

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบเทคนิค
เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL)

**The Studying of Chemistry Learning Achievement in Bohr's Theory of
Hydrogen Atom for Grade 10 Student by Using
Kwdl Learning Techniques**

พีรพงศ์ บุญฤกษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Pheeraphong Bunroek

Phranakhorn Rajabhat University, Thailand

E-mail : pheeraphong@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

ในการเรียนวิชาเคมีนักเรียนพบกับการแก้ปัญหาการคำนวณทางเคมีที่มีการวิเคราะห์หลายขั้นตอน และเข้าใจได้ยากด้วยการสอนในวิธีปกติ ผู้วิจัยจึงนำเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) มาใช้สอน การคำนวณทางเคมี โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างบทเรียนและแบบฝึกหัด เรื่อง ทฤษฎีอะตอม ไฮโดรเจนของโบร์ และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนและแบบฝึกหัด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ กำหนดจุดตัดที่ร้อยละ 60 โดยศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 50 คน เป็นกลุ่มการทดลองกลุ่มเดียว วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด (E_1/E_2) กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 60/60 และใช้สถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 69.79/68.80 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด 60/60

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ร้อยละ 68.80 มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: เทคนิค KWDL; การคำนวณทางเคมี; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

Abstracts

During the chemistry class, many students confronted with the solving chemical calculation problems because there were many analysis steps and incomprehensible teaching methods. The researcher applied the KWDL technique to teach chemical calculation. The objectives of this research were 1) to design lessons and exercises on Bohr's theory of hydrogen atom and 2) to study a chemistry learning achievement. The instruments used for gathering data consisted of: 1) the learning management plans 2) the lessons and exercises, and 3) the achievement test based on criteria set at 60 percent. The subjects consisted of 50 students of grade 10 students in science - mathematics major of 1st Semester, academic year 2020 at Wat Phrasimahadhat Secondary Demonstration School, Phranakhon Rajabhat University. The data were analyzed by the efficiency (E_1/E_2) of lessons and exercises that set efficiency at 60/60 and using t-Test for One-Sample to test the research hypothesis.

The research results revealed that:

1. The efficiency of lessons and exercises on Bohr's theory of hydrogen atom was at 69.79/68.80 that higher than the specified criterion as 60/60.
2. The grade 10 students studying Bohr's theory of hydrogen atom by using the KWDL learning technique had chemistry learning achievement 68.80 percent higher than 60 percent criteria, with statistically significant at .05 level.

Keywords: KWDL Technique; Chemical Calculation; Chemistry Learning Achievement

บทนำ

การศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติให้มีความเจริญก้าวหน้า มีความมั่นคงเข้มแข็ง สามารถแข่งขันกับนานาชาติได้ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ การเมืองและสังคม เนื่องจากผลของการศึกษา คือคนที่มีความรู้ ความคิด ความสามารถเป็นปัจจัยขับเคลื่อนสังคมให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจัดการศึกษาของชาติจะต้องทำให้เกิดผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ เป็นคุณลักษณะของผู้เรียน อันเป็นผลที่เกิดจากการจัดการศึกษาตั้งแต่ระดับการศึกษาปฐมวัย การศึกษาขั้นพื้นฐาน การอาชีวศึกษา จนถึง การอุดมศึกษา ทั้งนี้สถานศึกษามีอิสระในการกำหนดแนวคิด ปรัชญา และวิสัยทัศน์ของการจัดการศึกษาให้เป็นอัตลักษณ์และสอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษาและตามความถนัดของผู้เรียน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา จึงได้จัดทำมาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561 ในรูปของผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของ

การศึกษา (Desired Outcomes of Education, DOE Thailand) เพื่อให้สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการศึกษา เพื่อให้เกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ขั้นกับผู้เรียนทั้งในระหว่างที่กำลังศึกษาและเพื่อวางรากฐานให้ผู้เรียนในระหว่างที่กำลังศึกษา เพื่อให้เกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์หลังจากสำเร็จการศึกษา ซึ่งถือเป็น “คุณลักษณะของคนไทย 4.0” ที่สามารถสร้าง ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนให้กับประเทศ โดยคนไทย 4.0 จะต้องธำรงความเป็นไทยและแข่งขันได้ในเวทีโลก นั่นคือเป็นคนดี มีคุณธรรม ยึดค่านิยมรวมของสังคมเป็นฐานในการพัฒนาตน (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2561 : ออนไลน์)

