบขึ้นจากอนุภาค
ที่เล็กจนมองไม่เห็นเรียกว่า อะตอม (atom) หรือ atomos
ในภาษากรีก (a แปลว่าไม่ และ atomos แปลว่า แบ่ง)
จนกระทั่งปี พ.ศ. 2351 – 2353 จอห์น ดาลตัน
นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เสนอทฤษฎีอะตอม ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ข้อมูลจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สสวท.



จอห์น ดอลตัน
นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ
เสนอทฤษฎีอะตอม
และแบบจำลองอะตอม
ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

1. ธาตุต่าง ๆ ประกอบด้วยอนุภาคเล็กจำนวนมากและอนุภาคเล็ก ๆ เหล่านี้เรียกว่า อะตอม
2. อะตอมของธาตุต่าง ๆ มีน้ำหนักเฉพาะของอะตอมของธาตุนั้น
3. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของอะตอมตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยรวมตัวกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัว
4. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งมีสารใหม่เกิดขึ้นเกิดจากการเรียงตัวกันใหม่ของอะตอม

แบบจำลองอะตอมของดอลตัน



1803

BORN

6 SEP 1766

DIED

27 JUL 1844

JOHN DALTON



MODEL

ทรงกลมตัน

แบบจำลองอะตอมของดอลตันมี
ลักษณะเป็นทรงกลมตันขนาดเล็ก
มาก ภายในว่างเปล่าไม่มีอนุภาคอื่น
และไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

เกร็ดน่ารู้

อะตอมมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าหรือกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงไม่เห็น แต่นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม จนทำให้ทราบว่าภายในอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กลงไปอีก นักวิทยาศาสตร์จึงใช้แบบจำลองอะตอมเพื่อใช้ในการอธิบายองค์ประกอบภายในอะตอม ถ้ามีข้อมูลจากการทดลองต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น นักวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอม

เกร็ดน่ารู้

อนุภาค (particle)

หมายถึง สิ่งที่มีขนาดเล็กมาก เช่น อะตอม
โมเลกุล โปรตอน นิวตรอน หรือ อิเล็กตรอน

ใบความรู้

อะตอมของธาตุประกอบด้วย โปรตอน (proton) นิวตรอน (neutron) และอิเล็กตรอน (electron) อนุภาคทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอะตอมของธาตุทุกธาตุ โดยโปรตอน และนิวตรอนอยู่รวมกันตรงศูนย์กลางของอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส (nucleus) ซึ่งมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับขนาดของอะตอม

พื้นที่ที่เหลือของอะตอมเป็นที่ว่าง
อิเล็กตรอน เคลื่อนที่อยู่ในที่ว่างโดยรอบนิวเคลียส
ธาตุต่างชนิดกันจะมีจำนวนโปรตอนต่างกัน เช่น

He ฮีเลียม มี 2 โปรตอน

C คาร์บอน มี 6 โปรตอน

Al อะลูมิเนียม มี 13 โปรตอน

ดังนั้น จำนวนโปรตอนจะบอกชนิดของธาตุ
นอกจากนี้ แต่ละอะตอมอาจจะมีจำนวนโปรตอน
ใกล้เคียง หรือเท่ากับ จำนวนนิวตรอน

โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน
มีประจุไฟฟ้าแตกต่างกัน โดย
โปรตอน มีประจุไฟฟ้า บวก +
นิวตรอนเป็นกลางทางไฟฟ้า (ไม่มีประจุ)
อิเล็กตรอน มีประจุไฟฟ้า ลบ -

ใบความรู้

อะตอม มีจำนวน โปรตอน เท่ากับ จำนวนอิเล็กตรอน
ดังนั้น อะตอมจึงมีจำนวนอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก
จะเท่ากับจำนวนอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ
(ประจุ + เท่ากับ ประจุ -)
ทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า

ตอบคำถาม ระหว่างเรียน



ภาพ www.freepik.com

@Watcartoon @rawpixel.com

1. อะตอมหนึ่งมี 7 โปรตอน 7 นิวตรอน ส่วนอะตอมที่สองมี 7 โปรตอน 8 นิวตรอน อะตอมทั้งสองนี้เป็นอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

อะตอมทั้งสองเป็นอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน
เพราะมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน

2. นิวเคลียสของธาตุแต่ละชนิดมีประจุไฟฟ้ารวม เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

นิวเคลียสของธาตุแต่ละชนิดมีประจุไฟฟ้าบวก เนื่องจากประกอบด้วยโปรตอน ซึ่งมีประจุบวก และนิวตรอนซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่ออยู่รวมกันจึงเป็นประจุไฟฟ้าบวก

3. ถ้าอะตอมของธาตุฮีเลียมมี 2 โปรตอน 2 นิวตรอน และ 2 อิเล็กตรอน อะตอมของธาตุฮีเลียมจะมีประจุไฟฟ้าอะไร เพราะเหตุใด

