



คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ยึดหลักการทำงานร่วมกัน ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ชุดการสอนนี้จะทำหน้าที่เป็นผู้นำให้คำแนะนำนักเรียน ฉะนั้นนักเรียนต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด จึงจะทำให้การเรียนการสอนบังเกิดผลดี ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. นักเรียนควรศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมของชุดการสอนตามลำดับ โดยชุดการสอนแต่ละชุดจะมีส่วนประกอบ ดังนี้

- 1.1 คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
- 1.2 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3 บัตรคำสั่ง
- 1.4 บัตรกิจกรรม
- 1.5 เฉลยบัตรกิจกรรม
- 1.6 บัตรความรู้
- 1.7 บัตรงาน
- 1.8 เฉลยบัตรงาน
- 1.9 แบบฝึกหัด
- 1.10 เฉลยแบบฝึกหัด
- 1.11 แบบทดสอบประจำชุด
- 1.12 เฉลยแบบทดสอบประจำชุด

2. การทำกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม เมื่อทำเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบทันทีโดยตรวจคำตอบจากเฉลย

3. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการสอนจบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำชุดการสอน พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบประจำชุดการสอน โดยตรวจคำตอบจากเฉลย

สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร



มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/1 สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างอะตอมและสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

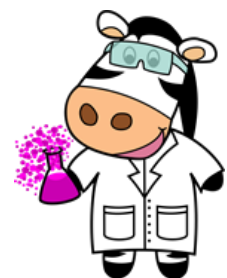
1. อธิบายความหมายและแนวคิดการสร้างแบบจำลองอะตอมทางวิทยาศาสตร์ได้
2. สืบค้นข้อมูลแบบจำลองอะตอมของคอลลัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และกลุ่มหมอกได้
3. อธิบาย และเปรียบเทียบลักษณะแบบจำลองอะตอมของคอลลัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์และกลุ่มหมอกได้
4. นักเรียนมีความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน



บัตรคำสั่งที่ 2

สำหรับประธานกลุ่ม

1. ให้ประธานกลุ่มมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิกกลุ่ม ดังนี้ (ใช้เวลา 5 นาที)
 - 1.1 ผู้ควบคุมเวลา ทำหน้าที่รักษาเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อให้เสร็จทันเวลาทุกกิจกรรม
 - 1.2 ผู้อ่าน ทำหน้าที่อ่านบัตรกิจกรรม บัตรความรู้ และบัตรงาน ให้สมาชิกในกลุ่มฟังตามที่ประธานกลุ่มมอบหมายให้
 - 1.3 ผู้จดบันทึก ทำหน้าที่จดบันทึกผลของการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของกลุ่ม
2. ประธานกลุ่มนำบัตรกิจกรรมที่ 2.1 และ 2.2 มอบให้สมาชิกที่ทำหน้าที่ผู้อ่าน อ่านคำชี้แจงในบัตรกิจกรรมให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง และปฏิบัติตามคำชี้แจงในบัตรกิจกรรมตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (ใช้เวลา 40 นาที)
3. ประธานกลุ่มตรวจสอบว่าสมาชิกดำเนินกิจกรรมเสร็จแล้ว และเป็นไปตามเวลาที่กำหนดให้นำเฉลยบัตรกิจกรรม มอบให้สมาชิกที่ทำหน้าที่ผู้อ่าน อ่านให้สมาชิกภายในกลุ่มฟังพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของบัตรกิจกรรมที่บันทึกไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าผิดแก้ไขให้ถูกต้อง (ใช้เวลา 10 นาที)
4. ประธานกลุ่มนำบัตรความรู้ที่ 2 มอบให้สมาชิกที่ทำหน้าที่ผู้อ่าน อ่านบัตรความรู้ให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง และอภิปรายร่วมกัน (ใช้เวลา 20 นาที)
5. ประธานกลุ่มนำบัตรงานที่ 2 มอบให้สมาชิกที่ทำหน้าที่ผู้อ่าน อ่านคำชี้แจงในบัตรงาน สมาชิกที่เหลือเป็นผู้ฟัง พร้อมทั้งปฏิบัติตามคำชี้แจงในบัตรงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จแล้วตรวจคำตอบกับเฉลยบัตรงาน (ใช้เวลา 15 นาที)
6. ประธานกลุ่มแจกแบบฝึกหัดที่ 2 ให้สมาชิกภายในกลุ่มทำเป็นรายบุคคล เสร็จแล้วตรวจคำตอบกับเฉลยแบบฝึกหัด (ใช้เวลา 10 นาที)
7. เมื่อหมดเวลาเรียนเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย ส่งคืนครูผู้สอน



บัตรกิจกรรมที่ 2.1

แบบจำลองอะตอม



คำชี้แจง

ให้ประธานกลุ่มรับอุปกรณ์จากครู และมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิก ดังนี้

- | | |
|-----------------------|--|
| สมาชิกหมายเลข 1 และ 2 | ทำหน้าที่ทำการทดลอง |
| สมาชิกหมายเลข 3 | ทำหน้าที่จดบันทึกผลการทดลอง |
| สมาชิกหมายเลข 4 และ 5 | ทำหน้าที่ทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์การทดลอง |



