โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การจัดกิจกรรมทางการศึกษาสำหรับนักศึกษาปีที่ 1 เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดเกี่ยวกับออร์บิทัล

Devising Educational Activities for freshmen to Aid the Conceptualization of Orbitals

ชื่อนิสิต นายชัยพร บุศราทิจ เลขประจำตัว 5833019623

ภาควิชา เคมี

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจัดกิจกรรมทางการศึกษาสำหรับนักศึกษาปีที่ 1 เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดเกี่ยวกับออร์บิทัล

Devising Educational Activities for freshmen to Aid the Conceptualization of Orbitals

โดย

นายชัยพร บุศราทิจ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2562

โครงการ การจัดกิจกรรมทางการศึกษาสำหรับนักศึกษาปีที่ 1 เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดเกี่ยวกับออร์บิทัล

โดย นายชัยพร บุศราทิจ

ได้รับอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ภาควิชาเคมี วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ)

รายงานฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบและอนุมัติโดยหัวหน้าภาคเคมี

.....หัวหน้าภาควิชาเคมี

(รองศาสตราจารย์ ดร. วุฒิชัย พาราสุข)

วันที่ 8 เดือน ก.ค. พ.ศ.2563

ชื่อโครงการ การจัดกิจกรรมทางการศึกษาสำหรับนักศึกษาปีที่ 1 เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดเกี่ยวกับออร์บิทัล

ชื่อนิสิตในโครงการ นายชัยพร บุศราทิจ เลขประจำตัว 5833019623

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

ในการศึกษารายวิชาเคมีทั่วไปของนิสิตชั้นปีที่ 1 ในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ออร์บิทัลเชิงอะตอม (atomic orbital) เป็นความรู้พื้นฐานทางเคมีที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อความเข้าใจในเคมีเพื่อการเรียนในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากมโนทัศน์นี้มีลักษณะเป็นนามธรรมและมีความซับซ้อน นิสิตจำนวนมากจึงมีปัญหาในการทำความเข้าใจ ซึ่งอาจเกิดจากการยึดติดกับแบบจำลองอะตอมของโบร์ที่เคยเรียนมาในระดับมัธยมศึกษาซึ่งง่ายต่อความเข้าใจมากกว่า ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning เพื่อกระตุ้นการขยายและปรับความรู้เข้าสู่โครงสร้างในหัวข้อดังกล่าว ได้ทำการทดลองกับนิสิตกลุ่มตัวอย่าง 4 คน ซึ่งเป็นตัวแทนของ “เด็กเก่ง” และ “เด็กอ่อน” ในรายวิชาเคมีทั่วไป ให้ทำแบบทดสอบก่อนและหลังกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจตามจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 5 ข้อ พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบโดยภาพรวมสูงขึ้นสำหรับทุกคน ซึ่งคะแนนที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่มาจากจุดประสงค์ข้อที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งเป็นความรู้ในระดับความจำ (knowledge) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม อย่างไรก็ตาม คะแนนของเด็กอ่อนในจุดประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มลดลง ซึ่งกิจกรรมอาจสร้างให้เกิดความสับสนแก่เด็กอ่อนในระดับความเข้าใจในหัวข้อที่ซับซ้อนและมีเป็นนามธรรมเช่นนี้

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้, ออร์บิทัลเชิงอะตอม, การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ

Project Title Devising Educational Activities for freshmen to Aid the Conceptualization of Orbitals

Student Name Chaiyaphon Busaratij Student ID 5833019623

ADVISOR NAME DR. NATTAPONG PAIBOONVORACHAT

Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Academic year 2019

Abstract

In studing the General Chemistry course in their first year for those undergraduates who need to take science foundation courses, ‘atomic orbital’ is a fundamental topic that is crucial for understanding chemistry that is necessary for studying at higher levels. Since this abstract concept is complex, many students find difficulties in learning it, in which many cases happen due to the perseverance to the easier picture like Bohr’s atomic model that is studied in high school. In this research, an active learning activity is chosen to “shake” the students to assimilate and accommodate the concept. The test has been performed with a group four students as the representation for “weak” and “strong” students in academic achievement. The pre- and post-tests were attempted to test the students’ levels of understanding in the concept according to five objectives. Overall, the test scores increase for all students, which is responsible from the rise in the last three objectives that are at the level of ‘Knowledge’ according to Bloom’s Taxonomy of Learning. However, in the first two objectives that are at the level of ‘Understanding’, the scores for weak students slightly decrease. This suggest a confusion that may arise when weak students try to make a transition from the old (easier) to new (more abstract) concept.

Keywords: Learning activities, Atomic orbital, Active learning

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยจากความกรุณาของอาจารย์ ดร. ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่คอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับโครงการ และการใช้ชีวิต อดทนกับผู้วิจัยที่มีความมั่นคงทางอารมณ์ต่ำเป็นเวลา 2 ปี ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบคุณอย่างสุดซึ้ง

ขอขอบคุณพ่อแม่ ที่คอยช่วยเหลือและอดทนกับผู้วิจัย

ขอขอบคุณนายชัยภัทร บุศราทิจ ที่คอยเตือนสติและช่วยเหลือในทุกด้านจนมีชีวิตถึงวันนี้ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่แนะนำช่วยเตือนเรื่องต่าง ๆ จนทำให้โครงการสำเร็จไปด้วยดี

นายชัยพร บุศราทิจ

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
1.4.1 การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (active learning)	3
1.4.2 Naïve theories	4
1.4.3 ทฤษฎีพัฒนาการสติปัญญาของเปียเจต์ (Piaget’s Cognitive Theory)	5
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	6
2.1 รูปแบบของการวิจัย	6
2.2 ขอบเขตงานวิจัย	6

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 7

2.3.1 แบบทำสอบก่อน-หลังกิจกรรม 7

2.3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับแนวคิดเรื่องออร์บิทัลเชิงอะตอม 10

บทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 16

บทที่ 4 สรุปผลวิจัย 20

เอกสารอ้างอิง 21

ภาคผนวก 22

ประวัติผู้วิจัย 29

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนจำนวนข้อและคะแนนในแบบทดสอบก่อน-หลังกิจกรรม ตามแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ 7

ตารางที่ 2 แสดงจำแนกระดับของมโนทัศน์ของไฮดาร์ ซึ่งแบบออกเป็น 5 ระดับ 8

ตารางที่ 3 ตารางแสดงคะแนนของผู้สอบ 4 คนในแต่ละข้อ ก่อนและหลังเข้าร่วม กิจกรรม 16

ตารางที่ 4 ตารางแสดงคะแนนของผู้สอบ 4 คนและคะแนนที่เปลี่ยนไปในแต่ละ จุดประสงค์ ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรม 17

ตารางที่ 5 ตารางแสดงคะแนนต่อจำนวนข้อในแต่ละวัตถุประสงค์ 19

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ไอคอนของโปรแกรม twine® 11

รูปที่ 2 flow chart ของเส้นทางภายในกิจกรรม และวัตถุประสงค์ของกิจกรรม 11

รูปที่ 3 จุดเริ่มต้นของกิจกรรม 12

รูปที่ 4 ตัวเลือกหลังจากเลือกแบบอะตอมแบบกลุ่มหมอก 12

รูปที่ 5 Photon self-identity problems 12

รูปที่ 6 แมวของชโรดิงเจอร์ 12

รูปที่ 7 ตัวเลือกหน้าที่ 3 13

รูปที่ 8 ตัวเลือกหน้าที่ 4 หลังจากเลือกภาพสเปกตรัมเปล่งออกของไฮโดรเจน 13

รูปที่ 9 หน้ากิจกรรมเมื่อเลือกพลังงานในกลศาสตร์ควอนตัมต่อเนื่องหน้าที่ 1 และ 2 14

รูปที่ 10 หน้ากิจกรรมเมื่อเลือกแมวของชโรดิงเจอร์แสดงถึงความไม่ต่อเนื่องของ พลังงานหน้าที่ 1 และ 2 14

รูปที่ 11 หน้าสิ้นสุดกิจกรรม 15

บทที่ 1

บทนำและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การศึกษาชั้นปีที่ 1 ในระดับอุดมศึกษาของหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องศึกษารายวิชาต่าง ๆ ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งวิชาเคมีทั่วไป (General Chemistry) หนึ่งในวิชาบังคับของนิสิตกลุ่มดังกล่าว เป็นวิชาที่กล่าวถึงพื้นฐานทางเคมีที่จำเป็นต่อการเรียนในชั้นปีที่สูงขึ้นตลอดจนไปถึงการทำงานหลังจบการศึกษา ดังนั้นการศึกษาและเข้าใจพื้นฐานที่ดีนี้จึงเป็นสิ่งสำคัญ หัวข้อหนึ่งซึ่งกล่าวถึงออร์บิทัลเชิงอะตอม (atomic orbital) เป็นใจกลางสำคัญต่อความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเคมี แต่เนื่องจากเป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนสูง ทำให้นิสิตมีความสับสนในการเข้าใจหัวข้อดังกล่าว นำไปสู่การเข้าใจแนวคิดของออร์บิทัลที่ไม่ถูกต้อง จากการรวบรวมข้อมูลจากการตอบคำถามปลายเปิด เรียงความและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับออร์บิทัล (Tsaparlis & Papaphotis, 2009) จึงนำไปสู่การออกแบบกิจกรรมที่จะทำให้นิสิตได้คิดวิเคราะห์และทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นส่งผลให้นำแนวคิดเกี่ยวกับออร์บิทัลที่ได้จากกิจกรรมไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและทำความเข้าใจเกี่ยวกับออร์บิทัลได้อย่างถูกต้อง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนากิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้องโดยไม่ทำให้ผู้เรียนได้รับภาระเพิ่มมากจนเกินไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

สร้างกิจกรรมที่ทำให้นิสิตได้มีการคิดวิเคราะห์ ซึ่งก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องออร์บิทัลเชิงอะตอมที่ถูกต้อง

