



การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการใช้
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY KITS EMPHASIZING LEARNING
TOGETHER TECHNIQUE TO ENHANCE SCIENCE EQUIPMENT SKILLS AND
TEAMWORK ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS

พิชญ์า เจริญผล

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาศักยภาพปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมทักษะ
การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY KITS EMPHASIZING LEARNING
TOGETHER TECHNIQUE TO ENHANCE SCIENCE EQUIPMENT SKILLS AND
TEAMWORK ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Educational Science & Learning Management)

Faculty of Education Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการใช้
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ

พิชญา เจริญผล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	พิชญา เจริญผล
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน และ 2) เพื่อศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ คือ 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน 3) แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบค่าที (t-test for one sample, t-test for dependent samples) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีการวัดซ้ำ (one way ANOVA repeated measures) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน มีพัฒนาการของความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์, เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน, ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์, ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

Title	DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY KITS EMPHASIZING LEARNING TOGETHER TECHNIQUE TO ENHANCE SCIENCE EQUIPMENT SKILLS AND TEAMWORK ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS
Author	PITCHAYA CHAROENPON
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Associate Professor Sunee Haemaprasith , Ed.D.

The purposes of this study were 1) to construct science laboratory kits with an emphasis on the learning together technique; and 2) to study the effects of the science laboratory kits emphasizing the learning together technique. The research design was a one-group pretest posttest design and one-group repeated measured design. The samples consisted of forty seventh grade students in the first semester of the 2018 academic year at Mathayomwatsing school. The sample in this study was selected by cluster random sampling. The instruments used in this research included the following : 1) the science laboratory kits emphasized the learning together technique; 2) the lesson plans emphasized the learning together technique; 3) the evaluation forms of science equipment skills; and 4) the evaluation forms of teamwork ability. The hypotheses were tested by t-test for one sample, t-test for dependent samples and one way ANOVA repeated measures. The results of this study were as follows: students who learned through science laboratory kits that emphasized the learning together technique had science equipment skills which were higher than before learning at a .01 level of significance and science equipment skills higher than the criteria (65%) at a .01 level of significance. In addition, students who learned through science laboratory kits emphasizing the learning together technique had demonstrated progress in teamwork ability at a .01 level of significance.

Keyword : science laboratory kits, science equipment skills, teamwork ability, learning together technique

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ทุกขั้นตอนจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ฐศรี วงศ์รัตนะ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์และอาจารย์ ดร. เกริก ศักดิ์สุภาพ ที่เป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ซึ่งได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์และทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน คือ อาจารย์ ดร. วันเพ็ญ ประทุมทอง ครูกัลยา มีความดี ครูปัทมาพร พันธุ์ชัย ครูผาณิต เข้าวพานิช ครูสมศรี พรหมคช ครูพรรณทิพา วิไลพรหม และครูกุลกันยา กระจับเงิน ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการสร้างเครื่องมือวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ ดร.บุญยพงศ์ โพธิ์วัฒนธำ ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ และคณะครูโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยช่วยเหลือและคอยให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

ขอขอบใจนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ทุกคนที่ให้ความร่วมมือและตั้งใจในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พิชญา เจริญผล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	4
ตัวแปรที่ศึกษา	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
สมมติฐานในการวิจัย.....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์.....	13
1.1 ความหมายของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	13

1.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ	14
1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ	15
1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ	15
1.5 ขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการ	19
1.6 บทบาทของครู	24
1.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ	24
1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ	27
2.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ	27
2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ	27
2.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ	28
2.4 ข้อดีของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ	34
2.5 การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน	34
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	45
3.1 ความหมายของทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	45
3.2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน	45
3.3 การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ	55
3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม	62
4.1 ความหมายของความสามารถในการทำงานเป็นทีม	62
4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการทำงานเป็นทีม	62
4.3 การทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ	69

4.4 แนวทางการวัดและประเมินผลของความสามารถในการทำงานเป็นทีม.....	70
4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	71
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	74
ระยะที่ 1 การเตรียมการ.....	74
ระยะที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	74
ระยะที่ 3 การดำเนินการวิจัย	86
ประชากร	86
กลุ่มตัวอย่าง	86
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	86
แบบแผนการวิจัย	86
ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	87
ระยะที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล	89
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	90
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	90
ตอนที่ 1 ผลการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน	91
ตอนที่ 2 ผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่ส่งเสริมทักษะการ ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีมในประเด็นต่าง ๆ	92
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	99
สรุปผลการวิจัย.....	101
อภิปรายผลการวิจัย	101
ข้อเสนอแนะ	104
1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้	104
2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	105

บรรณานุกรม	106
ภาคผนวก.....	111
ประวัติผู้เขียน.....	169



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการของนักการศึกษา	18
ตาราง 2 เปรียบเทียบขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการของนักการศึกษา	23
ตาราง 3 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) ของนักการศึกษา.....	40
ตาราง 4 เปรียบเทียบองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมของนักการศึกษา	68
ตาราง 5 ชื่อกิจกรรมในบทปฏิบัติการ	75
ตาราง 6 พฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์.....	78
ตาราง 7 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest design	86
ตาราง 8 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Repeated Measures design	87
ตาราง 9 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กิจกรรม ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ต้องพัฒนา และเวลาที่ใช้.....	88
ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละบทปฏิบัติการ	91
ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน.....	92
ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)	94
ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเรียนบทปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3.....	96
ตาราง 14 รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	113

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าดัชนีความสอดคล้อง ของผู้ประเมิน (RAI) ของแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์.....	121
ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (t) ของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม	122
ตาราง 17 คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน.....	124
ตาราง 18 คะแนนพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน	130
ตาราง 19 ตรวจสอบ Normality ของการประเมินพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีม	132
ตาราง 20 Mauchly's Test of Sphericity ของการประเมินพัฒนาความสามารถในการทำงาน เป็นทีม	132

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	11
ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ	42
ภาพประกอบ 3 พัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระหว่างเรียน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันในภาพรวม	97
ภาพประกอบ 4 พัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันรายด้าน	98



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, น. 72) หัวใจของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากทำให้นักเรียนเข้าใจและสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องแล้ว ยังต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง ฝึกการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542, น. 9) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมีความสำคัญเป็นอย่างมาก อย่างน้อยนักเรียนจำเป็นต้องรู้จักและมีทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว เนื่องจากบริบทของวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาสาระที่ควบคู่ไปกับกิจกรรมการทดลอง นักเรียนจึงต้องมีความรู้และทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไปด้วยกัน จึงจะถือว่าประสบความสำเร็จทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งครูต้องสอนให้นักเรียนมีทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและการเก็บรักษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (ธีรวดี หังสเนตร, 2557, น. 87)

จากการที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูโรงเรียนต่าง ๆ จำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ พบว่านักเรียนจำนวนหนึ่งยังขาดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

บางชนิด เช่น ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ทักษะการใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น หรือทักษะการใช้เครื่องชั่ง โดยปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ คือ นักเรียนสามารถระบุชื่อของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้แต่เมื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองแล้วนักเรียนยังใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เหล่านี้ไม่ถูกต้อง หรือมีความเข้าใจผิดในวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์บางขั้นตอน และนักเรียนยังขาดความระมัดระวัง หรือการเก็บรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ มีโอกาสสัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีโอกาสปฏิบัติการร่วมกันในขณะทำการทดลอง (กานต์วิ ใจงาม, 2545, น. 24; จันทร์จิรา เทพดนตรี, 2558, น. 10; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, น. 361; ทวิข แจ่มจำรัส, 2545, น. 24) และการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดของครู เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประสบการณ์ตรง โดยการทำการทดลองซึ่งเป็นการฝึกใช้ทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาปฏิบัติ ผ่านกระบวนการสังเกต การทดลอง ภายใต้ข้อกำหนด โดยกิจกรรมการทดลองจะปฏิบัติเป็นรายบุคคล หรือปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ (Hofstein & Lunetta, 2003, p. 35; กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524, น. 86; บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 68) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของ วารีย์ บุญลือ (2550, น. 69-70) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทวิข แจ่มจำรัส (2545, น. 75-78) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75 จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ซึ่งถือเป็นทักษะที่สำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถส่งผลให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้

การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ๓-๕ คน ความสามารถ โดยนักเรียนแบ่งหน้าที่กันทำงานและช่วยเหลือกันจนงานกลุ่มสำเร็จ เหมาะสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน เช่น

การปฏิบัติการทดลอง เพื่อปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Adams, 2013, p. 12; กุณฐรี เพ็ชรทวีพรเดช, 2550, น. 99; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, น. 149-150) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) ของอรธума คำประกอบ (2551, น. 90) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสวรส ผลเล็ก (2550, น. 70-73) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 เทคนิค มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการทำงานกลุ่มได้ เพราะนักเรียนมีโอกาสได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักการช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้ผลงานกลุ่มสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นถ้าผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) ก็ต้องสามารถส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้เช่นกัน

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานครซึ่งผู้วิจัยต้องการศึกษาว่าเมื่อนำบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เข้าไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแล้ว จะช่วยส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมให้ดีขึ้น ทั้งนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือในรายวิชาอื่น ๆ ในการจัดหาวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อนวัตกรรมที่เน้นการทำงานร่วมกัน และการลงมือปฏิบัติจริงของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน
2. เพื่อศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่ส่งผลต่อนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

2.2 ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ความสำคัญของการวิจัย

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้

2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสามารถส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้ที่สนใจสามารถนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไปปรับใช้ให้เหมาะสมในระดับชั้นอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 79 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 มีจำนวนนักเรียน 40 คน ที่ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ซึ่งบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 3 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1) การใช้กล้องจุลทรรศน์ 2) การใช้เครื่องชั่ง 3) การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น โดยในแต่ละบทปฏิบัติการจะดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน คือ การสร้างความสนใจ และแรงจูงใจในการทำการทดลอง โดยใช้สื่อการเรียนรู้ เช่น ภาพ วิดีโอ เป็นต้น พร้อมทั้งตั้งคำถามประกอบเพื่อตรวจสอบและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน

2) ขั้นการให้ความรู้พื้นฐาน คือ ครูแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยการบรรยายประกอบการสาธิตขั้นตอนการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ละชนิดอย่างละเอียด จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการขอตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มกลุ่มละ 1 คน ออกมาลองใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ละชนิด แล้วแจกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทุกคน พร้อมทั้งแจกการใช้บทปฏิบัติการแต่ละบท

3) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลองพร้อมอธิบายเนื้อหาความรู้ ทฤษฎีที่เชื่อมโยงกับกิจกรรมการทดลองให้นักเรียนเข้าใจพอสังเขป

3.2 ครูชี้แจงกติกาการประเมินผลท้ายชั่วโมงให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน พร้อมให้นักเรียนร่วมกันวางแผน แบ่งบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน โดยการทำกิจกรรมการทดลองจะมีบทบาทหน้าที่ทั้งหมด 5 ฝ่าย ได้แก่ 1) ฝ่ายชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรม 2) ฝ่ายเตรียม

อุปกรณ์ 3) ฝายลงมือปฏิบัติการ 4) ฝายจดบันทึกผล และ 5) ฝายตรวจสอบผล ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะต้องหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันปฏิบัติกิจกรรมการทดลองในครั้งถัดไป

3.4 ให้นักเรียนติดป้ายที่ครูเตรียมให้เพื่อบ่งบอกหน้าที่ของแต่ละคนภายในกลุ่ม

3.5 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งในระหว่างการทำปฏิบัติการทุกครั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ อย่างละเอียด โดยครูคอยสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาตลอดการปฏิบัติกิจกรรม

4) ขั้นสรุปและอภิปรายผล คือ นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลอง และวิธีการหรือขั้นตอนการใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย

5) ขั้นประเมินผล คือ ครูจัดกิจกรรมเพื่อทดสอบความรู้นักเรียน โดยการสุ่มหยิบบัตรหมายเลข 1-5 ถ้าตรงกับหมายเลขใดให้ตัวแทนหมายเลขนั้นของแต่ละกลุ่มออกมาแข่งขันกันแสดงวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่เรียนไปในชั่วโมงนั้น หากตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดสามารถทำได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุดจะได้ดาวโบนัสติดที่บอร์ด The star สะสมดาว ดังนี้ ลำดับที่ 1 ได้ 5 ดาว ลำดับที่ 2 ได้ 3 ดาว และลำดับที่ 3 ได้ 1 ดาว

2. คู่มือประกอบการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง สื่อการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) และเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนทำบทปฏิบัติการ ประกอบด้วย 3 หน่วยย่อย ได้แก่ 1) การใช้กล้องจุลทรรศน์ 2) การใช้เครื่องชั่ง และ 3) การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น โดยแต่ละหน่วยย่อยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ใบความรู้ ใบกิจกรรมพร้อมเฉลย บทปฏิบัติการที่ประกอบไปด้วย 1) คำนำ 2) คำชี้แจง 3) แนวคำตอบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม และ 4) แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ

3. ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วจนเกิดความชำนาญ และคำนึงถึงความปลอดภัยของการปฏิบัติการทดลองทั้งต่อตนเองและเพื่อนในกลุ่ม รวมถึงการเก็บรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติรายบุคคล มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ซึ่งประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

1. ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง เช่น การถือกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องโดยมือด้านหนึ่งจับที่แขนของกล้อง ส่วนมืออีกด้านหนึ่งรองบริเวณฐานของกล้อง ใช้งานกล้องจุลทรรศน์โดยเริ่มต้นที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุด ปรับความคมชัดของภาพ โดยปรับปุ่มภาพหยาบเพื่อหาตำแหน่งภาพ จากนั้นปรับปุ่มปรับภาพละเอียด เพื่อให้ภาพชัดเจนขึ้น หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยปรับแท่นวางวัตถุอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายต่ำสุด ปิดไฟและพันสายไฟให้เรียบร้อย

2. ทักษะการเตรียมสไลด์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเตรียมสไลด์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยตรวจสอบความสมบูรณ์ เช็ดทำความสะอาดกระจกสไลด์ และจำนวนแผ่นปิดสไลด์ก่อนการทดลอง ต้องตัดตัวอย่างที่ศึกษาเป็นชิ้นเล็กบาง ๆ วางแผ่นปิดสไลด์ไม่ให้มีฟองอากาศ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยทั้งตัวอย่างและแผ่นปิดสไลด์ลงในถังขยะ ล้างกระจกสไลด์ให้สะอาด เช็ดให้แห้งและเก็บใส่กล่อง

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การใช้เครื่องชั่ง

1. ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนใช้เครื่องชั่งสปริงได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการตรวจสอบปุ่มโลหะให้อยู่ในขีดเริ่มต้น และตรวจสอบความสมบูรณ์ของสปริง จับเครื่องชั่งสปริงในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยใช้มือจับที่ห่วงด้านบนของเครื่องชั่งสปริง การอ่านขนาดของแรงปฏิกิริยาบนเครื่องชั่งสปริงอยู่ระดับสายตา หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยเก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย

2. ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียวได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการปรับศูนย์ของเครื่องชั่งก่อนการใช้ ต้องเลื่อนลูกตุ้มน้ำหนักทุกอันไปที่ศูนย์ ในการชั่งต้องเลื่อนตุ้มน้ำหนักทีละหน่วยจนกว่าคานของเครื่องชั่งจะชี้ที่เลขศูนย์พอดี อ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยนำภาชนะและสารลงจากเครื่องชั่ง และเลื่อนลูกตุ้มน้ำหนักทุกอันไปที่ศูนย์เหมือนเดิม

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น

1. ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้เทอร์มอมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการใช้มือจับที่ปลายด้านบนของแท่งเทอร์มอมิเตอร์ พลิกด้านที่มีสเกลตัวเลขเข้าหาตัวเอง ขณะวัดอุณหภูมิกระเปาะ

เทอร์มอมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ ขณะอ่านค่า อุณหภูมิสายตาต้องอยู่ระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยทำความสะอาด เช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่

2. ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยจัดวางชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ถูกต้อง และสังเกตความยาวของไส้ตะเกียงให้อยู่ในความยาวที่เหมาะสม ไม่จุดไฟก่อนจะเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม จุดไฟแล้วไม่นำตะเกียงแอลกอฮอล์ไปต่อกันโดยตรง หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยต้องดับตะเกียงแอลกอฮอล์ทันที โดยใช้ฝาครอบปิด

3. ทักษะการใช้หลอดหยดสาร หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลอดหยดสารได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการดูดสารต้องบีบจุกยางค้างไว้และจุ่มหลอดหยดสารลงในสารละลาย แล้วค่อย ๆ ปล่อยจุกยาง เพื่อให้สารละลายเข้ามาในหลอดหยดสาร ถือหลอดหยดสารโดยไม่หยาบมือ และบีบจุกยางให้สารละลายไหลอย่างสม่ำเสมอ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาด และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

4. ทักษะการใช้กระบอกตวง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบอกตวงได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว มีความระมัดระวัง โดยใช้ของเหลวที่ต้องการตวงให้มีปริมาตรน้อยกว่าที่ต้องการเล็กน้อย แล้วใช้หลอดหยดสารค่อย ๆ เติมเพื่อปรับปริมาตรให้พอดีที่ต้องการ ขณะอ่านปริมาตรให้ส่วนโค้งต่ำสุดของสารละลายอยู่ที่ระดับสายตา เทสารละลายโดยเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดทุกครั้งก่อนเก็บเข้าที่

5. ทักษะการใช้หลอดจีดยา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลอดจีดยาได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยก่อนดูดสารต้องดึงก้านหลอดจีดยาขึ้นและกดลง เพื่อไล่อากาศออกให้หมด แล้วจุ่มปลายหลอดจีดยาลงในสารละลายแล้วค่อย ๆ ดึงก้านหลอดจีดยาขึ้นตามปริมาตรที่ต้องการ โดยในหลอดจีดยาต้องไม่มีอากาศอยู่ การอ่านปริมาตรส่วนโค้งต่ำสุดของลูกยางตรงกับขีดปริมาตรที่ต้องการ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยทำความสะอาด เช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่

6. ทักษะการใช้บิวเรต หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้บิวเรตได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยเทสารละลายให้เกินขีดบอกปริมาตร และปล่อยสารละลายให้เต็มปลายบิวเรตส่วนล่าง โดยต้องไม่มีฟองอากาศในบิวเรต การหมุนก็อกใช้นิ้วชี้ นิ้วกลางประคองก็อก และใช้นิ้วโป้งบังคับการหมุนปิดเปิดของก็อก อ่านปริมาตรของสารละลายระดับสายตา หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าที่

7. ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้แท่งแก้วคนสารได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการใช้นิ้วมือจับที่ปลายด้านมนของแท่งแก้ว และใช้ปลายด้านแบนสำหรับคนสารไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและด้านข้างของภาชนะ คนสารละลายไปในทิศทางเดียวกัน หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดให้ดีให้แห้งเรียบร้อย

8. ทักษะการใช้ช้อนตักสาร หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ช้อนตักสารได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว มีความระมัดระวัง โดยเลือกขนาดของช้อนตักสารได้ถูกต้อง ใช้นิ้วจับที่บริเวณกลางด้ามของช้อนตักสาร ตักสารแต่ละครั้งต้องปาดผิวให้เรียบเพียงครั้งเดียว ไม่กดสาร หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดให้ดีให้แห้ง

5. ความสามารถในการทำงานเป็นทีม หมายถึง คะแนนความก้าวหน้าของพฤติกรรม การแสดงออกของนักเรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมการทดลองร่วมกัน เพื่อให้ได้ผลงานตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ประเมินโดยใช้การสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ฉบับ ตามผู้ที่ใช้การประเมิน ได้แก่ 1) นักเรียนประเมินตนเอง 2) นักเรียนประเมินเพื่อน และ 3) ครูประเมินนักเรียน ซึ่งแบบประเมินทั้ง 3 ฉบับใช้ข้อคำถามเหมือนกันในการประเมิน โดยผู้วิจัยจะพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียน 4 ด้าน ดังนี้

5.1 ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม หมายถึง สมาชิกทีมทุกคนร่วมกันวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่กัน ต้องรู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง ปฏิบัติงานหน้าที่ของตนเองที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ และผู้นำทีมต้องมีศักยภาพในการกระตุ้นและติดตามการทำงาน of สมาชิกทีม เพื่อนำพาทีมให้บรรลุเป้าหมายได้ที่กำหนดไว้

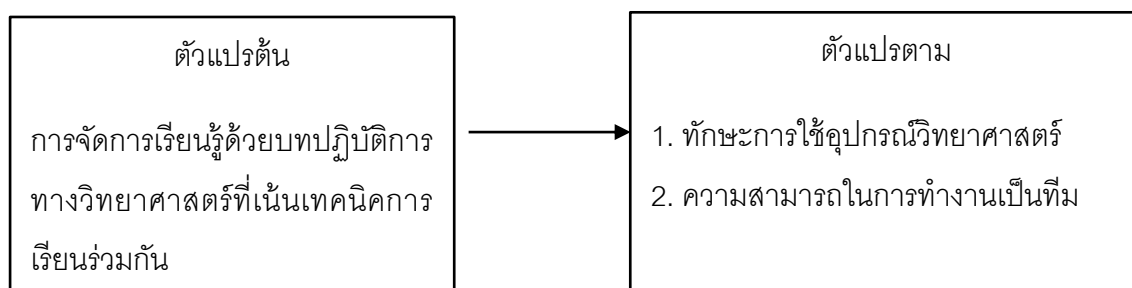
5.2 ด้านการทำงานร่วมกัน หมายถึง สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการวางแผนงาน เสนอและรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือกันด้วยความเต็มใจ เมื่อมีปัญหาระหว่างการทำงาน

5.3 ด้านความรับผิดชอบ หมายถึง สมาชิกทุกคนภายในทีมต้องเอาใจใส่ต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามเวลาที่กำหนดและมีคุณภาพ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน สมาชิกทุกคนร่วมกันยอมรับและแก้ปัญหา

5.4 ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน หมายถึง สมาชิกทุกคนไว้วางใจการทำงานของเพื่อนร่วมทีม เข้าใจความแตกต่างของเพื่อนแต่ละคน เชื่อกันว่าเพื่อนร่วมทีมมีความสามารถที่จะทำงานสำเร็จได้ ยอมรับว่าเพื่อนร่วมทีมทุกคนเป็นสมาชิกของทีม และทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะภาคปฏิบัติโดยการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ซึ่งจากงานวิจัยของทวิช แจ่มจรัส (2545, น. 86) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75 และงานวิจัยของอรอุมา คำประกอบ (2551, น. 90) พบว่าพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเรียนรู้ร่วมกันสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือขึ้น ที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบทปฏิบัติการผสมผสานกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เพื่อส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดดังแสดงในภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีพัฒนาการของความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 1.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ
 - 1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ
 - 1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ
 - 1.5 ขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการ
 - 1.6 บทบาทของครู
 - 1.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.3 ประเภทการจัดการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.4 ข้อดีของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.5 การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT)
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
 - 3.2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน
 - 3.3 การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
 - 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม

- 4.1 ความหมายของความสามารถในการทำงานเป็นทีม
- 4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการทำงานเป็นทีม
- 4.3 การทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.4 แนวทางการวัดและประเมินผลของความสามารถในการทำงานเป็นทีม
- 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลาย พอสรุปได้ว่าบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด โดยการสังเกต ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลองด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีโอกาสสัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีโอกาสปฏิบัติการร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง นอกจากนี้ นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระทางความคิดและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำปรึกษาตลอดการปฏิบัติการ (กานต์วี ใจงาม, 2545, น. 24; จันทรีจิรา เทพดนตรี, 2558, น. 10; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, น. 361; ทวีช แจ่มจำรัส, 2545, น. 24)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนปฏิบัติการรวมการเรียนรู้ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดของครู เป็นกระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรง เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือข้อเท็จจริง โดยการทำการทดลองซึ่งเป็นการฝึกใช้ทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาปฏิบัติ ผ่านกระบวนการสังเกต การทดลอง ภายใต้ข้อกำหนด โดยกิจกรรมการทดลองจะปฏิบัติเป็นรายบุคคล หรือปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ นอกจากนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนและครู และช่วยส่งเสริมทัศนคติที่ดีของนักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (Hofstein & Lunetta, 2003, p. 35; กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524, น. 86; บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 68)

จากความหมายของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คือ นวัตกรรมทางการศึกษาหรือชุดการสอนรูปแบบหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สามารถจัดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยได้ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ

1.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องมีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ พอสรุปได้ดังนี้

1.2.1 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ คือ การสอนให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ หรือการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (Hofstein & Lunetta, 2003, p. 35; กรมการฝึกหัดครู, 2531, น. 72-73; เกษม สูดหอม, บำรุง กลัดเจริญ, และ ทองเรียน อมรัชกุล, 2516, น. 200)

1.2.2 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ คือ มุ่งให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ผ่านกระบวนการปฏิบัติการทดลองเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม นักเรียนจะมีการจดจำที่ดี และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้ นอกจากนั้นยังปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความสนใจ ความมีใจกว้าง ความอยากรู้อยากเห็น และสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถทางสติปัญญา และความสามารถในการแก้ปัญหา (จันทร์จิรา เทพดนตรี, 2558, น. 10; ทวีช แจ่มจรัส, 2545, น. 25; ภาว เลหาไพบูลย์, 2542, น. 271)

จากจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้แบบปฏิบัติการข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมาย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากการลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง มุ่งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการปฏิบัติ เช่น การใช้อุปกรณ์การทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการที่นักการศึกษากล่าวไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ 3 รูปแบบดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, น. 169-170; วิมล สำราญวานิช, 2532, น. 80-81; สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2543, น. 87-88)

1.3.1 การทดลองตามบทปฏิบัติการ (Laboratory approach) คือ นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามข้อกำหนดในบทปฏิบัติการตามขั้นตอนที่ครูเตรียมไว้ เป็นบทปฏิบัติการที่หลักการหรือข้อเท็จจริงในบทเรียน และมุ่งฝึกทักษะปฏิบัติ เช่น ทักษะในการใช้เครื่องมือ โดยครูคอยดูแลนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม

1.3.2 การทดลองโดยมีการชี้แนะแนวทาง (Guided experiment) คือ การให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดมีโอกาสดำเนินการ ออกแบบการทดลอง และทำการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูคอยชี้แนะแนวทาง

1.3.3 การทดลองแท้จริง (Pure experiment) คือ การพัฒนาความคิดขั้นสูงของนักเรียน โดยบทปฏิบัติการจะเป็นในลักษณะให้นักเรียนกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างบทปฏิบัติการในรูปแบบการทดลองโดยมีการชี้แนะแนวทาง เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักเกิดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย และส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผน ออกแบบ และทำการทดลองร่วมกัน โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา

1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524, น. 87) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศและสร้างความสนใจ เป็นการพิจารณาธรรมชาติของงาน จุดมุ่งหมาย และการวางแผน ความเข้าใจแจ่มแจ้งในสิ่งที่จะทำ จะช่วยไม่ให้นักเรียนต้องเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์

2. ขั้นปฏิบัติการ นักเรียนทุกคนอาจทำงานปัญหาเดียวกัน หรือคนละปัญหาก็ได้ ในช่วงนี้จะเป็นการทำงานภายใต้การนิเทศ ความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดมอบหมายงานหรือเวลาในการทำงาน

3. ขั้นสรุปกิจกรรม อาจใช้การอภิปราย การรายงาน การจัดนิทรรศการผลงาน และอธิบาย เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือการค้นพบของนักเรียน

ดวงเดือน เทศวานิช (2530, น. 120) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ชี้นำ เป็นการนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดแรงจูงใจ ครูชี้แจงจุดมุ่งหมาย เสนอแนะสิ่งที่จะทำการทดลอง อธิบายวิธีการทดลอง หรือแจกคำแนะนำในการทดลอง ครูอาจมีการสาธิตการทดลองที่นำไปสู่ปัญหาที่ใช้ในการศึกษา
2. ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล ทดลองในปัญหาเดียวกันหรือปัญหาแตกต่างกัน โดยครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา
3. เสนอผลการทดลองและสรุป หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้วให้นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลร่วมกัน โดยครูคอยให้คำแนะนำ หรือนักเรียนและครูช่วยกันสรุปผล

ทิศนา ขัมมณี (2554, น. 333-334) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ครูและนักเรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง
2. ครูให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลองแก่นักเรียน
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง
4. นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้
6. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

จันทร์จิรา เทพดนตรี (2558, น. 13) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. กำหนดปัญหา นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาในการทดลอง
2. ทดลองและบันทึกผล นักเรียนดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บันทึกผลและจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
3. อภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ นักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายและสรุปร่วมกันในกลุ่ม แล้วอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อสรุปหลักการและความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการพบว่า มีความเหมือนและแตกต่างกันบางขั้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการของ นักการศึกษาไว้ดังตาราง 1 และได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ เพื่อเป็น แนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน คือ การสร้างความสนใจ แรงจูงใจในการทำการ ทดลอง ครูชี้แจงจุดประสงค์ และแนะนำเรื่องที่จะฝึกปฏิบัติ โดยครูอาจสาธิตวิธีการปฏิบัติในบาง ขั้นตอนเพื่อเป็นแบบอย่าง

1.4.2 ขั้นปฏิบัติการทดลอง คือ นักเรียนร่วมกันวางแผน ออกแบบ และลงมือ ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด โดยครูคอยสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาตลอดการ ปฏิบัติการทดลอง

1.4.3 ขั้นสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ คือ นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการ ทดลอง และประเมินผลการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม

ตาราง 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการของนักศึกษา

นักการศึกษา				
กาญจนา เกียรติประวัติ (2524)	ดวงเดือน เทศวานิช (2530)	ทิตนา แชมณี (2555)	จันทรีจิรา เทพดนตรี (2558)	ผู้วิจัย
1. ขั้นปฐมนิเทศและสร้างความสนใจ 2. ขั้นปฏิบัติการ 3. ขั้นสรุปกิจกรรม	1. ขั้นนำ 2. ขั้นทดลอง 3. เสนอผลการทดลองและสรุป	1. กำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง 2. ความเข้าใจเนื้อหาขั้นตอนการทดลอง 3. ลงมือปฏิบัติการทดลองและบันทึกผล 4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 5. อภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้ 6. ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน	1. กำหนดปัญหา 2. ทดลองและบันทึกผล 3. อภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง 3. ขั้นสรุปและประเมินผลการเรียนรู้

1.5 ขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการ

ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ (2535, น. 31) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปซึ่งเป็นจุดประสงค์กว้างๆ ของกิจกรรมทั้งหมดในบทปฏิบัติการ

2. ศึกษาสำรวจสถานที่หรือแหล่งที่จะน่านักเรียนไปศึกษาภาคสนาม โดยให้ศึกษาสถานที่ตั้ง สภาพทั่วๆ ไป สำรวจว่ามีสิ่งใดที่น่าสนใจ สมควรที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาบ้าง พร้อมทั้งกำหนดจุดศึกษาในแต่ละบริเวณว่าจุดใดเหมาะสมที่จะเป็นจุดศึกษาบ้าง

3. กำหนดจุดประสงค์เฉพาะ โดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใน 3 ด้านด้วยกัน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ จุดประสงค์เฉพาะนี้จะกำหนดได้ต่อเมื่อได้ทราบว่าจะศึกษาแต่ละจุดมีอะไรที่น่าจะศึกษาได้บ้าง

4. กำหนดกิจกรรมแต่ละบริเวณที่ศึกษา กิจกรรมนี้ควรจะสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นให้จัดลำดับกิจกรรมว่ากิจกรรมใดควรจะศึกษาก่อนหลังอย่างไร

5. ลงมือร่างบทปฏิบัติการ

6. นำบทปฏิบัติการฉบับร่างไปทำการทดลองกับนักเรียนเพื่อหาความเป็นไปได้ และข้อบกพร่อง เพื่อจะนำปรับปรุง

7. แก้ไขปรับปรุง เป็นฉบับที่สมบูรณ์ให้สามารถนำไปใช้ได้

วารีย์ บุญลือ (2550, น. 52-53) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้สาระวิชาวิทยาศาสตร์ และเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ตามกรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

2. ศึกษารวบรวมข้อมูลของเนื้อหา เพื่อจัดทำบทปฏิบัติการ

3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมาย และกิจกรรมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่จะสร้างขึ้น

4. กำหนดจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการแต่ละบท

5. สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 บท

6. กำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของบทปฏิบัติการ ได้แก่ ชื่อบทปฏิบัติการ คำชี้แจง ใ้ความรู้ จุดประสงค์การทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ อุปกรณ์ วิธีดำเนินการทดลอง รายงานผลการทดลอง นักเรียนต้องระบุปัญหา จุดประสงค์การทดลองสมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา การบันทึกผลการทดลอง การสรุปผล และคำถามท้ายการทดลอง

วิศิษฐ์ศรี โตศุกลวรรณ (2556, น. 25-26) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และสมรรถนะตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การสร้างและพัฒนามบทปฏิบัติการ และหนังสือเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนามบทปฏิบัติการ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังขอคำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนามบทปฏิบัติการจากผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนามบทปฏิบัติการ

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และขอบเขตของบทปฏิบัติการเพื่อการสร้างบทปฏิบัติการและแบบฝึกหัดท้ายบทปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วยบทปฏิบัติการย่อยจำนวน 3 บทปฏิบัติการ

3. นำบทปฏิบัติการ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องระหว่างบทปฏิบัติการกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นอกจากนี้ยังให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. นำบทปฏิบัติการที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับดี ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 3 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยสังเกตจากพฤติกรรมการเรียน ผลงาน และการสอบถาม

ยศวดี จิตติวร (2557, น. 67-69) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2544 เพื่อศึกษาโครงสร้างหลักสูตรรายวิชา และการพัฒนาผลการเรียนรู้

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ วิธีการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และศึกษารายละเอียดของบทปฏิบัติการเคมี วิเคราะห์ 2

3. ผู้วิจัยลงมือทำการทดลองและนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี วิเคราะห์มาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการกำหนดขอบเขตการดำเนินการทดลองของบทปฏิบัติการเคมี วิเคราะห์แต่ละบท เพื่อสร้างและพัฒนามบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

4. กำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ โดยแบ่งในแต่ละบทปฏิบัติการ มีรายละเอียดคือ ชื่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ วัตถุประสงค์ หลักการเครื่องมือและอุปกรณ์ สารเคมีและสารตัวอย่าง วิธีการทดลอง และแบบบันทึกผลการทดลอง

5. นำผลการทดลองในห้องบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ โครงสร้างและองค์ประกอบของบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ในแต่ละบทปฏิบัติการที่กำหนดไว้เรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อดำเนินการตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ

6. นำข้อเสนอแนะที่ได้มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

7. สร้างบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย 3 การทดลอง

8. สร้างแบบบันทึกผลการทดลองปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ โดยให้มีเนื้อหาสอดคล้องและเหมาะสมกับบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เพื่อกระตุ้นกระบวนการคิดในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

9. จัดทำแบบบันทึกแนวทางในการบันทึกผลการทดลองของแต่ละบทปฏิบัติการ

10. นำบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ แบบบันทึกผลการทดลองปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ และแบบบันทึกแนวทางในการบันทึกผลการทดลองที่สร้างไว้เรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อดำเนินการตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ

11. นำข้อเสนอแนะที่ได้มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการจากนักการศึกษาทั้ง 3 ท่านพบว่า มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการของนักการศึกษาไว้ดังตาราง 2 และได้สรุปขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทปฏิบัติการที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิชา การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (ว21202) ได้แก่ คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2. กำหนดจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการ วิธีการสร้างบทปฏิบัติการ เพื่อนำมาสร้างบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งประกอบด้วย 3 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การใช้เครื่องชั่ง

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น

4. กำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ ชื่อบทปฏิบัติการ จุดประสงค์การเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ วิธีทำใบกิจกรรม และคำถามท้ายกิจกรรม

5. นำบทปฏิบัติการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างบทปฏิบัติการกับจุดประสงค์

6. นำบทปฏิบัติการมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติให้มีความเหมาะสม



ตาราง 2 เปรียบเทียบขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการของนักการศึกษา

นักการศึกษา				ผู้วิจัย
ลัดดาวัลย์ กันทรธรณ์ (2535)	วราภัย บุญลือ (2550)	วิศิษฐ์ศรี โตสุกวรรณ (2556)	ยศวิฑูรี วิจิตร (2557)	
- กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปของบทปฏิบัติการ - ศึกษาสำรวจสถานที่ - กำหนดจุดประสงค์เฉพาะ - กำหนดกิจกรรมแต่ละบริเวณที่ศึกษา - ลงมือร่างบทปฏิบัติการ - นำบทปฏิบัติการฉบับร่างไปทำการทดลองกับนักเรียน - แก้ไขปรับปรุงเป็นฉบับที่สมบูรณ์ให้สามารถนำไปใช้ได้	- ศึกษาจุดมุ่งหมาย - ศึกษารวบรวมข้อมูลของเนื้อหา - กำหนดจุดมุ่งหมาย - บทปฏิบัติการกำหนดจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการแต่ละบท - สร้างบทปฏิบัติการ - กำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของบทปฏิบัติการ	- ศึกษาเอกสารมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ - กำหนดจุดประสงค์การของบทปฏิบัติการ - นำบทปฏิบัติการให้ผู้เชี่ยวชาญ - นำบทปฏิบัติการไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และนำกลับมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียน	- ศึกษาหลักสูตร - ศึกษาหลักการของบทปฏิบัติการ - กำหนดขอบเขตของบทปฏิบัติการ - กำหนดโครงสร้างของบทปฏิบัติการ - เสนอต่อประธาน - สร้างบทปฏิบัติการ - สร้างแบบบันทึกผลการทดลอง - จัดทำแบบบันทึกแนวทางในการบันทึกผลการทดลอง - นำเสนอต่อประธาน - นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำ	- ศึกษาหลักสูตร - กำหนดจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการ - ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการ - กำหนดโครงสร้างของบทปฏิบัติการ - นำบทปฏิบัติการให้ผู้เชี่ยวชาญ - นำบทปฏิบัติการมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

1.6 บทบาทของครู

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการของนักวิชาการหลายท่าน (กรมการฝึกหัดครู, 2531, น. 73; กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524, น. 87) พอสรุปเป็น 3 ระยะ คือ

1.6.1 ก่อนปฏิบัติการ ครูต้องเฝ้าความสนใจของนักเรียน และอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรมให้นักเรียนทราบ ครูอาจสาธิตวิธีการปฏิบัติโดยสังเขป

1.6.2 ขณะปฏิบัติการ ครูคอยให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความช่วยเหลือนักเรียน สังเกตความก้าวหน้าในการปฏิบัติกิจกรรม ดูแลรักษาความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

1.6.3 หลังปฏิบัติการ ครูร่วมอภิปรายผลและความรู้ที่ได้ในการปฏิบัติกิจกรรม รวมถึงดูแลการเก็บรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน

1.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ

สำหรับประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ สามารถสรุปได้ดังนี้ (Tsai, 1999, p. 668; กรมการฝึกหัดครู, 2531, น. 72-73; ทิศนา ขัมมณี, 2555, น. 336; อารมณ์ ใจเที่ยง, 2546, น. 158)

1.7.1 นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง โดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจ และจดจำได้นาน

1.7.2 เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีลำดับความคิดที่เป็นระบบอย่างมีเหตุผล

1.7.3 เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกตและมีเหตุผล

1.7.4 เกิดทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงความปลอดภัยในการใช้

1.7.5 ให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักรับผิดชอบในหน้าที่ของตน

1.7.6 สามารถนำผลการทดลองไปปรับใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1.7.7 นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.7.8 เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544, น. 55-59) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน โรงเรียนคงทองวิทยา จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสารมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 81.19/80.33 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

ทวิช แจ่มจำรัส (2545, น. 82-89) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ขณะทำบทปฏิบัติการ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีโอกาสได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันในขณะทำการทดลอง และมีโอกาสได้ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นไปตามทฤษฎี สามารถนำไปพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากได้ และนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75 และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

วารีย์ บุญลือ (2550, น. 70-72) ได้การพัฒนามบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งบทปฏิบัติการนี้เน้นพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี จำนวน 30 คน พบว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามีประสิทธิภาพ 84.38/80.50 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก มีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทร์จิรา เทพดนตรี (2558, น. 81-85) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา และศึกษาผลของการใช้บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนและประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ ซึ่งบทปฏิบัติการนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิด ออกแบบ และดำเนินการทดลองเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา และแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้นด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำปรึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย อำเภอมะนัง จังหวัดชุมพร จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 15 คน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ระดับดี (ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51- 4.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และบทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพ 78.56/81.72 ตามเกณฑ์ 80/80 บวกลบ 2.5 ที่กำหนด

Orehowsky (1999, pp. 103-105) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปฏิบัติการ และประเมินทัศนคติต่อของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อวิชาเคมี การวิจัยครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการให้นักเรียนมีประสบการณ์ได้ลงมือปฏิบัติจริง จะทำให้นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม

Scott Moor and Piergiovanni (2003, p. 9) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการกับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิชาเคมี โดยแบ่งกลุ่มนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม คือ นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติโดยเน้นการแก้ปัญหา และมีการนำเสนอผลหน้าชั้นเรียน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการควบคู่ไปกับการจดบันทึก พบว่านักศึกษาที่เรียนแบบปฏิบัติโดยเน้นการแก้ปัญหา และมีการนำเสนอผลหน้าชั้นเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการควบคู่ไปกับการจดบันทึก

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองตามขั้นตอน โดยมีครูคอยชี้แนะแนวทาง จึงทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ตรง และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการเรียนแบบร่วมมือได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ว่าการเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณ 4-6 คน ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง กลาง อ่อน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีม ช่วยเหลือพึ่งพากันและกัน มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม มีความรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตน นักเรียนต้องพึ่งพิงตระหนักอยู่เสมอว่าความสำเร็จของแต่ละคน คือ ความสำเร็จของกลุ่ม ทำให้ผลงานของกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดได้ (Slavin, 1983, p. 5; จันทราตันติพิงศานุรักษ์ และ สุขเกษม ปิตตานะ, 2544, น. 4; ทิศนา ขัมมณี, 2554, น. 65; สถาพร ดียิ่ง, 2548, น. 113-114; สวรรส ผลเล็ก, 2550, น. 13; อภรณ์ ใจเที่ยง, 2546, น. 121)

2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ

สำหรับองค์ประกอบของการจัดการเรียนแบบร่วมมือได้มีนักการศึกษาอธิบายองค์ประกอบของการจัดการเรียนแบบร่วมมือไว้ 5 ประการ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ (ทิศนา ขัมมณี, 2554, น. 64; อภรณ์ ใจเที่ยง, 2546, น. 122)

1. การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันทางบวก (Positive interdependence) หมายถึง สมาชิกทุกคนในกลุ่มรับรู้ว่าจะตนเองต้องทำงานร่วมกัน โดยทุกคนมีหน้าที่และความสำคัญเท่าเทียมกัน มีส่วนรับผิดชอบและความสำเร็จร่วมกัน ต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่มที่ตั้งไว้ ซึ่งครูเป็นผู้วางรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ 1) วางเป้าหมายการทำงานร่วมกัน 2) ให้รางวัลร่วมกัน 3) มีการแลกเปลี่ยนทรัพยากรการเรียนรู้ร่วมกัน และ 4) กำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม

2. การมีปฏิสัมพันธ์กันของสมาชิกในกลุ่ม (Face to face promotive interaction) หมายถึง สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันด้วยความรู้สึที่ดีต่อกัน โดยการจัดกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการสนับสนุน กระตุ้น และยกย่อง ความสำเร็จของแต่ละคน

3. การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability) หมายถึง ครูต้องตรวจสอบว่าสมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ในกิจกรรมกลุ่มอย่างน้อยเพียงใด เช่น การสุ่มถาม การสังเกตและบันทึกการทำงานกลุ่ม หรือการ

ทดสอบรายบุคคล เป็นต้น ซึ่งความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนถือว่าเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

4. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่ม (Interpersonal and small group skills) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะที่จะช่วยให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จ เช่น ทักษะการสื่อสาร การยอมรับและช่วยเหลือกัน การทำความรู้จักและไว้วางใจผู้อื่น การแก้ปัญหา ความขัดแย้ง หรือการวิจารณ์แสดงความคิดเห็น

5. กระบวนการกลุ่ม (Group process) หมายถึง ผลงานของกลุ่มเป็นผลงานที่รับมาจากการร่วมมือกันปฏิบัติงานของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม กระบวนการกลุ่มจะเกิดขึ้นเมื่อสมาชิกในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรืออธิบายการทำงานจนบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนเข้าใจในความคิดของตนเองและช่วยเสริมแรงให้เกิดพฤติกรรมพึงประสงค์ของสมาชิกแต่ละคนได้

จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปการจัดการเรียนแบบร่วมมือว่า หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 4-6 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) ได้มาเรียนรู้ร่วมกัน โดยคนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และสมาชิกในกลุ่มต้องมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง สมาชิกทุกคนต้องเชื่อเสมอว่าความสำเร็จของทุกคนคือความสำเร็จของกลุ่ม

2.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Johnson & Johnson, 1994, อ้างถึงใน สถาพร ดียิ่ง (2548, น. 40) ได้แบ่งประเภทของการเรียนแบบร่วมมือไว้ 3 ประเภท คือ 1) การร่วมมืออย่างเป็นทางการ 2) การร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ และ 3) กลุ่มฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal cooperative learning) เป็นการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือแบบใดแบบหนึ่งตลอดคาบเรียนหรือตลอดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ เป็นการจัดการเรียนที่ให้ผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มประมาณ 2-6 คน ผู้เรียนจะเรียนเป็นกลุ่มตลอดทุกขั้นตอนของการเรียนการสอนหรือทุกคาบเรียนที่ผู้สอนกำหนด เทคนิคการเรียนที่เหมาะสมที่นำมาจัดการเรียนการสอนแบบการร่วมมืออย่างเป็นทางการจะมีลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาศึกษาร่วมกันตั้งแต่หนึ่งคาบเรียนขึ้นไปเพื่อให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การทดลองหรือการสำรวจ เพื่อให้งานเสร็จตามเป้าหมายของกลุ่มร่วมกันได้ทันตามเวลาที่กำหนดการเรียนแบบร่วมมือโดยทั่วไปนิยม

จัดกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการเพราะเป็นการจัดกลุ่มที่ต้องการให้ผู้เรียนที่มีความสามารถหลากหลายมาทำงานช่วยเหลือกัน ผู้สอนต้องมีประสบการณ์สามารถรู้ถึงภูมิหลังและความสามารถของผู้เรียนมาก่อน จึงสามารถแยกผู้เรียนให้กระจายตามกลุ่มได้ ตัวอย่างของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ ได้แก่

1.1 เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Team-Games-Tournament: TGT) ซึ่งพัฒนาโดยเดอวีส์และสลาวิน (De Vries and Slavin) มีการจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กกลุ่มละ 4 คน ระดับความสามารถต่างกัน (Heterogeneous) คือ ผู้เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ผู้สอนกำหนดบทเรียนและการทำงานของกลุ่มไว้ก่อนแล้ว จากนั้นทำการสอนบทเรียนแก่ผู้เรียนทั้งชั้นแล้วให้กลุ่มทำงานตามกำหนด ผู้เรียนในกลุ่มช่วยเหลือกัน ผู้ที่เรียนเก่งช่วยและตรวจงานเพื่อนให้ถูกต้องก่อนนำเสนอผู้สอน แล้วจัดกลุ่มใหม่เป็นกลุ่มแข่งขันที่มีความสามารถเท่าๆ กัน (Heterogeneous Tournament Teams) แข่งกันตอบปัญหา โดยจัดกลุ่มใหม่ทุกสัปดาห์ ซึ่งพิจารณาจากความสามารถของแต่ละบุคคล คะแนนของกลุ่มได้จากคะแนนของสมาชิกที่เข้าแข่งขันร่วมกับกลุ่มอื่นๆ รวมกัน แล้วให้ให้รางวัลกับกลุ่มที่ได้คะแนนสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 เทคนิคการจัดกลุ่มแบบช่วยรายบุคคล (Team Assisted Individualization: TAI) พัฒนาโดย สลาวินและคณะ (Slavin and other) เทคนิคนี้เหมาะสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ใช้สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3-6 เทคนิคการทำกิจกรรมแบบนี้สมาชิกกลุ่มมี 4 คน มีระดับความรู้แตกต่างกัน ผู้สอนเรียกผู้เรียนที่มีความรู้ระดับเดียวกันของแต่ละกลุ่มมาสอนตามความยากง่ายของเนื้อหา วิธีสอนจะแตกต่างกัน จากนั้นผู้เรียนทุกคนทำข้อสอบโดยไม่มีการช่วยเหลือกัน มีการให้รางวัลกลุ่มที่ทำคะแนนได้ดี

1.3 เทคนิคการร่วมมืออ่านและเขียน (Cooperative Integrated Reading and Composition: CIRC) พัฒนาโดยสตีเวนส์ (Stevens and other) ใช้สำหรับวิชาอ่าน เขียน และทักษะอื่นๆ ทางภาษา โดยสมาชิกในกลุ่มมี 4 คน มีพื้นความรู้เท่าๆ กัน 2 คน อีก 2 คนมีพื้นความรู้เท่ากัน แต่ต่างระดับความรู้กับ 2 คนแรก ผู้สอนจะเรียกคู่ที่มีความรู้ระดับเท่ากันจากกลุ่มมาสอนและให้กลับเข้ากลุ่ม และเรียกคู่ต่อไปจากทุกกลุ่มมาสอน จากนั้นให้ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบ โดยคะแนนของกลุ่มพิจารณาจากคะแนนสอบของสมาชิกกลุ่มเป็นรายบุคคล

1.4 เทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Divisions : STAD) พัฒนาโดย สลาวิน (Slavin) มีการจัดกลุ่มเหมือน TGT แต่ไม่มีการแข่งขัน โดยให้ผู้เรียน

แต่ละคนต่างทำข้อสอบ แล้วนำคะแนนพัฒนาการหรือคะแนนที่ดีกว่าเดิมในการสอบครั้งก่อนของ แต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่มและให้รางวัลกลุ่มที่ได้คะแนนมาก

1.5 เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) พัฒนาโดย จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson and Johnson) สมาชิกในกลุ่มมี 4-5 คน ระดับความรู้ความสามารถ ต่างกันใช้สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-6 โดยผู้สอนทำการสอนทั้งชั้นเรียน ผู้เรียนแต่ละ กลุ่มทำงานตามที่คุณสอนมอบหมาย คะแนนของกลุ่มพิจารณาจากผลงานของกลุ่ม

1.6 เทคนิคการต่อภาพ (Jigsaw) พัฒนาโดยเอรอนสันและคณะ (Aronson and other) สมาชิกในกลุ่มมี 3-6 คน สมาชิกแต่ละคนจะรวมกันเป็นสมาชิกของกลุ่มบ้าน (Home group) แบ่งงานและหน้าที่กัน จากนั้นสมาชิกแต่ละคนที่ได้รับมอบหมายให้ไปศึกษาเนื้อหาเรื่อง เดียวกันจะมารวมกันเป็นสมาชิกกลุ่มเชี่ยวชาญ (Expert group) แล้วสมาชิกกลุ่มบ้านทุกคน กลับมาที่กลุ่มของตน เริ่มสอนและถ่ายทอดความรู้สิ่งที่ตนไปศึกษาร่วมกับสมาชิกกลุ่มเชี่ยวชาญ มาจนสมาชิกแต่ละคนเข้าใจ จากนั้นประเมินผลเป็นรายบุคคลและนำคะแนนมารวมเป็นคะแนน กลุ่ม

1.7 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรง (Co-op-Co-op) พัฒนาโดยคาแกน (Kagan) ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ ผู้เรียนช่วยกันอภิปรายหัวข้อที่จะศึกษา แบ่งเป็นหัวข้อ ย่อยแล้วจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ตามความสนใจ ผู้เรียนที่เลือกศึกษาเรื่องเดียวกันจะเป็นรวมกลุ่ม เดียวกัน กำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคน จากนั้นแบ่งหน้าที่รับผิดชอบเนื้อหาคนละ 1 ข้อย่อย เพื่อไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แต่ละคนนำความรู้ที่ไปศึกษากลับมาถ่ายทอดและรายงานให้ สมาชิกในกลุ่มทราบ และกลุ่มรวบรวมผลการศึกษาของทุกคนเข้าเป็นผลงานของกลุ่มเพื่อนำเสนอ ต่อชั้นเรียน ประเมินผลจากการนำเสนอผลงานกลุ่มต่อชั้นเรียน การประเมินผลจะสุ่มผู้เรียนแต่ละ กลุ่มให้อธิบายการทำงาน ความรู้ และประเมินผลการนำเสนอความรู้ของนักศึกษาแต่ละคนต่อ กลุ่ม

1.8 เทคนิคการสืบค้นเป็นกลุ่ม (Group investigation) พัฒนาโดยซาราน และซาราน (Sharan and Sharan) สมาชิกในกลุ่มมี 2-6 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อที่ต้องการ ศึกษาค้นคว้าตามผู้สอนกำหนด จากนั้นสมาชิกในกลุ่มแบ่งงานกันทั้งกลุ่ม มีการวางแผนการ ดำเนินงานและสมาชิกทุกคนช่วยกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อนำมารวมกัน สมาชิกในกลุ่มร่วมกัน วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อเตรียมนำเสนอผลงานของกลุ่มต่อชั้นเรียน ประเมินผลจากงาน ของกลุ่ม

2. การร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal cooperative learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบใดแบบหนึ่ง เฉพาะขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการเรียนการสอน เช่น อาจจะใช้ในขั้นนำ สอดแทรกในขั้นสอนตอนใด ๆ ก็ได้ หรือขั้นสรุป หรือขั้นทบทวนหรือขั้นวัดผลของคาบเรียนใดคาบเรียนหนึ่งตามที่ผู้สอนกำหนด การเรียนการสอนแบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการมีลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นวิธีที่ใช้ช่วงเวลาสั้น ๆ ในการศึกษาร่วมกันเพียง 5-10 นาที จนถึง 1 คาบเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมมือชั่วคราว มีการอภิปรายซักถามก่อนและหลังเรียนหรือระหว่างการเรียนก็ได้เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาหรือร่วมกันทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม

Slavin, 1995, อ้างถึงใน สถาพร ตี๋ยง (2548, น. 117-118) ได้อธิบายเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการไว้ดังนี้

2.1 เทคนิคการพูดรอบวง (Round robin) เป็นเทคนิคที่สมาชิกในกลุ่มผลัดกันพูด เล่าเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับหัวข้อที่ครูกำหนดให้ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่ละคน ซึ่งใช้เวลาเท่า ๆ กันวนกันไปเรื่อย ๆ จนครบทุกคน เทคนิคนี้เหมาะสมกับการนำเข้าสู่บทเรียน หรือสรุปกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2 เทคนิคการเขียนรอบวง (Round table) เป็นเทคนิคที่คล้ายกับการพูดรอบวง แตกต่างกันที่เน้นการเขียน การวาดที่ โดยครูกำหนดคำถาม หรือปัญหาให้กับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนเขียนคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาลงในกระดาษแล้วส่งต่อไปยังสมาชิกในกลุ่มคนต่อไปจนครบทุกคนตามเวลาที่กำหนด

2.3 เทคนิคการเขียนพร้อมกันรอบวง (Simultaneous roundtable) เป็นเทคนิคที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มเขียนคำตอบหรือบันทึกการคิดพร้อมกัน โดยต่างคนต่างเขียนในเวลาที่กำหนด

2.4 เทคนิคการพูดเป็นคู่ (Rally robin) เป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้นักเรียนพูดตอบ แสดงความคิดเห็นเป็นคู่ เปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนใช้เวลาเท่า ๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน

2.5 เทคนิคการเขียนเป็นคู่ (Rally table) เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่คล้ายกับการพูดเป็นคู่ แต่การเขียนเป็นคู่เป็นการร่วมมือกันเขียนโดยผลัดกันเขียนหรือวาด

2.6 เทคนิคการแก้ปัญหาด้วยการต่อภาพ (Jigsaw problem solving) เป็นเทคนิคที่สมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบของตนเองไว้ แล้วนำคำตอบของทุกคนมารวมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

2.7 เทคนิคคิดคู่ (Think pair share) เป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วนำคำตอบไปอธิบายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของแต่ละคู่มาอภิปรายพร้อมกัน 4 คน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนเองถูกต้องมากที่สุด จึงนำคำตอบที่ได้เล่าให้เพื่อนฟัง

2.8 เทคนิคการอภิปรายเป็นคู่ (Pair Discussion) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนถามคำถามหรือกำหนดโจทย์แล้วให้สมาชิกที่นั่งใกล้กันร่วมกันคิดและอภิปรายเป็นคู่

2.9 เทคนิคการอภิปรายเป็นทีม (Team discussion) เป็นเทคนิคที่ครูตั้งคำถามแล้วให้สมาชิกของกลุ่มทุกคน ร่วมกันคิด พูด อภิปรายพร้อมกัน

2.10 เทคนิคการทำเป็นกลุ่ม ทำเป็นคู่และทำคนเดียว (Team-pair-solo) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดปัญหาหรือโจทย์หรือกำหนดงานให้ทำ สมาชิกทำงานร่วมกันทั้งกลุ่มจนเสร็จ จากนั้นแบ่งสมาชิกเป็นคู่ให้ทำงานร่วมกันจนงานเสร็จ ขั้นสุดท้ายให้สมาชิกแต่ละคนทำงานเดี่ยวจนสำเร็จ

3. กลุ่มฐาน (Base group) เป็นลักษณะของการจัดกลุ่มเพื่อนสนิทให้กับผู้เรียน โดยปกติผู้เรียนจะมีกลุ่มของเขาเองอยู่แล้ว แต่กลุ่มของผู้เรียนบางครั้งไม่มีคุณภาพ ผู้เรียนจะสนิทกับเพื่อนที่มีลักษณะคล้ายกัน ถ้าได้กลุ่มที่ดีก็เป็นผลดีต่อผู้เรียนแต่ถ้าได้กลุ่มผู้เรียนที่ไม่ดีก็อาจนำไปในทางที่ไม่ถูกต้อง ผู้สอนจึงนำเอามาเป็นประโยชน์ด้วยการจัดเป็นกลุ่มเพื่อนสนิทของผู้เรียน โดยอาจเริ่มจากภาคเรียนแรก พอผู้เรียนเริ่มรู้จักกันแล้วก็จัดกลุ่มให้กับผู้เรียนประมาณ 6-8 คน สมาชิกอาจมากกว่าการจัดกลุ่มแบบการร่วมมืออย่างเป็นทางการ มีผู้เรียนในกลุ่มที่มีลักษณะหลากหลายอยู่ด้วยกัน เช่น ความสามารถ ความสนใจ พื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของพ่อแม่ ต่างกัน คณะทั้งเพศชายและหญิง เมื่อจัดกลุ่มผู้เรียนแล้วผู้สอนจะต้องชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่ากลุ่มของผู้เรียนมีใครบ้าง เพราะเหตุใดผู้สอนจึงจัดกลุ่มให้เขาและผู้เรียนจะต้องทำอะไรบ้าง ผู้สอนต้องจัดเตรียมสถานที่ให้ผู้เรียนได้พบกันในช่วงเวลาที่กำหนด ผู้สอนต้องแนะนำว่าเมื่อพบกันผู้เรียนต้องทำอะไรบ้าง เช่น ดูแลกันเรื่องการเรียน เตือนกันและกันเรื่องการบ้านหรืองานที่ได้รับมอบหมาย ทำงานให้เสร็จตามเวลา ปรึกษาปัญหาเรื่องการเรียน การทบทวนเนื้อหาเพื่อเตรียมตัวสอบ การเป็นคู่คิด ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ รับฟังปัญหาอื่น ๆ นอกเหนือจากการเรียนกลุ่มเพื่อน กลุ่มฐานอาจอยู่ด้วยกันเป็นปี หรือเมื่อผู้เรียนไม่ได้อยู่ด้วยกันแล้วแต่ยังคงเป็นเพื่อนกันการจัดกลุ่มครั้งแรกผู้สอนควรเป็นผู้จัดกลุ่มให้ผู้เรียนเอง โดยผู้สอนต้องพยายามอธิบายชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจให้ทดลองอยู่กับเพื่อนกลุ่มนี้ก่อนแล้วค่อยเปลี่ยนแปลงภายหลัง เพราะต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกการอยู่ร่วมกัน รู้จักการปรับตัวเข้าหากัน ซึ่งการจัดกลุ่มแบบกลุ่มฐานมีคุณค่าด้านการจัด

ประสบการณ์การอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ฝึกการเป็นผู้นำ การมีมนุษยสัมพันธ์ ความเอื้ออาทร เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อผู้อื่น แบ่งเบาภาระเรื่องการปกครองของผู้สอน

Kagan, 1994, อ้างถึงใน สถาพร ดียิ่ง (2548, น. 120-121) ได้เสนอแนวคิด 6 ประการ ที่ทำให้การเรียนการสอนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. การจัดกลุ่ม กลุ่มที่เรียนร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพควรมีสมาชิกประมาณ 4 คน ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กลาง และค่อนข้างต่ำ คละเพศหญิงและชายเท่ากัน

2. อุดมการณ์ หมายถึง ความมุ่งมั่นของผู้เรียนที่จะทำงานร่วมกัน ต้องมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้ และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องสร้างให้เกิดขึ้น ผู้เรียนทำกิจกรรมหลากหลาย เช่น การสร้างความมุ่งมั่นของกลุ่มที่จะทำงานร่วมกัน การสร้างความมุ่งมั่นของชั้นเรียนที่จะช่วยกัน

3. การจัดการ เพื่อให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ เช่น การควบคุมเวลาด้วยการกำหนดสัญญาณต่าง ๆ ของกิจกรรม

4. ทักษะทางสังคม เป็นทักษะการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจ และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. หลักการพื้นฐาน ได้แก่

5.1 การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีแนวคิดที่ว่า เมื่อเราได้รับประโยชน์จากเพื่อน เพื่อนก็จะได้รับประโยชน์จากเรา ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของแต่ละบุคคล

5.2 ยอมรับความสามารถของแต่ละคนในกลุ่ม ทุกคนมีความสำคัญต่อกลุ่ม และมีส่วนร่วมทำให้การทำงานกลุ่มสำเร็จ

5.3 ทุกคนในกลุ่มต้องช่วยเหลือกัน ให้ความร่วมมือ และมีส่วนร่วมในงานกลุ่มเท่าเทียมกัน

5.4 ตลอดระยะเวลาที่ทำงานกลุ่มทุกคนต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน

6. รูปแบบของกิจกรรม หมายถึง กิจกรรมการทำงานกลุ่มที่มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่ศึกษา

จากการศึกษาประเภทของการเรียนแบบร่วมมือของนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยสนใจวิธีการเรียนแบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ คือ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับกิจกรรมการทดลอง เพราะนักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติการ

ทดลองได้ด้วยตนเอง เน้นการแบ่งบทบาทหน้าที่กันอย่างเป็นระบบ และมีการหมุนเวียนหน้าที่กัน จนนักเรียนทุกคนมีโอกาสได้รับหน้าที่นั้นหรือใช้วัสดุอุปกรณ์ได้ครบทุกคน สมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยเหลือกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีม

2.4 ข้อดีของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ

สำหรับข้อดีของการจัดการเรียนแบบร่วมมือได้มีนักการศึกษากล่าวไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ (จันทร์หา ต้นติพิงศานุรักษ์ และ สุขเกษม ปิดตานะ, 2544, น. 41; ทิศนา เขมมณี, 2555, น. 101; อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2546, น. 158)

1. นักเรียนมีความพยายามทำงานให้บรรลุเป้าหมายมากขึ้น เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น ใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เหตุผลดีขึ้นและคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณมากขึ้น
2. ความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างเพื่อนสมาชิกดีขึ้น เพราะทุก ๆ ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน
3. พัฒนาทักษะทางสังคม รู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกัน เข้าใจกัน และพัฒนาทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
4. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน
6. ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มาก คิดวิเคราะห์และเกิดการตัดสินใจ

2.5 การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการศึกษาความหมายของการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละประมาณ 4-6 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน) โดยนักเรียนแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ชัดเจน แบ่งหน้าที่กันทำงาน และช่วยเหลือกันจนงานกลุ่มสำเร็จ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเหมาะสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน เช่น การปฏิบัติการทดลอง การแก้ปัญหา หรือการสรุปผล เพื่อปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในด้านความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยบทบาทหน้าที่ของ

สมาชิกในกลุ่มควรมีการหมุนเวียนกัน การตรวจผลงานหรือคำตอบ ครูอาจจะตรวจเองหรือให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนกันตรวจก็ได้ โดยต้องครูเตรียมแนวเฉลยให้ และหลังจากตรวจผลงานหรือคำตอบแต่ละกลุ่มแล้ว ครูจะประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (Adams, 2013, p. 12; กุณทวี เพ็ชรทวีพรเดช, 2550, น. 99; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, น. 149-150)

ไสว พักขาว (2544, น. 211-214) ได้เกี่ยวกับองค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันไว้ดังนี้

1. สร้างความรู้สึกพึ่งพากัน (Positive Interdependence) ให้เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียนซึ่งอาจทำได้หลายวิธี คือ

1.1 กำหนดเป้าหมายร่วมของกลุ่ม (Mutual Goals) ให้ทุกคนต้องเรียนรู้เหมือนกัน

1.2 การให้รางวัลรวม เช่น ถ้าสมาชิกทุกคนของกลุ่มได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 90 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม (Joint Rewards) สมาชิกในกลุ่มนั้นจะได้คะแนนพิเศษอีกคนละ 5 คะแนน

1.3 ให้ใช้เอกสารหรือแหล่งข้อมูล (Share Resources) ครูอาจแจกเอกสารที่ต้องใช้เพียง 1 ชุด สมาชิกแต่ละคนจะต้องช่วยกันอ่านโดยแบ่งเอกสารออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ

1.4 กำหนดบทบาทของสมาชิกในการทำงานกลุ่ม (Assigned Roles) งานที่มอบหมายแต่ละงานอาจกำหนดบทบาทการทำงานของสมาชิกในกลุ่มแตกต่างกัน หากเป็นงานเกี่ยวกับการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่กำหนด ครูอาจกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มเป็นผู้อ่านคำถาม ผู้ตรวจสอบ ผู้กระตุ้นให้สมาชิกช่วยกันคิดหาคำตอบและผู้จดบันทึกคำตอบ

2. จัดให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน (Face-To-Face Interaction) ให้นักเรียนทำงานด้วยกันภายใต้บรรยากาศของความช่วยเหลือและส่งเสริมกัน

3. จัดให้มีการรับผิดชอบในส่วนบุคคลที่จะเรียนรู้ (Individual Accountability) เป็นการทำให้ให้นักเรียนแต่ละคนตั้งใจเรียนและช่วยกันทำงาน ไม่กินแรงเพื่อน ครูอาจจัดสภาพการณ์ได้ด้วยการประเมินเป็นระยะ สุ่มสมาชิกของกลุ่มให้ตอบคำถามหรือรายงานผลการทำงาน สมาชิกทุกคนจึงต้องเตรียมพร้อมที่จะเป็นตัวแทนของกลุ่ม

4. ให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะสังคม (Social Skills) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างดี นักเรียนต้องมีทักษะทางสังคมที่จำเป็น ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การสร้างความไว้วางใจ การสื่อสาร และทักษะการจัดการกับข้อขัดแย้งอย่างสร้างสรรค์

5. จัดให้มีกระบวนการกลุ่ม (Group Processing) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน ประเมินการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน และหาทางปรับปรุงการทำงาน กลุ่มให้ดีขึ้น

สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ดังนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ไสว พักขาว (2544, น. 214) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วย เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) ไว้ดังนี้

1. ครูและนักเรียนทบทวนเนื้อหาเดิม หรือความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
2. ครูแจกแบบฝึกหัดหรืองานกลุ่มให้ทุกกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุดเหมือนกัน นักเรียน ช่วยทำงานโดยแบ่งหน้าที่แต่ละคน เช่น

นักเรียนคนที่ 1 อ่านคำแนะนำ คำสั่งหรือโจทย์ในการดำเนินงาน

นักเรียนคนที่ 2 พังชั้นตอนและรวบรวมข้อมูล

นักเรียนคนที่ 3 อ่านสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบแล้วหาคำตอบ

นักเรียนคนที่ 4 ตรวจคำตอบ

เมื่อนักเรียนทำแต่ละข้อหรือแต่ละส่วนเสร็จแล้ว ให้นักเรียนหมุนเวียนเปลี่ยน หน้าที่กันในการทำโจทย์ข้อถัดไปทุกครั้งจนเสร็จแบบฝึกหัดทั้งหมด

3. แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบหรือผลงานเพียงชุดเดียว ถือว่าเป็นผลงานที่ สมาชิกทุกคนยอมรับ และเข้าใจแบบฝึกหรือการทำงานชิ้นนี้แล้ว

4. ตรวจคำตอบหรือผลงานให้คะแนนด้วยกลุ่มเองหรือครูก็ได้ กลุ่มที่ได้ คะแนนสูงสุดจะได้รางวัลหรือติดประกาศไว้ในบอร์ด

กฤษทวี เพ็ชรทวีพรเดช (2550, น. 99) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วย เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คนคนละเพศ และความสามารถ คือ เก่ง ปาน กลาง ค่อนข้างเก่ง และอ่อน

2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมอภิปรายในเนื้อหาที่เรียน จนผู้เรียนเข้าใจดี หรือ ทบทวนในเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว

3. ผู้สอนแจกใบงาน หรือแบบฝึกหัด หรือบทปฏิบัติการทดลองให้แต่ละกลุ่ม ละผู้สอนอาจจะแจกใบความรู้เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาดูด้วยก็ได้

4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มดังนี้

สมาชิกคนที่ 1 อ่านคำสั่งในใบงาน หรืออ่านโจทย์ปัญหา หรืออ่านกิจกรรมการทดลอง

สมาชิกคนที่ 2 ฟังขั้นตอน จดบันทึกสรุปในสิ่งที่ฟัง หรือรวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ หรือจดบันทึกผลการทดลอง

สมาชิกคนที่ 3 ตอบคำถาม ตอบปัญหา หรือคำนวณหาคำตอบ หรือลงมือปฏิบัติการทดลอง

สมาชิกคนที่ 4 สังเกตตรวจสอบคำตอบ สังเกตการณ์ทำการทดลอง และตรวจสอบบันทึกผลการทดลองการเก็บข้อมูลของสมาชิกในกลุ่ม

5. สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนหน้าที่ ในกรณีที่โจทย์หรือคำถามมีหลายข้อ หากเป็นการทดลองให้สมาชิกทุกคนได้มีบทบาทในหน้าที่ต่าง ๆ สลับกันไปในการทำกิจกรรมที่มีการทดลองในคาบเรียนคราวต่อไป

6. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งผลงานกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชิ้น

7. ผู้สอนตรวจผลงานหรือคำตอบ หรือรายงานการทดลองของนักเรียน หรือให้กลุ่มของนักเรียนตรวจกันเอง โดยครูมีแนวเฉลยให้

8. ครูประกาศผลของกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

อรอุมา คำประกอบ (2551, น. 51-52) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม ครูแนะนำการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) และแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 6 คน โดยคณะกรรมการและเพศ อธิบายบทบาทของผู้เรียนที่ครูจะประเมินโดยการสังเกตขณะเรียน

