ภาคผนวก ง

ตัวอย่างคู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้
และตัวอย่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

คู่มือ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ชุดที่
3
แบบจำลองอะตอมของโบร์
และแบบกลุ่มหมอก
โดย นายเอกพจน์ เศษฤทธิ์
โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23

คำนำ

คู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชุดที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอก คู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ประกอบด้วย องค์ประกอบของคู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม แบบทดสอบหลังเรียน เฉลยบัตรกิจกรรม และเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน คู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนให้เกิดประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยเน้นให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม กล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ควรเน้นให้เกิดขึ้น มุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้ ทั้งยังมีความเหมาะสมกับวัยและความสามารถในการอ่าน การจดจำ และการเขียนบันทึกของนักเรียนอีกด้วย ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มที่ตามศักยภาพ ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือในกระบวนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน สามารถนำนักเรียนไปสู่จุดหมาย เป็นผู้ที่มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เอกพจน์ เศษฤทธิ์

ผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

คำนำ	ก
สารบัญ	ข
องค์ประกอบของคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	1
คำแนะนำและแนวทางปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอก	4
บัตรเนื้อหา ที่ 3.1 เรื่อง แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์	14
บัตรเนื้อหา ที่ 3.2 เรื่อง สเปกตรัม	19
บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด	27
บัตรเนื้อหา ที่ 3.3 เรื่อง เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย	33
บัตรเนื้อหา ที่ 3.4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์	39
บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์	41
บัตรเนื้อหา ที่ 3.5 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	44
บัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	46
แบบทดสอบหลังเรียน	48
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด	50
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์	53
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	55
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	60
แบบประเมินบัตรกิจกรรม	61
แบบบันทึกคะแนนการทดสอบหลังเรียน	67
แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	69
แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	71
แบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	76

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

องค์ประกอบของคู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. คำแนะนำและแนวทางปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอก
3. บัตรเนื้อหา ที่ 3.1 เรื่อง แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์
4. บัตรเนื้อหา ที่ 3.2 เรื่อง สเปกตรัม
5. บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด
6. บัตรเนื้อหา ที่ 3.3 เรื่อง เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย
7. บัตรเนื้อหา ที่ 3.4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์
8. บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์
9. บัตรเนื้อหา ที่ 3.5 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
10. บัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
11. แบบทดสอบหลังเรียน
12. เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด
13. เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์
14. เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
15. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
16. บรรณานุกรม
17. ภาคผนวก

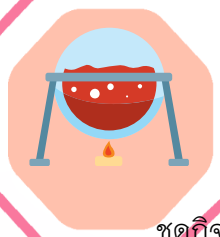
แบบประเมินบัตรกิจกรรม

แบบบันทึกคะแนนการทดสอบหลังเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์



คำแนะนำและแนวปฏิบัติกิจกรรม ในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดการสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เรียน รู้จักแบ่งหน้าที่ในการทำงาน การทำงานเป็นกลุ่ม และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ครูผู้สอนต้องศึกษารายละเอียดของคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน

2. ศึกษาและทำความเข้าใจวิธีดำเนินกิจกรรมในแต่ละชุดกิจกรรม โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีดำเนินกิจกรรม วางแผนการจัดกิจกรรม ตลอดจนเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้าให้ครบถ้วน

3. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในกิจกรรมแต่ละครั้งที่ไม่ได้กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

4. แจ้งผลการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบก่อนการใช้ชุดกิจกรรม

5. ครูชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตนของนักเรียน ในการใช้ชุดกิจกรรมให้นักเรียนทราบ

6. การจัดกิจกรรมแต่ละครั้งครูควรแบ่งเวลาดำเนินการให้เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนไม่ควรใช้เวลานานเกินไป จนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และไม่ได้รับเนื้อหาตามบทเรียนอย่างครบถ้วน

7. ประเมินกิจกรรมในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประเมินพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ความเข้าใจ และทักษะ ตลอดจนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

8. จัดชั้นเรียนให้อยู่ในลักษณะการดำเนินกิจกรรมกลุ่ม ๆ ละ 6 คน ในแต่ละกลุ่มควรคละเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในขณะทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกการทำงานร่วมกันซึ่งบางครั้งอาจทำกิจกรรมคู่ เพื่อให้เด็กได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. ถ้านักเรียนศึกษาวิธีการ หรือคำชี้แจงในกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เข้าใจ ครูควรให้คำแนะนำเพิ่มเติม

10. หลังศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจนครบทุกกิจกรรมแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

11. แนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนมีความขยัน สนใจ ทำงานร่วมกับผู้อื่น มุ่งมั่นในการปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยความตั้งใจ

12. หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละกิจกรรม ครูต้องเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนทุกครั้ง

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. บัตรเนื้อหา
2. บัตรกิจกรรม
3. แบบทดสอบหลังเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาเพิ่มเติม เคมีเล่ม 1 รหัสวิชา ว31221

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จำนวน 30 ชั่วโมง

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นายเอกพจน์ เศษฤทธิ์ สอนวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

.....

1. สาระสำคัญ

แบบจำลองอะตอมของของโบร์ อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง มีโปรตอน และนิวตรอนอยู่ภายใน ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อยู่โดยรอบเป็นระดับพลังงานที่มีค่าพลังงานเฉพาะคล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ส่วนแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมสร้างสมการ เพื่อคำนวณหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน อะตอมประกอบด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสอย่างรวดเร็วตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบแสดงว่ามีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่มีกลุ่มหมอกจาง

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลองหรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอม พร้อมทั้งบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมเปลี่ยนแปลง

2. อธิบายแบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย
6. ทักษะการลงความคิดเห็น
7. ทักษะการพยากรณ์
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
9. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
11. ทักษะการทดลอง
12. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความสนใจใฝ่รู้
2. ความมีเหตุผล
3. ความอดทน มุ่งมั่น
4. ความซื่อสัตย์
5. ความประหยัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

5. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนเรียกว่าเลขมวลตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์ นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่าง ๆ ของธาตุ

เนื้อหา

1. แนวคิดของโบร์ ใช้อธิบายแบบจำลองอะตอม
2. คลื่นและสมบัติของคลื่น
3. สเปกตรัม
4. เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปรความหมาย
5. แบบจำลองอะตอมของโบร์
6. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

6. สมรรถนะสำคัญที่สอดแทรก

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่สอดแทรก

1. ซื่อสัตย์สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. อยู่อย่างพอเพียง
5. มุ่งมั่นในการทำงาน
6. มีจิตสาธารณะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

8. ภาระงาน/หรือหลักฐานการเรียนรู้

1. บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

2. บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

3. บัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

9. กระบวนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ชั่วโมงที่ 1–2

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดจากคำถามต่อไปนี้

– แบบจำลองที่รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอขึ้นใหม่ใช้อธิบายผลการการทดลองอย่างไร

(อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ภายในและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ)

– แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ด แตกต่างกันอย่างไร

(แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตัน คือ อะตอมมีลักษณะทรงกลมตันทึบ ไม่สามารถแบ่งแยกหรือทำให้สูญหายได้อีกแล้ว

แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของทอมสัน คือ อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอมซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไป อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ

แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดอะตอมประกอบด้วย นิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ภายในและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ)

สถาบันวิทยบริการจุฬาลงกรณ์

2. ครูอธิบายเนื้อหาโดยเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของ รัทเทอร์ฟอร์ด พร้อมตั้งคำถามว่า

– แบบจำลองอะตอมที่โบร์ได้เสนอขึ้นมานั้นศึกษาจากอะไร

(คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัม)

– สเปกตรัมของธาตุในสารประกอบและธาตุอิสระคืออะไร

(พลังงานที่สารประกอบหรือธาตุอิสระนั้นคายออกมาเมื่อได้รับพลังงานเข้าไปหรืออาจจะหมายถึงอิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอม)

3. ครูอธิบายให้นักเรียนทราบถึงการศึกษาแบบจำลองอะตอมที่โบร์ได้เสนอขึ้นมานั้น โบร์ศึกษาจากสเปกตรัมของธาตุในสารประกอบและธาตุอิสระ ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่น สมบัติของคลื่นและสเปกตรัม โดยให้นักเรียนศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้

– แนวคิดที่โบร์ศึกษาแบบจำลองอะตอมเป็นอย่างไร

(อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นวงคล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัวระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดซึ่งมีพลังงานต่ำที่สุดเรียกว่า ระดับ K และระดับพลังงานที่อยู่ถัดออกมาเรียกเป็น L M N O P Q ตามลำดับ)

– คลื่นมีองค์ประกอบอย่างไร

(ความยาวและความถี่ของคลื่น)

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (เทคนิค ทำเป็นกลุ่ม ทำเป็นคู่ และทำคนเดียว)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 คน ในแต่ละกลุ่มควรคละเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในขณะทำกิจกรรมกลุ่ม และแนะนำวิธีการทำงานกลุ่มและบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม

2. ครูแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอกให้กับนักเรียนทุกกลุ่มกลุ่มละ 1 ชุด ให้นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูชี้แจงถึงข้อตกลงในการเรียนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

– อ่านคำนำ

– ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

– อ่านคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

– อ่านบัตรคำชี้แจง

– ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก

2. นักเรียนในกลุ่มรวมกันศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.1 เรื่อง แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์ และบัตรเนื้อหาที่ 3.2 เรื่อง สเปกตรัม แล้วนำความรู้ที่ได้ทำกิจกรรมลงในบัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์และสารเคมี

3. ครูอภิปรายก่อนการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

ชั่วโมงที่ 3

4. นักเรียนกลุ่มเดิมรวมกันศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.3 เรื่องเส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย บัตรเนื้อหาที่ 3.4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์ และบัตรเนื้อหาที่ 3.5 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกตามลำดับ แล้วลงมือทำบัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมนีลส์ โบร์และบัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ลงในบัตรกิจกรรมนั้นหลังจากที่ร่วมกันศึกษาจนเข้าใจทั้งกลุ่ม คู่ จนสามารถลงมือทำด้วยตนเอง

5. ครูคอยชี้แนะให้ความช่วยเหลือตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย คอยกระตุ้นให้กำลังใจ นักเรียนสามารถ ทบทวนเนื้อหาใหม่หากยังมีข้อสงสัย

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (เทคนิคการอภิปรายเป็นทีม)

1. ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้นำคำตอบของแต่ละคนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายจากการศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.1–3.5 และบัตรกิจกรรมที่ 3.1–3.3 มารวบรวมวิเคราะห์ใจความสำคัญและทำความเข้าใจภายในกลุ่มเพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจเนื้อหาที่ได้รับครบทุกคน

2. ครูให้กลุ่มที่ได้รับมอบหมายส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน (ทุกกลุ่มจะได้รับมอบหมายสลับผลัดเปลี่ยนกันจนครบทั้ง 10 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้)

3. นักเรียนทุกคนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูเข้ามาร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนอีกครั้ง เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้รับ และให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากหนังสือแบบเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ของ สสวท. เพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

2. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ จากนั้นเฉลยบัตรกิจกรรมและบันทึกคะแนน

ขั้นสรุปและประเมินผล (Evaluation)

1. ครูและนักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอกโดยร่วมกันเขียนแสดงเป็นแผนผังความคิดบนกระดานแล้วบันทึกองค์ความรู้ลงในสมุด

2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตรวจให้คะแนนและบันทึกคะแนนในแบบบันทึกคะแนนที่ครูแจกให้

3. ครูตรวจผลงานกลุ่มโดยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รางวัลและติดประกาศไว้ในบอร์ดมุมข่าวของห้องเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ดูผลงานของกลุ่มอื่น ๆ แล้วนำมาปรับปรุงผลงานของกลุ่มตัวเองในครั้งต่อไป

10. สื่อการเรียนและแหล่งเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชุดที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย

1.1 บัตรเนื้อหาที่ 3.1 เรื่อง แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์

1.2 บัตรเนื้อหาที่ 3.2 เรื่อง สเปกตรัม

1.3 บัตรเนื้อหาที่ 3.3 เรื่อง เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย

1.4 บัตรเนื้อหาที่ 3.4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

1.5 บัตรเนื้อหาที่ 3.5 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

1.6 บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

1.7 บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

1.8 บัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

2. หนังสือแบบเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ของ สสวท.

3. อินเตอร์เน็ต

4. ห้องสมุด

11. การวัดผลและประเมินผล

เครื่องมือวัด

1. แบบประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

2. แบบประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

3. แบบประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

4. แบบทดสอบหลังเรียน

5. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

6. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7. แบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์

วิธีการวัด

1. การตรวจผลงาน

1.1 ตรวจการทำบัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

1.2 ตรวจการทำบัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

1.3 ตรวจการทำบัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

1.4 ตรวจการทำแบบทดสอบหลังเรียน

2. การสังเกต

2.1 สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

2.2 สังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การประเมิน

1. นักเรียนทำบัตรกิจกรรมที่ 3.1–3.3 ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับ ดีขึ้นไป

2. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 75 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

3. นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

4. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

5. นักเรียนมีพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

12. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

13. ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา/ครูที่ได้รับมอบหมาย

(ตรวจสอบ/เสนอแนะ/นิเทศ/รับรอง)

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

14. บันทึกการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเอกพจน์ เศษฤทธิ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ใช้อธิบายเกี่ยวกับการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปที่แผ่นทองคำ แต่อธิบายปัญหาบางอย่างไม่ได้ เช่น ทำไมโปรตอนซึ่งมีประจุบวกจึงรวมกันเป็นนิวเคลียสได้ และทำไมอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบจึงเคลื่อนที่รอบ ๆ นิวเคลียสได้

หลังจากการค้นพบนิวตรอน สามารถอธิบายเหตุผลที่โปรตอนสามารถรวมกันเป็นนิวเคลียสได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. โปรตอนและนิวตรอนที่จะเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้

ถ้า ${}^{1}_{0}n$ คือ นิวตรอน และ ${}^{1}_{1}H$ คือ โปรตอน จะเขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาระหว่างโปรตอน และนิวตรอนได้ ดังนี้

Neutron + Positive charge → Proton

หรือ ${}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e \rightarrow {}^{1}_{1}H$

และ Proton + Negative charge → Neutron

หรือ ${}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{1}_{0}n$

จะเห็นได้ว่า โปรตอนสามารถเปลี่ยนไปเป็นนิวตรอนได้โดยอาศัยอิเล็กตรอน และนิวตรอนสามารถเปลี่ยนเป็นโปรตอนได้โดยโปสิตรอน (${}^{0}_{1}e$) ซึ่งเป็นอนุภาคที่ไม่เสถียรภายในนิวเคลียส เขียนเป็นสมการรวมได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

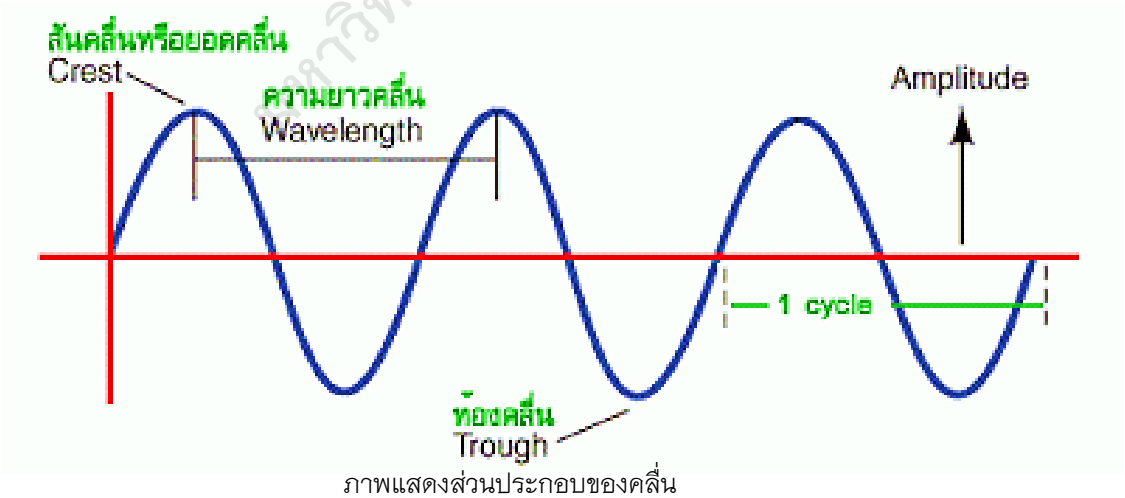
2. พิจารณาในแง่ของประจุ เนื่องจากนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า จึงเป็นกลางทางไฟฟ้า

นิวตรอนจึงไม่มีแรงดูดหรือแรงผลักระหว่างอนุภาค ดังนั้นจึงทำหน้าที่เชื่อม (Cement) ระหว่างโปรตอนกับโปรตอน โดยการแทรกอยู่ระหว่างโปรตอนกับโปรตอน ซึ่งทำให้โปรตอนอยู่ในระหว่างลดแรงผลักลงได้ จึงทำให้โปรตอนอยู่รวมกันได้

จะเห็นได้ว่าแบบจำลองอะตอมใหม่ที่มีนิวตรอนสามารถอธิบายการรวมตัวกันของโปรตอนในนิวเคลียสได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าอิเล็กตรอนอยู่รวมกันรอบ ๆ นิวเคลียสได้อย่างไร อิเล็กตรอนทั้งหมดอยู่รวมกันหรือมีการแบ่งกลุ่ม ๆ หรือมีตัวกลางแบบเดียวกับนิวตรอนในนิวเคลียส

คลื่นและสมบัติของคลื่น

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามศึกษาลักษณะของการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบ ๆ อะตอม โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัมของอะตอม ซึ่งจะทำให้ทราบว่าภายในอะตอมมีการจัดระดับพลังงานเป็นชั้น ๆ ในแต่ละชั้นจะมีอิเล็กตรอนบรรจุอยู่ ส่วนที่สองเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานไอออนไนเซชัน เพื่อจะดูว่าในแต่ละระดับพลังงานจะมีอิเล็กตรอนบรรจุอยู่ได้กี่ตัว



ภาพแสดงส่วนประกอบของคลื่น

ที่มา : https://sites.google.com/site/bdjuntasan/fisiks-4/swn-prakxb-khxng-khlun

คลื่นมีสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ ความยาวคลื่น (Wavelength; l) คือ ความยาวของคลื่น 1 ลูกคลื่นหรือเป็นระยะห่างจากสันคลื่นถึงสันคลื่นที่ติดกัน หรือ ระยะห่างจากท้องคลื่นถึงท้องคลื่นที่ติดกัน ความถี่ (frequency; f) คือ จำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 หน่วยเวลา หรือจำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 หน่วย และความถี่ของคลื่นจะมีค่าเท่ากับความถี่ของการสั่นของแหล่งกำเนิด โดยแหล่งกำเนิดสั่นครบ 1 รอบจะเกิดคลื่น 1 ลูก ความถี่มีหน่วยเป็นลูกคลื่นต่อวินาที รอบต่อวินาที หรือ Hertz (HZ)

แสงที่ตามองเห็น (Visible light) เป็นเพียงส่วนหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงซึ่งประสาทตาของมนุษย์สามารถสัมผัสได้ ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 400–700 นาโนเมตร (1 เมตร = 1,000,000,000 นาโนเมตร) หากนำแท่งแก้วปริซึม (Prism) มาหักเหแสงอาทิตย์ เราจะเห็นว่าแสงสีขาวถูกหักเหออกเป็นสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสดแดง คล้ายกับสีของรุ้งกินน้ำเรียกว่า “สเปคตรัม” (Spectrum) แสงแต่ละสีมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน สีม่วง มีความยาวคลื่นน้อยที่สุด สีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ในสเปกตรัมมีสมบัติที่สำคัญเหมือนกัน คือ เคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วเท่ากับแสงและมีพลังงานส่งผ่านไปพร้อมกับคลื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีชื่อเรียก ดังนี้

1. คลื่นวิทยุ มีความถี่ช่วง 10^4–10^9 Hz (เฮิรตซ์) ใช้ในการสื่อสาร คลื่นวิทยุมีการส่งสัญญาณ 2 ระบบคือ

1.1 ระบบเอเอ็ม (A.M. = amplitude modulation) ระบบเอเอ็มมีช่วงความถี่ 530–1600 kHz (กิโลเฮิรตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้าไปกับคลื่นวิทยุเรียกว่า “คลื่นพาหะ” โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ

1.2 ระบบเอฟเอ็ม (F.M. = frequency modulation) ระบบเอฟเอ็มมีช่วงความถี่ 88–108 MHz (เมกะเฮิรตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ F.M. ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้คลุมพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสาอากาศสูง ๆ รับ

2. คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ มีความถี่ช่วง 10^{8}–10^{12} Hz มีประโยชน์ในการสื่อสาร แต่จะไม่สะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่จะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไปนอกโลก ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จะต้องมีสถานีถ่ายทอดเป็นระยะ ๆ เพราะสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง และผิวโลกมีความโค้ง ดังนั้นสัญญาณจึงไปได้ไกลสุดเพียงประมาณ 80 กิโลเมตรบนผิวโลก อาจใช้ไมโครเวฟนำสัญญาณจากสถานีส่งไปยังดาวเทียมแล้วให้ดาวเทียมนำสัญญาณส่งต่อไปยังสถานีรับที่อยู่ไกล ๆ เนื่องจากไมโครเวฟจะสะท้อนกับผิวโลหะได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจหาตำแหน่งของอากาศยาน เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เรดาร์ โดยส่งสัญญาณไมโครเวฟออกไปกระทบอากาศยาน และรับคลื่นที่สะท้อนกลับจากอากาศยาน ทำให้ทราบระยะห่างระหว่างอากาศยานกับแหล่งส่งสัญญาณไมโครเวฟได้

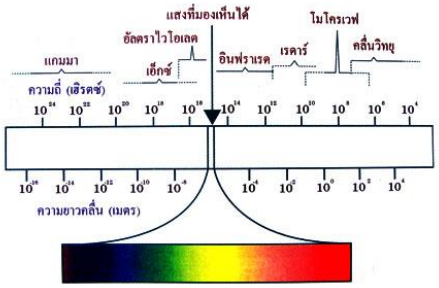
3. รังสีอินฟาเรด (infrared rays) รังสีอินฟาเรดมีช่วงความถี่ 10^{11}–10^{14} Hz หรือความยาวคลื่นตั้งแต่ 10^{-3}–10^{-6} เมตร ซึ่งมีช่วงความถี่คาบเกี่ยวกับไมโครเวฟ รังสีอินฟาเรดสามารถใช้กับฟิล์มถ่ายรูปบางชนิดได้ และใช้เป็นการควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรลกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้