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อเกี่ยวกับออร์บิทัลเป็นเรื่องที่ยากจะเข้าใจเนื่องจากมีความซับซ้อน (Taber, 2002) และมีความรู้เก่าอย่างแบบจำลองอะตอมของบอร์มาเป็นอุปสรรคต่อความตั้งใจในการศึกษาอีกด้วย เพราะเป็นที่เข้าใจได้ง่ายกว่าและสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ถึงแม้ว่าจะมีการสอนเรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกในระดับมัธยมศึกษาแล้วก็ตาม แต่ความซับซ้อนของเนื้อหาในส่วนของกลศาสตร์ควอนตัมทำให้ไม่สามารถลงรายละเอียดได้ในระดับดังกล่าว (Tsaparlis & Papaphotis, 2009) และเมื่อเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษาสาขาทางด้านวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเหล่านั้นก็ได้มีการกล่าวถึงกลศาสตร์ควอนตัมเพียงระดับหนึ่งเท่านั้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ประกอบกับภาพจำจากแบบจำลองอะตอมของบอร์ ทำให้นักเรียนบางส่วนเลือกที่จะเข้าใจแบบจำลองอะตอมของบอร์มากกว่า ยิ่งไปกว่านั้น นักเรียนบางส่วนนำแบบจำลองอะตอมของบอร์ไปปนกับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกกลายเป็นแบบจำลองลูกผสม (Tsaparlis & Papaphotis, 2009) ซึ่งจะมีผลต่อในการนำไปใช้ในการศึกษาต่อในอนาคต จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า ถึงแม้ว่านักเรียนที่เคยผ่านวิชาเคมีฟิสิกัลซึ่งเคยเรียนผ่านวิชากลศาสตร์ควอนตัมมาแล้วก็ยังมีความสับสนในเรื่องดังกล่าว

ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีการนำการเรียนรู้แบบ active learning หรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและมีการโต้ตอบกันในกลุ่ม พบว่านักเรียนที่ได้เรียนผ่านกระบวนการดังกล่าวมีความเข้าใจมากกว่าการสอนแบบปกติโดยใช้การจำลอง หรือปฏิบัติการเสมือนจริง (Partanen, 2018) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning) ในการเปลี่ยนภาพของ alternating concept ซึ่งเป็นความเข้าใจของเนื้อหาที่ไม่ถูกต้องจากการตีความเองของนักเรียนให้มีความถูกต้องด้วย เมื่อได้เรียนเนื้อหาที่เข้าใจยากอย่างออร์บิทัลเชิงอะตอมแล้ว ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยแบ่งระดับความเข้าใจเป็นระดับต่าง ๆ และมีการตีความแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ตามที่นักเรียนตอบออกมา พบว่านักเรียนที่มีคนคอยให้การช่วยเหลือ เช่น การฝึก การสร้างแบบจำลอง การสอบถาม ได้ผลการเรียนที่ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีคนคอยช่วยเหลือ และในกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีคนช่วยเหลือแสดงให้เห็นถึงความยากในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเทียบกับนักเรียนกลุ่มที่มีคนช่วยเหลือ (Park, 2006)

เนื่องจากในช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 ได้เกิดโรคอุบัติใหม่อย่าง COVID-19 ระบาดขึ้นอย่างกว้างขวางทั่วโลก ทำให้ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของผู้คนจำนวนมากทั้งในเรื่องของการใช้ชีวิต การเดินทางและการทำงาน จนผู้คนไม่สามารถมารวมตัวกันได้เพราะโรคอุบัติใหม่นี้มีระยะฟักตัวเป็นเวลานานและติดต่อไปยังผู้อื่นได้โดยง่าย ทำให้การรวมตัวเพื่อทำกิจกรรมร่วมกันเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสม เพราะจะทำให้เชื้อนั้นแพร่ระบาดและเป็นอันตรายต่อนักเรียนและคนรอบข้าง ทำให้การทำกิจกรรมในห้องเรียนนั้นเป็นไปได้ยาก ผู้วิจัยจึงคิดที่จะทำกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ใช้งานเพื่อทบทวนหรือคอยชี้นำให้เข้าใจแนวความคิดเกี่ยวกับออร์บิทัลเชิงอะตอมที่ถูกต้องผ่านโปรแกรม Twine® ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับเขียนนิยายหรือเกมที่มีตัวเลือกตอบได้หลายค่า สามารถใช้งานได้ทั้งบนโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ จึงสามารถเข้าถึงผู้เรียนได้ง่ายเพราะไม่จำเป็นต้องพึ่งเทคโนโลยีขั้นสูง ภายในโปรแกรมจะประกอบไปด้วยส่วนที่ให้ผู้เรียนได้เลือกตอบ ซึ่งการเลือกตอบนั้นจะแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจ และจะส่งผลต่อการดำเนินไปของเส้นทางของบทเรียน เส้นทางที่เลือกของผู้เรียนแต่ละคนอาจจะไม่เหมือนกันขึ้นกับความเข้าใจที่มีอยู่ของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับออร์บิทัลเชิงอะตอมอยู่แล้วก็จะสามารถเลือกตอบได้ถูกต้องและจบบทเรียนในระยะทางที่สั้นที่สุด หากความเข้าใจยังไม่มากพอหรือไม่ถูกต้อง ก็จะเข้าสู่เส้นทางที่มีความรู้ให้อ่านทบทวน หรือชวนคิดว่าเหตุผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นมีที่มาที่ไปอย่างไร และแนวคิดนั้น ๆ มาจากสิ่งใด ช่วยทำให้เกิดภาพหรือแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับออร์บิทัลเชิงอะตอม

1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.1 การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (active learning)

การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ทำลงไป (Bonwell, 1991) เป็นการจัดการเรียนรู้ภายใต้แนวคิดพื้นฐาน 2 ประการ คือ (1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์ และ (2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Meyer and Jones, 1993) ผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ไปเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Co-creater) (Fedler and Brent, 1996) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้ผู้เรียนสามารถรักษาความรู้ได้คงทนมากกว่าและนานกว่า

กระบวนการเรียนรู้แบบ passive learning เพราะกระบวนการเรียนรู้แบบ active learning นั้นสอดคล้องกับการทำงานของสมองด้านความจำ โดยสมองจะสามารถเก็บและจำสิ่งที่ผู้เรียนนั้นมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน และสิ่งแวดล้อม ทำให้สามารถเก็บในระบบความจำแบบระยะยาว (long-term memory) ได้นั่นเอง

ลักษณะของ active learning (ไชยยศ, 2010)

1. เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้
2. เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้
3. ผู้เรียนสร้างการเรียนรู้และจัดระเบียบการเรียนรู้ด้วยตัวเอง
4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีการสร้างองค์ความรู้ มีปฏิสัมพันธ์กันร่วมมือกันมากกว่าแข่งขันกัน
5. ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน มีวินัยในการทำงาน และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
6. เป็นกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฟัง พูด อ่าน คิด
7. เป็นกิจกรรมเน้นการสอนทักษะการคิดขั้นสูง
8. เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศ และหลักการสู่การสร้างความคิดรวบยอด
9. ผู้สอนอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง
10. ความรู้จากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปทบทวนของผู้เรียน

1.4.2 Naïve theories

ทฤษฎีต่าง ๆ เกี่ยวกับโลกและทุกอย่างล้วนมีพื้นฐานมาจากประสบการณ์ซึ่งอาจจะไม่สมบูรณ์ โดยความเชื่อแรก ๆ เกี่ยวกับโลกก่อนที่จะมีการศึกษาอย่างเป็นทางการถูกเรียกว่า naïve theories (Savion, 2009) เราพัฒนา naïve theories เกี่ยวกับทุกอย่างโดยมีพื้นฐานมาจากประสบการณ์ที่เราเจอ แต่ว่าสมองเราชอบที่จะมองหาทางลัด เราจึงหารูปแบบ (pattern) เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปได้อย่างรวดเร็วซึ่งจะส่งผลต่อความแม่นยำของความถูกต้องของข้อมูล และหากความรู้นั้นถูกเรียนรู้เข้ามาก่อนจึงเป็นการยากที่จะกำจัดข้อมูลเหล่านั้นออกไป ถึงแม้จะมีข้อมูลมาโต้แย้งในภายหลัง ทางทฤษฎีเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าความยึดมั่นอยู่กับความเชื่อ (belief perseverance)

(Savion, 2009) ซึ่งสามารถเข้าใจได้ในเทอมของ Piaget’s ที่เขียนเกี่ยวกับความไม่สมดุลทางพุทธิพิสัย (cognitive disequilibrium) (Longfiled, 2009) ว่าความไม่สบายใจที่เราต้องการอยู่ในจุดที่สมดุลโดยการไม่รับข้อมูลใหม่ที่ขัดแย้งกับมุมมองของเราในปัจจุบัน ทำให้เกิดความตั้งใจที่จะหลีกเลี่ยงสิ่งที่จะมาขัดแย้งกับ Naïve theories ที่เรามี

1.4.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ (Piaget's Cognitive Theory)