2. ขั้นให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ครูแจกแบบฝึกหัดหรืองานในกลุ่มละ 1 ชุด เหมือนกันให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกัน โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม

4. ขั้นนำเสนอผลงานและตรวจสอบผลงาน

5. ขั้นสรุปความรู้

จันทิมา รัตนวรา (2557, น. 14) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม จัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน คละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน ครูชี้แนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน แจ่งจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ขั้นสอน ครูทบทวนความรู้เดิม สอนเนื้อหาใหม่ มอบหมายให้แต่ละกลุ่มทำงานร่วมกันภายในเวลาที่กำหนด
3. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม สมาชิกในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการทำงานกลุ่มอย่างชัดเจน และปฏิบัติตามกิจกรรมตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่ละกลุ่มส่งผลงานกลุ่มเพียง 1 ชิ้น ซึ่งทุกคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากันโดยสมาชิกแต่ละคนหมุนเวียนหน้าที่กันในกลุ่มไป
4. ขั้นตรวจสอบ ครูตรวจสอบผลงานกลุ่ม สุ่มตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอคำตอบหรือผลงาน หรือมีการทดสอบย่อยเป็นรายบุคคลโดยไม่มีการช่วยเหลือกัน นักเรียนได้คะแนนจากการทดสอบนั้นและไม่นำมารวมกับคะแนนกลุ่ม
5. ขั้นสรุปทบทวน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปทบทวน แจ่งผลคะแนนและให้รางวัลแก่กลุ่มที่ได้รับคะแนนมากที่สุด ให้กำลังใจกับกลุ่มอื่น ๆ พร้อมเสนอและข้อบกพร่องในการทำงานกลุ่มที่ควรปรับปรุง

จากการศึกษาขั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) จากนักการศึกษาทั้ง 4 ท่านพบว่า มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) ของนักการศึกษาไว้ ดังตาราง 3 และได้สรุปขั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 1.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มขนาดเล็ก กลุ่มละประมาณ 4-6 คน ซึ่งแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน (เก่ง กลาง อ่อน)
 - 1.2 นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนความรู้เดิม
2. ขั้นให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
3. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ครูแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยการสาธิตขั้นตอนการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ละชนิดอย่างละเอียด หรือใช้คำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน

3.1 ครูแจกใบงานหรือบทปฏิบัติการทดลองให้แต่ละกลุ่ม

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม ได้แก่ คนที่ 1 ชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรม คนที่ 2 เตรียมอุปกรณ์ คนที่ 3 ลงมือปฏิบัติการ คนที่ 4 จดบันทึกผล และ คนที่ 5 ตรวจสอบผล ซึ่งในแต่ละกิจกรรมสมาชิกในกลุ่มจะหมุนเวียนหน้าที่กันทำ กิจกรรมการทดลองในคราวถัดไป ทำให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสได้ทำหน้าที่จนครบ ซึ่งในแต่ละกิจกรรมการทดลองสมาชิกทุกคนจะได้เรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน

4. ขั้นสรุปและประเมินผล

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งผลงานกลุ่มละ 1 ชิ้น ซึ่งเป็นผลงานที่กลุ่มยอมรับ

4.2 ครูตรวจผลงาน หรือคำตอบ หรือรายงานการทดลองของนักเรียน หรือให้กลุ่มของนักเรียนตรวจกันเอง โดยครูมีแนวเฉลยให้

4.3 ครูประกาศผลของกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

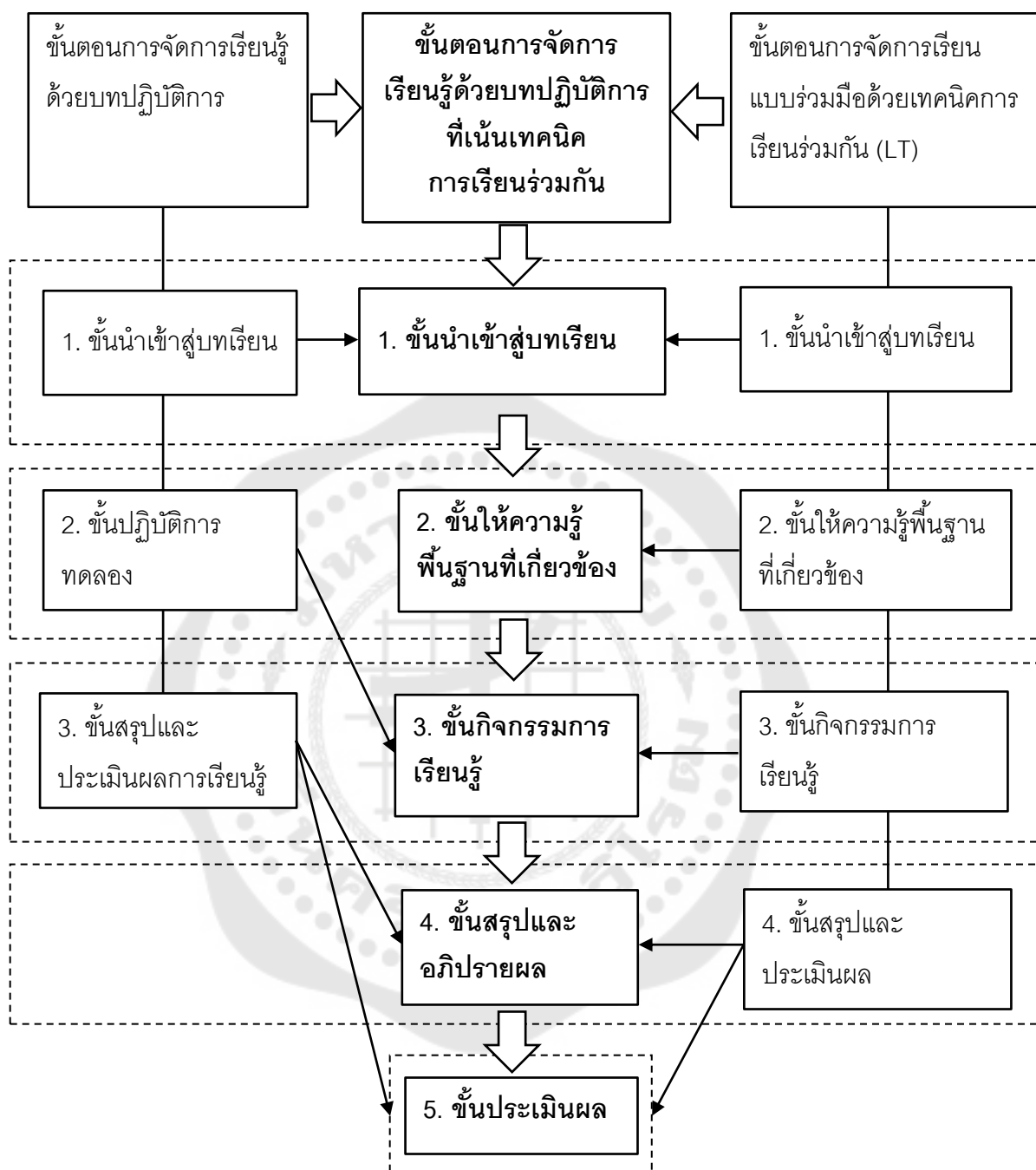


ตาราง 3 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนแบบร่วมมีด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) ของนักการศึกษา

นักการศึกษา				
ไลว ฟักขาว (2542)	กฤษศิริ เพ็ชรทวีพรเดช (2550)	อรอุมา คำประกอบ (2551)	จันทิมา รัตนवार (2557)	ผู้วิจัย
1. ครูทบทวนเนื้อหาเดิม 2. ครูแจกแบบฝึกหัด 3. แต่ละกลุ่มส่งผลงานเพียงชุดเดียว 4. ตรวจสอบผลงาน	1. ครูแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน คณะครูจะตรวจสอบความสามารถ 2. ทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว 3. แจกใบงาน หรือแบบฝึกหัด หรือแบบปฏิบัติการทดลอง 4. แต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม 5. สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนหน้าที่หากเป็นการทดลองให้สมาชิกทุกคนได้มีบทบาทหน้าที่ต่าง ๆ สลับกัน 6. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งผลงานกลุ่มละ 1 ชิ้น 7. ตรวจสอบผลงาน 8. ครูประกาศผลของกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด	1. ขั้นเตรียมความพร้อม 2. ขั้นให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง 3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม 4. ขั้นนำเสนอผลงานและตรวจสอบผลงาน 5. ขั้นสรุปความรู้	1. ขั้นเตรียม 2. ขั้นสอน ทบทวนความรู้เดิม สอนเนื้อหาใหม่ 3. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม 4. ขั้นตรวจสอบ 5. ขั้นสรุปทบทวน	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นการให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง 3. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ 4. ขั้นสรุปและประเมินผล

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ (หน้า 15-18) และการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (หน้า 34-40) จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์กัน และสามารถเชื่อมโยงกันได้ ผู้วิจัยจึงผนวกขั้นตอนที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกันเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ดังแสดงในภาพประกอบ 2

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน คือ การสร้างความสนใจ แรงจูงใจในการทำการทดลอง ครูชี้แจงจุดประสงค์ และแนะนำเรื่องที่จะฝึกปฏิบัติ โดยครูอาจสาธิตวิธีการปฏิบัติในบางขั้นตอน เพื่อเป็นแบบอย่าง
2. ขั้นการให้ความรู้พื้นฐาน คือ ครูแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยการสาธิตขั้นตอนการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ละชนิดอย่างละเอียด หรือใช้คำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน
3. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันวางแผน โดยนักเรียนต้องแบ่งบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน ได้แก่ 1) ฝ่ายชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรม 2) ฝ่ายเตรียมอุปกรณ์ 3) ฝ่ายลงมือปฏิบัติการ 4) ฝ่ายจดบันทึกผล และ 5) ฝ่ายตรวจสอบผล ซึ่งในแต่ละกิจกรรมการทดลองนักเรียนจะต้องหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันปฏิบัติกิจกรรมการทดลองในครั้งถัดไป และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการทดลองทุกครั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับผลการทดลอง และทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ อย่างละเอียด โดยครูคอยสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาตลอดการปฏิบัติการทดลอง
4. ขั้นสรุปและอภิปรายผล คือ นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลอง และวิธีการหรือขั้นตอนการใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย
5. ขั้นประเมินผล คือ ครูจัดกิจกรรมเพื่อทดสอบความรู้นักเรียน โดยการแจกหมายเลข 1-4 ให้นักเรียนทุกกลุ่ม ทุกคนจะมีหมายเลขประจำตัวของตนเอง จากนั้นครูสุ่มหยิบบัตรหมายเลขของครู ถ้าตรงกับหมายเลขใดให้ตัวแทนหมายเลขนั้นของกลุ่มออกมาแข่งขันปฏิบัติทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ครูกำหนดให้ ตัวแทนกลุ่มคนใดสามารถทำได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุดจะได้คะแนนโบนัสเป็นคะแนนของกลุ่ม



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จารุวรรณ ใจอ่อน (2550, น. 52-54) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ Learning Together โดยใช้การเสริมแรงที่มีต่อความรับผิดชอบด้านการเรียน และเปรียบเทียบพฤติกรรมความรับผิดชอบด้านการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ LT โดยใช้การเสริมแรงที่มีต่อความรับผิดชอบด้านการเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดพฤติกรรมความรับผิดชอบด้านการเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมความรับผิดชอบด้านการเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ LT โดยใช้การเสริมแรงที่มีต่อความรับผิดชอบด้านการเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมความรับผิดชอบด้านการเรียนโดยรวม และรายด้านทุกด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมความรับผิดชอบด้านการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สวรส ผลเล็ก (2550, น. 70-73) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) เทคนิคจิ๊กซอว์ 2 (Jigsaw 2) เทคนิคการแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ (STAD) เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (TGT) และเทคนิคแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนฉิมพลี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 เทคนิค มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรอุมา คำประกอบ (2551, น. 89-91) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเรียนรู้ร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแม่วงศ์พิทยาคม จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 36 คน โดยใช้แผนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเรียนรู้ร่วมกันจำนวน 7 แผน แบบทดสอบคู่ขนานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจำนวน 60 ข้อ และแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเรียนรู้ร่วมกันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเรียนร่วมกันสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จันทิมา รัตนวาร์ (2557, น. 72-76) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกันที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตราษตระการคุณ จังหวัดตราด จำนวน 43 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกันมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องความน่าจะเป็น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเท่ากับ 0.6301 แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น 0.6301 คิดเป็นร้อยละ 63.01 นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้มากกว่าร้อยละ 50 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

Karacop and Doymus (2013, pp. 186–203) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือและการเรียนรู้ด้วยเทคนิคแอนิเมชัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์ ในวิชาเคมีทั่วไป เรื่อง พันธะเคมี และ เรื่อง ลักษณะอนุภาคของสสาร โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยวิธีจิ๊กซอว์ กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยเทคนิคแอนิเมชัน และกลุ่มที่ 3 เรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคแอนิเมชันและแบบจิ๊กซอว์มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาวิชามากขึ้น

Sulisworo and Suryani (2014, pp. 58-64) ได้ศึกษาเกี่ยวกับจุดอ่อนของความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาแรงจูงใจในการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถทำให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ที่ดีขึ้น

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการทำงานกลุ่มได้ เพราะนักเรียนมีโอกาสได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักการช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้ผลงานกลุ่มสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสามารถส่งเสริมความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้หลากหลาย พอสรุปได้ว่า ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการอย่างถูกต้อง อย่างคล่องแคล่ว มีความชำนาญ มีความละเอียดรอบคอบ เพื่อสามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้ ตลอดจนการเก็บรักษาและถนอมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้นานที่สุด (จิรพรรณ ทะเขียว, 2543, น. 7; ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525, น. 134; บุญมี พันธุ์ไทย, 2544, น. 205; วิมล สำราญวานิช, 2532, น. 104)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับทักษะการใช้ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้ อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ และสำเร็จรวดเร็วด้วยดีในเวลาอันสั้น โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและการเก็บรักษา เช่น ทักษะในการติดตั้งเครื่องมือ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการทำการทดลอง เป็นต้น (วัฒน์ รอดเกิด, 2533, น. 36; สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531, น. 299-300)

จากความหมายของทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วจนเกิดความชำนาญ และคำนึงถึงความปลอดภัยของการ ปฏิบัติการทดลองทั้งต่อตนเองและเพื่อนในกลุ่ม รวมถึงการเก็บรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, น. 136-188) กล่าวถึงทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ๆ มีดังนี้

1. ทักษะในการวัด คือ ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ทักษะการใช้ไม้บรรทัด วอเนียร์คาลิเปอร์ ไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์ วัดความยาว ความกว้างและความหนาของวัตถุ และวิธีการอ่านค่าที่วัดได้ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดนั้นจะมีความละเอียดแตกต่างกัน การจะเลือกใช้ อุปกรณ์ชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้วัดว่าต้องการค่าที่วัดได้มีความละเอียดมากน้อย เพียงใด

2. ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ หมายถึง การใช้เทอร์มอมิเตอร์อย่างถูกวิธีจะต้อง ให้กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัด แต่จะต้องไม่สัมผัสกับข้างหรือก้นภาชนะ

ในการอ่านอุณหภูมิจากขีดบอกระดับบนแท่งเทอร์มอมิเตอร์นั้น จะต้องให้สายตมองดูอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ เมื่อใช้เทอร์มอมิเตอร์เสร็จแล้วจะต้องทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ การใช้เทอร์มอมิเตอร์มีข้อควรระวังดังนี้

1) ก่อนใช้เทอร์มอมิเตอร์ต้องดูขีดบอกอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดเสียก่อนเพื่อจะได้นำไปใช้วัดค่าอุณหภูมิในระหว่างช่วงสูงสุดและต่ำสุดเท่านั้น ถ้าใช้วัดอุณหภูมิที่สูงเกินกว่าระดับอุณหภูมิสูงสุดจะทำให้เทอร์มอมิเตอร์แตก

2) ไม่ควรใช้เทอร์มอมิเตอร์คนสารแทนแท่งแก้ว เพราะอาจทำให้กระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์แตก หรือทำให้ขีดบอกระดับอุณหภูมิต่ำกว่าของเทอร์มอมิเตอร์มีรอยย่นหรือลบเลือนไป ทำให้ยากแก่การอ่าน

3) หากเทอร์มอมิเตอร์ชนิดบรรจุด้วยปรอทแตก ให้ใช้กระดาษตักปรอทใส่ขวดปิดจุกไว้เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย อย่าใช้มือหยิบปรอทเพราะปรอทสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ นอกจากนี้ปรอทสามารถระเหยเป็นไอได้ และเป็นพิษอย่างมาก

3. ทักษะในการชั่ง เครื่องชั่งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีหลายชนิด แต่ละชนิดสามารถชั่งน้ำหนักได้มากน้อยแตกต่างกัน เครื่องชั่งบางชนิดสามารถชั่งได้ครั้งละพหุมาก ๆ แต่บางชนิดก็ชั่งได้ไม่เกิน 200 กรัม ฉะนั้นจึงไม่ควรชั่งให้เกินขีดจำกัดของเครื่องชั่งแต่ละเครื่อง เพราะจะทำให้เครื่องชำรุด การชั่งที่ถูกวิธีและการเก็บรักษาเครื่องชั่งจะช่วยให้เครื่องชั่งมีอายุการใช้งานได้นาน เครื่องชั่งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนมากมี 2 แบบ

3.1 ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง หมายถึง การใช้เครื่องชั่งสปริงที่ถูกวิธี โดยวัตถุที่จะชั่งต้องไม่เกินขีดสูงสุดของเครื่องชั่ง แล้วตรวจสอบอยู่ว่าปุมโลหะอยู่ที่ขีดศูนย์ของสเกลทั้งสอง ถ้าปุมโลหะไม่ตรงไม่ตรงชี้ศูนย์ให้บันทึกความคลาดเคลื่อน สำหรับในการอ่านสเกลให้ตาอยู่ในระดับเดียวกันกับปุมโลหะ

3.2 ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบสามคาน มี 2 ชนิด คือ ชนิดจานเดียว และชนิดสองจาน หมายถึง การใช้เครื่องชั่งแบบสามคานที่ถูกวิธี โดยผู้ชั่งต้องชั่งตรงหน้ากึ่งกลางของเครื่องชั่ง และทำการปรับศูนย์ของเครื่องชั่งก่อน จากนั้นวางวัตถุบนจุดกึ่งกลางจานทางซ้ายมือของเครื่องชั่ง และวางตุ้มน้ำหนักบนจุดกึ่งกลางจานทางขวามือของเครื่องชั่งเสมอ และควรวางตุ้มน้ำหนักให้รวมกันเป็นกลุ่มอยู่ตรงจุดกึ่งกลางจาน ในกรณีที่ เป็นเครื่องชั่งแบบจานเดียวให้วางวัตถุที่จะชั่งบนจานและเลื่อนตุ้มน้ำหนักด้านขวามือ ห้ามวางสารบนจานเครื่องชั่งโดยตรง ในการหยิบตุ้มน้ำหนักต้องใช้ที่คีบเสมอ เพราะจะทำให้ตุ้มน้ำหนักเกิดสนิมหรือสึกกร่อนได้ ปรับเครื่องชั่งให้สมดุล โดยการเปลี่ยนตุ้มน้ำหนักบนสเกลของเครื่องชั่ง จนกระทั่งเข็มชี้สเกลศูนย์ อ่านค่า

น้ำหนัก และจุดบันทึกผลโดยคำนึงถึงเลขนัยสำคัญด้วย เมื่อชั่งเสร็จแล้วต้องเก็บตุนน้ำหนักเข้าตำแหน่งเดิมและนำวัตถุหรือสารออกจากจานให้หมด แล้วหุ้มนจานรองเครื่องชั่งด้วยจุกยางได้แกนจาน เพื่อป้องกันการกระดก พร้อมทั้งทำความสะอาดเครื่องชั่งก่อนนำไปเก็บ

4. ทักษะในการวัดปริมาตร ได้แก่

4.1 การใช้กระบอกตวง หมายถึง กระบอกตวงใช้วัดปริมาตรของของเหลว เพื่อนำไปใช้งานที่ไม่ต้องการความละเอียดหรือความถูกต้องในการวิเคราะห์มากนัก กระบอกตวงมีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 5 มิลลิลิตร จนถึง 2 ลิตร กระบอกตวงที่มีขนาดเล็กจะมีขีดวัดปริมาตรที่ละเอียดมากกว่าขนาดใหญ่ ดังนั้นในการวัดปริมาตรของของเหลว จึงควรคำนึงขนาดของกระบอกตวงและปริมาณของของเหลวที่ต้องการจะวัดด้วย ในการอ่านปริมาตรจากกระบอกตวงนั้นให้อ่านขีดปริมาตรที่ส่วนโค้งต่ำสุดของพื้นผิวของของเหลวในระดับสายตา

4.2 การใช้ปิเปต หมายถึง ปิเปตใช้วัดปริมาตรของของเหลวได้ละเอียดและถูกต้อง มีหลายชนิดและมีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 1 มิลลิลิตร จนถึง 100 มิลลิลิตร

4.3 การใช้บิวเรต หมายถึง ใช้วัดปริมาตรของของเหลว แต่มีก๊อกสำหรับเปิดปิดเพื่อบังคับการไหลของของเหลวเพื่อให้ได้ปริมาตรตามต้องการได้

4.4 การใช้ขวดปริมาตร หมายถึง ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่แน่นอน ขวดนี้จะมีขีดบอกปริมาตรอยู่ที่คอขวด ดังนั้นในการตวงปริมาตรของสารละลายต้องให้ส่วนโค้งต่ำสุดของพื้นผิวของสารละลายจรดกับขีดปริมาตร

4.5 การใช้หลอดฉีดยา หมายถึง การกีดก้านสูบลงไปจนสุดเพื่อไล่อากาศภายในกระบอกสูบออกให้หมด แล้วจุ่มปลายหลอดลงในสารละลายค่าย ๆ ดึงก้านสูบขึ้นเพื่อดูสารละลายตามปริมาตรที่ต้องการ ถึงดึงก้านขึ้นมาแล้วมีฟองอากาศเกิดขึ้นภายในหลอด จะต้องกีดก้านสูบลงไปจนสุดใหม่เพื่อไล่อากาศออกให้หมด แล้วจึงดูดสารละลายเข้าไปในหลอดฉีดยาอีกครั้งหนึ่ง เมื่อใช้หลอดฉีดยาเสร็จแล้วจะต้องรีบล้างให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง

5. ทักษะในการใช้ตะเกียง ได้แก่

5.1 ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ หมายถึง การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยต้องสำรวจดูสภาพก่อนใช้ทุกครั้ง ใต้ตะเกียงจะต้องอยู่ในสภาพดีและปรับระดับให้เหมาะสมได้ ก่อนจุดตะเกียงควรเตรียมสารต่าง ๆ ให้พร้อมเสียก่อน แล้วเมื่อใช้เสร็จแล้วควรดับไฟทันทีโดยใช้ฝาปิด ไม่ควรให้ปากเป่า

5.2 ทักษะการใช้ตะเกียงเบนสัน หมายถึง การใช้ตะเกียงเบนสันที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยใช้สายยางต่อแก๊สจากก๊อกแก๊สเข้าตะเกียง ปรับหมุนวงแหวน ไม่ใช้อากาศเข้า

และเปิดก๊อกแก๊สเข้าในตะเกียง และจุดไม้ขีดไฟจ่อที่ริมหัวตะเกียง โดยเปลวไฟขณะนี้มีสีเหลือง เขม่าดำ ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้เพราะความร้อนต่ำ ออกซิเจนเข้าไม่เพียงพอ จะทำให้ภาชนะมีเขม่าดำ ติด แก๊สโดยค่อย ๆ ปรับหมุนวงแหวนให้อากาศเข้ามาในท่อตะเกียงจนกระทั่งเปลวไฟเป็นสีน้ำเงินอ่อน ๆ

6. ทักษะในการใช้สารเคมี ได้แก่

6.1 การตักสาร หมายถึง ควรตักสารอย่างระมัดระวังอย่าให้สารเคมีมีมลทินจากสารอื่น ๆ ควรใช้ช้อนตักสาร ควรล้างช้อนทุกครั้งเมื่อนำไปตักสารชนิดอื่น

6.2 การรินสาร หมายถึง การเทหรือรินสารจากภาชนะหนึ่งไปอีกภาชนะหนึ่ง จะต้องมีความระมัดระวังและถูกวิธี เพื่อความปลอดภัย ในการรินสารละลายนั่นควรให้ปากขวดสัมผัสกับภาชนะที่รองรับ เพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวไหลลงมาข้างขวดได้ หรือใช้แท่งแก้วเป็นตัวนำทางให้สารละลายไหลลงมา

7. ทักษะในการคนสาร หมายถึง การผสมตัวละลายเข้ากับตัวทำละลาย ถ้าภาชนะต่างชนิดกันการคนสารจะต่างกันออกไป เช่น การคนสารละลายในปิกเกอร์ ควรใช้แท่งแก้วคนและพยายามอย่าให้แท่งแก้วกระทบกันหรือด้านข้างของปิกเกอร์ การคนสารละลายในขวดรูปชมพู่ ควรใช้มือจับปากขวดแล้วหมุนด้วยข้อมือ เป็นต้น

8. ทักษะในการต้มสาร หมายถึง การต้มของเหลวสามารถทำได้โดยใช้ภาชนะชนิดต่าง ๆ เช่น หลอดทดลอง ปิกเกอร์ เช่น ในการต้มของเหลวในหลอดทดลองนั้นต้องมีอันตรายที่สุดจึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษ จึงควรใช้ที่จับหลอดทดลอง และควรใช้ไฟอ่อน ๆ เป็นต้น

9. ทักษะในการกรอง หมายถึง การเลือกขนาดและพับกระดาษกรองที่ถูกต้อง โดยพับเป็นครึ่งวงกลมก่อนแล้วพับอีกครั้งหนึ่งให้เหลือเพียงหนึ่งในสี่ของวงกลมให้ริมกระดาษเหลื่อมกันเล็กน้อย แล้วคลี่กระดาษกรองเป็นรูปกรวย

10. ทักษะการใช้อินดิเคเตอร์ หมายถึง การใช้กระดาษลิตมัสดูการเปลี่ยนสีของความเป็นกรดเบส

11. ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ หมายถึง การใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้อง ปลอดภัย รู้ขั้นตอนในการเก็บรักษา สามารถบอกส่วนประกอบและหน้าที่การใช้งานของกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว

12. ทักษะการเตรียมสไลด์สดเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ หมายถึง การเตรียมสไลด์สดที่ถูกต้อง ปลอดภัย เริ่มด้วยการนำสไลด์ที่สะอาด และแห้งมาวางบนโต๊ะใช้หลอดหยดดูดน้ำแล้วหยดน้ำลงไปตรงกลางแผ่นสไลด์ประมาณ 1-2 หยด จากนั้นนำตัวอย่างที่ต้องการ

ศึกษาวางบนหยดน้ำแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยไม่ให้ฟองอากาศเข้า เมื่อปิดแล้วควรเช็ดน้ำที่ออกมาออกกระจกปิดสไลด์ให้แห้ง

13. ทักษะการย้อมสีเนื้อเยื่อ หมายถึง ถ้าต้องการเห็นรูปร่างและโครงสร้างของเซลล์ให้ชัดเจนต้องอาศัยวิธีการย้อมสีด้วยสารเคมีต่าง ๆ

14. ทักษะการใช้เครื่องจ่ายไฟ หมายถึง การฝึกทักษะการใช้เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้าวิธีต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับงาน

15. ทักษะการใช้เครื่องมือวัดประแสและความต่างศักย์ไฟฟ้า หมายถึง การใช้โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วและปลอดภัย

บุญมี พันธุ์ไทย (2544, น. 206-210) ได้แบ่งทักษะการปฏิบัติไว้ 29 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ หมายถึง การใช้และอ่านเทอร์มอมิเตอร์อย่างถูกวิธี คือ กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ ขณะอ่านสายตาดูต้องอยู่ในระดับเดียวกันกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ และเมื่อให้เสร็จแล้วควรทำความสะอาดเช็ดให้แห้ง แล้วเก็บเข้าที่

2. ทักษะการใช้ตาชั่ง หมายถึง ความสามารถในการใช้ตาชั่งอย่างถูกวิธี คือ ปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชั่งน้ำหนักค่อย ๆ เติมน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล และอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง

3. ทักษะการใช้ตาชั่งสปริง หมายถึง ต้องให้ตาชั่งในแนวตั้งอ่านหน่วยน้ำหนักเป็นกรัมหรือนิวตัน ขณะอ่านตาดูต้องอยู่ในระดับเดียวกับปุ่มโลหะบอกค่าน้ำหนัก ถ้าต้องใช้ตาชั่งสปริงในแนวอื่น เพื่อเปรียบเทียบแรงดึงดูดรักษาทิศทางให้อยู่ในแนวเดียวกัน

4. ทักษะการใช้ตะเกียง หมายถึง ความสามารถในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนใช้ต้องตรวจสอบสภาพก่อนทุกครั้ง ไม่จุดตะเกียงก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อม ปรับไส้ให้สูงพอเหมาะ เตรียมกระป๋องทรายสำหรับทิ้งก้านไม้ขีดไฟที่จุดแล้ว เมื่อเลิกใช้ต้องดับตะเกียงทันที โดยใช้ฝาครอบไม่ใช้ปากเป่า

5. ทักษะการใช้ช้อนตักสาร หมายถึง การตวงสารให้ปริมาณถูกต้อง คือ ตักสารแต่ละครั้งปาดช้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กดยาในช้อนก่อนปาด เมื่อตักแล้วทำความสะอาดช้อนและทำให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น ไม่ตักสารในขณะที่ยังร้อน

6. ทักษะการใช้ไม้หนีบ หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธี คือ หนีบที่ระยะประมาณ $\frac{1}{3}$ จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบบีกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้องต้องหนีบให้ลึก ขณะถือไม่ออกแรงกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับขาตั้งเพื่อหนีบเทอร์มอมิเตอร์ต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษหุ้มเทอร์มอมิเตอร์ให้แน่นเสียก่อน

7. ทักษะการใช้หลอดฉีดยา หมายถึง การใช้หลอดฉีดยาอย่างถูกวิธี คือ จุ่มปลายหลอดลงในของเหลว กดก้านสูบให้ชิดกับกระบอกสูบเพื่อไล่ฟองอากาศ ดึงก้านสูบขึ้นเพื่อดูดของเหลวขึ้นมาอ่านปริมาตรโดยให้ตาอยู่ระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตร ถ้ามีฟองอากาศต้องกดก้านหลอดลงไปใหม่ ใช้เสร็จแล้วล้างให้สะอาด ทำให้แห้ง เมื่อจะใช้ดูดของเหลวชนิดอื่นต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

8. ทักษะการใช้หลอดหยด หมายถึง ความสามารถที่จะใช้หลอดหยดได้ถูกวิธี คือ ดูดของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องการใช้ ค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลวหยดทีละหยดอย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอดหยดให้สะอาดทันทีที่สลับให้แห้ง ถ้าจะใช้ดูดสารหลายชนิดต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

9. ทักษะการใช้กรดและเบส หมายถึง การใช้กรด-เบส ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย คือ รินกรดหรือเบสใส่ในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะรินหันภาชนะที่ใส่กรด-เบส ด้านที่มีป้ายฉลากขึ้นข้างบน ไม่รินน้ำลงในกรด ถ้ากรดหกควรร่างกายต้องรีบล้างด้วยน้ำทันที ถ้ากรดหกรดพื้นให้โปรยด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ถ้าเบสกรดให้ล้างด้วยกรดอะซิติกเจือจางแล้วล้างด้วยน้ำอีกครั้งหนึ่ง

10. ทักษะการใช้กระดาษทดสอบกรดและเบส หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ คือ เมื่อที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรดและเบส หยิบทีละแผ่นอังที่ปากหลอดโดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลวให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวมาแตะ

11. ทักษะการใช้แว่นขยาย หมายถึง การถือแว่นขยายให้ชิดกับตาข้างหนึ่ง ระวังการขูดขีด ให้แล้วเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

12. ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ วางแผ่นสไลด์บนแท่นให้วัตถุที่ต้องการศึกษาตรงกับช่องบนแท่นกดทับให้แน่นด้วยที่หนีบทั้งสองข้าง ปรับกระจกเงาให้แสงสะท้อนมาจากวัตถุบนสไลด์ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบตามเข็มนาฬิกาเพื่อปรับเลนส์ตาลงไปจนต่ำสุดเกือบถึงกระจกสไลด์ มองวัตถุผ่านเลนส์พร้อมทั้งค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพละเอียดทวนเข็มนาฬิกา เพื่อปรับระยะเลนส์ทีละน้อยจนมองเห็นวัตถุชัดเจน ถ้ายังไม่เห็นภาพให้เลื่อนตำแหน่งสไลด์ปรับระยะใหม่อีกครั้ง

13. การใช้กล้องโทรทัศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องโทรทัศน์อย่างถูกวิธี คือ เลื่อนเลนส์ทั้ง 2 อันออกห่างจากกัน จับรางกล้องตรงระยะกึ่งกลางของราง ยกขึ้นให้เลนส์อยู่ระดับตา เมื่อมองวัตถุที่อยู่ใกล้ให้มองผ่านเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น

แล้วเลื่อนเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาวไปมาจนเห็นภาพชัด ระวางการขูดขีดเลนส์ในการทำความสะอาด ให้ใช้ลากลีเซียดเลนส์

14. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถที่ตรวจความต่างศักย์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้าก่อนที่จะต่อเข้าในวงจร เมื่อความต่างศักย์ของอุปกรณ์ค่ามากกว่าไม่ต้องต่อ

15. ทักษะการใช้หลอดไฟฟ้าพร้อมขั้ว หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ปากหนีบจะเข้ หนีบปลายขั้วทั้งสองที่ยื่นออกมา ไม่หนีบเข้าไปจนชิดกับขั้วไฟฟ้า

16. การใช้เบตเตอร์ หมายถึง ความสามารถเรียงเซลล์ลงในกล่องเป็นแบบอนุกรม ตรวจสอบขั้วไฟฟ้า แผ่นตัวนำและสปริง และสามารถเสียบแผ่นตัวนำ เพื่อตัดตอนตามจำนวนเซลล์ให้มีความต่างศักย์ตามที่ต้องการ

17. การสังเกต หมายถึง ความสามารถที่จะตรวจรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสครบทุกอย่างได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แล้วบันทึกทันที

18. การวัดความยาว-สูง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์วัดความยาว ความสูงได้ถูกต้อง อ่านมาตราโดยตาตั้งฉากกับขีดบอกความยาวหรือความสูงนั้น

19. การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่ใช้ทำไดนาโม หมายถึง การเก็บรักษาแม่เหล็กไม่ให้เสื่อมคุณภาพด้วยการให้ขั้วต่างชนิดกันประกบกันไว้

20. การดัดสาร หมายถึง ความสามารถในการดัดสารในหลอดทดลองหรือในปิกเกอร์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนดัดขีดกันภาชนะให้แห้ง ถ้าดัดสารในหลอดทดลองที่อยู่กับที่ต้องใส่เศษหินหรือกระเบื้องก่อนต่อ ถ้าจับด้วยไม้หนีบต้องส่ายหลอดไปมาช้า ๆ หนีปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนอยู่ เมื่อดัดในปิกเกอร์ใช้แท่งแก้วคนอย่างสม่ำเสมอ

21. การคนสาร หมายถึง การใช้แท่งแก้วคนสารให้เข้ากัน โดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและด้านข้างของภาชนะ ให้แล้วล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่ และไม่ใช้แท่งแก้วคนสารต่างชนิดกัน โดยไม่ทำความสะอาดเสียก่อน

22. การเขย่าหลอดทดลอง หมายถึง การเขย่าโดยใช้มือจับหลอดทดลองแล้วเขย่าให้ส่วนล่างของหลอดกระทบกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

