



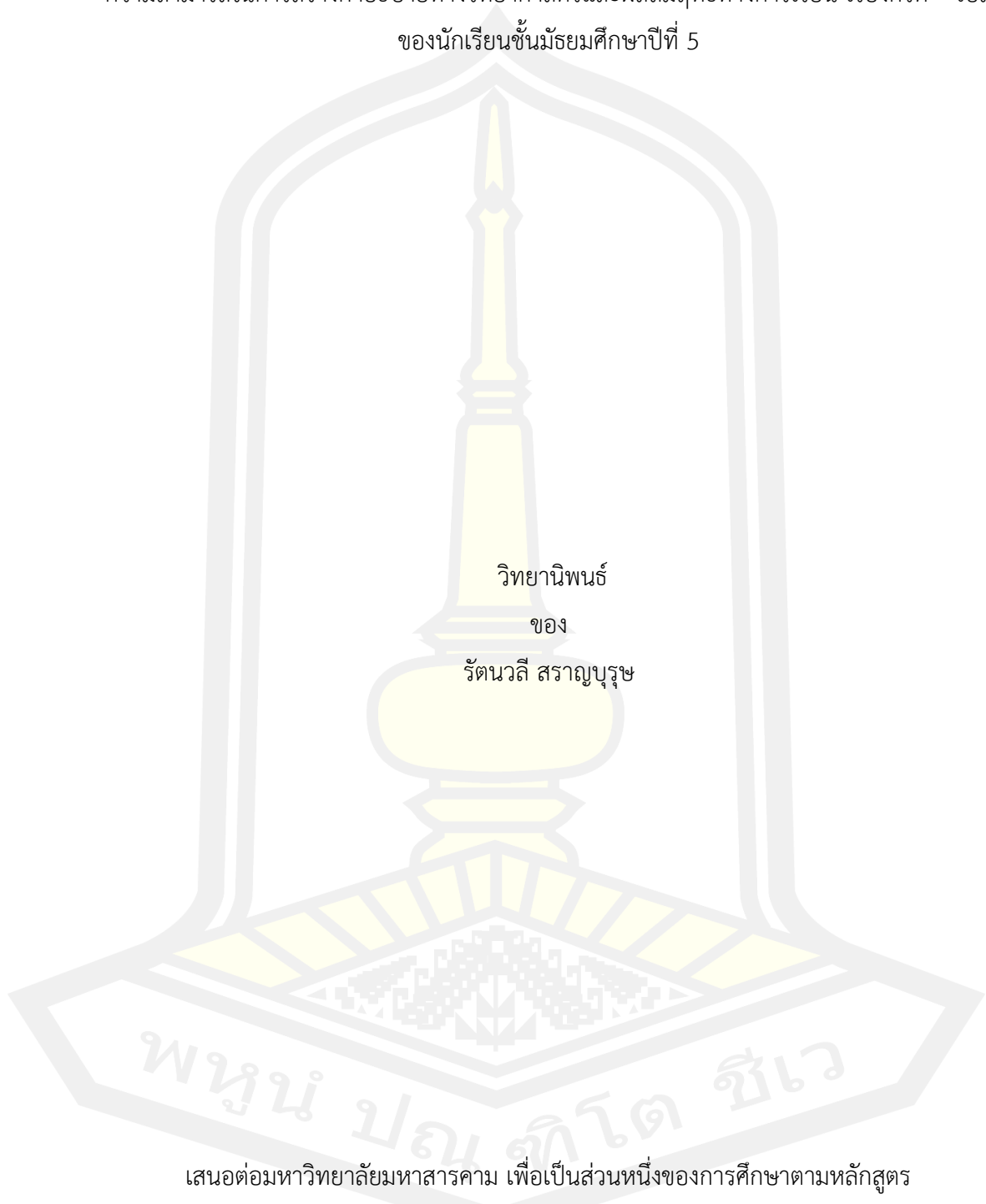
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริม  
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด - เบส  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์  
ของ  
รัตนาลี สราญบุรุษ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์  
สิงหาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริม  
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด – เบส  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