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานของการพัฒนา ต่อยอดให้เกิดเทคโนโลยีที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบ เป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 78-80) ถึงแม้ว่าวิชาวิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาคน พัฒนาชาติ แต่การรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์เท่าที่ควร สังเกตได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) รายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ย้อนหลัง 3 ปี ได้แก่ ปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ย 30.51 คะแนน ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ย 29.37 คะแนน ปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ย 31.62 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2561 : ออนไลน์) เมื่อวิเคราะห์คะแนนในภาพรวมเทียบกับคะแนนเต็มแล้วพบว่าคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำเนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และเมื่อเทียบกับรายวิชาอื่นพบว่ายังต่ำกว่าวิชาอื่นอยู่มาก อาจมีเหตุผลมาจากนักเรียนบางคนไม่ถนัดในรายวิชาวิทยาศาสตร์และไม่ถนัดในรายวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้มีผลกระทบต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คำนวณ ไม่สามารถตีความปัญหาและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ทำให้ไม่สนุกกับการเรียนและไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาได้อย่างลึกซึ้ง

จากการเรียนการสอนเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ซึ่งเป็นการเรียนการสอนโดยใช้ทักษะการวิเคราะห์โจทย์และคำนวณหาพลังงานของอิเล็กตรอนที่อะตอมปลดปล่อยออกมาเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปมาจากสถานะพื้นและสถานะกระตุ้น รวมทั้งสเปกตรัมของแสงที่ได้ปลดปล่อยออกมาซึ่งสัมพันธ์กันในสมการของนีลส์ โบร์ และสมการของริดเบิร์ก ซึ่งเป็นเนื้อหาการคำนวณที่มีการวิเคราะห์และลำดับขั้นตอนได้อย่างหลากหลายและเข้าใจได้ยากด้วยการสอนในวิธีปกตินั้น จากการศึกษาของผู้วิจัยได้สนใจในการสอนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ได้พัฒนาขึ้นโดย Ogle ใน ค.ศ. 1986 (วัชราน เล่าเรียนดี, 2554 : 43) เพื่อใช้สอนและฝึกทักษะทางการอ่าน และต่อมาได้พัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้นโดย Carr และ Ogle ใน ค.ศ. 1987 โดยยังคงสาระเดิมไว้ แต่เพิ่มการเขียนผังสัมพันธ์ทางความหมาย (Semantic Mapping) สรุปเรื่องที่อ่านและมีการนำเสนอเรื่องจากผังอันเป็นการพัฒนาทักษะการเขียนและพูด นอกเหนือไปจากทักษะการฟัง และการ

อ่าน โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือการสอนทักษะภาษา แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่มีการอ่านเพื่อทำความเข้าใจ เช่น วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น เพราะว่าผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผนการ ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูล เพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีประโยชน์ในการฝึกทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุป และนำเสนอ (ประภัสรา โคตะขุน, มปป. : ออนไลน์) โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการทราบ ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) นักเรียนต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้และขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ (วัชร เล่าเรียนดี, 2554 : 43) ตัวอย่างของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL โดยจิรากร สำเร็จ พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (จิรากร สำเร็จ, 2551 : 122-128) งานวิจัยของชัยพียะห์ สาและ พบว่าการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องค่ากลางของข้อมูลระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยเทคนิค KWDL และแบบปกตินั้น นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องค่ากลางของข้อมูลอยู่ในระดับมากขึ้นไป (ชัยพียะห์ สาและ, 2559 : 36) และการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเวลาของ ศิริพัฒน์ คงศักดิ์ พบว่าการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ สสวท. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ สสวท. และนักเรียนมีเห็นด้วยในระดับมากในการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิค KWDL (ศิริพัฒน์ คงศักดิ์, 2550 : 73) โดยส่วนใหญ่การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL นั้นจะใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าจะสามารถนำมาใช้กับการคำนวณทางเคมีได้

ในการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน จึงใช้เป็นกลุ่มศึกษาในลักษณะประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite population) โดยผู้วิจัยรับผิดชอบเป็นผู้สอนในรายวิชาเคมี 1 (ว 31221) จากประสบการณ์ของผู้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนเรื่องทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณหาพลังงานของอิเล็กตรอนที่อะตอมปลดปล่อยออกมาเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปมาจากสถานะพื้นและสถานะกระตุ้น รวมทั้งสเปกตรัมของแสงที่ได้ปลดปล่อยออกมาซึ่งสัมพันธ์กันในสมการของนีลส์ โบร์ และสมการของริดเบิร์ก ซึ่งต้องวิเคราะห์โจทย์และมีลำดับขั้นตอนการคำนวณหลายขั้นตอน