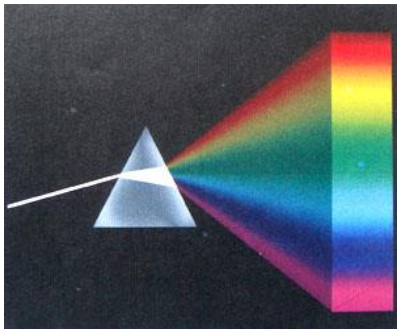
4. แสงขาว แสงมีช่วงความถี่ 10^{14}Hz หรือความยาวคลื่น $4x10^{-7}$–$7x10^{-7}$ เมตร เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประสาทตาของมนุษย์รับได้

5. รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet rays) รังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสีเหนือม่วง มีความถี่ช่วง 10^{15}–10^{18} Hz เป็นรังสีตามธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดประจุอิสระและไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ รังสีอัลตราไวโอเลต สามารถทำให้เชื้อโรคบางชนิดตายได้ แต่มีอันตรายต่อผิวหนังและตาคน

6. รังสีเอกซ์ (X–rays) รังสีเอกซ์ มีความถี่ช่วง 10^{16}–10^{22} Hz มีความยาวคลื่น ระหว่าง 10^{-8}–10^{-13} เมตร ซึ่งสามารถทะลุสิ่งกีดขวางหนา ๆ ได้ หลักการสร้างรังสีเอกซ์ คือ การเปลี่ยนความเร็วของอิเล็กตรอน มีประโยชน์ทางการแพทย์ในการตรวจดูความผิดปกติของอวัยวะภายในร่างกาย

7. รังสีแกมมา (–rays) รังสีแกมมามีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้ามีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์และสามารถกระตุ้นปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ มีอำนาจทะลุทะลวงสูง





ภาพแสดงสเปกตรัมของคลื่นแสง

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัตรเนื้อหาที่ 3.2

เรื่อง

สเปกตรัม

สเปกตรัม หมายถึง อนุกรมของแถบสีหรือ หรือเส้นที่ได้จากการผ่านพลังงานรังสีเข้าไปในสเปกโตรสโคป ซึ่งทำให้พลังงานรังสีแยกออกเป็นแถบหรือเป็นเส้นที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ เรียงลำดับกันไป

สเปกโตรสโคป (Spectroscope) หรือสเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้แยกสีตามความถี่ หรือเครื่องมือที่ใช้ศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัม

สเปกตรัม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

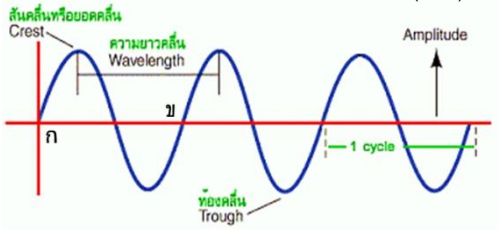
ก. สเปกตรัมแบบต่อเนื่อง (Continuous spectrum) เป็นสเปกตรัมที่ประกอบด้วยแถบสีที่มีความถี่ต่อเนื่องกันไปอย่างกลมกลืนกัน เช่น สเปกตรัมของแสงอาทิตย์

ข. สเปกตรัมไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous spectrum) หรือเรียกเส้นสเปกตรัม ลักษณะของสเปกตรัมจะเป็นเส้นหรือแถบสีเล็ก ๆ ที่ไม่เกิดต่อเนื่องกันไป แต่มีการเว้นช่วงของความถี่ที่เส้นสเปกตรัม เช่น สเปกตรัมธาตุไฮโดรเจน ธาตุฮีเลียม เป็นต้น

สเปกตรัมที่ไม่ต่อเนื่องจะมีบทบาทที่สำคัญในการศึกษาโครงสร้างอะตอม เนื่องจากอะตอมของธาตุต่าง ๆ จะมีเส้นสเปกตรัมเฉพาะตัวคล้ายกับลายนิ้วมือของคนแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน

สำหรับสเปกตรัมของธาตุ ถ้าพลังงานรังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอะตอมจะเรียกว่า “อะตอมมิกสเปกตรัม (Atomic spectrm)”

ความยาวคลื่น (Wavelength) ใช้สัญลักษณ์เป็น λ (อ่านว่า แลมบ์ดา) เป็นสมบัติที่สำคัญของคลื่นหมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบพอดี (คือระยะทางจากจุด ก. ถึงจุด ข. ในรูป หรือระยะทางจากจุดประปลายหนึ่งไปยังอีกปลายหนึ่ง) ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตร (m) หรือหน่วยย่อยของเมตร เช่น นาโนเมตร (nm) โดย 1 nm = 10^{-9} เมตร



ภาพแสดงส่วนประกอบของคลื่น

ที่มา : http://www.thaigoodview.com

ความถี่ของคลื่น ใช้สัญลักษณ์เป็น ν (อ่านว่า นิว) หมายถึง จำนวนรอบของคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งในเวลา 1 วินาที ความถี่ของคลื่นจึงมีหน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที (S^{-1} หรือ cycle/s) หน่วยนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเฮิร์ตซ์ (Hertz) หรือใช้สัญลักษณ์เป็น Hz

แอมปลิจูด (Amplitude) คือ ความสูงของยอดคลื่น

คลื่นที่จะศึกษากันในที่นี้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 380 ถึง 750 nm ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่มีความยาวและความถี่ที่ประสาทตาของคนจะรับได้ เรียกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงดังกล่าวนี้ว่า “แสงขาว (Visible light)” สำหรับช่วงอื่น ๆ นอกจากนี้จะไม่นำมาศึกษาเนื่องจากประสาทตาไม่สามารถจะรับได้ เช่น ช่วงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet หรือตัวย่อคือ U.V.) อินฟาเรด (Infrared หรือตัวย่อ I.R.) และไมโครเวฟ (Microwave) เป็นต้น

ตาราง 1 แสดง สมบัติของคลื่นในช่วงความยาวต่าง ๆ กัน บางช่วง

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (m)	ความถี่คลื่น (Hz)
อัลตราไวโอเลต	$1 \times 10^{-7} - 3 \times 10^{-7}$	1.5×10^{15}
แสงขาว	$3 \times 10^{-7} - 7 \times 10^{-7}$	0.6×10^{15}
อินฟราเรด	$2.5 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{-5}$	3.0×10^{13}
ไมโครเวฟ	$1 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-1}$	3.0×10^{10}

หมายเหตุ: ความถี่คลื่นนี้เป็นค่าเฉลี่ยเรียกว่า Typical frequency

การศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัมนี้มีมาตั้งแต่สมัยนิวตัน โดยใช้ปริซึมแยกแสงอาทิตย์ออกเป็นแถบสีรวม 7 สี ซึ่งภายหลังเคอร์ชอฟ (Gustav Krchhoff) ชาวเยอรมัน ได้ประดิษฐ์สเปกโตรสโคปขึ้น ใช้ในการแยกสเปกตรัมของแสงขาว และต่อมาบุนเสน (Robert Bunsen) ได้นำความรู้เกี่ยวกับสเปกตรัมไปวิเคราะห์แร่ชนิดต่าง ๆ ซึ่งทำให้ทราบว่าแร่นั้นมีธาตุอะไรเป็นองค์ประกอบ

เมื่อให้แสงขาวส่องผ่านปริซึม แสงขาวจะแยกออกเป็นแถบสีต่าง ๆ ต่อเนื่องกัน 7 สี เหมือนสีรุ้ง คือ สีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และแดง นักวิทยาศาสตร์เรียกแถบสีต่อเนื่องกันทั้ง 7 สีนี้ว่า “สเปกตรัมของแสงสีขาว” การที่แสงขาวสามารถแยก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ออกเป็นสเปกตรัมสีต่าง ๆ กันก็เนื่องจากแสงขาวประกอบด้วยสีต่าง ๆ ทั้ง 7 สี ซึ่งมีความยาวคลื่นต่าง ๆ จะทำให้เกิดการหักเหตามขนาดของมุมต่าง ๆ แสงที่มีความยาวคลื่นไม่เท่ากันจะเกิดการหักเหในปริซึมได้ไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้เกิดการแยกออกเป็นแถบแสงสีต่าง ๆ และต่อเนื่องกันเป็นแถบสเปกตรัม

ตาราง 2 แสดงแถบสีของสเปกตรัมของแสงขาว

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)
ม่วง	380 – 420
คราม	420 – 460
น้ำเงิน	460 – 490
เขียว	490 – 580
เหลือง	580 – 590
ส้ม	590 – 650
แดง	650 – 700

สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงอื่น ๆ ก็มีการหักเหเมื่อผ่านปริซึมหรือผ่านตัวกลางเช่นเดียวกัน แต่ไม่สามารถมองเห็นได้เหมือนแสงขาว การศึกษาสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้รับความสนใจเป็นอย่างมากนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต่อมาแมกซ์ พลังค์ (Max Planck) นักวิทยาศาสตร์ ชาวเยอรมัน ได้พบว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งและพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีส่วนสัมพันธ์กับความถี่และความยาวของคลื่นโดยสรุปเป็นกฎว่า

“พลังงานของคลื่นแม่เหล็กแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่นนั้น”

เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E \propto \upsilon$$

$$E = h\upsilon$$

เมื่อ

E = พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (หน่วยเป็น จูล)

h = ค่าคงที่ของพลังค์ (Plank, constant) = 6.625×10^{-34} Js

υ = ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Hz หรือ s–1) เรียกสมการดังกล่าวนี้ว่ากฎของพลังค์

ในการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นโดยทั่ว ๆ ไปมักจะวัด เป็นความคลื่น ซึ่งความยาวคลื่นมีส่วนสัมพันธ์กับความถี่ของคลื่น ดังนี้

$$c = \lambda \upsilon$$

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda}$$

เมื่อ c คือ ความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ หรือความเร็วแสงในสุญญากาศนั่นเอง

c = 2.99×10^{8} ms^{-1} หรือ โดยประมาณ c = 3.0×10^{8} ms^{-1}

λ = ความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยเป็น เมตร

จากความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้สามารถเขียนกฎของพลังค์ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับความยาวและความถี่ของคลื่น ดังนี้

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$$

เนื่องจากแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ รวม 7 สี แต่ละสีมีลักษณะเป็นแถบสเปกตรัมจึงมีความยาวคลื่นเป็นช่วง ดังนั้นค่าของความถี่และพลังงานจึงเป็นช่วงด้วย การคำนวณเกี่ยวกับพลังงานของคลื่นจึงต้องระบุความยาวคลื่นหรือความถี่ที่แน่นอนด้วย เช่น แสงสีเขียวมีความยาวคลื่นระหว่าง 490–580 จะมีพลังงานอยู่ระหว่าง 4.06×10^{-19} และ 3.43×10^{-19} จูล ถ้าแสงสีเขียวที่มีความยาวคลื่น 520 nm จะมีพลังงาน 3.82×10^{-19} จูล เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 3 แสดง พลังงาน ความยาว และความถี่ของแสงสีขาว

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	ความถี่คลื่น (Hz)	พลังงาน (J)
ม่วง	380 – 420	$7.89 \times 10^{14} - 7.14 \times 10^{14}$	$5.23 \times 10^{-19} - 4.73 \times 10^{-19}$
คราม	420 – 460	$7.14 \times 10^{14} - 6.52 \times 10^{14}$	$4.73 \times 10^{-19} - 4.32 \times 10^{-19}$
น้ำเงิน	460 – 490	$6.52 \times 10^{14} - 6.12 \times 10^{14}$	$4.32 \times 10^{-19} - 4.06 \times 10^{-19}$
เขียว	490 – 580	$6.12 \times 10^{14} - 5.17 \times 10^{14}$	$4.06 \times 10^{-19} - 3.43 \times 10^{-19}$
เหลือง	580 – 590	$5.17 \times 10^{14} - 5.08 \times 10^{14}$	$3.43 \times 10^{-19} - 3.37 \times 10^{-19}$
ส้ม	590 – 650	$5.08 \times 10^{14} - 4.62 \times 10^{14}$	$3.37 \times 10^{-19} - 3.06 \times 10^{-19}$
แดง	650 – 700	$4.62 \times 10^{14} - 4.29 \times 10^{14}$	$3.06 \times 10^{-19} - 2.84 \times 10^{-19}$

จากตารางจะเห็นได้ว่าในแสงขาวซึ่งมีสีต่าง ๆ รวม 7 สี แสงสีม่วงจะมีความยาวคลื่นสั้นที่สุด แต่มีความถี่สูงสุด และมีพลังงานสูงสุด ในขณะที่แสงสีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด แต่มีความถี่ต่ำสุดและมีพลังงานต่ำที่สุด

หรือพิจารณาจากสูตร $E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$

ถ้า λ มาก υ และ E จะน้อย

แต่ถ้า λ น้อย υ และ E จะมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณความถี่ของคลื่นและพลังงานของแสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 5.8×10^{-7} m

วิธีทำ จากสูตร $E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$

$C = 3.0 \times 10^{8}$ m/s $\quad \lambda = 5.8 \times 10^{-7}$ m

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js $\quad E = 6.625 \times 10^{-34}$

แทนค่า $E = 6.625 \times 10^{-34} \times \frac{3.0x10^{8}}{5.8x10^{-7}}$

$= 3.4 \times 10^{-19}$ J

$$\upsilon = \frac{3.0x10^{8}}{5.8x10^{-7}}$$

$\upsilon = 5.2 \times 10^{14}$ s^{-1}

แสงสีเหลืองมีความถี่ 5.2×10^{14} s^{-1} และมีพลังงาน 3.4×10^{-19} J

ตัวอย่างที่ 2 พลังงานไอออนไนเซชัน Li^{2+} มีค่า 1.961×10^{-17} จูล จะมีความยาวช่วงคลื่นกี่ nm (กำหนด $h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js และ $c = 2.998 \times 10^{8}$ m/s)

วิธีทำ จากสูตร $E = h\frac{c}{\lambda}$

$E = 1.96 \times 10^{-17}$ J

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js

$c = 2.998 \times 10^{8}$ m/s

แทนค่า 1.96×10^{-17} J $= 6.625 \times 10^{-34}$ Js $\times \frac{2.998x10^{8}}{\lambda}$

$\lambda = 1.013 \times 10^{-8}$ m

$= 10.13 \times 10^{-9}$ m

$= 10.13$ nm

Li^{2+} มีค่า 1.961×10^{-17} จูล จะมีความยาวช่วงคลื่น = 10.13 nm

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตัวอย่างที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ 8.5×10^4 Hz จะมีพลังงานและความยาวคลื่นเท่าใด ?

วิธีทำ จากสูตร $E = h\frac{c}{\lambda} = h\upsilon$

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js $c = 2.998 \times 10^8$ m/s

$\upsilon = 8.5 \times 10^4$ Hz

แทนค่า $E = 6.625 \times 10^{-34} \times 8.5 \times 10^4$ Hz

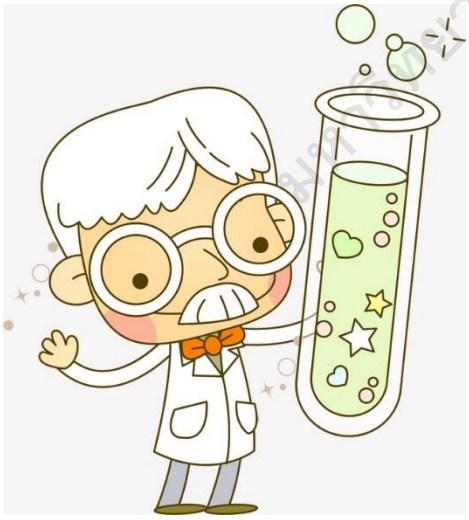
$= 5.63 \times 10^{-29}$ J

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda}$$

$$8.5 \times 10^4 \text{ Hz} = \frac{2.998 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 3.53 \times 10^3 \text{ m}$$

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีพลังงาน 5.63×10^{-29} J และมีความยาวคลื่น 3.53×10^3 m



ตัวอย่างที่ 4 เส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน 2 เส้น คือเส้นสีม่วงมีความยาวคลื่น 410 nm และเส้นสีน้ำเงินมีความยาวคลื่น 434 nm จะมีพลังงานต่างกันเท่าใด ?

วิธีทำ จากสูตร $E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$

$c = 3.0 \times 10^{8} m/s$

$h = 6.625 \times 10^{-34} Js$

สำหรับเส้นสีม่วง; $\lambda = 410\ nm = 4.10 \times 10^{-7}\ m$

$$E = 6.625 \times 10^{-34}\ Js \times \frac{3.0 \times 10^{8}}{4.10 \times 10^{-7}}$$

$$= 4.85 \times 10^{-19}\ J$$

สำหรับเส้นสีม่วง; $\lambda = 434\ nm$

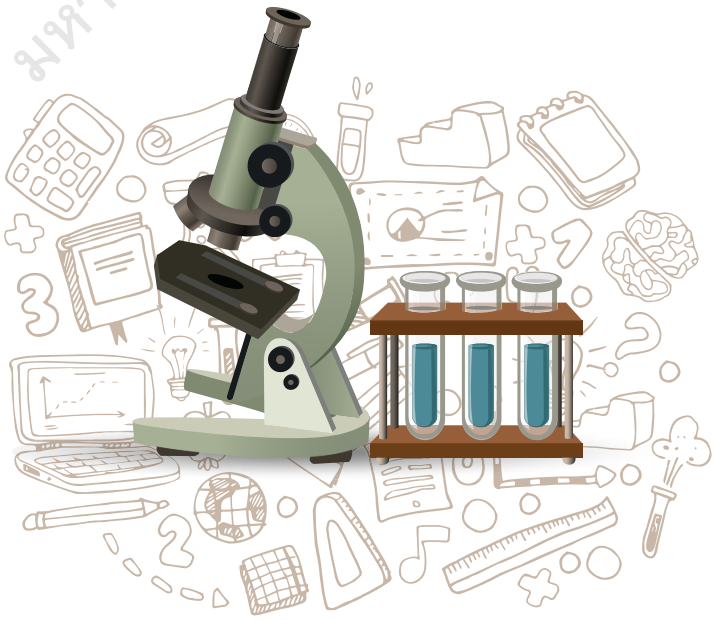
$$= 4.34 \times 10^{-7}\ m$$

$$E = 6.625 \times 10^{-34} Js \times \frac{3.0 \times 10^{8}}{4.34 \times 10^{-7}}$$

$$= 4.58 \times 10^{-19} J$$

มีพลังงานต่างกันเท่ากับ $4.85 \times 10^{-19} J - 4.58 \times 10^{-19} J = 2.7 \times 10^{-20} J$

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



บัตรกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

ชื่อกลุ่ม .....

สมาชิกในกลุ่ม 1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

5. .....

6. .....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการทดลองต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง อภิปรายผล และสรุปผล

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสีของเปลวไฟที่เกิดจากธาตุในสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุอิสระบางชนิด

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาสีของเปลวไฟที่เกิดจากธาตุในสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุอิสระบางชนิด

2. ระบุได้ว่าสีของเปลวไฟเกิดจากองค์ประกอบส่วนใดของสารประกอบ

3. บอกสีของเปลวไฟของธาตุได้

4. บอกความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมของแสงจากดวงอาทิตย์กับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้

5. บอกความแตกต่างของเส้นสเปกตรัมของธาตุที่นำมาทดสอบได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	10	นาที
	ทดลอง	20	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
	รวม	50	นาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น	5 cm^3
2. โซเดียมคลอไรด์	0.5 g
3. โซเดียมซัลเฟต	0.5 g
4. แบเรียมไนเตรต	0.5 g
5. แบเรียมคลอไรด์	0.5 g
6. แคลเซียมคลอไรด์	0.5 g
7. แคลเซียมซัลเฟต	0.5 g
8. คอปเปอร์ (II) คาร์บอเนต	0.5 g
9. คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	0.5 g
อุปกรณ์	
1. ลวดนิโครม (หรือไส้ดินสอดำ)	1 อัน
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์และที่กั้นลม	1 ชุด
3. แผ่นเกรตติง	1 แผ่น
4. หลอดทดลองขนาดเล็ก	1 หลอด
5. ชุดศึกษาสเปกตรัมของธาตุ ประกอบด้วย 5.1 หลอดบรรจุแก๊สชนิดต่าง ๆ เช่น ไฮโดรเจน แก๊สนีออน ไอปรอท 5.2 ขดลวดเหนี่ยวนำ 5.3 หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ 5.4 กระดาษสีดำ	1 ชุด

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 สีของเปลวไฟจากสารประกอบบางชนิด

1. ล้างลวดนิโครมในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วเผาให้ร้อน ทำซ้ำอีกหลายครั้งจนลวดนิโครมสะอาด ซึ่งสังเกตได้จากสีของเปลวไฟไม่เปลี่ยนแปลง

2. จุ่มลวดนิโครมที่สะอาดในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น แล้วนำไปแตะโซเดียมคลอไรด์ที่บดละเอียด และเผาในเปลวไฟโดยตรง สังเกตสีของเปลวไฟ

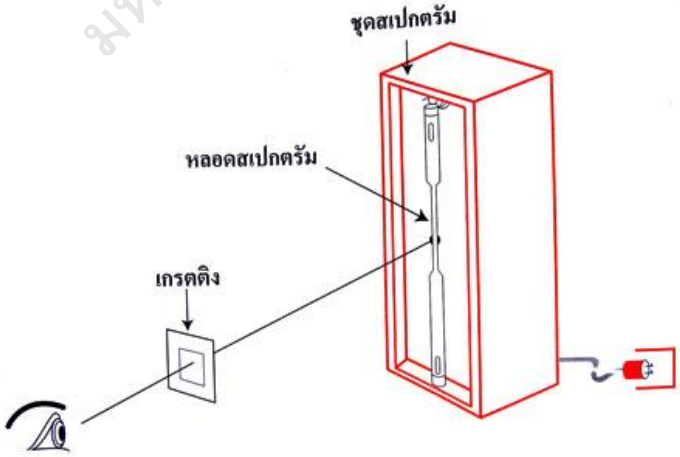
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ ข้อ 2 โดยใช้สารชนิดอื่นแทนโซเดียมคลอไรด์

ตอนที่ 2 เส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

1. ใช้แผ่นเกรตติงส่องดูแสงอาทิตย์ (ห้ามส่องดูดวงอาทิตย์โดยตรง) สังเกตสิ่งที่ปรากฏ แล้วส่องดูแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เปรียบเทียบสีที่สังเกตได้จากการดูแสงทั้งสองแหล่ง

2. ต่อหลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจนเข้ากับวงจรไฟฟ้าให้ครบวงจร ดังภาพ ใช้กระดาษสีดำบังทางด้านหลัง แล้วใช้แผ่นเกรตติงส่องดูที่หลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจนขณะที่กำลังเรืองแสง สังเกตเส้นสเปกตรัมที่ปรากฏ

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1–2 แต่เปลี่ยนหลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจนเป็นหลอดบรรจุแก๊สนีออนและไอปรอท สังเกตเส้นสเปกตรัมที่ปรากฏ



ภาพแสดงการจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาเส้นสเปกตรัมของธาตุ

ที่มา : https://www.google.co.th/search?q=ชุดศึกษาเส้นสเปกตรัม

1. กำหนดปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. ตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

3. การกำหนดตัวแปร

3.1 ตัวแปรต้น

.....