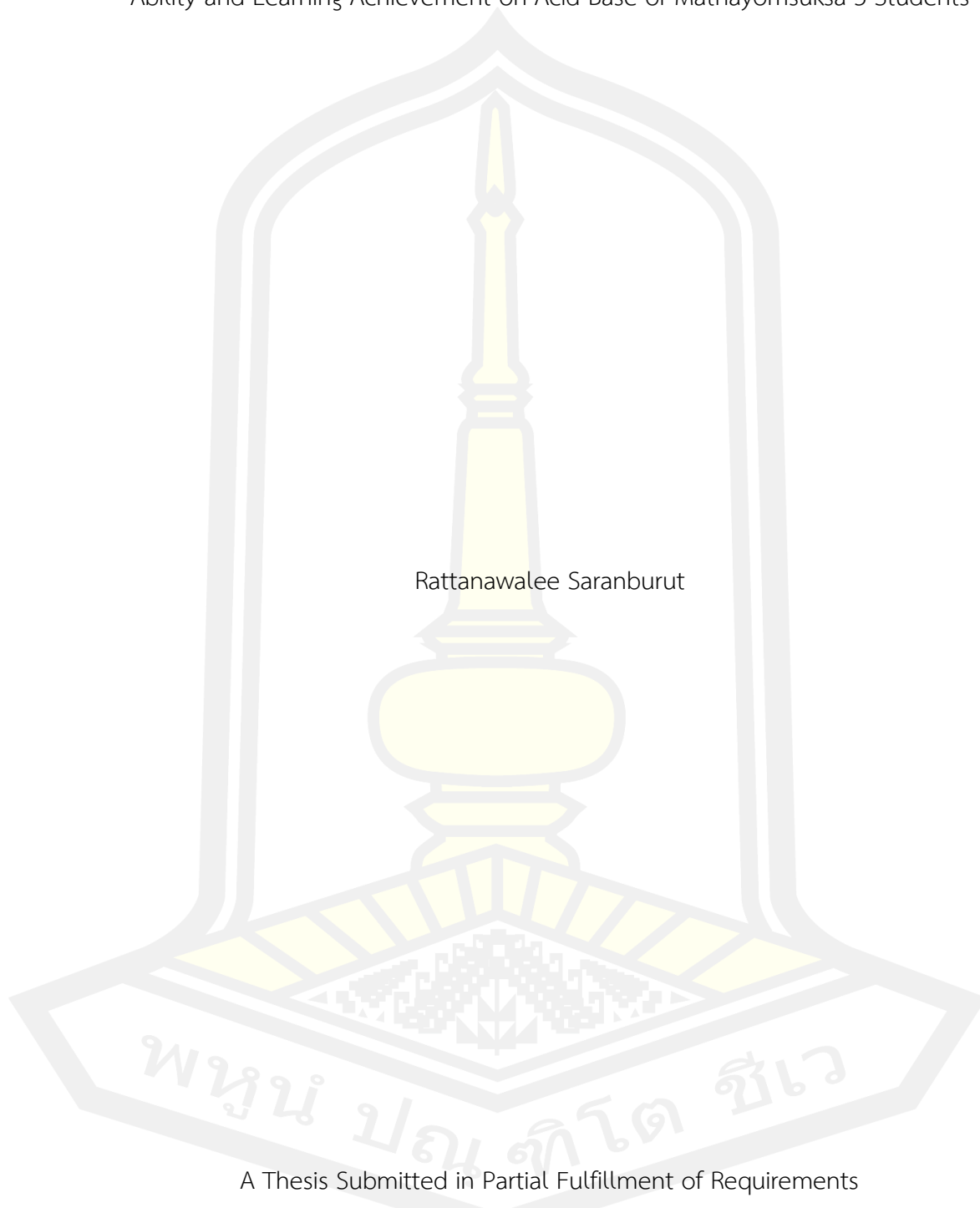
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สิงหาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Learning Activity based Argument-Driven Inquiry to Enhance the Scientific Explanation  
Ability and Learning Achievement on Acid-Base of Mathayomsuksa 5 Students

