



การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

DEVELOPMENT OF THE LEARNING ACTIVITIES ON ACID-BASE TITRATION TO
PROMOTE SCIENTIFIC CONCEPT AND CREATIVITY AND INNOVATION SKILLS IN
HIGH SCHOOL STUDENTS

รุ่งโรจน์ สมนิล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การโทรทรรศน์-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF THE LEARNING ACTIVITIES ON ACID-BASE TITRATION TO
PROMOTE SCIENTIFIC CONCEPT AND CREATIVITY AND INNOVATION SKILLS IN
HIGH SCHOOL STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Chemistry)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

รุ่งโรจน์ สมนิล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ) (รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล) (ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	รุ่งโรจน์ สมนิล
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยรัตน์ ศรีวิไล

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ นักเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไปมีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าร้อยละ 50 2) ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และ 3) ศึกษาคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเฉลี่ยของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส และแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนที่เรียนรายวิชา เคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 39 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ t-test for dependent samples สำหรับการทดสอบสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเฉลี่ยที่เกิดจากการเรียน อยู่ในระดับดีขึ้นไป

คำสำคัญ : การสร้างสรรค์และนวัตกรรม, แนวคิดทางวิทยาศาสตร์, การไทเทรตกรด-เบส, ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

Title	DEVELOPMENT OF THE LEARNING ACTIVITIES ON ACID-BASE TITRATION TO PROMOTE SCIENTIFIC CONCEPT AND CREATIVITY AND INNOVATION SKILLS IN HIGH SCHOOL STUDENTS
Author	RUNGROTE SOMNIN
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Piyada Jittangprasert
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Piyarat Srivilai

The aims of this research were as follows: (1) to develop learning activities on acid-base titration with an effectiveness criterion of at least 70% of students gaining a scientific concept score of more than 50%; (2) to compare scientific concept scores before and after learning with the learning activities; and (3) to study the scores on creativity and innovation skills using learning activities. The research instruments used in this work were the learning activities on acid-base titration, the scientific concept test on the topic of acid-base titration and a creativity and innovation skills assessment forms. The sample group consisted of 39 twelfth- grade students enrolled additional chemistry courses from an extra-large secondary school in Bangkok. The statistics for data analysis, included percentage, mean, standard deviation, and a t-test for dependent samples. The results demonstrated the following: (1) the learning activities on acid-base titration was 100% effectiveness and which was higher than the expected criteria; (2) the scientific concept score of students after learning through learning activities on acid-base titration was significantly higher than those of pre-test scores at a level of .05, and (3) the scores on the creativity and innovation skills of the students using the learning activities were at a good level.

Keyword : Creativity and innovation, Scientific Conception, Acid-base titration, The learning activities



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์หลัก ผศ.ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล ทั้งยังให้คำแนะนำ ให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำดำเนินงานอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปริญญาานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์สอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. อธิพิล สังเวียนวงศ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.นवलละออ รัตนวิมานวงศ์ อาจารย์ ดร.ชัชฎาพร พิณฑทอง อาจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ แม้นทิม และคุณครูธีรพล ชนะภัย ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยให้คำแนะนำในการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนทุก ๆ ด้านตลอดมา ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ และทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการทำปริญญาานิพนธ์นี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

รุ่งโรจน์ สมนิล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย	4
ความสำคัญของงานวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
สมมติฐานการวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส	9
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	15
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์.....	21

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม.....	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย	31
1.1 การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง	31
1.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
2. การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง	47
2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
2.2 การกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	48
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	58
ความมุ่งหมายของงานวิจัย	58
สมมติฐานการวิจัย	58
วิธีการดำเนินการวิจัย	59
สรุปผลการวิจัย	61
อภิปรายผลการวิจัย.....	62
ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก.....	79
ภาคผนวก ก	80
ภาคผนวก ข.....	86

ภาคผนวก ค 88

ประวัติผู้เขียน..... 102



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ที่เกี่ยวข้องกับ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรดเบส	9
ตาราง 2 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส.....	32
ตาราง 3 เปรียบเทียบผลการทดลองจากการไทเทรตด้วยชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่าง ง่ายกับชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน	38
ตาราง 4 การออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างแบบวัตแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส.....	43
ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง Pre-Experimental Design: One Group Pretest Posttest Design	47
ตาราง 6 คะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	52
ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัตแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส.....	53
ตาราง 8 คะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่เกิดจากการจัดการเรียนโดยใช้ชุด กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส.....	55
ตาราง 9 คะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมรายหัวข้อ ที่เกิดจากการจัดการเรียนโดย ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส.....	56
ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย.....	89
ตาราง 11 ค่าแนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อ ส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย.....	90

ตาราง 12 ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	91
ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส	93
ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส	95
ตาราง 15 คะแนนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	97
ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม. 99	
ตาราง 17 คะแนนเฉลี่ยการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	101

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย	7
ภาพประกอบ 2 แผนภาพการแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	31
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างชุดไทเทรตกรด-เบส	35
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างอุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้แทนอุปกรณ์มาตรฐาน	66
ภาพประกอบ 5 การนำเสนออุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้แทนอุปกรณ์มาตรฐานกับเพื่อน นักเรียนต่างกลุ่ม	67
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างอุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบ	68
ภาพประกอบ 7 การนำเสนอชุดไทเทรตด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายของนักเรียนแต่ละกลุ่ม	68
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ครูผู้สอนส่งให้นักเรียน	69
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการทำกิจกรรมที่ 2 และกิจกรรมที่ 3 ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้	70
ภาพประกอบ 10 การนำเสนอผลการอภิปรายการทำกิจกรรมที่ 2 และกิจกรรมที่ 3 ในชุดกิจกรรม การเรียนรู้	71
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้	72

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หลักการยึด “คนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา” ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งให้เห็นว่า ประเทศไทยเห็นความสำคัญของทรัพยากรมนุษย์ รัฐบาลจึงสร้างแผนการศึกษาแห่งชาติ เป็นแนวทางในการพัฒนาปฏิรูปประเทศ โดยยึดตามนโยบาย “ไทยแลนด์ 4.0” (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ที่การเรียนการสอนต้องเน้นการสร้างทรัพยากรมนุษย์ สำหรับเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ มีการมุ่งเน้นนักเรียนให้มีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ในบงโลกนี้มาบูรณาการและพัฒนาวัตกรรม (กุลิสรา จิตรชญาวณิช, 2562) ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยให้การเรียนการสอนเกิดการเรียนรู้เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรม และเป็นทักษะสำคัญในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเตรียมนักเรียนไปยังสังคมในอนาคต มีการประกอบอาชีพและมีการสร้างนวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ขึ้นอย่างต่อเนื่อง นำปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมาพัฒนาและแก้ไขด้วยการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยมีครูเป็นผู้ดูแล สนับสนุนและนำความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนไปสร้างนวัตกรรมและสามารถนำนวัตกรรมที่เกิดขึ้นไปพัฒนาประเทศไทยให้ทัดเทียมนานาชาติได้

โดยในปัจจุบันพบว่า คุณภาพของการศึกษาและการเรียนรู้ของนักเรียนมีความด้อยคุณภาพลงไม่ว่าจะเป็นในระดับชาติหรือนานาชาติ รวมทั้งความสามารถในการแข่งขันอยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจน จากข้อมูลสำคัญ เช่น ผลคะแนนโอเน็ต ผลการสอบ Pisa ที่มีแนวโน้มต่ำลงในทุกปีซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นผลจากการจัดการศึกษาที่เกิดขึ้นจากหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนหรือแม้กระทั่งการวัดประเมินผล ซึ่งพบว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ประสบผลสำเร็จ แต่เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วพบว่านักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจำนวนมาก แต่ไม่สามารถประยุกต์นำความรู้ที่มีไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ มีการเรียนรู้ที่ไม่สมดุล เน้นการเรียนเชิงเนื้อหา แต่ขาดการพัฒนาในส่วนอื่น ๆ เช่น การปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นต้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562) ส่งผลให้นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนการสอน ขาดทักษะในการดำรงชีวิต ทักษะการค้นคว้า ทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ส่งผลต่อการสร้างงานวิจัยที่มีคุณภาพได้ลดน้อยลง และไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศได้เท่าที่ควร จึงส่งผลกระทบต่อการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจของประเทศในยุคปัจจุบัน ทำให้ระบบการศึกษาของไทยต้องมุ่งเน้นการพัฒนาคนเพื่อยกระดับการใช้นวัตกรรมในการเพิ่ม

ความสามารถของนักเรียน และมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรมนั้น จะเกิดจากการเรียนรู้แบบเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้คิด ทำและฝึกการอธิบายสิ่งหนึ่งสิ่งใดในเวลาที่กำหนดซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีจนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น (ภัสสร ติตมา, 2558) นอกจากนี้ยังควรส่งเสริมนักเรียนทุกคนให้มีความรู้และสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติได้ตลอดเวลา และนักเรียนเป็นตัวแปรที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน ควรเน้นความสำคัญทั้งความรู้ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม และการบูรณาการอย่างเหมาะสม ให้นักเรียนได้ฝึกจัดกิจกรรมสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนสนใจ เเชิญสถานการณ์จริงและการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาที่นักเรียนได้รับ นักเรียนฝึกปฏิบัติการให้ทำได้ คิดเป็น เกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542) โดยเมื่อนักเรียนได้นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมในการสร้างนวัตกรรมด้วยตนเอง จนให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ และสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่แตกต่างจากคนอื่น ๆ จะก่อให้เกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้ (ศรายุทธ ชาญนคร, 2558) ซึ่งในการพัฒนาประเทศ และการดำรงชีวิตประจำวันต้องให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนา การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดเป็นเหตุเป็นผล นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ช่วยให้มีสมาธิเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยวิชาวิทยาศาสตร์มีการแบ่งเป็นสาขาต่าง เช่น สาขาฟิสิกส์ สาขาเคมี สาขาชีววิทยา สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ จะต้องให้นักเรียนได้ลงมือทำปฏิบัติการ เพื่อเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ทั้งยังสร้างทักษะต่าง ๆ ให้กับนักเรียน ไม่ว่าจะ เป็นทักษะการทดลอง ทักษะในศตวรรษที่ 21 แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยและทั่วโลก ประสบกับปัญหามากมายที่ทำให้การศึกษาต้องหยุดการพัฒนา หรือแม้กระทั่งหยุดการเรียนการสอนได้แก่ภาวะการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19(COVID-19) ซึ่งภาวะเหล่านี้ ส่งผลโดยตรงกับระบบการศึกษาของไทย ในประเทศไทยได้มีการเลื่อนการเปิดภาคเรียน มีการเรียนแบบเว้นระยะห่างทางสังคม มีการสลับวันมาเรียนสำหรับนักเรียน การเรียนผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ ส่งผลโดยตรงกับนักเรียน อาทิ การเรียนออนไลน์ นักเรียนอาจมีความไม่พร้อมทั้งด้านนวัตกรรมและทางด้านการเงิน ส่งผลให้นักเรียนเหล่านั้นต้องหยุดการเรียนการสอนไปโดยปริยาย และในการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความรู้จากการทำปฏิบัติการของนักเรียน แต่จากสถานการณ์ข้างต้น ครูไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์ปกติได้

การเตรียมการสอนของครูจึงต้องเพิ่มงานขึ้นเป็น 2 เท่า ส่งผลให้ผู้สอนโดยส่วนมาก ลดการทำปฏิบัติการในรายวิชาวิทยาศาสตร์ลง เหลือเพียงการสาธิต หรือการจัดการเรียนการสอนบรรยายในรูปแบบออนไลน์ก็ตาม เมื่อครูไม่สามารถให้นักเรียนทำปฏิบัติการได้ จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะในการปฏิบัติการและส่งผลกระทบต่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไป จากปัญหาข้างต้น กระทรวงศึกษาธิการได้ให้นโยบายกล่าวว่า “โรงเรียนหยุดได้ แต่การเรียนรู้หยุดไม่ได้” นโยบายนี้ชี้ให้เห็นว่า แม้ในการเรียนการสอนที่มีการเปลี่ยนไปด้วยภาวะใดก็ตาม แต่การเรียนการสอนยังต้องดำเนินต่อไป อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเรียนวิทยาศาสตร์ ต้องเน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ จึงจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่สามารถเรียนจากสถานที่ใดก็ได้ และยังคงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้เช่นเดียวกับการเรียนที่โรงเรียนในภาวะปกติ

การเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส มีการเรียนการสอนโดยเน้นการทำปฏิบัติการสำหรับนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการทำปฏิบัติการ การไทเทรตกรด-เบส หรือการหาความเข้มข้นของสารละลายด้วยวิธีการการไทเทรต ซึ่งแต่ละปฏิบัติการมีการใช้สารเคมีในปริมาณมาก และสิ่งสำคัญในการทำปฏิบัติการ คือนักเรียนต้องใช้เครื่องมือปฏิบัติการการทดลองไทเทรตที่ไม่สามารถทำปฏิบัติการจากนอกห้องเรียนได้ เมื่อประเทศประสบปัญหาภาวะที่ทำให้ครูต้องจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ ทำให้การจัดการเรียนการสอนทำได้เพียงการเรียนผ่านรูปแบบการสอนแบบบรรยายเพียงเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนขาดทักษะไม่ว่าจะเป็นทักษะการทำปฏิบัติการ ทักษะในการดำรงชีวิตหรือทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนอกจากมีต่อนักเรียนแล้วยังส่งผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศในในอนาคตอีกด้วย

ผู้วิจัยจึงเลือกทำการวิจัยในหัวข้อการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้สามารถจัดการเรียนการสอน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ได้จากนอกห้องเรียน โดยใช้อุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถหาได้ง่ายและนอกจากนั้นนักเรียนยังมีส่วนร่วมในการสร้างชุดปฏิบัติการไทเทรตกรด-เบสด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้เดิมร่วมกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้เป็นผู้ศึกษาผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้ดูแลและส่งเสริมนักเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เนื้อหาสอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปสร้างสรรค์และประดิษฐ์ชิ้นงานที่เหมาะสม รวมทั้งส่งผลให้เกิดการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมร่วมด้วย

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส
3. เพื่อศึกษาคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

ความสำคัญของงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับเรียนในเรื่อง การไทเทรตกรด-เบส โดยเป็นการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์จากสถานที่ใดก็ได้ โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญในการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ลงมือในการปฏิบัติและสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง ส่งเสริมให้เกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณสารเคมีและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน 39 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sample)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

2.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

2.3 ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม ดังนี้ 1. กิจกรรมการพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย 2. กิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3. กิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ โดยกิจกรรมนี้สร้างขึ้นตามแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยมีเนื้อหา ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การไทเทรตระหว่างกรดแก่กับเบสแก่
2. การไทเทรตระหว่างกรดอ่อนกับเบสแก่
3. การไทเทรตระหว่างกรดแก่กับเบสอ่อน
4. จุดยุติและการเลือกใช้อินดิเคเตอร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยใช้เวลารวมทั้งหมด 9 คาบเรียน รวมการทดสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (คาบเรียนละ 50 นาที)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม ได้แก่ 1. กิจกรรมการพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย 2. กิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3. กิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ

2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการไทเทรตกรด-เบส ซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์นั้นโดยตรง และสามารถนำความรู้มาวิเคราะห์และจำแนกเป็นกลุ่มได้ โดยอาศัยข้อเท็จจริงและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ สร้างเพื่อใช้สำหรับการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เป็นแบบวัดแนวคิดชนิด ถูก/ผิด พร้อมอธิบายเหตุผล จำนวน 15 คำถาม 60 คะแนน โดยหนึ่งคำถามให้เลือกตอบถูกหรือผิด พร้อมอธิบายเหตุผลที่ตอบ โดยใช้เวลาสอบ 45 นาที วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

3. ทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการจินตนาการ มีความคิดสร้างสรรค์ และความร่วมมือในการออกแบบอุปกรณ์ไทเทรตของนักเรียน มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