อะตอมของธาตุฮีเลียมจะเป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากมีอนุภาคที่มีประจุบวก 2 อนุภาค อนุภาคที่เป็นกลาง 2 อนุภาค และอนุภาคที่มีประจุลบ 2 อนุภาค เมื่ออยู่รวมกันจึงเป็นกลางทางไฟฟ้า

เกร็ดน่ารู้

อะตอมของ H ไฮโดรเจน เป็นอะตอมเพียงชนิดเดียว
ที่ไม่มีนิวตรอน และเป็นอะตอมที่มีมวลน้อยที่สุด

แนวคิดคลาสิกเคลื่อน	แนวความคิดที่ถูกต้อง
อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลม ล้อมรอบนิวเคลียส เป็นวงโคจรรูปวงกลมหรือวงรี ในลักษณะเดียวกันกับดาวเคราะห์ เคลื่อนที่เป็นวงโคจรรอบดวงอาทิตย์	อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่ในที่ว่าง ซึ่งอยู่ล้อมรอบนิวเคลียส แต่การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ไม่จำเป็นต้องเป็นวง
อะตอมของธาตุชนิดหนึ่ง จะมีจำนวนโปรตอนและนิวตรอนเท่ากันเสมอ	อะตอมของธาตุชนิดหนึ่งจะมีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากันเสมอ แต่จำนวนโปรตอนไม่จำเป็นต้องเท่ากับจำนวนนิวตรอน