ความรู้หรือข้อมูลใหม่จะสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นเมื่อมีความเกี่ยวข้องกับบางอย่างที่เคยรู้มาก่อนแล้ว (Longfield, 2009) มีองค์ประกอบสำคัญสำหรับกระบวนการคิด 2 ส่วน นั่นคือ (1) การขยายโครงสร้าง (Assimilation) เกิดขึ้นเมื่อนำข้อมูลที่มีอยู่ไปใช้งานโดยไม่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงจากกรอบความรู้ความเข้าใจที่มีในส่วนนี้ จึงเป็นเหตุให้ยังคงมีความเข้าใจที่ผิดอยู่ ซึ่งต่างกับ (2) การปรับเข้าสู่โครงสร้าง (Accomodation) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขความรู้ที่เคยรู้หรือคิดว่ารู้เพื่อรับมุมมองความคิดใหม่ ๆ จะเห็นได้ว่าการขยายโครงสร้างคือการรับความรู้เข้าไปเฉย ๆ แต่เมื่อประกอบกับการปรับเข้าสู่โครงสร้างแล้วจะเป็นการรับความรู้ที่รวมการจัดระเบียบความรู้เข้าไปด้วย จึงจะทำให้มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยก่อนหน้า (Tsaparlis & Papaphotis, 2009) จะเห็นได้ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนนั้นคือ naïve theories ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาเรื่องแบบจำลองอะตอมของบอร์ เมื่อภาพแบบจำลองของบอร์นั้นเป็นสิ่งที่ได้เรียนและทำความเข้าใจมาก่อนแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก จึงเป็นการยากที่จะทำให้แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกนั้นเข้าไปแทนที่ได้จากความยึดมั่นอยู่กับความเชื่อเดิม ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การเรียนการสอนแบบ active learning เพื่อทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการมีปฏิสัมพันธ์กับตัวกิจกรรมได้เลือกตอบตามความรู้ที่มี และค่อย ๆ เปลี่ยนความคิดเดิมให้สอดคล้องและพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ที่เกี่ยวข้องจากของเดิมได้อย่างต่อเนื่อง ตามหลักการปรับเข้าสู่โครงสร้างหรือ accommodation นั่นเอง

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยนี้มีรูปแบบการวิจัยแบบ One-group pretest-posttest design ใช้กลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม คือ นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 จำนวน 40 คน* ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 2302127 GEN CHEM ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2562 (ประชากรรวมทั้งสิ้น 405 คน) โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนกิจกรรมเป็นเวลา 15 นาที และหลังกิจกรรมอีก 15 นาที เพื่อวัดระดับความรู้ความเข้าใจของเนื้อหาที่กำหนด

**หมายเหตุ เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของ Covid-19 ทำให้ผู้วิจัยต้องเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรมและสุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มมา 4 คน (กลุ่มเก่ง 2 คน และกลุ่มอ่อน 2 คน) เพื่อให้ดำเนินการวิจัยผ่านระบบ online ได้*

2.2 ขอบเขตของงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย คือ บทเรียนจากรายวิชา 2302127 GEN CHEM ในหัวข้อโครงสร้างอะตอม โดยมุ่งเน้นความเข้าใจในมโนทัศน์ (concept) ที่เกี่ยวข้องกับออร์บิทัลเชิงอะตอม (atomic orbital) จึงประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องแบบจำลองอะตอมของบอร์และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกของอะตอมไฮโดรเจน

จุดประสงค์การเรียนรู้ของกิจกรรม

(1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมเปล่งออกกับความไม่ต่อเนื่องของระดับพลังงานในแบบจำลองอะตอมของบอร์

(2) แสดงถึงความไม่สอดคล้องของแบบจำลองอะตอมของบอร์ต่อสมบัติความเป็นคลื่นของอิเล็กตรอน

(3) รู้ข้อจำกัดของเลขควอนตัมชนิดต่าง ๆ สำหรับออร์บิทัลของอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งมีค่าพลังงานตรงกับแบบจำลองอะตอมของโบร์

(4) บอกที่มาของภาพกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจากฟังก์ชันคลื่นและความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน

(5) ระบุขนาด รูปร่าง และทิศทางการวางตัวของออร์บิทัลที่มีเลขควอนตัมต่าง ๆ โดยสังเขป

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบก่อน-หลังกิจกรรม เพื่อวัดระดับความรู้ความเข้าใจตามจุดประสงค์การเรียนรู้
2. กิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับแนวความคิดเรื่องออร์บิทัลเชิงอะตอม

2.3.1 แบบทดสอบก่อน-หลังกิจกรรม

แบบทดสอบก่อน-หลังกิจกรรมเป็นแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน (รวมทั้งสิ้น 40 คะแนน) ดังแสดงใน ตารางที่ 1 โดยผู้ตอบมีเวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องแบบจำลองอะตอมของบอร์และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกของอะตอมไฮโดรเจน โดยแบ่งตามแต่ละวัตถุประสงค์ ดังตาราง

วัตถุประสงค์	จำนวนข้อ	คะแนน
1.อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมเปล่งออกกับความไม่ต่อเนื่องของระดับพลังงานในแบบจำลองอะตอมของบอร์	1	4
2.แสดงถึงความไม่สอดคล้องของแบบจำลองอะตอมของบอร์ต่อสมบัติความเป็นคลื่นของอิเล็กตรอน	3	12
3.รู้ข้อจำกัดของเลขควอนตัมชนิดต่าง ๆ สำหรับออร์บิทัลของอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งมีค่าพลังงานตรงกับแบบจำลองอะตอมของโบร์	2	8
4.บอกที่มาของภาพกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจากฟังก์ชันคลื่นและความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน	2	8

วัตถุประสงค์	จำนวนข้อ	คะแนน
5.ระบุขนาด รูปร่าง และทิศทางการวางตัวของออร์บิทัลที่มีเลขควอนตัมต่าง ๆ โดยสังเขป	2	8
รวม	**10**	**40**

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนจำนวนข้อและคะแนนในแบบทดสอบก่อน-หลังกิจกรรมตามแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยมีรูปแบบโจทย์ดังนี้

(1) ปรนัยแบบเลือกตอบ (multiple choice) 4 ข้อ

ในส่วนนี้เป็นการวัดระดับมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวคิดเรื่องออร์บิทัลเชิงอะตอมโดยใช้เกณฑ์ของไฮดาร์ (Haidar 1997) และกำหนดให้แต่ละระดับมโนทัศน์เป็นคะแนนต่าง ๆ ดังตาราง

ระดับของมโนทัศน์	เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งระดับ	คะแนน
1. การมีมโนทัศน์ครบถ้วนสมบูรณ์ (Sound Understanding: SU)	คำตอบระบุถึงมโนทัศน์ได้ครบถ้วน	4
2. การมีมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU)	คำตอบระบุมโนทัศน์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุม	3
3. การมีมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนพร้อมกับมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Alternative Conception: PUSAC)	มีคำตอบที่อธิบายได้ถูกต้อง แต่มีคำตอบที่อธิบายมโนทัศน์ไม่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ยอมรับ	2
4. การมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เฉพาะเจาะจง (Specific Alternative Conception: SAC)	คำตอบแสดงถึงการมีมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง	1
5. การไม่มีมโนทัศน์ (No Response)	ไม่ตอบคำถาม	0

ตารางที่ 2 แสดงการจำแนกระดับของโนทัศน์ของไฮดาร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ

ตัวอย่างเช่น

1. ทฤษฎีอะตอมของบอร์ได้กล่าวถึงระดับชั้นพลังงานอย่างไร จึงนำไปอธิบายลักษณะของสเปกตรัมเปล่งออกสำหรับธาตุชนิดต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
   (ก) อิเล็กตรอนสามารถโคจรรอบนิวเคลียสได้ที่ระยะห่างค่าหนึ่ง ๆ ซึ่งจะเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงระยะนี้ได้ก็ต่อเมื่อมีการชนกับอนุภาคของแสงที่ปลดปล่อยออกมาในรูปแบบของสเปกตรัม
      SAC เข้าใจผิดเกี่ยวกับพลังงานที่ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอน ว่าเปลี่ยนแปลงโดยการชนกันกับโฟตอน (อนุภาคของแสง) เพื่อเคลื่อนย้ายวงโคจร (1 คะแนน)
   (ข) มีวงโคจรเฉพาะที่อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสได้โดยไม่เสียพลังงาน เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกไปสู่วงชั้นนอก จะมีแรงดึงดูดกับนิวเคลียสน้อยลงทำให้พลังงานผลต่างถูกคายออกมาในรูปแสง
      PUSAC เข้าใจถูกต้องในการมีวงโคจรเฉพาะและการคายแสงเกิดเมื่อมีพลังงานน้อยลง แต่เข้าใจผิดว่าวงโคจรชั้นนอกมีค่าพลังงานที่ต่ำกว่า เนื่องจากสับสนเรื่องเครื่องหมายของพลังงานศักย์ดึงดูด (2 คะแนน)
   (ค) มีค่าพลังงานเฉพาะที่ทำให้อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสได้โดยไม่เสียพลังงาน เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนวงโคจรเข้ามาในระดับพลังงานชั้นใน จะคายแสงซึ่งมีพลังงานเท่ากับค่าผลต่างออกมา
      SU (4 คะแนน)
   (ง) อิเล็กตรอนสามารถโคจรรอบนิวเคลียสได้โดยไม่เสียพลังงาน และจะคายพลังงานออกมาในรูปแสงเมื่อเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน เมื่อนำแสงนี้ผ่านปริซึมจะมองเห็นสเปกตรัมเปล่งออก
      PU ไม่มีการกล่าวถึงค่าพลังงานเพียงบางค่าที่เป็นไปได้ หรือ “quantised” ซึ่งเป็นสาระสำคัญ (3 คะแนน)
   (จ) ไม่ตอบ หรือ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง (0 คะแนน)

(2) ปรนัยแบบเขียนตอบ 4 ข้อ

ในส่วนนี้ นิสิตอาจต้องเติมคำตอบลงในช่องว่าง ระบุสิ่งที่ผิดแล้วแก้ไขให้ถูกต้อง ซึ่งจะมีการให้/ลดคะแนนตามระดับความถูกต้อง ตัวอย่างเช่น

5. ระบุค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของเลขควอนตัมที่ผิดหรือหายไปในแต่ละข้อต่อไปนี้

(ก) $n = 3$, $l = ?$, $m_l = -1$

ตอบ ค่าที่เป็นไปได้ของ l คือ 1 หรือ 2 เท่านั้น (1 คะแนน)

1 (0.5); 2 (0.5); 0, 1, 2 (0.25); 1, 2, 3 (0.25)