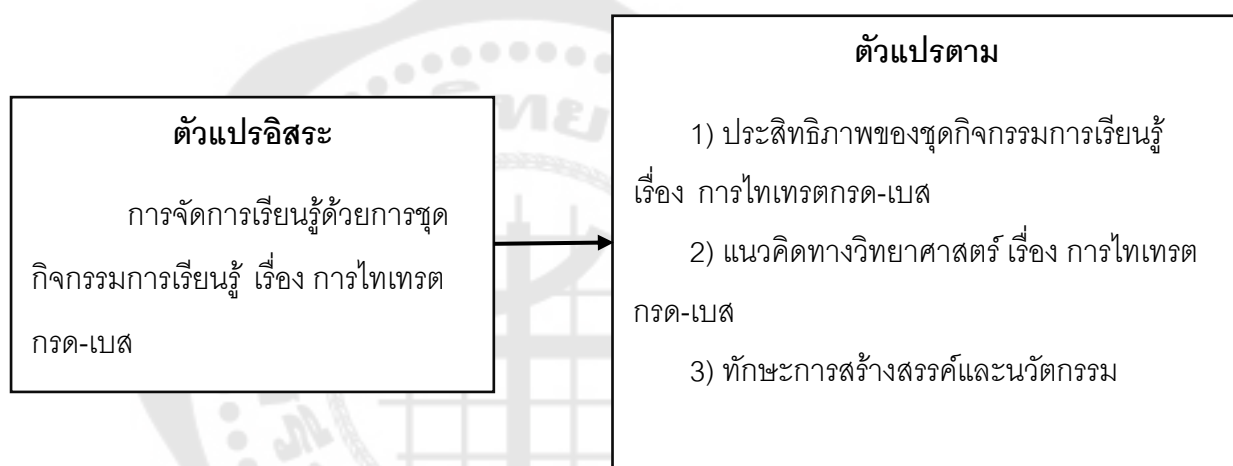
1. การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Think creatively) หมายถึง การใช้เทคนิคการสร้างชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยความคิดหลากหลาย เช่น การระดมความคิด การอภิปรายร่วมกัน การออกแบบชุดไทเทรตที่แตกต่างจากเพื่อนกลุ่มอื่น โดยในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้จัดกิจกรรมเกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในการไทเทรต ที่นักเรียนต้องร่วมกันออกแบบสร้างสรรค์ผลงานที่หลากหลายและไม่ซ้ำกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์วัดได้จากแบบประเมินทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับการประเมินระหว่างเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work creatively with others) หมายถึง การนำเสนอแนวคิดและวิธีการสร้างอุปกรณ์ไทเทรตที่นักเรียนออกแบบ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การยกตัวอย่าง การให้เหตุผล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการรับฟังและรวบรวมความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลงาน และแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อเกิดปัญหาขึ้น ซึ่งทักษะการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์วัดได้จากแบบประเมินทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับการประเมินระหว่างเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement innovation) หมายถึง มีการวางแผนการพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์แทนอุปกรณ์มาตรฐานได้อย่างเหมาะสม มีงบประมาณในการสร้างน้อยกว่าชุดมาตรฐาน มีการวางแผนพัฒนาและปรับปรุงชุด

ไทเทรตอย่างเป็นระบบ มีประเมินนวัตกรรมระหว่างการพัฒนา เช่น ความครบถ้วนของชุดไทเทรตที่นักเรียนสร้างขึ้นเทียบกับชุดไทเทรตมาตรฐาน และนำไปใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพในการใช้งานใกล้เคียงกับชุดไทเทรตมาตรฐาน มีการปรับปรุงแก้ไขจุดที่บกพร่องของนวัตกรรม โดยนำชุดไทเทรตมาปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้นซึ่งทักษะการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จวัดได้จากแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับประเมินระหว่างเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำเสนอเนื้อหา ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส
 - 1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส
 - 1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.5 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.6 การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
 - 4.1 ความหมายของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
 - 4.2 แนวคิดและหลักการของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
 - 4.3 แนวทางการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่ม 4 บทที่ 10 กรด-เบส

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ปรับปรุง 2560) จัดทำเพื่อเป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษา ครูผู้สอนและหน่วยงานต่าง ๆ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลแก่นักเรียน

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 ได้พัฒนาขึ้นตามสาระเคมี ซึ่งมีสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ดังนี้

ตาราง 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรดเบส

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส	สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี หรือทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>2. ระบุคู่มือกรด-เบสของสารตาม ทฤษฎีกรด-เบสของเบริน สเตด-ลาวรี</p>	<p>ทฤษฎีกรด-เบสของเบริน สเตด-ลาวรี เมื่อกรดหรือเบส ละลายน้ำหรือเกิดปฏิกิริยากับ สารอื่นจะเกิดการถ่ายโอน โปรตอนระหว่างสารที่เป็นกรด และเบส ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นคู่มือ กรด-เบสของสารตั้งต้นนั้น โดย คู่มือกรด-เบสจะมีโปรตอนต่างกัน 1 โปรตอน</p>
	<p>3. คำนวณ และเปรียบเทียบ ความสามารถในการแตกตัว หรือความแรงของกรดและเบส</p>	<p>สารประเภทกรดและเบสแต่ละ ชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้ ต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่ สามารถแตกตัวเป็นไอออนใน น้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรด อ่อนหรือเบสอ่อนแตกตัวเป็น ไอออนได้น้อยโดย ความสามารถในการแตกตัว หรือความแรงของกรดหรือเบส อาจพิจารณาได้จากค่าคงที่ การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณการแตกตัวเป็น ร้อยละของกรดหรือเบส</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส	4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส	<p>- นำปริมาตรที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออนและไฮโดรเนียมไอออน การแตกตัวของน้ำ มีค่าคงที่เท่ากับ 1.0×10^{-14} และความเข้มข้น คือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร</p> <p>- ค่า pH คือค่าแสดงค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายเมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน</p>
5. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน	5. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน	<p>- ปฏิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารละลายที่เป็นกลาง</p> <p>ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อนและเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส</p>
6. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ	6. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ	<p>ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อนและเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส</p> <p>- เกลือที่ได้จากการปฏิกิริยาของกรดแก่ทำปฏิกิริยากับเบสอ่อนเมื่อนำไปละลายในน้ำจะได้สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดอ่อนและ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เบสแก่ เมื่อนำไปละลายจะได้สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นเบส
	7. ทดลอง และอธิบายหลักการไทเทรตและการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส	การไทเทรตเป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสาร จากการทำปฏิกิริยากันพอดี เรียกจุดนั้นว่า จุดสมมูลซึ่งปฏิกิริยาส่วนใหญ่จะไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ สำหรับใช้บอกจุดยุติ เพราะฉะนั้น อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบสควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลายที่จุดสมมูล
	8. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหรือปริมาณสารกรดหรือเบสที่ได้จากการไทเทรต	ปริมาณของสารละลายกรดและสารละลายเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันในการทดลองไทเทรตกรด-เบส สามารถนำไปคำนวณความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบความเข้มข้นได้

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	9. อธิบายองค์ประกอบ สมบัติและประโยชน์ของ สารละลายบัฟเฟอร์	สารละลายบัฟเฟอร์เป็น สารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน หรือเกลือของเบสอ่อนกับเบสอ่อน เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำจะเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อย บัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	10. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหา	ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรมอุตสาหกรรม และการแพทย์

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ (2560)

เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส ในรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีกรด-เบส
2. คู่กรด-เบส
3. การแตกตัวของกรด เบส และน้ำ
4. สมบัติกรด-เบสของเกลือ
5. pH ของสารละลายกรดและเบส
6. ปฏิกริยาเคมีระหว่างกรดและเบส
7. การไทเทรตกรดเบส

8. สารละลายบัฟเฟอร์

9. การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

โดยในบทเรียนเรื่องกรด-เบส จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี เล่ม 4 มีปฏิบัติการเคมีทั้งสิ้น 4 ปฏิบัติการได้แก่

1. ปฏิบัติการการทดลองสมบัติของกรด-เบสของสารละลายเกลือ
2. ปฏิบัติการการทดลองการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์
3. ปฏิบัติการการทดลองหาความเข้มข้นของสารละลาย
4. ปฏิบัติการการทดลองการเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำและสารละลายผสมระหว่าง

โซเดียมแอสซีเตตและกรดแอสติค

โดยในรายวิชานี้ ผู้วิจัยได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเป็นชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนได้คิดและปฏิบัติด้วยตนเองและส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส

งานวิจัยในประเทศ

อารีชีชะ ดินอะ (2559) ได้ศึกษาเรื่อง ชุดการไทเทรตแบบย่อส่วนที่มีราคาถูก เพื่อใช้ทำปฏิบัติการในห้องเรียน พบว่า อุปกรณ์ที่ใช้ไทเทรตที่พัฒนานี้มีค่าการใช้งานใกล้เคียงกับชุดไทเทรตมาตรฐาน โดยความผิดพลาดที่วัดได้นั้นไม่เกินร้อยละ 5 มีการใช้ปริมาณสารเคมีน้อยลง และมีต้นทุนน้อยกว่าชุดไทเทรตมาตรฐาน ชุดไทเทรตที่พัฒนาขึ้นนี้จึงเหมาะสำหรับบริบททางการศึกษาที่ไม่สามารถเข้าถึงเครื่องมือที่ทันสมัยในหลายโรงเรียนที่อยู่ในเขตชนบทของประเทศไทย ชุดไทเทรตนี้ส่งเสริมให้เกิดความสนุกสนานในห้องเรียนและนอกจากนี้ ผู้สอนยังสามารถประยุกต์ใช้ชุดไทเทรตไปใช้ในการเรียนการสอนได้อีกด้วย

ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเทคนิคการไทเทรตสำหรับใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการไมโครสเกล ได้ผลการศึกษา ดังนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดไทเทรตแบบย่อส่วน ได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิหวัธ จำปาทอง (2562) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมเรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ของไหลจุลภาคฐานกระดาษผ่านรูปแบบสะเต็มศึกษาของนักศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม พบว่า นี้ กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย

กรดเบส มีประสิทธิภาพร้อยละ 100 นิติระดับปริญญาตรีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนการทักษะเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70

สุรจิรา บุญเลิศ (2557) ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนด้วยปฏิบัติการออนไลน์เรื่อง สารละลายกรดและเบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Soong และคนอื่น ๆ (2019) ได้ศึกษาเรื่อง การตั้งค่าเวลาการไทเทรตผ่านระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีหุ่นยนต์: เพื่อส่งเสริมความสามารถของนักเรียน พบว่า การสร้างชุดไทเทรตกรด-เบสอัตโนมัติ ช่วยให้นักเรียนเพิ่มความสามารถในการไทเทรตได้ โดยการเก็บข้อมูลต่างๆ จะเก็บผ่านสมาร์ทโฟน และในการจัดการเรียนรู้ นอกจากจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างอุปกรณ์ในการไทเทรตที่ทำให้นักเรียนสามารถไทเทรตได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วการปฏิบัติยังเพิ่มทักษะการคิดเชิงระบบให้นักเรียนด้วย

McMills (2012) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบการไทเทรตปริมาตรในห้องปฏิบัติการเคมีทั่วไป โดยได้สร้างชุดในการไทเทรต ที่ลดปริมาณการใช้สารละลายและลดเวลาในการทำปฏิบัติการลง พบว่า เมื่อนักเรียนโดยการใช้ชุดอุปกรณ์ไทเทรตที่สร้างขึ้นแล้ว และเรียนรู้ด้วยวิธีการปกติในชั้นเรียน เมื่อทำการทดลองอีกครั้งและให้นักเรียนเลือกวิธีการทดลองด้วยตนเองพบว่า นักเรียนร้อยละ 75 เลือกวิธีการไทเทรตที่ลดปริมาณสารเคมีและเวลาในการทดลอง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2541) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า คือสื่อการสอนหลายชนิดที่รวบรวมไว้เป็นชุด เพื่อส่งเสริมนักเรียนได้เรียนรู้อย่างครบถ้วนมีประสิทธิภาพ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้ให้ความหมายของชุดการสอน คือนวัตกรรมทางการศึกษา ซึ่งจัดขึ้นตามเนื้อหาที่นักเรียนควรได้รับโดยรวบรวมไว้เป็นชุดเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนแก่นักเรียน

สุนทร สิ้นธพานนท์ (2553) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนสามารถใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนได้

เกริก ท่วมกลาง (2555) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหลายอย่างประกอบกัน

จากความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ สื่อการเรียนการสอนที่จัดไว้สำหรับครูผู้สอนใช้กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และการปฏิบัติด้วยตนเอง

2.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้แบ่งประเภทชุดการสอนออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. ชุดการสอนพร้อมเอกสารอธิบาย ใช้สำหรับการปรับปรุงพื้นฐานนักเรียนและมุ่งให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมมากยิ่งขึ้น
2. ชุดการสอนแบบร่วมมือ ใช้สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ควบคู่การทำงานร่วมกับบุคคลอื่น
3. ชุดการสอนแบบรายบุคคล ใช้สำหรับมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2553) ได้แบ่งประเภทของชุดการสอน 3 ชนิด ได้แก่

1. ชุดการสอนสำหรับผู้สอน ครูผู้สอนใช้ชุดการสอนนี้เป็นแนวทางในการจัดเรียนรู้
2. ชุดการสอนเรียนรู้แบบคณะ เป็นชุดการสอนที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มตามกิจกรรมต่าง ๆ แล้วผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนไปในหลาย ๆ กิจกรรมจนครบทุกกิจกรรมในชุดการสอน
3. ชุดการสอนแบบเดี่ยว เน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองนอกห้องเรียนตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ชุดการสอนแบบผสม เป็นชุดการสอนที่มีการผสมผสานวิธีการเรียนรู้เช่นการบรรยาย การศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น

เกริก ท่วมกลาง (2555) ได้แบ่งประเภทชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. ชุดประกอบการบรรยาย มีไว้เพื่อให้ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน
2. ชุดกิจกรรมแบบกลุ่ม ใช้จัดกิจกรรมผ่านกระบวนการกลุ่มของนักเรียน

3. ชุดกิจกรรมรายบุคคล ใช้สำหรับการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

4. ชุดกิจกรรมทางไกล ใช้ในการเรียนการสอนนอกห้องเรียนของผู้เรียน

สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้และพัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเป็นชุดกิจกรรมที่เน้นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยชุดกิจกรรมนี้เป็นชุดกิจกรรมที่เน้นการทำงานร่วมกันผ่านช่องทางออนไลน์ โดยมีการเรียนการสอนในรูปแบบการบรรยายและกิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมของผู้เรียนตัวแทนของกลุ่ม

2.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

สุนทร สิ้นพานนท์ (2553) ได้แบ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งหมด 8 องค์ประกอบดังนี้

1. คำชี้แจง เป็นคำอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้วัตถุประสงค์ ส่วนประกอบต่าง ๆ ในการกิจกรรม
2. บัตรคำสั่งสำหรับใช้ในการชี้แจงรายละเอียดของชุดกิจกรรม
3. บัตรกิจกรรม ใช้ในการบอกอธิบายวิธีการทำกิจกรรม ที่อยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. บัตรเนื้อหา สำหรับบอกเนื้อหาและสิ่งที่ผู้เรียนควรทราบ
5. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน สำหรับให้ผู้เรียนฝึกทำหลังจากเรียนรู้จนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนรู้
6. บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัด สำหรับตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนทำหลังกิจกรรม

7. บัตรทดสอบ สำหรับผู้เรียนวัดความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

8. บัตรเฉลยบัตรทดสอบ สำหรับใช้เฉลยแบบทดสอบที่ผู้เรียนได้ทำไป

เกริก ท่วมกลาง (2555) ได้แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม
2. คำชี้แจงหรือคำสั่งการมอบหมายงาน
3. เนื้อหาสาระซึ่งบรรจุที่ใช้จัดกิจกรรม
4. การวัดประเมินผล
5. กิจกรรมเสริมการเรียนรู้

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้ทำการวิจัยได้สร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน โดยมีองค์ประกอบดังนี้ ชื่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คำอธิบายชุดกิจกรรม จุดประสงค์ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดและวิธีการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

2.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาที่ใช้สำหรับการสร้างชุดกิจกรรม เมื่อทราบจุดมุ่งหมาย แล้วจึงนำมาจัดเรียงเนื้อหา

2. พิจารณาการทำกิจกรรมโดยเน้นการทำกิจกรรมของนักเรียน

3. กำหนดเวลาให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จัดกิจกรรม

4. กำหนดแนวคิดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหน่วยของกิจกรรม

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับขอบเขตเนื้อหาและครอบคลุมเนื้อหา

สาระของการเรียนรู้

6. คิดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

7. วางแผนกิจกรรมการเรียนการสอน

8. การสร้างชุดกิจกรรม

สุนทร สีนธพานนท์ (2553) ได้เสนอวิธีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีวิธีการ ได้แก่

1. คัดเลือกและวางขอบเขตเนื้อหาจากการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลาง

2. กำหนดเนื้อหาในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3. กำหนดวัตถุประสงค์ในสร้างชุดกิจกรรม เรียนรู้