แบบจำลองอะตอม

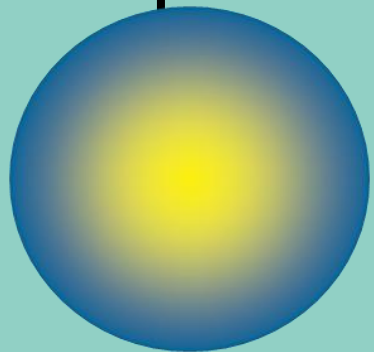
ได้แก่แบบจำลอง

คอลลัตัน

อธิบายแทนด้วย

ทรงกลม

แสดงด้วย

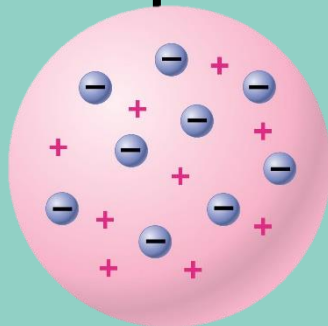


ทอมสัน

อธิบายว่า

ประกอบด้วย
ประจุบวกและมี
อิเล็กตรอน
กระจายอยู่ทั่วไป

แสดงด้วย

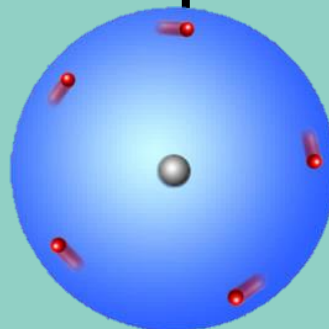


รัทเทอร์ฟอร์ด

อธิบายว่า

มีนิวเคลียสขนาดเล็ก
มากอยู่ภายในและมี
อิเล็กตรอนเคลื่อนที่
อยู่รอบ

แสดงด้วย

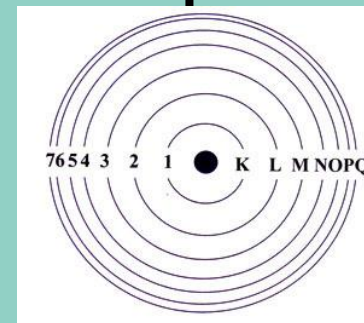


โบร์

อธิบายว่า

อิเล็กตรอน