.....

.....

.....

3.2 ตัวแปรตาม

.....

.....

.....

.....

3.3 ตัวแปรควบคุม

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

4. ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 สีของเปลวไฟจากสารประกอบบางชนิด

สารที่ใช้เผา	สีของเปลวไฟ
โซเดียมคลอไรด์	
โซเดียมซัลเฟต	
แบเรียมไนเตรต	
แบเรียมคลอไรด์	
แคลเซียมคลอไรด์	
แคลเซียมซัลเฟต	
คอปเปอร์ (II) คาร์บอเนต	
คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	

ตอนที่ 2 เส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

สิ่งที่ศึกษา	ผลจากการสังเกต
แสงจากดวงอาทิตย์	
แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์	
หลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจน	
หลอดบรรจุแก๊สนีออน	
ไอปรอท	

5. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเผาสารประกอบของโลหะชนิดเดียวกัน จะให้เปลวไฟสีเดียวกันหรือไม่ และสีของเปลวไฟที่ปรากฏนั้นเป็นสีที่เกิดจากองค์ประกอบใดในสารประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สเปกตรัมที่เห็นจากการใช้แผ่นเกรตติงส่องดูแสงอาทิตย์กับแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เส้นสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน แก๊สนีออนและไอปรอทแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เนื่องจากแบบจำลองอะตอมที่โปรตอนและนิวตรอนรวมกันเป็นนิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสนั้นสามารถอธิบายได้แต่เพียงว่าทำไมโปรตอนจึงอยู่รวมกันเป็นนิวเคลียสได้ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุเป็นลบเหมือนกัน จึงอยู่รวมกันรอบ ๆ นิวเคลียส ไม่ได้บอกให้ทราบว่าอิเล็กตรอนทั้งหมดเหล่านั้นอยู่ในที่เดียวกัน หรือมีการแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ อย่างไร นอกจากนี้ เมื่อมีการศึกษาการเผาสาร ซึ่งพบว่าสารประกอบที่มีโลหะต่างกัน จะให้สีของเปลวไฟต่างกัน แบบจำลองดังกล่าวนี้ก็ไม่สามารถอธิบายได้ว่า สีของเปลวไฟนั้นเกิดขึ้นจากอะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อศึกษาสีของเปลวไฟด้วยสเปกโตรสโคปซึ่งจะเห็นเป็นเส้นสเปกตรัมที่มีสีต่าง ๆ กัน แบบจำลองนี้ก็ไม่สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกัน แสดงว่าแบบจำลองนี้ยังไม่ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามสร้างแบบจำลองอะตอมใหม่ขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว

ในการศึกษาสีของเปลวไฟที่เกิดขึ้นจากการเผาสาร มักจะเห็นเพียงสีเดียว ซึ่งเป็นสีที่เห็นเด่นชัดที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากตาของคนไม่สามารถที่จะแยกสีที่มีความถี่ต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่ออกจากกันได้ จึงมองเห็นเฉพาะสีที่เด่นชัดที่สุดเพียงสีเดียวเท่านั้น แต่ถ้าใช้สเปกโตรสโคปซึ่งเป็นเครื่องมือแยกสีตามความถี่ของแสง จะเห็นเป็นเส้นที่มีสีต่าง ๆ กันหลายเส้นซึ่งเรียกว่า เส้นสเปกตรัม แต่อย่างไรก็ตามเส้นสเปกตรัมที่เด่นชัดมีความเข้มของสีมากที่สุด จะเป็นสีเดียวกับที่มองเห็นด้วยตาเปล่า

ถ้าเปรียบเทียบเทียบสเปกตรัมของสารต่าง ๆ กับสเปกตรัมของแสงอาทิตย์และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะพบว่า สเปกตรัมที่เห็นจากแสงอาทิตย์มีลักษณะเป็นแถบที่มีแสงสีเจ็ดสีต่อเนื่องกัน ที่เรียกว่าสเปกตรัมแบบต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นสเปกตรัมของแสงขาวนั่นเอง สำหรับสเปกตรัมของหลอดฟลูออเรสเซนต์นอกจากจะเห็นเป็นแถบสีแบบสเปกตรัมของแสงขาวเป็นพื้นแล้ว ยังมีเส้นปรากฏในแถบสเปกตรัมด้วยเรียกว่าเส้นสเปกตรัม ซึ่งจัดว่าเป็นสเปกตรัมที่ไม่ต่อเนื่อง เส้นสเปกตรัมที่เห็นเด่นชัดที่สุด คือ เส้นสีเขียว ซึ่งเกิดจากธาตุที่บรรจุไว้ในหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้น ลักษณะของเส้นสเปกตรัมจะคล้ายกับสเปกตรัมที่ได้จากการเผาสาร

ตาราง 5 สีของเปลวไฟที่เกิดจากการเผาสารเมื่อดูด้วยตาเปล่า และใช้เส้นสเปกโตรสโคป

สารประกอบ	*สีของเปลวไฟเมื่อดูด้วยตาเปล่า*	*สีของเส้นสเปกตรัมที่เด่นชัดที่สุด*
NaCl	เหลือง	เหลืองเข้ม
Na_2SO_4	เหลือง	เหลืองเข้ม
$BaCl_2$	เขียวอมเหลือง	เขียว
$BaCO_3$	เขียวอมเหลือง	เขียว
$CaCl_2$	แดงอิฐ	แดงเข้ม
$CaSO_4$	แดงอิฐ	แดงเข้ม
$CuCO_3$	เขียว	เขียวเข้ม
$CuSO_4$	เขียว	เขียวเข้ม
$MgCl_2$	ม่วง	ม่วงเข้ม
$MgCO_3$	ม่วง	ม่วงเข้ม
LiCl	แดงเลือดนก	แดงเข้ม
Li_2CO_3	แดงเลือดนก	แดงเข้ม

สำหรับลักษณะของสเปกตรัมหรือสีของเปลวไฟของสารประกอบต่าง ๆ ที่เกิดจากโลหะชนิดเดียวกัน จากตารางที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าได้เส้นสเปกตรัมที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการทั้งตำแหน่งของเส้นสเปกตรัม ถึงแม้ว่าจะมีอโลหะต่างชนิดกัน เช่น กรณีของสารประกอบโซเดียม ไม่ว่าจะเป็น NaCl หรือ Na_2SO_4 จะเห็นสีของเส้นสเปกตรัมที่เด่นชัดที่สุดเป็นสีเหลองเข้มเหมือนกัน อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน หรือมีความยาวคลื่นเท่ากัน ทั้ง ๆ ที่สารประกอบโซเดียมนั้นมีอโลหะต่างกัน คือ Cl^- กับ SO_4^{2-} แสดงว่าเส้นสเปกตรัมนั้นไม่ได้เกิดจากอโลหะ ถ้าเกิดจากอโลหะสีหรือตำแหน่งของเส้นสเปกตรัมของ NaCl หรือ Na_2SO_4 ควรจะต่างกัน สำหรับสเปกตรัมของสารประกอบคู่อื่น ๆ ที่มีโลหะชนิดเดียวกันและมีอโลหะต่างชนิดกันก็ให้ผลเช่นเดียวกันกับกรณีของเกลือโซเดียม คือ ให้สเปกตรัมเหมือนกันเมื่อเป็นโลหะชนิดเดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

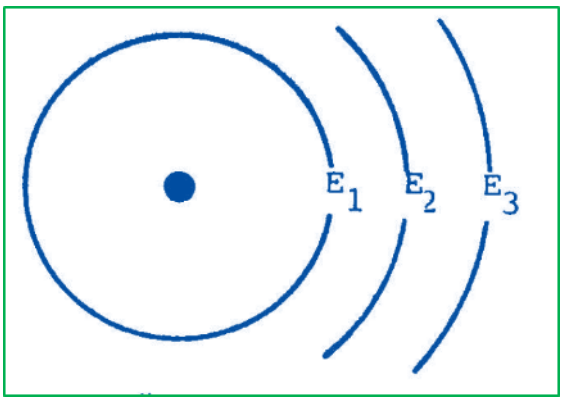
“เส้นสเปกตรัมเกิดจากอะตอมส่วนที่เป็นโลหะไม่ได้เกิดจากส่วนที่เป็นอโลหะ”

เส้นสเปกตรัมของธาตุ

การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะและการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส โบร์ได้ทำการศึกษาโดยศึกษาสเปกตรัมของสารหรือธาตุ พบว่าเมื่อเผาสารประกอบของโลหะชนิดเดียวกัน จะเห็นสีของ เปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมสีเดียวกันเสมอ เช่น เผาเกลือของโลหะโซเดียมจะให้เปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมสีเหลือง เกลือของโลหะแคลเซียมให้เปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมสีแดงอิฐ จากการเผาสารประกอบต่าง ๆ พบว่าสีของเปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมเกิดจากส่วนที่เป็นโลหะในสารประกอบชนิดนั้น ๆ

โบร์ พบว่า อิเล็กตรอนแต่ละตัวที่อยู่รอบนิวเคลียสมีพลังงานคงที่และต่ำเรียกว่า **สภาวะพื้น** (ground state) แต่ถ้ามีการให้พลังงานกับอิเล็กตรอนไม่ว่าในรูปใดจะมีการย้ายไปสู่ **สภาวะเร้า** (excited state) แต่ถ้าอิเล็กตรอนที่สภาวะเร้าที่กลับมาอยู่ที่เดิมจะคายพลังงานออกมาในรูปของพลังงานแสงสีต่าง ๆ หรือเส้นสเปกตรัมจากการศึกษาและการแปลความหมายของเส้นสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจนซึ่งมีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว พบว่าอิเล็กตรอนในอะตอมของไฮโดรเจนนอกจากจะมีสถานะพื้นแล้ว ยังมีสถานะกระตุ้นหลายระดับที่มีพลังงานต่าง ๆ กัน และความแตกต่างระหว่างพลังงานแต่ละระดับที่อยู่ถัดไปจะไม่เท่ากัน และความแตกต่างจะมีค่าน้อยลงเมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น จากเหตุผลที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า

1. เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานที่เหมาะสม อิเล็กตรอนจะย้ายขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่าทำให้อิเล็กตรอนไม่เสถียร อิเล็กตรอนจึงกลับมาอยู่ที่ระดับพลังงานต่ำกว่า ในการเปลี่ยนตำแหน่งของอิเล็กตรอนจะคายพลังงานออกมา
2. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนไม่จำเป็นจะเปลี่ยนไปอยู่ระดับพลังงานถัดไป อาจจะเปลี่ยนข้ามขั้นก็ได้
3. ระดับพลังงานต่ำอยู่ห่างกันมากกว่าระดับพลังงานสูง



ภาพแสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนแต่ละระดับ

ที่มา : หนังสือคู่มือเคมี ม.4 สำนักพิมพ์ไฮเอ็ด, หน้า 143

พลังงานที่อิเล็กตรอนดูดและคายออกในการเปลี่ยนระดับพลังงาน

การที่ไฮโดรเจนมีเส้นสเปกตรัมให้เห็นถึง 4 เส้น แสดงว่าภายในอะตอมจะต้องไม่ได้มีเพียง 2 ระดับพลังงานเท่านั้น แต่คงจะต้องมีมากกว่านี้ และการที่ความยาวคลื่นไม่ได้ต่อเนื่องกัน แสดงว่าระดับพลังงานในอะตอมควรจะเป็นช่วงไม่ต่อเนื่องกัน ระดับพลังงานในอะตอมของไฮโดรเจนจะต้องมีระดับที่ 3, 4, ... ต่อ ๆ ไป ซึ่งจัดเป็นชั้น ๆ การที่มีระดับพลังงานหลายระดับ แต่ละระดับมีค่าพลังงานคงที่ทำให้ผลต่างระหว่างระดับพลังงานคู่หนึ่ง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน แต่เป็นค่าคงที่ เช่น

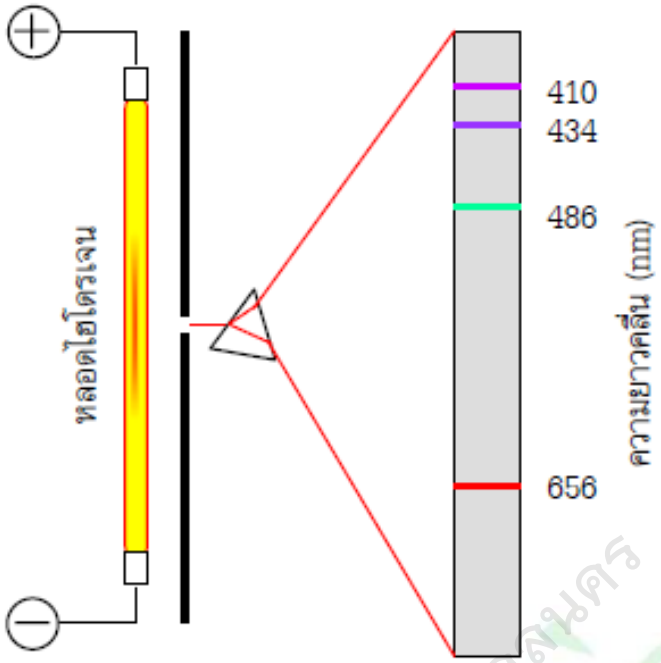
$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$\Delta E = E_3 - E_1$$

$$\Delta E = E_4 - E_1$$

เมื่อผลต่างของระดับพลังงานคู่หนึ่ง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน พลังงานในส่วนที่คายออกมาจึงมีคู่ไม่เท่ากันด้วย ทำให้มีเส้นสเปกตรัมได้หลายเส้น ดังในรูปต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



ภาพแสดง แผนผังการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจน

ที่มา : http://www.Brown Le May and Bursten

เมื่อพิจารณาผลต่างระหว่างพลังงานของระดับพลังงานคู่ที่อยู่ถัดกัน ของเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนจะได้ ดังนี้

ตาราง 6 แสดง ผลต่างระหว่างพลังงานของเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	พลังงาน (kJ)	ผลต่างระหว่างพลังงานของเส้นสเปกตรัมที่อยู่ถัดกัน(kJ)
สีม่วง	410	4.84×10^{-22}	
สีน้ำเงิน	434	4.57×10^{-22}	2.7×10^{-23}
สีน้ำทะเล	486	4.08×10^{-22}	4.9×10^{-23}
สีแดง	656	3.02×10^{-22}	10.6×10^{-23}

จะเห็นได้ว่าผลต่างระหว่างพลังงานของระดับพลังงานคู่ที่อยู่ถัดกันแต่ละคู่จะไม่เท่ากันตลอด ความแตกต่างจะมีค่าน้อยลงตามลำดับ เมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น กล่าวได้ว่า ระดับพลังงานยิ่งสูงขึ้นจะยิ่งอยู่ชิดกันมากขึ้น

สรุปการเกิดสเปกตรัมของธาตุ

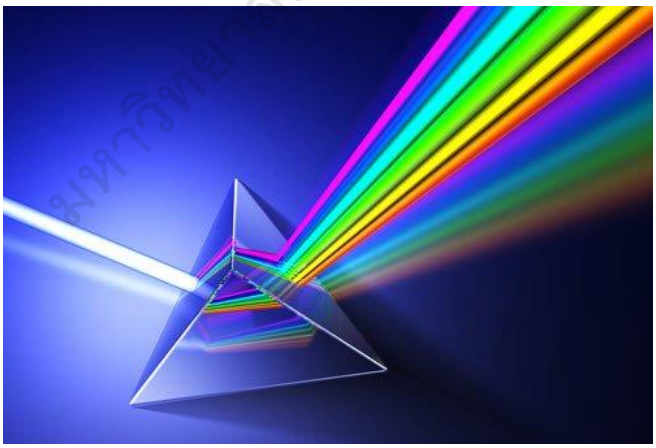
❶ เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจะถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปอยู่ระดับพลังงานที่สูงขึ้น ซึ่งจะขึ้นไปอยู่ระดับใดย่อมขึ้นกับปริมาณพลังงานที่ได้รับ

❷ การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนไม่จำเป็นจะต้องเกิดระหว่างระดับพลังงานที่อยู่ถัดกัน แต่อาจจะมีการเปลี่ยนข้ามขั้นได้ จึงเป็นเหตุให้มีเส้นสเปกตรัมเกิดขึ้นได้หลายเส้น

❸ ภายในอะตอมซึ่งแบ่งพลังงานเป็นชั้น ๆ ระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสจะต่ำที่สุด และระดับพลังงานที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสมากที่สุดจะมีค่าสูงสุด ดังนั้น อิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่ำจึงอยู่ใกล้นิวเคลียสมากกว่าอิเล็กตรอนในระดับพลังงานสูง

❹ ระดับพลังงานต่ำ ๆ จะอยู่ห่างกัน และเมื่อสูงขึ้นจะอยู่ชิดกันมากขึ้น กล่าวคือ ยิ่งระดับพลังงานสูงขึ้นจะยิ่งอยู่ชิดกันมากขึ้น

❺ เส้นสเปกตรัมของธาตุ แสดงให้เห็นถึงพลังงานที่อิเล็กตรอนคายออกมาเมื่อเปลี่ยนจากระดับพลังงานสูงมาสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า



บัตรเนื้อหาที่ 3.4

เรื่อง

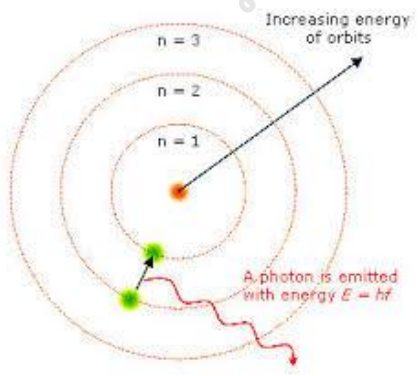
แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับ การเกิดสเปกตรัมของธาตุ ทำให้นักวิทยาศาสตร์พบว่าอิเล็กตรอนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสนั้นไม่ได้อยู่รวมกันที่เดียวทั้งหมด แต่แบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามระดับพลังงานต่าง ๆ รอบ ๆ นิวเคลียส ในปี พ.ศ. 2428–2505 นีลส์ โบร์ (Neils Bohr) นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ได้นำมาสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่โดยขยายจากแบบจำลองรัทเทอร์ฟอร์ด ดังนี้

“อะตอมประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนรวมเป็นนิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนในอะตอมวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสเป็นชั้น ๆ ตามระดับพลังงาน”

ภาพแสดงภาพถ่ายของนีลส์ โบร์

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/



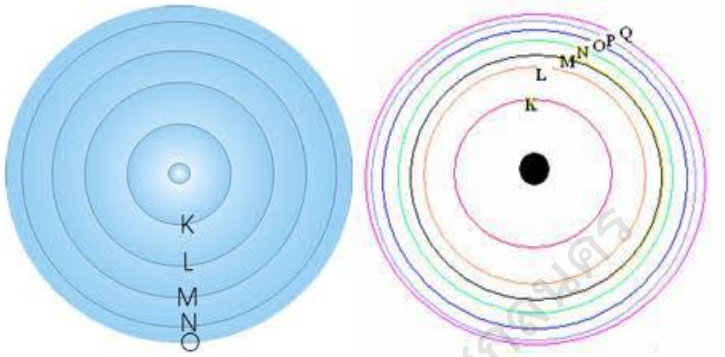
ภาพแสดงแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของโบร์

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

แบบจำลองอะตอมของนิลส์ โบร์ ทำให้เห็นมโนภาพเกี่ยวกับการจัดอิเล็กตรอนภายในอะตอม รอบ ๆ นิวเคลียส ซึ่งเปรียบเสมือนกับระบบสุริยจักรวาล ที่มีดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง และมีดาวเคราะห์โคจรอยู่รอบ ๆ นอกจากนี้ โบร์ยังได้กำหนดสัญลักษณ์สำหรับพลังงานชั้นต่าง ๆ ไว้ด้วย โดยให้ระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดเป็นชั้น K และชั้นถัด ๆ ไปเป็นชั้น L, M, N, ... ซึ่งในปัจจุบันเรียกระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดว่าระดับพลังงาน n = 1 และระดับพลังงานถัดออกไปเป็น n = 2, n = 3, n = 4, ... ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

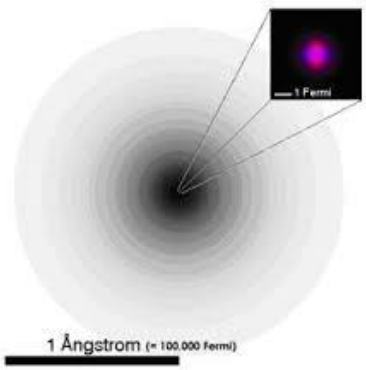
จากความรู้เรื่องสเปกตรัม นีลส์ โบร์ จึงสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่ โดยปรับปรุงจากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด กล่าวคืออิเล็กตรอนที่วิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสมีระดับพลังงานมากกว่าหนึ่งระดับหรือมีชั้นของอิเล็กตรอนมากกว่า 1 ชั้น ลำดับชั้นที่นับจากนิวเคลียสออกมา ชั้นที่อยู่ติดนิวเคลียสที่สุดเรียกว่าชั้นที่ K และเรียกชั้นต่อ ๆ มาเป็น L, M และ N ตามลำดับ



ภาพแบบจำลองอะตอมของโบร์แสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอน

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

แบบจำลองอะตอมของโบร์ใช้อธิบายการเกิดสเปกตรัมได้ดี โดยเฉพาะกับอะตอมที่มีขนาดเล็ก และมีอิเล็กตรอนเดี่ยว เช่น อะตอมของไฮโดรเจน แต่ไม่สามารถใช้อธิบายอะตอมที่มีหลาย ๆ อิเล็กตรอนได้ นอกจากนี้ยังทราบแต่เพียงว่าอิเล็กตรอนภายในอะตอมมีการจัดเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ตามระดับพลังงาน แต่ไม่ทราบว่าในแต่ละระดับพลังงานจะมีอิเล็กตรอนอยู่กี่ตัว จึงได้มีการค้นคว้าเพิ่มเติม และเป็นเหตุให้แบบจำลองอะตอมเปลี่ยนไปอีก



ภาพแสดงแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของโบร์

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

บัตรกิจกรรมที่ 3.2
เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

<u>คำชี้แจง</u> : ให้นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.1–3.4 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. บอกความหมายของความยาวคลื่น ความถี่คลื่น สเปกตรัม แสงที่มองเห็นได้ และแสงขาวได้

.....