การทดลอง

เรื่อง ลูกบอลปริศนา



จุดประสงค์การทดลอง

- อธิบายแนวความคิดการสร้างแบบจำลองอะตอมทางวิทยาศาสตร์
- นำความรู้ที่ได้มาอธิบายการสร้างและพัฒนาแบบจำลองอะตอม



สารเคมีและอุปกรณ์

- | | |
|---|--------|
| 1. ลูกบอลปริศนาขนาดประมาณ $3\text{ cm} \times 3\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ | 1 ลูก |
| 2. ไม้จิ้มฟัน | 10 อัน |
| 3. กระดาษปรู๊ฟ | 1 แผ่น |



บัตรกิจกรรมที่ 2.1 (ต่อ)

แบบจำลองอะตอม



วิธีการทดลอง

1. รับลูกบอลปริศนากลุ่มละ 1 ลูก
2. วางลูกบอลปริศนาบนกระดาษ (ต้องวางลูกบอลปริศนาบนกระดาษทุกครั้ง) สังเกตลักษณะภายนอกของลูกบอลปริศนา (ห้ามแกะและบีบลูกบอลปริศนา) บันทึกผล
3. ตรวจสอบสิ่งที่อยู่ภายในลูกบอลปริศนาโดยแทงไม้จิ้มฟัน 1 อันเข้าไปในลูกบอลปริศนา (ห้ามทำรูใหญ่เกินไป) สร้างมโนภาพภายในลูกบอลปริศนา วาดมโนภาพที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่ใช้ไม้จิ้มฟันเพิ่มขึ้นเป็น 5 อัน และ 10 อันตามลำดับ
5. ตอบคำถามท้ายการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและ เขียนรายงานการทดลองลงในในกระดาษปรีฟ แยกติดรายงานการทดลองระหว่างกลุ่มเลขคี่และกลุ่มเลขคู่ในบริเวณที่กำหนด
6. กลุ่มเลขคี่และกลุ่มเลขคู่ เติมนักศึกษาวิเคราะห์รายงานการทดลองของกลุ่มเพื่อน และร่วมกันสรุปแบบจำลองลูกบอลปริศนาของกลุ่มเลขคี่และกลุ่มเลขคู่ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลที่สร้างแบบจำลองลูกบอลปริศนานั้น
7. ตัวแทนกลุ่มเลขคี่และกลุ่มเลขคู่นำเสนอแบบจำลองลูกบอลปริศนาหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการทดลอง เรื่อง ลูกบอลปริศนา
ที่มา ถ่ายภาพโดย ฉันทนาพร แสงสุทธิเศรษฐ์

บัตรกิจกรรมที่ 2.1 (ต่อ)

แบบจำลองอะตอม

ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....



บันทึกผลการทดลอง

วิธีทดลอง	ผลการทดลอง	มโนภาพภายในลูกบอลปริศนา
1. สังเกตลักษณะภายนอก		
2. จิ้มด้วยไม้จิ้มฟัน 1 อัน		
3. จิ้มด้วยไม้จิ้มฟัน 5 อัน		
4. จิ้มด้วยไม้จิ้มฟัน 10 อัน		



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....



บัตรกิจกรรมที่ 2.1 (ต่อ)

แบบจำลองอะตอม

ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....



คำถามท้ายการทดลอง

1. มโนภาพในลูกบอลปริศนาหรือแบบจำลองลูกบอลปริศนาที่สร้างขึ้น ได้มาอย่างไร
.....
.....
2. แบบจำลองลูกบอลปริศนาที่สร้างขึ้นด้วยวิธีสังเกตลักษณะภายนอก วิธีจุ่มลูกบอลปริศนาด้วย
ไม้จุ่มพื้น 1 5 และ 10 อันตามลำดับ มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
.....
3. แบบจำลองลูกบอลปริศนา แบบใดน่าจะใกล้เคียงความจริงมากกว่ากัน เพราะเหตุใด
.....
.....
4. จะต้องทำอย่างไร จึงจะได้แบบจำลองลูกบอลปริศนาที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด
โดยไม่ต้องแกะลูกบอลปริศนาเพื่อดูสิ่งที่อยู่ข้างใน
.....
.....



เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.1

แบบจำลองอะตอม



บันทึกผลการทดลอง

(คำตอบช่องละ 1 คะแนน)

วิธีทดลอง	ผลการทดลอง	มโนภาพภายในลูกบอลปริศนา
1. สังเกตลักษณะภายนอก	รายงานตามผลการทดลอง แต่ละกลุ่ม	วาดภาพตามมโนภาพของ แต่ละกลุ่ม
2. จิ้มด้วยไม้จิ้มฟัน 1 อัน	รายงานตามผลการทดลอง แต่ละกลุ่ม	วาดภาพตามมโนภาพของ แต่ละกลุ่ม
3. จิ้มด้วยไม้จิ้มฟัน 5 อัน	รายงานตามผลการทดลอง แต่ละกลุ่ม	วาดภาพตามมโนภาพของ แต่ละกลุ่ม
4. จิ้มด้วยไม้จิ้มฟัน 10 อัน	รายงานตามผลการทดลอง แต่ละกลุ่ม	วาดภาพตามมโนภาพของ แต่ละกลุ่ม