(ข) $n = 3$, $l = 3$, $m_l = +1$ (1 คะแนน)

(ค) $n = 7$, $l = 2$, $m_l = +3$ (1 คะแนน)

(ง) $n = 4$, $l = 1$, $m_l = ?$ (1 คะแนน)

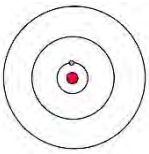
(2) อัตนัยแบบบรรยาย/วาดรูป 2 ข้อ

ในส่วนนี้ นิสิตต้องเขียนคำตอบให้ถูกต้องและครบถ้วนจึงจะได้คะแนนทั้งหมด ตัวอย่างเช่น

2. จงวาดภาพแทนแสดงอะตอมไฮโดรเจนที่สภาวะพื้น

(ก) ตามแบบจำลองอะตอมของบอร์

ตอบ

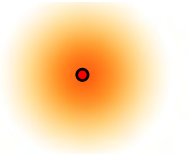


(ให้คะแนนประเด็นละ 0.5 คะแนน)

- แสดง **proton** อยู่ตรงกลางอะตอม
- สื่อถึงวงโคจรของอิเล็กตรอนหลายชั้น
- ซึ่งมีระยะห่างที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ (ถ้าแสดงค่าพลังงานต้องแคบลงเรื่อย ๆ)
- มี **1 electron** อยู่ในวงชั้นในสุด

(ข) ตามแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ตอบ



(ให้คะแนนประเด็นละ 0.5 คะแนน)

- แสดง **proton** อยู่ตรงกลางอะตอม
- ใช้จุดแทนความน่าเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน
- ซึ่งมีความเข้ม (จำนวนจุดถี่) บริเวณใกล้นิวเคลียส
- ลักษณะรูปทรงโดยรวมเป็นทรงกลม (มีความน่าจะเป็นเหมือนกันทุกทิศทาง)

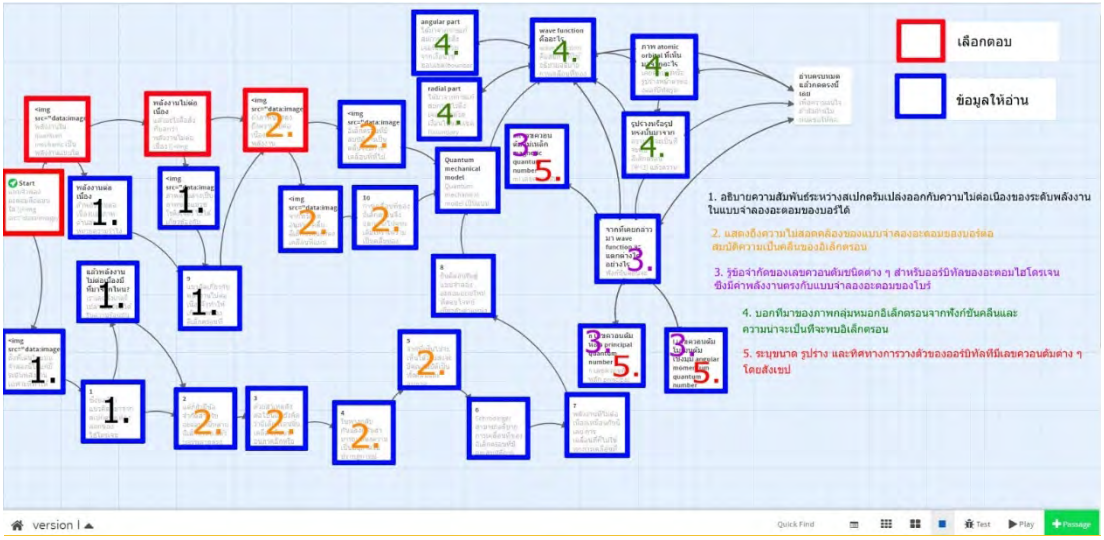
2.3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับแนวความคิดเรื่องออร์บิทัลเชิงอะตอม

รูปแบบของกิจกรรม

กิจกรรมออนไลน์นี้ผลิตจากโปรแกรม Twine® ซึ่งเป็นเครื่องมือ open-source สำหรับการเล่าเรื่องที่ผู้อ่านสามารถเลือกการกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการเขียนโปรแกรมลงไป แต่สามารถ

เพิ่มความหลากหลายลงไปด้วยการใส่ภาพ, CSS และ JavaScript เพื่อให้ทำงานผ่าน web browser หรือจะติดตั้งโปรแกรมลงในคอมพิวเตอร์ก็ได้ หากเลือกเผยแพร่โดยตรงผ่าน HTML จะสามารถนำผลงานที่สร้างไปลงที่ไหนก็ได้ ยกเว้นเพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้า

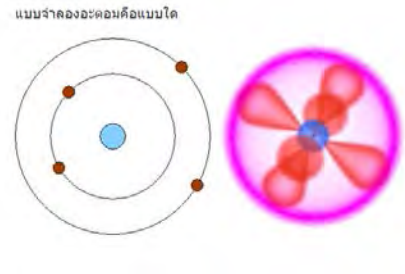
รูปที่ 1 ไอคอนของโปรแกรม Twine®

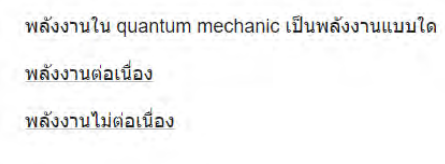


รูปที่ 2 flow chart ของเส้นทางภายในกิจกรรม และวัตถุประสงค์ของกิจกรรม

จากที่กล่าวไปด้านบนจะเห็นได้ว่าในส่วนเริ่มต้นของกิจกรรมนั้น จะมีเส้นทางให้เลือก 2 เส้นทาง ซึ่งผู้เรียนสามารถกดที่รูปภาพเพื่อเลือกแบบจำลองอะตอมตามความรู้ความเข้าใจที่ตนมีอยู่ ณ ปัจจุบัน โดยจะเน้นไปที่ 2 แบบจำลอง คือ (1) แบบจำลองอะตอมของบอร์ และ (2.) แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก จาก flow chart จะเห็นได้ว่าหน้าเว็บจะแบ่งเป็นสองลักษณะ คือ หน้าที่ต้องเลือกตอบและหน้าที่เป็นเนื้อหาความรู้ “เดิม” (จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 และ 2) และเนื้อหาความรู้ “ใหม่” (จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อ 3, 4 และ 5) การเลือกตอบนั้นเป็นการเลือกตอบเพื่อ

ตรวจสอบว่านักเรียนนั้นมีความรู้ที่ถูกต้องจริงแล้วหรือไม่ และพร้อมเข้าสู่เนื้อหาใหม่อย่างแบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอกและแนวคิดเกี่ยวกับออร์บิทัลเชิงอะตอมหรือไม่



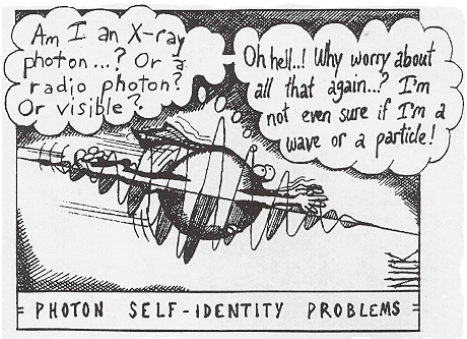


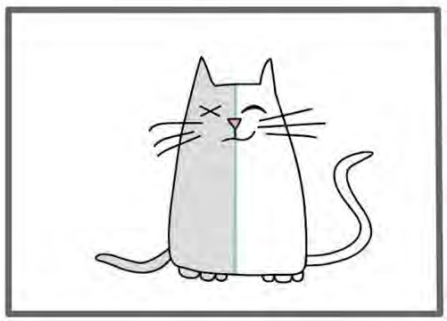
รูปที่ 3 จุดเริ่มต้นกิจกรรม **รูปที่ 4** ตัวเลือกหลังจากเลือกแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

ประโยชน์ที่ได้จากกิจกรรมนี้คือ **การสร้างแรงจูงใจ** ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากในการเรียนเพราะเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและคอยผลักดันให้เกิดการเรียน จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าจะสามารถต่อสู้กับความท้าทายของการเรียนในเนื้อหายาก ๆ ได้มากกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจน้อยกว่า การเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนโดย Nilson (2010) ได้แบ่งออกเป็น 4 ขอบเขต

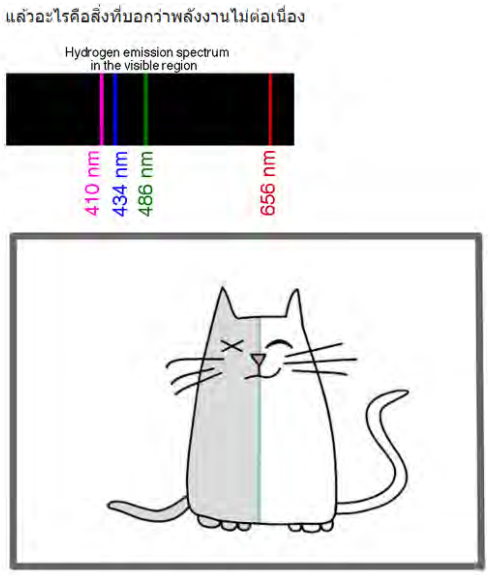
1. บุคคล (persona) เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสารที่จะสื่อในรูปแบบที่ทันสมัย ภายในกิจกรรมจะมีการใส่รูปภาพเพื่อยกตัวอย่างและดึงดูดสายตาเพื่อสร้างความน่าสนใจ เช่น

