



การสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*

THE DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE CHEMISTRY LABORATORY DIRECTION ON
ELECTROCHEMISTRY FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS

¹ญาณี เชื้อเมืองพาน Yanee Chuamuangphan, ²เชษฐ ศิริสวัสดิ์ Chade Sirisawat,
³ปริญญา ทองสอน Parinya Thongsorn
^{1,2,3}มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University, Thailand
E-mail: yanee.ch@sunthonphu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสุนทรภู่พิทยาทต.กรำ อ.แกลง จ.ระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Cluster random sampling) ด้วยการจับสลาก จำนวน 1 โรงเรียน จำนวน 24 คน ใช้เวลาในการวิจัย 10 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพคือ 78.82/76.15 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 3) ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี (ระดับ 4) 4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี (ระดับ 4)

คำสำคัญ: การทดลองแบบย่อส่วน, ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์, เจตคติต่อวิทยาศาสตร์



Abstract

The purposes of this research were to; develop small-scale chemistry laboratory directions to meet the 75/75 criteria, study the learning achievement, study science practical skill, and study the attitude towards science using small-scale chemistry laboratory direction on Electrochemistry for Mathayomsuksa 5 students. The sample for this research consisted of 24 Mathayom 5 from Sunthonphu Pittaya Secondary School. The sample was selected through cluster random sampling from 5 schools. The experiments were conducted for ten hours. The research instruments were the small-scale chemistry laboratory directions, lesson plans using small-scale chemistry laboratory directions, a learning achievement test, science practical skill test, and an attitude towards science inventory. The data were analyzed by Mean, Standard Deviation, and t-test for dependent samples. The results of this study indicated that 1) The developed of small-scale chemistry laboratory direction on Electrochemistry for Mathayomsuksa 5 students comprised of 5 sets of directions. It had an efficiency (E_1/E_2) of 78.82/76.015, which was higher than the set criterion standard of 75/75. 2) The posttest scores of learning achievement of students after learning through small-scale chemistry laboratory direction were statistically significant higher than the pretest scores at the .05 level. 3) The science practical skill after learning with the small-scale chemistry laboratory direction was higher than the set “high” level. The attitude towards science using small-scale chemistry laboratory direction was better than the good level (equal 4). 4) The attitude towards science using small-scale chemistry laboratory direction on Electrochemistry for Mathayomsuksa 5 students were better than the good level (equal 4).

Keywords: Small-Scale Chemistry Laboratory, Science Practical Skill, Attitude Towards Science.



บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาตนเองได้ ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพของตน โดยเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการด้านคณิตศาสตร์ ด้านภาษา การประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นกำลังของชาติ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รับผิดชอบต่อสังคมไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี ทำงานร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 1) วิทยาศาสตร์นั้นมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต ดังนั้นเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ เจตคติที่ดี มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบของคำถาม มีการคิดร่วมกัน ลงมือปฏิบัติจริง สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สื่อสารคำถามคำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, หน้า 1)

แต่จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET; Ordinary National Education Test) ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นการวัดผลระดับประเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ มีคะแนนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 รวมไปถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสุนทรภู่พิทยาสรรพ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดกลางในจังหวัดระยอง มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 30.72 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559) ซึ่งมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำเช่นกัน แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนนั้นยังไม่ประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะในรายวิชาเคมีเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ซับซ้อน ยากต่อการทำความเข้าใจ ดังนั้น นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาให้มีคะแนนที่สูงขึ้น โดยเฉพาะรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือทำการทดลองได้ลงมือปฏิบัติและแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง อีกสาเหตุหนึ่ง พบว่า สื่อในการจัดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการทดลอง เครื่องแก้ว แดกหัก ชำรุด บางส่วนสูญหายไม่สามารถใช้งานได้และไม่เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน สารเคมีบางชนิดมีอยู่อย่างจำกัด บางชนิดหมดอายุ บางชนิดหมดไป ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองได้ทุกขั้นตอน ครูจึงมีรูปแบบการสอนที่เน้นการบรรยายเป็นหลักส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง หรือหาความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนขาดโอกาสในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนรวมถึงทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ทิศนา ขัมมณี (2553, หน้า 16) ได้กล่าวว่า ครูผู้สอนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน โดยรูปแบบการสอน สื่อ และอุปกรณ์ต่างๆ จะส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้น การจัดการศึกษาจากประสบความสำเร็จแค่ไหนก็มาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู รวมไปถึงการขาดแคลนอุปกรณ์ในการทำการทดลอง ที่ยังไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน อุปกรณ์สำหรับการทดลองบางชนิดชำรุดเสียหาย ผู้เรียนจึงขาดโอกาสในการทำการทดลองจึงทำให้ผู้เรียนขาดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนั้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองแล้วจะสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น



จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน สามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือทำการทดลอง บันทึก วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง ผู้วิจัยจึงออกแบบบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 จำนวน 2 เรื่อง ประกอบด้วย 5 บทปฏิบัติการ ได้แก่ บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องการแยกทองแดงไอออนออกจากสารละลาย CuSO_4 ด้วยไฟฟ้า บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การชุบตะปูเหล็กด้วยสังกะสี และบทปฏิบัติการที่ 5 การป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก ซึ่งเป็นบทปฏิบัติการที่มีรูปแบบการทดลองที่เน้นความประหยัด ปลอดภัย สะดวกและรวดเร็ว เป็นการใช้ทดลองสารเคมีปริมาณน้อย เป็นจำนวนหยด ถือว่าเป็นการประหยัด และลดใช้สารเคมี โอกาสที่ผู้เรียนผู้สอนจะสัมผัสกับสารเคมีระหว่างการทดลองต่ำกว่าในระดับที่เป็นอันตราย ไม่ร้ายแรงมาก เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น ก็สามารถแก้ไขสถานการณ์ได้รวดเร็วจึงเป็นการทดลองที่มีความปลอดภัยสูง รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็กกลง ใช้เวลาในการทดลองน้อย สะดวกต่อการจัดเตรียมอุปกรณ์และทำความสะอาดอุปกรณ์หลังการทดลอง อีกทั้งยังลดภาระการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นอุปกรณ์พลาสติกที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เครื่องแก้ว นอกจากนี้ยังสามารถนำวัสดุขนาดเล็กอื่นๆ ที่เป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน มาดัดแปลงใช้ในการทดลอง (สมาคมเคมีแห่งประเทศไทย, 2558) จึงทำให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสได้ทำการทดลอง ช่วยให้การเรียนเคมีน่าสนใจการที่นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อสืบเสาะหาความรู้ ทำให้เกิดความสนใจอย่างแท้จริงได้ฝึกทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสังเกตผลการทดลองได้อย่างรวดเร็วและชัดเจน และผู้สอนจะคอยกระตุ้นด้วยคำถาม จึงทำให้เกิดพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้น ผู้เรียนกล้าแสดงออกสิ่งที่ตนเองสงสัยและสิ่งที่ตนเองค้นพบ (สาลิณี อาจารย์, 2552, หน้า 118) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาได้ทำและลงมือปฏิบัติ รู้จักเชื่อมโยงการเรียนรู้และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมีโอกาสปฎิบัติงานร่วมกันขณะปฏิบัติการทดลองได้สัมผัส และรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ที่ง่ายและสะดวก ประหยัดสารเคมีและเวลาในการทำการทดลอง อีกทั้งยังมีความปลอดภัยที่สูง ผสมผสานทั้งทฤษฎีและปฏิบัติก่อให้เกิดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ว่าจะเป็นด้านการวางแผนการทดลองด้านการปฏิบัติการทดลอง มีการจดบันทึกและเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบการเขียนรายงานผลการทดลองอย่างเป็นระบบ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดและแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เกิดทักษะและมีความกระตือรือร้นในการเรียนส่งผลให้การเรียนดียิ่งขึ้น (ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ, 2543) เหตุนั้น จากปัญหาการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวได้ชี้ให้เห็นว่ามีความจำเป็นต้องพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี ซึ่งสามารถทำได้หลายทางเลือก ผู้วิจัยจึงอาศัยนวัตกรรมเข้ามาช่วยในการพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี

จากความเป็นมาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวิจัยเรื่อง การสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อันจะเป็นส่วนสำคัญในการทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ในด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ จากบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วจึงทำการทดลองใช้ตามแนววิจัยแบบก่อนการทดลอง (Pre-Experimental Research) ดำเนินการทดลองแบบใช้รูปแบบกลุ่มเดียว ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ศึกษาทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 140-142) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
	E	O1	X	O2