23. การรินสาร หมายถึง การรู้จักการรินของเหลวผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะ โดยให้ปลายแท่งแก้วสัมผัสชิดขอบภาชนะที่รองรับ

24. การดมสาร หมายถึง ความสามารถที่จะสังเกตกลิ่นของสารอย่างถูกวิธี คือ ไม่สูดดมสารโดยตรง แต่ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าและห่างจากจมูกเล็กน้อย แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกกลิ่นไอสารเข้าจมูกซ้ำ ๆ

25. การจับเวลา หมายถึง ความสามารถในการใช้นาฬิกาจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้ถูกต้อง รวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างคนที่สังเกตปรากฏการณ์กับคนที่จับเวลา

26. การทำเครื่องหมาย หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักทำเครื่องหมายบนหลอดทดลอง กล้องพลาสติก เมื่อใช้หลาย ๆ ชิ้นในเวลาเดียวกัน

27. การต่อลวดวงจรไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการไล่ลำดับวงจรโดยเริ่มจากขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ไปยังอีกขั้วหนึ่งจนครบวงจร โดยไม่ย้อนกลับและตรวจสอบดูขั้วไฟฟ้าทุกขั้วต้องเสียบกันอยู่แน่นสนิท

28. การใช้ยาฆ่าเชื้อโรค หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ยาฆ่าเชื้อโรคอย่างระมัดระวังไม่ให้ถูกผิวหนังหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย โดยใช้ปากคีบจับสำลี ขูยาฆ่าเชื้อโรคกดทับข้างขวดไม่ให้ไหลเกินไป ปิดจุกขวดทันที ให้สำลีเช็ดภาชนะที่ต้องการฆ่าเชื้อโรค เสร็จแล้วทิ้งสำลีในที่รับขยะ ไม่วางทิ้งไว้บนโต๊ะ ถ้ายาถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายให้ล้างด้วยน้ำทันที

29. ทักษะการทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ หมายถึง ความสามารถที่จะทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชนิด เพื่อทำการทดลองเสร็จแล้วและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

จากการศึกษาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่สำคัญ เหมาะสม และจำเป็นต้องพัฒนาให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ไว้ 12 ทักษะดังนี้

1. ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง เช่น การถือกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องโดยมือด้านหนึ่งจับที่แขนของกล้อง ส่วนมืออีกด้านหนึ่งรองบริเวณฐานของกล้อง ใช้งานกล้องจุลทรรศน์โดยเริ่มต้นที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุด เป็นต้น หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยปรับแท่นวางวัตถุอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด เลนส์ใกล้วัตถุอยู่ที่กำลังขยายต่ำสุด ปิดไฟและพันสายไฟให้เรียบร้อย

2. ทักษะการเตรียมสไลด์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเตรียมสไลด์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยตรวจสอบความสมบูรณ์ เช็ดทำ

ความสะอาดกระจกสไลด์ และจำนวนแผ่นปิดสไลด์ก่อนการทดลอง ต้องตัดตัวอย่างที่ศึกษาเป็นชิ้นเล็กบาง ๆ วางแผ่นปิดสไลด์ไม่ให้มีฟองอากาศ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยหึ่งตัวอย่างและแผ่นปิดสไลด์ลงในถังขยะ ล้างกระจกสไลด์ให้สะอาด เช็ดให้แห้งและเก็บใส่กล่อง

3. ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนใช้เครื่องชั่งสปริงได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการตรวจสอบปุ่มโลหะให้อยู่ในขีดเริ่มต้น และตรวจสอบความสมบูรณ์ของสปริง จับเครื่องชั่งสปริงในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยใช้มือจับที่ห่วงด้านบนของเครื่องชั่งสปริง การอ่านขนาดของแรงปุ่มโลหะบนเครื่องชั่งสปริงอยู่ระดับสายตา หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยเก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย

4. ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียวได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการปรับศูนย์ของเครื่องชั่งก่อนการใช้ ต้องเลื่อนลูกตุ้มน้ำหนักทุกอันไปที่ศูนย์ ในการชั่งต้องเลื่อนตุ้มน้ำหนักทีละหน่วยจนกว่าคานของเครื่องชั่งจะชี้ที่เลขศูนย์พอดี อ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยนำภาชนะและสารลงจากเครื่องชั่ง และเลื่อนลูกตุ้มน้ำหนักทุกอันไปที่ศูนย์เหมือนเดิม

5. ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้เทอร์มอมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยใช้มือจับที่ปลายด้านบนของแท่งเทอร์มอมิเตอร์ พลิกด้านที่มีสเกลตัวเลขเข้าหาตัวเอง ขณะวัดอุณหภูมิกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ ขณะอ่านค่าอุณหภูมิสายตาต้องอยู่ระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยทำความสะอาด เช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่

6. ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยจัดวางชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ถูกต้อง และสังเกตความยาวของไส้ตะเกียงให้อยู่ในความยาวที่เหมาะสม ไม่จุดไฟก่อนจะเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม จุดไฟแล้วไม่นำตะเกียงแอลกอฮอล์ไปต่อกันโดยตรง หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยต้องดับตะเกียงแอลกอฮอล์ทันที โดยใช้ฝาครอบปิด

7. ทักษะการใช้หลอดหยดสาร หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลอดหยดสารได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการดูดสารต้องบีบจุกยางค้างไว้และจุ่มหลอดหยดสารลงในสารละลาย แล้วค่อย ๆ ปล่อยจุกยาง เพื่อให้สารละลายเข้ามาในหลอดหยดสาร ถือหลอดหยดสารโดยไม่เหนี่ยวนำมือ และบีบจุกยางให้สารละลายไหลอย่าง

สม่ำเสมอ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาด และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

8. ทักษะการใช้กระบอกตวง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบอกตวงได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว มีความระมัดระวัง โดยใส่ของเหลวที่ต้องการตวงให้มีปริมาตรน้อยกว่าที่ต้องการเล็กน้อย แล้วใช้หลอดหยดสารค่อย ๆ เติมเพื่อปรับปริมาตรให้พอดีที่ต้องการ ขณะอ่านปริมาตรให้ส่วนโค้งต่ำสุดของสารละลายอยู่ที่ระดับสายตา เทสารละลายโดยเอียงกระบอกตวงให้ตรงกับปากภาชนะที่รองรับ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดทุกครั้งก่อนเก็บเข้าที่

9. ทักษะการใช้หลอดฉีดยา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลอดฉีดยาได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยก่อนดูดสารต้องดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นและกดลง เพื่อไล่อากาศออกให้หมด แล้วจุ่มปลายหลอดฉีดยาลงในสารละลายแล้วค่อย ๆ ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นตามปริมาตรที่ต้องการ โดยในหลอดฉีดยาต้องไม่มีอากาศอยู่ การอ่านปริมาตรส่วนโค้งต่ำสุดของลูกยางตรงกับขีดปริมาตรที่ต้องการ หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยทำความสะอาด เช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่

10. ทักษะการใช้บิวเรต หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้บิวเรตได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยเทสารละลายให้เกินขีดบอกปริมาตร และปล่อยสารละลายให้เต็มปลายบิวเรตส่วนล่าง โดยต้องไม่มีฟองอากาศในบิวเรต การหมุนก๊อกใช้นิ้วชี้ นิ้วกลางประคองก๊อก และใช้นิ้วโป้งบังคับการหมุนปิดเปิดของก๊อก อ่านปริมาตรของสารละลายระดับสายตา หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าที่

11. ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้แท่งแก้วคนสารได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยการใช้นิ้วมือจับที่ปลายด้านมนของแท่งแก้ว และใช้ปลายด้านแบนสำหรับคนสารไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและด้านข้างของภาชนะ คนสารละลายไปในทิศทางเดียวกัน หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดเช็ดให้แห้งเรียบร้อย

12. ทักษะการใช้ช้อนตักสาร หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ช้อนตักสารได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และมีความระมัดระวัง โดยเลือกขนาดของช้อนตักสารได้ถูกต้อง ใช้นิ้วจับที่บริเวณกลางด้ามของช้อนตักสาร ตักสารแต่ละครั้งต้องปาดผิวให้เรียบเพียงครั้งเดียว ไม่กดสาร หลังใช้งานเสร็จต้องคำนึงถึงการเก็บรักษาโดยล้างทำความสะอาดเช็ดให้แห้ง

3.3 การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ

3.3.1 ความหมายของการวัดภาคปฏิบัติ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดภาคปฏิบัติได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการวัดภาคปฏิบัติไว้หลากหลาย พอสรุปได้ว่า การวัดภาคปฏิบัติ (Performance Test) หมายถึง การวัดความสามารถ หรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมาทั้งด้านกระบวนการและผลงานที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติจริงตามจุดประสงค์ หรือสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งการวัดภาคปฏิบัติเหมาะสมกับวิชาที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงมากกว่าวิชาที่เน้นความรู้ ทฤษฎี (เขียน ไชยสร, 2529, น. 37; ไพศาล หวังพานิช, 2523, น. 89; ส.วาสนา ประवालพฤกษ์, 2527, น. 2; สมนึก ภัททิยธนี, 2549, น. 50; สุพันธ์ ศลโกสม, 2532, น. 65)

3.3.2 ประเภทเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

จากการศึกษาประเภทเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติจากนักการศึกษา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ 4 ประเภท ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560, น. 143; ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, น. 25; ส.วาสนา ประवालพฤกษ์, 2527, น. 3-5; สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2547, น. 79-80; สุพันธ์ ศลโกสม, 2532, น. 70-75)

1. แบบทดสอบ (Test) ใช้เมื่อต้องการวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ อาจใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบ (Essay test) หรือแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) แบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบสอบข้อเขียน (paper and pencil test) แบ่งเป็น 2 ประเภทย่อย ได้แก่ แบบสอบวัดความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับการปฏิบัติ ซึ่งผู้ประเมินควรใช้วัดก่อนที่จะทดสอบภาคปฏิบัติ เช่น วัดความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงก่อนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบที่ใช้การอธิบายกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหา จะมีข้อคำถามที่ใช้ผู้ตอบอธิบายวิธีการ ขั้นตอน หรือกระบวนการปฏิบัติงานต่าง ๆ ข้อดี คือ สามารถบริการการสอบได้เป็นกลุ่ม ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน และประหยัดเวลา ตลอดจนมีความเป็นปรนัยค่อนข้างสูง ข้อจำกัด คือ ความตรงของเครื่องมือ เนื่องจากการใช้แบบสอบข้อเขียนกับการวัดทักษะปฏิบัติ ผู้ตอบที่มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาหรือกระบวนการปฏิบัติอาจไม่สามารถปฏิบัติงานนั้นได้จริง ดังนั้นผู้ประเมินควรใช้วิธีการนี้ประกอบการวัดทักษะการปฏิบัติที่ให้ปฏิบัติจริง หรือใช้วิธีการนี้ในการวัดทักษะการปฏิบัติที่มีอันตรายหรือมีความเสี่ยงในการปฏิบัติจริงเท่านั้น

1.2 แบบสอบปากเปล่า (oral test) ควรใช้วัดประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยเฉพาะการทำงานกลุ่ม หรือใช้ได้ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติงานนั้นจริง ข้อดี คือ ขณะสอบปากเปล่าผู้ประเมินสามารถปรับข้อคำถามที่ถามได้ตามความเหมาะสม ข้อจำกัด คือ ต้องวัดผู้เรียนทีละคนซึ่งใช้เวลามาก และเมื่อเปรียบเทียบกับแบบสอบข้อเขียนแบบสอบปากเปล่านั้นมีความเป็นปรนัยน้อยกว่า เนื่องจากผู้รับการประเมินต้องเข้าสอบทีละคน ข้อคำถามที่ผู้รับการประเมินแต่ละคนได้รับอาจมีความแตกต่างกัน ผู้สอบที่สอบในลำดับหลังมีโอกาสได้เตรียมตัวสอบมากกว่า หรืออาจรู้แนวคำถามในการสอบจากผู้สอบในลำดับก่อนหน้า

2. การสังเกต (Observation) ใช้เมื่อต้องการวัดความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งวิธีปฏิบัติและผลการปฏิบัติ โดยครูทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนแล้วบันทึกลงในแบบสังเกต หรือแบบประเมิน ซึ่งแบบประเมินที่นิยมใช้แพร่หลายมี 2 ชนิด คือ

2.1 แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นแบบสำรวจพฤติกรรมใช้ประกอบการสังเกต ช่วยให้ครูสังเกตพฤติกรรมกระทำของผู้เรียนได้อย่างมีระบบ เหมาะสำหรับการพิจารณาคุณลักษณะหรือพฤติกรรมกระทำในเรื่องของทักษะพื้นฐาน ทักษะการปฏิบัติ โดยมีรายการของพฤติกรรมให้ผู้สังเกตบันทึกว่ามีพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งรายการคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่มีระดับการพิจารณา 2 ระดับ เช่น มี-ไม่มี ผ่าน-ไม่ผ่าน เป็นต้น ดังนั้นเครื่องมือนี้จึงเหมาะสำหรับการวัดทักษะการปฏิบัติที่มีรายละเอียดของพฤติกรรมหรือขั้นตอนปฏิบัติที่ชัดเจนตายตัว ข้อควรระวังในการใช้แบบตรวจสอบรายการมีดังนี้

2.1.1 ใช้เฉพาะในเรื่องที่แน่ใจว่า พฤติกรรมของผู้เรียนนั้นจะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นเท่านั้น

2.1.2 ผู้สังเกตต้องเข้าใจความหมายของข้อความในแบบตรวจสอบรายการเป็นอย่างดี

2.1.3 สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคล โดยตั้งใจสังเกตตามรายการพฤติกรรม แต่ไม่จำเป็นต้องให้ครบทุกรายการภายในครั้งเดียว

2.1.4 ผู้สังเกตควรได้รับการฝึกฝนตนเองเกี่ยวกับทักษะในการสังเกต เพื่อให้รู้ว่าจะต้องสังเกตอะไร และวิธีการจดบันทึกอย่างไร

2.2 แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scales) มีลักษณะเป็นรายการพฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะสำคัญที่ต้องการวัดเช่นเดียวกับแบบตรวจสอบรายการ แต่แบบมาตราส่วนประมาณค่าจะให้ผู้สังเกตระบุระดับคุณภาพหรือความสมบูรณ์ของทักษะนั้น ๆ ว่าอยู่ใน

ระดับใด ระดับคุณภาพของทักษะที่ประเมินมีความละเอียดขึ้นกว่าแบบตรวจสอบรายการ แต่อาจเกิดปัญหาการขาดความเป็นปรนัย และความเที่ยงระหว่างผู้สังเกตได้

3. แบบจัดอันดับคุณภาพ (Ranking) เป็นการจัดอันดับสูงต่ำ โดยเปรียบเทียบผลงานของผู้เรียนทุกคน ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขโดยตรงได้ การวัดประเภทนี้ได้แก่ วัดความดี ความงาม ความสะอาด ความประพฤติ เป็นต้น การจัดอันดับคุณภาพจะมีความเชื่อมั่นสูงเมื่อมีการพิจารณาคุณสมบัติเดียวชัดเจน แต่ถ้าจัดอันดับหลายอย่างในคราวเดียวกันจะทำให้ความเชื่อมั่นต่ำลง

4. แบบบันทึกเหตุการณ์ (Records, Anecdotal Records) เป็นการบันทึกพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ที่สังเกตได้เท่านั้น ไม่สามารถใส่ความคิดเห็นลงไปได้ ผู้บันทึกค่อนข้างจะมีอิสระในการบันทึกมากกว่าเครื่องมือชนิดอื่น ๆ การบันทึกเพียงครั้งเดียวอาจไม่สามารถให้ข้อมูลที่มีความหมายมากนัก จึงจำเป็นต้องบันทึกอย่างต่อเนื่องหลาย ๆ ครั้ง

จากการศึกษาประเภทเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติจากนักการศึกษา ผู้วิจัยเห็นว่าเครื่องมือที่เหมาะสมกับการวัดหรือประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คือ แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เพราะการวัดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการประเมินพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความสามารถในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ละชนิด ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไม่มีรายละเอียดของพฤติกรรมหรือขั้นตอนการปฏิบัติมากนัก และเป็นการปฏิบัติที่ชัดเจนตายตัว จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ง่ายต่อการวัดและประเมินผลได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นแบบตรวจสอบรายการจึงมีความเหมาะสมกับการวัดหรือประเมินผลทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.3.3 หลักการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

Tuckman (1975, pp. 180-185) ได้เสนอหลักการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุวัตถุประสงค์ที่ต้องการปฏิบัติ
2. ระบุสถานการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ทดสอบหรือปฏิบัติ
3. ระบุเกณฑ์ในการประเมินกระบวนการและผลงาน
4. การสร้างแบบประเมินในการทดสอบการปฏิบัติงานของผู้เรียน

เขียน ไซยศร (2529, น. 45-53) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างเครื่องมือวัดผลภาคปฏิบัติไว้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุสาระสำคัญที่เป็นหลักวิชาและทักษะหลักในการทำงาน โดยศึกษาจากหลักสูตรเอกสารประกอบการสอน หรือการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ
2. กำหนดขั้นตอนหรือองค์ประกอบของการปฏิบัติงานที่จะวัด โดยศึกษาจากวัตถุประสงค์ของหลักสูตรว่ามุ่งให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับใด หรือต้องการให้เกิดทักษะใด
3. ระบุรายการและกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนหรือองค์ประกอบ เช่น ให้พิจารณาว่าขั้นเตรียมใช้อะไรบ้าง ขั้นปฏิบัติทำอะไรบ้าง เวลาที่ใช้ควรเป็นอย่างไร เป็นต้น
4. ศึกษาและกำหนดตัวแปรที่ส่งผลให้การปฏิบัติงานมีผลที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพแตกต่างกัน
5. ระบุรายการและการปฏิบัติที่ใช้ในแต่ละองค์ประกอบ
6. เขียนข้อรายการ รายละเอียดวิธีปฏิบัติที่ทำให้งานมีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงสุด โดยการศึกษาจากผลงานวิจัยหรือปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น
7. กำหนดเกณฑ์การตัดสิน เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมในการปฏิบัติ คุณภาพของงานหรือผลการปฏิบัติที่สังเกตเห็น ให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งตัวเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของคำ หรือการบรรยายสั้น ๆ
8. การให้น้ำหนักหรือกำหนดคะแนน ซึ่งอาจทำเป็น 2 ขั้นตอน คือ
 - 8.1 กำหนดสัดส่วนของน้ำหนักคะแนนในแต่ละส่วนของเรื่องที่ต้องการวัด เช่น ขั้นเตรียม 15% ขั้นปฏิบัติ 40% ผล 15% เวลา 30% เป็นต้น ซึ่งจะต้องเป็นไปตามความมุ่งหมายของเรื่องที่จะสอนหรือฝึกปฏิบัติ
 - 8.2 กำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละข้อรายการ จำแนกเป็นรายละเอียดในการปฏิบัติ ซึ่งน้ำหนักคะแนนของทุกขอรายการในขั้นตอนหนึ่งรวมกันจะต้องเป็นไปตามสัดส่วนที่กำหนด
9. การจัดรูปแบบเครื่องมือ จัดรวบรวมข้อรายการต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอน เกณฑ์ และน้ำหนัก หรือคะแนนเข้าเป็นหมวดหมู่เรียงตามลำดับขั้นตอน และสะดวกในการใช้ ซึ่งนิยมจัดในรูปแบบของแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) หรือ มาตรฐานประมาณค่า (Rating scale)

สุวิมล ว่องวานิช (2545, น. 7) ได้อธิบายวิธีหลักการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1 การวางแผนการสร้างเครื่องมือ

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชาที่สอน
- 1.2 ศึกษาธรรมชาติของงานที่ให้ปฏิบัติ
- 1.3 วิเคราะห์คุณลักษณะของพฤติกรรมที่ต้องวัด
- 1.4 กำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะที่จะวัด

2 การดำเนินการสร้างเครื่องมือ

- 2.1 กำหนดวิธีการวัดคุณลักษณะด้านทักษะ
- 2.2 กำหนดเครื่องมือวัดคุณลักษณะด้านทักษะ
- 2.3 กำหนดเนื้อหาที่ปรากฏในเครื่องมือ
- 2.4 กำหนดวิธีการตรวจให้คะแนน
- 2.5 สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ

3 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

- 3.1 นำเครื่องมือไปทดลองให้แล้วแก้ไขปรับปรุง
- 3.2 วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

4 การตัดสินผล

สมนึก ภัททิยธนี (2549, น. 51-52) ได้เสนอหลักการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์งานและเขียนรายการ

1.1 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ในหลักสูตร และรายละเอียดของงานที่มุ่งให้ผู้เรียนฝึก เพื่อค้นหาทักษะและความสามารถที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมนั้น และเนื่องจากการวัดภาคปฏิบัติต้องใช้การสังเกต ดังนั้นทักษะที่มุ่งวัดควรเป็นสิ่งที่มองเห็นได้ในขณะปฏิบัติ ควรเป็นทักษะที่ยาก ๆ มากกว่าทักษะที่ปฏิบัติเป็นกิจวัตร ทั้งนี้ควรคำนึงถึงข้อจำกัดเรื่องเวลา และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดด้วย

1.2 กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่จะวัด โดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นเตรียมงาน ขั้นปฏิบัติงาน ขั้นผลงาน และเวลาที่ใช้

1.3 เขียนข้อรายการ รายละเอียดในแต่ละขั้นตอน

1.4 ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลให้การปฏิบัติงานนั้นมีคุณภาพแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้เข้าสอบทุกคน

1.5 จัดรูปแบบเครื่องมือ คือ ลักษณะของแบบวัดว่าแต่ละตอนจะมีลักษณะอย่างไร

2. กำหนดคะแนนและน้ำหนัก โดยกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละสัดส่วน และกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละข้อรายการ

3. กำหนดเกณฑ์การตัดสิน เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมในการปฏิบัติงานที่มองเห็นได้ วัดได้

4. จัดรูปแบบเครื่องมือ คือ เรียบเรียงข้อรายการต่าง ๆ ตามขั้นตอน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน จัดรูปแบบให้สะดวกในการใช้

จากการศึกษาหลักการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ มีความเหมือนและแตกต่างกันบางชั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปหลักการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตร ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชา
2. กำหนดทักษะที่ต้องการวัด รวมไปถึงพฤติกรรมในแต่ละทักษะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนที่เป็นไปตามหลักสูตร ผลการเรียนรู้ หรือจุดประสงค์ของวิชา
3. สร้างเครื่องมือวัดพร้อมเกณฑ์การให้คะแนน
4. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุชาติ จิตจำ (2550, น. 48-51) ได้สร้างชุดกิจกรรมฝึกปฏิบัติการทดลองทางเคมี เพื่อพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองทางเคมีให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติการทดลองทางเคมีของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกปฏิบัติการทดลองทางเคมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 30 คน ซึ่งทักษะปฏิบัติการทดลองทางเคมีต้องการพัฒนา ได้แก่ ทักษะปฏิบัติการไทเทรต ทักษะปฏิบัติการเตรียมสารละลาย ทักษะปฏิบัติการหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือด ทักษะปฏิบัติการตกผลึก และทักษะปฏิบัติการวัดความเป็นกรดเบส โดยผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะการใช้อุปกรณ์ทางเคมี ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองทางเคมี

ทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้ 95.96/90.71, 86.13/85.95, 89.78/86.56, 86.67/85.71, 87.96/88.70 และทักษะปฏิบัติการทดลองทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธีรวดี หังสเนตร (2557, น. 91-93) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานจำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานจำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ต้องพัฒนามี 20 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการใช้เครื่องชั่งลูกตุ้มน้ำหนักแบบสองจาน เครื่องชั่งลูกตุ้มน้ำหนักแบบเลื่อน เครื่องชั่งสปริง กระบอกตวง ปีกเกอร์ แท่งแก้วคน กรวยแก้ว หลอดทดลอง ไม้บรรทัด ไม้เมตร ตลับเมตร เทอร์มอมิเตอร์ แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ไมโครมิเตอร์ หลอดฉีดยา ถ้วยเยureka ตะเกียงแอลกอฮอล์ กล้องจุลทรรศน์ แว่นขยาย และหลอดหยด เมื่อนำชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียน พบว่านักเรียนมีทักษะการใช้อุปกรณ์เพิ่มมากขึ้น โดยสามารถเลือกใช้และต่ออุปกรณ์เข้ากับวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องตามประเภทของการใช้งานและสามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ได้ถูกต้อง

Krieger (1982, pp. 230-231) ได้ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 2 ลักษณะ คือ แบบสอบข้อเขียนและแบบสอบภาคปฏิบัติ เพื่อวัดและประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี กับนักเรียนจำนวน 34 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 จำนวนนักเรียน 17 คน ได้รับการทดสอบด้วยแบบสอบภาคปฏิบัติก่อนและตามด้วยแบบสอบข้อเขียน กลุ่มที่ 2 จำนวนนักเรียน 17 คน ได้รับการทดสอบด้วยแบบสอบข้อเขียนก่อนและตามด้วยแบบสอบภาคปฏิบัติ พบว่าแบบสอบข้อเขียนและแบบสอบภาคปฏิบัติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 และ 0.73 ตามลำดับกลุ่มทดสอบ สรุปได้ว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ลักษณะสามารถวัดทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้

Beasley and Heikkinen (1983, pp. 488-489) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิคการฝึกจิต คือ การทำให้ร่างกายเชื่อว่าทำได้ โดยการลงมือปฏิบัติซ้ำจนเกิดความชำนาญ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองในวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ฝึกทักษะการทดลอง ได้แก่ ทักษะการใช้เครื่องชั่ง ทักษะการใช้ปิเปตต์ ทักษะการใช้บิวเรต และการใช้กระบอกตวง ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีลงมือปฏิบัติปกติ กลุ่มที่ 2 ใช้เทคนิคการฝึกจิต กลุ่มที่ 3 ใช้วิธีลงมือปฏิบัติปกติและเทคนิคการฝึกจิต กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนยังมีทักษะการใช้กระบอกลงน้อยที่สุด และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยลงมือปฏิบัติปกติและเทคนิคการฝึกจิตมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองดีที่สุด

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติชุดกิจกรรม หรือบทปฏิบัติการสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งถือเป็นทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นต้องพัฒนาให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา สำหรับการวัดและประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้แบบทดสอบข้อเขียนควบคู่ไปกับแบบทดสอบภาคปฏิบัติได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ซึ่งถือเป็นทักษะที่สำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถส่งผลให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม

4.1 ความหมายของความสามารถในการทำงานเป็นทีม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการทำงานเป็นทีมไว้หลากหลาย ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่าการทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่บุคคลรวมกลุ่มกันปฏิบัติงานร่วมกันให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสมาชิกทุกคนมีบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบเฉพาะตนโดยทุกบทบาทต้องมีการประสานกันหรือมีผลต่อกัน เน้นการผลักดันศักยภาพที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลออกมาช่วยในการดำเนินกิจกรรมให้งานบรรลุเป้าหมายเพื่อความสำเร็จร่วมกัน (ทิตินา แชนมณี, 2545, น. 10; วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์, 2549, น. 7-8; สงวน สุทธิเลิศอรุณ, 2545, น. 273)

จากการศึกษาความหมายของการทำงานเป็นทีมเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยสามารถสรุปความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้ว่า ความสามารถในการทำงานเป็นทีม หมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลมารวมกลุ่มกันปฏิบัติงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะมีบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเอง ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์กันในการปฏิบัติกิจกรรม

4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการทำงานเป็นทีม

องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดความสามารถในการทำงานเป็นทีม จากการศึกษาศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้มีนักการศึกษาแบ่งองค์ประกอบของความสามารถในการทำงานเป็นทีมไว้ 3 องค์ประกอบดังนี้ (บุตรี จารุโรจน์, 2550, น. 109-111; สมบูรณ์ สุขประเสริฐ, 2548, น. 6)

1. ด้านผู้นำทีม ต้องมีความรู้ความสามารถและประสบการณ์อย่างถ่องแท้ในการวางแผนการดำเนินงาน เป็นที่ยอมรับและพร้อมที่จะช่วยเหลือสมาชิกในทีม สามารถแสวงหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้สมาชิกในทีมเกิดการมีส่วนร่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ด้านสมาชิกทีม ต้องมีความตั้งใจจริงในการทำงาน สามารถรับผิดชอบในหน้าที่ของตนอย่างเต็มความสามารถ มีความกระตือรือร้นในการทำงาน มีความรู้ความชำนาญในการปฏิบัติงาน ตรงต่อเวลา และมีความเป็นผู้นำและความเป็นผู้ตามที่ดี กล้าแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์และรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในทีม

3. ด้านกระบวนการทีม สมาชิกทุกคนต้องเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเป็นอย่างดี ทุกคนต้องร่วมกันวางแผนเป้าหมายการดำเนินงานที่เหมาะสม เพื่อจะปฏิบัติงานไปในทิศทางเดียวกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อสมาชิกภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมไว้ดังนี้

เทียน ทองแก้ว (2545, น. 3-5) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. ผู้นำทีม เป็นบุคคลที่มีความสำคัญ เนื่องจากสามารถกระตุ้นและชี้นำการทำงานของทีม โดยเริ่มจากการกำหนดวิสัยทัศน์ พันธกิจ วางแผนเชิงกลยุทธ์ บริหารงานแผน หรือการประเมินแผนงาน ขั้นตอนของการบริหารงานผู้นำทีมจะมีบทบาทในการกำหนดกิจกรรมให้เป็นไปในรูปแบบการทำงานเป็นทีม

2. สมาชิกทีม ต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และต้องช่วยกันกระตุ้นให้สมาชิกในทีมทำงานอย่างเต็มศักยภาพ ตอบสนองความต้องการของผู้นำทีมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของทีม มีความซื่อสัตย์และจริงจังต่อการทำงาน มีวินัยควบคุมตนเองได้ และไม่สร้างปัญหาให้กับผู้อื่น

3. เป้าหมายของทีม เป็นเป้าหมายที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น เพื่อให้ทีมประสบความสำเร็จสูงสุดตามวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งทีมขึ้น

3.1 ผู้นำ สร้างเป้าหมายที่ท้าทายตรงกับความต้องการของทีม เพื่อให้เกิดความมุ่งมั่นทุ่มเทและนำไปสู่ความสำเร็จ และเปิดโอกาสให้สมาชิกได้มีส่วนร่วมในการวางแผนงานและติดตามความก้าวหน้าของการทำงานของสมาชิก พร้อมให้กำลังใจในการทำงาน ช่วยการแก้ไขปัญหา เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าเป้าหมายของทีมประสบความสำเร็จ

3.2 สมาชิกในทีม จะต้องช่วยกำหนดเป้าหมายถือว่าเป็นการช่วยควบคุมตนเองให้และผูกพันกับการทำงาน เพื่อเกิดความมุ่งมั่นในการทำงานให้บรรลุเป้าหมายที่ตนเอง

กำหนดขึ้น ร่วมกันทำงานตามแผนงาน และช่วยเหลือแก้ไขส่วนบกพร่อง กระตุ้นเพื่อนร่วมงานและผู้นำในการทำงาน รวมทั้งการติดตามความก้าวหน้าของงาน จะนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมาย

3.3 เป้าหมายและมาตรฐานที่กำหนด มีลักษณะดังนี้

3.3.1 เป้าหมาย เป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นเพื่อต้องการให้สำเร็จ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก กำหนดเงื่อนไขที่เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการให้สำเร็จ ประการที่สอง กำหนดเวลาในระหว่างที่ผลลัพธ์จะเกิดขึ้น และประการที่สาม ทรัพยากรในองค์กรที่ต้องผูกพันเพื่อให้บรรลุผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.3.2 มาตรฐาน เป็นเกณฑ์ทางพฤติกรรมที่กำหนดไว้ตามช่วงเวลา จะกำหนดเป็นเชิงปริมาณที่เป็นสิ่งที่ผลิตได้ เช่น ข้อบกพร่อง ความทนทาน และมาตรฐานความปลอดภัย เป็นต้น จะต้องมีความท้าทายและสร้างขึ้นจากทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยมีการกลั่นกรองตรวจสอบความเป็นไปได้ ที่จะทำให้ทีมมีความก้าวหน้า

4. น้ำใจของทีม ประกอบด้วย เจตคติของสมาชิกที่มีการทำงานร่วมกันเป็นทีม กระตุ้นให้เกิดการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลกันสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยคำนึงถึงเป้าหมายของทีม และความสำเร็จของทีมเป็นสำคัญ มีความซื่อสัตย์ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี และมีความไว้วางใจต่อเพื่อนร่วมทีม เพื่อร่วมกันตัดสินใจในการดำเนินงาน

5. ลักษณะของงาน เป็นงานที่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันจากสมาชิกในทีม เช่น การระดมความคิด การปฏิบัติงาน รวมทั้งงานที่ต้องสอดคล้องกับความสามารถของสมาชิก

6. การบริหารทีมงาน ผู้นำทีมต้องบริหารหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกตามโครงสร้างที่ร่วมกันกำหนดขึ้น และการสั่งการของผู้นำทีมจึงต้องให้เป็นไปตามนโยบายที่ทีมกำหนดร่วมกัน ลักษณะของการบริหารทีมงานต้องอาศัยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอยู่เสมอ เพื่อให้เกิดการรับรู้ร่วมกัน

วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2549, น. 9-11) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการทำงานเป็นทีมไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. มีเป้าหมายร่วมกัน การทำงานเป็นทีมจะเกิดผลดี สมาชิกทุกคนในทีมต้องมีเป้าหมาย กล่าวคือมีการรับรู้ ทราบถึงแนวความคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของทีมในเรื่องเดียวกัน นั่นคือการมุ่งให้ทุกคนในทีมช่วยกัน ร่วมมือ ร่วมแรงร่วมใจกันดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้ประสบความสำเร็จตรงตามเป้าหมายหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์ของทีม

2. การยอมรับนับถือกัน การรวมกลุ่มกันทำงานเป็นทีม ภายใต้ความเชื่อที่ว่าทุกคนในทีมมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน และหวังว่าหากได้มีการนำความแตกต่างของทุกคนในทีมมาใช้ ย่อมน่าจะทำให้งานของทีมหรืองานกลุ่มนั้นมีคุณภาพดี คือเป็นงานที่สามารถดึงเอาศักยภาพ หรือความสามารถของทุก ๆ คนที่มีอยู่มาใช้เป็นประโยชน์ต่องานส่วนรวม ดังนั้นสมาชิกทุกคนในทีมจะต้องยอมรับนับถือกันในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

2.1 คนแต่ละคนมีความรู้ ความสามารถไม่เหมือนกัน

2.2 ยอมรับในความแตกต่างของมนุษย์ ได้แก่ ความแตกต่างทางความคิด อารมณ์ความรู้สึก ความเข้าใจ เป็นต้น

2.3 ยอมรับในศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ ที่ต้องการการเอาใจใส่ การยกย่องการยอมรับ การให้เกียรติซึ่งกันและกัน

3. ความร่วมมือ พร้อมใจในการทำงาน ทุกคนในทีมล้วนมีความสำคัญ ประจุฟันเฟืองของเครื่องจักรกลไก ซึ่งขาดไม่ได้แม้แต่เม็ดตั่วเล็ก ๆ เพียงตัวหนึ่ง งานของกลุ่มก็เช่นกัน กล่าวคือ งานของกลุ่มมีอาจทำสำเร็จได้เพียงลำพังแค่ความสามารถของคน ๆ เดียวเท่านั้น หากต้องอาศัยความร่วมมือร่วมแรงร่วมใจของสมาชิกทุก ๆ คน ในการระดมความคิด ช่วยกันแสดงความคิดเห็น อันจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนทาง ช่วยกันวิเคราะห์วางแผนการทำงาน และละเอียดลึกซึ้งไปจนถึงการร่วมกันปฏิบัติงานตามแผนที่กลุ่มได้ช่วยกันวางแผนเอาไว้ ให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