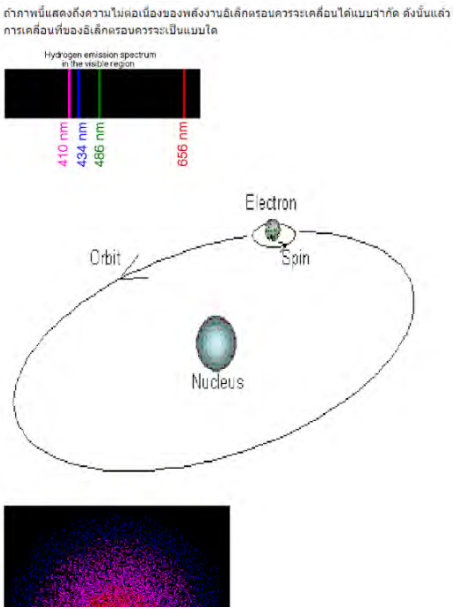




รูปที่ 5 Photon self-identity problems **รูปที่ 6** แมวของโชรดิงเจอร์

นอกจากนี้ ประโยชน์ที่ได้รับจากการมีตัวเลือกให้ตอบ คือ **การจัดการกับความเข้าใจผิด** ความเข้าใจผิดหรือความคิดที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับแนวความคิดเรื่องออร์บิทัลเชิงอะตอม ซึ่งอาจเกิดจากความรู้เดิม สามารถนำไปสู่เส้นทางการเลือกตอบที่ผิดพลาดและนำไปสู่เนื้อหาที่เกี่ยวข้องในการทำความเข้าใจเฉพาะส่วนนั้นให้ถูกต้อง นักเรียนแต่ละคนอาจจะมีความรู้เดิมหรือ naïve theory ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเลือกตอบในกิจกรรมก็จะเป็นการช่วยชี้หาจุดที่นักเรียนมีความบกพร่องได้

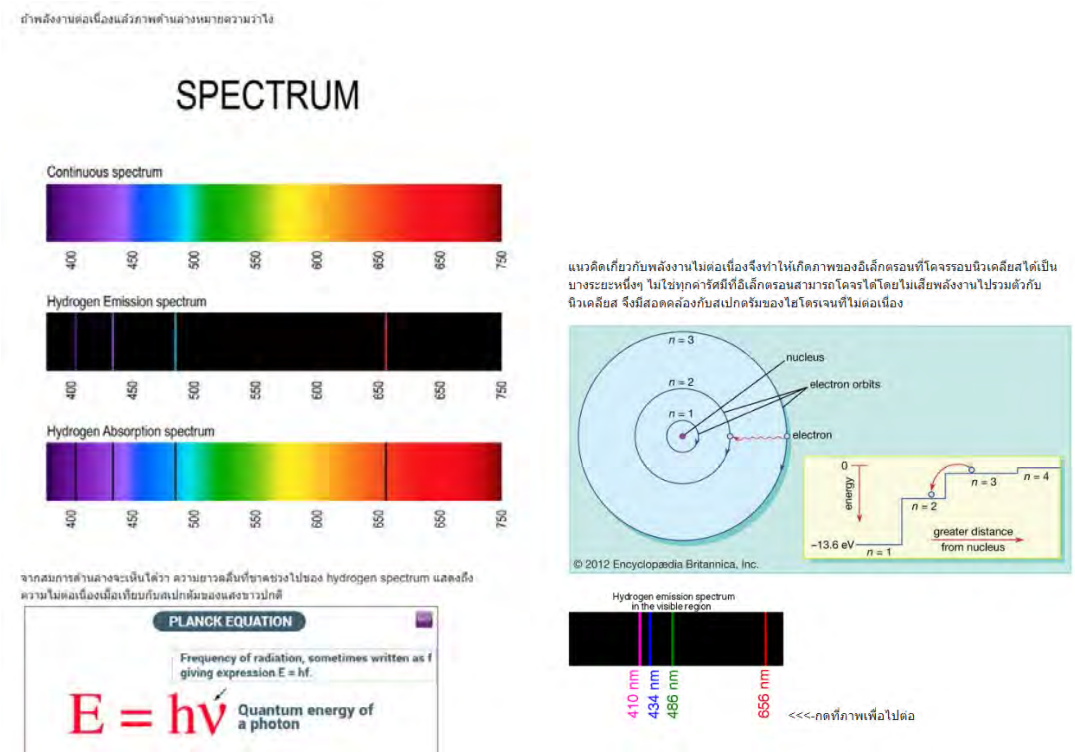




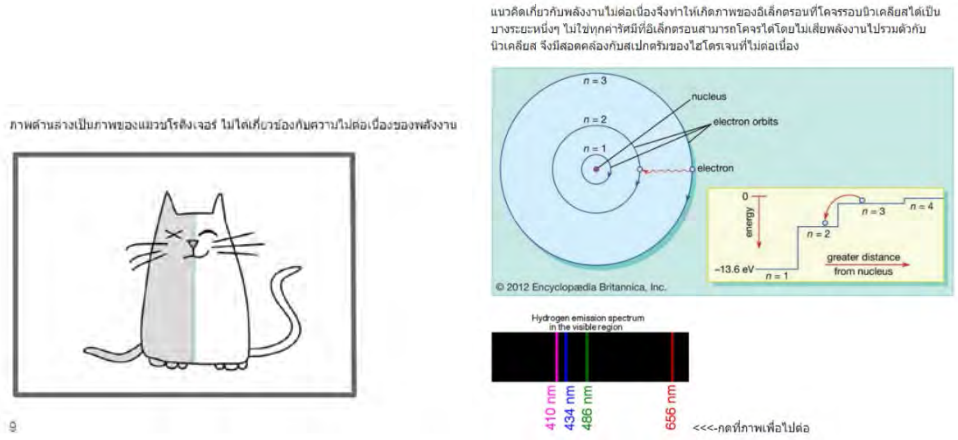
รูปที่ 7 ตัวเลือกหน้าที่ 3 **รูปที่ 8** ตัวเลือกหน้าที่ 4 หลังจากเลือกภาพสเปกตรัมเปล่งออกของไฮโดรเจน

จากรูป เป็นตัวเลือกหลังจากการเลือกตอบครั้งที่ 3 หลังจากเลือกตอบว่าแบบจำลองของอะตอมที่มีเป็นแบบกลุ่มหมอก (จากตัวเลือกในหน้าที่ 1) ซึ่งอาจจะยังไม่ได้แสดงถึงความรู้ที่นักเรียนมีได้ชัดเจน ตัวเลือกหน้าที่ 2 จึงถามเกี่ยวกับพลังงานในระบบควอนตัมซึ่งมีลักษณะไม่ต่อเนื่อง หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องแล้ว ก็จะสามารถเลือกตอบได้ถูกต้องว่าที่มาของแนวคิดเรื่องความไม่ต่อเนื่องของพลังงานนั้นมาจากสเปกตรัมเปล่งออกของธาตุชนิดต่าง ๆ ไม่ใช่ Schrödinger cat และในตัวเลือกหน้าที่ 4 จะมีตัวเลือกเป็นภาพการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่เป็นแบบวงโคจรและรูปแบบไม่ใช่ชัดเจนเป็นทรงกลม เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับทวิภาคของคลื่น-อนุภาคที่อิเล็กตรอนประพฤติตนเป็นทั้งอนุภาคและคลื่น มีรูปแบบการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากความรู้

เดิมที่เคยเป็นอนุภาคอย่างเดียว จากตัวเลือกที่กล่าวมา หากนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องซึ่งแสดงถึงความไม่เข้าใจในเนื้อหาหรือความเข้าใจผิดที่ต่างจากแนวคิดในปัจจุบัน ตัวเลือกเหล่านั้นก็จะพาไปยังหน้าข้อมูลที่ให้อ่านเพื่อทำความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับสิ่งตัวเองไม่เข้าใจหรือไม่แน่ใจ



รูปที่ 9 หน้ากิจกรรมเมื่อเลือกพลังงานในกลศาสตร์ควอนตัมต่อเนื่องหน้าที่ 1 และ 2



รูปที่ 10 หน้ากิจกรรมเมื่อเลือกแมวชโรดิงเจอร์แสดงถึงความไม่ต่อเนื่องของพลังงานหน้าที่ 1 และ 2

หลังจากที่ผ่านส่วนเลือกตอบเพื่อจัดการกับความเข้าผิดที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคลแล้ว ผู้เข้าร่วมจะได้ดำเนินกิจกรรมตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้จัดทำไว้ตามลำดับจนถึงหน้าสิ้นสุดกิจกรรม

รูปที่ 11 หน้าสิ้นสุดกิจกรรม

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ด้วยข้อจำกัดในช่วงสถานการณ์ COVID-19 ผู้วิจัยได้ติดต่อและรับความร่วมมือจากตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง 4 คน (นิสิต A และ นิสิต B จัดอยู่ใน “กลุ่มเก่ง” ที่เป็นนิสิตมีผลการเรียนสูงสุดของหลักสูตรหรือนิสิตที่เคยเข้าค่ายโอลิมปิกวิชาการสาขาเคมี และ นิสิต C และ นิสิต D จัดอยู่ใน “กลุ่มอ่อน” ที่เป็นนิสิตที่เคยได้เกรด F และต้องเรียนซ้ำ) ซึ่งมีผลคะแนนจากแบบทดสอบรายข้อ ดังนี้

คนที่ / ข้อที่	A		B		C		D	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	4	4	4	4	4	2	4	4
2	3	4	2.5	2.5	3	2.5	3	3
3	2	2	2	3	1.5	3	2	2
4	4	4	2	3	4	2	4	4
5	4	3.5	3	3	4	3.5	0.5	2.5
6	4	4	3.5	3.5	4	4	1	4
7	2	2	4	4	4	4	2	1
8	2	4	4	4	1	4	1	0
9	4	3.5	2	3	2	3	1	1.75
10	4	4	0	4	2.8	3.8	0	3.3
รวม	33	35	27	34	30.3	31.8	18.5	25.55
คะแนนที่เปลี่ยนแปลง	2		7		1.5		7.05	

ตารางที่ 3 ตารางแสดงคะแนนของผู้สอบ 4 คนในแต่ละข้อ ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรม

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าคะแนนรวมของผู้เข้าร่วมการทดสอบทุกคนมีการเปลี่ยนแปลงหลังทำกิจกรรมในเชิงที่ดีขึ้น เมื่อเทียบกับคะแนนก่อนทำกิจกรรม แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมมีผลทำให้ผู้เข้าร่วมทั้งสองกลุ่มมีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องออร์บิทัลเชิงอะตอมมากขึ้น เพื่อให้

เห็นว่าผู้เข้าร่วมมีความรู้ความเข้าใจในแต่ละจุดประสงค์ของกิจกรรมมีแนวโน้มเป็นอย่างไร ผู้วิจัยจึงทำตารางเพื่อเปรียบเทียบคะแนนที่เปลี่ยนไปในแต่จุดประสงค์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ดังตารางที่ 4

คนที่ / จุดประสงค์	A			B			C			D		
	Pre	Post	ผลต่าง	Pre	Post	ผลต่าง	Pre	Post	ผลต่าง	Pre	Post	ผลต่าง
1	4	4	**0**	4	4	**0**	4	2	**-2**	4	4	**0**
2	9	10	**1**	6.5	8.5	**2**	8.5	7.5	**-1**	9	9	**0**
3	8	7.5	**-0.5**	6.5	6.5	**0**	8	7.5	**-0.5**	1.5	6.5	**5**
4	4	6	**2**	8	8	**0**	5	8	**3**	3	1	**-2**
5	8	7.5	**-0.5**	2	7	**5**	4.8	6.8	**2**	1	5.1	**4.1**

ตารางที่ 4 ตารางแสดงคะแนนของผู้สอบ 4 คนและคะแนนที่เปลี่ยนไปในแต่ละจุดประสงค์ ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 *อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมเปล่งออกกับความไม่ต่อเนื่องของระดับพลังงานในแบบจำลองอะตอมของบอร์*

จะเห็นว่าคะแนนโดยภาพรวมเกือบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในกลุ่มเด็กเก่ง นิสิตได้คะแนนเต็มทั้งก่อนและหลังทำกิจกรรม แต่ในกลุ่มเด็กอ่อน นิสิต C ได้คะแนนลดลงจากที่มีมีมโนทัศน์ครบถ้วนสมบูรณ์ (SU) เป็นมีมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนพร้อมกับมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (PUSAC) ซึ่งอาจชี้ให้เห็นถึงความสับสนที่อาจเกิดขึ้นจากตัวกิจกรรม ซึ่งพยายามไปเปลี่ยนแปลงภาพความเข้าใจเดิมของเด็กอ่อนในเนื้อหาส่วนที่เป็นนามธรรมนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 *แสดงถึงความไม่สอดคล้องของแบบจำลองอะตอมของบอร์ต่อสมบัติความเป็นคลื่นของอิเล็กตรอน*

จะเห็นว่าคะแนนโดยภาพรวมแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในกลุ่มเด็กเก่ง นิสิตได้คะแนนสูงขึ้น แสดงว่ากิจกรรมทำให้กลุ่มเด็กเก่งมีความเข้าใจที่สมบูรณ์มากขึ้น แต่ในกลุ่มเด็กอ่อน นิสิต C ได้คะแนนลดลง

จากการตอบอัตนัยแบบบรรยาย/วาดรูปจากการมีมโนทัศน์ที่สื่อถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิม ซึ่งสื่อให้เห็นถึงความสับสนที่เกิดขึ้นจากการร่วมกิจกรรมต่อความเข้าใจเดิม

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 *รู้ข้อจำกัดของเลขควอนตัมชนิดต่าง ๆ สำหรับออร์บิทัลของอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งมีค่าพลังงานตรงกับแบบจำลองอะตอมของโบร์*

จะเห็นว่าคะแนนในกลุ่มของเด็กเก่งแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่มีคะแนนลดลงจากการตอบไม่ครบถ้วนแสดงว่าความรู้ในกลุ่มเด็กเก่งนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับกลุ่มเด็กอ่อนจะเห็นว่า นิสิต D มีคะแนนสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากการตอบปรนัยเขียนตอบได้ถูกต้องมากขึ้น แสดงว่าตัวกิจกรรมช่วยทำให้เด็กกลุ่มอ่อนมีความเข้าใจที่ดีขึ้นในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 *บอกที่มาของภาพกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจากฟังก์ชันคลื่นและความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน*

จะเห็นว่าคะแนนภาพรวมสูงขึ้น ยกเว้นในคนที่ได้คะแนนเต็มอยู่แล้ว ในกลุ่มของเด็กเก่ง นิสิต A มีคะแนนสูงขึ้น เพิ่มระดับความเข้าใจจากการมีมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนพร้อมกับมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (PUSAC) เป็นการมีมโนทัศน์ครบถ้วนสมบูรณ์ (SU) ในข้อที่ 8 ในกลุ่มเด็กอ่อน นิสิต C ได้คะแนนสูงและมีมโนทัศน์ครบถ้วนสมบูรณ์ (SU) แต่นิสิต D ได้คะแนนลดลงจากความสับสนที่เกิดจากกิจกรรมจากการมีมโนทัศน์เปลี่ยนแปลงเป็นการมีมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนพร้อมกับมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (PUSAC) และ การไม่มีมโนทัศน์ แสดงว่าตัวกิจกรรมทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้ที่สมบูรณ์มากขึ้น ยกเว้นสำหรับนิสิต D เนื่องจากตัวกิจกรรมมีหน้าไม่ชัดเจนและทำให้สับสน

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5 *ระบุขนาด รูปร่าง และทิศทางการวางตัวของออร์บิทัลที่มีเลขควอนตัมต่าง ๆ โดยสังเขป*

จะเห็นว่าคะแนนภาพรวมสูงขึ้นในเด็กทั้งสองกลุ่ม มีนิสิต A ที่ได้คะแนนน้อยลงเล็กน้อยเนื่องจากความสะเพร่าที่เขียนคำตอบไม่ครบ แสดงว่าตัวกิจกรรมทำให้ผู้เข้าร่วมโดยรวมมีความรู้ความเข้าใจที่มากขึ้น

จากแนวโน้มจะเห็นว่า จุดประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นจุดประสงค์ที่มีระดับความรู้ในขั้นความเข้าใจ (comprehension) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ ของ บลูม (Bloom et al, 1956) ซึ่งจำเป็น

จะต้องใช้ทักษะในการคิดมากกว่าจุดประสงค์ข้อที่ 3 , 4 และ 5 ที่เป็นระดับความรู้ขั้นความจำ (knowledge) แสดงว่าตัวกิจกรรมยังไม่สามารถช่วยเหลือกลุ่มเด็กอ่อนให้มีความเข้าใจมากขึ้นในเรื่องที่เป็นนามธรรมอย่างจุดประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 แต่กิจกรรมนี้สามารถทำให้เด็กทั้งสองกลุ่มมีความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาในจุดประสงค์ข้อที่ 3, 4 และ 5 ที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น หลังจากที่เห็นว่าคะแนนเปลี่ยนอย่างไรในแต่ละจุดประสงค์แล้ว ผู้วิจัยต้องการที่จะทราบว่ากิจกรรมที่จัดขึ้นได้ตอบจุดประสงค์ได้ดีที่สุด จึงทำตารางที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนที่เปลี่ยนแปลงต่อจำนวนข้อสอบรายจุดประสงค์

จุดประสงค์	จำนวนข้อ	คะแนนที่เปลี่ยนไปในแต่ละคนต่อจำนวนข้อสอบในจุดประสงค์				เฉลี่ย
		A	B	C	D	
1	1	0	0	-2	0	-0.5
2	3	0.33	0.67	-0.33	0	0.17
3	2	0.25	0	-0.5	2.5	0.56
4	2	1	0	1.5	-1	0.38
5	2	-0.25	2.5	1	2.02	1.32

ตารางที่ 5 ตารางแสดงคะแนนต่อจำนวนข้อในแต่ละวัตถุประสงค์

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่ากิจกรรมนี้ส่งผลให้นิสิตมีคะแนนสูงขึ้นมากที่สุดในจุดประสงค์ที่ 5 ซึ่งมีคะแนนที่เปลี่ยนไปต่อจำนวนข้อสอบเฉลี่ยมากที่สุด แสดงว่ากิจกรรมนี้มีส่วนช่วยทำให้นิสิตสามารถยกระดับมโนทัศน์ได้ 1 ระดับตามเกณฑ์ของไฮดาร์ในจุดประสงค์ที่ 5

บทที่ 4

สรุปผลวิจัย

ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning เกี่ยวกับแนวคิดออร์บิทัลเชิงอะตอมของกลุ่มตัวอย่าง 4 คน ซึ่งเป็นตัวแทนของทั้งเด็กเก่งและเด็กอ่อนสำหรับนิสิตที่เรียนรายวิชาเคมีทั่วไป ทำแบบทดสอบก่อนทำกิจกรรมและหลังทำกิจกรรมเพื่อวัดระดับความรู้ความเข้าใจในแต่ละจุดประสงค์ของกิจกรรม ได้แก่

1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมเปล่งออกกับความไม่ต่อเนื่องของระดับพลังงานในแบบจำลองอะตอมของบอร์
2) แสดงถึงความไม่สอดคล้องของแบบจำลองอะตอมของบอร์ต่อสมบัติความเป็นคลื่นของอิเล็กตรอน
3) ข้อจำกัดของเลขควอนตัมชนิดต่าง ๆ สำหรับออร์บิทัลของอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งมีค่าพลังงานตรงกับแบบจำลองอะตอมของโบร์
4) บอกที่มาของภาพกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจากฟังก์ชันคลื่นและความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน
5) ระบุขนาด รูปร่าง และทิศทางการวางตัวของออร์บิทัลที่มีเลขควอนตัมต่าง ๆ โดยสังเขป