สรุปผลการทดลอง

(2 คะแนน)

จากการทดลองการสังเกตสิ่งของเดียวกัน ได้ผลการสังเกตไม่ตรงกัน เพราะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ตนเองได้รับ เมื่อมีข้อมูลเพิ่มขึ้น การสังเกตของแต่ละคนจากสิ่งของเดียวกันก็จะใกล้เคียงกันมากขึ้น จนในที่สุดก็จะได้แบบจำลองที่คล้ายกันและนำไปสู่ความจริง



เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.1

แบบจำลองอะตอม



คำถามท้ายการทดลอง

1. มโนภาพในลูกบอลปริศนาหรือแบบจำลองลูกบอลปริศนาที่สร้างขึ้น ได้มาอย่างไร

(1 คะแนน)

มโนภาพในลูกบอลปริศนาหรือแบบจำลองลูกบอลปริศนาที่สร้างขึ้นได้จากการทดลองจี้มลูกบอล ปริศนาด้วยไม้จิ้มฟัน 1 5 และ 10 อันและผสมรวมกับมโนภาพของผู้ทดลอง

2. แบบจำลองลูกบอลปริศนาที่สร้างขึ้นด้วยวิธีสังเกตลักษณะภายนอก วิธีจี้มลูกบอลปริศนาด้วยไม้จิ้มฟัน 1 5 และ 10 อันตามลำดับ มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด

(2 คะแนน)

มีลักษณะแตกต่างกัน เพราะวิธีการสังเกตลักษณะภายนอก เราไม่สามารถบอกลักษณะสิ่งที่อยู่ข้างในได้ แต่วิธีจี้มลูกบอลปริศนาด้วยไม้จิ้มฟัน 1 5 และ 10 อัน จะได้รายละเอียดของสิ่งภายในลูกบอลปริศนามากขึ้น เพราะการใช้ไม้จิ้มฟันแทนการสัมผัสได้บ้าง เปรียบเสมือนมีเครื่องมือช่วยในการศึกษา สามารถสร้างมโนภาพในลูกบอลปริศนาได้

3. แบบจำลองลูกบอลปริศนา แบบใดน่าจะใกล้เคียงความจริงมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

(1 คะแนน)

ลูกบอลปริศนาที่มีไม้จิ้มฟัน 10 อัน เพราะการใช้ไม้จิ้มฟันแทนการสัมผัสได้มากขึ้น เปรียบเสมือนมีเครื่องมือช่วยในการศึกษามากขึ้น

4. จะต้องทำอย่างไร จึงจะได้แบบจำลองลูกบอลปริศนาที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

โดยไม่ต้องแกะลูกบอลปริศนาเพื่อดูสิ่งที่อยู่ข้างใน (1 คะแนน)

เพิ่มจำนวนไม้จิ้มฟันที่ใช้จี้มลูกบอลปริศนาให้มากขึ้น เพราะการใช้ไม้จิ้มฟันเป็นการแทนการสัมผัสได้มากขึ้น เปรียบเสมือนมีเครื่องมือช่วยในการศึกษามากขึ้น