.....

.....

2. แสงที่ประสาทตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้ เรียกว่า.....มีความยาวคลื่น อยู่ระหว่าง.....นาโนเมตร ถึง.....นาโนเมตร ปกติสายตาของคนเราจะมองเห็นเป็นแสงสี.....

3. ปรากฏการณ์ที่แสงขาวเดินทางผ่านตัวกลาง แล้วเกิดการหักเหแสงแล้วเกิดเป็นแถบสีรุ้งจำนวน.....สี ได้แก่ แสงสี.....

.....

.....

.....

4. จงบอกความหมายของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พร้อมยกตัวอย่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาให้ครบถ้วน

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

5. ให้นักเรียนวาดภาพคลื่น และแสดงองค์ประกอบของคลื่น

6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความถี่และพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

7. จงคำนวณความถี่ของคลื่นและพลังงานของแสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 5.8×10^{-7} m

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

8. ให้นักเรียนวาดรูปแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของ นีล โบร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัตรเนื้อหาที่ 3.5

เรื่อง

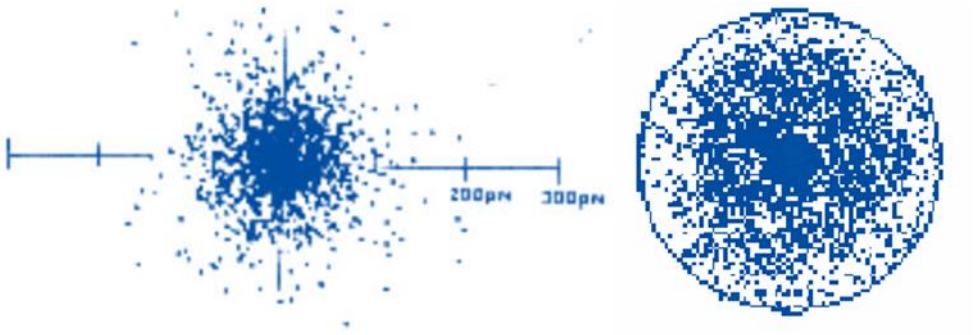
แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

แบบจำลองอะตอมของโบร์ใช้ได้ดีกับอะตอมที่มีอิเล็กตรอนน้อย ๆ คือ ไฮโดรเจนเท่านั้น แต่เมื่อนำไปใช้กับอะตอมของธาตุอื่น ๆ ที่มีอิเล็กตรอนหลายตัว ปรากฏว่าไม่สามารถอธิบายเส้นสเปกตรัมที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงมีการแก้ไขแบบจำลองอะตอมอีก เพื่ออธิบายผลการทดลองใหม่ ๆ ได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานภายในอะตอมอย่างละเอียด ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอิเล็กตรอนไม่ได้เคลื่อนที่เป็นวง ๆ ดังที่โบร์เสนอไว้ โดยเฉพาะเมื่อมีการศึกษาระดับพลังงานย่อยทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสมีหลายแบบ และมีพลังงานต่าง ๆ กัน อาจเป็นทรงกลมหรือรูปอื่น ๆ ซึ่งแล้วแต่ว่าอิเล็กตรอนนั้นจัดอยู่ในระดับพลังงานใด ทำให้แบบจำลองอะตอมเปลี่ยนแปลงไป

นักวิทยาศาสตร์พบว่าเนื่องจากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบ ๆ นิวเคลียส ได้หลายอย่าง แล้วแต่ระดับพลังงานจึงทำให้ดูเหมือนว่าอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วนั้นมีการเคลื่อนที่ไปทั่วอะตอมตลอดเวลา ไม่ได้เคลื่อนที่อยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่ง ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่อิเล็กตรอนไม่ได้ แต่โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่าง ๆ ของอะตอมจะมีได้ไม่เท่ากัน คือ อิเล็กตรอนมีโอกาสจะอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งมากกว่าบริเวณอื่น ๆ บางแห่งของอะตอมมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมาก แต่บางแห่งมีโอกาสพบอิเล็กตรอนน้อย

จากการศึกษาพบว่าส่วนที่มีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนมากกว่าที่อื่นหรือส่วน ที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าที่อื่น ได้แก่ บริเวณใกล้ ๆ นิวเคลียส และโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระยะห่างออกไปจะค่อย ๆ น้อยลง ทำให้เกิดมโนภาพเกี่ยวกับอะตอมเป็นแบบกลุ่มหมอก คือ บริเวณรอบ ๆ นิวเคลียสจะมีลักษณะเป็นทรงกลมที่ประกอบด้วยกลุ่มหมอก อิเล็กตรอน ใกล้ ๆ นิวเคลียสกลุ่มหมอกจะทึบและห่างจากนิวเคลียสออกไปกลุ่มหมอกจะจางลง นั้นคือบริเวณที่กลุ่มหมอกทึบมีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่ กลุ่มหมอกจาง

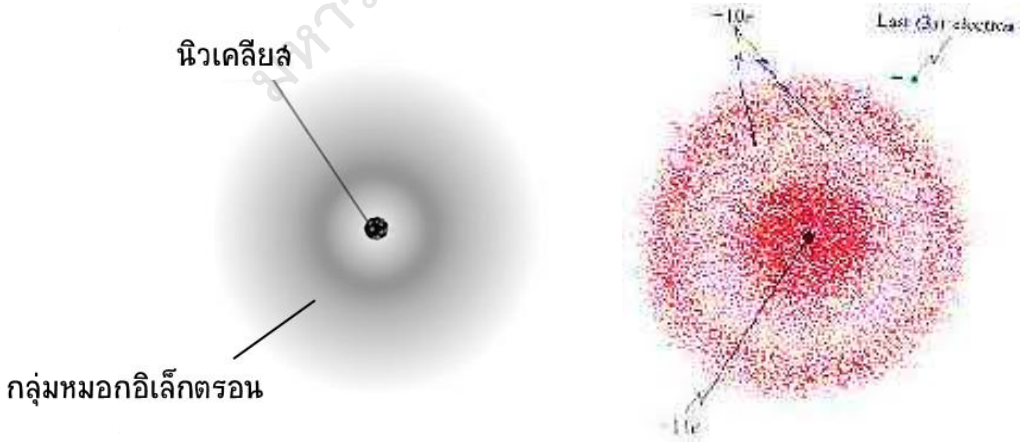


ภาพแสดง แบบจำลองของอะตอมไฮโดรเจน (H) ชนิดกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน

ที่มา : หนังสือคู่มือเคมี ม.4 สำนักพิมพ์ไฮเอ็ด, หน้า 145

แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกจึงประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่ง อยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสทั่วทั้งอะตอม โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน ทำให้โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน ในบริเวณต่าง ๆ ของอะตอมมีได้ไม่เท่ากัน บริเวณที่อยู่ใกล้นิวเคลียสจะมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณ ที่อยู่ห่างออกไป

นักวิทยาศาสตร์มีหลักฐานที่เชื่อได้ว่าอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม มีโปรตอน และนิวตรอน รวมกันอยู่ตรงกลางซึ่งเรียกว่า **“นิวเคลียส”** นิวเคลียสจะมีขนาดเล็ก แต่มีมวลมาก อิเล็กตรอน จะโคจรรอบนิวเคลียสเป็นบริเวณกว้างคล้ายกลุ่มหมอก ดังนั้น มโนภาพของอะตอมในปัจจุบัน จึงเป็นแบบจำลองอะตอมชนิดกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน ดังภาพ

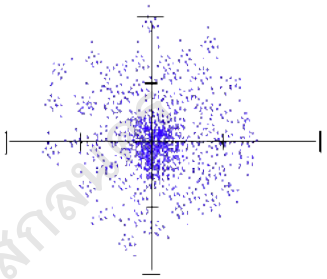


ภาพแสดง แบบจำลองของอะตอมไฮโดรเจน (H) ชนิดกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

บัตรกิจกรรมที่ 3.3
เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

<u>คำชี้แจง</u> : ให้นักเรียนศึกษาภาพที่กำหนดให้แล้วทำนายรูปร่างและลักษณะของอิเล็กตรอนที่สามารถพบได้ในอะตอมต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

	
ภาพแสดงหมอก	ภาพแสดงแบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอก

1. ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในอะตอมเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกล

2. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนบริเวณใดจะพบอิเล็กตรอนมากที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. อาณาบริเวณที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปได้มีขอบเขตไม่จำกัด ยิ่งห่างนิวเคลียสออกไปจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 3 เรื่องแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใดต่อไปนี้มีความถี่สูงที่สุด

ก. รังสีเอ็กซ์ ข. รังสีแกมมา

ค. รังสีอินฟาเรด ง. รังสีอัลตราไวโอเลต

2. ความยาวของคลื่นสเปกตรัม 4 เส้น ดังนี้

A = 404 mm B = 415 mm C = 455 mm D = 608 mm

เส้นสเปกตรัมใดที่แสดงว่าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน (E) น้อยที่สุด

ก. A เท่านั้น ข. B และ C

ค. C เท่านั้น ง. D เท่านั้น

3. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. รังสีเอ็กซ์ ข. แสง

ค. คลื่นเสียง ง. คลื่นวิทยุ

4. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

ก. การที่สเปกตรัมในช่วงแสงขาวของไฮโดรเจนมีเพียง 4 เส้น แสดงว่าอิเล็กตรอนในไฮโดรเจนมีระดับพลังงานเพียง 4 ระดับ

ข. ถ้าอะตอมของธาตุ ก มีอิเล็กตรอนมากกว่าอะตอมของธาตุ ข จำนวนเส้นสเปกตรัมในช่วงแสงสีขาวของธาตุ ก จะต้องมากกว่าธาตุ ข ด้วย

ค. จำนวนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในธาตุชนิดต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม

ง. ธาตุต่างชนิดกันอาจมีเส้นสเปกตรัมบางเส้นอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน (ความถี่เท่ากัน) ได้

5. แสงขาวอยู่ในช่วงความยาวคลื่นเท่าใด

ก. 500 – 800 nm ข. 200 – 400 nm

ค. 400 – 700 nm ง. 700 – 800 nm

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

6. จงหาความยาวคลื่นของแสงที่มีความถี่ 3×10^{15} Hz มีค่าเท่าใด

ก. 1×10^{-5} m ข. 1×10^{-7} m

ค. 2×10^{-5} m ง. 3×10^{-7} m

7. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความถี่ และพลังงาน

ก. ความยาวคลื่นมาก ความถี่มาก พลังงานมาก

ข. ความยาวคลื่นน้อย ความถี่น้อย พลังงานมาก

ค. ความยาวคลื่นมาก ความถี่น้อย พลังงานน้อย

ง. ความยาวคลื่นน้อย ความถี่มาก พลังงานมาก

8. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. ธาตุแต่ละธาตุมีสเปกตรัมเป็นลักษณะเฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน

ข. สมบัติของแต่ละธาตุมีความสัมพันธ์กับการจัดอิเล็กตรอนในอะตอม

ค. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนมีทิศทางแน่นอน

ง. เมื่อเผาสารประกอบสีของเปลวไฟและเส้นสเปกตรัมที่เกิดจากส่วนที่เป็นอิออนของโลหะ

9. จงหาความถี่ของแสงที่มีความยาวคลื่น 200 นาโนเมตร มีค่าเท่าใด

ก. 1×10^{-5} Hz ข. 1×10^{-7} Hz

ค. 1.5×10^{15} Hz ง. 1.5×10^{17} Hz

10. แสงสีส้มมีความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับแสงสีคราม ซึ่งมีความยาวคลื่น 430 นาโนเมตรข้อความใดถูกต้องที่สุด

ก. แสงสีส้มมีพลังงานสูงกว่าแสงสีคราม เนื่องจากมีความถี่สูงกว่า

ข. แสงสีครามมีพลังงานสูงกว่าแสงสีส้ม เนื่องจากมีความถี่ต่ำกว่า

ค. แสงสีครามมีพลังงานสูงกว่าแสงสีส้ม เนื่องจากมีความถี่สูงกว่า

ง. แสงสีส้มมีพลังงานสูงกว่าแสงสีคราม เนื่องจากมีความถี่ต่ำกว่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

.....

1. กำหนด

ตอนที่ 1 การนำสารเคมีมาเผาไฟจะทำให้เกิดสีของเปลวไฟที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 แผ่นเกรตติงส่องดูแสงขาวจะเห็บแถบสีต่อเนื่องกันมากกว่าส่องดูจากหลอดฟลูออเรนเซนต์

2. ตั้งสมมติฐาน

ตอนที่ 1 ถ้านำสารเคมีมาเผาไฟจะได้สีของเปลวไฟที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 เมื่อใช้แผ่นเกรตติงส่องดูแสงขาวจากดวงอาทิตย์จะมองเห็นแถบสีต่าง ๆ ต่อเนื่องกันแต่ถ้าส่องดูจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะเห็นแถบสีที่ต่อเนื่องกันแล้วยังพบเส้นสีบางเส้นทับบนแถบสีอีกด้วย เช่น เส้นสีเหลืองบนแถบสีเหลือง หรือเส้นสีเขียวบนแถบสีเขียว

ถ้านำธาตุแต่ละชนิดมาบรรจุในหลอดจะให้ชุดของสเปกตรัมไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวประการหนึ่งที่นำมาใช้ตรวจหาธาตุองค์ประกอบของสารได้

3. การกำหนดตัวแปร

3.1 ตัวแปรต้น

ตอนที่ 1 โซเดียมคลอไรด์, โซเดียมซัลเฟต, แบเรียมไนเตรต, แบเรียมคลอไรด์, แคลเซียมคลอไรด์, แคลเซียมซัลเฟต, คอปเปอร์ (II) คาร์บอเนตและ คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต

ตอนที่ 2 หลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจน หลอดบรรจุแก๊สนีออนและไอปรอท

3.2 ตัวแปรตาม

ตอนที่ 1 สีของเปลวไฟ

ตอนที่ 2 แถบสีหรือเส้นสเปกตรัม

3.3 ตัวแปรควบคุม

ตอนที่ 1 ปริมาณของสารเคมี ตะเกียงแอลกอฮอล์ ขดลวดนิโครมและกรดไฮโดรคลอริก

ตอนที่ 2 แผ่นเกรตติงและชุดศึกษาสเปกตรัมของธาตุ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

4. ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 สีของเปลวไฟจากสารประกอบบางชนิด

สารที่ใช้เผา	สีของเปลวไฟ
โซเดียมคลอไรด์	สีเหลือง
โซเดียมซัลเฟต	สีเหลือง
แบเรียมไนเตรต	สีเขียวแกมเหลือง
แบเรียมคลอไรด์	สีเขียวแกมเหลือง
แคลเซียมคลอไรด์	สีแดงอิฐ
แคลเซียมซัลเฟต	สีแดงอิฐ
คอปเปอร์ (II) คาร์บอเนต	สีเขียว
คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	สีเขียว

ตอนที่ 2 เส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

สิ่งที่ศึกษา	ผลจากการสังเกต
แสงจากดวงอาทิตย์	แถบสีต่อเนื่องกันเป็นแถบสเปกตรัม
แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์	แถบสเปกตรัมของสีต่าง ๆ เป็นพื้นแล้วมีเส้นสีต่าง ๆ ปรากฏในแถบสเปกตรัมด้วย
หลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจน	สเปกตรัมที่มีเส้นสีคือมีเส้นสเปกตรัมสีม่วง คราม เขียวและแดง
หลอดบรรจุแก๊สนีออน	สเปกตรัมที่มีเส้นสีคือมีเส้นสเปกตรัมสีม่วง คราม เขียว เหลือง แสดและแดง
ไอปรอท	สเปกตรัมที่มีเส้นสีคือมีเส้นสเปกตรัมสีม่วง คราม เขียว เหลือง แสดและแดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

5. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองอภิปรายและสรุปผลได้ดังนี้

1. สีของเปลวไฟที่เกิดจากการเผาสารประกอบเกิดจากธาตุองค์ประกอบที่เป็นโลหะ

2. เส้นสีบางเส้นสีที่พบแถบสเปกตรัมของแสงจากกหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นสเปกตรัมของสารเรืองแสงที่ฉาบอยู่ภายในหลอด

3. ธาตุแต่ละชนิดจะให้ชุดของสเปกตรัมไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวประการหนึ่งที่นำมาใช้ตรวจหาธาตุองค์ประกอบของสารได้ โดยการเปรียบเทียบกับเส้นสเปกตรัมของธาตุต่าง ๆ ที่ทราบมาแล้ว

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเผาสารประกอบของโลหะชนิดเดียวกัน จะให้เปลวไฟสีเดียวกันหรือไม่ และสีของเปลวไฟที่ปรากฏนั้นเป็นสีที่เกิดจากองค์ประกอบใดในสารประกอบ

ตอบ เหมือนกัน เพราะสีของเปลวไฟที่เกิดจากการเผาสารประกอบเกิดจากธาตุองค์ประกอบที่เป็นโลหะ

2. สเปกตรัมที่เห็นจากการใช้แผ่นเกรตติงส่องดูแสงอาทิตย์กับแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ ต่างกัน เมื่อใช้แผ่นเกรตติงส่องดูแสงขาวจากดวงอาทิตย์จะมองเห็นแถบสีต่าง ๆ ต่อเนื่องกัน แต่เมื่อส่องดูจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะเห็นแถบสีที่ต่อเนื่องกันแล้วยังพบเส้นสีบางเส้น เช่นเส้นสีเหลืองบนแถบสีเหลือง หรือเส้นสีเขียวบนแถบสีเขียว

3. เส้นสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน แก๊สนีออนและไอปรอทแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ธาตุแต่ละชนิดจะให้ชุดของสเปกตรัมไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวประการหนึ่งที่นำมาใช้ตรวจหาธาตุองค์ประกอบของสารได้ โดยการเปรียบเทียบกับเส้นสเปกตรัมของธาตุต่าง ๆ ที่ทราบมาแล้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.2
แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.1–3.4 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. บอกความหมายของความยาวคลื่น ความถี่คลื่น สเปกตรัม แสงที่มองเห็นได้และแสงขาวได้

ความยาวคลื่น หมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ

ความถี่คลื่น หมายถึง จำนวนรอบของคลื่นที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งในเวลา 1 วินาที

สเปกตรัม หมายถึง อนุกรมของแถบสีหรือเส้นสีที่ได้จากการผ่านพลังงานรังสีเข้าไปในสเปกโตรสโคปทำให้พลังงานรังสีแยกออกเป็นแถบหรือเส้นที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ เรียงลำดับกันไป

แสงที่มองเห็นได้หรือแสงขาว หมายถึง แสงอาทิตย์เป็นช่วงคลื่นที่มีความยาวคลื่น 380–700 nm ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ประสาทตาของคนจะรับได้

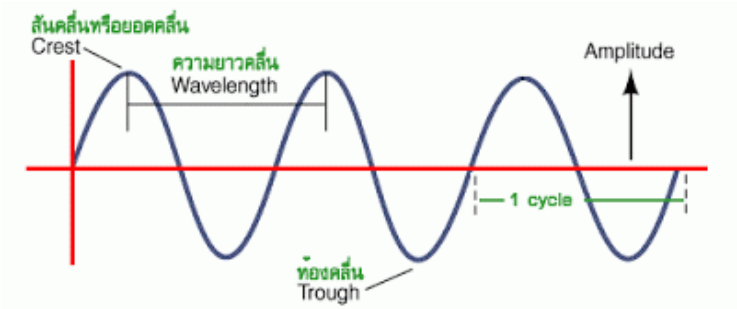
2. แสงที่ประสาทตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้ เรียกว่า แสงขาว มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380 นาโนเมตร ถึง 700 นาโนเมตร ปกติสายตาของคนเราจะมองเห็นเป็นแสงสี ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด (ส้ม) แดง

3. ปรากฏการณ์ที่แสงขาวเดินทางผ่านตัวกลาง แล้วเกิดการหักเหแสงแล้วเกิดเป็นแถบสีรุ้ง จำนวน 7 สี ได้แก่แสงสี ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด (ส้ม) แดง

4. จงบอกความหมายของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พร้อมยกตัวอย่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาให้ครบถ้วน

สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หมายถึง อนุกรมของแถบสีหรือเส้นสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีความยาวคลื่นและความถี่ต่างกัน เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ รังสีอินฟาเรด แสงขาวรังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา

5. ให้นักเรียนวาดภาพคลื่น และแสดงองค์ประกอบของคลื่น



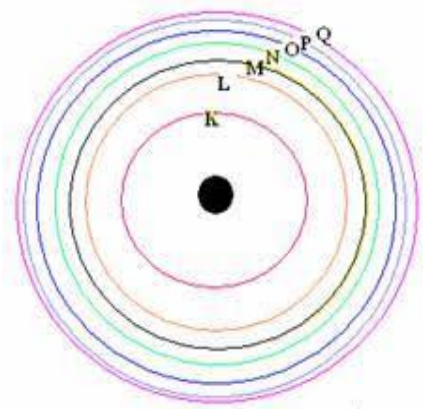
6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความถี่และพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$$

7. จงคำนวณความถี่ของคลื่นและพลังงานของแสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 5.8×10^{-7} m

ความถี่ 5.172×10^{14} s^{-1} พลังงาน 3.42645×10^{-19} J

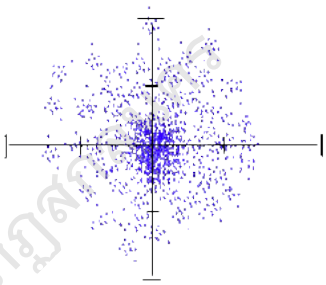
8. ให้นักเรียนวาดรูปแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของ นีล โบร์



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 3.3
เรื่อง แบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอก

<u>คำชี้แจง</u> : ให้นักเรียนศึกษาภาพที่กำหนดให้แล้วทำนายรูปร่างและลักษณะของอิเล็กตรอนที่สามารถพบได้ในอะตอมต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

	
ภาพแสดงหมอก	ภาพแสดงแบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอก

1. ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในอะตอมเป็นอย่างไร

อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปทั่วอะตอมตลอดเวลา

2. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนบริเวณใดจะพบอิเล็กตรอนมากที่สุด

บริเวณใกล้ ๆ นิวเคลียสหรือบริเวณที่กลุ่มหมอกทึบ

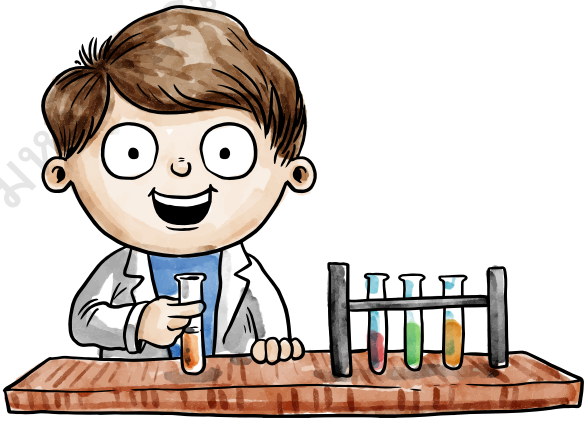
3. อาณาบริเวณที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปได้มีขอบเขตไม่จำกัด ยิ่งห่างนิวเคลียสออกไปจะเป็นอย่างไร

กลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจะจางลง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก

1. ข
2. ง
3. ค
4. ค
5. ค
6. ข
7. ค
8. ค
9. ค
10. ค



บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ฉลองชัย สุรวัฒนาบูรณ์. (2528). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาลี เกยรัมย์. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ณัฏฐพงษ เจริญพิทย. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ตรียาภรณ์ อินลี. (2554). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องสารรอบตัวเรา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

นฤดี นามโนรินทร์. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง บรรยากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ปฐมาพร ทาระเวท. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องระบบร่างกาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประทุมมาพร บุญมาวงษา. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้คู่มือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ประโรม แสงแก้ว. (2553). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

พงศธร นันทธเนศ และคณะ. (ม.ป.ป.). *เคมีเล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6.* กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ. (2560). *หลักสูตรสถานศึกษา.* สกลนคร: โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ.