4. การแบ่งงานกันทำตามความรู้ความสามารถ การจัดแบ่งการทำงานถือเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานเป็นทีมหลักการแบ่งงานกันทำภายในทีม ควรยึดหลักการแบ่งงานตามความรู้ ความสามารถ และความพึงพอใจ กล่าวคือการจัดมอบหมายให้ใครทำงานอะไร มากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถที่บุคคลนั้น ๆ มีอยู่ในตัวหัวหน้ากลุ่ม หรือ ผู้นำของทีมควรเป็นผู้ที่รู้จักและคุ้นเคยกับสมาชิกภายในทีมเป็นอย่างดี เพียงพอที่จะรู้ว่าใครเป็นอย่างไร ใครชอบงานแบบไหน ใครถนัดงานประเภทใด เพื่อที่จะสามารถมอบหมายงานและหน้าที่ความรับผิดชอบให้ตรงตามความรู้ความสามารถของบุคคลผู้นั้นสมาชิกในทีมมีความสำคัญเช่นกัน ควรมีส่วนช่วยในการแบ่งงาน การมอบหมายงาน กล่าวคือ ทุกคนภายในทีม ควรได้ช่วยกันเปิดเผยตัวเองให้ผู้อื่นได้รู้จัก และทราบว่าตัวเรานั้นมีความรู้ความสามารถ ความถนัดและความพึงพอใจในการทำงานแบบใด เพื่อจะได้เป็นการง่ายสำหรับการมอบหมายงาน เพื่อช่วยกระจายงานและความรับผิดชอบไปสู่สมาชิกทุกคนอย่างทั่วถึง

5. ความรับผิดชอบ ความรับผิดชอบถือเป็นหัวใจสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำงานร่วมกัน เพราะความรับผิดชอบของแต่ละคนหมายถึงความสำเร็จของกลุ่ม/ทีมงาน สมาชิกในทีมจะต้องรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองต่อกลุ่มสมาชิกโดยรวมและยังต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเอง จึงจะช่วยให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ กล่าวคือ ทีมสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์

6. ความเข้าใจซึ่งกันและกัน และความผูกพันต่อกันความเข้าใจซึ่งกันและกัน ช่วยให้สมาชิกทีมมีความผูกพันกัน เข้าใจกัน เรียนรู้ความแตกต่างกันและกัน จะช่วยให้การทำงานร่วมกันมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ธนาคาร อรรถนาวัฒน์ (2558, น. 35-36) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการทำงานเป็นทีมไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. ความเป็นผู้นำ ต้องใช้ภาวะความเป็นผู้นำได้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีความกล้าแสดงออก กล้าที่จะเสนอความคิดและมีส่วนร่วมในการอภิปราย เพื่อนำพาทีมให้บรรลุเป้าหมายได้ที่กำหนดไว้

2. การรู้จักบทบาทหน้าที่ สมาชิกควรแบ่งบทบาทหน้าที่ตามศักยภาพของตนเองรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ และปฏิบัติตามหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การมีเป้าหมายร่วมกัน สมาชิกทีมต้องรู้และเข้าใจเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน และปฏิบัติงานด้วยความมุ่งมั่นให้ทีมประสบความสำเร็จและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

4. ความร่วมมือในการทำงาน สมาชิกทีมต้องให้ความร่วมมือในการทำงาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานซึ่งกันและกัน และช่วยกันวิเคราะห์วางแผนการทำงานและร่วมกันลงมือทำงาน

5. การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน สมาชิกทีมต้องยอมรับนับถือเพื่อนร่วมทีม เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างสมาชิกแต่ละคน ให้เกียรติและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อนำมาพัฒนาตนเองให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น

6. ความรับผิดชอบ สมาชิกทีมต้องมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความตั้งใจ ทำงานให้มีประสิทธิภาพ ครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อทำให้งานสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากการศึกษาองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมจากนักการศึกษาทั้ง 5 ท่านพบว่า มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมของนักการศึกษาไว้ ดังตาราง 4 และได้สรุปองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดตัวบ่งชี้และการสร้างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม หมายถึง สมาชิกทีมทุกคนร่วมกันวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่กัน ต้องรู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง ปฏิบัติงานหน้าที่ของตนเองที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ และผู้นำทีมต้องมีศักยภาพในการกระตุ้นและติดตามการทำงานของสมาชิกทีม เพื่อนำพาทีมให้บรรลุเป้าหมายได้ที่กำหนดไว้

2. ด้านการทำงานร่วมกัน หมายถึง สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการวางแผนงาน เสนอและรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือกันด้วยความเต็มใจ เมื่อมีปัญหาระหว่างการทำงาน

3. ด้านความรับผิดชอบ หมายถึง สมาชิกทุกคนภายในทีมต้องเอาใจใส่ต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามเวลาที่กำหนดและมีคุณภาพ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน สมาชิกทุกคนร่วมกันยอมรับและแก้ปัญหา

4. ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน หมายถึง สมาชิกทุกคนไว้วางใจการทำงานของเพื่อนร่วมทีม เข้าใจความแตกต่างของเพื่อนแต่ละคน เชื่อมั่นว่าเพื่อนร่วมทีมมีความสามารถที่จะทำให้งานสำเร็จได้ ยอมรับว่าเพื่อนร่วมทีมทุกคนเป็นสมาชิกของทีม และทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข

ตาราง 4 เปรียบเทียบองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมของนักการศึกษา

นักการศึกษา					ผู้วิจัย
เกื้อหนุน ท้องแก้ว (2545)	สมบูรณ์ สุขประเสริฐ (2548)	วรภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2549)	บุตรี จารุโรจน์ (2550)	ธนากร อรรถนาววัฒน์ (2558)	
- ผู้นำทีม - สมาชิกใหม่ทีม - เป้าหมายของทีม - น้ำใจของทีม - ลักษณะของงาน - การบริหารทีมงาน	- ด้านผู้นำทีม - ด้านสมาชิกทีม - ด้านกระบวนการทีม	- มีเป้าหมายร่วมกัน - การยอมรับนับถือกัน - ความร่วมมือ - การแบ่งงานกันทำตามความรู้ความสามารถ - ความรับผิดชอบ - ความเข้าใจซึ่งกันและกัน	- ด้านผู้นำทีม - ด้านสมาชิกทีม - ด้านกระบวนการทีม	- ความเป็นผู้นำ - การรู้จักบทบาทหน้าที่ - การมีเป้าหมายร่วมกัน - ความร่วมมือในการทำงาน - การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน - ความรับผิดชอบ	- ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม - ด้านการทำงานร่วมกัน - ด้านความรับผิดชอบ - ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน

4.3 การทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ

ณัฐพันธุ์ เขจรนันท์ (2545, น. 23-25) ได้กล่าวถึงทีมงานที่จะประสบความสำเร็จควรมีคุณลักษณะสำคัญร่วมกัน ดังนี้

1. เป้าหมาย เป็นเรื่องสำคัญเพราะจะทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมก่อให้เกิดพัฒนาการของทีม พยายามช่วยกันทำงานเพื่อให้บรรลุผลตามที่วางไว้
2. การแสดงออก สมาชิกทุกคนมีสิทธิในการแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระแต่ต้องไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นและทุกคนมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
3. ความเป็นผู้นำ สมาชิกแต่ละคนต้องเต็มใจรับหน้าที่ผู้นำ โดยการเป็นผู้นำของทีมอาจสับเปลี่ยนได้ตาม ตามความเหมาะสมของสถานการณ์ และความสามารถของตนเอง
4. แสดงความคิดเห็นที่สอดคล้องและเป็นเอกฉันท์ สมาชิกในทีมปรึกษาหารือและร่วมกันลงข้อสรุปที่ดีที่สุด เพื่อให้การทำงานบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้
5. ความไว้วางใจ สมาชิกในทีมต้องเชื่อใจกัน และไว้วางใจซึ่งกันและกัน ร่วมมือกันปฏิบัติงานให้สำเร็จ
6. ความคิดสร้างสรรค์ ทีมงานที่มีประสิทธิภาพจะต้องดำเนินงานอย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยพลังความคิดและความสามารถของสมาชิกในทีม

วรารณ์ ตระกูลสฤษฎ์ (2549, น. 12-14) ได้กล่าวถึงลักษณะการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพไว้ดังนี้

1. ควรกำหนดขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบ โดยการแบ่งงานกันทำตามความรู้ความสามารถที่แต่ละบุคคลมีความถนัด เชี่ยวชาญ ตามความพึงพอใจ ในการทำงานเป็นทีม จำเป็นต้องกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสนและขัดความรับผิดชอบ และเป็นที่ยอมรับกันว่าการทำงานเป็นทีมจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด หากสมาชิกของกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเข้าร่วมแก้ไขปัญหาและอุปสรรค ผลที่สุดคือการร่วมกันตัดสินใจในงานของตน
2. จำนวนสมาชิกในทีมต้องมีจำนวนพอเหมาะ ไม่ควรมีมากจนเกินไป เนื่องจากขนาดของกลุ่มที่ใหญ่มากขึ้นเท่าใดความผูกพันภายในกลุ่มจะยิ่งลดน้อยลงมากเท่านั้น โดยทั่วไปจะมีสมาชิก 3-7 คน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะประสบการณ์ซึ่งกันและกันอย่างทั่วถึง
3. มีการกำหนดระยะเวลา พฤติกรรมในการทำงานของบุคคลจะขยันขันแข็งทำงานอย่างเต็มที่ขึ้นอยู่กับกำหนดระยะเวลา ดังนั้นในการทำงานร่วมกันควรมีการกำหนด

ขอบเขต หรือระยะเวลาไว้ให้แน่ชัด เพื่อเป็นกรอบ หรือแนวทางในการทำกิจกรรมร่วมกันอย่างมีเป้าหมายที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4. ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการเรียนรู้เป็นทีมและผลงานของทีม กล่าวคือ ความสามารถจัดการแก้ปัญหาในทีมได้ดี การเรียนรู้ในทีมและผลงานของทีมจะประสบความสำเร็จสูงเช่นกัน

5. การเรียนรู้เป็นทีมจะช่วยสนับสนุนให้เกิดความสัมพันธ์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้น และช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ สมาชิกภายในทีม จึงจำเป็นต้องมีการเปิดใจเรียนรู้ที่จะเข้าใจเพื่อนสมาชิกที่เป็นส่วนหนึ่งของทีม โดยสร้างความคุ้นเคย ให้มีความใกล้ชิดสนิทสนมต่อกัน เพื่อจะได้เกิดความรัก ความผูกพันกัน อันจะนำไปสู่ความสามัคคี ร่วมมือในการทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายของทีม

จากการศึกษาลักษณะของการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการทำงานเป็นทีมจะมีประสิทธิภาพได้นั้นควรมีลักษณะดังนี้

1. สมาชิกทุกคนในทีมต้องมีเป้าหมายร่วมกัน เพื่อให้ทีมประสบผลสำเร็จ
2. กำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกให้ชัดเจน การทำงานมีความเป็นอบอุ้นเป็นกันเอง
3. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ
4. สมาชิกให้ความร่วมมือกันแก้ปัญหา และยอมรับผลงานของทีม

4.4 แนวทางการวัดและประเมินผลของความสามารถในการทำงานเป็นทีม

Lingard (2010, p. 35) กล่าวถึงแนวทางการประเมินผลการทำงานเป็นทีมว่าสามารถประเมินได้ 2 ประเด็น คือ 1) ประเมินการทำงานเป็นทีมของทั้งทีม และ 2) การประเมินการทำงานเป็นทีมของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งมีแนวทางหลัก 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสังเกตด้วยตนเอง (Independent observation) โดยมีครูผู้สอน ผู้ช่วยห้องปฏิบัติการ หรือบุคคลภายนอก มาช่วยประเมินการทำงานเป็นทีมในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินเดียวกัน ซึ่งแนวทางนี้สามารถลดความลำเอียงในการประเมิน
2. การประเมินความมีส่วนร่วมของสมาชิกแต่ละคนในทีม (Evaluating individual contributions) เป็นการประเมินจากผลงานของนักเรียนแต่ละคนในทีม โดยการกำหนดให้แต่ละทีมสร้างกลุ่มออนไลน์เพื่อการสื่อสารกับสมาชิกในทีม ครูผู้สอนสามารถตรวจสอบการมีส่วนร่วมในกลุ่มสนทนาและประเมินผลงานของแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ แนวทางนี้จะสามารถลดผลกระทบจากการที่ผู้ประเมินพบกันนักเรียนตัวต่อตัว

3. การประเมินโดยสมาชิกคนอื่น (Peer review) คือ สมาชิกแต่ละคนประเมินการทำงานเป็นทีมของสมาชิกในกลุ่มด้วยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การประเมินแบบนี้ไม่ควรระบุตัวตนของผู้ประเมิน แต่มีข้อจำกัด คือ ข้อมูลบางชุดอาจไม่น่าเชื่อถือ เนื่องจากนักเรียนยังลังเล ไม่กล้าวิจารณ์เพื่อนร่วมทีมอย่างชัดเจน

ธนากร อรรจนาวัดณ์ (2558, น. 77) ได้ใช้เครื่องมือวัดความสามารถในการทำงานเป็นทีมโดยใช้การให้คะแนนแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) โดยการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการทำงานเป็นทีมในระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีระดับความสามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง แบ่งออกเป็น 3 ชุดตามผู้ใช้แบบประเมิน คือ 1) ฉบับครูเป็นผู้ประเมิน 2) ฉบับตนเองเป็นผู้ประเมิน 3) ฉบับเพื่อนสมาชิกเป็นผู้ประเมิน

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลของความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักวิชาการ ผู้วิจัยเห็นว่าการวัดและประเมินผลความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่เหมาะสมควรเป็นการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมจากผู้ประเมิน 3 ฝ่าย ได้แก่ 1) การประเมินตนเอง 2) การประเมินจากเพื่อนสมาชิกในทีม และ 3) การประเมินโดยภาพรวมทั้งทีมจากบุคคลอื่น โดยมีเกณฑ์การประเมินเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปาริชาติ ศรีเหรา (2551, น. 54-59) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์เพื่อการพัฒนาการทำงานเป็นทีมของนักศึกษา ศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียนอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียนอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ณ ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนตำบลบึงนาราง จำนวน 20 คน ที่มีคะแนนการทำงานเป็นทีมต่ำ และสมัครใจเข้าร่วมกลุ่มสัมพันธ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามการทำงานเป็นทีม และโปรแกรมกลุ่มสัมพันธ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน นักศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เข้าร่วมโปรแกรมกลุ่มสัมพันธ์มีการทำงานเป็นทีมเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุขสม สิวะอมรัตน์ (2552, น. 37-42) ได้ศึกษาผลของการใช้สถานการณ์จำลองที่มีต่อความสามารถในการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถในการทำงานกลุ่มไม่เหมาะสม และแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่มอย่างง่าย เป็นกลุ่มทดลองได้รับสถานการณ์จำลอง และกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการใช้สถานการณ์จำลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการ

ทำงานกลุ่ม และโปรแกรมการใช้สถานการณ์จำลอง ใช้สถิติ t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่ได้รับสถานการณ์จำลองมีความสามารถในการทำงานกลุ่มมากขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการใช้สถานการณ์จำลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิชชุดา วิจิตรวงศ์ (2555, น. 47-53) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมกลุ่มเพื่อพัฒนาการทำงานร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระหฤทัยพัฒนเวศม์ กรุงเทพมหานคร โดยเลือกนักเรียนที่มีคะแนนการทำงานร่วมกันต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 และสอบถามความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มได้นักเรียนจำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามการทำงานร่วมกัน และกิจกรรมที่พัฒนาการทำงานร่วมกัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มมีพัฒนาการทำงานร่วมกันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธนากร อรรถจนาวัฒน์ (2558, น. 110-111) ทำการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 5 โดยการวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น ใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ประเมินโดยครูและบุคคลทั่วไป และแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยนักเรียนประเมินตนเอง เพื่อนเป็นผู้ประเมิน และครูเป็นผู้ประเมิน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่ามัธยฐานเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งผลการวิจัยเป็นดังนี้ นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนอยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดี

Park, Kim, Park, and Park (2015, pp. 299-305) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้แบบร่วมมือที่จะพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 จำนวน 74 คน โดยพิจารณา 2 ด้าน คือ ประสิทธิภาพการทำงานของทีม และความพร้อมในการทำงานรายบุคคล โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสามารถส่งเสริมความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาพยาบาลได้ นอกจากนี้ นักศึกษาพยาบาลยังมีความสามารถในการสื่อสารกับผู้อื่นที่ดี

Mohd Nizah et.al. (2016, pp. 2-7) ได้ศึกษาผลการทำงานเป็นทีมที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในวิชาบังคับของมหาวิทยาลัยรัฐในประเทศมาเลเซีย โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 424 คน ผลการวิจัยพบว่าผลการทำงานเป็นทีมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักศึกษามีทักษะการทำงานเป็นทีมที่ดี สามารถสร้างความมั่นใจในตนเองและ

ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงทักษะการทำงานเป็นทีมช่วยส่งเสริมความคิดเชิงวิเคราะห์และสร้างสรรค์ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมได้ เนื่องจากเปิดโอกาสผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้เสนอความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น และเกิดความมั่นใจในตนเอง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมความคิดเชิงวิเคราะห์และสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมการ

ระยะที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 3 การดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 การเตรียมการ

ในระยะการเตรียมการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของ บทปฏิบัติการ การเรียนแบบร่วมมือ ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีม
2. ศึกษาคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ของวิชาการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐาน และศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน
3. ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ให้กับนักเรียน เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการทดลองในบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ระยะที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในระยะการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

1.2 กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะเป็นเนื้อหาที่เน้นการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีม

1.3 กำหนดขอบเขตของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีม คู่มือครูของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

1.3.1 กำหนดของเขตของชุดกิจกรรม โดยระบุเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการสอน ปรากฏดังตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 ชื่อกิจกรรมในบทปฏิบัติการ

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	เวลาที่ใช้ (คาบ)
1	การใช้กล้องจุลทรรศน์	4
	- มหัตศวรรษย์กล้องจุลทรรศน์	2
	- คมชัดลึก	2
2	การใช้เครื่องชั่ง	4
	- ญูไถลากยาว	2
	- อาร์คิมิดีสน้อย	2
3	การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น	12
	- สถานะของน้ำ	2
	- วิตามินซีฟรุตตี้	2
	- สายตรวจแอสิด	2
	- สายสืบโภชนาการ	2
	- การไทเทรตกรด-เบส	2
	- รู้ทันความอร่อย	2
รวม		20

1.3.2 สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน โดยแต่ละบทปฏิบัติการจะประกอบไปด้วย ชีอบทปฏิบัติการ จุดประสงค์การเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีดำเนินการ ไปกิจกรรม และคำถามท้ายกิจกรรม

1.3.3 การตรวจสอบคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน โดยวิธีการและขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นครูที่มีความชำนาญในการสอนวิทยาศาสตร์มากกว่า 5 ปี หรือเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิการศึกษาในระดับคุุณบัณฑิตที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

2) ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันในด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการทดลองและส่วนประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินวัดดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่า บทปฏิบัติการมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3) นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงแก้ไขด้านเนื้อหา และภาษาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

2. การสร้างคู่มือครูบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 จัดทำคู่มือครูประกอบการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ประกอบด้วยด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน จำนวน 10 แผน ใบความรู้ ใบกิจกรรมพร้อมเฉลย บทปฏิบัติการที่ประกอบไปด้วย 1) คำนำ 2) คำชี้แจงสำหรับครู 3) แนวคำตอบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม และ 4) แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ

2.2 นำคู่มือครูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธาน และคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาพันธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.3 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ โดยประเมินความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.50 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 39 คน ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องคือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรมไม่สัมพันธ์กับเวลาการจัดการเรียนรู้ 2) ภาษาที่ใช้ในคำถามขั้นการจัดการเรียนรู้มีความไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนเข้าใจยาก ข้อดีที่พบคือ 1) การจัดกิจกรรมที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ช่วยส่งเสริมความสามารถในการทำงานเป็นทีม และเกิดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 2) การจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่คงทนถาวร ผู้วิจัยจึงได้นำข้อพบพร่องมาปรับปรุงให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงในการดำเนินการวิจัยต่อไป

3. การสร้างแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และผลการเรียนรู้ในรายวิชาการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกทักษะที่ควรเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

3.3 วิเคราะห์ทักษะที่เหมาะสม หรือจำเป็นต้องพัฒนา ซึ่งได้ทักษะที่ต้องการวัด 12 ทักษะ ดังนี้ ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ทักษะการเตรียมสไลด์ ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง ทักษะการใช้เครื่องชั่งจานเดียว ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ทักษะการใช้หลอดหยดสาร ทักษะการใช้กระบอกตวง ทักษะการใช้หลอดดูดยา ทักษะการใช้ปิเปต ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร และทักษะการใช้ช้อนตักสาร

3.4 สร้างแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดมาจากแบบวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของฉลองพร แก้วชีราภรณ์ (2526, น. 94-101) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสังเกตประเภทตรวจสอบรายการ (Checklist) และปรับปรุงพฤติกรรมที่

เหมาะสมกับการวัดทักษะแต่ละชนิดจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของ สมปราวณา วงศ์บุญหนัก (2559, น. 221-228) ซึ่งมีลักษณะเป็นการให้คะแนนแบบรูบิก (Rubric score) มาปรับใช้ได้แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบสังเกต ประเภทตรวจสอบรายการ (Checklist) เพื่อใช้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะที่ปฏิบัติจริงเป็น รายบุคคล จำนวน 12 ฉบับ ซึ่งมีพฤติกรรมที่ต้องการวัดฉบับละ 4 พฤติกรรม ดังนี้

ตาราง 6 พฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่	ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
1	ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์	1. การถือ หมายถึง มือด้านหนึ่งจับที่แขนของกล้องจุลทรรศน์ ส่วนมืออีกด้านหนึ่งรองบริเวณฐานของกล้องจุลทรรศน์ 2. การปรับกำลังขยาย หมายถึง เริ่มต้นที่เลนส์ใกล้วัตถุ กำลังขยายต่ำสุด ปรับกำลังขยายที่จานหมุนของเลนส์ใกล้วัตถุ 3. การปรับความคมชัดของภาพ หมายถึง ปรับปุ่มภาพ หยาบเพื่อหาตำแหน่งภาพ จากนั้นปรับปุ่มปรับภาพละเอียด เพื่อให้ภาพชัดเจน 4. การเก็บรักษา หมายถึง ปรับแท่นวางวัตถุอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด เลนส์ใกล้วัตถุอยู่ที่กำลังขยายต่ำสุด ปิดไฟและพันสายไฟให้เรียบร้อย
2	ทักษะการเตรียมสไลด์	1. การตรวจสอบสไลด์ หมายถึง ตรวจสอบความสมบูรณ์ ความสะอาดของกระจกสไลด์ และจำนวนแผ่นปิดสไลด์ก่อนการทดลอง 2. การเตรียมตัวอย่างที่ศึกษา หมายถึง ตัดตัวอย่างที่ต้องการศึกษาเป็นชิ้นเล็กบาง ๆ วางบนกระจกสไลด์ ด้วยความระมัดระวัง 3. การปิดกระจกสไลด์ หมายถึง ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับขอบของแผ่นปิดสไลด์ วางขอบด้านหนึ่งโดยให้เฉียงประมาณ 45 องศาแล้วใช้ปลายเข็มหมุดค่อย ๆ วางลงอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายในกระจกสไลด์ 4. การเก็บรักษา หมายถึง หลังใช้เสร็จแล้ว ทิ้งตัวอย่างและแผ่นปิดสไลด์ ล้างกระจกสไลด์ให้สะอาด เช็ดให้แห้งและเก็บในกล่อง

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
3	ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง	1. การจัดเตรียมอุปกรณ์ หมายถึง ตรวจสอบป้อนโลหะให้อยู่ในขีดเริ่มต้น และตรวจสอบความสมบูรณ์ของสปริง 2. การจับ หมายถึง จับเครื่องชั่งสปริงในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยใช้มือจับที่ห้วงด้านบนของเครื่องชั่งสปริง 3. การอ่านค่าแรง หมายถึง อ่านขนาดของแรงได้ถูกต้อง โดยให้ป้อนโลหะบนเครื่องชั่งสปริงอยู่ระดับสายตา 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จแล้วเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย เพื่อรักษาสปริงให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์
4	ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว	1. การจัดเตรียมอุปกรณ์ หมายถึง ปรับลูกตุ้มน้ำหนักทุกอันอยู่ที่ศูนย์ และปรับศูนย์ของเครื่องชั่งก่อนการใช้งาน 2. การปรับลูกตุ้มน้ำหนัก หมายถึง เลื่อนตุ้มน้ำหนักทีละหน่วยจนกว่าคานของเครื่องชั่งจะชี้ที่เลขศูนย์พอดี 3. การอ่านค่าน้ำหนัก หมายถึง อ่านค่าน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งได้ถูกต้อง 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จนำวัตถุลงจากเครื่องชั่ง และเลื่อนลูกตุ้มน้ำหนักทุกอันไปที่ศูนย์เหมือนเดิม
5	ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์	1. การจับ หมายถึง ใช้มือจับที่ปลายด้านบนของแท่งเทอร์มอมิเตอร์ โดยพลิกด้านที่มีสเกลตัวเลขเข้าหาตัวนักเรียนเอง 2. การวัดอุณหภูมิ หมายถึง ขณะวัดอุณหภูมิกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ 3. การอ่านค่าอุณหภูมิ หมายถึง ขณะอ่านค่าอุณหภูมิสายตาดูต้องอยู่ระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ และอ่านค่าอุณหภูมิได้ถูกต้อง 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จแล้วทำความสะอาดเช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
6	ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	1. การจัดตั้งอุปกรณ์ หมายถึง จัดวางชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ถูกตำแหน่ง และสังเกตความยาวของไส้ตะเกียงให้อยู่ในความยาวที่เหมาะสม 2. การจุดไฟ หมายถึง จุดไฟที่ไส้ตะเกียงแอลกอฮอล์ก่อนนำไปในที่กั้นลม 3. การดับไฟ หมายถึง เมื่อใช้งานเสร็จแล้วต้องดับไฟทันทีโดยใช้ฝาครอบตะเกียงแอลกอฮอล์ค่อย ๆ ปิดลงบนเปลวไฟ 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จแล้ว เก็บชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ให้เรียบร้อย
7	ทักษะการใช้หลอดหยดสาร	1. การดูดสาร หมายถึง บีบจุกยางค้างไว้และจุ่มลงในสารละลาย แล้วค่อย ๆ ปล่อยจุกยาง เพื่อให้สารละลายเข้ามาในหลอดหยดสาร 2. การถือ หมายถึง ใช้มือจับที่จุกยาง โดยไม่หยาบมือ 3. การปล่อยสาร หมายถึง ค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อปล่อยสารละลายออกมาที่หลอด อย่างสม่ำเสมอ 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จแล้ว ถอดจุกยางแล้วล้างให้สะอาด สะบัดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่
8	ทักษะการใช้กระบอกตวง	1. การตวง หมายถึง ใส่ของเหลวที่ต้องการตวงให้มีปริมาตรน้อยกว่าที่ต้องการเล็กน้อย แล้วใช้หลอดหยดสารค่อย ๆ เติมเพื่อปรับปริมาตรให้พอดีที่ต้องการ 2. การอ่านปริมาตร หมายถึง ขณะตวงต้องอ่านปริมาตรของเหลวระดับสายตา โดยอ่านจากขีดปริมาตรที่ตรงกับส่วนโค้งต่ำสุดของของเหลว 3. การเทสาร หมายถึง เทของเหลวออกจากกระบอกตวงโดยการเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับด้วยความระมัดระวัง 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จแล้ว ทำความสะอาดเช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
9	ทักษะการใช้หลอดฉีดยา	1. ก่อนดูดสาร หมายถึง ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นและกดลง เพื่อไล่อากาศออกให้หมด 2. การดูดสาร หมายถึง จุ่มปลายหลอดฉีดยาลงในสารละลายแล้วค่อย ๆ ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นตามปริมาตรที่ต้องการ โดยในหลอดฉีดยาต้องไม่มีอากาศอยู่ 3. การอ่านปริมาตร หมายถึง ต้องให้ส่วนโค้งต่ำสุดของลูกยางตรงกับขีดปริมาตรที่ต้องการ 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จแล้วต้องดึงก้านออกล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง
10	ทักษะการใช้บิวเรต	1. การเทสาร หมายถึง เทสารละลายให้เกินขีดบอกปริมาตรและปล่อยสารละลายให้เต็มปลายบิวเรตส่วนล่าง โดยต้องไม่มีฟองอากาศในบิวเรต 2. การหมุนก๊อก หมายถึง ใช้นิ้วชี้ นิ้วกลางประคองก๊อก และใช้นิ้วโป้งบังคับการหมุนปิดเปิดของก๊อก 3. การอ่านปริมาตร หมายถึง อ่านปริมาตรของสารละลายระดับสายตา โดยอ่านตรงส่วนโค้งต่ำสุดของสารละลาย 4. การเก็บรักษา หมายถึง ล้างทำความสะอาดด้วยความระมัดระวังก่อนเก็บเข้าที่
11	ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร	1. การจับ หมายถึง ใช้นิ้วมือจับที่ปลายด้านมนของแท่งแก้วและใช้ปลายด้านแบนสำหรับคนสาร 2. การคนสาร หมายถึง ใช้ปลายด้านแบนคนสารไปในทิศทางเดียวกัน โดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันหรือด้านข้างภาชนะ 3. การรินสาร หมายถึง รินของเหลวผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะ โดยให้แท่งแก้วสัมผัสชิดขอบภาชนะที่รองรับ 4. การเก็บรักษา หมายถึง เมื่อใช้เสร็จแล้ว ทำความสะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
12	ทักษะการใช้ช้อนตักสาร	1. การเลือกขนาด หมายถึง เลือกขนาดเบอร์ของช้อนตักสาร ได้ถูกต้อง และเหมาะสมกับปริมาณสารที่ต้องการ 2. การจับ หมายถึง ใช้นิ้วจับที่บริเวณกลางด้ามของช้อนตักสาร 3. การตักสาร หมายถึง เมื่อตักสารแล้ว จึงใช้ด้ามช้อนอีกด้ามหนึ่งปาดผิวให้เรียบเพียงครั้งเดียวโดยไม่ต้องกดให้แน่น 4. การเก็บรักษา หมายถึง ทำความสะอาด ก่อนที่จะใช้ตักสารชนิดอื่น ๆ และเมื่อใช้เสร็จแล้วให้เช็ดทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าที่

3.5 การตรวจสอบหาคุณภาพแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.5.1 นำแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบความเหมาะสม ทั้งด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3.5.2 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นครูที่มีความชำนาญในการสอนวิทยาศาสตร์มากกว่า 5 ปี ประเมินด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Consistency: IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ที่แสดงว่าแบบประเมินนั้นมีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา ผลปรากฏว่าใช้ได้ทุกฉบับเนื่องจากมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.95-1.00

3.5.3 นำแบบประเมินทั้ง 12 ฉบับ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคลจำนวน 40 คน โดยมีผู้ประเมิน 2 คน คือ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และผู้วิจัย เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน 2 คน (Rater Agreement Index, RAI) ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.88-0.91

3.5.4. เนื่องจากค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน (Rater Agreement Index, RAI) อยู่ในระดับสูง (มีค่าเข้าใกล้ 1) แสดงว่าผู้ประเมินทั้ง 2 คน ให้คะแนนใกล้เคียงกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสุ่มผลคะแนนของผู้ประเมิน 1 คน มาหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ฉบับที่ 1 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.30-0.73 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.55-0.80

ฉบับที่ 2 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25-0.78 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.45-0.85

ฉบับที่ 3 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25-0.78 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.45-0.85

ฉบับที่ 4 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.48-0.78 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.45-0.85

ฉบับที่ 5 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.35-0.75 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.50-0.80

ฉบับที่ 6 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.40-0.68 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.45-0.70

ฉบับที่ 7 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.45-0.55 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.55-0.70

ฉบับที่ 8 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.30-0.48 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.60-0.75

ฉบับที่ 9 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.38-0.60 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.55-0.80

ฉบับที่ 10 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.38-0.68 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.45-0.80

ฉบับที่ 11 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.30-0.78 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.45-0.80

ฉบับที่ 12 มีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.63-0.75 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.50-0.75

3.5.5 แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 12 ฉบับ ใช้ได้ทั้ง 12 ฉบับ ผู้วิจัยจึงเลือกแบบประเมินทั้ง 12 ฉบับ เป็นแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ภาคปฏิบัติเป็นรายบุคคลก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผลปรากฏว่ามีค่าความยากง่าย (p) ทั้ง 12 ฉบับ อยู่ระหว่าง 0.41-0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ทั้ง 12 ฉบับ อยู่ระหว่าง 0.58-0.68

3.5.6 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) ของแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้ง 12 ฉบับ อยู่ระหว่าง 0.72-0.82 ดังนี้

- ฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.80
- ฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.82
- ฉบับที่ 3 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.81
- ฉบับที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.81
- ฉบับที่ 5 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.81
- ฉบับที่ 6 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.75
- ฉบับที่ 7 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.72
- ฉบับที่ 8 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.82
- ฉบับที่ 9 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.74
- ฉบับที่ 10 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.76
- ฉบับที่ 11 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.78
- ฉบับที่ 12 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.81

4. การสร้างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยผู้วิจัยนำแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของธนกร อรรถนาวัดณ์ (2558, น. 131-137) มาปรับใช้สร้างเป็นแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยมีระดับความคิดเห็นดังนี้

5 คะแนน หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นมากที่สุด หรือปฏิบัติตนตามข้อความนั้นบ่อยครั้งที่สุด

4 คะแนน หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นมาก หรือปฏิบัติตนตามข้อความนั้นบ่อย

3 คะแนน หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นปานกลาง หรือปฏิบัติตามข้อความนั้นบางครั้ง

2 คะแนน หมายถึง ข้อความไม่ค่อยตรงกับความคิดเห็น หรือปฏิบัติตามข้อความนั้นนาน ๆ ครั้ง

1 คะแนน หมายถึง ข้อความไม่ตรงกับความคิดเห็น หรือไม่ปฏิบัติตามข้อความนั้น

4.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม ซึ่งผู้วิจัยจะพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียน 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ คือ 1) ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิก 2) ด้านการทำงานร่วมกัน 3) ด้านความรับผิดชอบ และ 4) ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน โดยแบบประเมินนี้แบ่งเป็น 3 ฉบับ ตามผู้ใช้แบบประเมิน ได้แก่ 1) นักเรียนประเมินตนเอง 2) นักเรียนประเมินเพื่อน และ 3) ครูประเมินนักเรียน ซึ่งแบบประเมินทั้ง 3 ฉบับใช้องค์ประกอบเดียวกันในการประเมิน โดยประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน

4.3 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

4.3.1 นำแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบความเหมาะสม ทั้งด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4.3.2 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วทั้ง 3 ฉบับ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบประเมินวัดดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมินและคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ที่แสดงว่าแบบประเมินนั้นมีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา ผลปรากฏว่าทั้งฉบับ 3 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้ ฉบับครูประเมินนักเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ฉบับนักเรียนประเมินเพื่อน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80-1.00 และฉบับนักเรียนประเมินตนเอง มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80-1.00

4.3.2 นำแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมทั้ง 3 ฉบับ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน 3 คน (Rater Agreement Index, RAI) อยู่ระหว่าง 0.70-0.93

4.3.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป ปรากฏว่าใช้ได้ 20 ข้อ เนื่องจากมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 3.41-8.82