ทำให้เข้าใจได้ยากเมื่อสอนด้วยวิธีปกติ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำการสอนแบบเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มาใช้เป็นแบบแผนในการสอนและทำแบบฝึกหัดของนักเรียน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์และใช้สถิติทดสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample t – test) และแนะนำให้นักเรียนนำไปใช้กับทุกการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ในอนาคตต่อไปได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนและแบบฝึกหัด เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL)
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนและแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นจากเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด และวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนหลังเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนและแบบฝึกหัดการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ เรื่องทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL)

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 50 คน

1.2 กลุ่มที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 50 คน เนื่องจากมีนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์เพียงห้องเดียว จึงใช้เป็นกลุ่มศึกษาในลักษณะประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite population) แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One Sample Test)

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาเคมี 1 (ว 31221) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ที่ผ่านการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นแบบประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 4.66 สามารถแปลความหมายของค่าเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

2.2 บทเรียนและแบบฝึกหัด เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ที่ผ่านการประเมินคุณภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นแบบประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คุณภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด มีค่าเท่ากับ 4.75 สามารถแปลความหมายของค่าเฉลี่ยบทเรียนและแบบฝึกหัดมีความเหมาะสมมากที่สุด

2.3 แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจำนวน 30 ข้อ และได้นำไปทดลองใช้เพื่อนำข้อมูลมาหาคุณภาพของข้อสอบ โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าทุกข้อมีเนื้อหาวิชาที่สอดคล้องกับรายวิชาและวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนกของแบรนเนน (b -index) พบว่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์สามารถคัดเลือกได้มีจำนวน 27 ข้อ แต่เนื่องจากผู้วิจัยต้องการแบบทดสอบเพียง 20 ข้อ จึงได้พิจารณาคัดทิ้งเพิ่มอีก 7 ข้อ โดยพิจารณาคัดทิ้งจากค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์ 0.2 และความยากอยู่ในระดับค่อนข้างง่ายหรือค่อนข้างยาก เมื่อวิเคราะห์ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เมื่อนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทั้งหมดมาคำนวณหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับโดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 แปลความหมายของความเชื่อมั่นอยู่ในระดับความเชื่อมั่นสูง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดเป้าหมาย แจกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยเกี่ยวกับการวิจัยและวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนในรายวิชานี้ด้วยตนเองในภาคเรียนนี้

3.2 การสอนด้วยเทคนิค KWDL ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นนำ แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ในคาบและทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นการสอนด้วยการตั้งคำถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบและอภิปรายร่วมกัน ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ครูนำเสนอเนื้อหาใหม่เกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์และนักเรียนร่วมกันอ่าน ตีความหมายโจทย์ และแก้ปัญหา ตามแผนผัง KWDL พร้อมกับการทำตัวอย่างไปพร้อมกับการอธิบายนักเรียน สังเกตพฤติกรรม และตอบข้อซักถาม อธิบายแนวคิดและหลักการเพิ่มเติม ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกทักษะด้วยเทคนิค KWDL จากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น และขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนในคาบนั้น ๆ

3.3 วัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ ด้วยการเก็บคะแนนแบบฝึกหัดที่อยู่ในบทเรียนระหว่างเรียนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัดเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ด้วยเทคนิค KWDL

3.4 วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว โดยใช้เวลาสอบ 50 นาที และนำผลการสอบหลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