ศศิลักษณ์ ดาวังปา. (2556). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอน เรื่องพลังงานความร้อน โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ศิริพร เชื้อวังคำ. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเน้นการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2558). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6.* พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน เคมี.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2559). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2559). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2560). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีเล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2561). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

สลิลนา ศรีสุขศิริพันธ์. (2554). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะและแผนผังความคิด เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุดี คมประพันธ์ (2547). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชวงชั้นที่ 3.* ปริญญานิพนธ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวพร พาวินิจ. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารโดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ.* กรุงเทพฯ: ภาพการพิมพ์.

อนันต์ จันทร์กวี. (2523). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แบบประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

ประเมินครั้งที่ .....วันที่ .....เดือน .....พ.ศ. .....

<u>คำชี้แจง</u> แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองนี้ ใช้ประเมินขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลองและเขียนรายงานซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมิน

เลขที่	ชื่อ–สกุล	รายการประเมิน							รวม
		เตรียมสาร	ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง	สังเกตและบันทึกผลการทดลอง	การทดลอง	อภิปรายและสรุปผลการทดลอง	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	ปฏิสัมพันธ์และมีคุณธรรม	
รวม									
เฉลี่ย									

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องชัดเจน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. การตั้งสมมติฐาน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลชัดเจน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแต่ยังไม่ชัดเจน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล	สมมติฐานสอดคล้องไม่กับปัญหา
3. การกำหนดตัวแปร	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ครบโดยขาดอย่างใดอย่างหนึ่ง	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ครบโดยขาด 2 ใน 3	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. การทดลอง	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกวิธี และมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกวิธี แต่ขาดการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน แต่ใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกวิธี 1 อย่าง มีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน แต่ใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกวิธี 1 อย่าง และขาดการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองให้เรียบร้อย
5. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้ บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะกระทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจได้บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจพอสมควร	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจได้พอสมควร บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ผู้อื่นเข้าใจได้น้อย	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจไม่ได้ บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ผู้อื่นเข้าใจไม่ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	4	3	2	1
6. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมพอสมควร	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้พอใช้ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	สามารถรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้บ้างเล็กน้อยสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้น้อย ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน
7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	แปลความหมายถูกต้องและสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายถูกต้องแต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูลบางส่วน	แปลความหมายถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ถูกต้องบางส่วนและไม่สรุปผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แบบประเมินบัตรกิจกรรม

ชุดที่.....

เรื่อง.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<u>คำชี้แจง</u> ใช้ประเมินบัตรกิจกรรม ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินโดยขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับรายการที่ประเมิน

เลขที่	รายการที่ประเมิน												รวม	ผลการประเมิน	
	ความครบถ้วนและความถูกต้อง				ความสะอาดและความเป็นระเบียบ				การตรงต่อเวลา					ผ่าน	ไม่ผ่าน
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	12		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 10–12 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 7–9 หมายถึง ดี

คะแนน 4–6 หมายถึง พอใช้

คะแนน 0–3 หมายถึง ควรปรับปรุง

ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับ ดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การประเมินผลการทำบัตรกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความครบถ้วนและความถูกต้อง	ทำบัตรกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องทั้งหมด	ทำบัตรกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ทำบัตรกิจกรรมได้มากกว่าครึ่งของจำนวนทั้งหมดและถูกต้องเป็นบางส่วน	ทำบัตรกิจกรรมได้น้อยกว่าครึ่งของจำนวนทั้งหมดและถูกต้องเป็นส่วนน้อย
ความสะอาดและความเป็นระเบียบ	ทำบัตรกิจกรรมสะอาดไม่มีรอยขีดฆ่าหรือลบคำผิดและเป็นระเบียบเรียบร้อยทั้งหมด	ทำบัตรกิจกรรมสะอาดไม่มีรอยขีดฆ่าหรือลบคำผิดและเป็นระเบียบเรียบร้อยเป็นส่วนใหญ่	ทำบัตรกิจกรรมไม่สะอาดมีรอยขีดฆ่าหรือลบคำผิดและเป็นระเบียบเรียบร้อยเป็นบางส่วน	ทำบัตรกิจกรรมไม่สะอาดมีรอยขีดฆ่าหรือลบคำผิดและเป็นระเบียบเรียบร้อยเป็นส่วนน้อย
การตรงต่อเวลา	ทำบัตรกิจกรรมเสร็จตรงตามกำหนดเวลาทุกกิจกรรมทั้งหมด	ทำบัตรกิจกรรมเสร็จตรงตามกำหนดเวลาได้เป็นส่วนใหญ่	ทำบัตรกิจกรรมเสร็จตรงตามกำหนดเวลาได้เป็นบางส่วน	ทำบัตรกิจกรรมเสร็จตรงตามกำหนดเวลาได้เป็นส่วนน้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แบบบันทึกคะแนนการทดสอบหลังเรียน

ชุดที่.....

เรื่อง.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ–สกุล	หลังเรียน (10)	เกณฑ์ประเมิน	หมายเหตุ
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เลขที่	ชื่อ–สกุล	หลังเรียน (10)	เกณฑ์ประเมิน	หมายเหตุ
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				

สรุปเกณฑ์การประเมิน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ขึ้นไปของคะแนนที่สอบได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชุดที่.....

เรื่อง.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<u>คำชี้แจง</u> แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มนี้ ใช้พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินโดยขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับรายการที่ประเมิน

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายการประเมิน					รวม	ผลการประเมิน
		การแบ่งหน้าที่ทำงาน	การฟังความคิดเห็น	ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	การแก้ปัญหา	บรรยากาศในการทำงาน		
		4	4	4	4	4	20	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 16–20 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 11–15 หมายถึง ดี

คะแนน 6–10 หมายถึง พอใช้

คะแนน 0–5 หมายถึง ควรปรับปรุง

ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับ ดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การแบ่งหน้าที่ทำงาน	มีการแบ่งหน้าที่ทำงานอย่างชัดเจนสมบูรณ์	มีการแบ่งหน้าที่ทำงานอย่างชัดเจนเป็นส่วนใหญ่	มีการแบ่งหน้าที่ทำงานอย่างชัดเจนเป็นบางครั้ง	ไม่มีการแบ่งหน้าที่ทำงาน
2. การฟังความคิดเห็น	มีการรับฟังความคิดเห็นดีมาก	มีการรับฟังความคิดเห็นดีเป็นส่วนใหญ่	มีการรับฟังความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	ไม่มีการรับฟังความคิดเห็น
3. ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	ให้ความร่วมมือกับเพื่อนเป็นอย่างดี	ให้ความร่วมมือกับเพื่อนเป็นส่วนมาก	ให้ความร่วมมือกับเพื่อนเป็นบางครั้ง	ไม่ให้ความร่วมมือกับเพื่อน
4. การแก้ปัญหา	มีการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานดีมาก	มีการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานดี	มีการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานน้อย	ไม่มีการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน
5. บรรยากาศในการทำงาน	มีบรรยากาศในการทำงานดีมาก	มีบรรยากาศในการทำงานดีเป็นส่วนใหญ่	บรรยากาศในการทำงานดีเป็นส่วนน้อย	บรรยากาศในการทำงานไม่ค่อยดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<u>คำชี้แจง</u> ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ ขณะปฏิบัติกิจกรรมซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

รายการปฏิบัติ	**ระดับคุณภาพ**			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการวัด				
3. ทักษะการคำนวณ				
4. ทักษะการจำแนกประเภท				
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย				
6. ทักษะการลงความคิดเห็น				
7. ทักษะการพยากรณ์				
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
9. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร				
11. ทักษะการทดลอง				
12. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
รวม				
เฉลี่ย				

เกณฑ์การให้คะแนน

4 = ดีมาก 3 = ดี

2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง

ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับ ดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องชัดเจน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการวัด	เลือกเครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมเลือกใช้หน่วยที่จะวัดได้ถูกต้อง บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง บันทึกผลการวัดได้ถูกต้อง	เลือกเครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมเลือกใช้หน่วยที่จะวัดได้ถูกต้อง บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ บันทึกผลการวัดได้ถูกต้อง	เลือกเครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมเลือกใช้หน่วยที่จะวัดได้ถูกต้อง บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องเป็นบางส่วน บันทึกผลการวัดได้ไม่ถูกต้อง	เลือกเครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมเลือกใช้หน่วยที่จะวัดไม่ได้ บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกต้อง บันทึกผลการวัดได้ไม่ถูกต้อง
3. ทักษะการคำนวณ	แสดงวิธีการคำนวณได้อย่างถูกต้อง ได้ผลลัพธ์ถูกต้อง บอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง	แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้องส่วนใหญ่ ได้ผลลัพธ์ถูกต้อง บอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง	แสดงวิธีการคำนวณไม่ถูกต้อง ผลลัพธ์ถูกต้อง บอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง	แสดงวิธีการคำนวณไม่ถูกต้อง ผลลัพธ์ไม่ถูก บอกหน่วยวัดได้ถูก

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. ทักษะการจำแนกประเภท	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้เหมาะสม แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นส่วนใหญ่	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นบางส่วน	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ได้
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้ บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะกระทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจได้บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจพอสมควร	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจได้พอสมควร บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ผู้อื่นเข้าใจได้น้อย	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจไม่ได้ บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ผู้อื่นเข้าใจไม่ได้
6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมพอสมควร	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้พอใช้ ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	สามารถรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้บ้างเล็กน้อย สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้น้อย ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
7. ทักษะการพยากรณ์	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้อย่างสมเหตุสมผล	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ไม่สมเหตุสมผล
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลชัดเจน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแต่ยังไม่ชัดเจน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล	สมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา
9. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และสามารถวัดได้	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้เป็นส่วนใหญ่และสามารถวัดได้	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้เป็นบางส่วน และสามารถวัดได้บางส่วน	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้เป็นบางส่วนและไม่สามารถวัดได้
10. การกำหนดตัวแปร	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ครบโดยขาดอย่างใดอย่างหนึ่ง	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ครบโดยขาด 2 ใน 3	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
11. การทดลอง	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกวิธี และมีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกวิธี แต่ขาดการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน แต่ใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกวิธี 1 อย่าง มีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน แต่ใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกวิธี 1 อย่าง และขาดการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองให้เรียบร้อย
12. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	แปลความหมายถูกต้องและสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายถูกต้องแต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูลบางส่วน	แปลความหมายถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ถูกต้องบางส่วนและไม่สรุปผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์

ชุดที่.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<u>คำชี้แจง</u> แบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์นี้ ใช้ประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมิน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม	สรุปผลการประเมิน
		ความเสียใจในผู้รู้	ความมีเหตุผล	ความมุ่งมั่นตั้งใจ	ความซื่อสัตย์	ความประหยัด		
		4	4	4	4	4	20	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

เกณฑ์การให้คะแนน

16-20 = ดีมาก 11-15 = ดี

5-10 = พอใช้ 1-4 = ปรับปรุง

ประเมินผ่านเกณฑ์ระดับ ดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความสนใจใฝ่รู้	สนใจที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ ชอบทดลอง ค้นคว้าชอบสนทนาซักถาม ฟัง อ่านเพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม	สนใจที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ เป็นส่วนใหญ่ ชอบทดลอง ค้นคว้าชอบสนทนาซักถาม ฟัง อ่านเพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่	สนใจที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ เป็นบางครั้ง ครูต้องแนะนำกระตุ้นให้ทดลอง ค้นคว้าชอบสนทนาซักถาม ฟัง อ่านเพื่อให้ได้รับความรู้	สนใจที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ น้อยมาก ครูต้องดูแลช่วยเหลือบอกความรู้แก่ผู้เรียน
ความมีเหตุผล	เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม ใช้เหตุผลแสดงความคิดเห็นได้ดีมาก	เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม ใช้เหตุผลแสดงความคิดเห็นได้ดี	เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม ใช้เหตุผลแสดงความคิดเห็นได้พอสมควร	เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงเชื่อโชคลาง ใช้เหตุผลแสดงความคิดเห็นได้ไม่ดี
ความอดทนมุ่งมั่น	มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลานาน ไม่ท้อถอยในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว	มีความอดทนต่อการดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลานานพอสมควร ท้อถอยในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลวเป็นบางครั้ง	มีความอดทนต่อการดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลานานน้อยครั้ง ท้อถอยในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลวเป็นส่วนใหญ่	มีความอดทนต่อการดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลานานน้อยมาก ท้อถอยในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลวทุกครั้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

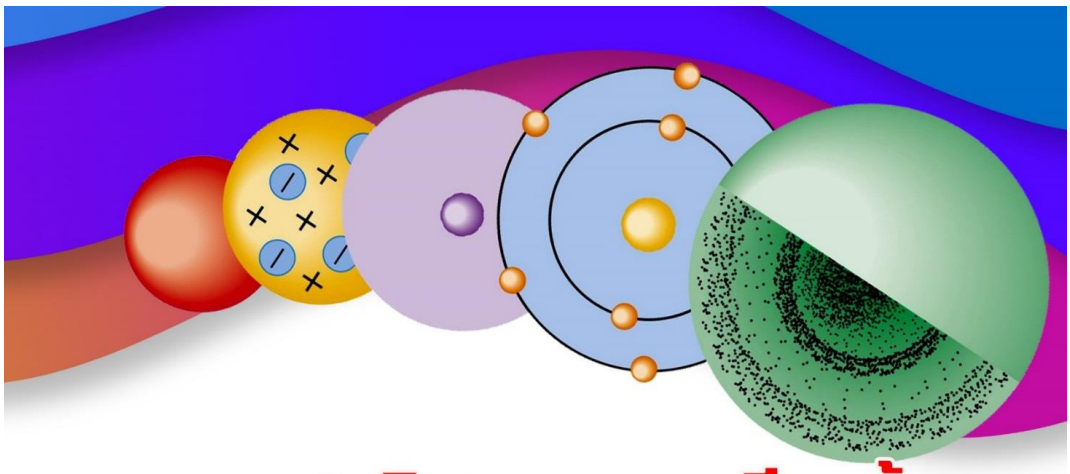
เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความซื่อสัตย์	นำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริงโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต การสืบค้นข้อมูลหรือการทดลองด้วยความละเอียดถูกต้องโดยไม่ลอกเลียนผลงานของผู้อื่น	นำเสนอข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต การสืบค้นข้อมูลหรือการทดลองเป็นส่วนมากและลอกเลียนผลงานของผู้อื่นเป็นบางส่วน	นำเสนอข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต การสืบค้นข้อมูลหรือการทดลองเป็นส่วนน้อยและลอกเลียนผลงานของผู้อื่นเป็นส่วนมาก	นำเสนอข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต การสืบค้นข้อมูลหรือการทดลองได้น้อยมาก ต้องลอกเลียนผลงานของผู้อื่น
ความประหยัด	ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าและหมั่นตรวจตรารักษา ซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ รวมทั้งเห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้	ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าและดูแลรักษาซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ เห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้พอสมควร	ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าครูต้องแนะนำเรื่องการบำรุงรักษาซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ และเห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้ในบางครั้ง	ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์ ครูต้องแนะนำเรื่องการบำรุงรักษาซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ และไม่เห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตัวอย่าง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ชุดที่

3

แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอก

โดย นายเอกพจน์ เศษฤทธิ์

โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ ชุดที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอก ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ประกอบด้วย องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรมและแบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ สร้างขึ้นมาเพื่อที่จะให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม กล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ควรเน้นให้เกิดขึ้น มุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้ ทั้งยังมีความเหมาะสมกับวัยและความสามารถในการอ่าน การจดจำ และการเขียนบันทึกของนักเรียนอีกด้วย ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มที่ตามศักยภาพ ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน สามารถนำนักเรียนไปสู่จุดหมาย เป็นผู้ที่มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เอกพจน์ เศษฤทธิ์

ผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	1
สาระสำคัญ	2
มาตรฐานการเรียนรู้	2
ผลการเรียนรู้	3
จุดประสงค์การเรียนรู้	3
คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	5
บัตรคำชี้แจง	6
บัตรเนื้อหา ที่ 3.1 เรื่อง แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์	7
บัตรเนื้อหา ที่ 3.2 เรื่อง สเปกตรัม	12
บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด	20
บัตรเนื้อหา ที่ 3.3 เรื่อง เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย	26
บัตรเนื้อหา ที่ 3.4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์	32
บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์	34
บัตรเนื้อหา ที่ 3.5 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	37
บัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	39
แบบทดสอบหลังเรียน	41
บรรณานุกรม	43

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. สาระสำคัญ
2. มาตรฐานการเรียนรู้
3. ผลการเรียนรู้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
6. บัตรคำชี้แจง
7. บัตรเนื้อหา ที่ 3.1 เรื่อง แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์
8. บัตรเนื้อหา ที่ 3.2 เรื่อง สเปกตรัมธาตุบางชนิด
9. บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด
10. บัตรเนื้อหา ที่ 3.3 เรื่อง เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย
11. บัตรเนื้อหา ที่ 3.4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์
12. บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์
13. บัตรเนื้อหา ที่ 3.5 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
14. บัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
15. แบบทดสอบหลังเรียน
16. บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

สาระสำคัญ

แบบจำลองอะตอมของของโบร์ อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง มีโปรตอน และนิวตรอนอยู่ภายใน ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อยู่โดยรอบเป็นระดับพลังงานที่มีค่าพลังงานเฉพาะคล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ส่วนแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมสร้างสมการเพื่อคำนวณหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน อะตอมประกอบด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสอย่างรวดเร็วตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบ แสดงว่ามีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่มีกลุ่มหมอกจาง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลองหรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 : ชุดที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอก นักเรียนจะมีความรู้ความสามารถดังนี้

ด้านความรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอม พร้อมทั้งบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมเปลี่ยนแปลง
2. อธิบายแบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย
6. ทักษะการลงความคิดเห็น
7. ทักษะการพยากรณ์
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
9. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
11. ทักษะการทดลอง
12. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความสนใจใฝ่รู้
2. ความมีเหตุผล
3. ความอดทน มุ่งมั่น
4. ความซื่อสัตย์
5. ความประหยัด

คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ชุดที่ 3 เรื่องแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก

การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ เป็นชุดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน โดยฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เกิดการสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เรียน รู้จักแบ่งหน้าที่ในการทำงาน การทำงานเป็นกลุ่ม และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรม

2. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 นักเรียนอ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนและบัตรคำชี้แจงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจ

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรมอย่างรอบคอบทุกขั้นตอนด้วยความตั้งใจ ถ้านักเรียนไม่เข้าใจให้ถามครู

2.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที โดยทำด้วยความตั้งใจและซื่อสัตย์ไม่ลอกคำตอบจากเพื่อน

3. นักเรียนควรจัดเก็บอุปกรณ์ที่ทำกิจกรรมเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย เมื่อเรียนจบในแต่ละชั่วโมง

4. นักเรียนทุกคนในกลุ่มจะต้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมทุกกิจกรรมที่ได้รับมอบหน้าหน้าที่อย่างเต็มความสามารถ

5. ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมห้ามนักเรียนส่งเสียงดังหรือหยอกล้อกันเพื่อไม่เป็นการรบกวนต่อการทำกิจกรรมของผู้อื่น

6. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยและครบถ้วนแล้วให้นำส่งงานกับครูผู้สอน

บัตรคำชี้แจง

การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะต้องอ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนเรียน ดังนี้

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6 คน

2. เขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เรียบร้อย และใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้กับการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด

3. ประธานกลุ่มอ่านหน้าที่ของประธานกลุ่ม, เลขานุการกลุ่ม และหน้าที่ของสมาชิกให้ทุกคนฟัง ดังนี้

หน้าที่ของประธานกลุ่ม

1. รับชุดการเรียนไปแจกสมาชิกในกลุ่ม
2. ควบคุมกิจกรรมให้เป็นไปตามคำสั่งในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้สมาชิกแสดงความคิดเห็น และร่วมกิจกรรม
3. เก็บรวบรวมชุดกิจกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เรียบร้อยเมื่อเรียนเสร็จ และนำส่งครู

หน้าที่ของเลขานุการกลุ่ม

1. จดบันทึกกิจกรรมบางกิจกรรมที่ต้องทำร่วมกัน
2. สรุปความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเพื่อนำเสนอผลงานที่ดีที่สุด ของกลุ่ม

หน้าที่ของสมาชิก

1. ร่วมกันอภิปรายกลุ่ม
2. จดบันทึกคำตอบของกิจกรรมทั้งหมดลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัตรเนื้อหาที่ 3.1

เรื่อง

แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์

แนวคิดแบบจำลองอะตอมของโบร์

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ใช้อธิบายเกี่ยวกับการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปที่แผ่นทองคำ แต่อธิบายปัญหาบางอย่างไม่ได้ เช่น ทำไมโปรตอนซึ่งมีประจุบวกจึงรวมกันเป็นนิวเคลียสได้ และทำไมอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบจึงเคลื่อนที่รอบ ๆ นิวเคลียสได้

หลังจากการค้นพบนิวตรอน สามารถอธิบายเหตุผลที่โปรตอนสามารถรวมกันเป็นนิวเคลียสได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. โปรตอนและนิวตรอนที่จะเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้