บัตรกิจกรรมที่ 2.2

โครงสร้างอะตอม



คำชี้แจง

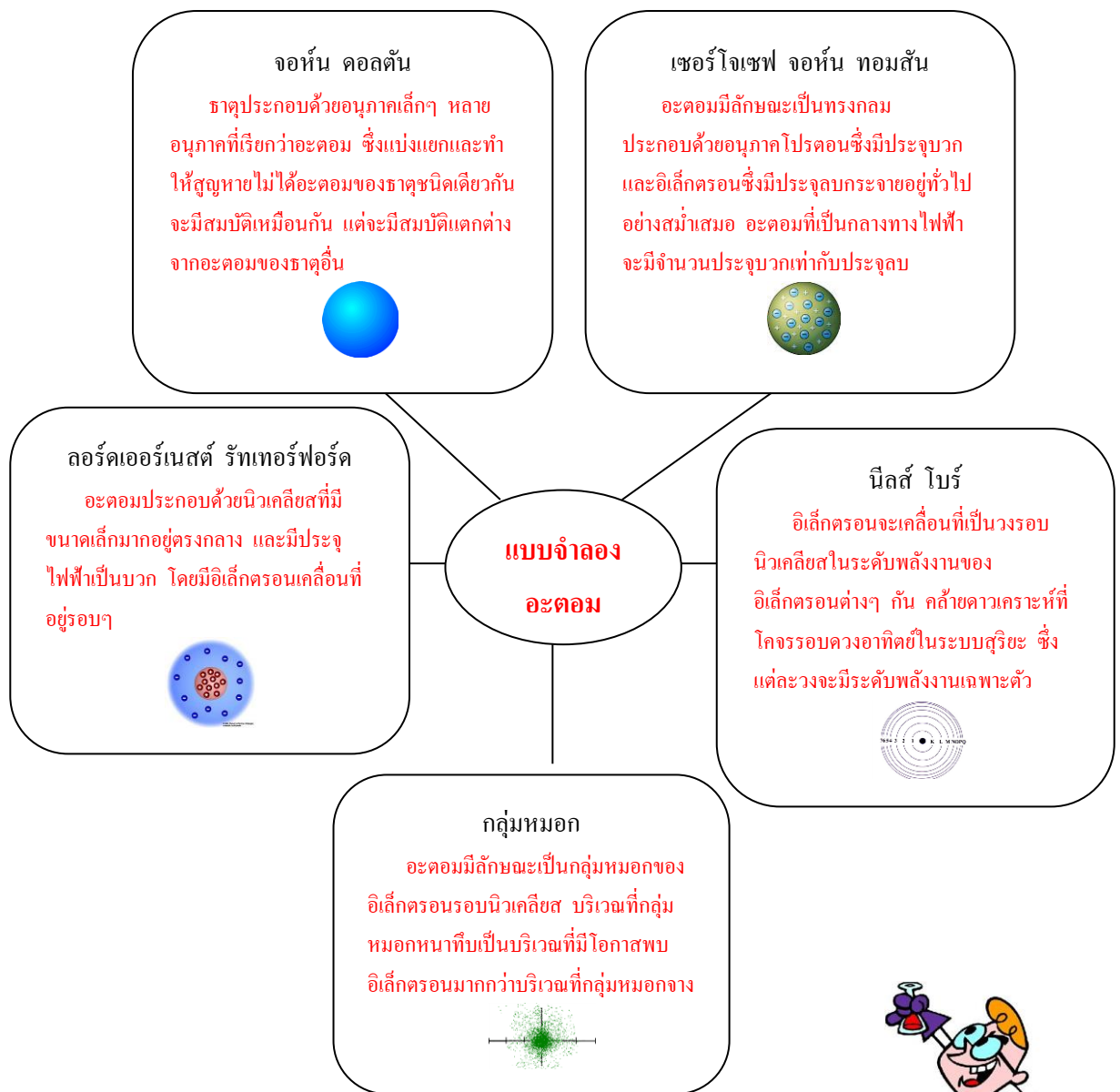
1. ให้ประธานกลุ่มกำหนดหมายเลขประจำตัวของสมาชิก ตั้งแต่ 1-5 และมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิกดังนี้
สมาชิกหมายเลข 1 ศึกษาความหมายของแบบจำลองอะตอมและศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมของดิโมคริตัส และ ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมของจอห์น ดอลตัน
สมาชิกหมายเลข 2 ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมของเซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน
สมาชิกหมายเลข 3 ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมของลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด
สมาชิกหมายเลข 4 ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมของนีลส์ โบลร์
สมาชิกหมายเลข 5 ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมแบบกลุ่มหมอก
2. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเล่าลักษณะแบบจำลองอะตอมแต่ละประเภท โดยให้แต่ละคนใช้เวลาในการเล่าเท่าๆ กัน จนครบทุกคน จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสรุปเรื่องที่เล่า ลงในกระดาษปื้อฟ



เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.2

โครงสร้างอะตอม

ลักษณะแบบจำลองอะตอมแต่ละประเภท (10 คะแนน)



บัตรความรู้ที่ 2

โครงสร้างอะตอม

ประมาณ 400 ปีก่อนคริสต์ศักราช นักปราชญ์ชาวกรีก ชื่อดีโมคริตัส มีความเชื่อว่า ถ้าแบ่งสารให้มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ ในที่สุดจะได้หน่วยย่อยที่เรียกว่า “อะตอม” มาจากคำว่า Atomos แปลว่า แบ่งแยกไม่ได้



ภาพที่ 2.2 ดีโมคริตัส

ที่มา http://valaakam.blogspot.com/2010/06/blog-post_15.html

แบบจำลองอะตอม

เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นได้ แม้ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญขึ้น ก็ยังไม่มีผู้ใดเห็นโครงสร้างภายในอะตอม การศึกษาโครงสร้างอะตอมจึงเป็นการสันนิษฐานโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสร้างเป็นแบบจำลองของอะตอม ทำให้มีแบบจำลองอะตอมเกิดขึ้นหลายรูปแบบ ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ตามข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและการทดลองใหม่ๆ มาสนับสนุน วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมที่สำคัญมีดังนี้



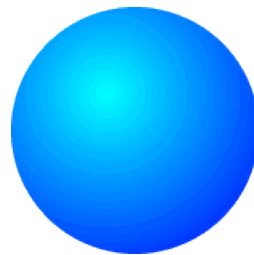
บัตรความรู้ที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม



แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

ค.ศ. 1805 จอห์น ดอลตัน (John Dalton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้รวบรวมความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในยุคนั้น แล้วเสนอทฤษฎีอะตอมเพื่อใช้อธิบายลักษณะและสมบัติของอะตอมดังนี้ ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ หลายอนุภาคที่เรียกว่าอะตอม ซึ่งแบ่งแยกและทำให้สูญหายไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกัน แต่จะมีสมบัติแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น และสารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดทำปฏิกิริยาเคมีกัน ในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อยๆ จากแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทำให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมเพิ่มขึ้น พบว่ามีข้อมูลบางประการที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่ดอลตันเสนอไว้ เช่น พบว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคย่อยๆ และอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีมวลแตกต่างกันได้



ภาพที่ 2.3 จอห์น ดอลตันและแบบจำลองอะตอมของดอลตัน

ที่มา http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/bangkok/sathit_cu/atomic_structure/Learn/dalton.htm