4. สร้างแบบทดสอบ ซึ่ง มี 3 ลักษณะ ได้แก่

4.1 แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียน

4.2 แบบทดสอบย่อย

4.3 แบบหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม

5. จัดทำชุดกิจกรรม

6. วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

6.1 นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้

6.2 มีกิจกรรมที่หลากหลาย

6.3 เน้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

6.4 เน้นการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น

7. รวบรวมจัดทำสื่อการสอนให้สอดคล้องกับชุดกิจกรรม

2.5 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

วีระ ไทยพานิช (2529) ได้เสนอประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ฝึกกระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจของนักเรียน
3. นักเรียนเลือกกิจกรรมตามความสนใจ
4. ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. มีการวัดประเมินผลตนเองได้ตลอดเวลา
6. สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
7. เน้นการลงมือทำด้วยตนเอง
8. เรียนได้จากนอกห้องเรียน
9. สามารถถามข้อสงสัยจากครูผู้สอนได้ง่าย

บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2545) ได้เสนอข้อดีของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้ตามความสนใจของผู้เรียน ในเวลาที่นักเรียนต้องการ
2. ลดปัญหาการขาดแคลนครู
3. สามารถทำกิจกรรมได้จากนอกห้องเรียน
4. ลดภาระงานของครูผู้สอน
5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนัยการเรียนรู้
6. วัดประเมินผลนักเรียนได้ตามวัตถุประสงค์
7. นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและฝึกฝนการหาความรู้ด้วยตนเอง
8. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้รูปแบบเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
9. ช่วยฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.6 การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้เสนอการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ดังนี้

1. ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้อาศัยเหตุผลและความสามารถของผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Expert) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า

2. ประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ ทำได้โดยนำชุดการเรียนรู้ไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย พิจารณาจากร้อยละการทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบย่อย นำเสนอเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น E1/E2 = 50/60 เป็นต้น ซึ่งมี 2 แนวทางคือ

2.1 พิจารณาร้อยละของผู้เรียน เกณฑ์ 70/80 คือ มีนักเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 /ทำแบบทดสอบได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มจากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้าน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2 พิจารณาจากผลระหว่างและหลังการจัดการเรียน โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง กรณีใช้การวัดผลระหว่างเรียนหลายครั้งหรือมีการสอนหลายครั้ง มี เช่น E1/ E2 = 70/70 หมายถึง นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 / นักเรียนทุกคนได้คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนน เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ชุด กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดเป็น E1/E2 =70/50 คือ มีนักเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของผู้เรียนที่ ได้คะแนนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ถนอมขวัญ วิบูลย์ธินสาร (2561) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง พันธะเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 พบว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70/70 และเมื่อใช้กับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะการสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียน และกลุ่มทดลองมีทักษะสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้กลุ่มทดลองมีทักษะการคิดอย่าง สร้างสรรค์และนวัตกรรม การสื่อสารและการร่วมมือ อยู่ในระดับดีมาก

ณัฐฐา พวงไพโรจน์ (2560) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง สมดุลเคมี สำหรับ กระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียน พบว่า ชุดกิจกรรมมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และเมื่อใช้ชุดกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

วิภาวี ทะนานทอง (2561) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาและรูปแบบสืบเสาะ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุด กิจกรรมการเรียนรู้มีทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ความหมาย แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการรับรู้ ซึ่งเมื่อนำเอาการรับรู้นี้ มาสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ส่งผลให้ให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เรียนรู้ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ได้ให้ข้อมูลความหมายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยการนำความรู้ที่สัมพันธ์กับความรู้อื่น

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) ได้ให้ความหมายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง การนำข้อเท็จจริงหลาย ๆ ส่วนที่เกี่ยวข้องกันมาผสมรวมกันจนเกิดเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์จากเรื่องนั้น ๆ และมีการสรุปความรู้เป็นของรายบุคคล

ชาติรี ฝ่ายคำตา (2563) ได้ให้ความหมายของคำว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ลักษณะร่วมของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยแนวคิดเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของแต่ละคนต่อสิ่งแวดล้อมแล้วทำให้แนวคิดแสดงออกมาเป็นข้อความ แนวคิดได้มาจากการสร้างข้อสรุปของข้อเท็จจริงต่าง ๆ

จากความหมายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อเท็จจริงที่เกิดจากการสังเกต การเรียนรู้ แล้วนำมาประยุกต์กับความรู้อื่นจนนักเรียนได้ความรู้ใหม่เกิดขึ้น

3.2 การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ทราบว่านักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เดิมหรือไม่ ซึ่งทำให้ผู้สอน สามารถนำการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ ไปใช้ในการวางแผนการสอน หลังจากการเรียนการสอนสามารถวัดว่าการจัดการเรียนการสอนทำให้เกิด แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามที่คุณสอนคาดหวังหรือไม่ (พันธ์ ทองชุมนุช, 2547) โดยการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การโทรเทรตกรด-เบส เพื่อวัดว่าหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าก่อนเรียนหรือไม่ โดยการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทำได้หลายวิธี โดยแบ่งแบบวัดทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ และเลือกตัวเลือกเพื่อให้เหตุผล มีลักษณะเป็นแบบเลือกคำตอบต่อเนื่อง โดยอันดับแรกเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากโจทย์ที่ถาม และลำดับต่อมาเลือกเหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบที่เลือกไป

ตัวอย่าง แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ และเลือกตัวเลือกเพื่อให้เหตุผล (นนท์ ปวิธ กันเกล้า, 2560)

คำถาม สารประกอบแอลเคนไซตรงและไซกิ่งที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอน 6 อะตอมเท่ากันข้อใดเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารประกอบทั้งสองได้ถูกต้อง

ก. สารประกอบแอลเคนไซตรงมีความหนาแน่นสูงกว่าสารประกอบแอลเคนไซกิ่ง

ข. สารประกอบแอลเคนไซตรงมีความหนาแน่นต่ำกว่าสารประกอบแอลเคนไซกิ่ง

ค. สารประกอบแอลเคนไซตรงและแอลเคนไซกิ่งมีความหนาแน่นใกล้เคียงหรือเท่ากัน

ง. ไม่สามารถเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารประกอบทั้งสองได้
เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

A. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลเคนไซตรงแข็งแรงกว่าของแอลเคนไซกิ่ง

B. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลเคนไซตรงอ่อนกว่าแอลเคนไซกิ่ง

C. โมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนไซตรงอยู่ใกล้ชิดกันมากกว่าโมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนไซกิ่ง

D. โมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนไซตรงอยู่ห่างกันมากกว่าโมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนไซกิ่ง

2. แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผล มีลักษณะเป็นแบบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และ อธิบายเหตุผลสนับสนุนว่าทำไมข้อนั้นถึงถูกต้อง

ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผล (รุ่งนภา เอียงอุบล, 2555)

คำถาม เมื่อนำยาลดกรดใส่ในกรดไฮโดรคลอริกแล้ววัดค่า pH ของสารละลายผลจะเป็นอย่างไร

1. ค่า pH จะลดลง

2. ค่า pH จะเท่าเดิม
3. ค่า pH จะมีค่าสูงขึ้น
4. ค่า pH ของยาลดกรดจะลดลง

เหตุผลที่เลือก.....

3. แบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิด มีลักษณะเป็นคำถามชนิดเขียนตอบทั้งหมด โดยจะต้องเขียนคำตอบที่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบนั้น

ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิด (จิณห์ธัญญา นาคะเสนีย์, ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, และ พรพรรณ พรศิลป์ทิพย์, 2557)

คำถาม จากสารละลายตัวอย่าง H_3PO_4 , $HClO_2$ และ CH_3COOH

สารชนิดใดคือกรดโมโนโปรติก.....

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสารเหล่านี้คือกรดโมโนโปรติก.....

.....

สารชนิดใดคือกรดโพลีโปรติก.....

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสารเหล่านี้คือกรดโพลีโปรติก.....

4. แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ มีลักษณะให้

พิจารณาข้อความแล้วเลือกตอบว่าข้อความดังกล่าวถูกหรือผิด พร้อมเขียนอธิบายเหตุผล

ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิด (วิไลภรณ์ ผุยพรม, 2550)

คำถาม..... สารประกอบประกอบด้วยธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป

เหตุผล.....

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบการเลือกถูก-ผิด และอธิบายเหตุผลประกอบเรื่อง การไทเทรตกรด-เบส จำนวน 15 คำถาม 60 คะแนน โดยหนึ่งคำถามให้เลือกตอบถูกหรือผิด จากนั้นอธิบายเหตุผลที่ตอบ โดยเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว จะนำคะแนนไปวิเคราะห์วิธีการทางสถิติ โดยจำแนกคำตอบตามกรอบแนวคิดของ Haidar (1997) โดยจำแนกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Sound understanding) หมายถึงนักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่แสดงถึงความเข้าใจที่ถูกต้องตามทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ 3 คะแนน

2. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding) หมายถึง กลุ่มที่นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลไม่ครบถ้วนตามทฤษฎีหรือหลักการ ได้ 2 คะแนน

3. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misconception) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่เขียนอธิบายเหตุผลถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและบางส่วนเหตุผลไม่ถูกต้องตามทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ 1 คะแนน

4. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific misconception) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่เขียนอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามทฤษฎีหรือหลักการ ได้ 0 คะแนน

5. ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (No understanding) หมายถึง นักเรียนกลุ่มตอบคำถามไม่ตรงกับสิ่งที่ถาม หรือที่ไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

สุภาพ ตาเมือง, ศักดิ์ศรี สุภาธร, และ กานต์ตะวัน วุฒิเสลา (2560) ได้ศึกษา ชุดการทดลองเคมีต้นทุนต่ำแบบย่อส่วน เพื่อสนับสนุนความเข้าใจแนวคิด เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีร้อยละคะแนนก่อนเรียน หลังเรียนและความคงทนเป็น 20.48, 60.64 และ 59.60 ตามลำดับ และมีความก้าวหน้าในระดับปานกลาง พบว่านักเรียนที่ได้ทดลองเคมีย่อส่วนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนคติมากขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นรพนธ์ คนสูง (2561) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมเพื่อส่งเสริมแนวคิดและทักษะศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีแนวคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม เมื่อหาคะแนนทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 แล้วกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะศตวรรษ 21 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีคะแนนทักษะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยกิจกรรม

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และ โจมศรี ศรีบุญตาม (2559) ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษามโนคติของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับแผนผังแนวคิด พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิด เรื่อง พันธะเคมีจากหลักฐานคือแบบบันทึกผลกิจกรรมแบบฝึกหัด

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

4.1 ความหมายของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์ (2556) ได้ให้ความหมายของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมว่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนในการหาความรู้ที่หลากหลายซึ่งนำไปสู่การสร้างความคิดที่แตกต่าง

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562) ได้ให้ความหมายของ ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมว่า ทักษะการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมคือความสามารถในการใช้จินตนาการ (Imagination) ความร่วมมือ (Collaborative) ความรู้ (Knowledge) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจในรูปแบบ ความคิด หรือชิ้นงานต่าง ๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือมีความใหม่เพียงบางส่วน

Partnership for 21st Century Skills (2010) ได้ให้ความหมายของ ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมว่า ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นการคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนา นวัตกรรม ร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ จนเกิดผลงานที่เป็นรูปธรรมและเป็นประโยชน์

จากความหมายของการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นการคิดสร้างสรรค์ สร้างสรรค์ชิ้นงาน ร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ จนเกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์

4.2 องค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

Partnership for 21st Century Skills (2010), วิโรจน์ สารรัตนะ (2556), น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์ (2556), วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562), ได้กำหนดองค์ประกอบทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมมี 3 ด้าย ได้แก่

1) การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Think creatively) เป็นการคิดอย่างอิสระในการออกแบบ สร้างความคิดใหม่อย่างคุ้มค่า มีการวางแผน ปรับ วิเคราะห์ และประเมินความคิดในปรับปรุงและมีความพยายามในการสร้างสรรค์

2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work creatively with others) มีความเคารพความคิดของคนอื่นและเปิดรับความคิดเห็นใหม่ ๆ ที่ทันสมัยมีการนำเสนอความคิดของตนเองกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นอยู่เสมอ

3) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement innovation) มีการวางแผนพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ มีการพัฒนาและประเมินนวัตกรรมระหว่างการพัฒนา และสรุปประสิทธิภาพของนวัตกรรมและปรับปรุงแก้ไขข้อควรพัฒนาของนวัตกรรมให้ดีขึ้น

4.3 การประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ในการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมนั้น หากศึกษาจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ในมาตรา 26 ได้กำหนดให้โรงเรียนจัดการประเมินโดยจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน พัฒนาการของนักเรียน การทดสอบ ความประพฤติ การร่วมกิจกรรมที่จัดร่วมในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมแต่ระดับและและรูปแบบการศึกษา(สำนักงานปฏิรูปการศึกษา และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542) ในประเทศไทยมีการวางแผนการศึกษา เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้สามารถใช้ความรู้ความสามารถ มาพัฒนาประเทศ ให้เสมอมนานาประเทศ ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) โดยเน้นยึดหลักข้อหนึ่งคือ การยึด “คนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา” (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ซึ่งการยึดคนเป็นศูนย์กลางในด้านการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้สอนจะต้องจัดการเรียนรู้กระตุ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ประสบการณ์ ความชำนาญ และความสนใจมาสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้สอดคล้องกับการเน้นคนเป็นศูนย์กลางการวัดและประเมินผลจึงสมควรจัดการประเมินให้ครบในทุก ๆ ด้าน ดังนี้ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือก วิธีการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ด้วยวิธีการประเมินตามสภาพจริง

4.3.1 ความหมายของการประเมินตามสภาพจริง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543) ได้กำหนดความหมายของการประเมินตามสภาพจริงไว้ว่า เป็นการประเมิน การแสดงออกในหลาย ๆ ด้านของนักเรียน ตามความเป็นจริง โดยครูไม่ได้จัดสถานการณ์ขึ้นหรือ เป็นการประเมินแบบไม่เป็นทางการ โดยเน้นให้นักเรียนเรียนเป็นผู้ผลิตและค้นพบความรู้ มีโอกาสปฏิบัติจริงและได้แสดงออกอย่างเต็มความสามารถของนักเรียน

กรมวิชาการ (2545) ได้ให้ความหมายของ การประเมินตามสภาพจริงไว้ว่า เป็นการดู สังเกต ประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมหรืองาน อย่างไม่อย่างหนึ่ง โดยกิจกรรมที่ให้ผู้ปฏิบัติจะเป็นสถานการณ์จริง (Real life) หรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง

Herman (1992) ได้ให้ความหมายของ การประเมินตามสภาพจริงไว้ว่า การประเมินตามสภาพจริง เป็นการออกแบบการประเมินมาเพื่อสะท้อนทักษะที่จำเป็นในสถานการณ์จริง มุ่งเน้นไปที่การปฏิบัติงานของนักเรียนและเพิ่มแรงจูงใจที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเรียนรู้

จากความหมายของการประเมินตามสภาพจริงที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการประเมินตามสภาพจริง คือการประเมินโดยเน้นการประเมินนักเรียนจากการ ปฏิบัติจริง โดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางการประเมิน ให้นักเรียนได้เรียนรู้ปฏิบัติจริงในสภาวะแวดล้อมที่เป็นจริง

4.3.2 ลักษณะการประเมินตามสภาพจริง

กรมวิชาการ (2545) ได้ให้ลักษณะในการวัดและการประเมินผลจากสภาพจริงมีดังนี้

1. ประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน แทนความรู้ความจำของนักเรียน
2. ประเมินเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนอย่างเต็มประสิทธิภาพ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองและเพื่อน
4. ผลที่ประเมินได้ต้องสะท้อนให้เห็นการตอบสนองของความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของนักเรียน
5. ประเมินจากการเรียนรู้ไปสู่วิธีการปฏิบัติจริง
6. ประเมินด้วยวิธีการต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

จากลักษณะการประเมินตามสภาพจริงที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้จัดรูปแบบการประเมิน มาจาก 3 ส่วน คือ ครูผู้สอน นักเรียนประเมินตนเอง และนักเรียนประเมินเพื่อนกลุ่มอื่นๆ โดยการประเมินเน้นการประเมินกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในชั้นเรียน จากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

4.3.3 วิธีการที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริง

กมลวรรณ ตังธนากานนท์ (2549) ได้อธิบายไว้ว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินที่จัดสภาพหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงความรู้และความสามารถทักษะในด้านต่าง ๆ ที่จะประเมิน จากสภาพที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน วิธีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง โดยแบ่งได้เป็น 4 วิธี ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ การประเมินการปฏิบัติงาน และการประเมินโดนแฟ้มสะสมงาน