พบว่ากิจกรรมช่วยทำให้คะแนนของนิสิตทั้งสองกลุ่มสูงขึ้นโดยภาพรวม แต่เมื่อแยกวิเคราะห์รายละจุดประสงค์แล้วพบว่า กิจกรรมอาจสร้างความสับสนให้นิสิตกลุ่มอ่อนในการเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 และ 2 ทำให้มีผลคะแนนลดลงเล็กน้อย ในขณะที่นิสิตกลุ่มเก่งมีความสมบูรณ์ในระดับความเข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ นิสิตทั้งสองกลุ่มสามารถสร้างความแม่นยำหรือความชำนาญในความรู้ความจำตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3, 4 และ 5 ได้ จากคะแนนที่เพิ่มขึ้นจำนวนมากในหลาย ๆ กรณี ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณที่มากที่สุดต่อข้อแล้ว กิจกรรมนี้ตอบจุดประสงค์ในข้อที่ 5 ได้ดีที่สุด

แนวทางการปรับปรุงในอนาคต

เปลี่ยนลักษณะการดำเนินเรื่องของกิจกรรมให้มีลักษณะเป็นเรื่องเล่าเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการทำกิจกรรม มีการแก้ไขรูปแบบกิจกรรมให้ผู้ทำกิจกรรมเข้าใจว่าตัวเองอยู่ในขั้นตอนอะไรและรู้ว่ากิจกรรมจะสิ้นสุดเมื่อใด

เอกสารอ้างอิง

ABLConnect Home Page. https://ablconnect.harvard.edu/revealing-and-dealing-misconceptions (accessed July 08 , 2020).

Haidar, A. H. *Journal of Research in Science Teaching* **1997** 34(2), 181-197

Nawamintrachutit Industrial and Community College Home Page. http://www.nwm.ac.th/nwm/?page_id=4555 (accessed July 09, 2020).

Papaphotis, G.;Tsaparlis G. *International Journal of Science Education* **2009**,31,895-930.

Park, E. Ph.D. Thesis, The Ohio State University, 2006

Partanen, L. *Chemistry Education Research and Practice* **2018**,19,885-904

Vanderbilt university Home Page**.** https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy/ (accessed July 17, 2020)

ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด https://sites.google.com/site/kaigraph/bthkh/thvsdi-phathnakar-thang-sti-payya-khxng-peiy-cet-piaget-s-cognitive-theory (accessed July 10 , 2020).

ภาคผนวก

แบบทดสอบพร้อมเฉลย

1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมเปล่งออกกับความไม่ต่อเนื่องของระดับพลังงานในแบบจำลองอะตอมของบอร์ได้ (1 ข้อ)

---

1. ทฤษฎีอะตอมของบอร์ได้กล่าวถึงระดับชั้นพลังงานอย่างไร จึงนำไปอธิบายลักษณะของสเปกตรัมเปล่งออกสำหรับธาตุชนิดต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

   (ก) อิเล็กตรอนสามารถโคจรรอบนิวเคลียสได้ที่ระยะห่างค่าหนึ่ง ๆ ซึ่งจะเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงระยะนี้ได้ก็ต่อเมื่อมีการชนกับอนุภาคของแสงที่ปลดปล่อยออกมาในรูปแบบของสเปกตรัม

   SAC เข้าใจผิดเกี่ยวกับพลังงานที่ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอน ว่าเปลี่ยนแปลงโดยการชนกันกับโฟตอน (อนุภาคของแสง) เพื่อเคลื่อนย้ายวงโคจร

   (ข) มีวงโคจรเฉพาะที่อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสได้โดยไม่เสียพลังงาน เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกไปสู่วงชั้นนอก จะมีแรงดึงดูดกับนิวเคลียสน้อยลงทำให้พลังงานผลต่างถูกคายออกมาในรูปแสง

   PUSAC เข้าใจถูกต้องในการมีวงโคจรเฉพาะและการคายแสงเกิดเมื่อมีพลังงานน้อยลง แต่เข้าใจผิดว่าวงโคจรชั้นนอกมีค่าพลังงานที่ต่ำกว่า เนื่องจากสับสนเรื่องเครื่องหมายของพลังงานศักย์ดึงดูด

   (ค) มีค่าพลังงานเฉพาะที่ทำให้อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสได้โดยไม่เสียพลังงาน เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนวงโคจรเข้ามาในระดับพลังงานชั้นใน จะคายแสงซึ่งมีพลังงานเท่ากับค่าผลต่างออกมา

   SU

   (ง) อิเล็กตรอนสามารถโคจรรอบนิวเคลียสได้โดยไม่เสียพลังงาน และจะคายพลังงานออกมาในรูปแสงเมื่อเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน เมื่อนำแสงนี้ผ่านปริซึมจะมองเห็นสเปกตรัมเปล่งออก

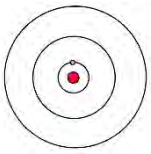
   PU ไม่มีการกล่าวถึงค่าพลังงานเพียงบางค่าที่เป็นไปได้ หรือ “quantised” ซึ่งเป็นสาระสำคัญ

   (จ) ไม่ตอบ หรือ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

2 แสดงถึงความไม่สอดคล้องของแบบจำลองอะตอมของบอร์ต่อสมบัติความเป็นคลื่นของอิเล็กตรอน (3 ข้อ)

2. จงวาดภาพแทนแสดงอะตอมไฮโดรเจนที่สภาวะพื้น

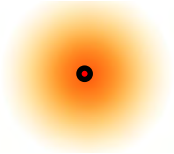
(ก) ตามแบบจำลองอะตอมของบอร์



<u>เกณฑ์การให้คะแนน (ประเด็นละ 0.5 คะแนน)</u>

- แสดง proton อยู่ตรงกลางอะตอม
- สื่อถึงวงโคจรของอิเล็กตรอนหลายชั้น
- ซึ่งมีระยะห่างที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ (ถ้าแสดงค่าพลังงานต้องแคบลงเรื่อย ๆ)
- มี 1 electron อยู่ในวงชั้นในสุด

(ข) ตามแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



<u>เกณฑ์การให้คะแนน (ประเด็นละ 0.5 คะแนน)</u>

- แสดง proton อยู่ตรงกลางอะตอม
- ใช้จุดแทนความน่าเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน
- ซึ่งมีความเข้ม (จำนวนจุดถี่) บริเวณใกล้นิวเคลียส
- ลักษณะรูปทรงโดยรวมเป็นทรงกลม (มีความน่าจะเป็นเหมือนกันทุกทิศทาง)

3. จากรูปที่วาดใน ข้อ 2 แบบจำลองอะตอมทั้งสองมีความเหมือนและ/หรือแตกต่างกันอย่างไร

<u>เกณฑ์การให้คะแนน (ประเด็นละ 1.0 คะแนน)</u>

เหมือนกัน

-มีโปรตรอนอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม

-มีระดับพลังงานเท่ากัน

แตกต่างกัน

-บอกตำแหน่งของอิเล็กตรอนในแบบจำลองอะตอมของบอร์สามารถระบุตำแหน่งอิเล็กตรอนได้อย่างชัดเจนว่าโคจรเป็นวงกลมที่ระยะหนึ่งๆ

-แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกบอกตำแหน่งอิเล็กตรอนได้ไม่ชัดเจนและบอกในรูปความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน

4. ออร์บิทัลเชิงอะตอม (atomic orbital) มีความแตกต่างจากวงโคจร (orbit) ตามทฤษฎีอะตอมของบอร์อย่างไร

(ก) ออร์บิทัลเชิงอะตอมเป็นพื้นที่ว่างซึ่งสามารถจุอิเล็กตรอนได้ 2 ตัว แตกต่างจากวงโคจรที่มีได้มากกว่า 2 ตัว

SAC ใช้ภาพกล่องแทนออร์บิทัล โดยไม่ได้คำนึงถึงความน่าจะเป็นที่สามารถพบอิเล็กตรอนได้ในบริเวณต่าง ๆ รอบนิวเคลียส

(ข) ออร์บิทัลเชิงอะตอมบอกได้เพียงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่าง ๆ ในขณะที่วงโคจรสามารถบอกเส้นทางที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสได้อย่างชัดเจน

SU

(ค) ออร์บิทัลเชิงอะตอมมีลักษณะการวางตัวไปในทิศทางหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะ แตกต่างจากวงโคจรรูปวงกลม

PU Orbital โดยส่วนใหญ่มีทิศทางการวางตัวเฉพาะ ยกเว้น *s*-orbital ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลม

(ง) มีการจำแนกประเภทของอะตอมตามออร์บิทัลเป็น *s*, *p*, *d*, และ *f* ซึ่งมีรูปร่างลักษณะหลากหลาย แตกต่างจากวงโคจรที่มีลักษณะเป็นวงกลมเพียงอย่างเดียว

PUSAC Atomic orbital ใช้ระบุความแตกต่างของอิเล็กตรอน ไม่ได้จำแนกประเภทของอะตอม อย่างไรก็ตาม มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับความหลากหลายทางรูปร่างของออร์บิทัล

(จ) ไม่ตอบ หรือ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

3 รู้ข้อจำกัดของเลขควอนตัมชนิดต่าง ๆ สำหรับออร์บิทัลของอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งมีค่าพลังงานตรงกับแบบจำลองอะตอมของโบร์ (2 ข้อ)

---

5. ระบุค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของเลขควอนตัมที่หายไปในแต่ละข้อต่อไปนี้

(ก) $n = 3$, $l = ?$, $m_l = -1$

ค่าที่เป็นไปได้ของ l คือ 1 หรือ 2 เท่านั้น (1 คะแนน)

- 1 (0.5); 2 (0.5); 0, 1, 2 (0.25); 1, 2, 3 (0.25)

(ข) $n = 3$, $l = 3$, $m_l = +1$

l ผิด l = 1,2 (1 คะแนน)

(ค) $n = 7$, $l = 2$, $m_l = +3$

m_l ผิด m_l = -2,-1,0,1,2 (1 คะแนน) หรือ

l ผิด l =6,5,4,3 (1 คะแนน)

(ง) $n = 4,\ l = 1,\ m_l = ?$

m_l = -1,0,1

6.