เคลื่อนที่รอบ
นิวเคลียสเป็นวง
แต่ละวงจะมีระดับ
พลังงานเฉพาะตัว

แสดงด้วย

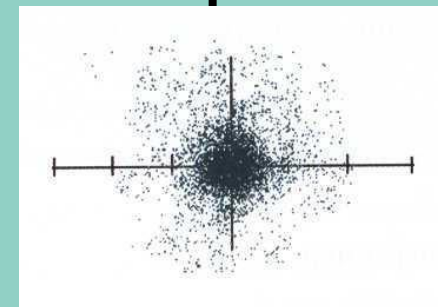


กลุ่มหมอก

อธิบายว่า

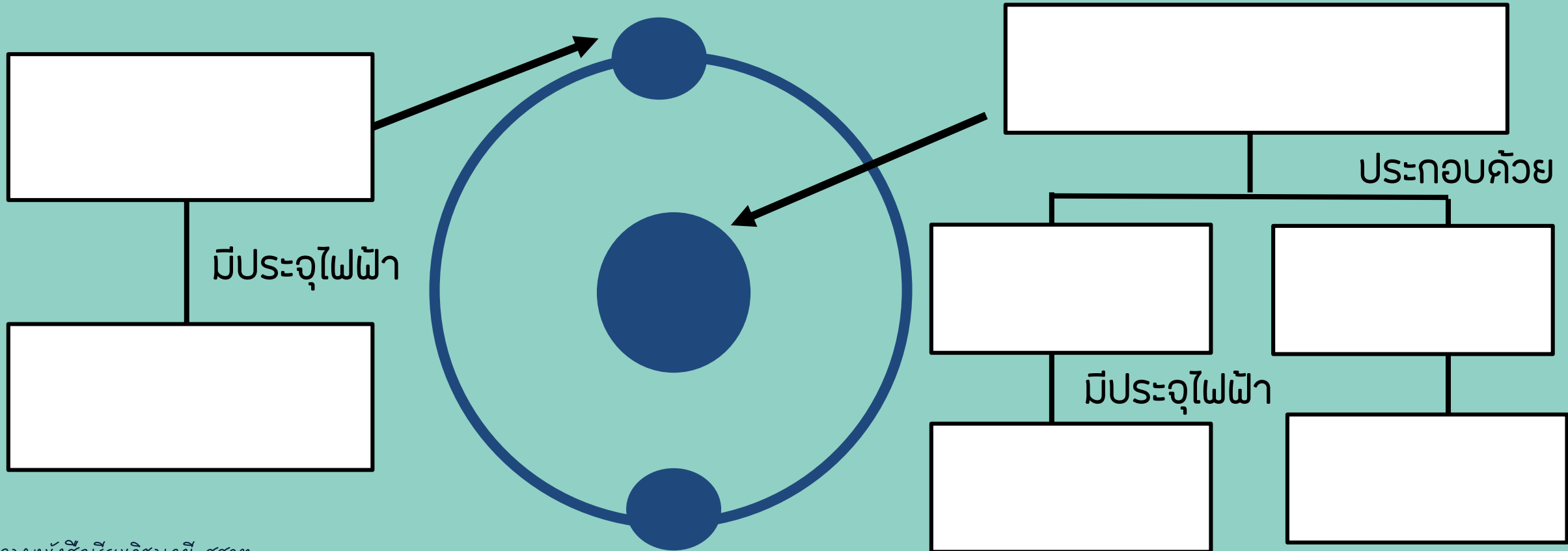
กลุ่มหมอกรอบ
นิวเคลียสบริเวณที่
ทึบ มีโอกาสพบ
อิเล็กตรอนได้
มากกว่าบริเวณที่
จาง

แสดงด้วย



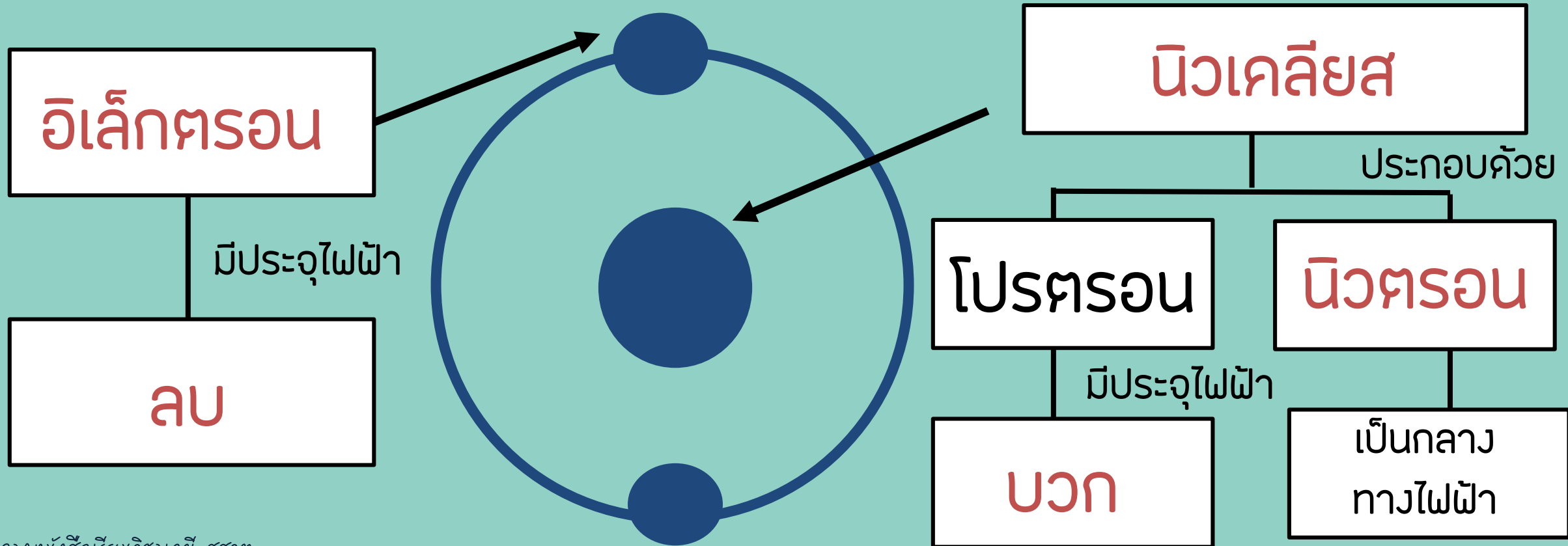
แบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ในยุคหนึ่งเป็นดังรูป
จงนำคำที่กำหนดให้ เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