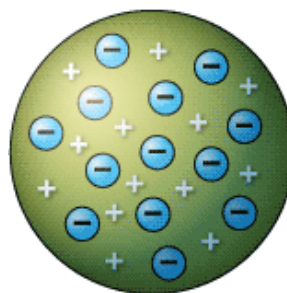
บัตรความรู้ที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม



แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

ค.ศ. 1897 เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (Sir Joseph John Thomson) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทดลองการนำไฟฟ้าของแก๊สโดยผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในหลอดรังสีแคโทดที่บรรจุแก๊สและลดความดันภายในให้เกือบเป็นสุญญากาศ พบว่าอะตอมทุกชนิดมีอนุภาคที่มีประจุลบเป็นองค์ประกอบ เรียกอนุภาคนี้ว่า อิเล็กตรอน (electron) ต่อมาออยเกน โกลด์ชไตน์ (Eugen Goldstein) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ทำการทดลองการนำไฟฟ้าของแก๊สโดยดัดแปลงหลอดรังสีแคโทดใหม่ พบว่ามีอนุภาคที่มีประจุบวกเกิดขึ้น และถ้าทดลองโดยใช้แก๊สไฮโดรเจนจะได้อนุภาคบวกที่มีประจุเท่ากับประจุลบของอิเล็กตรอน เรียกอนุภาคบวกที่เกิดจากแก๊สไฮโดรเจนนี้ว่า โปรตอน (proton) ทอมสันจึงสรุปข้อมูลต่างๆ แล้วนำเสนอแบบจำลองว่าอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม ประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุบวก และอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ อะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับประจุลบ



ภาพที่ 2.4 เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน และแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

ที่มา <http://www.vcharkarn.com/varticle/42674>

บัตรความรู้ที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม



แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

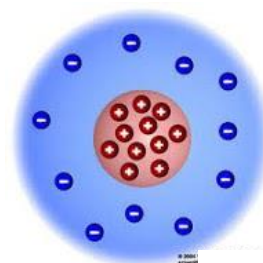
ค.ศ. 1911 ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Lord Ernest Rutherford) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทดลองยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกไปยังแผ่นทองคำบางๆ พบว่าอนุภาคส่วนใหญ่จะวิ่งเป็นเส้นตรงผ่านทะลุแผ่นทองคำไป และเกิดการเรืองแสงบนฉากที่อยู่ด้านหลัง มีบางครั้ง เกิดการเรืองแสงบริเวณด้านข้าง และมีการเรืองแสงบริเวณด้านหน้าแผ่นทองคำแต่น้อยครั้งมาก ดังรูป



ภาพที่ 2.5 แสดงการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำ

ที่มา <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/rutherford.htm>

รัทเทอร์ฟอร์ด จึงสร้างแบบจำลองขึ้นมาอธิบายลักษณะของอะตอมว่า อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลาง และมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบๆ



ภาพที่ 2.6 ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด และแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ที่มา <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/rutherford.htm>

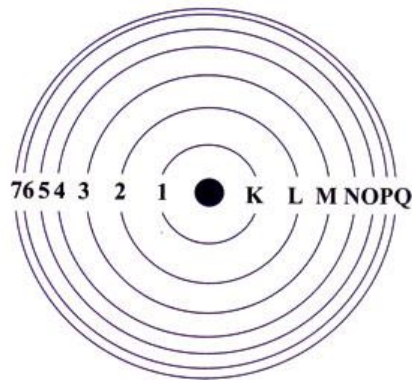
บัตรความรู้ที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม



แบบจำลองอะตอมของโบร์

ค.ศ. 1913 นีลส์ โบร์ (Niels Bohr) นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ใช้ความรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนและการเกิดสเปกตรัมช่วยสร้างแบบจำลองอะตอม โดยอธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียสในระดับพลังงานของอิเล็กตรอนต่างๆ กัน คล้ายดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะ ซึ่งแต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานต่ำสุดอยู่ใกล้นิวเคลียส เรียกว่า ระดับพลังงาน K และระดับพลังงานถัดไปเรียกว่า L, M, N, O, P และ Q ตามลำดับ



ภาพที่ 2.7 นีลส์ โบร์ และแบบจำลองอะตอมของโบร์

ที่มา <http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/228/index228.htm>



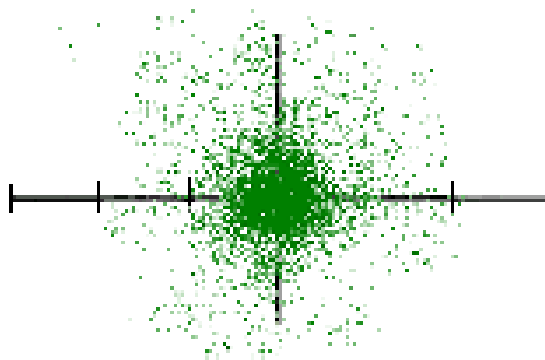
บัตรความรู้ที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม



แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

แบบจำลองอะตอมของโบร์ ใช้อธิบายอะตอมของธาตุไฮโดรเจนซึ่งมีเพียง 1 อิเล็กตรอนได้เท่านั้น ไม่สามารถอธิบายสเปกตรัมของอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอนได้ นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิเล็กตรอนและจากการใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมสร้างสมการคำนวณหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆ ซึ่งสามารถอธิบายเส้นสเปกตรัมของธาตุที่มีหลายอิเล็กตรอนได้และพบว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้ แต่บอกโอกาสที่พบอิเล็กตรอนบางบริเวณได้เท่านั้น จึงเสนอว่าอะตอมมีลักษณะเป็นกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส บริเวณที่กลุ่มหมอกหนาที่บ่งชี้เป็นบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณกลุ่มหมอกจาง



ภาพที่ 2.8 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ที่มา <http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/228/index228.htm>

บัตรความรู้ที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม

สรุปได้ว่า

นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองอะตอมเพื่ออธิบายลักษณะและสมบัติของอะตอม ซึ่งอะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แบบจำลองอะตอมมีพัฒนาการตามลำดับ คือ แบบจำลองอะตอมของคอลลัน แบบจำลองของทอมสัน แบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ด แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



บัตรงานที่ 2

โครงสร้างอะตอม

ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....



คำชี้แจง

ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- เติมข้อความในช่องว่างของตารางให้สมบูรณ์ ตามวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม (15 คะแนน)

ผู้เสนอแบบจำลองอะตอม	แผนภาพของอะตอม	ลักษณะของอะตอม
1.		
2.		

ใบรายงานที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม

ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....



คำชี้แจง

ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ผู้เสนอแบบจำลองอะตอม	แผนภาพของอะตอม	ลักษณะของอะตอม
3.		
4.		
5.		



เฉลยใบัตรงานที่ 2

โครงสร้างอะตอม

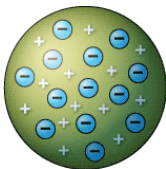
ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....



คำชี้แจง

ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- เติมข้อความในช่องว่างของตารางให้สมบูรณ์ ตามวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม (15 คะแนน)

ผู้เสนอ แบบจำลองอะตอม	แผนภาพของอะตอม	ลักษณะของอะตอม
1. จอห์น ดอลตัน		ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ หลายอนุภาคที่เรียกว่าอะตอม ซึ่งแบ่งแยกและทำให้สสารหายไม่ได้อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกัน แต่จะมีสมบัติแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น และสารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดทำปฏิกิริยาเคมีกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อยๆ
2. เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน		อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม ประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุบวก และอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ อะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับประจุลบ

เฉลยใบทำงานที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม

ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....



คำชี้แจง

ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ผู้เสนอแบบจำลองอะตอม	แผนภาพของอะตอม	ลักษณะของอะตอม
3. ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด		อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมาก อยู่ตรงกลาง และมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบๆ
4. นีลส์ โบร์		อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียสในระดับพลังงานของอิเล็กตรอนต่างๆ กัน คล้ายดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะ ซึ่งแต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานต่ำสุดอยู่ใกล้กับนิวเคลียส เรียกว่าระดับพลังงาน K และระดับพลังงานถัดไป เรียกว่า L, M, N, O, P และ Q ตามลำดับ
5. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก		อะตอมมีลักษณะเป็นกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส บริเวณที่กลุ่มหมอกหนาที่บ เป็นบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่า บริเวณที่กลุ่มหมอกจาง

แบบฝึกหัดที่ 2

โครงสร้างอะตอม

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

คะแนน

10



คำชี้แจง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ในอดีตนักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองอะตอมจากข้อมูลที่ได้ด้วยวิธีการใด (1 คะแนน)

.....
.....

2. แบบจำลองในอดีตมีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันเพราะเหตุใด (1 คะแนน)

.....
.....
.....

3. แบบจำลองอะตอมใดที่ทำให้ทราบว่าภายในอะตอมมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง (1 คะแนน)

.....

4. แบบจำลองอะตอมใดที่ทำให้ทราบการจัดตัวของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส (1 คะแนน)

.....

5. แบบจำลองอะตอมของทอมสันต่างจากรัทเทอร์ฟอร์ดอย่างไร (1 คะแนน)

.....
.....
.....
.....

6. แบบจำลองอะตอมที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันคือแบบจำลองใด เพราะเหตุใด (1 คะแนน)

.....
.....

แบบฝึกหัดที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม

ชื่อ.....กลุ่มที่.....



คำชี้แจง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

7. นักวิทยาศาสตร์ท่านแรกที่เสนอแบบจำลองอะตอมคือท่านใด และแบบจำลองอะตอมที่เสนอเป็นอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

8. แบบจำลองอะตอมของโบร์ต่างจากรัศมีฟอรัคอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

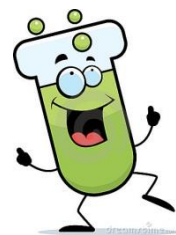
9. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่เป็นคนแรกที่ค้นพบอิเล็กตรอน และเขาได้เสนอว่าอิเล็กตรอนมีการดำรงอยู่ในอะตอมอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

10. ให้นักเรียนใส่ตัวเลขเรียงลำดับพัฒนาการของแบบจำลองอะตอมต่างๆ ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (1 คะแนน)

- แบบจำลองอะตอมของโบร์
- แบบจำลองอะตอมของคอลลัติน
- แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
- แบบจำลองอะตอมของรัศมีฟอรัค
- แบบจำลองอะตอมของทอมสัน



เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

โครงสร้างอะตอม

ชื่อ.....กลุ่มที่.....