4.3.4 นำข้อคำถามที่ใช้ได้จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

ระยะที่ 3 การดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 79 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/14 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 มีจำนวนนักเรียน 40 คน ที่ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experiment Design) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest design และแบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Repeated Measures design ดังตาราง 7 และตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 7 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest design

กลุ่ม	การทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	การทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่ส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีม

ตาราง 8 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Repeated Measures design

กลุ่ม	ก่อน ทดลอง	ระหว่างทดลอง						หลัง ทดลอง
		บท ปฏิบัติการ ที่ 1	ประเมิน ครั้งที่ 1	บท ปฏิบัติการ ที่ 2	ประเมิน ครั้งที่ 2	บท ปฏิบัติการ ที่ 3	ประเมิน ครั้งที่ 3	
E	-	X	T ₁	X	T ₂	X	T ₃	-

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

T₁, T₂, T₃ แทน การประเมินพัฒนาของความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนการทดลอง

1.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยนัดหมายนอกเวลาเรียน

1.2 จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคลมาจัดกลุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยละความสามารถเก่ง กลาง ชั่ว ได้นักเรียนจำนวน 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

2. ขณะทดลอง

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันจำนวน 20 คาบเรียน ทั้งหมด 3 บทปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย 10 กิจกรรม ดังนี้

ตาราง 9 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กิจกรรม ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ต้องพัฒนา และ เวลาที่ใช้

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	กิจกรรม	ทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ที่ต้องพัฒนา	เวลาที่ใช้ (คาบ)
1. การใช้กล้องจุลทรรศน์			4
	1.1 มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์	ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์	2
	1.2 คมชัดลึก	ทักษะการเตรียมสไลด์	2
2. การใช้เครื่องชั่ง			4
	2.1 ไถลากยาว	ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง	2
	2.2 อาร์คิมิดีสน้อย	ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจาน เดียว	2
3. การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น			12
	3.1 สถานะของน้ำ	ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	2
	3.2 วิตามินซีฟรุตตี้	ทักษะการใช้หลอดหยดสาร	2
	3.3 สายตรวจแอสิด	ทักษะการใช้กระบอกตวง	2
	3.4 สายสืบโภชนาการ	ทักษะการใช้หลอดฉีดยา	2
	3.5 การไทเทรตกรด-เบส	ทักษะการใช้บิวเรต	2
	3.6 รู้ทันความอวอย	ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร ทักษะการใช้ช้อนตักสาร	2
รวม			20

2.2 หลังเรียนรู้แต่ละกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้วนักเรียนจะได้รับการประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของกิจกรรมนั้นเป็นรายบุคคล ด้วยแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ฉบับเดิม โดยนัดหมายนอกเวลาเรียน

2.3 ผู้วิจัยดำเนินการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการแต่ละบท โดยจะประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมทุกครั้งในบทปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม ซึ่งแบ่งเป็น 3 ฉบับ ตามประเภทของผู้ประเมิน ได้แก่ ฉบับนักเรียนประเมินตนเอง ฉบับนักเรียนประเมินเพื่อน และฉบับครูประเมินนักเรียน และนำคะแนนที่ได้จากทั้ง 3 ฉบับ มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. หลังการทดลอง

นำผลคะแนนจากแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

ระยะที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยใช้สถิติดังนี้ครั้งนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ได้แก่

2.1 ใช้ t-test for Dependent Samples เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 ใช้ t-test for One Sample เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 ใช้สถิติ One way ANOVA Repeated Measures เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันจะมีพัฒนาการของความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน ซึ่งได้ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นแล้วปรากฏดังภาคผนวก จ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ตอนที่ 2 ผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ที่ส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีมในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

2.2 การเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 การศึกษาพัฒนาการโดยการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเรียนบทปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ การแปลความในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย (Mean)
S.D	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบปกติ (F-Distribution)
t	แทน	การทดสอบสถิติ
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significance)
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม

ตอนที่ 1 ผลการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการนำบทปฏิบัติการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องเชิงเนื้อหา โดยใช้แบบประเมินวัดดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่า บทปฏิบัติการมีค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละบทปฏิบัติการ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละบทปฏิบัติการ

ประเด็นพิจารณา	บทปฏิบัติการที่			แปลผล
	1	2	3	
1. ใบความรู้				
1.1 เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน	0.90	0.90	0.60	สอดคล้อง
1.2 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2. กิจกรรม				
2.1 เน้นการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together)	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์				
3. คำถามท้ายกิจกรรม				
3.1 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม	1.00	1.00	0.93	สอดคล้อง
3.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์				
3.3 ส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์				
4. ภาษาที่ใช้				
4.1 เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	0.80	1.00	1.00	สอดคล้อง
4.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย				
5. ความสวยงาม				
5.1 ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	0.90	1.00	0.80	สอดคล้อง
5.2 สีเส้นมีความสวยงามน่าสนใจ				

จากตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละบทปฏิบัติการ จะเห็นว่าบทปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 แสดงว่าบทปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีใบความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ คำถามท้ายกิจกรรม ภาษาที่ใช้ และความสวยงามเหมาะกับระดับของนักเรียน และสามารถนำไปใช้ได้จริง เมื่อนำบทปฏิบัติการไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน พบว่านักเรียนสามารถดำเนินการตามบทปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ตอนที่ 2 ผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่ส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีมในประเด็นต่าง ๆ

2.1 การเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์	n	k	df	ก่อน		หลัง		t	p
				$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
1. ทักษะการใช้ กล้องจุลทรรศน์	40	4	39	1.20	0.72	3.33	0.62	19.58**	0.00
2. ทักษะการ เตรียมสไลด์	40	4	39	1.05	1.01	3.60	0.50	13.98**	0.00
3. ทักษะการใช้ เครื่องชั่งสปริง	40	4	39	2.63	0.84	3.90	0.30	8.91**	0.00
4. ทักษะการใช้เครื่อง ชั่งแบบจานเดียว	40	4	39	1.50	1.32	3.85	0.36	10.57**	0.00
5. ทักษะการใช้ เทอร์มอมิเตอร์	40	4	39	1.88	1.11	3.75	0.44	10.65**	0.00
6. ทักษะการใช้ตะเกียง แอลกอฮอล์	40	4	39	2.38	1.10	3.65	0.53	6.61**	0.00

ตาราง 11 (ต่อ)

ทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์	n	k	df	ก่อน		หลัง		t	p
				$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
7. ทักษะการใช้ หลอดหยดสาร	40	4	39	1.80	0.56	3.75	0.44	17.27**	0.00
8. ทักษะการใช้ กระบอกตวง	40	4	39	1.08	0.85	3.08	0.35	12.49**	0.00
9. ทักษะการใช้ หลอดฉีดยา	40	4	39	1.95	0.99	3.60	0.55	9.93**	0.00
10 ทักษะการใช้ปิเปต	40	4	39	0.10	0.30	3.20	0.52	31.00**	0.00
11. ทักษะการใช้ แท่งแก้วคนสาร	40	4	39	2.33	0.62	3.78	0.42	13.54**	0.00
12. ทักษะการใช้ ช้อนตักสาร	40	4	39	2.25	0.71	3.88	0.34	12.74**	0.00
ภาพรวม	40	48	39	20.33	4.22	43.35	2.12	39.77**	0.00

**p<.01

จากตาราง 11 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวม และรายทักษะทั้ง 12 ทักษะ คือ ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ทักษะการเตรียมสไลด์ ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ทักษะการใช้หลอดหยดสาร ทักษะการใช้กระบอกตวง ทักษะการใช้หลอดฉีดยา ทักษะการใช้ปิเปต ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร และทักษะการใช้ช้อนตักสาร สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 การเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันกับเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

ทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์	n	k	df	หลัง		t	p	เกณฑ์
				$\bar{x}$	S.D.			
1. ทักษะการใช้กล้อง จุลทรรศน์	40	4	39	3.33	0.62	7.45**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
2. ทักษะการ เตรียมสไลด์	40	4	39	3.60	0.50	12.75**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
3. ทักษะการใช้เครื่องชั่ง สปริง	40	4	39	3.90	0.30	27.06**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
4. ทักษะการใช้เครื่องชั่ง แบบจานเดียว	40	4	39	3.85	0.36	21.86**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
5. ทักษะการใช้ เทอร์มอมิเตอร์	40	4	39	3.75	0.44	16.59**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
6. ทักษะการใช้ตะเกียง แอลกอฮอล์	40	4	39	3.65	0.53	12.45**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
7. ทักษะการใช้ หลอดหยดสาร	40	4	39	3.75	0.44	16.59**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
8. ทักษะการใช้ กระบอกตวง	40	4	39	3.08	0.35	8.59**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
9. ทักษะการใช้ หลอดฉีดยา	40	4	39	3.60	0.55	11.60**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
10. ทักษะการใช้ปิเปต	40	4	39	3.20	0.52	7.35**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)

ตาราง 12 (ต่อ)

ทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์	n	k	df	หลัง		t	p	เกณฑ์
				$\bar{x}$	S.D.			
11. ทักษะการใช้ แท่งแก้วคนสาร	40	4	39	3.78	0.42	17.57**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
12. ทักษะการใช้ ช้อนตักสาร	40	4	39	3.88	0.34	24.08**	0.00	2.60 (ร้อยละ 65)
ภาพรวม	40	48	39	43.35	2.12	36.27**	0.00	31.20 (ร้อยละ 65)

**p<.01

จากตาราง 12 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวม และรายทักษะทั้ง 12 ทักษะ คือ ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ทักษะการเตรียมสไลด์ ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ทักษะการใช้หลอดหยดสาร ทักษะการใช้กระบอกตวง ทักษะการใช้หลอดดูดยา ทักษะการใช้ปิเปต ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร และทักษะการใช้ช้อนตักสาร สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

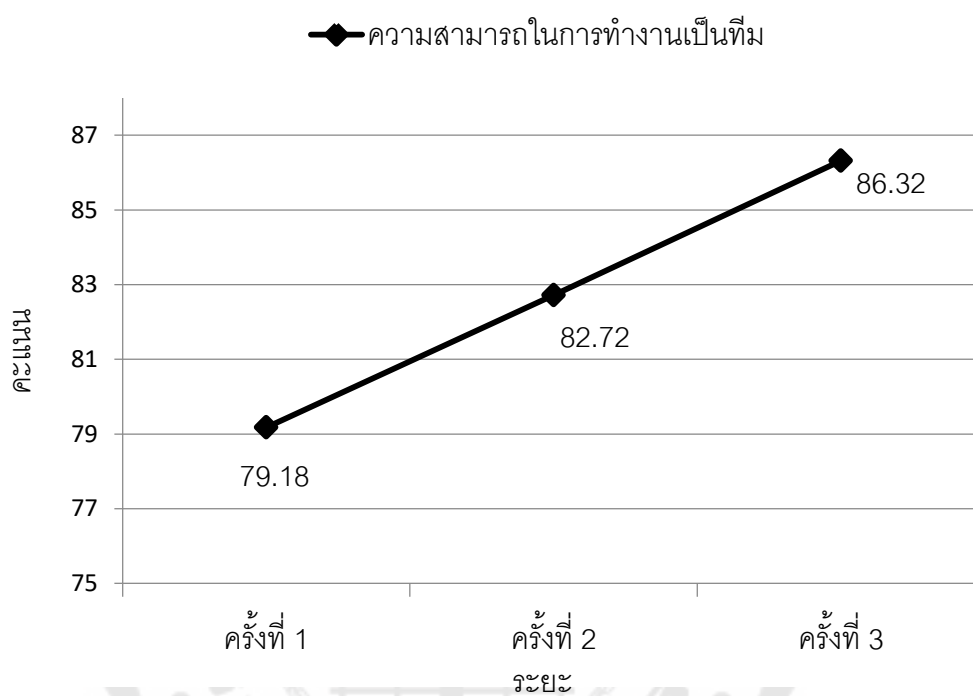
2.3 การศึกษาพัฒนาการโดยการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเรียนบทปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเรียนบทปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3

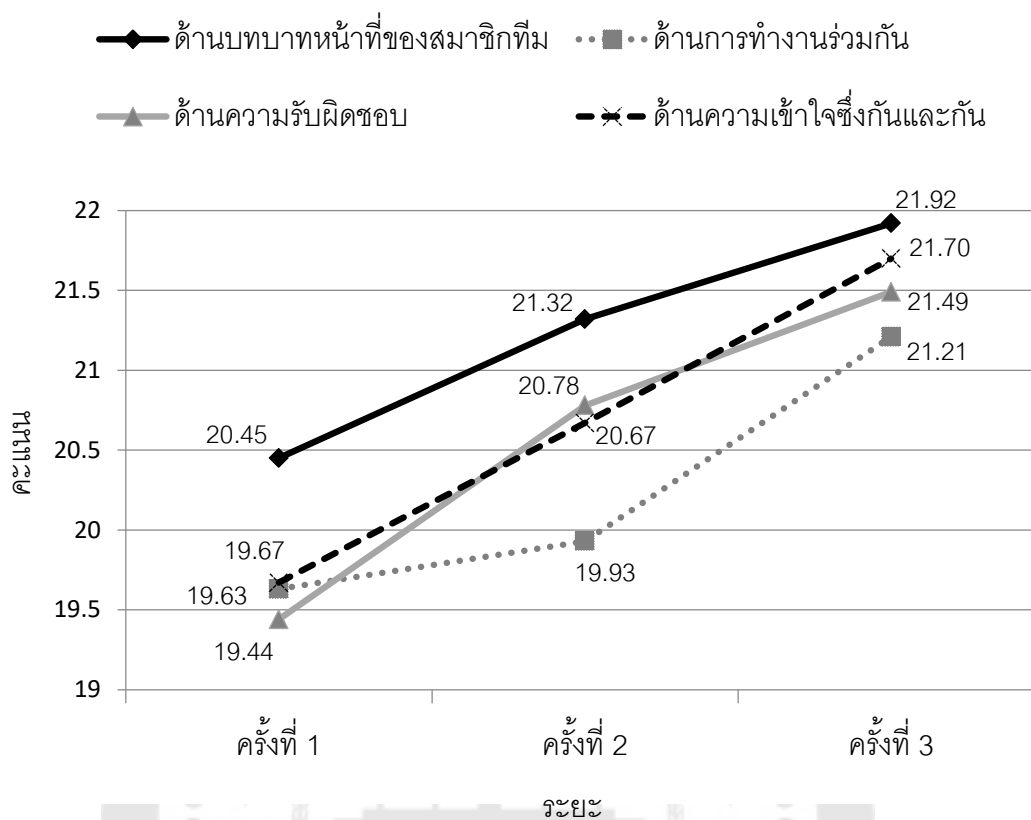
ความสามารถ ในการทำงาน เป็นทีม	k	ความสามารถ ในการทำงาน เป็นทีม ครั้งที่ 1		ความสามารถ ในการทำงาน เป็นทีม ครั้งที่ 2		ความสามารถ ในการทำงาน เป็นทีม ครั้งที่ 2		ผลการเปรียบเทียบ พัฒนาการความสามารถ ในการทำงานเป็นทีม		
	25	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	F	p	คู่ที่ แตกต่าง
1. ด้านบทบาท หน้าที่ของ สมาชิกทีม	25	20.45	1.80	21.32	1.11	21.92	1.12	19.99**	0.00	(1,2)** (1,3)** (2,3)**
2. ด้านการ ทำงานร่วมกัน	25	19.63	1.63	19.93	1.07	21.21	1.31	27.07**	0.00	(1,3)** (2,3)**
3. ด้านความ รับผิดชอบ	25	19.44	1.66	20.78	1.29	21.49	1.30	41.41**	0.00	(1,2)** (1,3)** (2,3)**
4. ด้านความ เข้าใจซึ่งกัน และกัน	25	19.67	1.49	20.67	1.31	21.70	1.41	40.45**	0.00	(1,2)** (1,3)** (2,3)**
ภาพรวม	100	79.18	5.66	82.72	4.02	86.32	4.71	50.63**	0.00	(1,2)** (1,3)** (2,3)**

**p < .01

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนของนักเรียน สามารถนำมาเขียนกราฟ เส้นแสดงดังภาพประกอบ 3 และภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 3 พัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระหว่างเรียน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันในภาพรวม



ภาพประกอบ 4 พัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันรายด้าน

จากตาราง 13 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันในภาพรวม คือ มีความแตกต่างกันในคู่ 1,2 1,3 2,3 โดยคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนมีพัฒนาการมากขึ้น โดยในครั้งที่ 3 มีคะแนนสูงสุด รองลงมาคือครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าความสามารถในการทำงานเป็นทีมทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม ด้านการทำงานร่วมกัน ด้านความรับผิดชอบ และด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนมีพัฒนาการมากขึ้น โดยในครั้งที่ 3 มีคะแนนสูงสุด รองลงมาคือครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน และ 2) ศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่ส่งผลต่อนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้เป็นที่ ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยมีสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีพัฒนาการของความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest Posttest Design) และแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Group Repeated Measures Design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 มีจำนวนนักเรียน 40 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ระยะเวลาทดลองจำนวน 20 คาบ ๆ ละ 50 นาที (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการทดลอง และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ อยู่ระหว่าง 0.60-1.00
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ เนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินผล อยู่ระหว่าง 0.80-1.00
3. แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นแบบสังเกตประเภทตรวจสอบรายการ (Checklist) เพื่อใช้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะที่ปฏิบัติจริงเป็น

รายบุคคล จำนวน 12 ฉบับ ซึ่งมีพฤติกรรมที่ต้องการวัดฉบับละ 4 พฤติกรรม ซึ่งครอบคลุมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ทักษะการเตรียมสไลด์ ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง ทักษะการใช้เครื่องชั่งจานเดียว ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ทักษะการใช้หลอดหยดสาร ทักษะการใช้กระบอกลอย ทักษะการใช้หลอดดูดยา ทักษะการใช้ปิเปต ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร และทักษะการใช้ช้อนตักสารมีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมินทั้ง 12 ฉบับ (Rater Agreement Index, RAI) อยู่ระหว่าง 0.88-0.91 มีค่าความยากง่าย (p) ทั้ง 12 ฉบับ อยู่ระหว่าง 0.41-0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ทั้ง 12 ฉบับ อยู่ระหว่าง 0.58-0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับจำนวน 12 ฉบับ อยู่ระหว่าง 0.72-0.82

4. แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ โดยจะพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียน 4 ด้าน คือ 1) ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิก 2) ด้านการทำงานร่วมกัน 3) ด้านความรับผิดชอบ และ 4) ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน ประเมินโดยใช้การสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินนี้แบ่งเป็น 3 ฉบับ ตามผู้ใช้แบบประเมิน ได้แก่ 1) นักเรียนประเมินตนเอง 2) นักเรียนประเมินเพื่อน และ 3) ครูประเมินตนเอง ซึ่งแบบประเมินทั้ง 3 ฉบับใช้ข้อประกอบเดียวกันในการประเมิน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน 3 คน (Rater Agreement Index, RAI) อยู่ระหว่าง 0.70-0.93 เฉลี่ยเท่ากับ 0.84 ทดสอบค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples) มีค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 3.41-8.82 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

สถิติพื้นฐานที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ 1) ใช้ t-test for Dependent Samples เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ใช้ t-test for One Sample เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และ 3) ใช้สถิติ One way ANOVA Repeated Measures เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันจะมีพัฒนาการของความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการนำบทปฏิบัติการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องเชิงเนื้อหา โดยใช้แบบประเมินวัดดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่าบทปฏิบัติการมีค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละบทอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าสูงกว่า 0.50 แสดงว่าบทปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีใบความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ คำถามท้ายกิจกรรม ภาษาที่ใช้ และความสวยงามเหมาะกับระดับของนักเรียน

ตอนที่ 2 ผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ที่ส่งเสริมทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีมในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน พบว่านักเรียนมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวม และรายทักษะทั้ง 12 ทักษะ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน พบว่านักเรียนมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวม และรายทักษะทั้ง 12 ทักษะ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนในภาพรวมและรายด้าน ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม ด้านการทำงานร่วมกัน ด้านความรับผิดชอบ และด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการระหว่างเรียนในครั้งที่ 3 มีคะแนนสูงสุด รองลงมาคือครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมทักษะการใช้ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีม สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1.1 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีการจัดลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้ไว้อย่างเหมาะสม กล่าวคือ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 3 บทปฏิบัติการ ตามประเภทของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์ บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การใช้เครื่องชั่ง และบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น ซึ่งในแต่ละบทปฏิบัติการจะมีกิจกรรมย่อยที่ทำให้นักเรียนได้รู้จัก และฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ละชนิดอย่างละเอียด เข้าใจวิธีการใช้ที่ถูกต้อง การเลือกใช้ที่เหมาะสม รวมไปถึงความปลอดภัยในการใช้หรือการเก็บรักษาที่ถูกต้อง นอกจากนี้จุดประสงค์ของกิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรม การบันทึกผล หรือคำถามท้ายกิจกรรม มีความสอดคล้องกัน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เป็นไปตามแนวคิดของทิสนา แชมมณี (2555, น. 336) และ Tsai (1999, p. 668) และกล่าวว่าประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงความปลอดภัยในการใช้งานได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวารีย์ บุญลือ (2550, น. 70-72) ที่ได้การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งบทปฏิบัติการนี้เน้นพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของธีรวิทย์ หังสเนตร (2557, น. 91-93) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานจำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อนำชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการสังเกตและแบบทดสอบ พบว่านักเรียนมีทักษะการใช้อุปกรณ์เพิ่มมากขึ้น โดยสามารถเลือกใช้และต่ออุปกรณ์เข้ากับวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องตามประเภทของการใช้งานและสามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วางแผน แบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม โดยมีครูคอยให้คำปรึกษา

แนะนำ นักเรียนสามารถซักถามได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ยังมีการเสริมแรงทางบวกให้กับกลุ่มที่สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น เห็นได้จากผลสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียนดังนี้

“วิชานี้ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ๆ ที่ไม่เคยรู้จัก ได้รู้จักวิธีการใช้ ให้ความรู้ใหม่ ๆ ครูสอนเข้าใจง่าย สนุก มีเอกสารให้ศึกษาเพิ่มเติมดีมาก ๆ”

“ขอบการอธิบายของครูที่ดูเป็นกันเอง ทำให้บรรยากาศไม่กดดัน และครูสอนเข้าใจง่าย มีเวลาทำแลปเยอะ ทุกคนได้ลงมือทำ ไม่วุ่นวาย เพราะแบ่งหน้าที่กันแล้ว และได้ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์จริง ๆ ไม่ต้องจินตนาการ”

“ครูสอนได้เข้าใจดีมาก และสนุกดี ไม่เบื่อเลย มีการแบ่งหน้าที่ชัดเจน ถามอะไรครูก็ตอบได้หมดเลย อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ไม่รู้จักก็ได้รู้จัก”

“สนุก ได้รู้จักอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มากขึ้น และได้รู้จักวิธีการใช้ที่ถูกต้อง ได้ใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มากขึ้น”

“เวลาสอนครูจะสอนได้ละเอียดและดีมาก ได้ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์จริง สนุก ไม่เครียด ทำให้อยากเรียนอีก

“สนุกมาก ขอบการทดลองที่ครูนำมาสอนทุกอย่าง รู้สึกเหมือนมีความรู้เพิ่มขึ้น บรรยากาศในห้องเรียนกำลังดี คึกคักกันทุกคน”

“บรรยากาศในห้องดี มีการทดลองเยอะ การทดลองสนุก ได้ความรู้เพิ่ม ชีทส์สวยงามรัก”

“ได้เรียนรู้ทักษะอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้เข้าใจง่ายสนุกสนาน ครูดูแลนักเรียนได้ทั่วถึง ถ้านักเรียนคนไหนทำไม่ได้ครูก็จะประกบสอนให้นักเรียนเข้าใจและทำได้”

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนเพิ่มขึ้นทั้งในภาพรวมและรายด้านเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นทีม เพราะนักเรียนสามารถเลือกบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเองได้ โดยนักเรียนแต่ละคนจะมีป้ายระบุหน้าที่ เพื่อให้เห็นถึงความสำคัญต่อบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะต้องหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันปฏิบัติกิจกรรมในครั้งถัดไป ทำให้นักเรียนได้ร่วมมือกันวางแผน ปฏิบัติกิจกรรมภายใต้เป้าหมายเดียวกันซึ่งตรงตามองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม นอกจากนี้ระหว่างกระบวนการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

และความรู้เกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ภายในกลุ่ม สอดคล้องกับแนวคิดของ วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2549, น. 12-14) กล่าวว่า การทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพควร กำหนดขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบ โดยการแบ่งงานกันทำตามความรู้ ความสามารถของแต่ละบุคคลมีความถนัด จำเป็นต้องกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อ ป้องกันความสับสนและขัดความรับผิดชอบ และสมาชิกในกลุ่มควรมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเข้าร่วมแก้ไขปัญหาและอุปสรรคร่วมกัน

2.2 หลังจากจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่านักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับเพื่อน ในกลุ่มมากขึ้น สังเกตได้จากนักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้น ทำให้เข้าใจในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย มีความสุขในการปฏิบัติกิจกรรม และกล้าที่จะ แสดงความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของ กุญฑริ เพ็ชรทวีพรเดช (2550, น. 99) ที่กล่าวว่า การเรียน แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) คือ การแบ่งกลุ่มนักเรียนประมาณ 4-6 คน โดยแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ทำงานชัดเจน ช่วยเหลือกันจนงานกลุ่มสำเร็จ เทคนิคการ เรียนร่วมกันเหมาะสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน เช่น การปฏิบัติการ ทดลอง การแก้ปัญหา หรือการสรุปผล เพื่อปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในด้านความ รับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มควรมีการหมุนเวียนกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิษุตา วิจิตรวงศ์ (2555, น. 47-53) ที่ได้ศึกษาผลของกิจกรรมกลุ่ม เพื่อพัฒนาการทำงานร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระฤทัย พัฒนเวศม์ กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มมีพัฒนาการทำงาน ร่วมกันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

1.1 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี กิจกรรมที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์บางชนิดมีขั้นตอนการใช้ที่ซับซ้อน จึงควรเพิ่มหรือออกแบบกิจกรรมสำหรับ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างยาก เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ชนิด นั้นซ้ำหลายครั้ง จนเกิดความชำนาญและความคงทนในการเรียนรู้

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันในทุกคาบเรียน เช่น การเตรียมอุปกรณ์ การปฏิบัติกิจกรรม การสรุปผล หรือการเก็บล้างอุปกรณ์ เป็นต้น ซึ่งต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นครูผู้สอนควรวางแผน และออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับเวลา

1.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน กิจกรรมส่วนใหญ่จะเป็นการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ครูควรเตรียมความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ ให้เพียงพอสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีโอกาสใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากนักเรียนจะได้ฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และสามารถควบคุมเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมให้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน มีการจัดกลุ่มแบบคณะและความสามารถ ในช่วงแรกนักเรียนอาจยังไม่คุ้นเคยกับเพื่อนในกลุ่มของตนเอง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักและสะดวกใจในการทำงานร่วมกัน เช่น การเล่นเกม เพื่อให้ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน และแสดงความคิดเห็นกันในกลุ่มให้เต็มที่ เพื่อสร้างบรรยากาศในการทำงานเป็นทีมที่ดี และส่งเสริมความสามารถในการทำงานเป็นของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยในครั้งนี้เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้วจะมีการวัดและประเมินผล ทักษะอุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ละชนิดหลังการจัดการเรียนรู้เพียงครั้งเดียว จึงควรมีการวิจัย ติดตามผล เพื่อศึกษาความคงทนของทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2 ควรศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่ พัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการสังเกตพฤติกรรม และ ผลสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้น ใส่ใจในการปฏิบัติกิจกรรมในทุกขั้นตอน ชอบการเรียนรู้ลักษณะนี้เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติจริง อาจกล่าวได้ว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันช่วยส่งเสริมเจตคติทาง วิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- Adams, A. R. (2013). *Cooperative Learning Effects On The Classroom*. (Master degree). Northern Michigan University,
- Beasley, W. F., และ Heikkinen, H. W. (1983). *Mental practice as a technique to improve laboratory skill development* (Vol. 60).
- Hofstein, A., และ Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Karacop, A., และ Doymus, K. (2013). *Effects of Jigsaw Cooperative Learning and Animation Techniques on Students' Understanding of Chemical Bonding and Their Conceptions of the Particulate Nature of Matter* (Vol. 22).
- Krieger, A. G. (1982). Written Tests of Lab Skills. *Chemical Education*, 230-231.
- Lingard, R. W. (2010). Teaching and Assessing Teamwork Skills in Engineering and Computer Science. *Journal of Systemics*, 8(1), 34-37.
- Mohd Nizah, M. A., Sulaiman, M., Hj mat, Z., Che Husain, F., Sulaiman, A., และ Latiff, L. (2016). *The Impact of Teamwork skills on Students in Malaysian Public Universities*.
- Orehowsky, W. (1999). *The effect of laboratory-based instruction and assessment on student attitudes toward the laboratory experience and achievement in chemistry at the high school level*.
- Park, H.-R., Kim, C.-J., Park, J.-W., และ Park, E. (2015). Effects of team-based learning on perceived teamwork and academic performance in a health assessment subject. *Collegian*, 22(3), 299-305.
- Scott Moor, S., และ Piergiovanni, P. (2003). *Experiments in the Classroom: Examples of Inductive Learning with Classroom-Friendly Laboratory Kits*.
- Slavin, R. E. (1983). *Cooperative learning*: New York : Longman.
- Sulisworo, D., และ Suryani, F. (2014). *The Effect of Cooperative Learning, Motivation and Information Technology Literacy to Achievement* (Vol. 4).
- Tsai, C. C. (1999). Laboratory exercises help me memorize the scientific truths": A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities. *Science Education*, 83(6), 654-674.
- Tuckman, B. W. (1975). *Measuring educational outcomes : fundamentals of testing*: New York : Harcourt Brace Jovanovich.
- กรมการฝึกหัดครู. (2531). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: กรม.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). *วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

- กานต์วี ใจงาม. (2545). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การผลิต แก๊สไฮโดรเจนจากพืชในท้องถิ่น. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- กฤษณ์ เพ็ชรทวีพรเดช. (2550). สอดคล้องวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- เกษม สดุดหอม, บำรุง กลัดเจริญ, และ ทองเรียน อมรัชกุล. (2516). ระเบียบวิธีสอนทั่วไป (*General method of teaching*). พิษณุโลก: วิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก.
- จันทร์จิรา เทพดนตรี. (2558). การพัฒนาแบบปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- จันทร์ดา ตันติพิงสานุรักษ์, และ สุขเกษม ปิตตานะ. (2544). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- จันทร์มา รัตนวรา. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกันที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความเป็นน้ำจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ ค.ม.). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- จากรุวรรณ ใจอ่อน. (2550). ผลการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ *Learning Together* โดยใช้การเสริมแรงที่มีต่อความรับผิดชอบด้านการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- จิรพรรณ ทะเขียว. (2543). การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. การมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ฉลองพร แก้วขิราภรณ์. (2526). ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. มัธยมศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรม : การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2560). เทคนิคการสร้างเครื่องมือวิจัย : แนวทางการนำไปใช้อย่างมืออาชีพ (พิมพ์ครั้งที่ 1.): กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.
- ณัฐพันธ์ เขจรนนท์. (2545). การสร้างทีมงานที่มีประสิทธิภาพ = *Team building & team efficiency*. กรุงเทพฯ: เอ็กสเปอร์เน็ท.
- ดวงเดือน เทควานิซ. (2530). หลักการสอนทั่วไป = *General method of teaching*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครูพระนคร.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ทพวงมหาวิทยาลัย.
- ทวีช แจ่มจำรัส. (2545). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องเรียน :

- กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). กลุ่มสัมพันธ์ : เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ทิตนา แคมมณี. (2554). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียน ทองแก้ว. (2545). การพัฒนาทีมงาน. จันทบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ธนากร อรรถนาววัฒน์. (2558). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ ค.ม.). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ธีรชาติ หังสนตร. (2557). การออกแบบชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานจำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 6(1), 87.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญมี พันธุ์ไทย. (2544). การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ = Evaluation of learning in science : MR 326 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาการประเมินและการวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บุตรี จารุโรจน์. (2550). ภาวะผู้นำและการพัฒนาทีมงาน = Leadership and teamwork development (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ปาริชาติ ศรีเหรา. (2551). ผลของการใช้กลุ่มสัมพันธ์เพื่อพัฒนาการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียนอำเภออัญบุรี จังหวัดปทุมธานี. (สารนิพนธ์ กศ.ม. จิตวิทยาการแนะแนว). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- เปียน ไชยสร. (2529). การวัดผลงานภาคปฏิบัติ. วารสารการวัดผลการศึกษา ปีที่ 8, ฉบับที่ 23 (ก.ย.-ธ.ค. 2529), หน้า 37-61.
- พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. (2544). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องเทคนิคการแยกสารสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุง)). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยศวิฑูรี จิตตวิ. (2557). การพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่องเทคนิคโครมาโทกราฟีและเทคนิคอิเล็กโทรไฟรีซิสเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้สำหรับนิสิตปริญญาตรี. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. เคมี). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- ล้วน สายยศ, และ อังคนา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2.). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ. (2535). *คู่มือพัฒนาการสอนสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรารณ ตรีภูมิติน. (2549). *การทำงานเป็นทีม* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- วัฒน์ รอดเกิด. (2533). *การศึกษาผลการฝึกอบรมการทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อของนักเรียนช่างอุตสาหกรรมด้วย
การสาธิตโดยใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสาธิตโดยครูผู้สอน*. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. วิทยาศาสตร์
ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- วารี บุญลือ. (2550). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์สำหรับนักเรียน
ช่วงชั้นที่ 3*. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. การมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วิษุตา วิจิตรวงศ์. (2555). *ผลของกิจกรรมกลุ่มเพื่อพัฒนาการทำงานร่วมกันของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนพระหฤทัยพัฒนเวศม์ กรุงเทพมหานคร*. (สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว)). บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วิมล สำราญวานิช. (2532a). *การซ่อมสร้างวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน*. ขอนแก่น: คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิมล สำราญวานิช. (2532b). *เอกสารการสอนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น = The
teaching of lower secondary school science*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิศิษฐ์ศรี โตศุกลวรรณ. (2556). *การพัฒนาบทปฏิบัติการโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง
เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (ปริญญาณิพนธ์
กศ.ม. ชีววิทยา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ส.วาสนา ประवालพุกษ์. (2527). *การสอบการปฏิบัติ. วารสารการวัดผลการศึกษา ปีที่ 6, ฉบับที่ 16 (พ.ค.-ส.ค.
2527), หน้า 1-11.*
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2545). *พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาตน* (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง..). กรุงเทพฯ: อักษรา
พิพัฒน์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2515-2551*. กรุงเทพฯ: สถาบัน.
- สถาพร ดียิ่ง. (2548). *ผลของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ
สำหรับนักศึกษาครู*. (วิทยานิพนธ์ กศ.ด. วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5, [ฉบับแก้ไข]). มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและ
พัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมบุญ สุขประเสริฐ. (2548). *บรรณนิทัศน์เกี่ยวกับการทำงานเป็นทีม*. (สารนิพนธ์ กศ.ม. การบริหารการศึกษา).
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2559). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน : โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย
ไทย เครือข่าย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. กรุงเทพฯ: สันติศิริการพิมพ์.
- สวรศ ผลเล็ก. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 เทคนิค*. (สารนิพนธ์ กศ.ม.).

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ และ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๕๓ (pp. 9). กรุงเทพฯ : ครูสภา.

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2547). การวัดและประเมินผลการศึกษา: กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

สุขสม สิวะอมรัตน์. (2552). ผลของการใช้สถานการณ์จำลองที่มีต่อความสามารถในการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดเลียบราษฎร์บำรุง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร. (สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุชาดา จิตจำ. (2550). ผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองทางเคมีที่มีต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะปฏิบัติการทดลองวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดนครศรีธรรมราช. (ปริญญานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน)). ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพฯ.