นิวตรอน อิเล็กตรอน นิวเคลียส บวก ลบ



เฉลย แบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ในยุคหนึ่งเป็นดังรูป
จงนำคำที่กำหนดให้ เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

นิวตรอน อิเล็กตรอน นิวเคลียส บวก ลบ



กิจกรรม โครงสร้างอะตอม เป็นอย่างไร



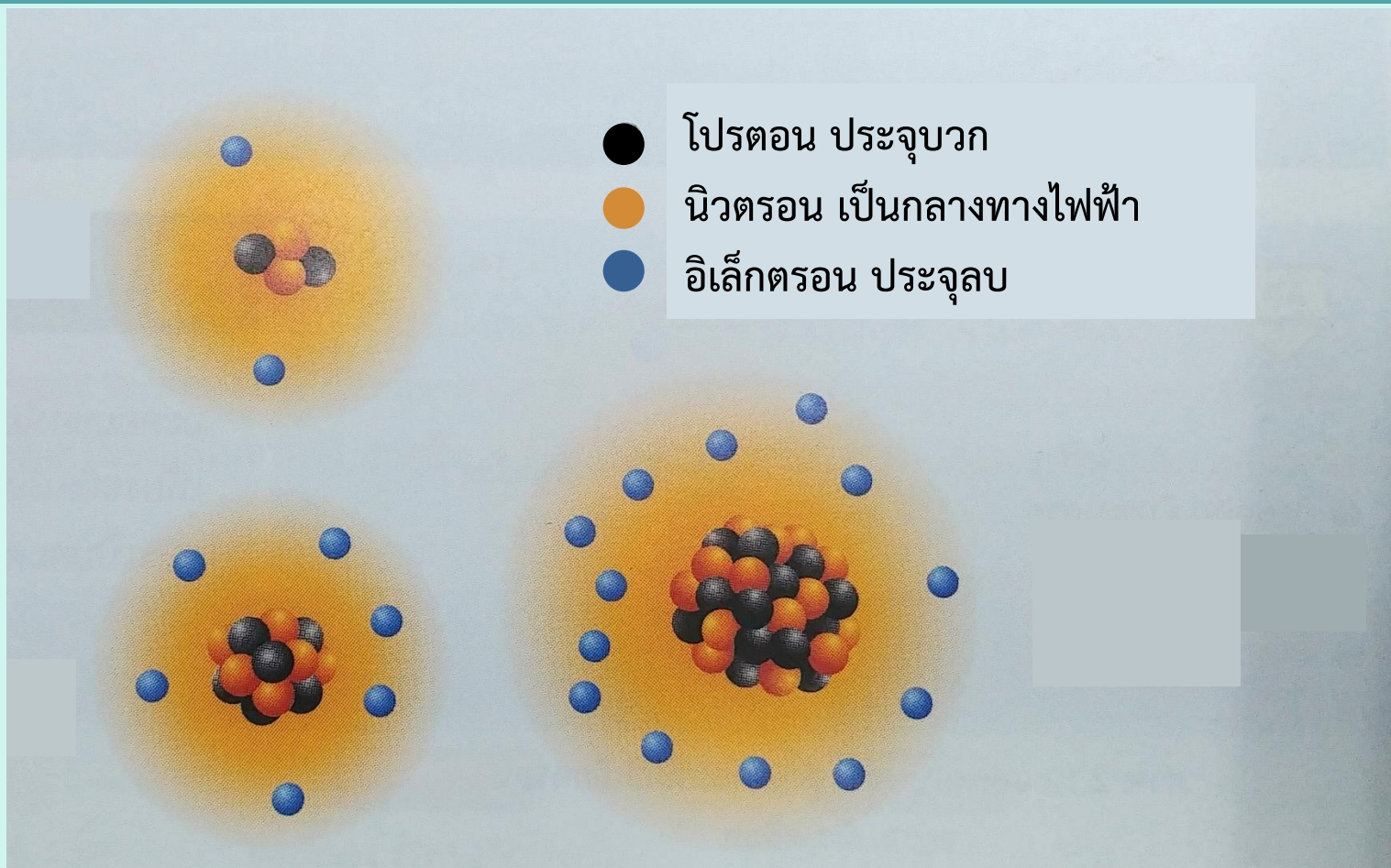
จุดประสงค์การทำกิจกรรม

1. วิเคราะห์และอธิบายโครงสร้างอะตอมจากแบบจำลอง
2. สืบค้นและสร้างแบบจำลองอะตอม

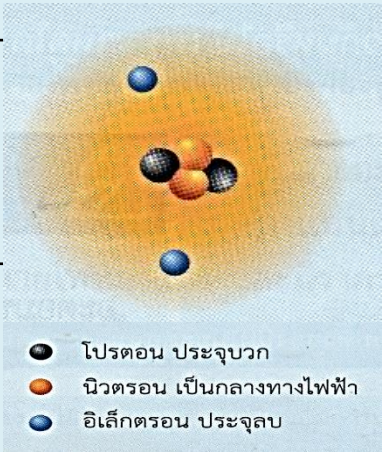
วิธีดำเนินการกิจกรรม

1. สังเกตชนิดและการจัดเรียงตัวของอนุภาคภายในอะตอมจากแบบจำลองอะตอมของธาตุ He ฮีเลียม C คาร์บอน และ Al อะลูมิเนียม บันทึกผล
2. สืบค้นโครงสร้างอะตอมของธาตุที่สนใจ 1 ธาตุ และสร้างแบบจำลองอะตอม
3. นำเสนอแบบจำลองอะตอมที่สร้างขึ้น อธิบายโครงสร้างอะตอมของธาตุนั้น

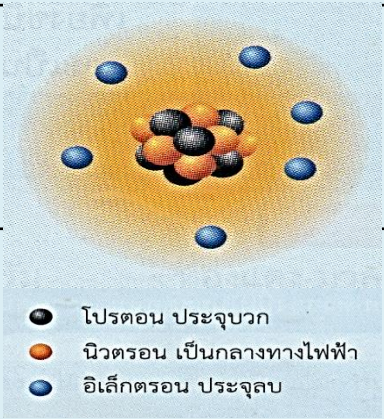
ดำเนินกิจกรรม



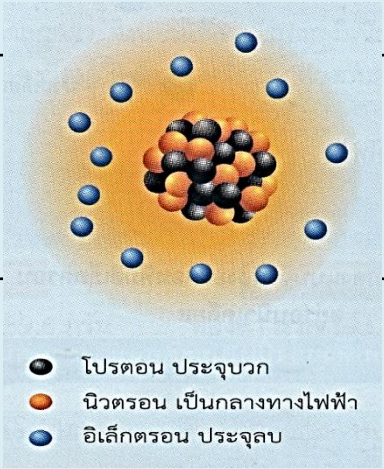
ตารางบันทึกผล

อะตอมของธาตุ	ชนิดอนุภาคที่พบ	จำนวนอนุภาค	การจัดเรียงตัว
He ฮีเลียม			
 ● โปรตอน ประจุบวก ● นิวตรอน เป็นกลางทางไฟฟ้า ● อิเล็กตรอน ประจุลบ			

ตารางบันทึกผล

อะตอมของธาตุ	ชนิดอนุภาคที่พบ	จำนวนอนุภาค	การจัดเรียงตัว
C คาร์บอน			
  โปรตอน ประจุบวก  นิวตรอน เป็นกลางทางไฟฟ้า  อิเล็กตรอน ประจุลบ			

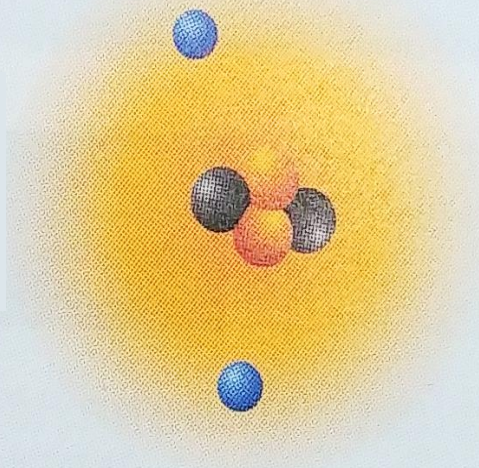
ตารางบันทึกผล

อะตอมของธาตุ	ชนิดอนุภาคที่พบ	จำนวนอนุภาค	การจัดเรียงตัว
Al อะลูมิเนียม			
 ● โปรตอน ประจุบวก ● นิวตรอน เป็นกลางทางไฟฟ้า ● อิเล็กตรอน ประจุลบ			