คำชี้แจง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ในอดีตนักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองอะตอมจากข้อมูลที่ได้ด้วยวิธีการใด (1 คะแนน)
นักวิทยาศาสตร์ในอดีตสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นตามแนวคิดที่ได้จากการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
2. แบบจำลองในอดีตมีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันเพราะเหตุใด (1 คะแนน)
เพราะเทคโนโลยีมีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นวิธีการศึกษาและการทดลองเพื่อศึกษาโครงสร้างอะตอมจะได้ผลที่เที่ยงตรงมากขึ้น จึงเกิดแบบจำลองอะตอมที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับมากกว่าในอดีต
3. แบบจำลองอะตอมใดที่ทำให้ทราบว่าภายในอะตอมมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง (1 คะแนน)
แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
4. แบบจำลองอะตอมใดที่ทำให้ทราบการจัดตัวของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส (1 คะแนน)
แบบจำลองอะตอมของโบร์
5. แบบจำลองอะตอมของทอมสันต่างจากรัทเทอร์ฟอร์ดอย่างไร (1 คะแนน)
แบบจำลองอะตอมของทอมสันมีอนุภาคซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก เรียกว่า โปรตอน จำนวนเท่ากับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบเรียกว่า อิเล็กตรอน กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้ออะตอม ส่วนแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดมีโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันในนิวเคลียสและอิเล็กตรอนจำนวนเท่ากับโปรตอนเคลื่อนที่ในที่ว่างรอบนิวเคลียส
6. แบบจำลองอะตอมที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันคือแบบจำลองใด เพราะเหตุใด (1 คะแนน)
แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก เพราะอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่รอบนิวเคลียสไม่ได้อยู่ในวงโคจรที่จำกัดแต่จะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วไปทั่วอะตอม

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2 (ต่อ)

โครงสร้างอะตอม

ชื่อ.....ชื่อกลุ่ม.....



คำชี้แจง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

7. นักวิทยาศาสตร์ท่านแรกที่เสนอแบบจำลองอะตอมคือท่านใด และแบบจำลองอะตอมที่เสนอเป็นอย่างไร (1 คะแนน)

จอห์น ดอลตัน เสนอแบบจำลองอะตอมว่า ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ หลายอนุภาคที่เรียกว่าอะตอม ซึ่งแบ่งแยกและทำให้สูญหายไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกัน แต่จะมีสมบัติแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น และสารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดทำปฏิกิริยาเคมีกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อยๆ

8. แบบจำลองอะตอมของโบร์ต่างจากรัทเทอร์ฟอร์ดอย่างไร (1 คะแนน)

โบร์ได้เสนอแบบจำลองอะตอมไว้ว่า อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นเรียกว่า ระดับพลังงาน ซึ่งมีค่าพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานต่ำสุดอยู่ใกล้นิวเคลียส เรียกว่าระดับพลังงาน K และระดับพลังงานถัดไปเรียกว่า L, M, N, O, P และ Q ตามลำดับ

9. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่เป็นคนแรกที่ค้นพบอิเล็กตรอน และเขาได้เสนอว่าอิเล็กตรอนมีการดำรงอยู่ในอะตอมอย่างไร (1 คะแนน)

เซอร์โจเซฟ จอห์น ทอมสัน เป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่ค้นพบอิเล็กตรอน โดยเขาได้เสนอว่า อิเล็กตรอนและโปรตอนจะอยู่ในอะตอมในลักษณะกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ

10. ให้นักเรียนใส่ตัวเลขเรียงลำดับพัฒนาการของแบบจำลองอะตอมต่างๆ ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (1 คะแนน)

-4..... แบบจำลองอะตอมของโบร์
1..... แบบจำลองอะตอมของดอลตัน
5..... แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
3..... แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
2..... แบบจำลองอะตอมของทอมสัน



แบบทดสอบประจำชุดที่ 2

โครงสร้างอะตอม



คำชี้แจง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย × ลงในช่อง
สี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้องในกระดาษคำตอบ (10 คะแนน)

1. ความหมายของแบบจำลองอะตอมข้อใดถูกต้อง
 1. แนวคิดที่ได้จากการทดลอง
 2. มโนภาพที่แปลผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 3. แนวคิดจากข้อตกลงของนักวิทยาศาสตร์
 4. มโนทัศน์จากจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์
2. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของอะตอมตามแบบจำลองอะตอมของคอลลัน
 1. อะตอมไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่
 2. อะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุด
 3. อะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอนและโปรตอน
 4. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน
3. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดพัฒนาจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันอย่างไร
 1. ค้นพบนิวเคลียส
 2. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
 3. ค้นพบอนุภาคองค์ประกอบของอะตอม
 4. ถูกต้องทุกข้อ