Rattanawalee Saranburut



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

August 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อ. ดร. กัญยรัตน์ สอนสุภาพ )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร )

.....กรรมการ

(ผศ. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ )

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. เนตรชนก จันทร์สว่าง )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด – เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
<b>ผู้วิจัย</b>	รัตนาลี สราญบุรุษ		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2565

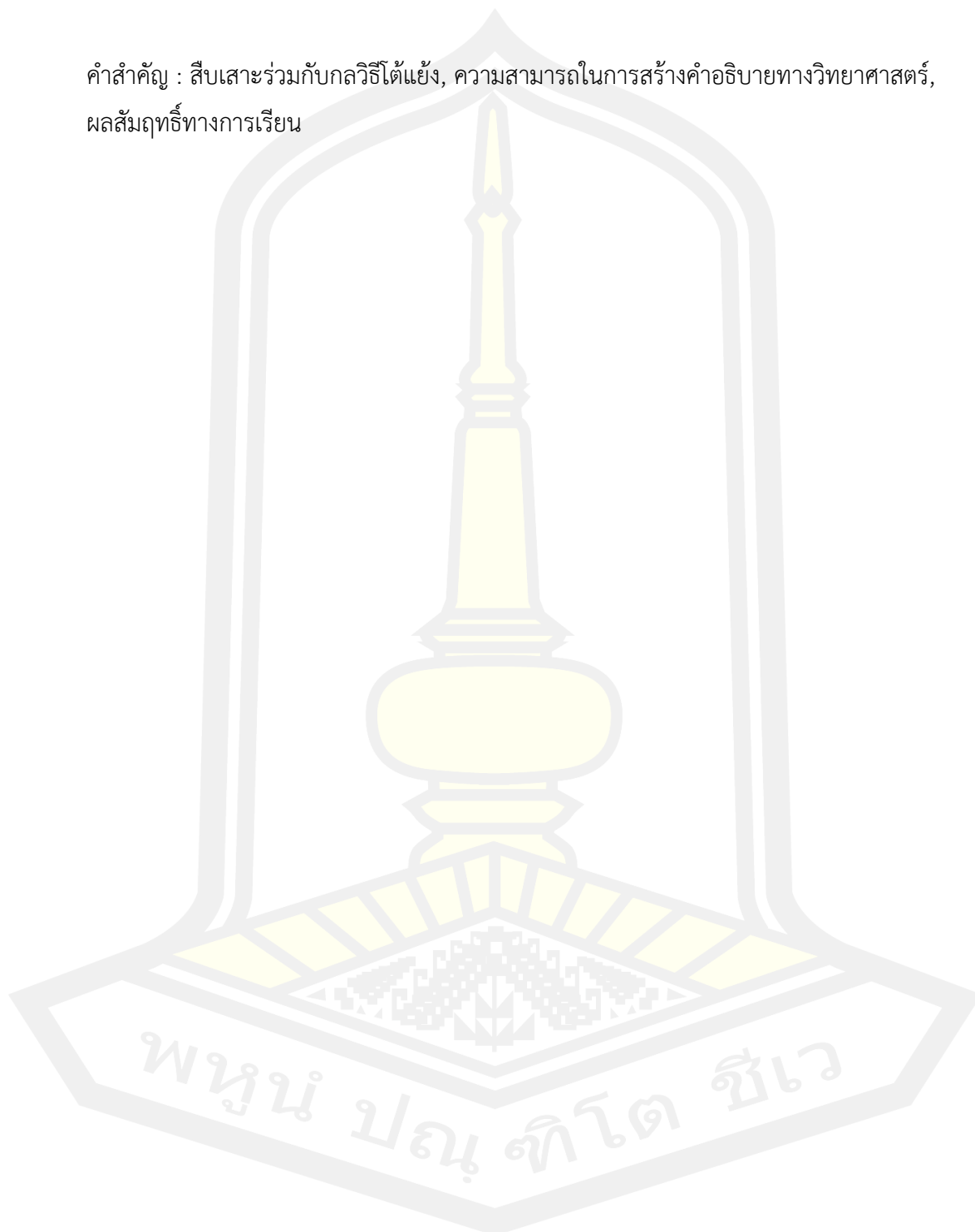
### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส 2) แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพกิจกรรม  $(E_1/E_2) = 78.95/79.85$  2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