แบบแผนโดยทั่วไปจะมีวิธีวิจัยดังนี้ 1) เลือกกลุ่มทดลองมา 1 กลุ่ม ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นกลุ่มที่มีอยู่แล้ว 2) ทำการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มประชากร (O1) 3) จัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (X) 4) ทำการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มประชากร (O2) โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดกลางในจังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 โรงเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ เพียงจำนวน 1 ห้อง มีจำนวนรวม 54 คน ได้แก่ โรงเรียนห้วยยางศึกษา และโรงเรียนสุนทรภู่พิทย

1.2 กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสุนทรภู่พิทย ต.กร่ำ อ.แกลง จ.ระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ด้วยการจับสลาก จำนวน 1 โรงเรียน จากโรงเรียนต่างๆ 5 โรงเรียน ที่เป็นกลุ่มประชากร มีจำนวนรวม 24 คน



2. ตัวแปรที่ศึกษา 1) ตัวแปรต้น ได้แก่ บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 5) แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พร้อมวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสุนทรภู่พิทย 2) ศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลอง วิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมีใช้ในการทดลองจากหนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) 3) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมบทปฏิบัติการทดลอง และการทดลองแบบย่อส่วน ตามแนวคิดของสมาคมเคมีแห่งประเทศไทย 4) ออกแบบบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน ให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมีใช้ในการทดลองโดยอ้างอิงตามหนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และใช้หลักการตามแนวคิดของสมาคมเคมีแห่งประเทศไทย 5) ทำการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในทางปฏิบัติของบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน โดยทำการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน และการทดลองเคมีแบบย่อส่วน โดยในแต่ละวิธีจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งและบันทึกผลการทดลองทุกครั้งเสมอ นำผลการทดลองที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบกันทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อตรวจสอบว่าได้ผลการทดลองที่มีความแตกต่างกันหรือไม่ แล้วคำนวณหาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน (%error) โดยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือไม่เกิน 5% (สุภาพ ตามเมือง และคณะ, 2559, หน้า 424) แต่ถ้าผลการทดลองที่ได้มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน (%error) ไม่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะได้ผลการทดลองที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าผลการทดลองที่ได้มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน (%error) ต่ำกว่าร้อยละ 5 จึงสามารถนำไปสร้างต่อไปบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน 6) ดำเนินการเขียนบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน โดยแต่ละบทปฏิบัติการมี องค์ประกอบดังนี้ สาระสำคัญ หลักการ เวลาที่ใช้ อุปกรณ์และสารเคมี วิธีการดำเนินการทดลอง แบบบันทึกรายงานผลการทดลอง คำถามท้ายบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาตรวจสอบค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของบทปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วน และพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 4.40 ถึง 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง .00 - .55 ถือว่าบทปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วนมีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด 7) ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วจัดพิมพ์บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พร้อมวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสุนทรภู่พิทยฯ และดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาตรวจสอบค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และพบว่ามีความอยู่ระหว่าง 4.40 ถึง 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง .00-.55 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) การศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธานุภาพของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, หน้า 40-80) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างและพัฒนาขึ้น สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีพฤติกรรม 6 ระดับ ดังนี้ (1) ความรู้ความจำ (2) ความเข้าใจ (3) การนำความรู้ไปใช้ (4) การวิเคราะห์ (5) การสังเคราะห์ (6) การประเมินค่า

2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (4 ตัวเลือก) จำนวน 70 ข้อ (ต้องการใช้จริง จำนวน 40 ข้อ) แล้วจึงนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากการวิเคราะห์ที่ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง .60-1.00 และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 2.3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุนทรภู่พิทยฯ ต. กร่ำ อ. แกลง จ. ระยอง จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง .30 ถึง .78 และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% ของเคลลี (Kelly's Technique) จำนวน 70 ข้อ จากการวิเคราะห์พบว่ามีความอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .10 ถึง .65 1.4 จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 40 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่น แบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ KR-20) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 แล้วจึงจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อประเมินตามสภาพจริง โดยอิงเกณฑ์รูบริก (Rubric) ของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, หน้า 205-209) เป็นการให้คะแนนภาพรวม (Holistic score) และการให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic score) จากนั้นสร้างแบบบันทึกการประเมินผลทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินสภาพจริง



2) ดำเนินการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. ด้านการวางแผนการทดลอง 2. ด้านการปฏิบัติการทดลอง 3. ด้านการจัดทำรายงานผลการทดลอง โดยกำหนดคะแนนแบบรูปิก การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับคือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง โดยมีคะแนน 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ แล้วจึงนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากการวิเคราะห์พบว่าค่า IOC อยู่ระหว่าง .60-1.00 จึงปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามวิธีของลิเคิร์ท และการวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 106 – 108) และศึกษาแล้ววิเคราะห์หาพฤติกรรมที่แสดงออกถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (2) การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ (3) ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (4) ความนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์ (5) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

2) ดำเนินการสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับคือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีคะแนน 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 40 ข้อ จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากการวิเคราะห์พบว่าค่า IOC อยู่ระหว่าง .80-1.00 และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุนทรภู่พิทยาทาบलगร่า อำเภอกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.84

3) คัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α —Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach (อ้างใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 125-126) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .80 และจัดพิมพ์แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน โดยใช้เกณฑ์ 75/75

ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน โดยการนำบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นไปสอนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน และค่าเฉลี่ยของคะแนนการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนระหว่างเรียนแต่ละบทมาคิดเป็นร้อยละ ปรากฏผลดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบรรยากาศระหว่างเรียนเป็นร้อยละ

บทปฏิบัติการเรื่อง	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
1. ปฏิกริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน	5	3.79	75.83
2. การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก	5	3.83	76.60
3. การแยกทองแดงไอออนออกจากสารละลาย CuSO_4 ด้วยไฟฟ้า	5	3.88	77.50
4. การชุบตะปูด้วยโลหะสังกะสี	5	4.25	85.00
5. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	5	3.96	79.17
ภาพรวม	25	19.71	78.82

จากตารางที่ 2 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบรรยากาศ พบว่า มีค่า 78.82 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75 นั้นหมายความว่า บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบรรยากาศที่พัฒนาขึ้นทั้ง 5 เรื่อง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ กับคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบทุกบทปฏิบัติการ

การทดสอบ	คะแนน	$\bar{X}$	ร้อยละ
คะแนนที่ได้จากการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ (25 คะแนน)	473	19.71	78.82
คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบทุกบทปฏิบัติการ (40 คะแนน)	731	18.28	76.15

จากตารางที่ 3 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการแต่ละบท ต่อค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบทุกบทปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 สรุปได้ว่า บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบรรยากาศ วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.82/76.15

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบรรยากาศ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบรรยากาศ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	df	t	p
ก่อนเรียน	24	10.83	3.33	23	29.183	.000
หลังเรียน	24	30.46	1.53			

* $p < .05$



จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 10.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.33 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 30.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.53 และคำนวณค่า t ได้เท่ากับ 29.18 ดังนั้น ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ ระดับดี ดังในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์

ปฏิบัติการที่ 1	ปฏิบัติการที่ 2	ปฏิบัติการที่ 3	ปฏิบัติการที่ 4	ปฏิบัติการที่ 5	เฉลี่ย	ระดับคะแนน
3.70	3.91	7.19	4.24	4.43	4.09	ดี

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 4.09 โดยเกณฑ์ที่กำหนดคือ ระดับดี มีค่าเท่ากับ 4 เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี (คือระดับ 4)

4. ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ ระดับดี ดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ระดับดี (คือระดับ 4)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	$\bar{x}$	ระดับเจตคติ	ลำดับที่
ด้านที่ 1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์	4.22	ดี	4
ด้านที่ 2 การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์	4.60	ดีมาก	2
ด้านที่ 3 ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์	4.61	ดีมาก	1
ด้านที่ 4 ความนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	4.20	ดี	5
ด้านที่ 5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์	4.34	ดี	3
เฉลี่ยรวม	4.39	ดี	

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 4.39 โดยเกณฑ์ที่กำหนดคือ ระดับดี มีค่าเท่ากับ 4 เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี (คือระดับ 4)



อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัย โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1. บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีร้อยละตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 78.82/76.15 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก ผู้วิจัยศึกษา และออกแบบบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน ให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมีใช้ในการทดลองโดยอ้างอิงตามหนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และใช้หลักการตามแนวคิดของสมาคมเคมีแห่งประเทศไทย อ้างอิงในส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยแต่ละบทปฏิบัติการมีองค์ประกอบดังนี้ สำคัญ หลักการ เวลาที่ใช้ อุปกรณ์และสารเคมี วิธีการดำเนินการทดลอง แบบบันทึกรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน และทำการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างการทดลองตามหนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, หน้า 26-28) กับบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนที่สร้างขึ้น ได้แก่ 1) การเปรียบเทียบอุปกรณ์สารเคมี วิธีการทดลอง และผลการทดลองระหว่างการทดลองเคมีตามมาตรฐาน สสวท. และการทดลองตามบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน โดยการศึกษาทั้งเชิงคุณภาพ พบว่า ผลการทดลองตามบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน ไม่แตกต่างจากผลการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน และการทดลองที่ทำการวิเคราะห์ผลในเชิงปริมาณ พบว่า ผลการทดลองเคมีแบบย่อส่วนมีค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อน (%error) ต่ำกว่าร้อยละ 5 ถือว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนผู้วิจัยได้คำนึงถึงหลักในการออกแบบการทดลองเคมีแบบย่อส่วนตามแนวคิดของสมาคมเคมีแห่งประเทศไทย (2558, หน้า 16-17) มีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำสามารถใช้ซ้ำได้เพื่อทดแทนอุปกรณ์มาตรฐานที่มีราคาสูง และคำนึงถึงความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง ความประหยัดในด้านลดการใช้พลังงาน และลดค่าใช้จ่ายจากการกำจัดของเสียการลดเวลาในการทำปฏิบัติการให้สั้นลง การเลือกใช้อุปกรณ์ที่ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์พลาสติกที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลองเคมีทั่วไป ประกอบกับกิจกรรมการทดลองสามารถสังเกตผลได้ชัดเจน ขั้นตอนการทดลองมีรายละเอียดคล้ายกับการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน แต่แตกต่างกันในส่วนของการลดปริมาณสารเคมี ทำให้การทดลองแบบย่อส่วนทำได้ง่ายขึ้นและใช้ระยะเวลาในการทดลองสั้นกว่าการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน ช่วยให้นักเรียนทุกคนสามารถทำได้จริงไม่ใช่เพียง แต่ฟังบรรยายสรุปจากครูผู้สอนเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเพชรวิไล ชัตติยวงศ์, ปุริม จารุจรัส, ศักดิ์ศรี สุภาพร และชวลิต กุลสิงห์ (2557) ที่พัฒนาชุดการทดลองเซลล์กัลวานิกแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำ เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการสอนเคมีไฟฟ้าในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีแนวคิดเกี่ยวกับการลดปริมาณการใช้สารเคมีในการทดลอง แต่ยังคงรักษาสภาวะที่สมบูรณ์ของการทดลองได้หลังจากนำบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นนี้ไปทดลองสอนพบว่าชุดการทดลองเซลล์กัลวานิกแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำที่พัฒนาขึ้นนี้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์กัลวานิกมากกว่าการใช้ชุดการทดลองเซลล์กัลวานิกแบบมาตรฐาน

2. ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 78.82/76.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นมีพื้นฐานมาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผ่านการหาคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ และขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนมีการอ้างอิงจากขั้นตอนการ



ทดลองในหนังสือเรียนวิชาเคมีเล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) โดยมีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ผ่านการตรวจสอบแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนที่สร้างขึ้นนั้นเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้จากเนื้อหาวิชาเคมีที่มีความซับซ้อนเป็นนามธรรมได้ดี เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ศึกษา คิด และแก้ปัญหาจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมุติฐาน สรุปผลการทดลอง เขียนรายงานการทดลอง และตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการด้วยตนเอง จนเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ได้สืบเสาะหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยอาศัยกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งแต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างดี จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับลัดดาวาลย์ กัณหสุวรรณ (2534, หน้า 1-2) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้รับการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ในการเรียน สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิด และแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมก่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ เกิดทักษะและมีความกระตือรือร้นในการเรียนส่งผลให้การเรียนดีขึ้น ผลงานของ Hand & Keys (1999 อ้างถึงในศักดิ์ศรี สุภาจร และคณะ, 2560 หน้า 16) ได้กล่าวถึงการทดลองแบบสืบเสาะว่าเป็นการทดลองที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตั้งคำถามตั้งสมมุติฐานออกแบบการทดลองและทำการทดลองด้วยตนเองและสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Scientific understanding) โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมเข้ากับหลักฐานที่ได้จากการทดลองวิทยาศาสตร์ (Science experiment evidence) และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา นอกจากนี้บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนที่สร้างขึ้น มีวิธีการใช้อุปกรณ์ที่ง่าย มีขั้นตอนการทดลองที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน จึงทำให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ทำให้การทดลองที่ได้มีความถูกต้อง จึงเกิดการเรียนรู้ทั้งองค์ความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ผลงานวิจัยของพิชญญ์ สีนประเสริฐรัตน์ (2559) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 73.19/74.80 โดยผลการศึกษาพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะการเรียนแบบสืบเสาะเป็นการเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบ ละคั่นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรม 6 ระดับ ดังนี้ 1) ความรู้ ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำความรู้ไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า ผลการวิจัยพบว่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้ การจัดการเรียนการสอนนั้นเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองตามแบบแผนขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียน และอ้างอิงจากหลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนั้นได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ วิเคราะห์ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติการทดลอง รวมไปถึงการฝึกทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยทุกบทปฏิบัติการได้ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนเคมี และมีการแก้ไขบทปฏิบัติการทดลองแบบ