1. การสังเกต (Observation) เป็นการสังเกตลักษณะ พฤติกรรม ของนักเรียนได้ตรงตามสภาพจริง

2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการประเมินอย่างลึกซึ้งซึ่งซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับ ความนิยมในการประเมินร่วมกับการสังเกต ซึ่งเป็นการประเมินที่เปิดให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น

3. การประเมินการปฏิบัติ (Performance assessment) เป็นการประเมิน การทำกิจกรรมในสถานการณ์จริงหรือจำลองไว้ ซึ่งประเมินได้ทั้งความสามารถและทักษะ รวมไปถึง การทำงานต่างซึ่งประเมินแบบอื่น ๆ ไม่ได้

4. การประเมินด้วยแฟ้มผลงาน (Portfolio assessment) คือการประเมิน ผ่านผลงานที่นักเรียนรวบรวมอย่างเป็นระบบขั้นตอน และเป็นไปตามเกณฑ์การประเมิน

จากวิธีการประเมินตามสภาพจริงที่กล่าวมา สรุปได้ว่าการประเมินตามสภาพ จริงมีวิธีการได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ การประเมินการปฏิบัติงาน และการประเมินโดยแฟ้ม ผลงาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยใช้ วิธีการสังเกต โดยในการประเมินนั้น มีผู้ประเมินมาจาก 3 ส่วนได้แก่ ครูผู้สอน นักเรียน และเพื่อน ในห้อง โดยเป็นการประเมินจะประเมินในการทำกิจกรรมในชุดกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ทั้ง ขณะทำกิจกรรมและหลังทำกิจกรรม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต ได้แก่ แบบประเมินทักษะการ สร้างสรรค์และนวัตกรรมในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิดตามแนวสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า กิจกรรมที่พัฒนามีคุณภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและทักษะการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีทักษะชีวิตและอาชีพในระดับดี มาก ทักษะสื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับดีเยี่ยม

พงศกร พรหมทา (2561) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมเรื่องพันธะเคมี : ฝ่าฝ้ายกันน้ำ ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การพัฒนากิจกรรมและศึกษาประสิทธิผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ พัฒนาขึ้น กิจกรรมสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พบว่า หลังเรียน ด้วยกิจกรรมนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและกลุ่มทดลองมี คะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลคะแนน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอบเสาะ ความรู้ (5E)

สุวิสาข์ จรัสกมลพงศ์ (2563) ได้ศึกษา รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตวิชาชีพครู ในการออกแบบนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 พบว่า 1) รูปแบบการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักศึกษาครู ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ (1) ปัญหาท้าทายความคิด (2) แนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรม (3) ลงมือในการสร้างนวัตกรรม (4) การอภิปรายผลงานและปรับปรุงแก้ไข 2) รูปแบบการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาวิชาชีพครูที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.68$, S.D. 0.39) 3) การคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักศึกษาครู คะแนนการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีในรูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ โดยการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 กำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

1.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.2.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2.2 แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

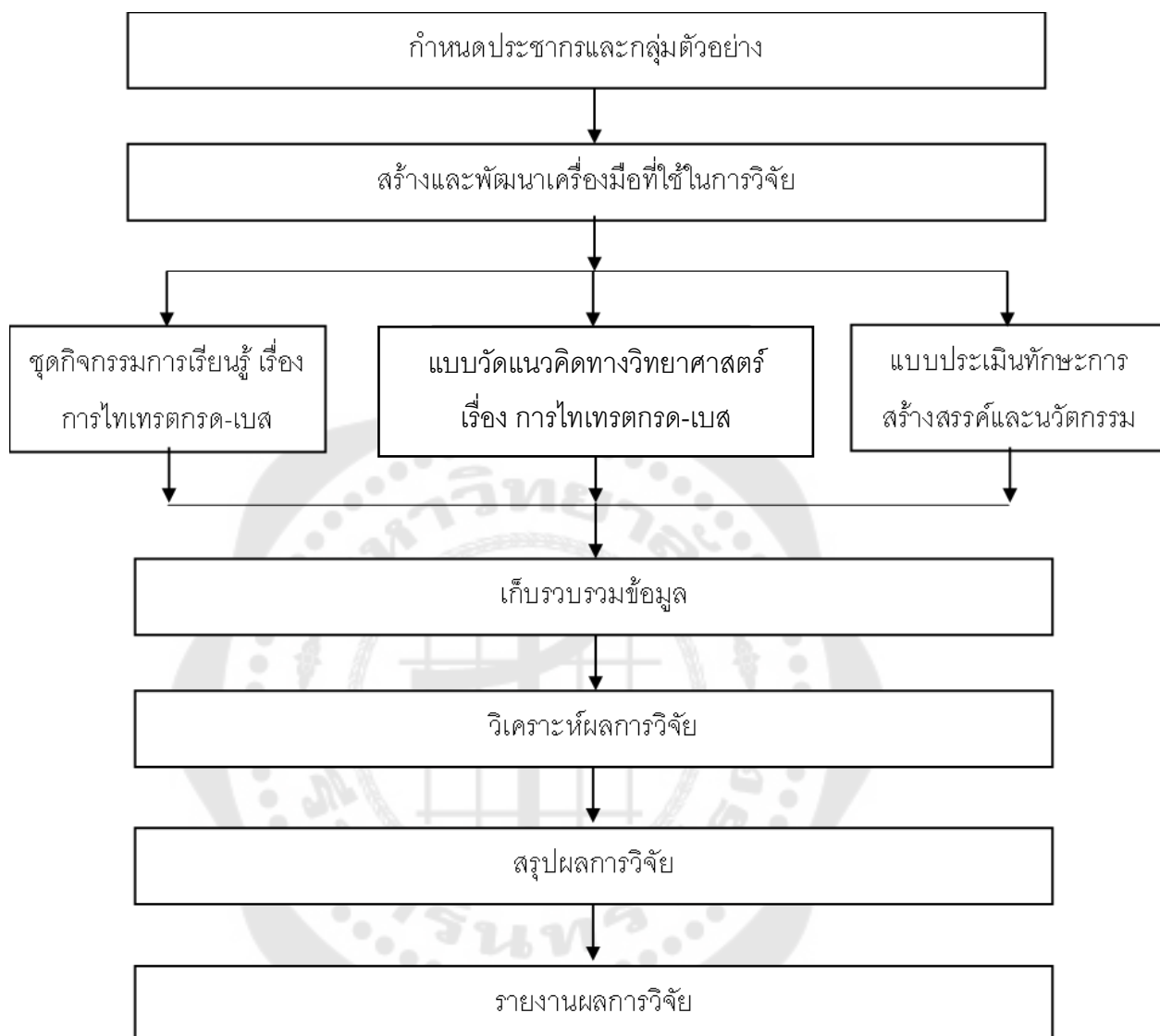
1.2.3 แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

2. การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนา เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แผนภาพการแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sample) โดยเป็นกลุ่มที่ ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน ซึ่งเป็นกลุ่มแบบความสามารถของนักเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลา 9 คาบเรียน (คาบละ 50 นาที) โดยมีการแบ่งช่วงเวลาในการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว ไปใช้ ดัง ตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

สัปดาห์	สิ่งที่เรียน	เวลา (คาบ)
1	<p>คาบที่ 1</p> <p>นำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การไทเทรต โดยการสร้างความสนใจของนักเรียน จาก บทเรียน แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละ 5 คน</p> <p>ทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสและชี้แจงการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส</p> <p>คาบเรียนที่ 2</p> <p>อธิบายเรื่องการไทเทรตกรด-เบส การไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ การไทเทรตกรดอ่อน-เบสแก่ การไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อน</p> <p>คาบเรียนที่ 3</p> <p>นำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเริ่มการทำกิจกรรมชุดไทเทรต กรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างชุดไทเทรต กรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย</p> <p>สะท้อนความคิด ปรับปรุงและพัฒนาชุดไทเทรตที่นักเรียนออกแบบ</p> <p>ประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม</p>	3

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สัปดาห์	สิ่งที่เรียน	เวลา (คาบ)
2	คาบที่ 1-2 สร้างและพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบส ประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม คาบที่ 3 ทดลองใช้ชุดไทเทรตกรด-เบสที่พัฒนาขึ้น ปรับปรุง และพัฒนาจนสามารถ ใช้งานได้จริง ประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	3
3	คาบที่ 1-2 นำชุดไทเทรตกรด-เบสที่พัฒนาเรียบร้อยแล้ว ไปใช้ในกิจกรรมการเลือก อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และกิจกรรมการหาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง น้ำยาล้างห้องน้ำ ประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม คาบเรียนที่ 3 ทดสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส	3
รวม		9

1.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1.2.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2.2 แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

1.2.3 แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมจำนวน 1 ชุด
ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1.2.3.1 การคิดอย่างสร้างสรรค์

1.2.3.2 การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์

1.2.3.3 การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ

1.2.1 การสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาและสร้างชุดไทเทรตกรด-เบส สำหรับเป็นแนวทางในสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง สำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังนี้

2.1 ศึกษาตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ของสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี ที่กำหนดให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการไทเทรตกรด-เบส ทดลองและการอธิบายหลักการไทเทรตและเลือกใช้สารอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส ซึ่งได้กล่าวในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมว่า การไทเทรตเป็นวิธีการหนึ่งในการหาความเข้มข้นหรือปริมาณของสารละลายที่ทำปฏิกิริยากัน โดยจุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีเรียกว่า จุดสมมูล (Equivalence Point) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วไม่สามารถเห็นได้ จึงนิยมสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ ในการบอกจุดยุติ (End Point) ของการทำปฏิกิริยา ดังนั้น จึงควรเลือกอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ช่วงเดียวกับ pH ของสารละลายที่จุดสมมูล

2.2 ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส จากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ใน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส โดยกำหนดขอบเขตของเนื้อหา ที่กล่าวถึงในงานวิจัย ดังนี้ การไทเทรต จุดสมมูล จุดยุติของการไทเทรต การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมและการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างด้วยวิธีการไทเทรต โดยจะใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 คาบเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมและพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ ดังนี้ ชื่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คำอธิบายชุดกิจกรรม จุดประสงค์ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดและวิธีการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

2.4 ออกแบบและพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบส สำหรับเป็นแนวทางในการใช้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาการสร้างชุดอุปกรณ์สำหรับการไทเทรตกรด-เบส โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่าย ราคาถูก ใช้สารเคมีปริมาณน้อย สามารถสร้างได้ง่ายและใช้งานได้จริงเพื่อนำมาใช้ทดแทนด้วยอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ มีรายละเอียดดังนี้

การสร้างชุดไทเทรตกรด-เบส

วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกชั่งตวงขนาด 10 มิลลิลิตร 1 หลอด
2. ขวดแก้วพร้อมฝาปิดขนาด 5 มิลลิลิตร 1 ใบ
3. ที่หนีบโทรศัพท์มือถือ 1 อัน
4. วาล์วปรับลม 1 อัน
5. สายยางขนาดเล็ก 3 เซนติเมตร 1 เส้น
6. กาวร้อน
7. กรรไกร

วิธีการ

1. นำกระจกชั่งตวงซึ่งทำหน้าที่เหมือนบิวเรตต์ มาต่อเข้ากับสายยางขนาดเล็ก ซึ่งทำหน้าที่เหมือนปลายบิวเรตต์
2. นำกระจกชั่งตวงในข้อ 1 ต่อเข้ากับวาล์วปรับลมซึ่งทำหน้าที่เหมือนวาล์วควบคุมการไหลของสารละลาย ติดกาว
3. ทดสอบการรั่วไหลของน้ำ ปรับจนไม่มีน้ำรั่วซึม
4. ติดตั้งกระจกชั่งตวงกับที่หนีบโทรศัพท์มือถือ และใช้ขวดแก้วสำหรับบรรจุสารละลายซึ่งทำหน้าที่เหมือนขวดรูปกรวย



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างชุดไทเทรตกรด-เบส

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการใช้ชุดไทเทรตด้วยชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายกับชุดไทเทรตมาตรฐาน

วัสดุอุปกรณ์

1. บีเปตต์ขนาด 25 มิลลิลิตร
2. บิวเรตต์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. ปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปกรวยขนาด 100 มิลลิลิตร
5. กรวยกรอง
6. หลอดหยดสาร
7. ขาดั่งและที่จับ
8. ลูกยางบีเปตต์
9. ขวดน้ำกลั่น

สารเคมี

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นประมาณ 0.1 โมล/ลิตร
2. สารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำเข้มข้นประมาณ 0.2 โมล/ลิตร
3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.0924 โมล/ลิตร (ที่

ผ่านการ Standardization แล้ว)

4. ฟีนอล์ฟทาลีน

ตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำด้วยชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน

1. เทสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร ลงในปีกเกอร์ แล้วบีเปตต์สารละลายปริมาตร 10.00 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปกรวย
2. หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในขวดรูปกรวย ประมาณ 3 หยดเขย่าให้เข้ากันและสังเกตสีของสารละลาย
3. บรรจุน้ำยาล้างห้องน้ำลงในขวดรูปกรวย แล้วปรับระดับของสารละลายให้สามารถอ่านค่าได้ แล้วบันทึกปริมาตรไว้
4. ใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่อยู่ในขวดรูปกรวยอย่างช้า ๆ พร้อมกับเขย่าขวดให้สารละลายผสมกันตลอดเวลา หยุดการไทเทรตเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูถาวร บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

5. ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง บันทึกผล และหาปริมาณเฉลี่ยของสารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

6. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

7. ทำซ้ำข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนใช้สารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ 0.2 โมล/ลิตร

8. หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

ตอนที่ 2 การหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำด้วยชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย

1. เทสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร ลงในขวดภาชนะ โดยใช้กระบอกจีดยา ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้ว

2. หยดฟีนอล์ฟทาลีน ลงในขวด 1 หยดเขย่าและสังเกตสีของสารละลาย

3. บรรจूसารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในกระบอกจีดยา แล้วปรับระดับของสารละลายให้สามารถอ่านค่าได้ แล้วบันทึกปริมาตรไว้

4. ใสสารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่อยู่ในขวดแก้วอย่างช้า ๆ พร้อมกับเขย่าขวดให้สารละลายผสมกันตลอดเวลา หยุดการไทเทรตเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูถาวร บันทึกปริมาตรของสารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์

5. ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง บันทึกผล และหาปริมาณเฉลี่ยของสารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

6. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

7. ทำซ้ำข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนใช้สารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ 0.2 โมล/ลิตร

8. หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

9. ทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำที่ได้จากการใช้ชุดไทเทรตกรด-เบสที่สร้างขึ้นและชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลการทดลองจากการไทเทรตด้วยชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายกับชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน

สารละลาย	ความเข้มข้นที่ได้จากการไทเทรต		
	ชุดไทเทรตกรด-เบส ด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย (โมล/ลิตร)	ชุดไทเทรตกรด-เบส มาตรฐาน (โมล/ลิตร)	% error
	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร	0.10	0.0934
สารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ 0.2 โมล/ลิตร	0.19	0.1706	11.37

ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นั้น จำเป็นต้องมีการสร้างชุดไทเทรต เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับข้อจำกัด ในการสร้าง และใช้เป็นข้อมูลในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยต้องสามารถใช้งานได้จริงจากบ้านของนักเรียนสำหรับประกอบการเรียนในรูปแบบออนไลน์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ชุดไทเทรตด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย ไทเทรตหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ พบว่า ได้ผลการทดลองต่างจากการใช้ชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน คิดเป็นค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.06 และร้อยละ 11.76 ตามลำดับ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนนี้เกิดขึ้นจาก ในการใช้ชุดไทเทรตกรด-เบส มีการลดปริมาณสารละลายที่ใช้ในการไทเทรต ทำให้เมื่อหยดสารละลายแต่ละครั้งส่งผลให้ค่า pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วส่งผลต่อปริมาตรปริมาตรสารละลายที่ใช้ให้คลาดเคลื่อนจากปริมาตรจริง จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำแนวทางการสร้างชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยไปใช้ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นการส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ในด้านการคิดอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ

3. ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ ผ่านกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งสิ้น 9 คาบ คาบละ 50 นาที โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีกิจกรรมการเรียนรู้ 3 กิจกรรม มีขั้นตอนการพัฒนาชุดกิจกรรมการ ดังนี้

2. กิจกรรมการพัฒนาชุดไทเทรต มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

2.1 ออกแบบสร้างและพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบส เริ่มจากการเลือกใช้อุปกรณ์ที่นักเรียนหาได้ง่าย นำเสนอแบบร่างชุดไทเทรตกรด-เบส