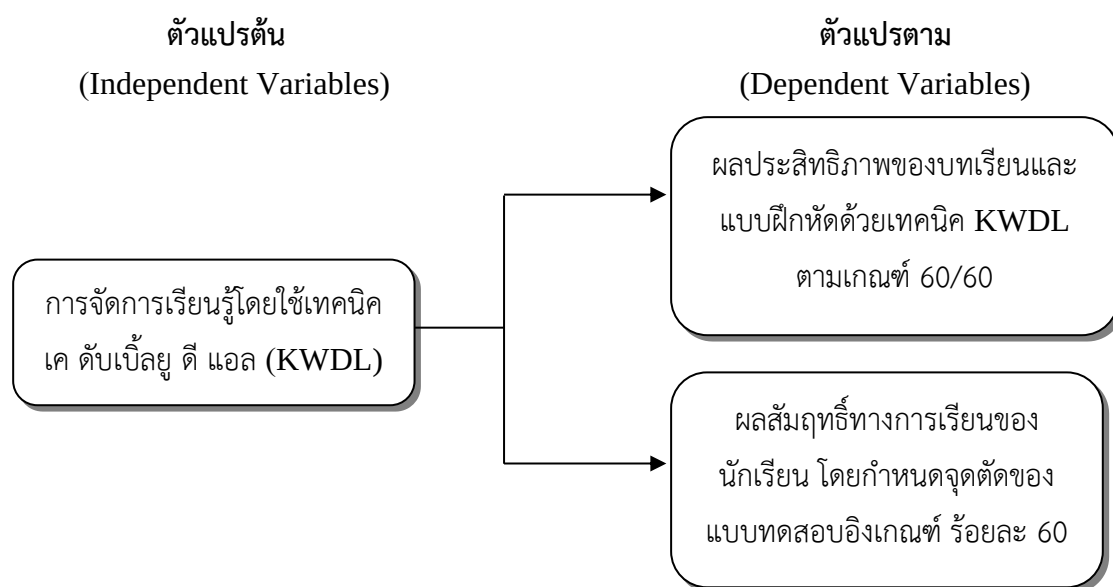
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL หลังจากที่ได้จัดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) นำข้อมูลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปไมโครซอฟท์เอ็กเซล ดังนี้ **สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics)** ใช้สถิติวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) อธิบายข้อมูลประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบอิงเกณฑ์หลังเรียน **สถิติอนุมาน (Inferential Statistics)** วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของบทเรียนและแบบฝึกหัดเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ด้วยเทคนิค KWDL ตามเกณฑ์ที่กำหนด 60/60 ให้สอดคล้องกับการกำหนดจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ร้อยละ 60 สำหรับการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์และใช้สถิติทดสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐาน

เกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample t – test) โดยมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ($\alpha = 0.05$) สถิติทดสอบสำหรับกลุ่มเป้าหมายมากกว่า 30 ($n \geq 30$) และไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร (σ^2) คือ การทดสอบค่าซี (Z – test) จุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ร้อยละ 60

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) จากบทเรียนและแบบฝึกหัดให้มีการแก้ปัญหาโจทย์โดยใช้รูปแบบเค ดับเบิลยู ดี แอล ผู้วิจัยนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการเรียนการสอนเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ในรายวิชาเคมี 1 (ว 31221) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนโดยใช้ทักษะการวิเคราะห์โจทย์และคำนวณหาพลังงานที่ปลดปล่อยออกมา เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปมาจากสถานะพื้นและสถานะกระตุ้น รวมทั้งสเปกตรัมของแสงที่ได้ปลดปล่อยออกมาซึ่งสัมพันธ์กันในสมการของนีลส์ โบร์ และสมการของริดเบิร์ก ซึ่งเป็นเนื้อหาการคำนวณที่มีการวิเคราะห์และลำดับขั้นตอนหลายขั้นตอนและเข้าใจได้ยากด้วยการสอนในวิธีปกตินั้น ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนและแบบฝึกหัด เพื่อนำมาสอนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ให้ดีขึ้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด

ประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 69.79/68.80 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 60/60 โดยหลังจากนักเรียนได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์แล้ว ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยจากการที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์มาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด โดยคะแนนแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ย 33.50 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.79 และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย 13.76 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.80 ดังนั้นบทเรียนและแบบฝึกหัดเรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 69.79/68.80 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁)	ประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E ₂)
เกณฑ์มาตรฐาน	60	60
ผลการวิเคราะห์	69.79	68.80
แปลผล	สูงกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์

ผลการพัฒนาบทเรียนและแบบทดสอบ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมของโบร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดเท่ากับร้อยละ 69.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 60

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนหลังเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนและแบบฝึกหัดการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ เรื่องทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์และใช้สถิติทดสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample t – test) ที่มีกลุ่มเป้าหมายมากกว่า 30 จะใช้การทดสอบค่าซี (Z-test) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ($n \geq 30$) และไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร (σ^2) โดยกำหนดสมมติฐานในการทดสอบด้วยการกำหนดจุดตัดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ร้อยละ 60