4. ข้อใดคือผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดในการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบางๆ
 1. อนุภาคส่วนใหญ่จะถูกเบนไปมาก
 2. อนุภาคส่วนใหญ่จะถูกเบนไปเล็กน้อย
 3. อนุภาคส่วนน้อยผ่านทะลุไปเป็นเส้นตรง
 4. อนุภาคส่วนน้อยจะถูกเบนไปเพียงเล็กน้อย
5. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด แตกต่างจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันตามข้อใด
 1. ชนิดของอนุภาค
 2. ขนาดของอนุภาค
 3. ประจุของอนุภาค
 4. ตำแหน่งของอนุภาค
6. แบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดแตกต่างกันตามข้อใด

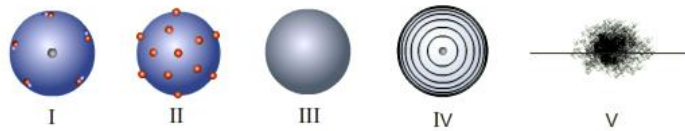
	รัทเทอร์ฟอร์ด	โบร์
1.	อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบๆ อะตอม	อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่ในระดับพลังงานต่างๆ รอบๆ นิวเคลียส
2.	โปรตอนอยู่ภายในนิวเคลียส	โปรตอนอยู่รอบๆ นิวเคลียส
3.	นิวตรอนอยู่ร่วมกับโปรตอน	นิวตรอนกับโปรตอนมีจำนวนเท่ากัน
4.	มวลของอะตอมคือมวลของนิวเคลียส	มวลของอะตอมคือมวลของโปรตอนรวมกับนิวตรอน

7. แบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ท่านใดบ้างที่เสนอว่า “อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียส”
 1. ดอลตัน และทอมสัน
 2. ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ด
 3. รัทเทอร์ฟอร์ด และนีลส์โบร์
 4. ดอลตัน และรัทเทอร์ฟอร์ด

8. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

1. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสตลอดเวลา
2. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสโดยมีทิศทางที่แน่นอน
3. อะตอมประกอบด้วยโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน
4. ไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนในอะตอมได้

9. พิจารณาแบบจำลองอะตอมต่อไปนี้



ข้อใดลำดับวิวัฒนาการของการศึกษาโครงสร้างอะตอมได้ถูกต้อง

1. I II IV V III
 2. V IV II I III
 3. III II I IV V
 4. III I IV II V
10. ข้อความใดผิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมที่นักวิทยาศาสตร์เสนอขึ้น

1. แบบจำลองอะตอมเสนอขึ้นจากข้อมูลของการทดลอง
2. แบบจำลองอะตอมสร้างขึ้นตามจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์
3. นักวิทยาศาสตร์เสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นเพื่อใช้อธิบายผลการทดลอง
4. แบบจำลองอะตอมที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน คือ แบบจำลองอะตอมของโบร์



บรรณานุกรม

- นิพนธ์ กชทองรัมย์.(2555). คู่มือเคมี ม. 4-6 รายวิชาพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : เดอะบุคส์
 ปัญญา แสงทวี และคณะ. (2551). คู่มือครู แผนการจัดการเรียนรู้ สารและสมบัติของสาร
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร : วัฒนาพานิช จำกัด.
- ศิริลักษณ์ ผลวัฒน์ และประดับ นาคแก้ว. (2553). หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์
 เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1. กรุงเทพมหานคร : แม็ค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน
 วิทยาศาสตร์ สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร :
 สกสศ.ลาดพร้าว.
- _____. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สารและสมบัติของสาร
 ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร : สกสศ.ลาดพร้าว.
- _____. (2553). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเคมีสำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร : สกสศ.ลาดพร้าว.
- _____. (2553). คู่มือครู รายวิชาพื้นฐานเคมีสำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร : สกสศ.ลาดพร้าว.
- _____. (2556). การจัดการเรียนการสอนตามมาตรฐานหลักสูตรและตัวชี้วัดที่มีประสิทธิผล
 (เคมี). ใน เอกสารประกอบการอบรม. เอกสารอัดสำเนา.
- สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี.(2554). **High School Chemistry** เคมี ม. 4-6 รายวิชาพื้นฐาน.
 กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- สำราญ พฤษสุนทร (2554). **Mini คัมภีร์ เคมี O-NET**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสำนักพิมพ์
 พ.ศ. พัฒนาจำกัด
- แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด. (ออนไลน์). <http://www.promma.ac.th/main/chemistry/jutamas/lesson/rutherford.htm> (สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2556)
- แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก. (ออนไลน์). <http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/228/index228.htm> (สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2556)

แบบจำลองอะตอมของทอมสัน. (ออนไลน์). <http://www.vcharkarn.com/varticle/42674>

(สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2556)

แบบจำลองอะตอมของดอลตัน. (ออนไลน์). [http://www..com/library/studentshow/2549/](http://www..com/library/studentshow/2549/bangkok/sathit_cu/atomic_structure/Learn/dalton.htm)

[bangkok/sathit_cu/atomic_structure/Learn/dalton.htm](http://www..com/library/studentshow/2549/bangkok/sathit_cu/atomic_structure/Learn/dalton.htm) (สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2556)