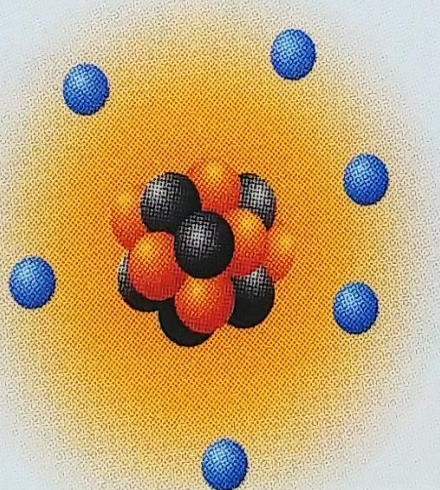
ตารางบันทึกผล

อะตอมของธาตุ	ชนิดอนุภาคที่พบ	จำนวนอนุภาค	การจัดเรียงตัว
He ฮีเลียม	โปรตอน	2	โปรตอนและนิวตรอน อยู่ในนิวเคลียส บริเวณ ตรงกลางอะตอม อิเล็กตรอนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส
	นิวตรอน	2	
	อิเล็กตรอน	2	

ฮีเลียม ประกอบด้วย
2 โปรตอน 2 นิวตรอน 2 อิเล็กตรอน

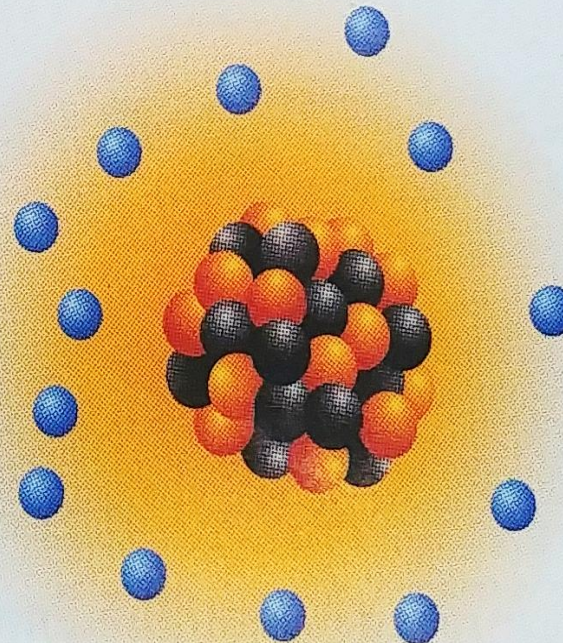


คาร์บอน ประกอบด้วย
6 โปรตอน 6 นิวตรอน 6 อิเล็กตรอน



- โปรตอน ประจุบวก
- นิวตรอน เป็นกลางทางไฟฟ้า
- อิเล็กตรอน ประจุลบ

อะลูมิเนียม ประกอบด้วย
13 โปรตอน 14 นิวตรอน
13 อิเล็กตรอน



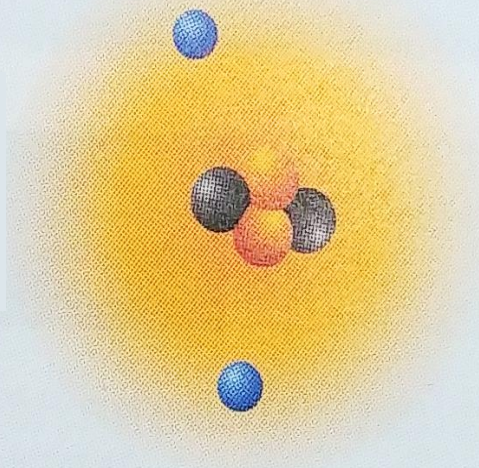
ข้อมูลจากหนังสือเรื่องวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สวท.

ภาพแบบจำลองอะตอมของธาตุ ฮีเลียม คาร์บอนและอะลูมิเนียม

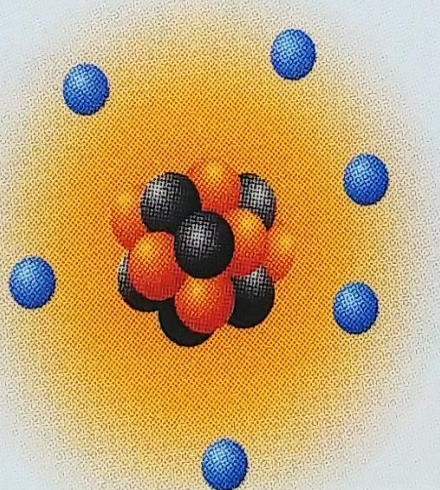
ตารางบันทึกผล

อะตอมของธาตุ	ชนิดอนุภาคที่พบ	จำนวนอนุภาค	การจัดเรียงตัว
C คาร์บอน	โปรตอน	6	โปรตอนและนิวตรอน อยู่ในนิวเคลียส บริเวณ ตรงกลางอะตอม อิเล็กตรอนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส
	นิวตรอน	6	
	อิเล็กตรอน	6	