2.2 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านรูปแบบออนไลน์ร่วมกันและปรับปรุงแบบร่างชุดไทเทรตกรด-เบส เมื่อนักเรียนได้อุปกรณ์ที่นักเรียนต้องการใช้ในการสร้างชุดไทเทรตกรด-เบสเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนจะดำเนินการจัดหาและส่งอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องการใช้ผ่านบริษัทขนส่งเอกชนให้ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

2.3 นักเรียนตัวแทนของกลุ่มสร้างชุดไทเทรตกรด-เบส จากนั้นปรับปรุงพัฒนา ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มผ่านรูปแบบออนไลน์ จนชุดไทเทรตใช้งานได้จริง

สำหรับกิจกรรมการพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายนี้ มุ่งเน้นการพัฒนานักเรียนเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม ในด้านการคิดอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ

3. กิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นกิจกรรมต่อเนื่องจากกิจกรรมพัฒนาชุดไทเทรต ซึ่งครูเป็นผู้เตรียมสารเคมีที่ใช้ในกิจกรรมให้นักเรียนเป็นชุดประกอบด้วย สารละลายน้ำส้มสายชู 0.1000 โมล/ลิตร สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.0924 โมล/ลิตร ฟีนอล์ฟทาลีน และเมทิลออเรนจ์

3.1 ออกแบบและวางแผนการทดลอง

3.2 ทดลองหาอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชู สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้ชุดไทเทรตกรด-เบสที่นักเรียนสร้างขึ้น บันทึกผลการทดลอง

3.3 อภิปรายและสรุปผลการทดลองร่วมกันผ่านรูปแบบออนไลน์

สำหรับกิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชูสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผู้วิจัยเลือกใช้น้ำส้มสายชู เนื่องจากเป็นสารเคมีที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม และได้พัฒนาทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรมในด้าน การทำงานเป็นทีม และการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ

4. กิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ เป็นกิจกรรมต่อเนื่องจากกิจกรรมพัฒนาชุดไทเทรต เป็นการนำชุดไทเทรตที่สร้างขึ้น มาใช้ในการไทเทรตหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ ซึ่งเป็นสารเคมีที่นักเรียนสามารถหาได้ง่ายในบ้านของตนเอง โดยครูเป็นผู้เตรียมสารเคมีที่ใช้ในกิจกรรมให้นักเรียนเป็นชุด ประกอบด้วย สารละลาย

น้ำยาล้างห้องน้ำ 0.1 มิล/ลิตร (นักเรียนไม่ทราบความเข้มข้น) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.0924 มิล/ลิตร และฟีนอล์ฟทาลีน

4.1 ออกแบบและวางแผนการทดลอง

4.2 ทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ บันทึกผลการทดลอง

4.3 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากกิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการไทเทรต การประยุกต์ใช้ความรู้ในการหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างห้องน้ำ และได้พัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในด้าน การทำงานเป็นทีม และการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ จากนั้นมีการประเมินประสิทธิผลของชุดไทเทรตที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของน้ำยาล้างห้องน้ำโดยใช้ชุดไทเทรตมาตรฐานที่ครูได้กำหนดเกณฑ์ไว้

วิธีการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้

ด้านความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและกิจกรรมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และครูเคมี 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบประเมินความสอดคล้องชุดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ และใช้ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

เห็นว่สอดคล้อง ให้คะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ ให้คะแนนเป็น 0

เห็นว่ไม่สอดคล้อง ให้คะแนนเป็น -1

แล้ววิเคราะห์โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและกิจกรรมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและกิจกรรมของ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 (รายละเอียดในตาราง 10 ภาคผนวก ค)

เมื่อศึกษาข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมี การเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ให้ชัดเจน ปรับภาษารายละเอียดคำสั่งของกิจกรรม ต่าง ๆ ให้เข้าใจง่าย และควรเพิ่มรายละเอียดข้อควรระวังในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีการใช้ สารเคมี จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับคำแนะนำและ ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในทุก ๆ ประเด็น

2. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงพัฒนาแก้ไขจนสมบูรณ์แล้วทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ศึกษา กับนักเรียน 3 คนในช่วงเดือนมิถุนายน ภาคการศึกษาที่ 1 ปี การศึกษา 2564 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อดูความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้และหาข้อผิดพลาดของ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวิธีสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์นักเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้ มา ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่นักเรียนระบุว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการใช้ภาษาที่ อ่านเข้าใจได้ง่าย และมีกิจกรรมที่น่าสนใจ แตกต่างจากการทำปฏิบัติการทั่วไปในชั้นเรียน แต่ยังมี เนื้อหาบางส่วนที่นักเรียนได้เรียนในระดับชั้นที่ผ่านมาทำให้นักเรียนลืมนี้อาตงกล่าว ดังนั้นผู้วิจัย จึงแก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมโดยการ เพิ่มเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว และมีแบบฝึกหัด ทบทวนความรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ง่ายขึ้น

2.2 ทดลองกับนักเรียน 15 คนในช่วงเดือนมิถุนายน ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2564 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละ 5 คน ที่ยังไม่เคยเรียนด้วยชุดกิจกรรม การเรียนรู้เพื่อดูความสอดคล้องและการเรียบเรียงเนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้และหาส่วนที่ ต้องแก้ไขของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการนำชุดกิจกรรมไปใช้จัดการเรียนการสอนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแล้ววิเคราะห์หาแนวโน้มคุณภาพของ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยตั้งประสิทธิภาพตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวความคิดทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยใช้สูตรร้อยละ (Percentage) ดังนี้

สูตรที่ 1 คำนวณร้อยละของจำนวนนักเรียน

$$\% = \frac{X}{Y} \times 100$$

เมื่อ % แทน ร้อยละของจำนวนนักเรียน

X แทน จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์แบบวัดแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์

Y แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2 คำนวณร้อยละของคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

$$\% = \frac{X}{Y} \times 100$$

เมื่อ % แทน ร้อยละของคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

X แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดแนวคิดทาง

วิทยาศาสตร์

Y แทน คะแนนเต็มจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

พบว่า การเรียบเรียงเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอนมีการเรียบเรียงอย่างครบถ้วน นักเรียนทุกคนมีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มแสดงว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีแนวโน้มประสิทธิภาพเท่ากับ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 11)

1.3.2 การสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาผลการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากหลักสูตรโรงเรียน คู่มือครู เอกสารต่าง ๆ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้าง และรายการแนวคิดที่ต้องการวัดและประเมิน
3. ศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนมักเข้าใจผิดและพบบ่อย เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีเนื้อหาที่ใช้ในการออกแบบแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สามารถวิเคราะห์ได้ดังตาราง

ตาราง 4 การออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

เนื้อหา	รวม (ข้อ)	สัดส่วนน้ำหนัก (ร้อยละ)
1. การไทเทรตกรด-เบส		
- หลักการที่เกี่ยวข้อง		
- กราฟการไทเทรต		
- จุดสมมูลของการไทเทรต	11	73.33
- คำนวณปริมาณสารที่ใช้ในการไทเทรต		
2. จุดยุติและการเลือกใช้อินดิเคเตอร์		
- จุดยุติ		
- การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม	4	26.67
รวม	15	100

4. สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์รูปแบบถูกหรือผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ทั้งสิ้น 30 คำถาม โดยหนึ่งคำถามให้นักเรียนเลือกตอบถูกหรือผิดและต้องอธิบายเหตุผลประกอบด้วยว่าเหตุใดจึงตอบว่า ถูก หรือ ผิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนนและจากคำอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบนั้นจะนำมาวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อโดยแปลผลคำตอบและจัดกลุ่มแนวคิดโดยใช้เกณฑ์ที่ปรับปรุงจากกลุ่มแนวคิดของ Haidar (1997) โดยจำแนกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Complete understanding) หมายถึง กลุ่มที่นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ 3 คะแนน

2. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding) หมายถึง กลุ่มที่นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลไม่ครบสมบูรณ์ตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ 2 คะแนน

3. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misconception) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่เขียนอธิบายเหตุผลถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและบางส่วนเหตุผลไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ 1 คะแนน

4. มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific misconception) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่เขียนอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ 0 คะแนน

5. ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (No understanding) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ไม่ตอบคำถามได้ 0 คะแนน

วิธีการหาคุณภาพของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

1. ประเมินคุณภาพแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ตามขั้นตอนดังนี้

ประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่าทั้งหมด 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง และนำผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา กับแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.33-1.00 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้ดัชนีความสอดคล้องไม่ถึง 0.50 (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 13) ตามคำแนะนำ ดังนี้ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ควรปรับปรุงการใช้ภาษาของข้อคำถามให้อ่านได้ง่ายขึ้น และใช้คำเชื่อมระหว่างประโยคให้น้อยลง ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงและแก้ไข ดังนี้

2.1 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจทางด้านภาษา และข้อคำถามแต่ละข้อ ตลอดจนตรวจสอบเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัด

2.2 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูก ให้ 1 คะแนน แล้วข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน และคำอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบนั้น จะวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อแปลผลจากคำตอบและจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.3 วิเคราะห์โดยใช้การหาค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (p) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นด้วยการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ คำนวณจากสูตร ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ คำนวณได้จากสูตร (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2545)

$$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{2n}$$

เมื่อ	p	แทน ค่าความยากง่าย
	r	แทน ค่าอำนาจจำแนก
	P_H	แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน จำนวนผู้เข้าข่ายทั้งหมด

แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42 - 0.70 ไว้จำนวน 15 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 14)

2.4 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ คำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α — coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

$$\alpha = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน จำนวนข้อคำถามทั้งฉบับ
	S_i^2	แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

ผู้วิจัยพบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.90 (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 14) แสดงว่าแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.3.3 การสร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม จำนวน 1 ชุด โดยมีวิธีการดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบประเมิน และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผล การสร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยจะศึกษา 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work creatively with others) 2. การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Think creatively) 3. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement innovation)

2. สร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้น แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบได้แก่ องค์ประกอบการคิดอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 2 ข้อ องค์ประกอบการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ และ องค์ประกอบการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ จำนวน 6 ข้อ รวมทั้งสิ้น 11 ข้อ ซึ่งรูปแบบของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ (Scoring rubric) ทั้งหมด 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง โดยกำหนดเป็นค่าคะแนน 4.00 3.00 2.00 และ 1.00 ตามลำดับ

การหาคุณภาพแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1. ประเมินคุณภาพแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมมีวิธีการและขั้นตอนดังนี้

1.1 ประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญการศึกษา 1 ท่าน รวมจำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินแบบทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นมาตรฐานประมาณค่า 3 ระดับ และนำผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน

พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 16)

1.2 นำแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ควรปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนในหัวข้อต่าง ๆ และปรับหัวข้อการประเมินให้สามารถประเมินได้ง่ายขึ้น

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design: One Group Pretest Posttest Design) (พรรรณี ลีกิจวัฒน์, 2555) ดังตาราง

ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง Pre-Experimental Design: One Group Pretest Posttest Design

กลุ่ม	วัดก่อน	การให้สิ่งทดลอง	วัดหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง คือนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน 39 คน

T₁ แทน การทดสอบก่อนทดลองเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

T₂ แทน การทดสอบหลังทดลองเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีวิธี ดังนี้

1. เลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน เป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวน 15 ข้อ ในรูปแบบออนไลน์ ใช้เวลา 45 นาที

3. จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 9 คาบ (คาบละ 50 นาที) ในเดือนสิงหาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ในรูปแบบออนไลน์ โดยครูผู้สอนจะดำเนินการจัดส่งอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในกิจกรรมผ่านบริษัทขนส่งเอกชนให้ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

4. ประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่ได้จากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยให้มาตราชั่งน้ำหนักและเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยประเมินตามสภาพจริงจากการสังเกต การอภิปรายและแบบบันทึกผลในชุดกิจกรรม ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดย ระยะเวลาสอนจำนวน 9 คาบ (คาบละ 50 นาที)

5. เมื่อเรียนเสร็จสิ้นทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส จำนวน 15 ข้อ

6. นำผลคะแนนที่ตรวจจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ และผลคะแนนจากแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม มาศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพื่อการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

2.2 การกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้เกณฑ์คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 หมายถึง มีนักเรียนอย่างน้อย 28 คน ที่มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 30 คะแนนขึ้นไป โดยคำนวณจากสูตรร้อยละ

2. ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยใช้คะแนนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent sample

3. ศึกษาคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่เกิดจากการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยแบ่งเป็นระดับคุณภาพตามผู้วิจัยกำหนด ดังนี้

ร้อยละของคะแนน 80 – 100	หมายถึง	ดีมาก
ร้อยละของคะแนน 70 - 79	หมายถึง	ดี
ร้อยละของคะแนน 60 - 69	หมายถึง	ปานกลาง
ร้อยละของคะแนน 50 - 59	หมายถึง	พอใช้

ร้อยละของคะแนนต่ำกว่า 50 หมายถึง ปรับปรุง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

สถิติพื้นฐาน

1. หาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียน

2. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (ชูศรี

วงศ์รัตน์, 2560)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียน

$n-1$ แทน ค่าของขั้นแห่งความเป็นอิสระ

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1. เปรียบเทียบคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบสหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส โดยใช้สถิติแบบ t-test for dependent sample (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบ

ความมีนัยสำคัญ

- D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
df แทน ชั้นแห่งความอิสระ



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสอยู่ในระดับดีขึ้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานข้อที่ 1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อปรับปรุง แก้ไข และหาแนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำชุดการเรียนรู้ ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 39 คนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยใช้เกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 หมายถึง นักเรียนอย่างน้อย 28 คน ต้องมีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 30 คะแนนขึ้นไป โดยวัดจากแบบวัดแนวคิด

ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลการวิเคราะห์ ข้อมูล แสดงดังตาราง (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 12)

ตาราง 6 คะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ช่วงคะแนน (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละจำนวน นักเรียน	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50
51-60	19	48.72	100
41-50	17	43.59	
31-40	3	7.69	
21-30	0	0	
11-19	0	0	
0-10	0	0	
รวม	39	0	

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นจำนวนของนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละช่วงคะแนนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งทดสอบโดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 15 ข้อ คะแนนรวม 60 คะแนน พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนมากกว่า 30 คะแนน จำนวน 39 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100 สรุปได้ดังนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจาก ในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ การเรียนการสอนเน้นการเรียนแบบบรรยาย เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรมตามกระบวนการ การทำงานเป็นทีม ได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทั้งในกลุ่มของตนเอง และเพื่อนต่างกลุ่ม และในชุดกิจกรรมมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกัน ส่งผลให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีการออกแบบให้เชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สำหรับใช้วางแผนออกแบบและสร้างชุดไทดเทรต ด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จนเกิดนวัตกรรมที่

สามารถนำไปใช้ทำกิจกรรมได้จริง ส่งผลให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 15 คำถาม รวม 60 คะแนน โดยใช้แบบ วัดในการสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เป็นฉบับเดียวกัน มีผลคะแนนดังตาราง จากนั้นนำ ผลคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test dependent samples ได้ผลดังตาราง 7 (รายละเอียดในภาคผนวก ค 12)

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส

ช่วงการ ทดสอบ	n	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	t	df	p
ก่อนเรียน	39	60	8.74	5.83	-42.885	38	.000
หลังเรียน	39	60	49.44	5.10			

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ก่อนนักเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมี คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.74 ± 5.83 คะแนน มีนักเรียนได้คะแนนมากกว่า 30 คะแนนขึ้นไปเพียง 3 คน แต่หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 49.44 ± 5.10 คะแนน และนักเรียนทุกคนได้คะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากกว่า 30 คะแนน ขึ้นไป จากการทดสอบทางสถิติ พบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรม 3

กิจกรรมได้แก่ 1. กิจกรรมพัฒนาชุดไทม์ทรอต-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย 2. กิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทม์ทรอตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3. กิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ โดยในแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะนำผลการทำกิจกรรมที่ได้มาอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ในการอภิปรายและลงข้อสรุปแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะต้องใช้องค์ความรู้ที่มี จึงส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การไทม์ทรอต-เบส มีคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทม์ทรอต-เบสอยู่ในระดับดีขึ้นไป

การประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ด้วยแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงเกณฑ์การประเมินมาจาก Partnership for 21st Century Skills และ Creativity for 21st Century Skills (Jane Piirto, 2011) ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนน โดยการประเมินจะเน้นการประเมินตามสภาพจริงระหว่างการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากการสังเกต การอภิปรายผลและการบันทึกผลในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีครู 2 ท่านเป็นผู้ประเมิน และนักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินตนเอง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีกิจกรรม 3 กิจกรรม ได้แก่ 1. กิจกรรมพัฒนาชุดไทม์ทรอต-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย 2. กิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทม์ทรอตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ 3. กิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ ซึ่งการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม จะประเมินจากกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมในชุดการเรียนรู้ โดยการประเมินแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work creatively with others) 2. การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Think creatively) 3. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement innovation) ประเด็นการประเมินที่ 1 การคิดอย่างสร้างสรรค์ ประเมินจากการใช้เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย ในการวางแผนการเลือกอุปกรณ์อย่างง่ายในการสร้างชุดไทม์ทรอต-เบส ที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ประเด็นการประเมินที่ 2 การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ ประเมินจากการนำเสนอแนวคิดและเหตุผลการเลือกใช้อุปกรณ์อย่างง่ายในการสร้างชุดไทม์ทรอต-เบส การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มต่างกลุ่ม การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า การตอบคำถามในการนำเสนอ การนำคำชี้แนะของผู้อื่นไปพัฒนาชุดไทม์ทรอต-เบสของนักเรียน ประเด็นการประเมินที่

3. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ ประเมินจากความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์อย่างง่ายในการสร้างชุดไทเทรตกรด-เบส ความเหมาะสมของงบประมาณในการสร้างชุดไทเทรตเปรียบเทียบราคากับชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน การวางแผนการสร้างและปรับปรุงชุดไทเทรตกรด-เบสให้ใช้งานได้จริงอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งการประเมินทั้ง 3 ประเด็น ประเมินจากการนำเสนอ การอภิปรายร่วมกันและการเขียนบันทึกรายงานกิจกรรมจากชุดการเรียนรู้ ผลการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม รวมทั้ง 3 ด้านของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ผลแสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่เกิดจากการจัดการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

กลุ่มที่	คะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม		ระดับคุณภาพ
	คะแนน (คะแนนเต็ม 44 คะแนน)	ร้อยละของคะแนน	
1	38.00	86.36	ดีมาก
2	36.67	83.34	ดีมาก
3	37.67	85.61	ดีมาก
4	39.67	90.16	ดีมาก
5	40.33	92.66	ดีมาก
6	38.67	87.89	ดีมาก
7	40.33	92.66	ดีมาก
8	38.00	86.36	ดีมาก
\bar{X}	38.67	87.88	

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าผลคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมรวมทั้ง 3 ด้านของนักเรียนทั้ง 8 กลุ่ม ที่เกิดจากการจัดการเรียนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อนำคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มาวิเคราะห์ตามประเด็นการประเมิน จำนวน 3 ประเด็นได้แก่ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การ

ทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ ได้ผลแสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมรายหัวข้อ ที่เกิดจากการจัดการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

กลุ่มที่	คะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม					
	การคิดอย่างสร้างสรรค์ (8 คะแนน)	ร้อยละของคะแนน	การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (12 คะแนน)	ร้อยละของคะแนน	การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (24 คะแนน)	ร้อยละของคะแนน
1	7.00	87.50	10.33	86.11	20.67	86.11
2	7.33	91.67	10.67	88.89	18.67	77.78
3	8.00	100.00	11.00	91.67	18.67	77.78
4	7.33	91.67	11.33	94.44	21.00	87.50
5	8.00	100.00	11.00	91.67	21.33	88.89
6	8.00	100.00	10.67	88.89	20.00	83.33
7	7.00	87.50	11.33	94.44	22.00	91.67
8	7.33	91.67	10.33	86.11	20.33	84.72
\bar{X}	7.50	93.75	10.83	90.28	20.33	84.72

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในด้านการคิดอย่างสร้างสรรค์ เท่ากับ 7.50 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 93.75 ในด้านการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ เท่ากับ 10.83 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 90.28 และด้านการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ เท่ากับ 20.33 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 84.72 ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนในทุกประเด็นการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ยกเว้นนักเรียนในกลุ่มที่ 2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในด้านการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จเท่ากับ 18.67 คิดเป็นร้อยละ 77.78 เนื่องจาก การประเมินด้านการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จมีคะแนนในหัวข้อประสิทธิภาพของชุดไทเทรตกรด-เบสที่

นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งหาจากการนำค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำที่นักเรียนหาจากชุดไทเทรตกรด-เบสของนักเรียนเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำที่หาจากชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน ในการทำกิจกรรมตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องใช้ทักษะในการทดลองต้องมีการควบคุมการไหลของสารละลายแต่เนื่องจากในกิจกรรมต้องลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการไทเทรตจึงควบคุมปริมาณสารเคมีได้ยาก และในการทำกิจกรรมมีเวลา 1 คาบเรียนทำให้นักเรียนไม่สามารถปรับชุดไทเทรตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ จึงเกิดค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนความเข้มข้นของสารละลายที่สูงกว่าในกลุ่มอื่น แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มก็ยังมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในด้านการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จอยู่ในระดับดีขึ้นไป และเนื่องจาก ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ เช่น กิจกรรมกิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และกิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องใช้เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย ในการวางแผนการสร้างและการเลือกใช้อุปกรณ์ในชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย การทำงานร่วมกันในการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง โดยในการบันทึกข้อมูลในชุดกิจกรรมมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้วิธีการคิดการนำเสนอได้อย่างหลากหลายตามการสร้างสรรค์ของนักเรียน จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่เกิดจากการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นวิจัยแบบทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design: One Group Pretest Posttest Design) ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาสรุปสาระสำคัญของงานวิจัย ดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส
3. เพื่อศึกษาคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เกิดจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสอยู่ในระดับดีขึ้นไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย
2. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00
3. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 คน และ 15 คน
4. หาแนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 30 คะแนน ขึ้นไป โดยวัดจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 15 คน พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีแนวโน้มประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ส่วนที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

1. การสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ดำเนินการดังนี้

1.1 สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ชนิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผล ประกอบ ในวิชาเคมี เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส จำนวน 30 ข้อ โดยหนึ่งคำถามให้เลือกตอบถูกหรือผิด โดยต้องอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบนั้นด้วยว่าเหตุใด จึงตอบว่า ถูก หรือ ผิด

1.2 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องพบว่าได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.33-1.00 จากนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50

1.3 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และได้เรียนเรื่อง การไทเทรตกรด-เบส แล้ว จำนวน 26 คน จากนั้นหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42- 0.70 ไว้จำนวน 15 ข้อ

1.4 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (rtt) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

2. การสร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

2.1 สร้างแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์ และดัดแปลงเกณฑ์การประเมิน จาก Frameworks for 21st Century Learning โดยเกณฑ์การประเมินประกอบด้วย องค์ประกอบการคิดอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 2 ข้อ องค์ประกอบการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ และ องค์ประกอบการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ จำนวน 6 ข้อ รวมทั้งสิ้น 11 ข้อ ซึ่งรูปแบบของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ (Scoring rubric) ทั้งหมด 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง โดยกำหนดเป็นค่าคะแนน 4.00 3.00 2.00 และ 1.00 ตามลำดับ

2.2 นำแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาหาความสอดคล้องของแบบประเมินกับสิ่งที่ต้องการวัด พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้น นำมาแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 3 การศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนชั้นมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 39 คน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ในด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการทดสอบแนวโน้มประสิทธิภาพไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

2. ด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ดำเนินการ ดังนี้

2.1 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

2.2 ศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent samples

3. ด้านทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ดำเนินการ ดังนี้

3.1 นำแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปประเมินนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ศึกษาคะแนนทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมโดยเปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ระดับดีขึ้นไป ที่เกิดจากการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบตามเกณฑ์ คือระดับดีขึ้นไป

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผล ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีขึ้นไป คือ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม สูงกว่าร้อยละ 70

อภิปรายผลการวิจัย

1. การอภิปรายผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ นักเรียนร้อยละ 100 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพร้อยละ 100 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจาก

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนา มีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครอบคลุมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ของสาระการเรียนรู้เคมี และชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยอาศัยกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม และชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีการจัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และรูปแบบของชุดกิจกรรม โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และผู้สอนเคมี 1 ท่าน เพื่อศึกษาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปศึกษากับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครั้งที่ 1 กลุ่มเล็ก 3 คน เพื่อศึกษาความเหมาะสมขององค์ประกอบและการใช้ภาษาของชุดกิจกรรม ครั้งที่ 2 ทดลองกับนักเรียน 15 คน เพื่อศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในการใช้สอน และหาแนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม จากนั้นจึงนำชุดกิจกรรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวี ทะนานทอง (2561) และ พิเชษฐ เทบ่ารุง (2561) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตรวจสอบความสอดคล้องด้วยผู้เชี่ยวชาญและนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมและหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. การอภิปรายผลการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจาก

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ครอบคลุมแนวคิด หัวข้อการไทเทรตกรด-เบส มีการจัดเรียงเนื้อหาให้สอดคล้องกับหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม 4 ซึ่งใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ผู้วิจัยได้พัฒนาบทปฏิบัติการทดลองที่มีขั้นตอนชัดเจน สามารถอ่านเข้าใจได้ง่าย และผ่านการปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญและการทดลองใช้จากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เมื่อนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ และชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีกิจกรรมที่หลากหลาย คือ 1. กิจกรรมพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้นำองค์ความรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ในการออกแบบสร้างและพัฒนา ชุดไทเทรตในขั้นตอนการพัฒนาชิ้นงาน นักเรียนต้องวางแผนและออกแบบโดยอาศัยองค์ความรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ผ่านการระดมความคิด การอภิปราย และร่วมกันแก้ไขชิ้นงานสามารถใช้ทดแทนอุปกรณ์มาตรฐานได้จริง และใช้สารเคมีปริมาณที่น้อยกว่าการใช้ชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน 2. กิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ 3. กิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ เป็นกิจกรรมที่นำชุดไทเทรตด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายมาใช้ในการทำกิจกรรม ซึ่งทั้ง 2 กิจกรรมนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการทดลองด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมตลอดเวลา จากนั้นนำผลจากกิจกรรมมาร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และสรุปผลการทดลอง ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องอาศัยองค์ความรู้ในการไทเทรต ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นวพร สมคำ (2562) ที่ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางที่อิงกับ

กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือต่อมโนคติ เรื่อง กรด เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การจัดการเรียนการสอน ผ่านกิจกรรมการทดลอง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศกร พรหมทา (2561) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมเรื่องพันธะเคมี : ฝ่าฝ้ายกันน้ำ แบบสเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วย การทดลองที่จัดการเรียนรู้โดยเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน กิจกรรมกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. การอภิปรายผลการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และ นวัตกรรม ที่เกิดจากการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่เกิด จากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และ นวัตกรรมหลังการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับดีขึ้น คือ หลังการจัดการ เรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 นี้เนื่องมาจาก

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้มีกิจกรรมให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุด กิจกรรมการเรียนรู้นี้ ต้องสร้างชุดไทเทรตอย่างง่ายขึ้น นักเรียนต้องออกแบบและพัฒนาชุดไทเทรต ด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย ผ่านกระบวนการกลุ่ม และสอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการ สร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่ดัดแปลงจาก PARTNERSHIP FOR 21ST CENTURY SKILLS (2019) มีการปรับปรุงให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีกระบวนการในการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับ เกณฑ์ดังกล่าว โดยเน้นการประเมินนักเรียนตามสภาพจริงจากการสังเกต การอภิปรายและการ บันทึกลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งได้ออกแบบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของทักษะการ สร้างสรรค์และนวัตกรรม ผ่านมีการทำกิจกรรม โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ในการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 5 คน จากนั้นนักเรียนร่วมกันทำ กิจกรรมการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการกลุ่ม ได้แก่

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย เป็นกิจกรรม ที่ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบกระบวนการในการวางแผนและสร้างชุดไทเทรตอย่าง

เป็นระบบ โดยเริ่มจากการเลือกใช้อุปกรณ์อย่างง่ายที่ใช้แทนอุปกรณ์มาตรฐาน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันอภิปรายในหัวข้อเหตุผลที่เลือกใช้ ความเหมาะสมของการใช้งานและราคาในการเลือกอุปกรณ์อย่างง่ายแต่ละชิ้น จากนั้นออกแบบชิ้นงาน อย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีการอธิบายการสร้างชิ้นงาน การใช้งานแต่ละอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้อย่างละเอียดชัดเจน มีการนำเสนอชิ้นงานที่นักเรียนออกแบบและนำข้อคิดเห็นจากครูและเพื่อนต่างกลุ่มไปปรับปรุงการออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์จนได้แบบชิ้นงานที่เหมาะสม จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้างชิ้นงานตามที่นักเรียนออกแบบ และมีการทดลองใช้อุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการไหลของสารละลาย การรั่วซึมของอุปกรณ์ เมื่อพบข้อผิดพลาดนักเรียนต้องดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงชิ้นงานจนสามารถใช้งานได้ จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ใช้ในกิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่างน้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และกิจกรรมการหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในองค์ประกอบที่ 1 การคิดอย่างสร้างสรรค์ ที่กำหนดไว้ว่า นักเรียนต้องมีการใช้เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย เช่น การระดมความคิด การร่างไอเดีย การสร้างอินโฟกราฟฟิก การสร้างแผนผังความคิด และนำความคิดของสมาชิกในกลุ่มมาใช้ในการวางแผนการสร้างชุดไทเทรตที่แตกต่างจากเพื่อนกลุ่มอื่น และ องค์ประกอบที่ 2 การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ ที่กำหนดไว้ว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องมีการนำเสนอแนวคิดและเหตุผล การวางแผนสร้างชุดไทเทรต ด้วยการเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การยกตัวอย่าง การให้เหตุผล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และรวบรวมความคิดเห็นเหล่านั้นนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงผลงาน และต้องแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและมีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อเกิดปัญหาขึ้น นอกจากนี้ในกิจกรรมการสร้างชุดไทเทรตด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายได้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในองค์ประกอบที่ 3 การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ ที่กำหนดไว้ว่า นักเรียนต้องเลือกใช้อุปกรณ์แทนอุปกรณ์ไทเทรตกรด-เบสมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมมีงบประมาณในการสร้างที่น้อยกว่าชุดไทเทรตกรด-มาตรฐานร้อยละ 80 มีการวางแผนและพัฒนาชุดไทเทรตอย่างเป็นระบบ

การไทเทรตกรด-เบส

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมพัฒนาชุดอุปกรณ์กรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย
อุปกรณ์ที่ต้องใช้
 มีดโกนสามเหลี่ยมและเข็มแทงหลอดกระดาษ ๑ ชุด อุปกรณ์อย่างง่าย

จากการทดลองเรื่อง การเปรียบเทียบจุดยุติและจุดสมมูลจากการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดกับเบสแล้ว นักเรียนได้ทราบถึง ขั้นตอนในการไทเทรตด้วยอุปกรณ์มาตรฐาน ก็อุปกรณ์ที่มีนักเรียนสามารถทำได้เช่น โดยเมื่ออุปกรณ์มีราคาแพงนักเรียนสามารถทำอุปกรณ์อย่างง่ายได้ดัง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการไทเทรต

อุปกรณ์มาตรฐาน	เขียนชื่อและวาดรูปอุปกรณ์อย่างง่ายกว่า ๆ
บิวเรตต์ ใช้สำหรับวัดปริมาตรสารละลาย	หลอดแก้ว
	สว่านเจาะ
	ไฟร์

อุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้คือ บิวเรตต์ คือ ชนิด ปริมาตร มล. จากข้อมูลปริมาณ มล. ของสารละลายที่ใช้ทำบิวเรตต์นี้ เพราะ ขั้นตอนในการทำคือ.....

การไทเทรตกรด-เบส

อุปกรณ์ที่ใช้ในการไทเทรต ในชุดอุปกรณ์มาตรฐาน	เขียนชื่อและวาดรูปอุปกรณ์อย่างง่ายกว่า ๆ
ขวดรูปกรวย ใช้สำหรับใส่สารละลาย 	แก้วน้ำ
	ถ้วยตวง
	แก้วน้ำ

อุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้คือ ขวดรูปกรวย คือ ชนิด ปริมาตร มล. จากข้อมูลปริมาณ มล. ของสารละลายที่ใช้ทำบิวเรตต์นี้ เพราะ ขั้นตอนในการทำคือ.....