ถ้า ${}^{1}_{0}n$ คือ นิวตรอน และ ${}^{1}_{1}H$ คือ โปรตอน จะเขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาระหว่างโปรตอน และนิวตรอนได้ ดังนี้

Neutron + Positive charge → Proton

หรือ ${}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e \rightarrow {}^{1}_{1}H$

และ Proton + Negative charge → Neutron

หรือ ${}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{1}_{0}n$

จะเห็นได้ว่า โปรตอนสามารถเปลี่ยนไปเป็นนิวตรอนได้โดยอาศัยอิเล็กตรอน และนิวตรอนสามารถเปลี่ยนเป็นโปรตอนได้โดยโปสิตรอน (${}^{0}_{1}e$) ซึ่งเป็นอนุภาคที่ไม่เสถียรภายในนิวเคลียส เขียนเป็นสมการรวมได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

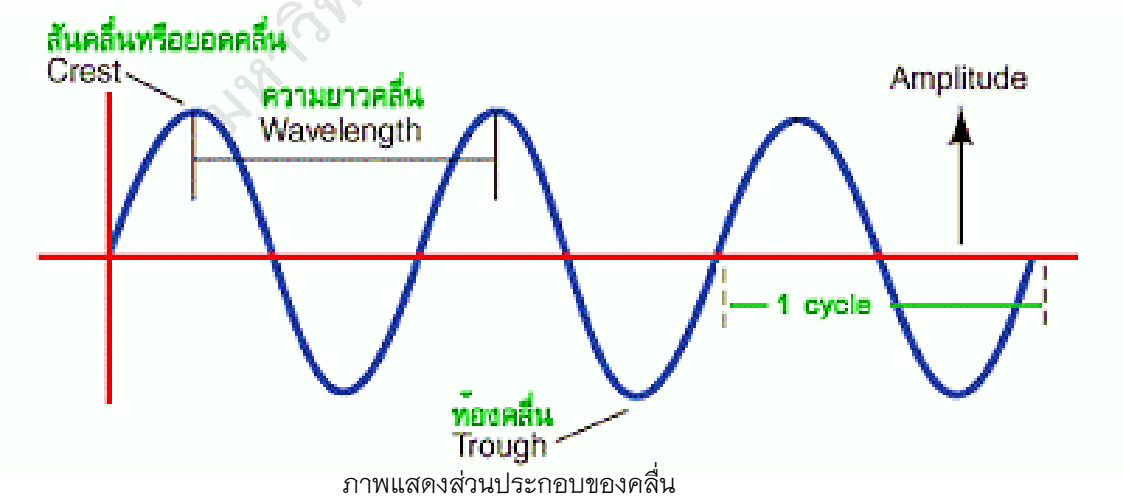
2. พิจารณาในแง่ของประจุ เนื่องจากนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า จึงเป็นกลางทางไฟฟ้า

นิวตรอนจึงไม่มีแรงดูดหรือแรงผลักระหว่างอนุภาค ดังนั้นจึงทำหน้าที่เชื่อม (Cement) ระหว่างโปรตอนกับโปรตอน โดยการแทรกอยู่ระหว่างโปรตอนกับโปรตอน ซึ่งทำให้โปรตอนอยู่ในระหว่างลดแรงผลักลงได้ จึงทำให้โปรตอนอยู่รวมกันได้

จะเห็นได้ว่าแบบจำลองอะตอมใหม่ที่มีนิวตรอนสามารถอธิบายการรวมตัวกันของโปรตอนในนิวเคลียสได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าอิเล็กตรอนอยู่รวมกันรอบ ๆ นิวเคลียสได้อย่างไร อิเล็กตรอนทั้งหมดอยู่รวมกันหรือมีการแบ่งกลุ่ม ๆ หรือมีตัวกลางแบบเดียวกับนิวตรอนในนิวเคลียส

คลื่นและสมบัติของคลื่น

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามศึกษาลักษณะของการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบ ๆ อะตอม โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัมของอะตอม ซึ่งจะทำให้ทราบว่าภายในอะตอมมีการจัดระดับพลังงานเป็นชั้น ๆ ในแต่ละชั้นจะมีอิเล็กตรอนบรรจุอยู่ ส่วนที่สองเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานไอออนไนเซชัน เพื่อจะดูว่าในแต่ละระดับพลังงานจะมีอิเล็กตรอนบรรจุอยู่ได้กี่ตัว



ภาพแสดงส่วนประกอบของคลื่น

ที่มา : https://sites.google.com/site/bdjuntasan/fisiks-4/swn-prakxb-khxng-khlun

คลื่นมีสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ ความยาวคลื่น (Wavelength; l) คือ ความยาวของคลื่น 1 ลูกคลื่นหรือเป็นระยะห่างจากสันคลื่นถึงสันคลื่นที่ติดกัน หรือระยะห่างจากท้องคลื่นถึงท้องคลื่นที่ติดกัน ความถี่ (frequency; f) คือ จำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 หน่วยเวลา หรือจำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 หน่วย และความถี่ของคลื่นจะมีค่าเท่ากับความถี่ของการสั่นของแหล่งกำเนิด โดยแหล่งกำเนิดสั่นครบ 1 รอบจะเกิดคลื่น 1 ลูก ความถี่มีหน่วยเป็นลูกคลื่นต่อวินาที รอบต่อวินาที หรือ Hertz (HZ)

แสงที่ตามองเห็น (Visible light) เป็นเพียงส่วนหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงซึ่งประสาทตาของมนุษย์สามารถสัมผัสได้ ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 400–700 นาโนเมตร (1 เมตร = 1,000,000,000 นาโนเมตร) หากนำแท่งแก้วปริซึม (Prism) มาหักเหแสงอาทิตย์ เราจะเห็นว่าแสงสีขาวถูกหักเหออกเป็นสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสดแดง คล้ายกับสีของรุ้งกินน้ำเรียกว่า “สเปคตรัม” (Spectrum) แสงแต่ละสีมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน สีม่วง มีความยาวคลื่นน้อยที่สุด สีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ในสเปกตรัมมีสมบัติที่สำคัญเหมือนกัน คือ เคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วเท่ากับแสงและมีพลังงานส่งผ่านไปพร้อมกับคลื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีชื่อเรียก ดังนี้

1. คลื่นวิทยุ มีความถี่ช่วง 10^4–10^9 Hz (เฮิรตซ์) ใช้ในการสื่อสาร คลื่นวิทยุมีการส่งสัญญาณ 2 ระบบ คือ

1.1 ระบบเอเอ็ม (A.M. = amplitude modulation) ระบบเอเอ็มมีช่วงความถี่ 530–1600 kHz (กิโลเฮิรตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้าไปกับคลื่นวิทยุเรียกว่า “คลื่นพาหะ” โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ

1.2 ระบบเอฟเอ็ม (F.M. = frequency modulation) ระบบเอฟเอ็มมีช่วงความถี่ 88–108 MHz (เมกะเฮิรตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ F.M. ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้คลุมพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสาอากาศสูง ๆ รับ

2. คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ มีความถี่ช่วง 10^{8}–10^{12} Hz มีประโยชน์ในการสื่อสาร แต่จะไม่สะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่จะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไปนอกโลก ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จะต้องมีสถานีถ่ายทอดเป็นระยะ ๆ เพราะสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง และผิวโลกมีความโค้ง ดังนั้นสัญญาณจึงไปได้ไกลสุดเพียงประมาณ 80 กิโลเมตรบนผิวโลก อาจใช้ไมโครเวฟนำสัญญาณจากสถานีส่งไปยังดาวเทียมแล้วให้ดาวเทียมนำสัญญาณส่งต่อไปยังสถานีรับที่อยู่ไกล ๆ เนื่องจากไมโครเวฟจะสะท้อนกับผิวโลหะได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจหาตำแหน่งของอากาศยาน เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เรดาร์ โดยส่งสัญญาณไมโครเวฟออกไปกระทบอากาศยาน และรับคลื่นที่สะท้อนกลับจากอากาศยาน ทำให้ทราบระยะห่างระหว่างอากาศยานกับแหล่งส่งสัญญาณไมโครเวฟได้

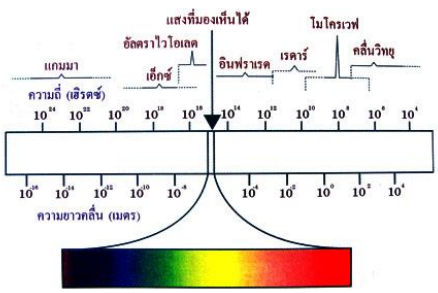
3. รังสีอินฟาเรด (infrared rays) รังสีอินฟาเรดมีช่วงความถี่ 10^{11}–10^{14} Hz หรือความยาวคลื่นตั้งแต่ 10^{-3}–10^{-6} เมตร ซึ่งมีช่วงความถี่คาบเกี่ยวกับไมโครเวฟ รังสีอินฟาเรดสามารถใช้กับฟิล์มถ่ายรูปบางชนิดได้ และใช้เป็นการควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรลกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้

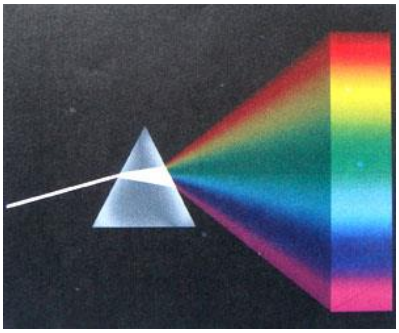
4. แสงขาว แสงมีช่วงความถี่ 10^{14}Hz หรือความยาวคลื่น $4x10^{-7}$–$7x10^{-7}$ เมตร เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประสาทตาของมนุษย์รับได้

5. รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet rays) รังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสีเหนือม่วง มีความถี่ช่วง 10^{15}–10^{18} Hz เป็นรังสีตามธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดประจุอิสระและไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ รังสีอัลตราไวโอเลต สามารถทำให้เชื้อโรคบางชนิดตายได้ แต่มีอันตรายต่อผิวหนังและตาคน

6. รังสีเอกซ์ (X–rays) รังสีเอกซ์ มีความถี่ช่วง 10^{16}–10^{22} Hz มีความยาวคลื่น ระหว่าง 10^{-8}–10^{-13} เมตร ซึ่งสามารถทะลุสิ่งกีดขวางหนา ๆ ได้ หลักการสร้างรังสีเอกซ์ คือ การเปลี่ยนความเร็วของอิเล็กตรอน มีประโยชน์ทางการแพทย์ในการตรวจดูความผิดปกติของอวัยวะภายในร่างกาย

7. รังสีแกมมา (–rays) รังสีแกมมามีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้ามีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์และสามารถกระตุ้นปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ มีอำนาจทะลุทะลวงสูง





ภาพแสดงสเปกตรัมของคลื่นแสง

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัตรเนื้อหาที่ 3.2

เรื่อง

สเปกตรัม

สเปกตรัม หมายถึง อนุกรมของแถบสีหรือเส้นที่ได้จากการผ่านพลังงานรังสีเข้าไปในสเปกโตรสโคป ซึ่งทำให้พลังงานรังสีแยกออกเป็นแถบหรือเป็นเส้นที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ เรียงลำดับกันไป

สเปกโตรสโคป (Spectroscope) หรือสเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้แยกสีตามความถี่ หรือเครื่องมือที่ใช้ศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัม

สเปกตรัม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

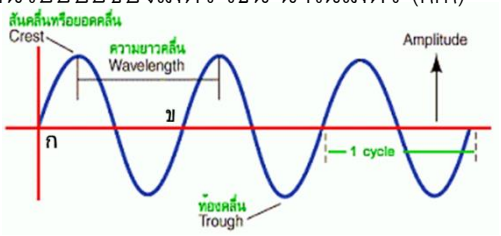
ก. สเปกตรัมแบบต่อเนื่อง (Continuous spectrum) เป็นสเปกตรัมที่ประกอบด้วยแถบสีที่มีความถี่ต่อเนื่องกันไปอย่างกลมกลืนกัน เช่น สเปกตรัมของแสงอาทิตย์

ข. สเปกตรัมไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous spectrum) หรือเรียกเส้นสเปกตรัม ลักษณะของสเปกตรัมจะเป็นเส้นหรือแถบสีเล็ก ๆ ที่ไม่เกิดต่อเนื่องกันไป แต่มีการเว้นช่วงของความถี่ที่เส้นสเปกตรัม เช่น สเปกตรัมธาตุไฮโดรเจน ธาตุฮีเลียม เป็นต้น

สเปกตรัมที่ไม่ต่อเนื่องจะมีบทบาทที่สำคัญในการศึกษาโครงสร้างอะตอม เนื่องจากอะตอมของธาตุต่าง ๆ จะมีเส้นสเปกตรัมเฉพาะตัวคล้ายกับลายนิ้วมือของคนแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน

สำหรับสเปกตรัมของธาตุ ถ้าพลังงานรังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอะตอมจะเรียกว่า “อะตอมมิกสเปกตรัม (Atomic spectrm)”

ความยาวคลื่น (Wavelength) ใช้สัญลักษณ์เป็น λ (อ่านว่า แลมบ์ดา) เป็นสมบัติที่สำคัญของคลื่นหมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบพอดี (คือระยะทางจากจุด ก. ถึงจุด ข. ในรูป หรือระยะทางจากจุดประปลายหนึ่งไปยังอีกปลายหนึ่ง) ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตร (m) หรือหน่วยย่อยของเมตร เช่น นาโนเมตร (nm) โดย 1 nm = 10^{-9} เมตร



ภาพแสดงส่วนประกอบของคลื่น

ที่มา : http://www.thaigoodview.com

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ความถี่ของคลื่น ใช้สัญลักษณ์เป็น ν (อ่านว่า นิว) หมายถึง จำนวนรอบของคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งในเวลา 1 วินาที ความถี่ของคลื่นจึงมีหน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที (S^{-1} หรือ cycle/s) หน่วยนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเฮิร์ตซ์ (Hertz) หรือใช้สัญลักษณ์เป็น Hz

แอมปลิจูด (Amplitude) คือ ความสูงของยอดคลื่น

คลื่นที่จะศึกษากันในที่นี้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 380 ถึง 750 nm ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่มีความยาวและความถี่ที่ประสาทตาของคนจะรับได้ เรียกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงดังกล่าวนี้ว่า “แสงขาว (Visible light)” สำหรับช่วงอื่น ๆ นอกจากนี้จะไม่นำมาศึกษาเนื่องจากประสาทตาไม่สามารถจะรับได้ เช่น ช่วงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet หรือตัวย่อคือ U.V.) อินฟาเรด (Infrared หรือตัวย่อ I.R.) และไมโครเวฟ (Microwave) เป็นต้น

ตาราง 1 แสดง สมบัติของคลื่นในช่วงความยาวต่าง ๆ กัน บางช่วง

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (m)	ความถี่คลื่น (Hz)
อัลตราไวโอเลต	1×10^{-7} – 3×10^{-7}	1.5×10^{15}
แสงขาว	3×10^{-7} – 7×10^{-7}	0.6×10^{15}
อินฟราเรด	2.5×10^{-6} – 3×10^{-5}	3.0×10^{13}
ไมโครเวฟ	1×10^{-3} – 3×10^{-1}	3.0×10^{10}

หมายเหตุ: ความถี่คลื่นนี้เป็นค่าเฉลี่ยเรียกว่า Typical frequency

การศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัมนี้มีมาตั้งแต่สมัยนิวตัน โดยใช้ปริซึมแยกแสงอาทิตย์ออกเป็นแถบสีรวม 7 สี ซึ่งภายหลังเคอร์ชอฟ (Gustav Krchhoff) ชาวเยอรมัน ได้ประดิษฐ์สเปกโตรสโคปขึ้น ใช้ในการแยกสเปกตรัมของแสงขาว และต่อมาบุนเสน (Robert Bunsen) ได้นำความรู้เกี่ยวกับสเปกตรัมไปวิเคราะห์แร่ชนิดต่าง ๆ ซึ่งทำให้ทราบว่าแร่นั้นมีธาตุอะไรเป็นองค์ประกอบ

เมื่อให้แสงขาวส่องผ่านปริซึม แสงขาวจะแยกออกเป็นแถบสีต่าง ๆ ต่อเนื่องกัน 7 สี เหมือนสีรุ้ง คือ สีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และแดง นักวิทยาศาสตร์เรียกแถบสีต่อเนื่องกันทั้ง 7 สีนี้ว่า “สเปกตรัมของแสงสีขาว” การที่แสงขาวสามารถแยก

ออกเป็นสเปกตรัมสีต่าง ๆ กันก็เนื่องจากแสงขาวประกอบด้วยสีต่าง ๆ ทั้ง 7 สี ซึ่งมีความยาวคลื่นต่าง ๆ จะทำให้เกิดการหักเหตามขนาดของมุมต่าง ๆ แสงที่มีความยาวคลื่นไม่เท่ากันจะเกิดการหักเหในปริซึมได้ไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้เกิดการแยกออกเป็นแถบแสงสีต่าง ๆ และต่อเนื่องกันเป็นแถบสเปกตรัม

ตาราง 2 แสดงแถบสีของสเปกตรัมของแสงขาว

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)
ม่วง	380 – 420
คราม	420 – 460
น้ำเงิน	460 – 490
เขียว	490 – 580
เหลือง	580 – 590
ส้ม	590 – 650
แดง	650 – 700

สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงอื่น ๆ ก็มีการหักเหเมื่อผ่านปริซึมหรือผ่านตัวกลางเช่นเดียวกัน แต่ไม่สามารถมองเห็นได้เหมือนแสงขาว การศึกษาสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้รับความสนใจเป็นอย่างมากนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต่อมาแมกซ์ พลังค์ (Max Planck) นักวิทยาศาสตร์ ชาวเยอรมัน ได้พบว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งและพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีส่วนสัมพันธ์กับความถี่และความยาวของคลื่นโดยสรุปเป็นกฎว่า

“พลังงานของคลื่นแม่เหล็กแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่นนั้น”

เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E \quad \alpha \quad \upsilon$$

$$E \quad = \quad h\upsilon$$

เมื่อ

E = พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (หน่วยเป็น จูล)

h = ค่าคงที่ของพลังค์ (Plank, constant) = 6.625×10^{-34} Js

υ = ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Hz หรือ s–1) เรียกสมการดังกล่าวนี้ว่ากฎของพลังค์

ในการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นโดยทั่ว ๆ ไปมักจะวัด เป็นความคลื่น ซึ่งความยาวคลื่นมีส่วนสัมพันธ์กับความถี่ของคลื่น ดังนี้

$$c = \lambda \upsilon$$

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda}$$

เมื่อ c คือ ความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ หรือความเร็วแสงในสุญญากาศนั่นเอง

c = 2.99×10^{8} ms^{-1} หรือ โดยประมาณ c = 3.0×10^{8} ms^{-1}

λ = ความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยเป็น เมตร

จากความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้สามารถเขียนกฎของพลังค์ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับความยาวและความถี่ของคลื่น ดังนี้

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$$

เนื่องจากแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ รวม 7 สี แต่ละสีมีลักษณะเป็นแถบสเปกตรัมจึงมีความยาวคลื่นเป็นช่วง ดังนั้นค่าของความถี่และพลังงานจึงเป็นช่วงด้วย การคำนวณเกี่ยวกับพลังงานของคลื่นจึงต้องระบุความยาวคลื่นหรือความถี่ที่แน่นอนด้วย เช่น แสงสีเขียวมีความยาวคลื่นระหว่าง 490–580 จะมีพลังงานอยู่ระหว่าง 4.06×10^{-19} และ 3.43×10^{-19} จูล ถ้าแสงสีเขียวที่มีความยาวคลื่น 520 nm จะมีพลังงาน 3.82×10^{-19} จูล เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตาราง 3 แสดง พลังงาน ความยาว และความถี่ของแสงสีขาว

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	ความถี่คลื่น (Hz)	พลังงาน (J)
ม่วง	380 – 420	$7.89 \times 10^{14} - 7.14 \times 10^{14}$	$5.23 \times 10^{-19} - 4.73 \times 10^{-19}$
คราม	420 – 460	$7.14 \times 10^{14} - 6.52 \times 10^{14}$	$4.73 \times 10^{-19} - 4.32 \times 10^{-19}$
น้ำเงิน	460 – 490	$6.52 \times 10^{14} - 6.12 \times 10^{14}$	$4.32 \times 10^{-19} - 4.06 \times 10^{-19}$
เขียว	490 – 580	$6.12 \times 10^{14} - 5.17 \times 10^{14}$	$4.06 \times 10^{-19} - 3.43 \times 10^{-19}$
เหลือง	580 – 590	$5.17 \times 10^{14} - 5.08 \times 10^{14}$	$3.43 \times 10^{-19} - 3.37 \times 10^{-19}$
ส้ม	590 – 650	$5.08 \times 10^{14} - 4.62 \times 10^{14}$	$3.37 \times 10^{-19} - 3.06 \times 10^{-19}$
แดง	650 – 700	$4.62 \times 10^{14} - 4.29 \times 10^{14}$	$3.06 \times 10^{-19} - 2.84 \times 10^{-19}$

จากตารางจะเห็นได้ว่าในแสงขาวซึ่งมีสีต่าง ๆ รวม 7 สี แสงสีม่วงจะมีความยาวคลื่นสั้นที่สุด แต่มีความถี่สูงสุด และมีพลังงานสูงสุด ในขณะที่แสงสีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด แต่มีความถี่ต่ำสุดและมีพลังงานต่ำที่สุด

หรือพิจารณาจากสูตร $E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$

ถ้า λ มาก υ และ E จะน้อย

แต่ถ้า λ น้อย υ และ E จะมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณความถี่ของคลื่นและพลังงานของแสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 5.8×10^{-7} m

วิธีทำ จากสูตร $E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$

$C = 3.0 \times 10^{8}$ m/s $\quad \lambda = 5.8 \times 10^{-7}$ m

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js $\quad E = 6.625 \times 10^{-34}$

แทนค่า $E = 6.625 \times 10^{-34} \times \frac{3.0x10^{8}}{5.8x10^{-7}}$

$= 3.4 \times 10^{-19}$ J

$\upsilon = \frac{3.0x10^{8}}{5.8x10^{-7}}$

$\upsilon = 5.2 \times 10^{14}$ s^{-1}

แสงสีเหลืองมีความถี่ 5.2×10^{14} s^{-1} และมีพลังงาน 3.4×10^{-19} J

ตัวอย่างที่ 2 พลังงานไอออนไนเซชัน Li^{2+} มีค่า 1.961×10^{-17} จูล จะมีความยาวช่วงคลื่นกี่ nm (กำหนด $h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js และ $c = 2.998 \times 10^{8}$ m/s)

วิธีทำ จากสูตร $E = h\frac{c}{\lambda}$

$E = 1.96 \times 10^{-17}$ J

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js

$c = 2.998 \times 10^{8}$ m/s

แทนค่า 1.96×10^{-17} J $= 6.625 \times 10^{-34}$ Js $\times \frac{2.998x10^{8}}{\lambda}$

$\lambda = 1.013 \times 10^{-8}$ m

$= 10.13 \times 10^{-9}$ m

$= 10.13$ nm

Li^{2+} มีค่า 1.961×10^{-17} จูล จะมีความยาวช่วงคลื่น = 10.13 nm

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตัวอย่างที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ 8.5×10^4 Hz จะมีพลังงานและความยาวคลื่นเท่าใด ?