ฮีเลียม ประกอบด้วย
2 โปรตอน 2 นิวตรอน 2 อิเล็กตรอน

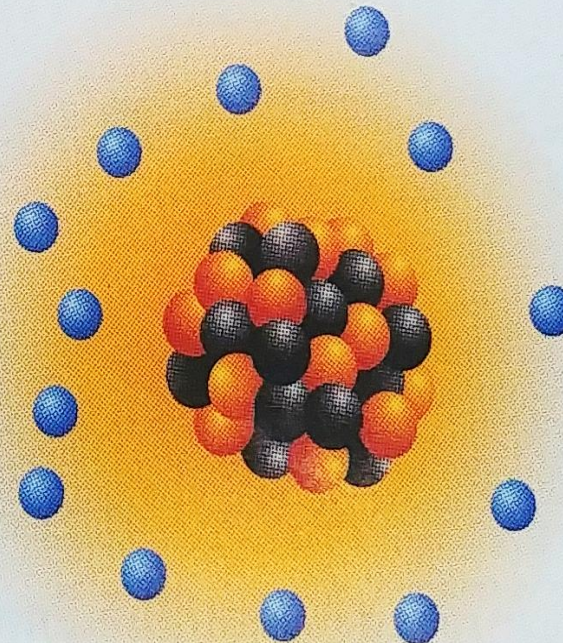


คาร์บอน ประกอบด้วย
6 โปรตอน 6 นิวตรอน 6 อิเล็กตรอน



- โปรตอน ประจุบวก
- นิวตรอน เป็นกลางทางไฟฟ้า
- อิเล็กตรอน ประจุลบ

อะลูมิเนียม ประกอบด้วย
13 โปรตอน 14 นิวตรอน
13 อิเล็กตรอน



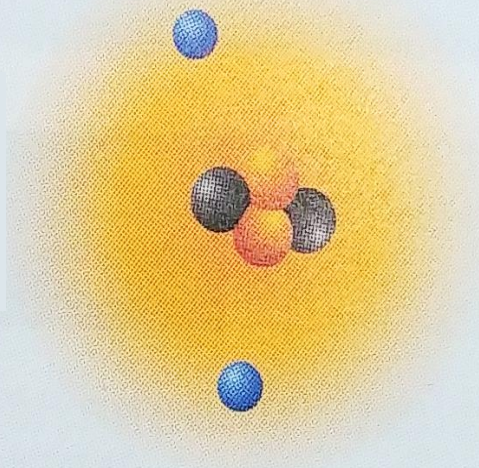
ข้อมูลจากหนังสือเรื่องวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สวท.

ภาพแบบจำลองอะตอมของธาตุ ฮีเลียม คาร์บอนและอะลูมิเนียม

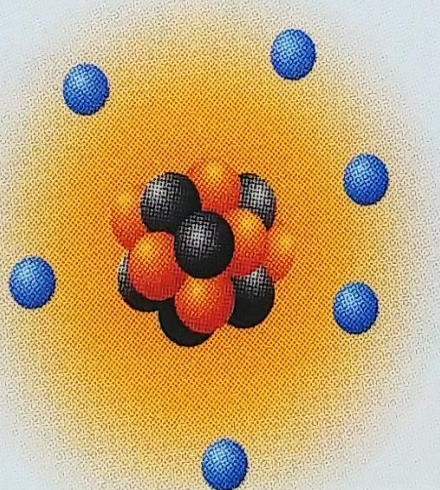
ตารางบันทึกผล

อะตอมของธาตุ	ชนิดอนุภาคที่พบ	จำนวนอนุภาค	การจัดเรียงตัว
Al อะลูมิเนียม	โปรตอน	13	โปรตอนและนิวตรอน อยู่ในนิวเคลียส บริเวณ ตรงกลางอะตอม อิเล็กตรอนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส
	นิวตรอน	14	
	อิเล็กตรอน	13	