การไทเทรตกรด-เบส

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมพัฒนาชุดอุปกรณ์กรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย
อุปกรณ์ที่ต้องใช้
 มีดโกนสามเหลี่ยมและเข็มแทงหลอดกระดาษ ๑ ชุด อุปกรณ์อย่างง่าย


จากการทดลองเรื่อง การเปรียบเทียบจุดยุติและจุดสมมูลจากการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดกับเบสแล้ว นักเรียนได้ทราบถึง ขั้นตอนในการไทเทรตด้วยอุปกรณ์มาตรฐาน ก็อุปกรณ์ที่มีนักเรียนสามารถทำได้เช่น โดยเมื่ออุปกรณ์มีราคาแพงนักเรียนสามารถทำอุปกรณ์อย่างง่ายได้ดัง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการไทเทรต

อุปกรณ์มาตรฐาน	เขียนชื่อและวาดรูปอุปกรณ์อย่างง่ายกว่า ๆ
บิวเรตต์ ใช้สำหรับวัดปริมาตรสารละลาย	หลอดแก้ว
	หลอด
	หลอดตะกวด
	แผ่นซีดี

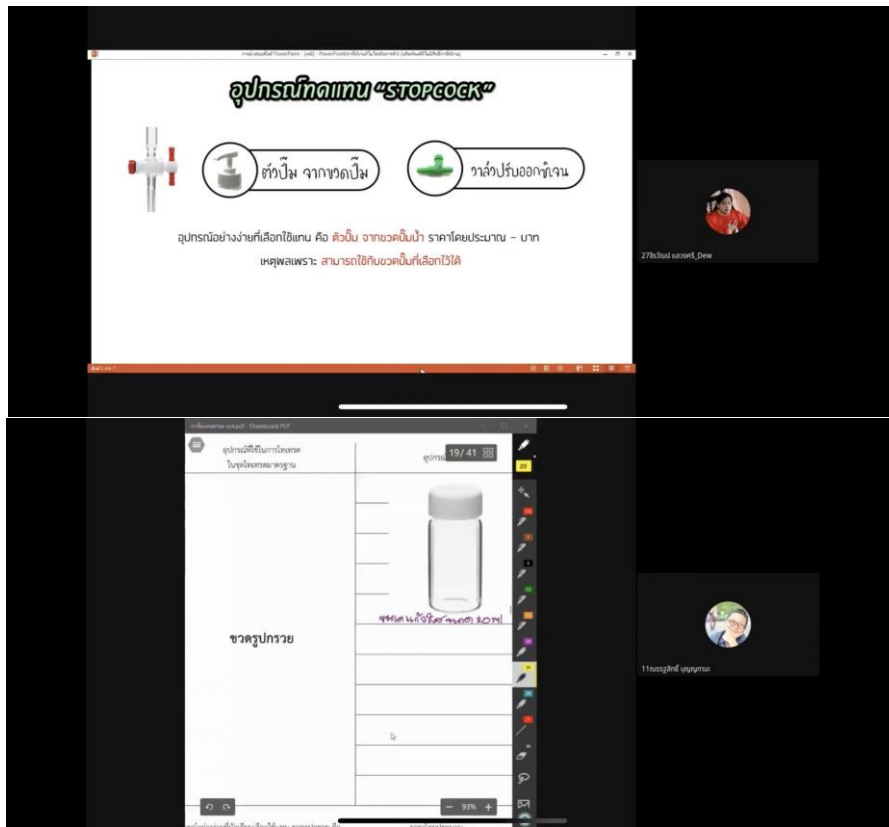
อุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้คือ บิวเรตต์ คือ ชนิด ปริมาตร มล. จากข้อมูลปริมาณ มล. ของสารละลายที่ใช้ทำบิวเรตต์นี้ เพราะ ขั้นตอนในการทำคือ.....

การไทเทรตกรด-เบส

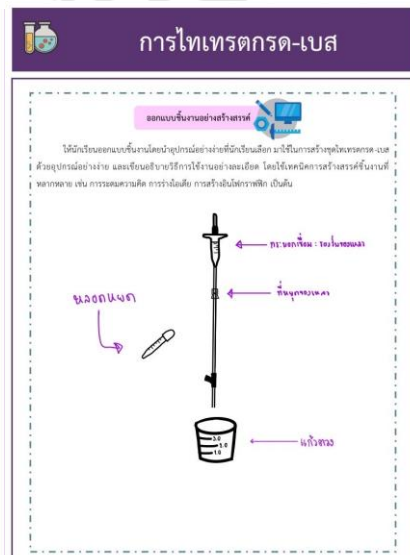
อุปกรณ์ที่ใช้ในการไทเทรต ในชุดอุปกรณ์มาตรฐาน	เขียนชื่อและวาดรูปอุปกรณ์อย่างง่ายกว่า ๆ
Stopcock ใช้สำหรับวัดปริมาตรสารละลายอย่างแม่นยำ 	ตราฉิ่ง ฝาปิดหลอด ทาสี
	กระดาษชำระ PVC
	ตราฉิ่ง ฝาปิด-ปิด สมบูรณ์
	ตราฉิ่งของแข็ง ขนาด 1/4 นิ้ว
	สีเงินวอร์น ตราฉิ่ง จากท่อเหล็ก ขนาด 1/4 นิ้ว

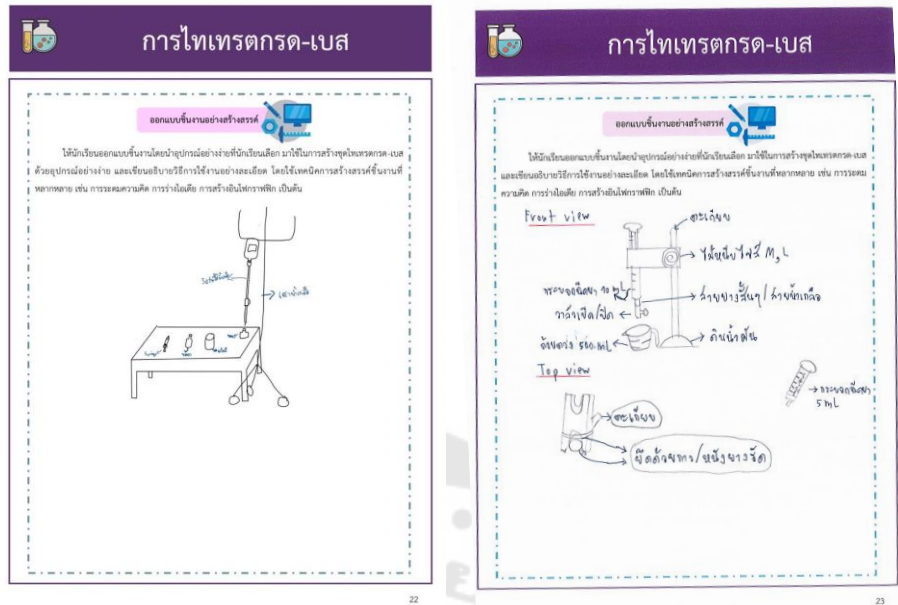
อุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้คือ stopcock คือ ชนิด ปริมาตร มล. จากข้อมูลปริมาณ มล. ของสารละลายที่ใช้ทำบิวเรตต์นี้ เพราะ ขั้นตอนในการทำคือ.....

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างอุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้แทนอุปกรณ์มาตรฐาน

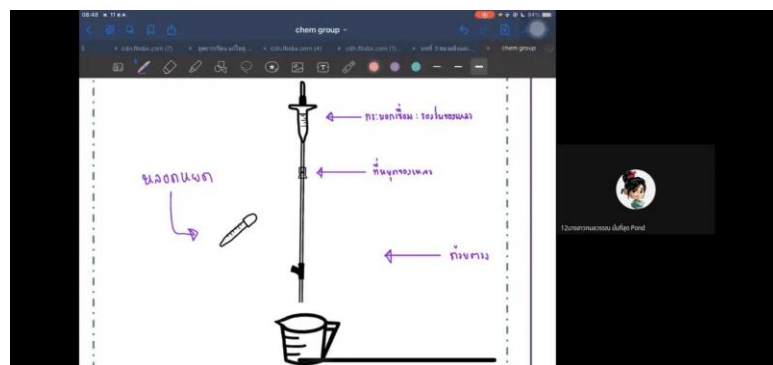
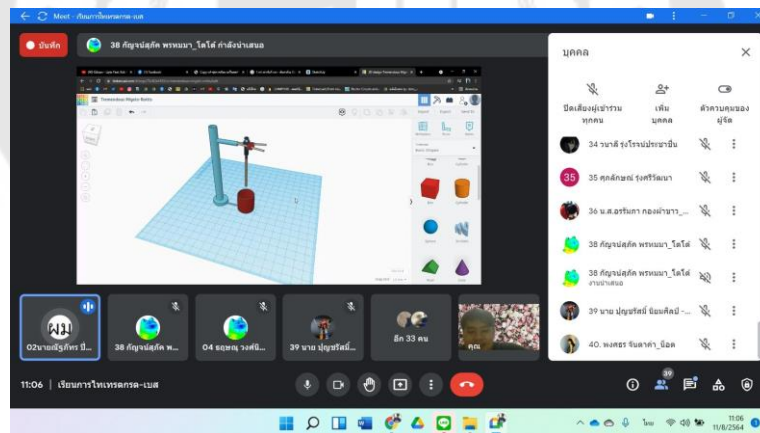


ภาพประกอบ 5 การนำเสนออุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนเลือกใช้แทนอุปกรณ์มาตรฐานกับเพื่อนนักเรียนต่างกลุ่ม





ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างอุปกรณ์อย่างง่ายที่นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบ



ภาพประกอบ 7 การนำเสนอชุดไทเทรตด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

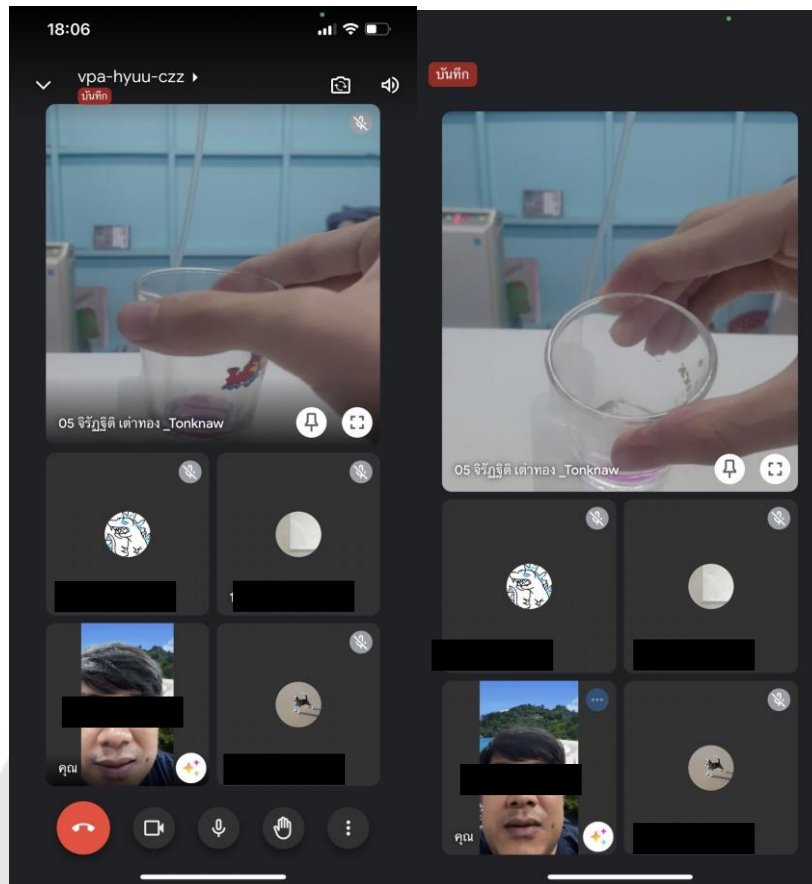
กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตระหว่าง น้ำส้มสายชูและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และกิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการหาความเข้มข้นของ สารละลายตัวอย่างน้ำยาล้างห้องน้ำ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนนำชุดไทเทรตด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายที่ นักเรียนพัฒนาขึ้นใช้ในการทำกิจกรรม ซึ่งในการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนต้อง ทำการทดลองและนำผลการกิจกรรมที่ได้มาอภิปราย และสรุปผลการทำกิจกรรมร่วมกัน นักเรียน ต้องอาศัยการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มของตนเองอย่างสร้างสรรค์ รับฟังความคิดของของ เพื่อนในกลุ่มและต่างกลุ่มของนักเรียน และในกิจกรรมที่ 3 นักเรียนต้องหาประสิทธิภาพของชุด ไทเทรตที่นักเรียนสร้างขึ้นเปรียบเทียบกับชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน การทำกิจกรรมที่ 2 และ 3 นี้ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในองค์ประกอบที่ 3 การสร้างนวัตกรรมให้ เกิดผลสำเร็จ ที่กำหนดไว้ว่า นักเรียนต้องเลือกใช้อุปกรณ์แทนอุปกรณ์ไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน ได้อย่างเหมาะสมจึงส่งผลให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีงบประมาณในการ สร้างชุดไทเทรตที่น้อยกว่าชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐานร้อยละ 80 มีการวางแผนพัฒนาชิ้นงานที่ นักเรียนสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ มีองค์ประกอบเหมือนชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน มีการทดลอง ใช้งาน ปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานที่นักเรียนสร้างให้สามารถใช้งานได้จริง จากนั้นทำกิจกรรมด้วย ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วตรวจสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับชุดไทเทรตกรด-เบส มาตรฐาน



ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ครูผู้สอนส่งให้นักเรียน



ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการทำกิจกรรมที่ 2 และกิจกรรมที่ 3 ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพประกอบ 10 การนำเสนอผลการอภิปรายการทำกิจกรรมที่ 2 และกิจกรรมที่ 3 ในชุดกิจกรรม
การเรียนรู้

นวัตกรรม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมจากแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิทวัส จำปาทอง (2562) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมเรื่อง สารละลายกรด-เบส ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ของไหลจุลภาคฐานกระดาษ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่า นิสิตครูที่เรียนด้วยกิจกรรมมีทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสูงขึ้น และงานวิจัยของ Chanthalangsonge Kongka (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาปฏิบัติการ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้การวิเคราะห์สีร่วมกับอุปกรณ์แบบฐานกระดาษเพื่อพัฒนามทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนิสิตระดับปริญญาตรี พบว่า นิสิตที่ทำปฏิบัติการในรายวิชาเคมี มีทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมมีคะแนนทักษะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางการนำชุดกิจกรรมดังกล่าวไปใช้ในการจัดการศึกษาต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้ที่สนใจสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น เช่น สมดุลเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยปรับสถานการณ์และรูปแบบวิธีการให้สอดคล้องกับเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ

1.2 ครูผู้สอนควรดูแลและแนะนำแนวทางนักเรียนตลอดการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อป้องกันการเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการศึกษาและวิจัยการพัฒนาด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ในทุก ๆ ด้าน เช่น ทักษะการสื่อสาร การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา เป็นต้น

บรรณานุกรม

- Chanthalangsone Kongka. (2563). การพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์แบบฐานกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี. ปริญญาโท (กศ.ม. (เคมี)) --มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2563.
- Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(2).181-197.
- Herman, J. L., P. R. Aschbacher & L. Winters. (1992). *A practical guide to alternative assessment*. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- McMills, L. N., Frazier & Barlag, Rebecca, . (2012). Comparing Mass and Volumetric Titrations in the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*. 89(7). 958-959.
- Partnership for 21st Century Skills. (2010). *P21's Frameworks for 21st Century Learning* <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- Soong, R., Agmata, K., Doyle, T., Jenne, A., Adamo, A., & Simpson, A. J. (2019). Rethinking a Timeless Titration Experimental Setup through Automation and Open-Source Robotic Technology: Making Titration Accessible for Students of All Abilities. *Journal of Chemical Education*. 96(7).1497-1501.
- กมลวรรณ ตั้งชนกานนท์. (2549). การประเมินตามสภาพจริง. *วารสารครุศาสตร์*. 34(3).1-13ปี
- กรมวิชาการ. (2545). *แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*: กรุงเทพฯ : กรม.
- กุลิสรา จิตรขญาวนิช. (2562). *การจัดการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกริก ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ : สถาพรบุ๊คส์.
- จิณห์ธัญญา นาคะเสนีย์, ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, และ พรพรรณ พรศิลป์. (2557). *การศึกษาแนว*

แนวคิดเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2563). กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี = Strategies for teaching chemistry.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศรี วงศ์รัตน์. (2560). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.

ณัฐฐา พวงไพโรจน์. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณินพนธ์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2560.

ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องพันธะเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.

ปรินญาณินพนธ์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์: กรุงเทพฯ :

ทบวงมหาวิทยาลัย.