วิธีทำ จากสูตร $E = h\frac{c}{\lambda} = h\upsilon$

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js $c = 2.998 \times 10^8$ m/s

$\upsilon = 8.5 \times 10^4$ Hz

แทนค่า $E = 6.625 \times 10^{-34} \times 8.5 \times 10^4$ Hz

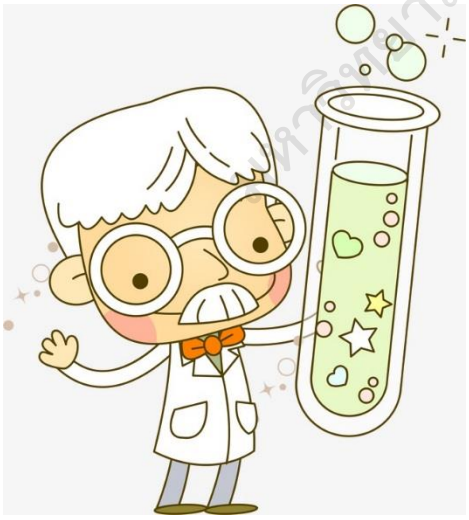
$= 5.63 \times 10^{-29}$ J

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda}$$

$$8.5 \times 10^4 \text{ Hz} = \frac{2.998 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 3.53 \times 10^3 \text{ m}$$

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีพลังงาน 5.63×10^{-29} J และมีความยาวคลื่น 3.53×10^3 m



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตัวอย่างที่ 4 เส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน 2 เส้น คือเส้นสีม่วงมีความยาวคลื่น 410 nm และเส้นสีน้ำเงินมีความยาวคลื่น 434 nm จะมีพลังงานต่างกันเท่าใด ?

วิธีทำ จากสูตร $E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$

$c = 3.0 \times 10^{8} m/s$

$h = 6.625 \times 10^{-34} Js$

สำหรับเส้นสีม่วง; $\lambda = 410\ nm = 4.10 \times 10^{-7}\ m$

$$E = 6.625 \times 10^{-34}\ Js \times \frac{3.0 \times 10^{8}}{4.10 \times 10^{-7}}$$

$$= 4.85 \times 10^{-19}\ J$$

สำหรับเส้นสีม่วง; $\lambda = 434\ nm$

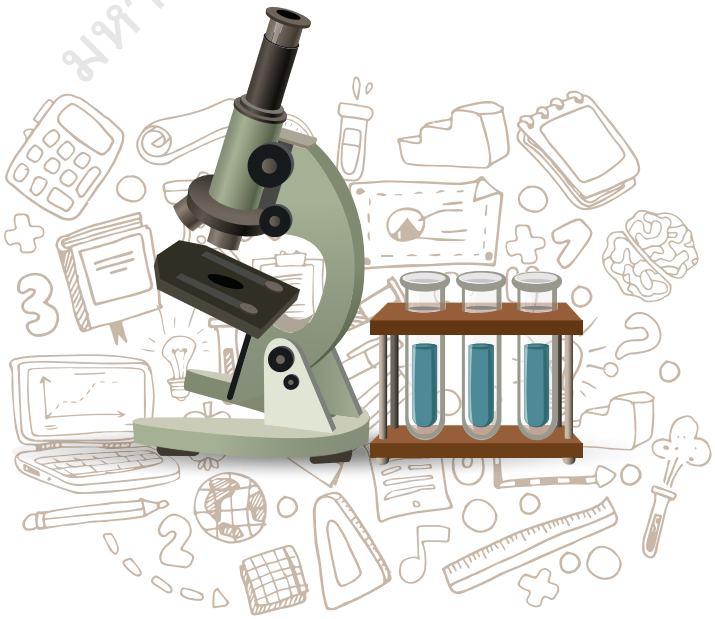
$$= 4.34 \times 10^{-7}\ m$$

$$E = 6.625 \times 10^{-34} Js \times \frac{3.0 \times 10^{8}}{4.34 \times 10^{-7}}$$

$$= 4.58 \times 10^{-19} J$$

มีพลังงานต่างกันเท่ากับ $4.85 \times 10^{-19} J - 4.58 \times 10^{-19} J = 2.7 \times 10^{-20} J$

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



บัตรกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

ชื่อกลุ่ม .....

สมาชิกในกลุ่ม 1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

5. .....

6. .....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการทดลองต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง อภิปรายผล และสรุปผล

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสีของเปลวไฟที่เกิดจากธาตุในสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุอิสระบางชนิด

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาสีของเปลวไฟที่เกิดจากธาตุในสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุอิสระบางชนิด
2. ระบุได้ว่าสีของเปลวไฟเกิดจากองค์ประกอบส่วนใดของสารประกอบ
3. บอกสีของเปลวไฟของธาตุได้
4. บอกความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมของแสงจากดวงอาทิตย์กับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้
5. บอกความแตกต่างของเส้นสเปกตรัมของธาตุที่นำมาทดสอบได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	10	นาที
	ทดลอง	20	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
	รวม	50	นาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น	5 cm^3
2. โซเดียมคลอไรด์	0.5 g
3. โซเดียมซัลเฟต	0.5 g
4. แบเรียมไนเตรต	0.5 g
5. แบเรียมคลอไรด์	0.5 g
6. แคลเซียมคลอไรด์	0.5 g
7. แคลเซียมซัลเฟต	0.5 g
8. คอปเปอร์ (II) คาร์บอเนต	0.5 g
9. คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	0.5 g
อุปกรณ์	
1. ลวดนิโครม (หรือไส้ดินสอดำ)	1 อัน
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์และที่กั้นลม	1 ชุด
3. แผ่นเกรตติง	1 แผ่น
4. หลอดทดลองขนาดเล็ก	1 หลอด
5. ชุดศึกษาสเปกตรัมของธาตุ ประกอบด้วย 5.1 หลอดบรรจุแก๊สชนิดต่าง ๆ เช่น ไฮโดรเจน แก๊สนีออน ไอปรอท 5.2 ขดลวดเหนี่ยวนำ 5.3 หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ 5.4 กระดาษสีดำ	1 ชุด

สสวท.

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 สีของเปลวไฟจากสารประกอบบางชนิด

1. ล้างลวดนิโครมในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วเผาให้ร้อน ทำซ้ำอีกหลายครั้งจนลวดนิโครมสะอาด ซึ่งสังเกตได้จากสีของเปลวไฟไม่เปลี่ยนแปลง

2. จุ่มลวดนิโครมที่สะอาดในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น แล้วนำไปแตะโซเดียมคลอไรด์ที่บดละเอียด และเผาในเปลวไฟโดยตรง สังเกตสีของเปลวไฟ

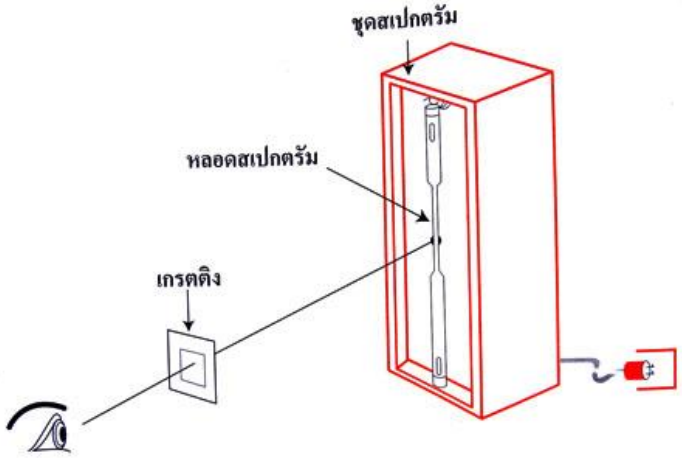
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ ข้อ 2 โดยใช้สารชนิดอื่นแทนโซเดียมคลอไรด์

ตอนที่ 2 เส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

1. ใช้แผ่นเกรตติงส่องดูแสงอาทิตย์ (ห้ามส่องดูดวงอาทิตย์โดยตรง) สังเกตสิ่งที่ปรากฏ แล้วส่องดูแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เปรียบเทียบสีที่สังเกตได้จากการดูแสงทั้งสองแหล่ง

2. ต่อหลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจนเข้ากับวงจรไฟฟ้าให้ครบวงจร ดังภาพ ใช้กระดาษสีดำบังทางด้านหลัง แล้วใช้แผ่นเกรตติงส่องดูที่หลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจนขณะที่กำลังเรืองแสง สังเกตเส้นสเปกตรัมที่ปรากฏ

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1–2 แต่เปลี่ยนหลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจนเป็นหลอดบรรจุแก๊สนีออนและไอปรอท สังเกตเส้นสเปกตรัมที่ปรากฏ



ภาพแสดงการจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาเส้นสเปกตรัมของธาตุ

ที่มา : https://www.google.co.th/search?q=ชุดศึกษาเส้นสเปกตรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1. กำหนดปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. ตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

3. การกำหนดตัวแปร

3.1 ตัวแปรต้น

.....

.....

.....

.....

3.2 ตัวแปรตาม

.....

.....

.....

.....

3.3 ตัวแปรควบคุม

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

4. ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 สีของเปลวไฟจากสารประกอบบางชนิด

สารที่ใช้เผา	สีของเปลวไฟ
โซเดียมคลอไรด์	
โซเดียมซัลเฟต	
แบเรียมไนเตรต	
แบเรียมคลอไรด์	
แคลเซียมคลอไรด์	
แคลเซียมซัลเฟต	
คอปเปอร์ (II) คาร์บอเนต	
คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	

ตอนที่ 2 เส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

สิ่งที่ศึกษา	ผลจากการสังเกต
แสงจากดวงอาทิตย์	
แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์	
หลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจน	
หลอดบรรจุแก๊สนีออน	
ไอปรอท	

5. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเผาสารประกอบของโลหะชนิดเดียวกัน จะให้เปลวไฟสีเดียวกันหรือไม่ และสีของเปลวไฟที่ปรากฏนั้นเป็นสีที่เกิดจากองค์ประกอบใดในสารประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สเปกตรัมที่เห็นจากการใช้แผ่นเกรตติงส่องดูแสงอาทิตย์กับแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เส้นสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน แก๊สนีออนและไอปรอทแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เนื่องจากแบบจำลองอะตอมที่โปรตอนและนิวตรอนรวมกันเป็นนิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสนั้นสามารถอธิบายได้แต่เพียงว่าทำไมโปรตอนจึงอยู่รวมกันเป็นนิวเคลียสได้ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุเป็นลบเหมือนกัน จึงอยู่รวมกันรอบ ๆ นิวเคลียส ไม่ได้บอกให้ทราบว่าอิเล็กตรอนทั้งหมดเหล่านั้นอยู่ในที่เดียวกัน หรือมีการแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ อย่างไร นอกจากนี้ เมื่อมีการศึกษาการเผาสาร ซึ่งพบว่าสารประกอบที่มีโลหะต่างกัน จะให้สีของเปลวไฟต่างกัน แบบจำลองดังกล่าวนี้ก็ไม่สามารถอธิบายได้ว่า สีของเปลวไฟนั้นเกิดขึ้นจากอะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อศึกษาสีของเปลวไฟด้วยสเปกโตรสโคปซึ่งจะเห็นเป็นเส้นสเปกตรัมที่มีสีต่าง ๆ กัน แบบจำลองนี้ก็ไม่สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกัน แสดงว่าแบบจำลองนี้ยังไม่ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามสร้างแบบจำลองอะตอมใหม่ขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว

ในการศึกษาสีของเปลวไฟที่เกิดขึ้นจากการเผาสาร มักจะเห็นเพียงสีเดียว ซึ่งเป็นสีที่เห็นเด่นชัดที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากตาของคนไม่สามารถที่จะแยกสีที่มีความถี่ต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่ออกจากกันได้ จึงมองเห็นเฉพาะสีที่เด่นชัดที่สุดเพียงสีเดียวเท่านั้น แต่ถ้าใช้สเปกโตรสโคปซึ่งเป็นเครื่องมือแยกสีตามความถี่ของแสง จะเห็นเป็นเส้นที่มีสีต่าง ๆ กันหลายเส้นซึ่งเรียกว่า เส้นสเปกตรัม แต่อย่างไรก็ตามเส้นสเปกตรัมที่เด่นชัดมีความเข้มของสีมากที่สุด จะเป็นสีเดียวกับที่มองเห็นด้วยตาเปล่า

ถ้าเปรียบเทียบเทียบสเปกตรัมของสารต่าง ๆ กับสเปกตรัมของแสงอาทิตย์และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะพบว่า สเปกตรัมที่เห็นจากแสงอาทิตย์มีลักษณะเป็นแถบที่มีแสงสีเจ็ดสีต่อเนื่องกัน ที่เรียกว่าสเปกตรัมแบบต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นสเปกตรัมของแสงขาวนั่นเอง สำหรับสเปกตรัมของหลอดฟลูออเรสเซนต์นอกจากจะเห็นเป็นแถบสีแบบสเปกตรัมของแสงขาวเป็นพื้นแล้ว ยังมีเส้นปรากฏในแถบสเปกตรัมด้วยเรียกว่าเส้นสเปกตรัม ซึ่งจัดว่าเป็นสเปกตรัมที่ไม่ต่อเนื่อง เส้นสเปกตรัมที่เห็นเด่นชัดที่สุด คือ เส้นสีเขียว ซึ่งเกิดจากธาตุที่บรรจุไว้ในหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้น ลักษณะของเส้นสเปกตรัมจะคล้ายกับสเปกตรัมที่ได้จากการเผาสาร

ตาราง 5 สีของเปลวไฟที่เกิดจากการเผาสารเมื่อดูด้วยตาเปล่า และใช้เส้นสเปกโตรสโคป

สารประกอบ	*สีของเปลวไฟเมื่อดูด้วยตาเปล่า*	*สีของเส้นสเปกตรัมที่เด่นชัดที่สุด*
NaCl	เหลือง	เหลืองเข้ม
Na_2SO_4	เหลือง	เหลืองเข้ม
$BaCl_2$	เขียวอมเหลือง	เขียว
$BaCO_3$	เขียวอมเหลือง	เขียว
$CaCl_2$	แดงอิฐ	แดงเข้ม
$CaSO_4$	แดงอิฐ	แดงเข้ม
$CuCO_3$	เขียว	เขียวเข้ม
$CuSO_4$	เขียว	เขียวเข้ม
$MgCl_2$	ม่วง	ม่วงเข้ม
$MgCO_3$	ม่วง	ม่วงเข้ม
LiCl	แดงเลือดนก	แดงเข้ม
Li_2CO_3	แดงเลือดนก	แดงเข้ม

สำหรับลักษณะของสเปกตรัมหรือสีของเปลวไฟของสารประกอบต่าง ๆ ที่เกิดจากโลหะชนิดเดียวกัน จากตารางที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าได้เส้นสเปกตรัมที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการทั้งตำแหน่งของเส้นสเปกตรัม ถึงแม้ว่าจะมีอโลหะต่างชนิดกัน เช่น กรณีของสารประกอบโซเดียม ไม่ว่าจะเป็น NaCl หรือ Na_2SO_4 จะเห็นสีของเส้นสเปกตรัมที่เด่นชัดที่สุดเป็นสีเหลองเข้มเหมือนกัน อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน หรือมีความยาวคลื่นเท่ากัน ทั้ง ๆ ที่สารประกอบโซเดียมนั้นมีอโลหะต่างกัน คือ Cl^- กับ SO_4^{2-} แสดงว่าเส้นสเปกตรัมนั้นไม่ได้เกิดจากอโลหะ ถ้าเกิดจากอโลหะสีหรือตำแหน่งของเส้นสเปกตรัมของ NaCl หรือ Na_2SO_4 ควรจะต่างกัน สำหรับสเปกตรัมของสารประกอบคู่อื่น ๆ ที่มีโลหะชนิดเดียวกันและมีอโลหะต่างชนิดกันก็ให้ผลเช่นเดียวกันกับกรณีของเกลือโซเดียม คือ ให้สเปกตรัมเหมือนกันเมื่อเป็นโลหะชนิดเดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

“เส้นสเปกตรัมเกิดจากอะตอมส่วนที่เป็นโลหะไม่ได้เกิดจากส่วนที่เป็นอโลหะ”

เส้นสเปกตรัมของธาตุ

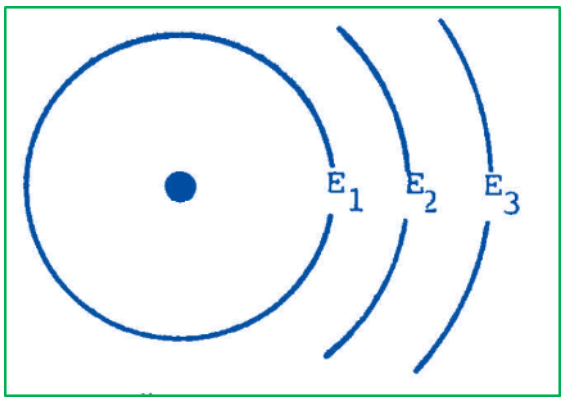
การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะและการจัดเรียงอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส โบร์ได้ทำการศึกษาโดยศึกษาสเปกตรัมของสารหรือธาตุ พบว่าเมื่อเผาสารประกอบของโลหะชนิดเดียวกัน จะเห็นสีของ เปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมสีเดียวกันเสมอ เช่น เผาเกลือของโลหะโซเดียมจะให้เปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมสีเหลือง เกลือของโลหะแคลเซียมให้เปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมสีแดงอิฐ จากการเผาสารประกอบต่าง ๆ พบว่าสีของเปลวไฟหรือเส้นสเปกตรัมเกิดจากส่วนที่เป็นโลหะในสารประกอบชนิดนั้น ๆ

โบร์ พบว่า อิเล็กตรอนแต่ละตัวที่อยู่รอบนิวเคลียสมีพลังงานคงที่และต่ำเรียกว่า **สภาวะพื้น** (ground state) แต่ถ้ามีการให้พลังงานกับอิเล็กตรอนไม่ว่าในรูปใดจะมีการย้ายไปสู่ **สภาวะเร้า** (excited state) แต่ถ้าอิเล็กตรอนที่สภาวะเร้าที่กลับมาอยู่ที่เดิมจะคายพลังงานออกมาในรูปของพลังงานแสงสีต่าง ๆ หรือเส้นสเปกตรัมจากการศึกษาและการแปลความหมายของเส้นสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจนซึ่งมีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว พบว่าอิเล็กตรอนในอะตอมของไฮโดรเจนนอกจากจะมีสถานะพื้นแล้ว ยังมีสถานะกระตุ้นหลายระดับที่มีพลังงานต่าง ๆ กัน และความแตกต่างระหว่างพลังงานแต่ละระดับที่อยู่ถัดไปจะไม่เท่ากัน และความแตกต่างจะมีค่าน้อยลงเมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น จากเหตุผลที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า

1. เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานที่เหมาะสม อิเล็กตรอนจะย้ายขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่าทำให้อิเล็กตรอนไม่เสถียร อิเล็กตรอนจึงกลับมาอยู่ที่ระดับพลังงานต่ำกว่า ในการเปลี่ยนตำแหน่งของอิเล็กตรอนจะคายพลังงานออกมา

2. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนไม่จำเป็นจะเปลี่ยนไปอยู่ระดับพลังงานถัดไป อาจจะเปลี่ยนข้ามขั้นก็ได้

3. ระดับพลังงานต่ำอยู่ห่างกันมากกว่าระดับพลังงานสูง



ภาพแสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนแต่ละระดับ

ที่มา : หนังสือคู่มือเคมี ม.4 สำนักพิมพ์ไฮเอ็ด, หน้า 143

พลังงานที่อิเล็กตรอนดูดและคายออกในการเปลี่ยนระดับพลังงาน

การที่ไฮโดรเจนมีเส้นสเปกตรัมให้เห็นถึง 4 เส้น แสดงว่าภายในอะตอมจะต้องไม่ได้มีเพียง 2 ระดับพลังงานเท่านั้น แต่คงจะต้องมีมากกว่านี้ และการที่ความยาวคลื่นไม่ได้ต่อเนื่องกัน แสดงว่าระดับพลังงานในอะตอมควรจะเป็นช่วงไม่ต่อเนื่องกัน ระดับพลังงานในอะตอมของไฮโดรเจนจะต้องมีระดับที่ 3, 4, ... ต่อ ๆ ไป ซึ่งจัดเป็นชั้น ๆ การที่มีระดับพลังงานหลายระดับ แต่ละระดับมีค่าพลังงานคงที่ทำให้ผลต่างระหว่างระดับพลังงานคู่หนึ่ง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน แต่เป็นค่าคงที่ เช่น

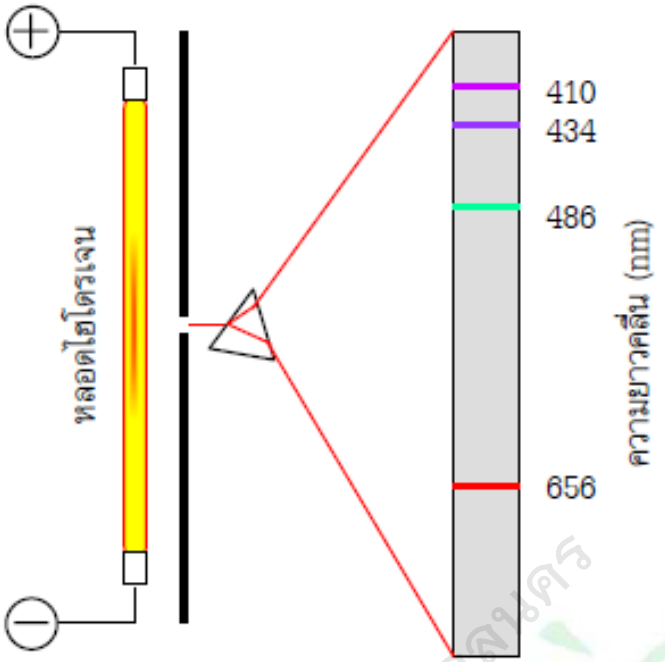
$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$\Delta E = E_3 - E_1$$

$$\Delta E = E_4 - E_1$$

เมื่อผลต่างของระดับพลังงานคู่หนึ่ง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน พลังงานในส่วนที่คายออกมาจึงมีคู่ไม่เท่ากันด้วย ทำให้มีเส้นสเปกตรัมได้หลายเส้น ดังในรูปต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