ย่อบ้างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้ได้บทปฏิบัติการที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเนื้อหาสาระที่มีความชัดเจน และมีลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติการทดลองที่แน่ชัด อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองสามารถประยุกต์จากชีวิตประจำวันมาใช้ หาได้ง่าย ราคาไม่สูงตลอดจน มีวิธีการทดลองที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน และมีรูปภาพประกอบทั้งอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนข้อคำถามท้ายบทปฏิบัติการแบบย่อบ้างที่ซึ่งอ้างอิงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่เป็นแนวทางในการลงข้อสรุปขององค์ความรู้ที่ได้เจือมากขึ้น จึงทำให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ที่คงทนอย่างแท้จริงด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของทบวงมหาวิทยาลัย (2525, หน้า 1-5) ที่กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของบรรณรักษ์ แพงถิ่น (2539, หน้า 68) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแบบปกติ

4. ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบ้าง วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี (คือระดับ 4) ทั้งนี้ เนื่องจาก บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบ้างที่พัฒนาขึ้นเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ทำการทดลองจริงอย่างเป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่องที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มทำให้นักเรียนได้ร่วมมือกัน มีปฏิสัมพันธ์ในการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านการปฏิบัติอย่างอิสระจึงเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติอย่างจริงจังถูกต้องและใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว ซึ่งสอดคล้องกับณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, หน้า 82) กล่าวว่า พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับกลไกและการปฏิบัติซึ่งมุ่งผลที่คล่องแคล่วและชำนาญ และรู้จักแบ่งงานกันในการปฏิบัติการทดลอง ทั้งใน 1) ด้านการวางแผนการทดลอง 2) ด้านการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคการทดลอง ความคล่องแคล่วในการทดลอง ความสะอาด และความเป็นระเบียบ และ 3) ด้านการจัดทำรายงานผลการทดลอง ซึ่งในการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบ้างของนักเรียนผู้วิจัยได้ทำการประเมินทักษะปฏิบัติการขณะปฏิบัติการทดลองทุกบทปฏิบัติการ เป็นการประเมินนักเรียนตามสภาพความเป็นจริงซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกรมวิชาการ (2546, หน้า 10) กล่าวว่า การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นวิธีวัดและประเมินแนวใหม่ที่ได้จากความสามารถในทุกๆ ด้านของนักเรียนเป็นเครื่องมือวัดและประเมินผลที่ตอบสนองที่ประเมินความสามารถทักษะความคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนจากการแก้ปัญหาการปฏิบัติจริงและการวัดผลจะต้องเกี่ยวเนื่องกันอยู่เสมอทั้งสองกิจกรรม เมื่อประสานคู่กันไปจะช่วยให้เราเข้าถึงสมรรถภาพสูงสุดของผู้เรียนได้ ทำให้นักเรียนพยายามปรับปรุงวิธีการทดลองอย่างตั้งใจส่งผลให้การปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการอื่นๆ ประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น ดังที่เพราพรณ เปลี่ยนภู (2542, หน้า 292) กล่าวว่า ทักษะการปฏิบัติที่ดีจะต้องแสดงการปฏิบัติสิ่งต่างๆ อย่างรวดเร็วถูกต้องมีท่าทางการเคลื่อนไหวสอดคล้องนุ่มนวลและต้องอาศัยการกระทำซ้ำๆ หรือการฝึกซ้ำๆ โดยเฉพาะถ้าต้องการพัฒนาปรับปรุงทักษะให้เกิดมีความเที่ยงตรงรวดเร็วและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติรวมทั้งการให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนมีความสำคัญสำหรับการปรับปรุงทักษะให้ดีขึ้นส่งผลให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีการฝึกทักษะและเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

5. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบ้าง วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี (คือระดับ 4) เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้าน ลำดับที่ 1 ด้านที่ 3 ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ 4.61 และ ลำดับที่ 2 ด้านที่ 2



การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ 4.60 อยู่ในระดับดีมาก ลำดับที่ 3 ด้านที่ 5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 4.34 ลำดับที่ 4 ด้านที่ 1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 4.22 และลำดับที่ 5 ด้านที่ 4 ความนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์ 4.20 อยู่ในระดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองเป็นลำดับขั้นตอน ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีการนำวัสดุ และอุปกรณ์ที่หาง่ายในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้คอยช่วยเหลือและพร้อมให้คำปรึกษาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตลอดจนทำให้ค้นพบความรู้ใหม่จากการปฏิบัติการทดลองจริง นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองร่วมกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียนฝึกการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยขณะปฏิบัติการทดลองนั้น นักเรียนมีความกระตือรือร้นรู้สึกสนุกสนานในการเรียนและบรรยากาศการเรียนไม่เคร่งเครียดส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ดังที่ณัฐพงษ์ เจริญพิทย (2542, หน้า 122) กล่าวว่า การวัดผลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกตามความเป็นจริงไม่ใช่เป็นการวัดความสามารถสูงสุดที่มีอยู่ลักษณะคำตอบของการวัดผลด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะเป็นแบบแผนของพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าบุคคลมีการแสดงออกไปในทิศทางอย่างไร และสอดคล้องกับงานวิจัยของสันติ พันธุ์ชัย (2553) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องพอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 อยู่ในระดับมาก

องค์ความรู้การวิจัย

องค์ความรู้การวิจัยเป็นสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน ตามรูปแบบการสอนแบบ 5 ขั้นตอน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาได้ ทำและลงมือปฏิบัติ รู้จักเชื่อมโยงการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกัน ขณะปฏิบัติการทดลองได้สัมผัส และรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ที่ง่ายและสะดวก อีกทั้งยังมีความปลอดภัยที่สูง ผสมผสานทั้งทฤษฎีและปฏิบัติจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เกิดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

การสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการจัดการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน ตามรูปแบบการสอนแบบ 5 ขั้นตอน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้จากเนื้อหาวิชาเคมีที่มีความซับซ้อนเป็นนามธรรมได้ดี เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ศึกษา คิด และแก้ปัญหาจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมุติฐาน สรุปผลการทดลอง เขียนรายงานการทดลอง และตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการด้วยตนเอง จนเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ได้สืบเสาะหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยอาศัยกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในประเด็นที่ศึกษา เชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถาม และแสวงหาคำตอบ เช่น การดูวิดีโอที่สั้นเรื่อง สนิมเหล็กเกิดขึ้นได้อย่างไร



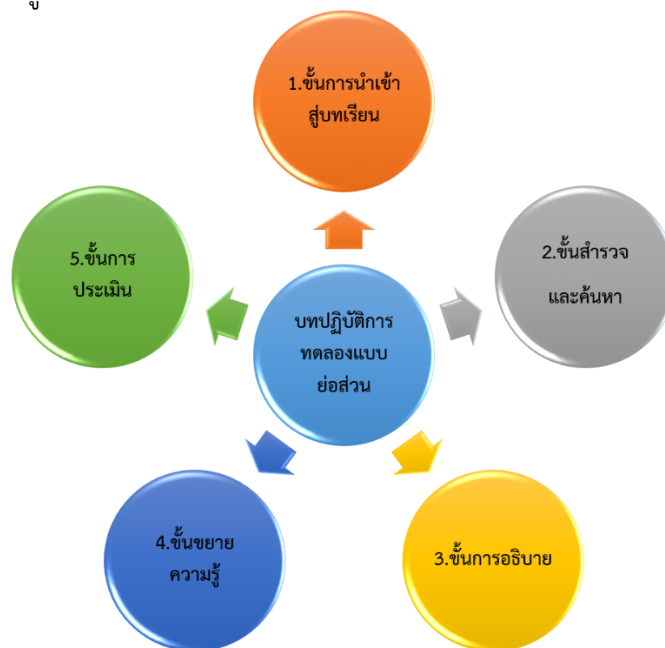
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบ ด้วยการลงมือทำการทดลอง ตามบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน เพื่อหาคำตอบ รวบรวมข้อมูล สรุปผลจากการลงมือปฏิบัติ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้

3. ขั้นการอธิบาย หลังจากที่ได้ที่นักเรียนได้ข้อสรุปและองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติการทดลองแล้ว ในขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อมูล และผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง นำเสนอให้เพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยมีครูคอยเป็นผู้ดำเนินการ และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน จากนั้นครูและนักเรียนซึ่งร่วมกันสรุปองค์ความรู้อีกครั้ง

4. ขั้นขยายความรู้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน และแบบฝึกหัดที่ 9.1 และ 9.2 ตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 สสวท.