สุนันท์ ศลโกสม. (2532). การวัดผลภาคปฏิบัติ. วารสารการวัดผลการศึกษา ปีที่ 11, ฉบับที่ 31 (พ.ค.-ส.ค.2532), หน้า 65-76.

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2543). เอกสารคำสอนวิชา ปถ 421 : วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม = EL 421 Science for elementary school teachers. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: ดวงกมล ผู้จัดจำหน่าย.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2545). การวัดทักษะการปฏิบัติ = Performance testing (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไสว พักขาว. (2544). หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

อรอุมา คำประกอบ. (2551). ผลการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุง)). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตาราง 14 รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ชื่อ-สกุล	วุฒิการศึกษา	ตำแหน่ง
1) อาจารย์ ดร. วันเพ็ญ ประทุมทอง	ปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2) ครูกัลยา มีความดี	ปริญญาตรี ศึกษาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	ปัจจุบันข้าราชการบำนาญ อดีตครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ จ. ตรัง
3) ครูปัทมาพร พันธุ์ชัย	ปริญญาโท ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) เลขานุการโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโยธินบูรณะ
4) ครูผาณิต เชื้อพานิช	ปริญญาตรี การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) ผู้ช่วยรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโยธินบูรณะ
5) ครูสมศรี พรหมเดช	ปริญญาตรี ครุศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทบุรี	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ จ. ตรัง
6) ครูพรรณทิพา วิไลพรหม	ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตราษตระการคุณ จ. ตรัง
7) ครูกุลกัญญา กระจุบเงิน	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ครูชำนาญการ (คศ.2) ผู้ช่วยรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ (ฝ่ายงานวัดและประเมินผล) สอนวิชาชีววิทยา ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐาน โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์รายบุคคล

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 : พฤติกรรมที่ต้องการวัดทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์มีดังนี้

1. การถือ หมายถึง มือด้านหนึ่งจับที่แขนของกล้องจุลทรรศน์ ส่วนมืออีกด้านหนึ่งรองบริเวณฐานของกล้องจุลทรรศน์
2. การปรับกำลังขยาย หมายถึง เริ่มต้นที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุด ปรับกำลังขยายที่จำนวนของเลนส์ใกล้วัตถุ
3. การปรับความคมชัดของภาพ หมายถึง ปรับปุ่มภาพหยาบเพื่อหาตำแหน่งภาพ จากนั้นปรับปุ่มปรับภาพละเอียด เพื่อให้ภาพชัดเจน
4. การเก็บรักษา หมายถึง ปรับแท่นวางวัตถุอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด เลนส์ใกล้วัตถุอยู่ที่กำลังขยายต่ำสุด ปิดไฟและพันสายไฟให้เรียบร้อย

ส่วนที่ 2 : ให้ผู้ประเมินเติมหมายเลข 1 หรือ 0 ลงในช่องของพฤติกรรมการใช้กล้องจุลทรรศน์

- 1 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง
0 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ไม่ถูกต้อง

ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรมการใช้กล้องจุลทรรศน์						ผลการประเมิน
		การถือ	การปรับกำลังขยาย	การส่อง	การเก็บรักษา	คะแนนรวม	ร้อยละ	
1								
2								
3								

หมายเหตุ : นักเรียนต้องได้คะแนนรวมอยู่ในร้อยละ 65 ขึ้นไป จึงจะผ่านการประเมิน

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้ประเมิน

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะการเตรียมสไลด์รายบุคคล

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 : พฤติกรรมที่ต้องการวัดทักษะการเตรียมสไลด์มีดังนี้

1. การตรวจสอบสไลด์ หมายถึง ตรวจสอบความสมบูรณ์ ความสะอาดของกระดาษสไลด์ และจำนวนแผ่นเปิดสไลด์ก่อนการทดลอง
2. การเตรียมตัวอย่างที่ศึกษา หมายถึง ตัดตัวอย่างที่ต้องการศึกษาเป็นชิ้นเล็กบาง ๆ วางบนกระดาษสไลด์ ด้วยความระมัดระวัง
3. การปิดกระดาษสไลด์ หมายถึง ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับขอบของแผ่นเปิดสไลด์ วางขอบด้านหนึ่งโดยให้เฉียงประมาณ 45° แล้วใช้ปลายนิ้วกดค่อย ๆ วางลงค่อย ๆ วางลงอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายในกระดาษสไลด์
4. การเก็บรักษา หมายถึง หลังใช้เสร็จแล้ว ทั้งตัวอย่างและแผ่นเปิดสไลด์ ล้างกระดาษสไลด์ให้สะอาด เพื่อให้แห้งและเก็บในกล่อง

ส่วนที่ 2 : ให้ผู้ประเมินเติมหมายเลข 1 หรือ 0 ลงในช่องของพฤติกรรมการเตรียมสไลด์

- 1 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการเตรียมสไลด์ได้ถูกต้อง
- 0 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการเตรียมสไลด์ได้ไม่ถูกต้อง

ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรมการเตรียมสไลด์						ผลการประเมิน
		การตรวจสอบสไลด์	การเตรียมตัวอย่างที่ศึกษา	การปิดกระดาษสไลด์	การเก็บรักษา	คะแนนรวม	ร้อยละ	
1								
2								
3								

หมายเหตุ : นักเรียนต้องได้คะแนนรวมอยู่ในร้อยละ 65 ขึ้นไป จึงจะผ่านการประเมิน

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้ประเมิน

ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

(ฉบับนักเรียนประเมินตนเอง)

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้งที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเห็น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 5 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้งที่สุด
- 4 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อย
- 3 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนปานกลางหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบางครั้ง
- 2 หมายถึง ข้อความไม่ค่อยตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นนาน ๆ ครั้ง
- 1 หมายถึง ข้อความไม่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนเลยหรือนักเรียนไม่ปฏิบัติตามข้อความนั้น

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น หรือการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม						
00	ฉันร่วมกันวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่กันทำงาน					
00	ฉันรู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง					
ด้านการทำงานร่วมกัน						
00	ฉันมีส่วนร่วมในการวางแผนการทำงาน เพื่อให้งานสำเร็จโดยเร็ว					
00	ฉันเสนอความคิดเห็นระหว่างการทำงานอยู่เสมอ					
ด้านความรับผิดชอบ						
00	ฉันเอาใจใส่ต่อการทำงาน ทุกขั้นตอน					
00	ฉันกระตือรือร้นมุ่งมั่นในการทำงานอยู่เสมอ					
ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน						
00	ฉันไว้วางใจในการทำงานของเพื่อนทุกคน					
00	ฉันเชื่อมั่นว่าเพื่อนทุกคนมีความสามารถในการทำงานให้สำเร็จ					

ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

(ฉบับนักเรียนประเมินเพื่อน)

ชื่อ-นามสกุลเพื่อน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้งที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเห็น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 5 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้งที่สุด
- 4 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อย
- 3 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนปานกลางหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นบางครั้ง
- 2 หมายถึง ข้อความไม่ค่อยตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนหรือนักเรียนปฏิบัติตามข้อความนั้นนาน ๆ ครั้ง
- 1 หมายถึง ข้อความไม่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนเลยหรือนักเรียนไม่ปฏิบัติตามข้อความนั้น

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น หรือการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม						
00	ร่วมกันวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่กันทำงาน					
00	รู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง					
ด้านการทำงานร่วมกัน						
00	มีส่วนร่วมในการวางแผนการทำงาน เพื่อให้งานสำเร็จโดยเร็ว					
00	เสนอความคิดเห็นระหว่างการทำงานอยู่เสมอ					
ด้านความรับผิดชอบ						
00	เอาใจใส่ต่อการทำงาน ทุกขั้นตอน					
00	กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการทำงานอยู่เสมอ					
ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน						
00	ไว้วางใจในการทำงานของเพื่อนทุกคน					
00	เชื่อมั่นว่าทุกคนมีความสามารถในการทำงานให้สำเร็จ					

หมายเหตุ นักเรียนจะต้องประเมินเพื่อนคนเดิมจนจบการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม (ฉบับครูประเมินนักเรียน)

กลุ่มที่ได้รับการประเมิน.....ประเมินครั้งที่.....

คำชี้แจง ให้ครูพิจารณาข้อความที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่ตรงกับความคิดเห็นของครูมากที่สุดหรือสมาชิกทุกคนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้งที่สุดแล้วเขียนคะแนนลงในช่องกลุ่มที่กำหนด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 5 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของครูมากที่สุดหรือสมาชิกทุกคนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้งที่สุด
- 4 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของครูหรือสมาชิกทุกคนปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อย
- 3 หมายถึง ข้อความตรงกับความคิดเห็นของครูปานกลางหรือสมาชิกทุกคนปฏิบัติตามข้อความนั้นบางครั้ง
- 2 หมายถึง ข้อความไม่ค่อยตรงกับความคิดเห็นของครูหรือสมาชิกทุกคนปฏิบัติตามข้อความนั้นนาน ๆ ครั้ง
- 1 หมายถึง ข้อความไม่ตรงกับความคิดเห็นของครูเลยหรือสมาชิกทุกคนไม่ปฏิบัติตามข้อความนั้น

ข้อ	ข้อความ	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม									
00	สมาชิกทุกคนร่วมกันวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่กันทำงาน								
00	สมาชิกทุกคนรู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง								
ด้านการทำงานร่วมกัน									
00	สมาชิกทุกคนร่วมกันการวางแผนการทำงาน เพื่อให้งานสำเร็จโดยเร็ว								
00	สมาชิกทุกคนเสนอความคิดเห็นระหว่างการทำงานอยู่เสมอ								
ด้านความรับผิดชอบ									
00	สมาชิกทุกคนรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อน								
00	สมาชิกทุกคนกระตือรือร้นมุ่งมั่นในการทำงานอยู่เสมอ								
ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน									
00	สมาชิกทุกคนไว้วางใจในการทำงานซึ่งกันและกัน								
00	สมาชิกทุกคนทุกคนมีความสามารถในการทำงานให้สำเร็จ								

หมายเหตุ ครูประเมินนักเรียนในภาพรวมเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากัน

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและทั้งฉบับของแบบประเมิน

1. ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน (RAI) ของแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
2. ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (t) ของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน (RAI) ของแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่	p	r	RAI	ความเชื่อมั่น
1. ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์	0.54	0.63	0.88	0.80
2. ทักษะการเตรียมสไลด์	0.59	0.58	0.89	0.82
3. ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง	0.48	0.60	0.88	0.81
4. ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว	0.59	0.65	0.89	0.81
5. ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์	0.56	0.63	0.88	0.81
6. ทักษะการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	0.54	0.60	0.89	0.75
7. ทักษะการใช้หลอดหยดสาร	0.51	0.63	0.88	0.72
8. ทักษะการใช้กระบอกตวง	0.41	0.66	0.89	0.82
9. ทักษะการใช้หลอดฉีดยา	0.49	0.68	0.89	0.74
10. ทักษะการใช้ปิเปต	0.50	0.60	0.90	0.76
11. ทักษะการใช้แท่งแก้วคนสาร	0.54	0.60	0.90	0.78
12. ทักษะการใช้ช้อนตักสาร	0.70	0.60	0.91	0.81

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (t) ของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

ข้อ	อำนาจจำแนก (t)	ข้อ	อำนาจจำแนก (t)
ด้านบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม		ด้านความรับผิดชอบ	
1.	7.54*	11.	8.43*
2.	4.48*	12.	6.92*
3.	8.16*	13.	8.34*
4.	7.36*	14.	8.05*
5.	8.82*	15.	6.16*
ด้านการทำงานร่วมกัน		ด้านความเข้าใจซึ่งกันและกัน	
6.	8.19*	16.	3.73*
7.	5.39*	17.	3.41*
8.	5.07*	18.	4.86*
9.	4.35*	19.	5.20*
10.	7.19*	20.	3.77*

อำนาจจำแนก (t) ของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมรายข้อมีค่าตั้งแต่ 3.41-8.82 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน (RAI) ของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมเท่ากับ 0.84 และค่าความเชื่อมั่นของทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

ภาคผนวก ง
คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
และความสามารถในการทำงานเป็นทีม

1. ตาราง 17 คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน
2. ตาราง 18 คะแนนพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ตาราง 17 คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

คนที่	คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)							
	ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์		ทักษะการเตรียมสไลด์		ทักษะการใช้เครื่องตั้งสปริง		ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1.	1	3	1	3	3	4	0	4
2.	1	4	2	4	3	4	4	4
3.	1	3	1	3	3	4	3	4
4.	0	3	1	3	4	4	1	3
5.	2	4	1	3	3	4	4	3
6.	0	3	1	3	2	4	1	4
7.	1	3	1	4	1	4	2	4
8.	1	3	0	3	3	3	0	3
9.	1	3	0	4	3	4	1	4
10.	1	4	1	4	3	4	3	4
11.	2	4	2	4	2	4	3	3
12.	2	3	3	3	4	4	1	4
13.	0	4	1	3	3	3	0	4
14.	1	3	0	4	4	3	3	4
15.	1	3	0	3	1	4	0	4
16.	0	2	0	3	1	3	0	3
17.	2	4	1	4	3	4	2	4
18.	1	3	1	3	3	4	3	3
19.	2	4	1	4	2	4	1	4
20.	0	3	0	3	2	4	2	4

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)							
	ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์		ทักษะการเตรียมสไลด์		ทักษะการใช้เครื่องชั่งสปริง		ทักษะการใช้เครื่องชั่งแบบจานเดียว	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
21.	2	4	0	4	3	4	4	4
22.	1	4	0	4	3	4	1	4
23.	1	2	0	4	3	4	0	4
24.	1	3	1	4	3	4	0	4
25.	1	4	3	4	3	4	0	4
26.	1	2	0	4	1	4	2	4
27.	2	3	3	4	3	4	1	4
28.	0	3	2	4	2	4	1	4
29.	1	3	0	4	2	4	0	4
30.	3	4	0	4	2	4	3	4
31.	2	3	1	4	3	4	2	4
32.	2	4	0	4	4	4	0	4
33.	1	3	1	3	3	4	1	4
34.	1	3	3	3	3	4	2	4
35.	2	4	3	4	3	4	1	4
36.	2	4	3	3	2	4	3	4
37.	1	3	1	4	2	4	0	4
38.	1	3	1	4	1	4	2	4
39.	1	4	1	3	3	4	3	4
40.	2	4	1	4	3	4	0	4

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)							
	ทักษะการใช้ เทอร์มอมิเตอร์		ทักษะการใช้ ตะเกียงแอลกอฮอล์		ทักษะการใช้ หลอดหยดสาร		ทักษะการใช้ กระบอกตวง	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1.	2	4	2	4	2	4	1	3
2.	2	4	3	4	1	4	1	3
3.	2	4	1	4	2	4	2	4
4.	1	4	3	4	2	3	2	3
5.	2	4	2	3	2	4	2	3
6.	3	4	3	3	1	4	1	3
7.	2	4	1	4	1	4	1	3
8.	1	4	1	4	1	4	2	3
9.	4	4	3	3	2	4	0	3
10.	1	4	1	4	2	3	2	3
11.	4	4	2	4	2	4	2	3
12.	3	4	4	4	2	4	0	4
13.	1	4	4	3	1	4	2	3
14.	3	3	4	4	3	4	0	3
15.	2	3	3	2	2	4	1	3
16.	0	3	0	3	1	3	0	3
17.	1	3	1	4	2	3	1	2
18.	3	4	3	4	2	4	2	3
19.	1	4	2	4	2	3	0	3
20.	1	3	4	3	2	4	2	3

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)							
	ทักษะการใช้ เทอร์โมมิเตอร์		ทักษะการใช้ ตะเกียงแอลกอฮอล์		ทักษะการใช้ หลอดหยดสาร		ทักษะการใช้ กระบอกลดแรงดัน	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
21.	1	4	4	4	3	4	2	3
22.	3	3	2	4	2	3	3	3
23.	4	4	3	4	1	4	0	3
24.	2	4	4	4	1	3	2	4
25.	1	3	2	4	2	3	0	3
26.	2	4	1	3	2	4	2	3
27.	3	4	3	4	2	3	0	3
28.	3	3	2	3	2	4	2	3
29.	1	4	2	4	2	4	2	3
30.	0	4	1	4	2	4	1	3
31.	1	3	2	4	1	4	0	3
32.	0	4	3	4	1	4	1	3
33.	3	4	3	4	2	3	1	3
34.	2	4	3	3	3	4	1	4
35.	3	4	2	4	2	4	1	3
36.	2	4	2	3	2	4	1	3
37.	0	3	3	3	2	4	2	3
38.	1	4	0	3	2	4	2	3
39.	2	4	3	4	1	4	2	3
40.	2	4	3	4	2	4	2	3

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)							
	ทักษะการใช้ หลอดฉีดยา		ทักษะการใช้ ปิวเรต		ทักษะการใช้ แท่งแก้วคนสาร		ทักษะการใช้ ช้อนตักสาร	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1.	2	3	0	3	3	4	2	4
2.	2	4	0	3	3	4	0	4
3.	3	4	1	3	2	4	2	4
4.	2	4	0	3	2	3	2	4
5.	1	4	0	4	3	3	2	3
6.	4	4	0	3	2	4	2	4
7.	1	3	0	4	2	4	1	4
8.	2	3	0	3	1	3	2	4
9.	2	3	0	4	3	4	3	4
10.	1	3	0	4	3	3	3	4
11.	1	4	1	3	3	4	3	4
12.	3	4	0	3	2	3	3	3
13.	3	4	0	3	3	4	2	4
14.	1	3	0	3	3	4	2	4
15.	1	3	0	3	3	4	2	4
16.	1	3	0	3	2	3	2	3
17.	2	2	0	3	2	4	1	4
18.	3	4	0	3	3	4	2	4
19.	3	4	0	3	2	4	2	4
20.	1	4	0	4	1	4	3	4

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (4 คะแนน)							
	ทักษะการใช้ หลอดฉีดยา		ทักษะการใช้ ปิวเรต		ทักษะการใช้ แท่งแก้วคนสาร		ทักษะการใช้ ช้อนตักสาร	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
21.	3	3	0	3	3	4	3	4
22.	3	3	0	4	3	4	3	4
23.	3	4	0	3	2	4	3	4
24.	2	3	0	3	2	4	3	4
25.	1	4	0	2	1	4	2	4
26.	2	4	0	4	2	3	3	4
27.	1	4	0	3	3	4	3	4
28.	1	3	0	3	2	3	2	3
29.	1	3	0	3	3	4	2	4
30.	3	3	1	3	2	4	2	4
31.	4	4	0	4	2	4	3	4
32.	1	4	0	3	2	3	2	4
33.	1	4	0	3	2	4	2	4
34.	4	4	0	3	2	4	3	4
35.	1	4	0	4	2	4	2	4
36.	1	4	1	3	3	4	3	3
37.	2	4	0	4	3	4	2	4
38.	2	4	0	2	2	4	3	4
39.	1	4	0	3	2	4	1	4
40.	2	4	0	3	2	4	2	4

ตาราง 18 คะแนนพัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นที่ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

คนที่	บทปฏิบัติการที่			คนที่	บทปฏิบัติการที่		
	1	2	3		1	2	3
1.	71.33	81.00	93.33	21.	84.00	84.33	85.00
2.	68.00	82.00	88.00	22.	80.33	78.33	85.33
3.	74.33	79.00	85.33	23.	65.33	82.00	82.33
4.	84.67	86.00	89.33	24.	82.33	82.67	84.33
5.	78.67	79.67	82.33	25.	82.00	83.33	86.33
6.	79.33	84.33	86.67	26.	69.00	80.33	77.67
7.	78.00	80.33	77.33	27.	81.00	80.33	82.33
8.	83.00	84.00	86.33	28.	85.67	90.33	92.33
9.	89.67	87.33	94.33	29.	82.33	88.00	89.67
10.	72.00	84.33	83.67	30.	74.00	80.33	88.33
11.	77.33	82.00	86.00	31.	79.00	85.33	90.67
12.	88.00	90.33	93.00	32.	75.00	78.67	84.00
13.	79.67	80.00	83.00	33.	81.00	83.67	86.00
14.	74.67	85.67	89.00	34.	86.67	90.00	95.33
15.	79.67	83.33	85.00	35.	82.00	83.67	93.33
16.	78.67	77.67	84.33	36.	83.67	85.33	88.00
17.	81.00	78.33	81.00	37.	76.67	83.00	85.00
18.	79.00	78.67	90.00	38.	89.33	90.00	95.00
19.	70.00	70.33	78.33	39.	79.67	80.33	83.33
20.	81.33	81.67	81.67	40.	80.00	82.67	80.67

ภาคผนวก จ
ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น



ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

1. การตรวจ Normality

ตาราง 19 ตรวจสอบ Normality ของการประเมินพัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นทีม

ครั้งที่	Skewness	Kurtosis	Sig
1	-1.22	0.15	0.36
2	-0.54	1.78	0.09
3	0.48	-0.71	0.41

ผลการตรวจสอบพบว่า ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ข้อมูลมีความแตกต่างกับโค้งปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ

2. การตรวจสอบ Sphericity

ตาราง 20 Mauchly's Test of Sphericity ของการประเมินพัฒนาการความสามารถในการทำงานเป็นทีม

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
time	.725	12.199	2	.002	.785	.812	.500

ผลจากการตรวจสอบพบว่า ข้อมูลจากการวัดซ้ำทั้ง 3 ครั้ง มีขนาดความสัมพันธ์และขนาดความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Mauchly's $W = 0.725$, $df = 2$, $p = 0.002$)

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ตัวอย่างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน
2. ตัวอย่างคู่มือประกอบการใช้บทปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ตัวอย่างแบบปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

แบบปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์

ม.1

การใช้อุปกรณ์
วิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ครูผู้สอน นางสาวพิชญา เจริญผล
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

แบบปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์

ม.1

การใช้อุปกรณ์
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ชื่อ.....
ชื่อเล่น..... ชั้น ม.1/..... เลขที่.....

ครูผู้สอน พิชญา เจริญผล
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

คำนำ

แบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) ซึ่งเมื่อนำมาใช้กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และความสามารถทางการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนหนึ่งยังขาดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์บางชนิด เช่น ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ทักษะการใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น หรือทักษะการใช้เครื่องมือต่าง ๆ โดยผู้ให้เหตุผลที่ใหญ่ที่สุด คือ นักเรียนสามารถระบุชื่อของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้แต่เมื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองแล้วนักเรียนยังใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เหล่านั้นไม่ถูกต้อง หรือมีความเข้าใจผิดในวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์บางชิ้นตอน และนักเรียนยังขาดความระมัดระวัง หรือการเก็บรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

แบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) เมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะช่วยส่งเสริมทักษะการใช้ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีม ซึ่งผู้เรียนเป็นแนวทางสำหรับผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือในรายวิชาอื่น ๆ ในการจัดหาวิธีการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยใช้สื่ออินเตอร์เน็ตที่เน้นการทำงานร่วมกัน และการลงมือปฏิบัติจริงของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

พินิจา เจริญผล
ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
แบบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์	1
- กิจกรรมที่ 1.1 มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์	5
- กิจกรรมที่ 1.2 คมชัดลึก	10
แบบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การใช้เครื่องชั่ง	14
- กิจกรรมที่ 2.1 ญูโลกาษา	16
- กิจกรรมที่ 2.2 อารัคมัดส่นอย	20
แบบปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การใช้อุปกรณ์สำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น	22
- กิจกรรมที่ 3.1 สถานะของน้ำ	28
- กิจกรรมที่ 3.2 วิตามินซีในผลไม้	31
- กิจกรรมที่ 3.3 สายตรวจแอลกอฮอล์	35
- กิจกรรมที่ 3.4 สายลิ้นปี่ขนาดใหญ่	39
- กิจกรรมที่ 3.5 ไทเทรตเรด-เบส	43
- กิจกรรมที่ 3.6 รู้ทันความอร่อย	47
ความโดดเด่นในท้องถิ่นปฏิบัติการ	50
บรรณานุกรม	51

คำขวัญประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์



มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์มีแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) ที่เน้นเพื่อทบทวนความรู้จากการใช้โปรแกรมวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ใช้เวลาในการเรียนรู้ 20 คาบเรียน งานปฏิบัติการกับงานใช้โปรแกรมด้วย 3 งานปฏิบัติการย่อย ได้แก่

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

- กิจกรรมที่ 1 มหัศจรรย์กล่องจุฬารศน์
- กิจกรรมที่ 1.2 คมชัดลึก

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การใช้เครื่องชั่ง

- กิจกรรมที่ 2.1 ฤดูกาลยาว
- กิจกรรมที่ 2.2 อารมณ์ดีน้อย

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การใช้โปรแกรมสำหรับการทดลองเคมีเบื้องต้น

- กิจกรรมที่ 3.1 สักกามชนอนำ
- กิจกรรมที่ 3.2 วิฑาณีนีพพุตตี
- กิจกรรมที่ 3.3 สายตรวงเอชิต
- กิจกรรมที่ 3.4 สยสียโกชฌการ
- กิจกรรมที่ 3.5 การโพรตรกค-เบส
- กิจกรรมที่ 3.6 วัฑคควาณอัย



คำขวัญประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์



สำหรับการเรียนโดยให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) ซึ่งเน้นเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้ นักเรียนต้องปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อสั่งใช้ในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจ
2. ศึกษาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจ
3. ปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนด้วยความตั้งใจ และมีความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ทุกชนิด
4. ศึกษาในความร้องอย่างละเอียด





บทปฏิบัติการที่ 1

1

เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

คำชี้แจง

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์ ใช้เวลาในการเรียนรู้จำนวน 4 คาบเรียน

ประกอบด้วย 2 กิจกรรม ได้แก่

- กิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง มหิศจรรยัญญุตาไทย
- กิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง คมชัดลึก



สาระสำคัญ

การใช้กล้องจุลทรรศน์ ผู้ใช้จำเป็นต้องเรียนรู้วิธีการใช้เลนส์เพนเพื่อให้เกิดภาพที่ชัดเจน ต้องวางตัวกล้องบนพื้นราบ หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุดก่อนทำการศึกษา ถัดมาจึงค่อยวางแผ่นสไลด์ที่เตรียมไว้บนแท่นวางวัตถุ หมุนไม่รับภาพพยายจนเห็นภาพวัตถุเลือนน้สูงโดยแผ่นสไลด์ไม่ชนกับเลนส์ใกล้วัตถุ มองผ่านเลนส์ใกล้ตาพร้อมหมุนไม่รับภาพพยายและหมุนรับภาพละเอียดจนเห็นสิ่งที่ต้องการศึกษาดูเจน เป็นต้น

การเตรียมสไลด์ ใช้หลอดหยดน้ำหรือไม้กลีลองบนแผ่นสไลด์ 1 หยด จากนั้นใช้ด้ายสิ่งที่ต้องการศึกษารีดขึ้นบาง ๆ วางบนสไลด์ ใช้หัวไม้เมื่อเลขนิ้วชี้จรดขอบการเจาะโด้สไลด์ วางขอบด้านหนึ่งลงที่หยดน้ำโดยให้เอียง 45° แล้วใช้ปลายเข็มหมุนค่อย ๆ วาง กระดาษโด้สไลด์ลงบนสิ่งที่ต้องการศึกษา ระมัดระวังให้หม้ออากาศ และปิดน้ำที่เกินออกมา



ใบความรู้

2

เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

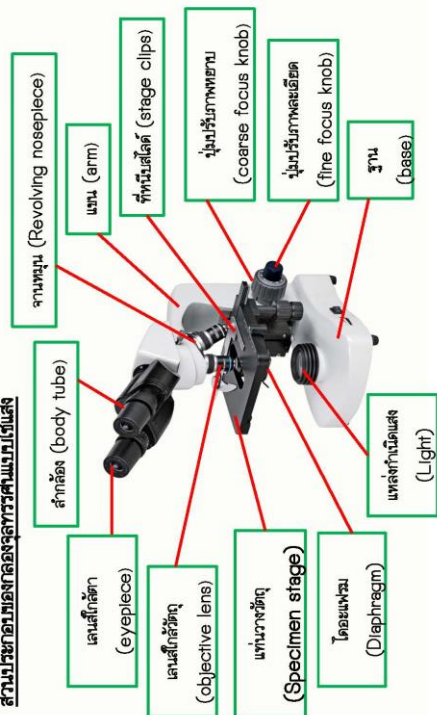
กล้องจุลทรรศน์ (microscope)

เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายขนาดของสิ่งที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะมองเห็น ได้ด้วยตาเปล่า เราสามารถจำแนกกล้องจุลทรรศน์ได้ดังนี้

- 1) **กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope)** ใช้แสงขาว + เลนส์แก้ว ภาพที่ได้คือ ภาพเสมือนหัวกลับ ส่องได้ทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต กำลังขยายต่ำ
- 2) **กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope)** ใช้ลำแสงอิเล็กตรอน + เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า ภาพที่ได้ คือ ภาพฉายปรากฏบนจอ กำลังขยายสูง



ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง



5

ใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

คำใบ้ใบกิจกรรม

1. ศึกษาวิธีทำอย่างละเอียด

2. แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบตามกลุ่มที่ครูจัดไว้

3. ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความระมัดระวัง ตามหน้าที่ที่ตกลงกันภายในกลุ่ม

4. ร่วมกันอภิปรายผลและวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้อง

จุดประสงค์

1. เปรียบเทียบและวาดภาพตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์ที่มีกล้องจริงได้

2. ปฏิบัติกิจกรรมและอธิบายส่วนประกอบและวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง จำนวน 1 ตัว

2. แผ่นสไลด์และการย้อมกับดราสไลด์ จำนวน 1 สไลด์

3. กระดาษ A4 จำนวน 1 แผ่น

วิธีทำ

1. จัดการเตรียมสไลด์กับแผ่นสไลด์ จำนวน 1 แผ่น เลือกตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นที่ครูกำหนดให้มา กลุ่มละ 1 ตัวอักษร แล้วเขียนลงในกระดาษที่เล็กที่สุด จากนั้นนำกระดาษวางตำแหน่งตรงกลางกระดาษสไลด์ และติดทับด้วยแผ่นสไลด์

2. นำสไลด์ที่มีตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นวางบนแท่นวางชุดกล้องจุลทรรศน์

3. ใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4X โดยหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้สไลด์เลื่อนเข้าหาเลนส์ใกล้วัตถุจนมองเห็นภาพ แล้วหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น

4. เพิ่มกำลังขยายให้ เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 10X

5. สังเกตลักษณะตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์จริง เปรียบเทียบกับ วาดภาพและบันทึกผลลงในตาราง

6

ใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

กิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

หน้าที่รับผิดชอบ.....

จุดประสงค์.....

ตารางบันทึกผล.....