นนท์ปวีธ กันเกล้า. (2560). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ (กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2560.

นรพนธ์ คนสูง. (2561). การพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อส่งเสริมแนวคิดทางเคมีและทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.

ปรินญาณินพนธ์ (กศ.ม.(เคมี)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561.

น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์. (2556). การพัฒนาแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามการรับรู้ของ

นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การประยุกต์ใช้แนวคิดการเข้าถึงคุณลักษณะที่มุ่งวัดของแบบสอบ. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญเกื้อ คอรวาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องการวัดประเมินการเรียนรู้.

กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล. (2559). การพัฒนาเทคนิคการไต่เทรตโดยใช้หลักการไม่โครสเกล สำหรับใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์. *Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University*. 10(2).18-36.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, และ โจมศรี ศรีบุญตาม. (2016). การศึกษามโนคติของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ. *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)*.
- พงศกร พรหมทา. (2561). การพัฒนากิจกรรมสติมิศึกษา เรื่องพันธะเคมี : ฝ่าฝ้ายกันน้ำ เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ปริญญาานิพนธ์ (วท. ม. (เคมี)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561.*
- พรธนี ลีกิจวัฒน์. (2555). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิเชษฐ เทบ่ารุ่ง. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พันธะเคมี ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 13(2). 95-108
- เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล : โปรตีนและลิพิดเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ปริญญาานิพนธ์ (กศ.ม. (เคมี))*, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัสสร ติตมา. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร
- รุ่งนภา เชียงอุบล. (2555). การพัฒนาแนวคิดเรื่องกรดและเบสของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์. In พ. พงศ์ประพันธ์ (Ed.):

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- รุ่งโรจน์ สมณิล, ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และ ปิยรัตน์ ศรีวิไล. (2564). การพัฒนาแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัย
ศรีปทุม. 16,1881-1890
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอน - มิติใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โอเดียนส
โตร์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒผล. (2562). การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม: กรุงเทพมหานคร:
ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- วิวัฒน์ จำปาทอง. (2562). การพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ของไหล
จุลภาคฐานกระดาษเรื่อง สารละลายกรด-เบส เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และ
นวัตกรรมสำหรับนิสิตวิชาชีพครู. ปรินญานิพนธ์ (กศ.ม.(เคมี)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ, 2562.
- วิภาวี ทะนานทอง. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรม STEAM วิชาพื้นฐานเคมี เรื่องปฏิกิริยาเคมี เพื่อ
ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.
ปรินญานิพนธ์ (กศ.ม. (เคมี)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561.
- วิโรจน์ สารรัตน์. (2556). กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษากรณีทัศนะต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21.
กรุงเทพฯ: หจก.ทิพย์วิสุทธิ
- วิไลภรณ์ ฝูยพรม. (2550). การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุ
สารประกอบ และปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมารีวิทยา จังหวัด
ศรีสะเกษ. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วีระ ไทยพานิช. (2529). 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรายุทธ ชาญนกร. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
แห่งชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 31.1871-1877.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). การประเมินตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ: บริหาร
กราฟฟิค.

- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง (พ.ศ.2560-2564)**. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานปฏิรูปการศึกษา, และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). **แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). **นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาพ ตาเมือง, กานต์ตะวัน วุฒิสเสลา, และ ศักดิ์ศรี สุภาจร. (2560). **ชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนต้นทุนต่ำเพื่อสนับสนุนความเข้าใจมนต์ เรื่อง สมดุลเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**.
- สุรุจิรา บุญเลิศ. (2557). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนเรื่อง สารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(1).37-44.
- สุวิสาห์ จรัสกมลพงศ์. (2563). **รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาวิชาชีพครูในการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 31(2), 52-63.
- อารีชีชะ ดินอะ. (2559). **ชุดการไทเทรตอย่างง่ายแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำสำหรับปฏิบัติการระดับไมโครในห้องเรียน**. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 7(3).424-436





ภาคผนวก ก



หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้ร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G-066/2564E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาย รุ่งโรจน์ สมนิล

สังกัด: คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้ร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 มีนาคม 2564
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 มีนาคม 2564
3. เอกสารชี้แจงผู้ร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 มีนาคม 2564
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 มีนาคม 2564

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-066/2564

วันที่ให้การรับรอง : 02/03/2564

วันหมดอายุใบรับรอง : 02/03/2565



ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

2 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอแจ้งผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G-066/2564E

เรียน นาย รุ่งโรจน์ สมณิล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-066/2564

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การโตเทรตรด-บส เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 066/2564E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2564 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-066/2564
Date of Approval	2 มีนาคม 2564 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	2 มีนาคม 2565
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 2 มีนาคม 2565)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-066/2564) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุรพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/162

วันที่ 26 มกราคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายรุ่งโรจน์ สมนิล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลละออ รัตนวิมานวงศ์ และอาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พินทอง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และอาจารย์ ดร.จิตติรัตน์ แม้นทิม เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป และสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร. 061 942 1464

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายรุ่งโรจน์ สมนิล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ศาสตราจารย์ ดร.เอกปัญญาสกุล

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8718/161



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

26 มกราคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีทุ่งสง

เนื่องด้วย นายรุ่งโรจน์ สมนิล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ธีรพล ชนะภัย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 2) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายรุ่งโรจน์ สมนิล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 942 1464

ที่ อว 8718/994



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

7 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา

เนื่องด้วย นายรุ่งโรจน์ สมณิล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ เรื่อง “การไทเทรตกรด-เบส” 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “การไทเทรตกรด-เบส” และ 3) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรื่อง “การไทเทรตกรด-เบส” และแบบประเมินทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรม” กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 6 เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่ห้องศูนย์วิทยาศาสตร์ (421) และห้องปฏิบัติการเคมี (422) ระหว่างเดือนมิถุนายน 2564 ถึงเดือนกรกฎาคม 2564 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงาน ในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 942 1465



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवलละออ รัตนวิมานวงศ์	อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง	อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ แม้นทิม	อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
คุณครูธีรพล ชนะภัย	ครูชำนาญการ โรงเรียนสตรีทุ่งสง





ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.2 เนื้อหาถูกต้องและครบถ้วน	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.3 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3.2 การใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.3 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.4 ภาษาที่ใช้ถูกต้อง	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
ด้านการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม						
4.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการคิดอย่างสร้างสรรค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.3 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 11 ค่าแนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส (60 คะแนน)	ผลการประเมิน (ผ่าน ≥ 30 คะแนน)
1	48	ผ่าน
2	34	ผ่าน
3	49	ผ่าน
4	53	ผ่าน
5	45	ผ่าน
6	49	ผ่าน
7	54	ผ่าน
8	57	ผ่าน
9	40	ผ่าน
10	42	ผ่าน
11	51	ผ่าน
12	45	ผ่าน
13	47	ผ่าน
14	54	ผ่าน
15	44	ผ่าน
\bar{x}	47.47	
S.D.	6.07	
จำนวนนักเรียนที่สอบผ่าน	15	
ร้อยละของนักเรียนที่สอบผ่าน	100	

ตาราง 12 ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส (60 คะแนน)	ผลการประเมิน (ผ่าน \geq 30 คะแนน)
1	37	ผ่าน
2	47	ผ่าน
3	49	ผ่าน
4	45	ผ่าน
5	51	ผ่าน
6	48	ผ่าน
7	50	ผ่าน
8	41	ผ่าน
9	55	ผ่าน
10	49	ผ่าน
11	52	ผ่าน
12	52	ผ่าน
13	47	ผ่าน
14	45	ผ่าน
15	42	ผ่าน
16	53	ผ่าน
17	46	ผ่าน
18	50	ผ่าน
19	57	ผ่าน
20	49	ผ่าน
21	51	ผ่าน
22	52	ผ่าน
23	51	ผ่าน

ตาราง 12 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส (60 คะแนน)	ผลการประเมิน (ผ่าน ≥ 30 คะแนน)
24	54	ผ่าน
25	58	ผ่าน
26	56	ผ่าน
27	51	ผ่าน
28	39	ผ่าน
29	51	ผ่าน
30	46	ผ่าน
31	50	ผ่าน
32	49	ผ่าน
33	53	ผ่าน
34	39	ผ่าน
35	52	ผ่าน
36	55	ผ่าน
37	58	ผ่าน
38	46	ผ่าน
39	52	ผ่าน
\bar{X}	49.44	
S.D.	5.10	
จำนวนนักเรียนที่สอบผ่าน	39	
ร้อยละของนักเรียนที่สอบผ่าน	100	

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	-1	1	0.33	ปรับปรุง
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	0	+1	0	1	0.33	ปรับปรุง
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	-1	1	0.33	ปรับปรุง
10	+1	+1	-1	1	0.33	ปรับปรุง
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	0	+1	0	1	0.33	ปรับปรุง
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
25	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
1	0.57	0.48	พอเหมาะ จำแนกได้	✓
2	0.80	0.51	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
3	0.70	0.43	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
4	0.60	0.47	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
5	0.73	0.57	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
6	0.80	0.47	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
7	0.40	0.63	พอเหมาะ จำแนกได้	✓
8	0.77	0.51	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
9	0.80	0.56	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
10	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
11	0.67	0.12	ค่อนข้างง่าย จำแนกไม่ได้	
12	0.47	0.64	พอเหมาะ จำแนกได้	✓
13	0.53	0.16	พอเหมาะ จำแนกไม่ได้	
14	0.60	0.63	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
15	0.70	0.48	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
16	0.67	0.09	ค่อนข้างง่าย จำแนกไม่ได้	
17	0.77	0.42	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
18	0.80	0.42	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
19	0.73	0.61	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
20	0.73	0.42	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
21	0.77	0.45	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
22	0.47	0.70	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
23	0.73	0.57	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
24	0.67	0.72	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
25	0.77	0.59	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
26	0.20	-0.02	ค่อนข้างยาก จำแนกไม่ได้	
27	0.77	0.45	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	✓
28	0.57	0.32	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้	
29	0.83	0.50	ง่ายมาก จำแนกได้	
30	0.70	0.44	จำแนกได้ จำแนกได้	✓

หมายเหตุ

แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42 - 0.70 ซึ่งการคัดเลือกแบบวัดแนวคิดนี้นอกจากจะพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่เป็นไปตามเกณฑ์ ผู้วิจัยยังคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย โดยแบบวัดแนวคิดที่คัดเลือกไว้มีจำนวนทั้งหมด 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) โดยคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค โดยค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.90

ตาราง 15 คะแนนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ก่อนและหลัง
การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	การแปลผล	คะแนนหลังเรียน	การแปลผล
1	8	ไม่ผ่านเกณฑ์	37	ผ่านเกณฑ์
2	18	ไม่ผ่านเกณฑ์	47	ผ่านเกณฑ์
3	5	ไม่ผ่านเกณฑ์	49	ผ่านเกณฑ์
4	4	ไม่ผ่านเกณฑ์	45	ผ่านเกณฑ์
5	9	ไม่ผ่านเกณฑ์	51	ผ่านเกณฑ์
6	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	48	ผ่านเกณฑ์
7	20	ไม่ผ่านเกณฑ์	50	ผ่านเกณฑ์
8	4	ไม่ผ่านเกณฑ์	41	ผ่านเกณฑ์
9	11	ไม่ผ่านเกณฑ์	55	ผ่านเกณฑ์
10	6	ไม่ผ่านเกณฑ์	49	ผ่านเกณฑ์
11	5	ไม่ผ่านเกณฑ์	52	ผ่านเกณฑ์
12	8	ไม่ผ่านเกณฑ์	52	ผ่านเกณฑ์
13	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	47	ผ่านเกณฑ์
14	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	45	ผ่านเกณฑ์
15	6	ไม่ผ่านเกณฑ์	42	ผ่านเกณฑ์
16	9	ไม่ผ่านเกณฑ์	53	ผ่านเกณฑ์
17	4	ไม่ผ่านเกณฑ์	46	ผ่านเกณฑ์
18	6	ไม่ผ่านเกณฑ์	50	ผ่านเกณฑ์
19	19	ไม่ผ่านเกณฑ์	57	ผ่านเกณฑ์
20	6	ไม่ผ่านเกณฑ์	49	ผ่านเกณฑ์
21	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	51	ผ่านเกณฑ์
22	8	ไม่ผ่านเกณฑ์	52	ผ่านเกณฑ์
23	8	ไม่ผ่านเกณฑ์	51	ผ่านเกณฑ์
24	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	54	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	การแปลผล	คะแนนหลังเรียน	การแปลผล
25	9	ไม่ผ่านเกณฑ์	58	ผ่านเกณฑ์
26	12	ไม่ผ่านเกณฑ์	56	ผ่านเกณฑ์
27	2	ไม่ผ่านเกณฑ์	51	ผ่านเกณฑ์
28	3	ไม่ผ่านเกณฑ์	39	ผ่านเกณฑ์
29	9	ไม่ผ่านเกณฑ์	51	ผ่านเกณฑ์
30	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	46	ผ่านเกณฑ์
31	30	ผ่านเกณฑ์	50	ผ่านเกณฑ์
32	9	ไม่ผ่านเกณฑ์	49	ผ่านเกณฑ์
33	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	53	ผ่านเกณฑ์
34	0	ไม่ผ่านเกณฑ์	39	ผ่านเกณฑ์
35	4	ไม่ผ่านเกณฑ์	52	ผ่านเกณฑ์
36	17	ไม่ผ่านเกณฑ์	55	ผ่านเกณฑ์
37	19	ไม่ผ่านเกณฑ์	58	ผ่านเกณฑ์
38	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	46	ผ่านเกณฑ์
39	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	52	ผ่านเกณฑ์
\bar{X}	8.74		49.44	
S.D.	5.83		5.10	
ร้อยละของ คะแนน	14.57		82.40	

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1.การคิดอย่างสร้างสรรค์						
1.1 มีการใช้เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย เช่น การระดมความคิด การร่างไอเดีย การสร้างอินโฟกราฟฟิก การสร้างแผนผังความคิด และนำความคิดของสมาชิกในกลุ่มมาใช้ในการวางแผนการสร้าง ชุดไทม์เรคอร์ด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย อย่างน้อย 2 เทคนิคขึ้นไป	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
1.2 สร้างชุดไทม์เรคอร์ด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายที่แตกต่างจากเพื่อนกลุ่มอื่น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์						
2.1 มีการนำเสนอแนวคิดและเหตุผลการวางแผนสร้างชุดไทม์เรคอร์ด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การยกตัวอย่าง การให้เหตุผล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.2 มีการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และรวบรวมความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงผลงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.3 แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและมีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อเกิดปัญหาขึ้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ						
3.1 การวางแผนการพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ						
3.1.1 นักเรียนมีการเลือกใช้อุปกรณ์แทนอุปกรณ์ไทม์เรคอร์ด-เบสมาตรฐานได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.1.2 ชุดไทม์เรคอร์ด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายมีงบประมาณในการสร้างที่น้อยกว่าชุดไทม์เรคอร์ด-มาตรฐาน(2,590 บาท) ร้อยละ 80	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
3.1.3 นักเรียนมีการวางแผนพัฒนาชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายอย่างเป็นระบบ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.2 การพัฒนานวัตกรรมและประเมินนวัตกรรมระหว่างการพัฒนา						
3.2.1 สร้างชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่าย ได้ครบองค์ประกอบเหมือนชุดไทเทรตกรด-เบสมาตรฐาน และสามารถใช้งานได้จริง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.2.2 ชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายมีประสิทธิภาพในการใช้งานใกล้เคียงกับชุดไทเทรตกรด-เบส มาตรฐาน มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนต่างกันไม่เกินร้อยละ 10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
การปรับปรุงแก้ไขจุดที่บกพร่องของนวัตกรรม						
3.2.3 มีการนำชุดไทเทรตกรด-เบสด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายมาปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 คะแนนเฉลี่ยการประเมินทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มที่	1	2	3	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	การแปลผล
1	38	38	38	38.00	86.36	ดีมาก
2	36	37	37	36.67	83.34	ดีมาก
3	38	37	38	37.67	85.61	ดีมาก
4	40	38	41	39.67	90.16	ดีมาก
5	41	40	40	40.33	92.66	ดีมาก
6	38	39	39	38.67	87.89	ดีมาก
7	41	40	40	40.33	92.66	ดีมาก
8	38	37	39	38.00	86.36	ดีมาก



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	รุ่งโรจน์ สมณิด
วัน เดือน ปี เกิด	14 กรกฎาคม 2534
สถานที่เกิด	ประจวบคีรีขันธ์
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2557 การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-เคมี จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	234/5 หมู่ 9 ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ รหัสไปรษณีย์ 77000