ภาพแสดง แผนผังการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจน

ที่มา : http://www.Brown Le May and Bursten

เมื่อพิจารณาผลต่างระหว่างพลังงานของระดับพลังงานคู่ที่อยู่ถัดกัน ของเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนจะได้ดังนี้

ตาราง 6 แสดง ผลต่างระหว่างพลังงานของเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน

สีของสเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)	พลังงาน (kJ)	ผลต่างระหว่างพลังงานของเส้นสเปกตรัมที่อยู่ถัดกัน(kJ)
สีม่วง	410	4.84×10^{-22}	
สีน้ำเงิน	434	4.57×10^{-22}	2.7×10^{-23}
สีน้ำทะเล	486	4.08×10^{-22}	4.9×10^{-23}
สีแดง	656	3.02×10^{-22}	10.6×10^{-23}

จะเห็นได้ว่าผลต่างระหว่างพลังงานของระดับพลังงานคู่ที่อยู่ถัดกันแต่ละคู่จะไม่เท่ากันตลอด ความแตกต่างจะมีค่าน้อยลงตามลำดับ เมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น กล่าวได้ว่า ระดับพลังงานยิ่งสูงขึ้นจะยิ่งอยู่ชิดกันมากขึ้น

สรุปการเกิดสเปกตรัมของธาตุ

❶ เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจะถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปอยู่ระดับพลังงานที่สูงขึ้น ซึ่งจะขึ้นไปอยู่ระดับใดย่อมขึ้นกับปริมาณพลังงานที่ได้รับ

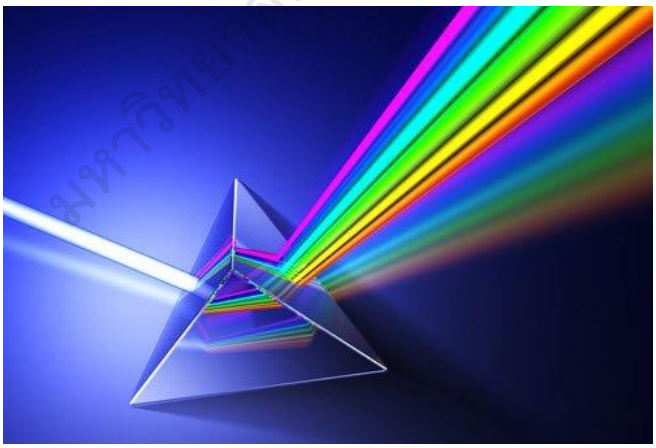
❷ การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนไม่จำเป็นจะต้องเกิดระหว่างระดับพลังงานที่อยู่ถัดกัน แต่อาจจะมีการเปลี่ยนข้ามขั้นได้ จึงเป็นเหตุให้มีเส้นสเปกตรัมเกิดขึ้นได้หลายเส้น

❸ ภายในอะตอมซึ่งแบ่งพลังงานเป็นชั้น ๆ ระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสจะต่ำที่สุด และระดับพลังงานที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสมากที่สุดจะมีค่าสูงสุด ดังนั้น อิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่ำจึงอยู่ใกล้นิวเคลียสมากกว่าอิเล็กตรอนในระดับพลังงานสูง

❹ ระดับพลังงานต่ำ ๆ จะอยู่ห่างกัน และเมื่อสูงขึ้นจะอยู่ชิดกันมากขึ้น กล่าวคือ ยิ่งระดับพลังงานสูงขึ้นจะยิ่งอยู่ชิดกันมากขึ้น

❺ เส้นสเปกตรัมของธาตุ แสดงให้เห็นถึงพลังงานที่อิเล็กตรอนคายออกมาเมื่อเปลี่ยนจากระดับพลังงานสูงมาสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



บัตรเนื้อหาที่ 3.4

เรื่อง

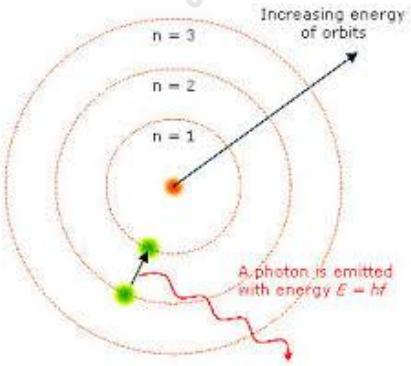
แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดสเปกตรัมของธาตุ ทำให้นักวิทยาศาสตร์พบว่าอิเล็กตรอนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสนั้นไม่ได้อยู่รวมกันที่เดียวทั้งหมด แต่แบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามระดับพลังงานต่าง ๆ รอบ ๆ นิวเคลียส ในปี พ.ศ. 2428–2505 นีลส์ โบร์ (Neils Bohr) นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ได้นำมาสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่โดยขยายจากแบบจำลองรัทเทอร์ฟอร์ด ดังนี้

“อะตอมประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนรวมเป็นนิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนในอะตอมวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสเป็นชั้น ๆ ตามระดับพลังงาน”

ภาพแสดงภาพถ่ายของนีลส์ โบร์

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/



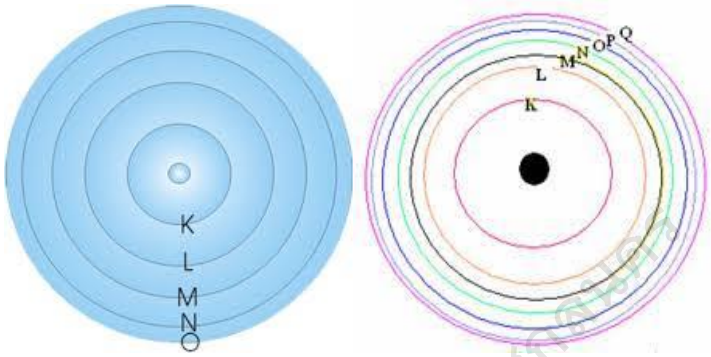
ภาพแสดงแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของโบร์

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

แบบจำลองอะตอมของนิลส์ โบร์ ทำให้เห็นมโนภาพเกี่ยวกับการจัดอิเล็กตรอนภายในอะตอม รอบ ๆ นิวเคลียส ซึ่งเปรียบเสมือนกับระบบสุริยจักรวาล ที่มีดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง และมีดาวเคราะห์โคจรอยู่รอบ ๆ นอกจากนี้ โบร์ยังได้กำหนดสัญลักษณ์สำหรับพลังงานชั้นต่าง ๆ ไว้ด้วย โดยให้ระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดเป็นชั้น K และชั้นถัด ๆ ไปเป็นชั้น L, M, N, ... ซึ่งในปัจจุบันเรียกระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดว่าระดับพลังงาน n = 1 และระดับพลังงานถัดออกไปเป็น n = 2, n = 3, n = 4, ... ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏ

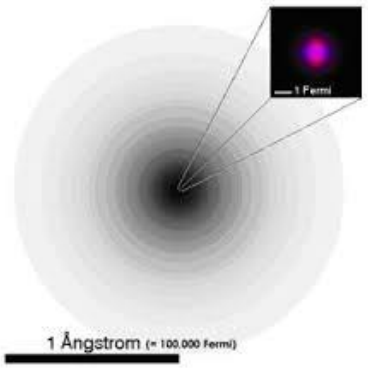
จากความรู้เรื่องสเปกตรัม นีลส์ โบร์ จึงสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่ โดยปรับปรุงจากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด กล่าวคืออิเล็กตรอนที่วิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสมีระดับพลังงานมากกว่าหนึ่งระดับหรือมีชั้นของอิเล็กตรอนมากกว่า 1 ชั้น ลำดับชั้นที่นับจากนิวเคลียสออกมา ชั้นที่อยู่ติดนิวเคลียสที่สุดเรียกว่าชั้นที่ K และเรียกชั้นต่อ ๆ มาเป็น L, M และ N ตามลำดับ



ภาพแบบจำลองอะตอมของโบร์แสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอน

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

แบบจำลองอะตอมของโบร์ใช้อธิบายการเกิดสเปกตรัมได้ดี โดยเฉพาะกับอะตอมที่มีขนาดเล็ก และมีอิเล็กตรอนเดี่ยว เช่น อะตอมของไฮโดรเจน แต่ไม่สามารถใช้อธิบายอะตอมที่มีหลาย ๆ อิเล็กตรอนได้ นอกจากนี้ยังทราบแต่เพียงว่าอิเล็กตรอนภายในอะตอมมีการจัดเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ตามระดับพลังงาน แต่ไม่ทราบว่าในแต่ละระดับพลังงานจะมีอิเล็กตรอนอยู่กี่ตัว จึงได้มีการค้นคว้าเพิ่มเติม และเป็นเหตุให้แบบจำลองอะตอมเปลี่ยนไปอีก



ภาพแสดงแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของโบร์

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

บัตรกิจกรรมที่ 3.2
เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์

<u>คำชี้แจง</u> : ให้นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3.1–3.4 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. บอกความหมายของความยาวคลื่น ความถี่คลื่น สเปกตรัม แสงที่มองเห็นได้ และแสงขาวได้

.....

.....

.....

2. แสงที่ประสาทตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้ เรียกว่า.....มีความยาวคลื่น อยู่ระหว่าง.....นาโนเมตร ถึง.....นาโนเมตร ปกติสายตาของคนเราจะมองเห็นเป็นแสงสี.....

3. ปรากฏการณ์ที่แสงขาวเดินทางผ่านตัวกลาง แล้วเกิดการหักเหแสงแล้วเกิดเป็นแถบสีรุ้งจำนวน.....สี ได้แก่ แสงสี.....

.....

.....

.....

4. จงบอกความหมายของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พร้อมยกตัวอย่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาให้ครบถ้วน

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

5. ให้นักเรียนวาดภาพคลื่น และแสดงองค์ประกอบของคลื่น

6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความถี่และพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

7. จงคำนวณความถี่ของคลื่นและพลังงานของแสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 5.8×10^{-7} m

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

8. ให้นักเรียนวาดรูปแบบจำลองอะตอมตามแนวคิดของ นีล โบร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัตรเนื้อหาที่ 3.5

เรื่อง

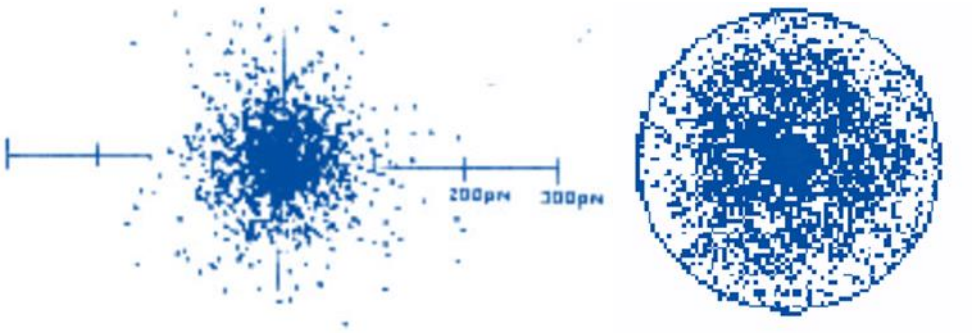
แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

แบบจำลองอะตอมของโบร์ใช้ได้ดีกับอะตอมที่มีอิเล็กตรอนน้อย ๆ คือ ไฮโดรเจนเท่านั้น แต่เมื่อนำไปใช้กับอะตอมของธาตุอื่น ๆ ที่มีอิเล็กตรอนหลายตัว ปรากฏว่าไม่สามารถอธิบายเส้นสเปกตรัมที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงมีการแก้ไขแบบจำลองอะตอมอีก เพื่ออธิบายผลการทดลองใหม่ ๆ ได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานภายในอะตอมอย่างละเอียด ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอิเล็กตรอนไม่ได้เคลื่อนที่เป็นวง ๆ ดังที่โบร์เสนอไว้ โดยเฉพาะเมื่อมีการศึกษาระดับพลังงานย่อยทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสมีหลายแบบ และมีพลังงานต่าง ๆ กัน อาจเป็นทรงกลมหรือรูปอื่น ๆ ซึ่งแล้วแต่ว่าอิเล็กตรอนนั้นจัดอยู่ในระดับพลังงานใด ทำให้แบบจำลองอะตอมเปลี่ยนแปลงไป

นักวิทยาศาสตร์พบว่าเนื่องจากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบ ๆ นิวเคลียส ได้หลายอย่าง แล้วแต่ระดับพลังงานจึงทำให้ดูเหมือนว่าอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วนั้นมีการเคลื่อนที่ไปทั่วอะตอมตลอดเวลา ไม่ได้เคลื่อนที่อยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่ง ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่อิเล็กตรอนไม่ได้ แต่โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่าง ๆ ของอะตอมจะมีได้ไม่เท่ากัน คือ อิเล็กตรอนมีโอกาสจะอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งมากกว่าบริเวณอื่น ๆ บางแห่งของอะตอมมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมาก แต่บางแห่งมีโอกาสพบอิเล็กตรอนน้อย

จากการศึกษาพบว่าส่วนที่มีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนมากกว่าที่อื่นหรือส่วน ที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าที่อื่น ได้แก่ บริเวณใกล้ ๆ นิวเคลียส และโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระยะห่างออกไปจะค่อย ๆ น้อยลง ทำให้เกิดมโนภาพเกี่ยวกับอะตอมเป็นแบบกลุ่มหมอก คือบริเวณรอบ ๆ นิวเคลียสจะมีลักษณะเป็นทรงกลมที่ประกอบด้วยกลุ่มหมอก อิเล็กตรอน ใกล้ ๆ นิวเคลียสกลุ่มหมอกจะทึบและห่างจากนิวเคลียสออกไปกลุ่มหมอกจะจางลง นั้นคือบริเวณที่กลุ่มหมอกทึบมีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่ กลุ่มหมอกจาง

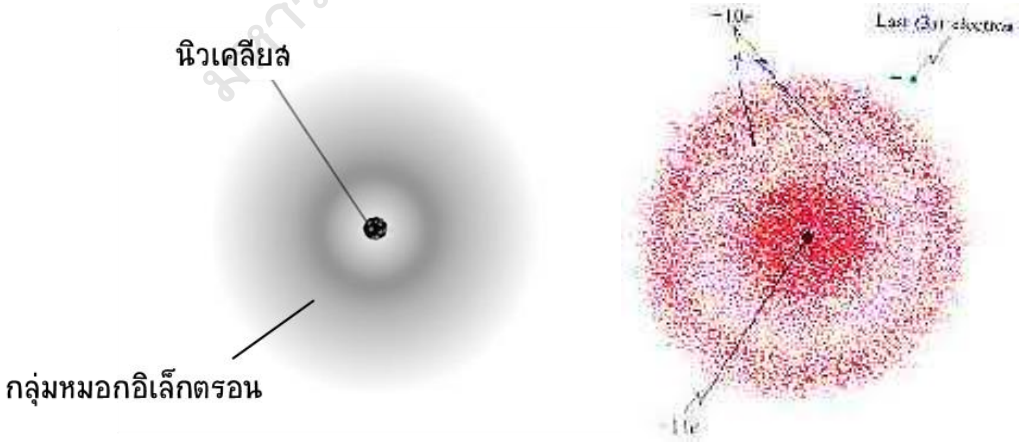


ภาพแสดง แบบจำลองของอะตอมไฮโดรเจน (H) ชนิดกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน

ที่มา : หนังสือคู่มือเคมี ม.4 สำนักพิมพ์ไฮเอ็ด, หน้า 145

แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกจึงประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่ง อยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสทั่วทั้งอะตอม โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน ทำให้โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน ในบริเวณต่าง ๆ ของอะตอมมีได้ไม่เท่ากัน บริเวณที่อยู่ใกล้นิวเคลียสจะมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณ ที่อยู่ห่างออกไป

นักวิทยาศาสตร์มีหลักฐานที่เชื่อได้ว่าอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม มีโปรตอน และนิวตรอน รวมกันอยู่ตรงกลางซึ่งเรียกว่า **“นิวเคลียส”** นิวเคลียสจะมีขนาดเล็ก แต่มีมวลมาก อิเล็กตรอน จะโคจรรอบนิวเคลียสเป็นบริเวณกว้างคล้ายกลุ่มหมอก ดังนั้น มโนภาพของอะตอมในปัจจุบัน จึงเป็นแบบจำลองอะตอมชนิดกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน ดังภาพ

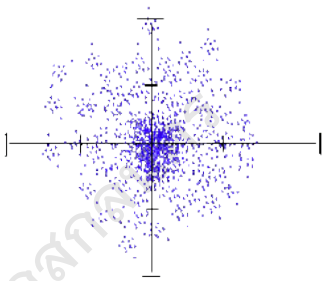


ภาพแสดง แบบจำลองของอะตอมไฮโดรเจน (H) ชนิดกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน

ที่มา : http://www.thaigoodview.com/

บัตรกิจกรรมที่ 3.3
เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

<u>คำชี้แจง</u> : ให้นักเรียนศึกษาภาพที่กำหนดให้แล้วทำนายรูปร่างและลักษณะของอิเล็กตรอนที่สามารถพบได้ในอะตอมต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

	
ภาพแสดงหมอก	ภาพแสดงแบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอก

1. ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในอะตอมเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกล

2. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนบริเวณใดจะพบอิเล็กตรอนมากที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. อาณาบริเวณที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปได้มีขอบเขตไม่จำกัด ยิ่งห่างนิวเคลียสออกไปจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 3 เรื่องแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใดต่อไปนี้มีความถี่สูงที่สุด

ก. รังสีเอ็กซ์ ข. รังสีแกมมา

ค. รังสีอินฟาเรด ง. รังสีอัลตราไวโอเลต

2. ความยาวของคลื่นสเปกตรัม 4 เส้น ดังนี้

A = 404 mm B = 415 mm C = 455 mm D = 608 mm

เส้นสเปกตรัมใดที่แสดงว่าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน (E) น้อยที่สุด

ก. A เท่านั้น ข. B และ C

ค. C เท่านั้น ง. D เท่านั้น

3. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. รังสีเอ็กซ์ ข. แสง

ค. คลื่นเสียง ง. คลื่นวิทยุ

4. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

ก. การที่สเปกตรัมในช่วงแสงขาวของไฮโดรเจนมีเพียง 4 เส้น แสดงว่าอิเล็กตรอนในไฮโดรเจนมีระดับพลังงานเพียง 4 ระดับ

ข. ถ้าอะตอมของธาตุ ก มีอิเล็กตรอนมากกว่าอะตอมของธาตุ ข จำนวนเส้นสเปกตรัมในช่วงแสงสีขาวของธาตุ ก จะต้องมากกว่าธาตุ ข ด้วย

ค. จำนวนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในธาตุชนิดต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม

ง. ธาตุต่างชนิดกันอาจมีเส้นสเปกตรัมบางเส้นอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน (ความถี่เท่ากัน) ได้

5. แสงขาวอยู่ในช่วงความยาวคลื่นเท่าใด

ก. 500 – 800 nm ข. 200 – 400 nm

ค. 400 – 700 nm ง. 700 – 800 nm

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

6. จงหาความยาวคลื่นของแสงที่มีความถี่ 3×10^{15} Hz มีค่าเท่าใด

ก. 1×10^{-5} m ข. 1×10^{-7} m

ค. 2×10^{-5} m ง. 3×10^{-7} m

7. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความถี่ และพลังงาน

ก. ความยาวคลื่นมาก ความถี่มาก พลังงานมาก

ข. ความยาวคลื่นน้อย ความถี่น้อย พลังงานมาก

ค. ความยาวคลื่นมาก ความถี่น้อย พลังงานน้อย

ง. ความยาวคลื่นน้อย ความถี่มาก พลังงานมาก

8. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. ธาตุแต่ละธาตุมีสเปกตรัมเป็นลักษณะเฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน

ข. สมบัติของแต่ละธาตุมีความสัมพันธ์กับการจัดอิเล็กตรอนในอะตอม

ค. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนมีทิศทางแน่นอน

ง. เมื่อเผาสารประกอบสีของเปลวไฟและเส้นสเปกตรัมที่เกิดจากส่วนที่เป็นอิออนของโลหะ

9. จงหาความถี่ของแสงที่มีความยาวคลื่น 200 นาโนเมตร มีค่าเท่าใด

ก. 1×10^{-5} Hz ข. 1×10^{-7} Hz

ค. 1.5×10^{15} Hz ง. 1.5×10^{17} Hz

10. แสงสีส้มมีความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับแสงสีคราม ซึ่งมีความยาวคลื่น 430 นาโนเมตรข้อความใดถูกต้องที่สุด

ก. แสงสีส้มมีพลังงานสูงกว่าแสงสีคราม เนื่องจากมีความถี่สูงกว่า

ข. แสงสีครามมีพลังงานสูงกว่าแสงสีส้ม เนื่องจากมีความถี่ต่ำกว่า

ค. แสงสีครามมีพลังงานสูงกว่าแสงสีส้ม เนื่องจากมีความถี่สูงกว่า

ง. แสงสีส้มมีพลังงานสูงกว่าแสงสีคราม เนื่องจากมีความถี่ต่ำกว่า

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ฉลองชัย สุรวัฒนาบูรณ์. (2528). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาลี เกยรัมย์. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ณัฏฐพงษ เจริญพิทย. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ตรียาภรณ์ อินลี. (2554). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องสารรอบตัวเรา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

นฤดี นามโนรินทร์. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง บรรยากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ปฐมาพร ทาระเวท. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องระบบร่างกาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประทุมมาพร บุญมาวงษา. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้คู่มือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ประโรม แสงแก้ว. (2553). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

พงศธร นันทธเนศ และคณะ. (ม.ป.ป.). *เคมีเล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6.* กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ. (2560). *หลักสูตรสถานศึกษา.* สกลนคร: โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ.

ศศิลักษณ์ ดาวังปา. (2556). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอน เรื่องพลังงานความร้อน โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ศิริพร เชื้อวังคำ. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเน้นการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2558). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6.* พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน เคมี.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2559). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2559). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2560). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีเล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

_____. (2561). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 1.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ สกสค. ลาดพราว.

สลิลนา ศรีสุขศิริพันธ์. (2554). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะและแผนผังความคิด เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุดี คมประพันธ์ (2547). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชวงชั้นที่ 3.* ปริญญานิพนธ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวพร พาวินิจ. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารโดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนผังมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ.* กรุงเทพฯ: ภาพการพิมพ์.

อนันต์ จันทร์กวี. (2523). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.