(ก) หากออร์บิทัลชนิดหนึ่งมีเลขควอนตัม $l = 5$ ค่า m_l ที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีกี่ค่า

11 ค่า (1 คะแนน) ได้แก่ m_l = −5, −4, −3, −2, −1, 0, +1, +2, +3, +4, +5 (1 คะแนน)

(ข) ออร์บิทัลทั้งหมดที่มีเลขควอนตัม n = 3 สามารถมีค่า m_l ที่เป็นไปได้ทั้งหมดกี่ค่า

5 ค่า (1 คะแนน)

(ค) ออร์บิทัลมีค่าของเลขควอนตัม l เป็นเท่าใด จึงมีจะมีค่า m_l เป็นไปได้ทั้งหมด 5 ค่า

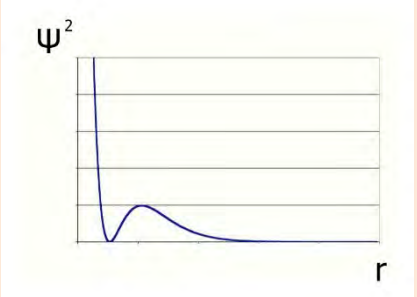
$l = 2$ (1 คะแนน)

4 บอกที่มาของภาพกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจากฟังก์ชันคลื่นและความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอน (2 ข้อ)

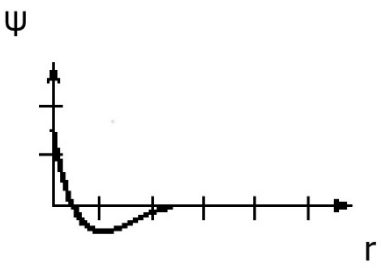
---

7. การแสดงภาพแทนออร์บิทัลในรูปแบบต่อไปนี้ เป็นการสัมพันธ์ค่าการกระจายตัวตามกราฟในข้อใด

(ก)



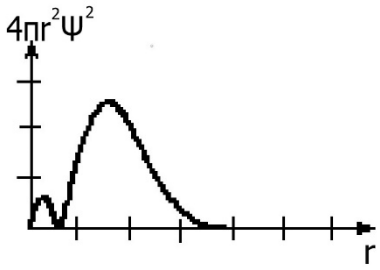
(ข)



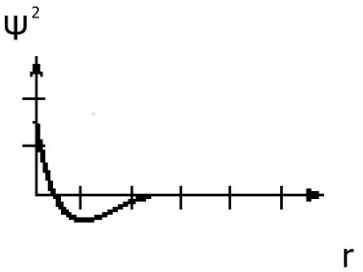
SU เลือกพล็อตของความน่าจะเป็นถูกต้อง

SAC เลือก radial part ของ wavefunction

(ค)



(ง)

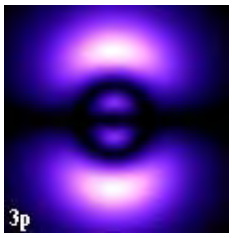


PUSAC เลือก RDF เป็นกำลังสองผิดประเภท

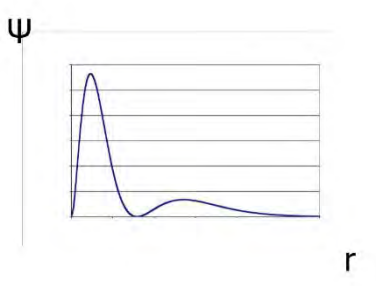
PU เลือก Ψ^2 บนแกน แต่กราฟมี +/– (Ψ)

(จ) ไม่ตอบ หรือ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

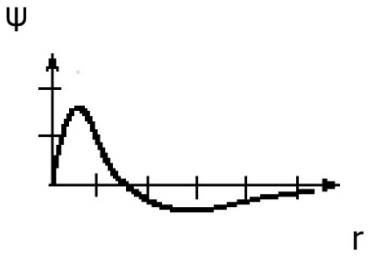
7. ออร์บิทัลดังภาพต่อไปนี้ มีความสัมพันธ์กับการกระจายตัวของกราฟในข้อใด



(ก)



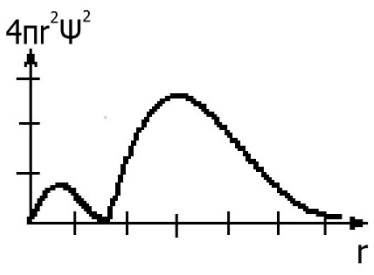
(ข)



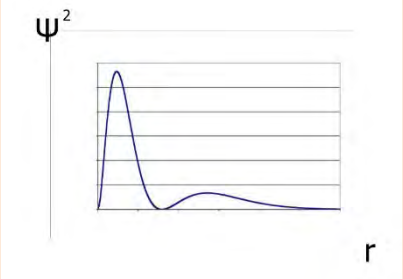
PU เลือกเส้นของ Ψ^2 ถูก แต่เข้าใจว่าเป็น Ψ

SAC เลือก radial part ของ wavefunction

(ค)



(ง)



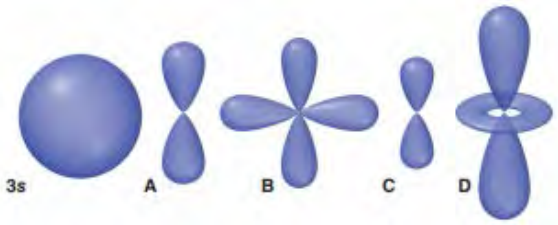
PUSAC เลือก RDF เป็นกำลังสองผิดประเภท

SU เลือกพลอตของความน่าจะเป็นถูกต้อง

(จ) ไม่ตอบ หรือ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

5 ระบุขนาด รูปร่าง และทิศทางการวางตัวของออร์บิทัลที่มีเลขควอนตัมต่าง ๆ โดยสังเขป (2 ข้อ)

9. จากภาพของออร์บิทัลต่าง ๆ เมื่อเทียบกับออร์บิทัล 3*s* ที่กำหนด จงตอบคำถามต่อไปนี้



(ก) ออร์บิทัลใดมีค่าของเลขควอนตัม *n* มากที่สุด

D (1 คะแนน) เพราะ D มีขนาดใหญ่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ 3s

(ข) ออร์บิทัลใดมีเลขควอนตัม *l* เท่ากับ 1 และ 2 ตามลำดับ

l = 1 ตอบ A และ C (1 คะแนน) เพราะ *l* = 1 คือ p orbital ที่มี 2ส่วน

l = 2 ตอบ B และ D (1 คะแนน) เพราะl = 2 คือ d orbital ที่มี 3 หรือ 4 ส่วน

(ค) ออร์บิทัลที่มีค่า *n* และมีรูปร่างเหมือนออร์บิทัล B และ ออร์บิทัล C มีเป็นจำนวนเท่าใด

เหมือน B มีอีก 3 ออร์บิทัล (1 คะแนน) เพราะ d orbital ที่มีลักษณะ 4 แฉก มีอยู่ 4 รูป เมื่อไม่นับ B ก็จะมีอีก 3 ออร์บิทัลที่มีรูปร่างเหมือนออร์บิทัล B

เหมือน C มีอีก 2 ออร์บิทัล (1 คะแนน) เพราะ p orbital มีลักษณะเป็นดัมเบล ที่มี 3 รูป เมื่อไม่นับ C ก็จะเหลืออีก 2 ออร์บิทัลที่มีรูปร่างเหมือน C

(ง) ออร์บิทัลใดมีพลังงานสูงที่สุดและต่ำที่สุด

สูงที่สุด คือ D (1 คะแนน) เพราะ D มีขนาดใหญ่สุด ค่า n จึงมีค่ามากที่สุดซึ่งค่า n ยิ่งสูงพลังงานก็จะมีค่าสูง

ต่ำที่สุด คือ C (1 คะแนน) เพราะ C มีขนาดเล็กสุด ค่า n จึงมีค่าน้อยที่สุด พลังงานจึงน้อยที่สุด

10. พิจารณาออร์บิทัลต่าง ๆ ดังรูป

(x) (y) (z)

(ก) ที่ระดับชั้นพลังงาน $n = 2$ จะมีออร์บิทัลแบบ x, แบบ y และแบบ z เป็นจำนวนเท่าใด

แบบ x มี 1 ออร์บิทัล แบบ y มี 3 ออร์บิทัล ไม่มีแบบ z

(ข) ระบุเซตของเลขควอนตัม (n, l, m_l) สำหรับออร์บิทัล x ที่ระดับชั้นพลังงาน $n = 4$, ออร์บิทัล y ที่ระดับชั้นพลังงาน $n = 2$, และออร์บิทัล z ที่ระดับชั้นพลังงาน $n = 3$

$x = (4, 0, 0)$ $y = (2, 1, 0)$ หรือ $(2, 1, +1)$ หรือ $(2, 1, -1)$

$z = (3, 2, +2/+1/0/-1/-2)$

(ค) ค่า n ที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้สำหรับออร์บิทัล x, y และ z

$x = 1$ $y = 2$ $z = 3$

(ง) ค่า l และ m_l ที่เป็นไปได้สำหรับออร์บิทัล x, y และ z

x: $l = 0, m_l = 0$

y: $l = 1, m_l = -1, 0, +1$

z: $l = 2, m_l = -2, -1, 0, +1, +2$

ประวัติผู้วิจัย

นายชัยพร บุศราทิจ เกิดเมื่อวันที่ 16 เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ที่จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง เมื่อปีการศึกษา 2557 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2558 ที่อยู่สามารถติดต่อได้ บ้านเลขที่ 20/16 หมู่ 4 ตำบล เชิงเนิน อำเภอเมือง จังหวัดระยอง รหัสไปรษณีย์ 21000 อีเมลล์ chaiyaphonbus@gmail.com