กว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : สืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง, ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์,  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



<b>TITLE</b>	Learning Activity based Argument-Driven Inquiry to Enhance the Scientific Explanation Ability and Learning Achievement on Acid-Base of Mathayomsuksa 5 Students		
<b>AUTHOR</b>	Rattanawalee Saranburut		
<b>ADVISORS</b>	Assistant Professor Kanyarat Cojorn , Ed.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Teaching of Science and Mathematics
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2022

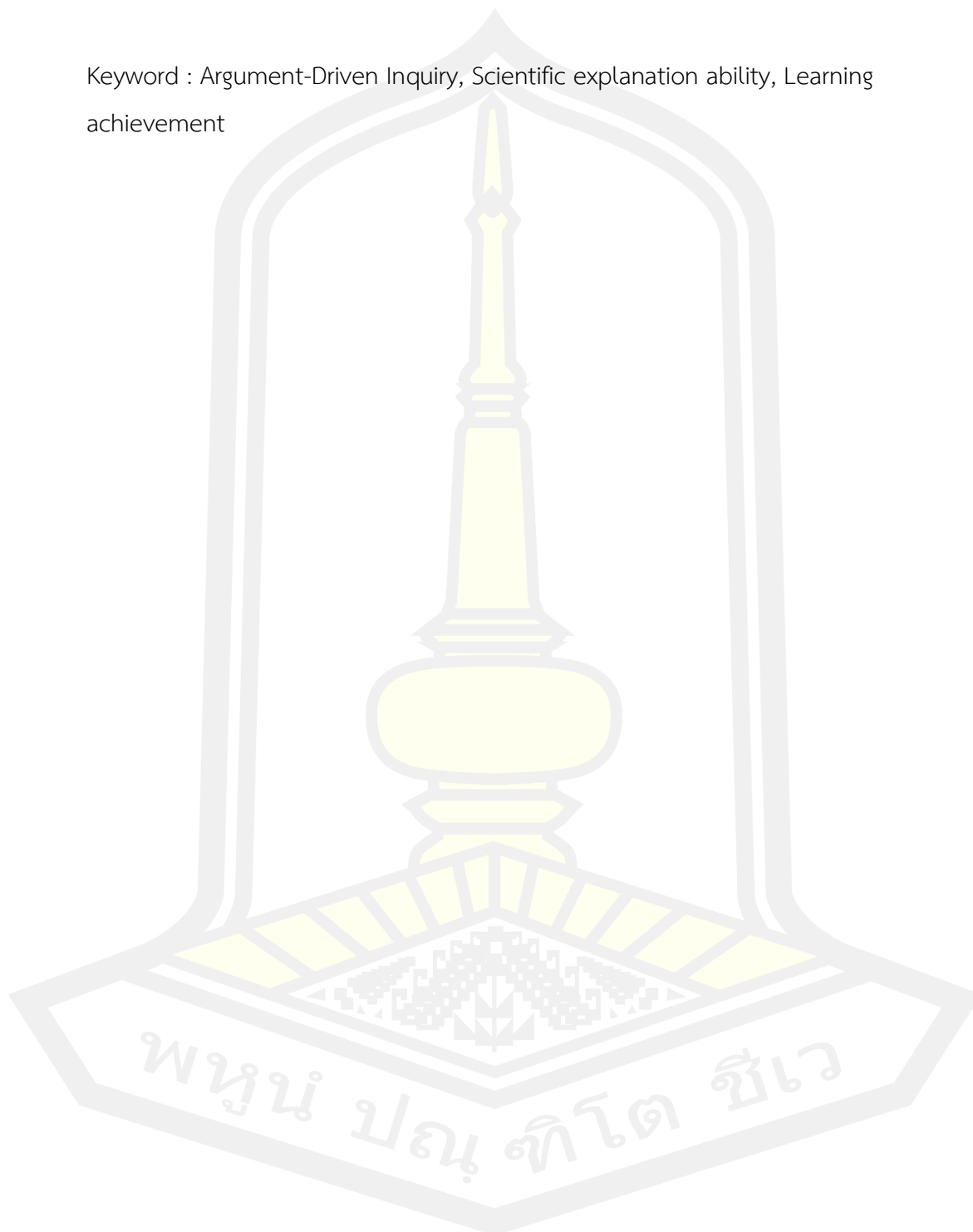
### ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop lesson plans based Argument-Driven Inquiry that affect scientific explanations with a required efficiency of 70/70, 2) to compare scientific explanations ability of mathayomsuksa 5 students using Argument-Driven Inquiry with 70 percent criteria, and 3) to compare learning achievement on the topic of acid-base for mathayomsuksa 5 students through using Argument-Driven Inquiry with 70 percent criteria. The samples used in this study were 34 students of Mathayomsuksa 5 in the 2nd semester of 2021 academic year at Yangtaladwittayakarn School. The research instruments included 1) the lesson plans in topic of acid-base, 2) the scientific explanation ability test and 3) the achievement test. Statistics used in this study consist of percentage, mean, standard deviation and one sample t-test.