5. ขั้นการประเมิน ในขั้นตอนนี้จะดำเนินการประเมิน 3 ส่วน ได้แก่ ผลจากการการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการของนักเรียนแต่ละคน ผลจากการตอบข้อคำถามตามแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และการประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

สรุปองค์ความรู้การวิจัย ดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ความรู้การวิจัย “การสร้างบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อส่วน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามรูปแบบการสอนแบบ 5 ขั้นตอน”

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรทำความเข้าใจกับผู้เรียน ให้ทราบถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน เข้าใจบทบาทของตนเอง เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ และสารเคมีเบื้องต้น เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นชิน



1.2 บทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบางส่วนนี้ออกแบบให้ผู้เรียนได้สามารถนำเอาวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ในการทดลองแทนอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นครูสามารถกำหนดให้ผู้เรียนนำเอาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ในการปฏิบัติการทดลอง เช่น แก้วหรือขวดน้ำพลาสติกเหลือใช้ แผ่นพลาสติกใสปกรายงาน เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบางส่วนนักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป สามารถทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบางส่วน กับการทดลอง โดยใช้รูปแบบมาตรฐานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2.2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบางส่วนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปสามารถศึกษาตัวแปรดังกล่าวในหัวข้ออื่นๆ ของเนื้อหาวิชา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กรด-เบส เป็นต้น

2.3 จากผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดพฤติกรรม 6 ระดับของบลูม นั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบางส่วนสูงกว่าก่อนเรียน และพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการวิเคราะห์ ค่ามีความต่างของค่าเฉลี่ยมากที่สุด ร้อยละ 56.14 ซึ่งเป็นที่น่าสนใจสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป สำหรับการนำบทปฏิบัติการทดลองแบบย่อบางส่วนศึกษาพฤติกรรม การเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ชุมชนเกษตรกรรมแห่งประเทศไทย.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย**. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร: คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
- ทิศนา ขัมมณี. (2553). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรณรักษ์ แวงถิ่น. (2539). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้น**



- ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชญ์ สันประเสริฐรัตน์. (2559). **การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เพชรวิไล ชัดติยวงศ์, ปุริม จารุจรัส, ศักดิ์ศรี สุภาธร และชฎิล กุลสิงห์. (2557). **การพัฒนาชุดการทดลอง เซลล์กัลวานิกแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการสอนเคมีไฟฟ้า.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เพราพรรณ เป็ลยง. (2542). **จิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไพศาล วรคำ. (2559). **การวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 8. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ลัดดาวัลย์ กันหสุวรรณ. (2534). **การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วยสิ่งแวดล้อมศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศักดิ์ศรี สุภาธร และคณะ. (2560). **การพัฒนาชุดปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วนต้นทุนต่ำเพื่อสนับสนุนความเข้าใจในเคมีวิทยาศาสตร์และการปรับแก้โมเมนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). **ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.** แหล่งที่มา <http://www.niets.or.th> สืบค้นเมื่อ 3 ต.ค. 2562.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมีเล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา.
- สมาคมเคมีแห่งประเทศไทย. (2558). **การทดลองเคมีแบบย่อส่วน.** กรุงเทพมหานคร: กลุ่มบริษัทดาวแห่งประเทศไทย.
- สันติ พันธุ์ชัย. (2553). **การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สาลินี อาจารย์. (2552). **การพัฒนาหลักสูตรวิชาเคมีที่ใช้ในการทดลองด้วยเทคนิคไมโครสเกล สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ.** คุชชินีพนธ์การศึกษาคุชชินีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). **สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สุภาพ ตามี. (2559). **การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนต้นทุนต่ำ เพื่อสนับสนุนความเข้าใจในเคมีวิทยาศาสตร์และการปรับแก้โมเมนต์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.