กำหนดสมมติฐานในการทดสอบนักเรียนที่เรียนเรื่องทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ($\alpha = 0.05$) ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu \leq 12$ และ $H_1 : \mu > 12$ เมื่อทดสอบสมมติฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล คะแนนเต็ม 20 คะแนน

	n	$\bar{X}$	ร้อยละ	S	Z	df	p
กลุ่มเป้าหมาย	50	13.76	68.80	4.04	3.08	49	0.0017

*p < .05

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล จำนวน 50 คน มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน เท่ากับ 13.76 เมื่อคิดเป็นร้อยละได้เท่ากับร้อยละ 68.80 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของข้อสอบอิงเกณฑ์ที่ตั้งไว้และจากการทดสอบสมมติฐานพบว่าค่า p น้อยกว่า 0.05 ซึ่งแปลผลว่าปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : \mu \leq 12$ จึงยอมรับสมมติฐาน $H_1 : \mu > 12$ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามสมมติฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการวิจัยโดยศึกษาผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการสร้างเครื่องมือดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทเรียนและแบบฝึกหัดด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์หลังเรียน โดยศึกษาจากกลุ่มการทดลองเพียงกลุ่มเดียว เนื่องจากโรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เพียง 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน โดยใช้สถิติทดสอบที ในการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยผลการวิจัยพบว่าบทเรียนและแบบทดสอบมีประสิทธิภาพเท่ากับ 69.79/68.80 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 60/60 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 13.76

เมื่อคิดเป็นร้อยละได้เท่ากับร้อยละ 68.80 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของข้อสอบอิงเกณฑ์ และการทดสอบสมมติฐานมีค่า p น้อยกว่า 0.05 ซึ่งแปลผลว่าปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า $H_0 : \mu \leq 12$ จึงยอมรับสมมติฐาน $H_1 : \mu > 12$ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

โดยในการจัดการเรียนสอนนั้น ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาเคมี 1 เนื้อหาเรื่องทฤษฎีอะตอมของโบร์มาแล้วเป็นระยะเวลา 11 ปี จากประสบการณ์ของผู้วิจัย พบว่าการสอนด้วยวิธีปกตินั้น ผลการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาการคำนวณนักเรียนจะเข้าใจได้ยากเพราะสาระวิชาเป็นการคำนวณ ต้องมีการตีความโจทย์ การใช้สูตรที่หลากหลาย และตัวแปรมากกว่า 1 ตัว หากนักเรียนไม่สามารถลำดับขั้นตอนการคิดได้หรือจัดกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอนได้ จะทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์คำถามหรือปัญหา เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจปัญหานักเรียนก็ไม่สามารถหาคำตอบได้ ในอีกทางหนึ่งคือ หากนักเรียนไม่เข้าใจโจทย์คำถามนั้น นักเรียนจะใช้เวลาในการตีความของปัญหามากทำให้เมื่อนักเรียนอยู่ในภาวะกดดันด้วยระยะเวลา เช่น การสอบเข้ามหาวิทยาลัยนั้น นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์คำถามได้ทันเวลาที่กำหนด นั้นทำให้เสียโอกาสในการทำคะแนนในสนามสอบที่สำคัญได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้พบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด

ประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 69.79/68.80 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 60/60 โดยบทเรียนและแบบฝึกหัดที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนั้น กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง และสามารถดำเนินการไปตามขั้นตอนที่อยู่ในแบบฝึกหัด โดยแบบฝึกหัดนั้นเน้นไปที่การเรียนรู้ของนักเรียนในขณะที่ผู้สอนอธิบายขั้นตอน และทำให้ดูเป็นตัวอย่าง เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถกลับไปฝึกทำตามแบบแผนขั้นตอน โดยผู้วิจัยออกแบบให้บริเวณที่เขียนตอบนั้นมีขั้นตอนของ KWDL อย่างชัดเจนทำให้นักเรียนสามารถคิด วิเคราะห์โจทย์และเขียนขั้นตอนการคำนวณลงไปในกระดาษตอบได้เป็นลำดับ เมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการสรุปคำตอบ นักเรียนจะสามารถค้นหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบทดสอบหลังจากนักเรียนได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยจากการที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์มาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนและแบบฝึกหัด โดยคะแนนแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ย 33.50 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.79 ทำให้ทราบว่านักเรียนทำแบบฝึกหัดตามที่ผู้วิจัยได้วางขั้นตอนไว้ให้ แต่จากการตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียนบางคนพบว่ายังมีความสับสนในการเลือกสูตรคำนวณมาใช้อย่างถูกต้อง และในขั้นตอนสรุปนักเรียนยังสรุปไม่ชัดเจน จึงทำให้คะแนน