ฮีเลียม ประกอบด้วย
2 โปรตอน 2 นิวตรอน 2 อิเล็กตรอน

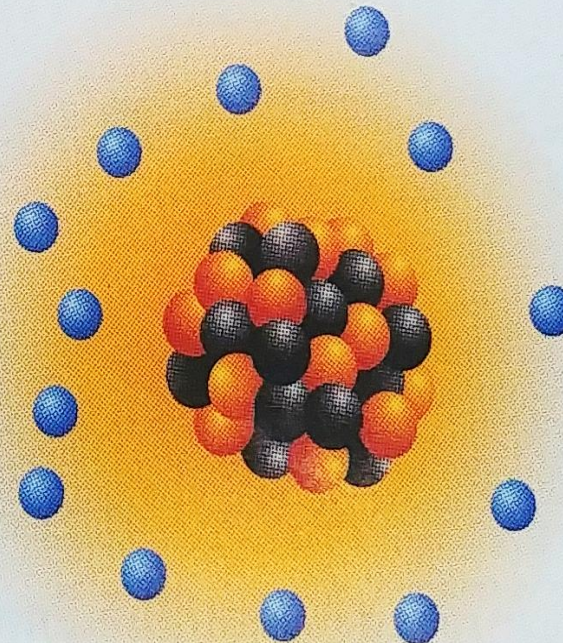


คาร์บอน ประกอบด้วย
6 โปรตอน 6 นิวตรอน 6 อิเล็กตรอน



- โปรตอน ประจุบวก
- นิวตรอน เป็นกลางทางไฟฟ้า
- อิเล็กตรอน ประจุลบ

อะลูมิเนียม ประกอบด้วย
13 โปรตอน 14 นิวตรอน
13 อิเล็กตรอน



ข้อมูลจากหนังสือเรื่องวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สวท.

ภาพแบบจำลองอะตอมของธาตุ ฮีเลียม คาร์บอนและอะลูมิเนียม

ตารางบันทึกผล

อะตอมของธาตุ	ชนิดอนุภาคที่พบ	จำนวนอนุภาค	การจัดเรียงตัว
Li ลิเทียม	โปรตอน	3	โปรตอนและนิวตรอน อยู่ในนิวเคลียส บริเวณ ตรงกลางอะตอม อิเล็กตรอนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส
	นิวตรอน	4	
	อิเล็กตรอน	3	

สัญลักษณ์นิวเคลียร์



แบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ

ตอบคำถาม ท้ายกิจกรรม



ภาพ www.freepik.com

@Watcartoon @rawpixel.com

1. ชนิดและจำนวนของอนุภาคภายในอะตอม ของธาตุต่าง ๆ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

อะตอมของธาตุฮีเลียม คาร์บอน และอะลูมิเนียม ประกอบด้วยอนุภาค 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอนและ อิเล็กตรอน เหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่จำนวนอนุภาค โดยฮีเลียมประกอบด้วย 2 โปรตอน 2 นิวตรอน และ 2 อิเล็กตรอน คาร์บอน ประกอบด้วย 6 โปรตอน 6 นิวตรอน และ 6 อิเล็กตรอน ส่วนอะลูมิเนียมประกอบด้วย 13 โปรตอน 14 นิวตรอน และ 13 อิเล็กตรอน

2. การจัดเรียงตัวของอนุภาคต่าง ๆ ภายในอะตอม ของธาตุแต่ละชนิดเหมือนกันอย่างไร

การเรียงตัวของอนุภาคภายในอะตอมของธาตุฮีเลียม คาร์บอน และอะลูมิเนียม เหมือนกันคือโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันตรงกลางของอะตอม อิเล็กตรอนอยู่ในที่ว่างรอบ ๆ และแตกต่างกันที่จำนวนอนุภาค

3. จากกิจกรรมสรุปได้ว่าอย่างไร

อะตอมของธาตุประกอบด้วย โปรตอน (proton) นิวตรอน (neutron) และ อิเล็กตรอน (electron) โดยโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันตรงกลางของอะตอม อิเล็กตรอนอยู่ในที่ว่างรอบ ๆ แต่ละอนุภาคมีประจุแตกต่างกัน โดยแต่ละธาตุมีจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนแตกต่างกันแต่จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนของแต่ละธาตุจะเท่ากัน

ความรู้ที่ได้



ภาพ www.freepik.com

@Watcartoon @rawpixel.com

โครงสร้างอะตอม

- โปรตอน ประจุบวก
- นิวตรอน เป็นกลางทางไฟฟ้า
- อิเล็กตรอน ประจุลบ

อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้
และอยู่รอบนิวเคลียส



นิวเคลียสประกอบด้วย โปรตอน
และนิวตรอน ซึ่งกระจุกตัวรวม
กันหนาแน่น

อะตอมประกอบด้วยที่ว่างเป็นส่วนใหญ่

ความรู้ที่ได้

โครงสร้างอะตอมประกอบด้วย โปรตอน (proton) นิวตรอน (neutron) และอิเล็กตรอน (electron) โปรตอนมีประจุบวก นิวตรอนเป็นกลางทางไฟฟ้า ส่วนอิเล็กตรอนมีประจุลบ โดยโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันในนิวเคลียส

ซึ่งอยู่ตรงกลางอะตอม โดยมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่โดยรอบนิวเคลียส แต่ละธาตุมีจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอนของแตกต่างกัน แต่จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนของแต่ละธาตุจะเท่ากัน

ชั่วโมงต่อไปทำกิจกรรม
เรื่อง โครงสร้างอะตอม (2)