สรุปและอภิปรายผล

คำถามท้ายกิจกรรม 7

เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

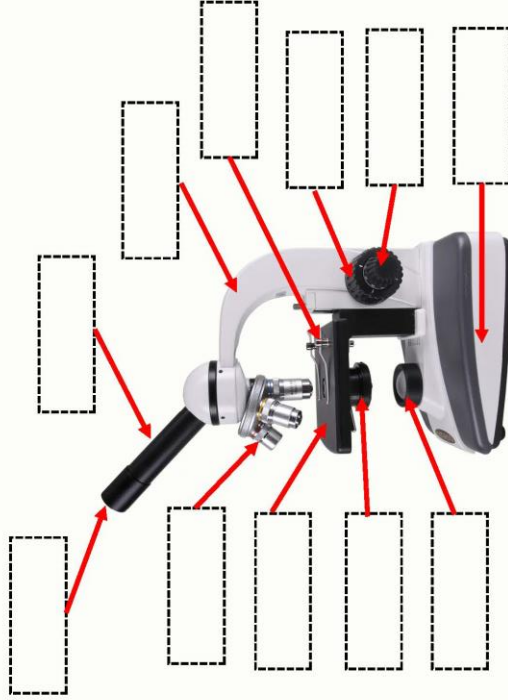
ตอนที่ 1 : ให้นักเรียนแบ่งส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์
กับหน้าที่ของกล้องจุลทรรศน์

- | | |
|--------------------|--|
| ฐาน | • เป็นแท่นสำหรับวางวัตถุหรือสไลด์ มีช่องกลมอยู่ตรงกลาง เพื่อให้แสงจากด้านล่างส่องผ่านขึ้นมาได้ |
| แขน | • เป็นเส้นลื่น ทำหน้าที่ขยายภาพของวัตถุ สามารถถอดเปลี่ยนกำลังขยายได้ |
| แท่นวางวัตถุ | • เป็นเส้นลื่น ทำหน้าที่ขยายภาพของวัตถุให้เล็งได้ชัด โดยทั่วไปมีกำลังขยายให้เลือกได้ 3 ขนาด |
| ที่หนีบสไลด์ | • เป็นแผ่นโลหะอยู่บนแท่นวางวัตถุ ทำหน้าที่หนีบสไลด์ให้อยู่ในที่ |
| ลำกล้อง | • ทำหน้าที่รับรับแสงให้เข้าสู่ลำกล้องในบริเวณที่มองเห็นภาพ |
| เลนส์ใกล้ตา | • สำหรับใช้ขยายภาพของวัตถุให้ชัดเจนยิ่งขึ้น |
| เลนส์ใกล้วัตถุ | • เป็นส่วนที่ใช้วางบนโธและรองรับน้ำหนักของตัวกล้อง |
| แหล่งกำเนิดแสง | • ทำหน้าที่ให้แสงส่องไปที่วัตถุ ปัจจุบันใช้หลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสง |
| ไดอะแฟรม | • เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างตัวกล้องกับฐาน |
| ปุ่มปรับภาพหาย | • เป็นพวงเชื่อมระหว่างเลนส์ใกล้ตากับเลนส์ใกล้วัตถุ |
| ปุ่มปรับภาพละเอียด | • สำหรับใช้หมุนภาพของวัตถุอย่างละเอียดไม่รับภาพละเอียด |

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1.1 8

เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

ตอนที่ 2 : ให้นักเรียนเขียนส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์
ตามตำแหน่งที่ระบุข้างล่าง และตอบคำถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์



1. ควรใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายเท่าใดมาใช้ก่อนขณะเริ่มตั้งกล้องจุลทรรศน์
2. การส่องดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์ขณะหมุนปุ่มปรับภาพหายหรือปุ่มปรับภาพละเอียดก่อน
3. หากเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุจาก 4X เป็น 10X ปุ่มปรับภาพที่ใช้ได้คือปุ่มปรับภาพใด เพราะเหตุใด

ใบความรู้

เรื่อง การเตรียมสไลด์

9

ทักษะการเตรียมสไลด์



1. ใช้หลอดหยด หยดน้ำหรือแอลกอฮอล์บนการะจาสไลด์ 1 หยด (ขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่ต้องการศึกษา)
2. ใช้ไม้จิ้มฟันดัดตัวอย่างเป็นเส้นบาง ๆ วางบนการะจาสไลด์
3. ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับขอบของแผ่นไมโครสไลด์ วางขอบด้านหนึ่งลงที่หยดน้ำโดยให้เอียงประมาณ 45° แล้วใช้ปลายนิ้วกดค่อย ๆ วางการะจาสไลด์ลง ลมบางอย่างจะมีแรงวังง้อให้พองอากาศอยู่ภายในการะจาสไลด์ให้กระดากที่คู่ค่อย ๆ ขยับไปส่วนเกินออก (ถ้ามีพองอากาศต้องทำใหม่)

การย้อมสีตัวอย่าง

ตัวอย่างบางชนิดมีองค์ประกอบที่เล็ก บาง และสีมาก จนไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นจึงต้องย้อมสีตัวอย่างเพื่อให้ส่วนที่ต้องการศึกษาดูชัดยิ่งขึ้นมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจน

ตัวอย่างสีย้อม

- 1) **Iodine** เป็นทั้งเจือไอโอดีนสำหรับล้างแอลสด ใช้สำหรับย้อมเซลล์พืช เซลล์สัตว์ โดยจะทำให้นิวเคลียสมีสีน้ำตาล และไ้ไทรโพลลาสิมมีสีเหลือง ส่วนที่สะสมอาหารในเซลล์พืชจะมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนในเซลล์สัตว์จะมีสีแดง
- 2) **Cochineal** เป็นสีผสมอาหารทั่วไป ซึ่งจะมีสาร Carmine ที่มีสีชมพู และย้อมติดเซลล์สัตว์ได้ และช่วยให้นิวเคลียสเป็นสีชมพูเข้มกว่า ส่วนไ้ไทรโพลลาสิม

TIPS

- 1) ถ้าเห็นรอยน้ำในสไลด์ให้รีบเปลี่ยนให้หมดน้ำจนกระทั่งรอบการะจาสไลด์ 1 หยด เพื่อให้สีซึมเข้าไ้ภายในสไลด์ ให้การะจาสไลด์ค่อย ๆ จับกับส่วนที่เกินออก หรือใช้กระดาษสีเทาห่อแผ่นไมโครสไลด์เพื่อที่จะให้กระดาษห่อ หรือใช้กระดาษ เนื่องจากมีคุณสมบัติกันการะจาสไลด์ที่ไ้โดนเป็นจำนวนมาก
- 2) การเตรียมการะจาสไลด์ที่ไ้โดนเป็นจำนวนมาก ให้ใช้กระดาษสีเทาห่อแผ่นไมโครสไลด์
- 3) หลังจากไ้จุ่มสไลด์แล้ว ให้ล้างด้วยน้ำสะอาด และนำสไลด์ไปล้างด้วยน้ำสะอาด

กิจกรรมที่ 1.2

เรื่อง คมที่ดิลิก

10

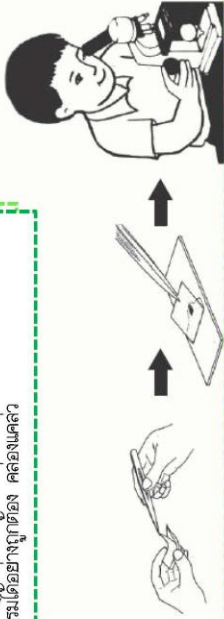
สาระการเรียนรู้



1. ศึกษาวิธีทำอย่างละเอียด
2. แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบตามกลุ่มที่ครูจัดไว้
3. ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความระมัดระวัง ตามหน้าที่ที่ตกลงกันภายในกลุ่ม
4. ร่วมกันอภิปรายผลและวิธีเตรียมสไลด์ที่ถูกต้อง

จุดประสงค์

1. อธิบายวิธีการเตรียมสไลด์ได้อย่างถูกต้อง
2. ปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว



อุปกรณ์และสาคัญ

1. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง จำนวน 1 ตัว
2. แผ่นไมโครสไลด์และการะจาสไลด์ จำนวน 1 ชุด
3. ไ้จิ้มฟันปลายแบน จำนวน 1 ไ้จิ้ม
4. หลอดหยด จำนวน 2 หลอด
5. ที่คีบ จำนวน 1 อัน
6. สำหรับหาทางกระจกและเยื่อที่กั้นน้ำ
7. สารละลายไอโอดีน

ตัวอย่างคู่มือประกอบการใช้บทปฏิบัติการที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

1. ปฏิบัติการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง
2. ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน รับผิดชอบหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายและตั้งใจในการทำงานให้สำเร็จ

สาระสำคัญ

กล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายขนาดของสิ่งที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สามารถจำแนกกล้องจุลทรรศน์ได้ 2 ประเภท ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถวาดภาพที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์ได้
3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบภาพที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์กับภาพจริงได้
4. นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมอย่างเต็มความสามารถ

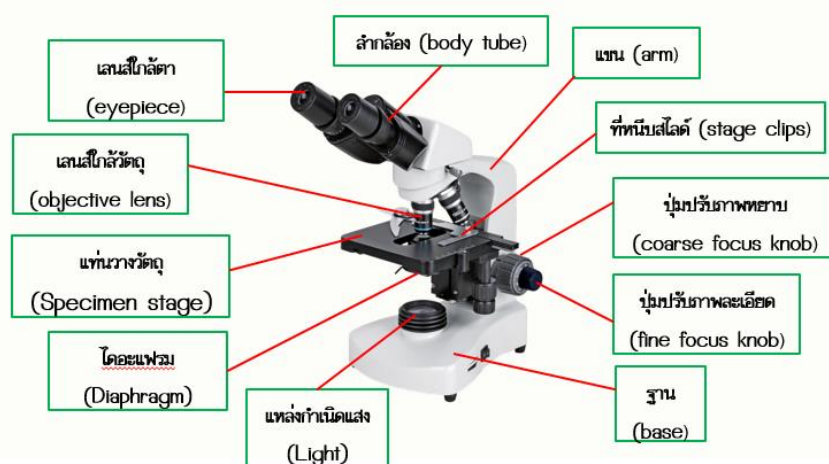
สาระการเรียนรู้

1. ความหมายและประเภทของกล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายขนาดของสิ่งที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เราสามารถจำแนกกล้องจุลทรรศน์ได้ดังนี้

- 1) กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) ใช้แสงขาว และเลนส์แก้ว ภาพที่ได้คือ ภาพเสมือนหัวกลับ ส่องได้ทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต กำลังขยายต่ำ
- 2) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) ใช้ลำแสงอิเล็กตรอน และเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า ภาพที่ได้ คือ ภาพฉายปรากฏบนจอ ส่องได้เฉพาะสิ่งมีชีวิต กำลังขยายสูง

2. ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง



3. หน้าที่ของส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

ส่วนประกอบ	หน้าที่
ฐาน	เป็นส่วนที่ใช้วางบนโต๊ะและรองรับน้ำหนักของตัวกล้อง
แขน	เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างตัวกล้องกับฐาน
แท่นวางวัตถุ	เป็นแท่นสำหรับวางวัตถุหรือสไลด์ มีช่องกลมอยู่ตรงกลางเพื่อให้แสงจากด้านล่างส่องผ่านขึ้นมาได้
ที่หนีบสไลด์	เป็นแผ่นโลหะอยู่บนแท่นวางวัตถุ ทำหน้าที่หนีบสไลด์ให้อยู่กับที่
ลำกล้อง	เป็นท่อเชื่อมระหว่างเลนส์ใกล้ตา กับเลนส์ใกล้วัตถุ
เลนส์ใกล้ตา	เป็นเลนส์นูน ทำหน้าที่ขยายภาพของวัตถุ สามารถถอดเปลี่ยนกำลังขยายได้
เลนส์ใกล้วัตถุ	เป็นเลนส์นูน ทำหน้าที่ขยายภาพของวัตถุให้เลนส์ใกล้ตา โดยทั่วไปมีกำลังขยายให้เลือกได้ 3 ขนาด
แหล่งกำเนิดแสง	ทำหน้าที่ให้แสงส่องไปที่วัตถุ ปัจจุบันใช้หลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสง
ไดอะแฟรม	ทำหน้าที่ปรับสภาพแสงให้เข้าสู่ลำกล้องในปริมาณที่เหมาะสม
ปุ่มปรับภาพหยาบ	สำหรับใช้หยาบภาพของวัตถุก่อนใช้ปุ่มปรับภาพละเอียด
ปุ่มปรับภาพละเอียด	สำหรับใช้หยาบภาพของวัตถุให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4. เทคนิคการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

1. ใช้มือข้างถนัดจับส่วนแขนกล้องให้มั่นคง แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งประคองส่วนฐานของกล้อง วางตั้งบนโต๊ะที่แข็งแรงมั่นคง เสียบปลั๊กไฟและเปิดสวิตช์ไฟและปรับความเข้มแสง
2. ตรวจเช็คคว่ำส่วนของแท่นวางวัตถุ อยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุดหรือไม่ ถ้าไม่ ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ เพื่อเลื่อนให้อยู่ในตำแหน่งต่ำสุด
3. ตรวจเช็คคว่ำเลนส์ใกล้วัตถุ อยู่ที่กำลังขยายต่ำสุด (4X)
4. ใช้นิ้วมือจับขอบสไลด์ที่ต้องการศึกษาวางลงบนแท่นวางวัตถุ
5. ปรับโฟกัส โดย
 - 5.1 มองกล้องจุลทรรศน์ด้านข้างและค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ เพื่อยกแท่นวางวัตถุ จนเลนส์ใกล้วัตถุ (4X) เกือบแตะกับสไลด์
 - 5.2 มองที่เลนส์ใกล้ตาแล้วค่อย ๆ หมุน ปุ่มปรับภาพหยาบเพื่อลดระดับแท่นวางวัตถุ ลงมาจนภาพชัดเจน
 - 5.3 ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับที่จานหมุน เพื่อหมุนเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุให้สูงขึ้น ปรับโฟกัสด้วยปุ่มปรับภาพหยาบจนเห็นภาพชัดเจน จึงปรับโฟกัสด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดอีกครั้งจนเห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น ทำซ้ำถ้าต้องการเปลี่ยนกำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุให้สูงขึ้น
6. วาดภาพและบันทึกสิ่งที่มองเห็น
7. ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับที่จานหมุน เพื่อหมุนเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุไปที่กำลังขยายต่ำ
8. เลื่อนแท่นวางวัตถุลงมาอยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุด เก็บสไลด์ออกจากแท่นวางวัตถุ
9. ปิดสวิตช์ไฟ ทำความสะอาดเลนส์ด้วยกระดาษเช็ดเลนส์
10. เก็บสายไฟ และเก็บกล้องจุลทรรศน์ใส่ตู้ให้เรียบร้อย

สื่อการเรียนรู้

1. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์
2. PowerPoint ประกอบการสอน เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์
3. ใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ให้นักเรียนดูภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวซึ่งมีขนาดเล็กจาก power point เช่น อะมีบา พารามีเซียม ไฮดรา ไดอะตอม เป็นต้น แล้วใช้คำถามกระตุ้นความสนใจว่า “นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์”

แนวคำตอบ แว่นขยาย หรือกล้องจุลทรรศน์

2. จากนั้นครูกระตุ้นความสนใจต่อไปว่า “อยากรู้หรือไม่ว่า กล้องจุลทรรศน์มีกี่ประเภท และแต่ละประเภทมีการใช้แตกต่างกันหรือไม่”

ขั้นที่ 2 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน

1. ครูแนะนำองค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์ วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้องและปลอดภัย และลักษณะของภาพที่ปรากฏในกล้องจุลทรรศน์ โดยการบรรยายประกอบการสาธิตอย่างละเอียด ซึ่งครูจะฉายภาพประกอบการบรรยายบน power point

2. ครูตรวจสอบความเข้าใจ โดยขอตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 คน ออกมาลองใช้กล้องจุลทรรศน์

3. จากนั้นครูแจกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนทุกคน พร้อมชี้แจงการใช้บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

1. ก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ครูชี้แจงกติกาประเมินผลท้ายชั่วโมงให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ ดังนี้

1.1 นักเรียนแต่ละคนจะมีป้ายบอกหน้าที่รับผิดชอบของตนเองภายในกลุ่ม ครูจะสุ่มจับฉลากหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่ง

1.2 จากนั้นครูให้แสดงให้นักเรียนเห็นฉลากหน้าที่ที่จับได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มคนใดที่มีหน้าที่รับผิดชอบตรงตามที่ครูจับฉลากได้ ให้ออกมาปฏิบัติการใช้กล้องจุลทรรศน์ ตามคำสั่งของครู หน้าชั้นเรียน

1.3 หากตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดสามารถทำได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด 3 กลุ่มแรก จะได้ดาวโบนัสติดที่บอร์ด The star สะสมดาว เพื่อรับรางวัลหลังเรียนจบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ลำดับที่ 1 ได้ 5 ดาว ลำดับที่ 2 ได้ 3 ดาว และลำดับที่ 3 ได้ 1 ดาว

2. จากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอภิปรายกลุ่ม เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์ และให้แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน แบ่งบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน โดยมีบทบาทหน้าที่ทั้งหมด 5 ฝ่าย ได้แก่ 1) ฝ่ายชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรม 2) ฝ่ายเตรียมอุปกรณ์

การทดลอง 3) ฝ่ายปฏิบัติการทดลอง 4) ฝ่ายจัดบันทึกผลการทดลอง และ 5) ฝ่ายตรวจสอบผลการทดลอง เมื่อแต่ละคนทราบหน้าที่รับผิดชอบของตนเองแล้วให้เขียนหน้าที่ของตนเองลงในใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์

3. ครูแจกป้ายที่ระบุหน้าที่ที่รับผิดชอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนติดป้ายนี้ที่อกด้านซ้าย

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์ และบันทึกผลการทดลองในใบในกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของตนเอง ซึ่งวิธีการทดลองมีดังนี้

4.1 ตัดกระดาษให้มีขนาดเท่ากับแผ่นปิดสไลด์ จำนวน 1 แผ่น เลือกตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นที่ครูกำหนดให้มากลุ่มละ 1 ตัวอักษร แล้วเขียนลงในกระดาษให้เล็กที่สุด จากนั้นนำกระดาษวางตำแหน่งตรงกลางกระจกสไลด์ และปิดทับด้วยแผ่นปิดสไลด์

4.2 นำสไลด์ที่มีตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นวางบนแท่นวางวัตถุของกล้องจุลทรรศน์

4.3 ใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4X โดยหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้สไลด์เลื่อนเข้าหาเลนส์ใกล้วัตถุจนมองเห็นภาพ แล้วหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น

4.4 เพิ่มกำลังขยายให้ เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 10X

4.5 สังเกตลักษณะตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์กับของจริง เปรียบเทียบ วาดภาพและบันทึกผลลงในตาราง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและอภิปรายผล

1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์ จนได้ข้อสรุปของการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้องและปลอดภัย เช่น ขั้นตอนการใช้กล้องจุลทรรศน์ การเก็บรักษา ลักษณะของภาพที่ปรากฏในกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ใบความรู้ เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์ ประกอบการอภิปรายผลได้

2. จากนั้นแต่ละกลุ่มรวบรวมใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัศจรรย์กล้องจุลทรรศน์ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ส่งครูผู้สอน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

ทดสอบความรู้ของนักเรียน โดยการสุ่มหยิบบัตรหมายเลข 1-5 ถ้าตรงกับหมายเลขใดให้ตัวแทนหมายเลขนั้นของแต่ละกลุ่มออกมาแข่งขันกันแสดงวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ หากตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดสามารถทำได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุดจะได้ดาวโบนัส ตามกติกาที่แจ้งไว้ข้างต้น

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัด	เครื่องมือ	การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง	การประเมินทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์รายบุคคล	แบบประเมินทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์รายบุคคล	นักเรียนมีคะแนนร้อยละ 65 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถวาดภาพที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์ได้	ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัตศจรรย์กล้องจุลทรรศน์	ใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัตศจรรย์กล้องจุลทรรศน์	นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบภาพที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์กับภาพจริงได้	ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัตศจรรย์กล้องจุลทรรศน์	ใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง มหัตศจรรย์กล้องจุลทรรศน์	นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป
4. นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมอย่างเต็มความสามารถ	การสังเกต ความสามารถในการทำงานเป็นทีม	แบบสังเกต ความสามารถในการทำงานเป็นทีม	นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนนจากใบกิจกรรมกลุ่ม

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ตารางบันทึก ผล	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ได้เหมาะสม บันทึกผลถูกต้อง ครบถ้วน	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ได้เหมาะสม บันทึกผลถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ได้เหมาะสม บันทึกผลไม่ ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ไม่เหมาะสม บันทึกผลไม่ ถูกต้อง และไม่ ครบถ้วน
2. การสรุปผล	อธิบายได้ดี ถูกต้องชัดเจน และมีความ สะอาดเรียบร้อย	อธิบายได้ดี ถูกต้องแต่ไม่ ชัดเจน มีความ สะอาดเรียบร้อย	อธิบายได้ แต่ไม่ ถูกต้องชัดเจน มี ความสะอาด เรียบร้อย	อธิบายได้ แต่ไม่ ถูกต้องชัดเจน และไม่มี ความสะอาดเรียบร้อย

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพใบกิจกรรมกลุ่ม

7 – 8 คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
5 – 6 คะแนน	หมายถึง	ดี
3 – 4 คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง
1 – 2 คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

แบบสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

ลำดับกลุ่ม	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
กลุ่มที่ 1					
กลุ่มที่ 2					
กลุ่มที่ 3					
กลุ่มที่ 4					
กลุ่มที่ 5					
กลุ่มที่ 6					
กลุ่มที่ 7					
กลุ่มที่ 8					
คะแนนรวม (40 คะแนน)					
ผลการประเมิน					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและร่วมมือกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด
4 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและร่วมมือกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา
3 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ไม่ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและไม่ช่วยกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา
2 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น ไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ไม่ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและไม่ช่วยกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา
1 คะแนน	สมาชิกทุกคนทำงานอย่างไม่กระตือรือร้น ไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ไม่ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและไม่ช่วยกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพแบบสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม

33 – 40	คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
25 – 32	คะแนน	หมายถึง	ดี
17 – 24	คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง
9 – 16	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
1 – 8	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

การบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. มีข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่..... เดือน พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์

จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คมชัดลึก

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

1. ปฏิบัติการเตรียมสไลด์ได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้
3. ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน รับผิดชอบหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายและตั้งใจในการทำงานให้สำเร็จ

สาระสำคัญ

การเตรียมสไลด์ เพื่อศึกษาลักษณะ และองค์ประกอบของเซลล์สิ่งมีชีวิตกับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ซึ่งตัวอย่างที่ต้องการศึกษาบางชนิดมีองค์ประกอบที่เล็ก บาง และใสมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นจึงต้องย้อมสีตัวอย่างเพื่อให้ส่วนที่ต้องการศึกษาติดสีย้อมจนมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจน โดยต้องมีความระมัดระวังและคำนึงถึงความปลอดภัย

เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส คลอโรพลาสต์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเตรียมสไลด์สดได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถศึกษาส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์จากสไลด์สดที่เตรียมไว้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้
3. นักเรียนสามารถวาดภาพส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้
4. นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น

สาระการเรียนรู้

1. วิธีการเตรียมสไลด์

1. ใช้หลอดหยด หยดน้ำหรือน้ำเกลือลงบนกระจกสไลด์ 1 หยด
2. ใช้ใบมีดโกนตัดตัวอย่างเป็นชิ้นบาง ๆ วางบนกระจกสไลด์
3. ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับขอบแผ่นปิดสไลด์ วางขอบด้านหนึ่งลงที่หยดน้ำโดยให้เอียงประมาณ 45° แล้วใช้ปลายเข็มหมุดค่อย ๆ วางแผ่นปิดสไลด์ ลงมาอย่างระมัดระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายในสไลด์ใช้กระดาษทิชชูค่อย ๆ ซับน้ำส่วนเกินออก (ถ้ามีฟองอากาศต่อทำใหม่)

2. การย้อมสีตัวอย่าง

ตัวอย่างบางชนิดมีองค์ประกอบที่เล็ก บาง และใสมาก จนไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นจึงต้องย้อมสีตัวอย่างเพื่อให้ส่วนที่ต้องการศึกษาติดสีย้อมจนมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจน

3. ข้อควรระมัดระวังในการเตรียมสไลด์

1. ถ้าน้ำภายในสไลด์แห้งให้หยดน้ำลงที่ขอบแผ่นปิดสไลด์ 1 หยด เพื่อให้น้ำซึมเข้าไปภายในสไลด์ ใช้กระดาษทิชชูค่อย ๆ ซับน้ำส่วนที่เกินออก หรือใช้วาสลีนทาขอบแผ่นปิดสไลด์เพื่อกั้นน้ำระเหยออก
2. กระดาษทิชชูที่ใช้ควรเป็นทิชชูสำหรับเช็ดหน้า หรือเช็ดปาก เนื่องจากมีคุณภาพดีกว่าทิชชูทั่วไป ทำให้ไม่เป็นขุยติดที่สไลด์
3. หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ทั้งตัวอย่างและกระจกปิดสไลด์ลงในถังขยะ ล้างสไลด์ให้สะอาด เช็ดให้แห้งและเก็บในกล่องเก็บสไลด์

4. องค์ประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. ผนังเซลล์ ทำหน้าที่ให้เซลล์คงรูปร่าง ซึ่งจะพบในเซลล์พืชเท่านั้น
2. เยื่อหุ้มเซลล์ ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านให้แก่เซลล์ พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
3. นิวเคลียส ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทุกอย่างภายในเซลล์ และถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
4. คลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจะพบในเซลล์พืชเท่านั้น

สื่อการเรียนรู้

1. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องจุลทรรศน์
2. ใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คมชัดลึก
3. Power point ประกอบการสอน

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยเปิดภาพหำเห่และวงกลมบน power point พร้อมบอกว่าหำเห่เปรียบเสมือนเซลล์พืช และวงกลมนี้เปรียบเสมือนเซลล์สัตว์ นักเรียนคิดว่าจริงหรือไม่ จากนั้นครูนำนักเรียนพิสูจน์ โดยแจกสไลด์เซลล์พืชและเซลล์สัตว์กลุ่มละ 1 ชุด และให้แต่ละกลุ่มส่งด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อเปรียบเทียบรูปร่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์ภายในกลุ่ม จากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 กลุ่มออกมาวาดเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ บนกระดาน พร้อมร่วมกันขยายความถึงส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ (ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และคลอโรพลาสต์)

3. จากนั้นครูเฝ้าความสนใจนักเรียนต่อว่า “เราสามารถเตรียมสไลด์เหมือนกันกับที่ครูแจกให้แต่ละกลุ่มเพื่อศึกษารูปร่างเซลล์ได้ด้วยตนเอง มีวิธีการอย่างไหนที่เราจะมาเรียนรู้กัน”

ขั้นที่ 2 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน

1. ครูแนะนำวิธีการเตรียมสไลด์สดที่ถูกต้องและข้อควรระวังในการเตรียมสไลด์ รวมถึงการใช้สีย้อมตัวอย่าง โดยการบรรยายประกอบการสาธิตอย่างละเอียด ซึ่งครูจะฉายภาพประกอบการบรรยายบน power point

2. ครูตรวจสอบความเข้าใจ โดยขอตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 คน ออกมาเตรียมสไลด์โดยใช้เซลล์เยื่อหุ้ม

3. จากนั้นครูแจกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนทุกคน และให้นักเรียนเปิดไปที่บทปฏิบัติการที่ 1 กิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง คมชัดลึก

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง คมชัดลึก พร้อมบอกกติกาประเมินผลท้ายชั่วโมงให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ ดังนี้

1.1 นักเรียนแต่ละคนจะมีป้ายบอกหน้าที่รับผิดชอบของตนเองภายในกลุ่ม ครูจะสุ่มจับฉลากหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่ง

1.2 จากนั้นครูให้แสดงให้นักเรียนเห็นฉลากหน้าที่ที่จับได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มคนใดที่มีหน้าที่รับผิดชอบตรงตามที่ครูจับฉลากได้ ให้ออกมาปฏิบัติการเตรียมสไลด์ตามคำสั่งของครูหน้าชั้นเรียน

1.3 หากตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดสามารถทำได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด 3 กลุ่มแรก จะได้ดาวโบนัสติดที่บอร์ด The star สะสมดาวเพื่อรับรางวัลหลังเรียนจบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ลำดับที่ 1 ได้ 5 ดาว ลำดับที่ 2 ได้ 3 ดาว ลำดับที่ 3 ได้ 1 ดาว

2. จากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คมชัดลึก และให้แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน แบ่งบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน โดยมีบทบาทหน้าที่ทั้งหมด 5 ฝ่าย ได้แก่ 1) ฝ่ายชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรม 2) ฝ่ายเตรียมอุปกรณ์การทดลอง 3) ฝ่ายปฏิบัติการทดลอง 4) ฝ่ายจดบันทึกผลการทดลอง และ 5) ฝ่ายตรวจสอบผลการทดลอง โดยนักเรียนภายในกลุ่มต้องไม่ทำหน้าที่เดิมจากการทดลองในคาบที่ผ่านมา เมื่อแต่ละคนทราบหน้าที่รับผิดชอบของตนเองแล้วให้เขียนหน้าที่ของตนเองลงใน ใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คมชัดลึก

3. ครูแจกป้ายที่ระบุหน้าที่ที่รับผิดชอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนติดป้ายนี้ที่อกด้านซ้าย

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง คมชัดลึก และบันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรมกลุ่ม และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของตนเอง ซึ่งวิธีการทดลองมีดังนี้

ตอนที่ 1 : เซลล์สำหรับวางกระบอก

1) หยดน้ำลงบนสไลด์ 1-2 หยด

2) ตัดสาหร่ายหางกระรอกชิ้นเล็ก ๆ มาชิ้นหนึ่ง แล้ววางลงบนกระจกสไลด์บริเวณที่หยดน้ำ แล้วค่อย ๆ วางแผ่นปิดสไลด์ปิดทับสาหร่ายหางกระรอก

3) วางกระจกสไลด์ลงบนแท่นวางวัตถุของกล้องจุลทรรศน์ ปรับภาพให้เห็นชัดเจน

4) สังเกตส่วนประกอบของเซลล์ พร้อมวาดรูปประกอบ

ตอนที่ 2 : เซลล์เยื่อข้างแก้ม

1) เตรียมไม้จิ้มฟันปลายแบนถูข้างแก้มด้านในเบา ๆ

2) ป้ายปลายไม้จิ้มฟันลงบนกระจกสไลด์ หยดสารละลายไอโอดีนจำนวน 1 หยด บริเวณที่ป้ายปลายไม้ไว้แล้วค่อย ๆ ปิดทับด้วยแผ่นปิดสไลด์

3) วางกระจกสไลด์ลงบนแท่นวางวัตถุของกล้องจุลทรรศน์ ปรับภาพให้เห็นชัดเจน

4) สังเกตส่วนประกอบของเซลล์ พร้อมวาดรูปประกอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและอภิปรายผล

1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง คมชัดลึก จนได้ข้อสรุปของการเตรียมสไลด์ที่ถูกต้องและปลอดภัย เช่น ขั้นตอนการเตรียมสไลด์ การเก็บหรือการดูแลรักษา การย้อมสีตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ใบความรู้ เรื่อง การเตรียมสไลด์ ประกอบการอภิปรายผลได้

2. จากนั้นแต่ละกลุ่มรวบรวมใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คมชัดลึก และบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ส่งครูผู้สอน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

ทดสอบความรู้นักเรียน โดยการสุ่มหยิบบัตรหมายเลข 1-5 ถ้าตรงกับหมายเลขใดให้ตัวแทนหมายเลขนั้นของแต่ละกลุ่มออกมาแข่งขันกันแสดงเตรียมสไลด์ หากตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดสามารถทำได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุดจะได้ดาวโบนัส ตามกติกาที่แจ้งไว้ข้างต้น

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัด	เครื่องมือ	การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถเตรียมสไลด์ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง	การประเมินทักษะการเตรียมสไลด์รายบุคคล	แบบประเมินทักษะการเตรียมสไลด์รายบุคคล	นักเรียนมีคะแนนร้อยละ 65 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถศึกษาส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์จากสไลด์สดที่เตรียมไว้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้	ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมกลุ่มเรื่อง คมชัดลึก	ใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คมชัดลึก	นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถวาดภาพส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้	ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมกลุ่มเรื่อง คมชัดลึก	ใบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คมชัดลึก	นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป
4. นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น	การสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม	แบบสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม	นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนนจากใบกิจกรรมกลุ่ม

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ตารางบันทึก ผล	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ได้เหมาะสม บันทึกผลถูกต้อง ครบถ้วน	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ได้เหมาะสม บันทึกผลถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ได้เหมาะสม บันทึกผลไม่ ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน	มีชื่อตาราง ออกแบบตาราง ไม่เหมาะสม บันทึกผลไม่ ถูกต้อง และไม่ ครบถ้วน
2. การสรุปผล	อธิบายได้ดี ถูกต้องชัดเจน และมีความ สะอาดเรียบร้อย	อธิบายได้ดี ถูกต้องแต่ไม่ ชัดเจน มีความ สะอาดเรียบร้อย	อธิบายได้ แต่ไม่ ถูกต้องชัดเจน มี ความสะอาด เรียบร้อย	อธิบายได้ แต่ไม่ ถูกต้องชัดเจน และไม่มี ความสะอาดเรียบร้อย

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพใบกิจกรรมกลุ่ม

7 – 8 คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
5 – 6 คะแนน	หมายถึง	ดี
3 – 4 คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง
1 – 2 คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

แบบสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

ลำดับกลุ่ม	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
กลุ่มที่ 1					
กลุ่มที่ 2					
กลุ่มที่ 3					
กลุ่มที่ 4					
กลุ่มที่ 5					
กลุ่มที่ 6					
กลุ่มที่ 7					
กลุ่มที่ 8					
คะแนนรวม (40 คะแนน)					
ผลการประเมิน					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและร่วมมือกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด
4 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและร่วมมือกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา
3 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ไม่ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและไม่ช่วยกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา
2 คะแนน	สมาชิกทุกคนร่วมกันทำงานอย่างกระตือรือร้น ไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ไม่ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและไม่ช่วยกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา
1 คะแนน	สมาชิกทุกคนทำงานอย่างไม่กระตือรือร้น ไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ไม่ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและไม่ช่วยกันแก้ปัญหา ทำงานเสร็จไม่ทันเวลา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพแบบสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีม

33 – 40	คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
25 – 32	คะแนน	หมายถึง	ดี
17 – 24	คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง
9 – 16	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
1 – 8	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

การบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. มีข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่..... เดือน พ.ศ.



ภาคผนวก ซ
ภาพกิจกรรมขณะได้รับการจัดการเรียนรู้
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ภาพกิจกรรมขณะได้รับการจัดการเรียนรู้
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน



ภาพกิจกรรมขณะได้รับการจัดการเรียนรู้
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (ต่อ)





ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างผลงานนักเรียนจากการเรียนรู้
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

ตัวอย่างผลงานนักเรียนจากการเรียนรู้
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

6

ใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง มหัศจรรย์กล่องจุลทรรศน์

ตอนที่ 1.1 เรื่อง มหัศจรรย์กล่องจุลทรรศน์

ที่รับผิดชอบ Taking note

นางสาว

เมื่อเรียนบทเรียนและวาดภาพเกี่ยวกับจุลินทรีย์แล้วจึงเห็นกล่องจุลทรรศน์กับเครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับจุลินทรีย์ จึงสงสัยว่าทำไมต้องใช้กล่องจุลินทรีย์

ทางมีเหตุผล มีการนำภาพจุลินทรีย์มาทำเป็นกล่องจุลินทรีย์ได้กับภาพที่ใช้ทำกล่องจุลินทรีย์

ตอนที่เรียนจุลินทรีย์	กำลังขยาย 4 X	กำลังขยาย 10 X
1	1	1

3

(6/8)

รูปและอธิบายผล
จากการที่เรียนจุลินทรีย์แล้วจึงเห็นกล่องจุลินทรีย์ได้กับภาพที่ใช้ทำกล่องจุลินทรีย์

เป็นภาพที่เห็นจุลินทรีย์

12

ใบกิจกรรมที่ 1.2

เรื่อง คมชัดลึก

ตอนที่ 1.2 เรื่อง คมชัดลึก

ที่รับผิดชอบ Checking

นางสาว

1. เมื่อเรียนบทเรียนแล้วจึงเห็นกล่องจุลินทรีย์ได้กับภาพที่ใช้ทำกล่องจุลินทรีย์

2. เมื่อเรียนบทเรียนแล้วจึงเห็นกล่องจุลินทรีย์ได้กับภาพที่ใช้ทำกล่องจุลินทรีย์

นางสาว

เซลล์ส่ายของกาฝาก	เซลล์เยื่อข้างแกม
1	1

3

(5/8)

รูปและอธิบายผล
จากการที่เรียนจุลินทรีย์แล้วจึงเห็นกล่องจุลินทรีย์ได้กับภาพที่ใช้ทำกล่องจุลินทรีย์

เป็นภาพที่เห็นจุลินทรีย์

13

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง คมชัดลึก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ครบถ้วน

1. นักเรียนต้องจากศึกษาเซลล์เยื่อหุ้ม มีเรียนมีขั้นตอนการเตรียมสไลด์อย่างไร จงอธิบายอย่างละเอียดพร้อมวาดภาพประกอบ
2. ใช้ใบสไลด์ชนิดใด ขนาดของใบสไลด์เป็นเท่าใด ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดใด
3. ใช้วัตถุโปร่งแสงและวัตถุทึบแสงชนิดใด ใช้สีย้อมชนิดใด
4. ขั้นตอนการย้อมสีย้อมเป็นอย่างไร
5. ขั้นตอนการย้อมสีย้อมเป็นอย่างไร
6. ขั้นตอนการย้อมสีย้อมเป็นอย่างไร
7. ขั้นตอนการย้อมสีย้อมเป็นอย่างไร
8. ขั้นตอนการย้อมสีย้อมเป็นอย่างไร
9. ขั้นตอนการย้อมสีย้อมเป็นอย่างไร
10. ขั้นตอนการย้อมสีย้อมเป็นอย่างไร

ภาพการเตรียมสไลด์ เพื่อศึกษาเซลล์เยื่อหุ้ม

28

ใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง สถานะของน้ำ

จงอธิบาย (C)

การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ

อุณหภูมิ (°C)	สถานะของน้ำ
40	ของแข็ง (น้ำแข็ง)
80	ของแข็ง (น้ำแข็ง)
100	ของเหลว (น้ำ)
120	ของเหลว (น้ำ)
140	ของเหลว (น้ำ)
160	ของเหลว (น้ำ)
180	ของเหลว (น้ำ)
200	ของเหลว (น้ำ)
220	ของเหลว (น้ำ)
240	ของเหลว (น้ำ)
260	ของเหลว (น้ำ)
280	ของเหลว (น้ำ)
300	ของเหลว (น้ำ)
320	ของเหลว (น้ำ)
340	ของเหลว (น้ำ)
360	ของเหลว (น้ำ)
380	ของเหลว (น้ำ)
400	ของเหลว (น้ำ)
420	ของเหลว (น้ำ)
440	ของเหลว (น้ำ)
460	ของเหลว (น้ำ)
480	ของเหลว (น้ำ)
500	ของเหลว (น้ำ)
520	ของเหลว (น้ำ)
540	ของเหลว (น้ำ)
560	ของเหลว (น้ำ)
580	ของเหลว (น้ำ)
600	ของเหลว (น้ำ)
620	ของเหลว (น้ำ)
640	ของเหลว (น้ำ)
660	ของเหลว (น้ำ)
680	ของเหลว (น้ำ)
700	ของเหลว (น้ำ)
720	ของเหลว (น้ำ)
740	ของเหลว (น้ำ)
760	ของเหลว (น้ำ)
780	ของเหลว (น้ำ)
800	ของเหลว (น้ำ)
820	ของเหลว (น้ำ)
840	ของเหลว (น้ำ)
860	ของเหลว (น้ำ)
880	ของเหลว (น้ำ)
900	ของเหลว (น้ำ)
920	ของเหลว (น้ำ)
940	ของเหลว (น้ำ)
960	ของเหลว (น้ำ)
980	ของเหลว (น้ำ)
1000	ของเหลว (น้ำ)

เมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น น้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวที่ 0 องศาเซลเซียส และเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอที่ 100 องศาเซลเซียส

จากข้อสังเกตการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ เราสามารถสรุปได้ว่า น้ำสามารถเปลี่ยนสถานะได้ทั้งสามสถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และของแข็ง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวพิชญา เจริญผล
วัน เดือน ปี เกิด	12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2534
สถานที่เกิด	ตราด
วุฒิการศึกษา	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ วิชาเอกวิทยาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	55/86 หมู่บ้านชัยพฤกษ์ บางนา กม.7 ซอยราชนิตบางแก้ว ตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540