แบบฝึกหัดนั้นมีค่าร้อยละ 69.79 แต่ส่วนใหญ่ นักเรียนสามารถเขียนอธิบายได้ตามขั้นตอน เมื่อพิจารณาตามหลักการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือหากคำนวณค่าประสิทธิภาพได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้นได้ (ชัยยง พรหมวงศ์, 2556 : 7 - 20) แต่เนื่องจากให้สอดคล้องกับการกำหนดจุดตัดของข้อสอบอิงเกณฑ์ที่ร้อยละ 60 จึงคงเกณฑ์ของบทเรียนและแบบทดสอบไว้ที่ร้อยละ 60 ดังเดิม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 13.76 คะแนน มีคะแนนสูงกว่า 12 คะแนน เมื่อคิดเป็นร้อยละได้เท่ากับร้อยละ 68.80 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ที่ตั้งไว้และจากการทดสอบสมมติฐานพบว่าค่า p น้อยกว่า 0.05 ซึ่งแปลผลว่าปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : \mu \leq 12$ จึงยอมรับสมมติฐาน $H_1 : \mu > 12$ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามสมมติฐาน โดยมีสาเหตุมาจาก

2.1 เมื่อนักเรียนได้เรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาส่วนที่เป็นการคำนวณ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) นั้น ช่วยให้นักเรียนสามารถลำดับความคิดเป็นขั้นตอนได้อย่างชัดเจน ดังนั้น เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์คำถามแล้วนักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ (K: What we **K**now?) และนักเรียนทราบคำถามของโจทย์ปัญหาข้อนั้น (W: What we **W**ant to know?) เมื่อนักเรียนทราบข้อมูลแล้วนักเรียนสามารถนำข้อมูลจากโจทย์ปัญหามาเลือกสูตรที่ใช้ในการคำนวณและสามารถแก้สมการคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบต่อไปได้อย่างมีระบบ โดยไม่หลงทางในการแก้ปัญหา (D: What we **D**o?) และขั้นตอนสุดท้ายเมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาจากกระบวนการข้างต้นแล้ว นักเรียนจะได้คำตอบของโจทย์ปัญหาในข้อนั้น ซึ่งหากโจทย์ถามเป็นตัวเลขนักเรียนสามารถนำคำตอบที่คำนวณได้ไปตอบได้ทันที แต่ในเนื้อหาการเรียนวิชาเคมีนั้น มิใช่เพียงได้คำตอบเป็นตัวเลขแล้วจะสิ้นสุดกระบวนการในทันที ในบางคำถามนั้นตัวเลขที่คำนวณได้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของคำตอบเท่านั้น ในการตอบคำถามประเภทเปรียบเทียบ หรือการวิเคราะห์จากตัวเลขที่ได้แล้วนำไปตอบว่าได้หรือไม่อย่างไร นักเรียนจะสามารถนำคำตอบที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาที่โจทย์ตั้งคำถามเอาไว้ (L: What we **L**earned?) จะเห็นได้ว่าในกระบวนการเรียนรู้จากเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ได้อย่างมีระบบและเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับที่โอเกิล ผู้พัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล กล่าวว่า การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มีคำถามนำให้นักเรียนได้คิดหาข้อมูลจากโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปหาคำตอบตามที่นักเรียนต้องการแต่ละขั้นตอน และจะช่วยส่งเสริมการอ่านเชิงวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากการนำเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มาสอนในวิชาคณิตศาสตร์แล้วนั้น ยังสามารถที่จะนำมาสอนในวิชาเคมีส่วนที่เป็นคำนวณได้ ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมอย่างยิ่ง นอกจาก 3

ขั้นตอนแรกคือ K W D ที่จะช่วยให้ได้คำตอบแล้ว ขั้นตอนที่ 4 คือ L ของการสอนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล นั้นจะช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาของเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ และสามารถสรุปความคิดรวบยอดของเรื่องนั้น ๆ และนำความรู้รวบยอดไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องที่มีรูปแบบคล้ายกันได้ดียิ่งขึ้นและนักเรียนสามารถใช้ระยะเวลาในการแก้ปัญหาสั้นลง เพราะนักเรียนจะเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ที่เรียนและขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ที่นักเรียนได้ทำไปก่อนหน้านี้ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เนื้อหาส่วนอื่นหรือแม้กระทั่งในรายวิชาอื่นที่มีลักษณะการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน (ประภัสรา โคตะขุน, มปป. : ออนไลน์) ดังในรายวิชาคณิตศาสตร์ พิมพารณ สุขพวง ได้นำไปใช้แก้ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาความเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนแบบร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในกรณีร่วมกันวิเคราะห์และแก้ปัญหาทำให้สำเร็จได้ (พิมพารณ สุขพวง, 2548 : 27)

2.2 การเรียนรู้ด้วยบทเรียนและการลงมือทำแบบฝึกหัดของนักเรียนที่เน้นไปที่กระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนของเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล ช่วยให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอนมากยิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ขั้นตอนและกระบวนการคำนวณที่ชัดเจนจากแบบแผนขั้นตอนที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ในแบบฝึกหัดและเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ จำนวนหลายข้อนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ว่านักเรียนจะเริ่มแก้โจทย์ปัญหาอย่างไรและลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนของเทคนิคเค ดับเบิลยู ดี แอล จะช่วยให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาที่นักเรียนกำลังทำอยู่ได้โดยเมื่อผ่านขั้นตอน 3 ขั้นตอนแรกคือ K W D และสามารถสรุปคำตอบในขั้นตอน L ได้อย่างถูกต้อง เมื่อถึงเวลาที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนจะสามารถนำขั้นตอนการคำนวณด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล ที่นักเรียนได้ทำซ้ำ ๆ จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการเขียนตอบตามขั้นตอนของเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล ไปใช้ในการทำแบบทดสอบโดยเขียนไว้ในกระดาษทด เพื่อให้ตัวนักเรียนเองสามารถคำนวณได้อย่างถูกต้อง ลดความผิดพลาดของการคำนวณและสามารถหาข้อสรุปของคำตอบได้โดยไม่ผิดพลาด เมื่อผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และกระดาษทดของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนคิดด้วยเทคนิคเค ดับเบิลยู ดี แอล 4 ขั้นตอนในกระดาษทดของนักเรียนทำให้ทราบว่าเทคนิคนี้สามารถช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหามoment ที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีการคำนวณทางเคมีได้

ดังนั้น จะเห็นว่าการนำเทคนิคเค ดับเบิลยู ดี แอล ที่นิยมนำไปแก้ปัญหามoment ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในการคำนวณทางเคมีนั้นสามารถทำได้ เพราะการคำนวณทางเคมีนั้นนอกจากที่จะคำนวณหาคำตอบเป็นตัวเลขแล้วนั้น ยังมีการสรุปคำตอบจากตัวเลขที่คำนวณได้ ดังนั้นการใช้เทคนิค เค

ดับเบิลยู ดี แอล ในการแก้ปัญหาสามารถช่วยให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาที่กำลังทำอยู่ได้ในขั้นตอนสุดท้ายอย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการวิจัยโดยศึกษาผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล เรื่อง ทฤษฎีอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 13.76 คะแนน มีคะแนนสูงกว่า 12 คะแนน เมื่อคิดเป็นร้อยละได้เท่ากับ 68.80 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของข้อสอบอิงเกณฑ์ที่ตั้งไว้และจากการทดสอบสมมติฐานพบว่าค่า p น้อยกว่า 0.05 ซึ่งแปลผลว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามสมมติฐาน ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาเคมีคำนวณในเรื่องอื่นเพิ่มเติม ว่าเหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนด้วย เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ได้กับเนื้อหาใดบ้าง
2. ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างการสอนด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) และการสอนด้วยวิธีอื่น เช่น การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนเชิงรุก (Active Learning) การจัดการเรียนการสอนด้วยสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จิรากร สำเร็จ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์. หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 5 (1), 7 - 20.

- ซัพฟิยะห์ สาและ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องค่ากลางของข้อมูล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ประภัสรา โคตะขุน. (มปป). การสอนแบบเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL). ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2561. แหล่งที่มา: <https://sites.google.com/site/prapasara/khanaen-sxb-klang-phakh-1>
- พิมพ์ภรณ์ สุขพ่วง. (2548). การพัฒนาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. วิทยานิพนธ์หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริพัฒน์ คงศักดิ์. (2550). การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องเวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการจัดการเรียนรู้ตามแนว สสวท. วิทยานิพนธ์หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2561. แหล่งที่มา: http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2561.pdf
- สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). มาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2561. แหล่งที่มา: <http://www.sesal7.go.th/site/images/Publish2.pdf>