The results were as follows: 1) The lesson plans development based Argument-Driven Inquiry that affect scientific explanations of the Mathayomsuksa 5 students had an efficiency ( $E_1/E_2$ ) of 78.95/79.85, 2) Students who have been learning by using Argument-Driven Inquiry having higher scientific explanation ability than 70 percent criteria with statistically significant at the .05 level, 3) Students who have been learning by using Argument-Driven Inquiry having higher learning achievement

than 70 percent criteria with statistically significant at the .05 level.

Keyword : Argument-Driven Inquiry, Scientific explanation ability, Learning achievement





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลืออื่น ๆ เป็นอย่างดีจึงจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และทำให้ผู้วิจัยเกิดประสบการณ์ในการศึกษาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล และคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

รัตนวลี สราญบุรุษ

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 .....	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง .....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 .....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	9
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .....	10
2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง .....	13
3. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ .....	35
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	44
5. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> ) .....	54

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	59
บทที่ 3 .....	67
วิธีดำเนินการวิจัย .....	67
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	67
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	68
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	68
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	87
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	88
บทที่ 4 .....	94
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	94
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	94
2. ลำดับขั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	95
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
บทที่ 5 .....	102
สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ .....	102
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	102
2. สรุปผล.....	102
3. อภิปรายผล .....	103
4. ข้อเสนอแนะ .....	107
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	114
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	115
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	117

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย .....	148
ภาคผนวก ง ผลการตรวจคะแนน .....	175
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างภาพกิจกรรม.....	184
ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ....	188
ประวัติผู้เขียน.....	194



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน และ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน.....	28
ตารางที่ 2 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน สืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง.....	29
ตารางที่ 3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง .....	31
ตารางที่ 4 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง .....	33
ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถ .....	40
ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไปตามองค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์.....	41
ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ลักษณะตาม P-SOP.....	42
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	43
ตารางที่ 9 อนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม.....	49
ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5 จำนวน 203 คน .....	67
ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา .....	70
ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และ ผลการเรียนรู้.....	77
ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดัดแปลงจาก แนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008).....	80

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีจำแนกตาม  
พฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์..... 83

ตารางที่ 15 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design..... 87

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของแผนการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการ  
สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด – เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ..... 96

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ  
สืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่องกรด – เบส กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One  
sample t-test ..... 100

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการกิจกรรม  
การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่องกรด – เบส กับ  
เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test..... 101

ตารางที่ 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 152

ตารางที่ 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 154

ตารางที่ 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 156

ตารางที่ 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 158

ตารางที่ 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 160

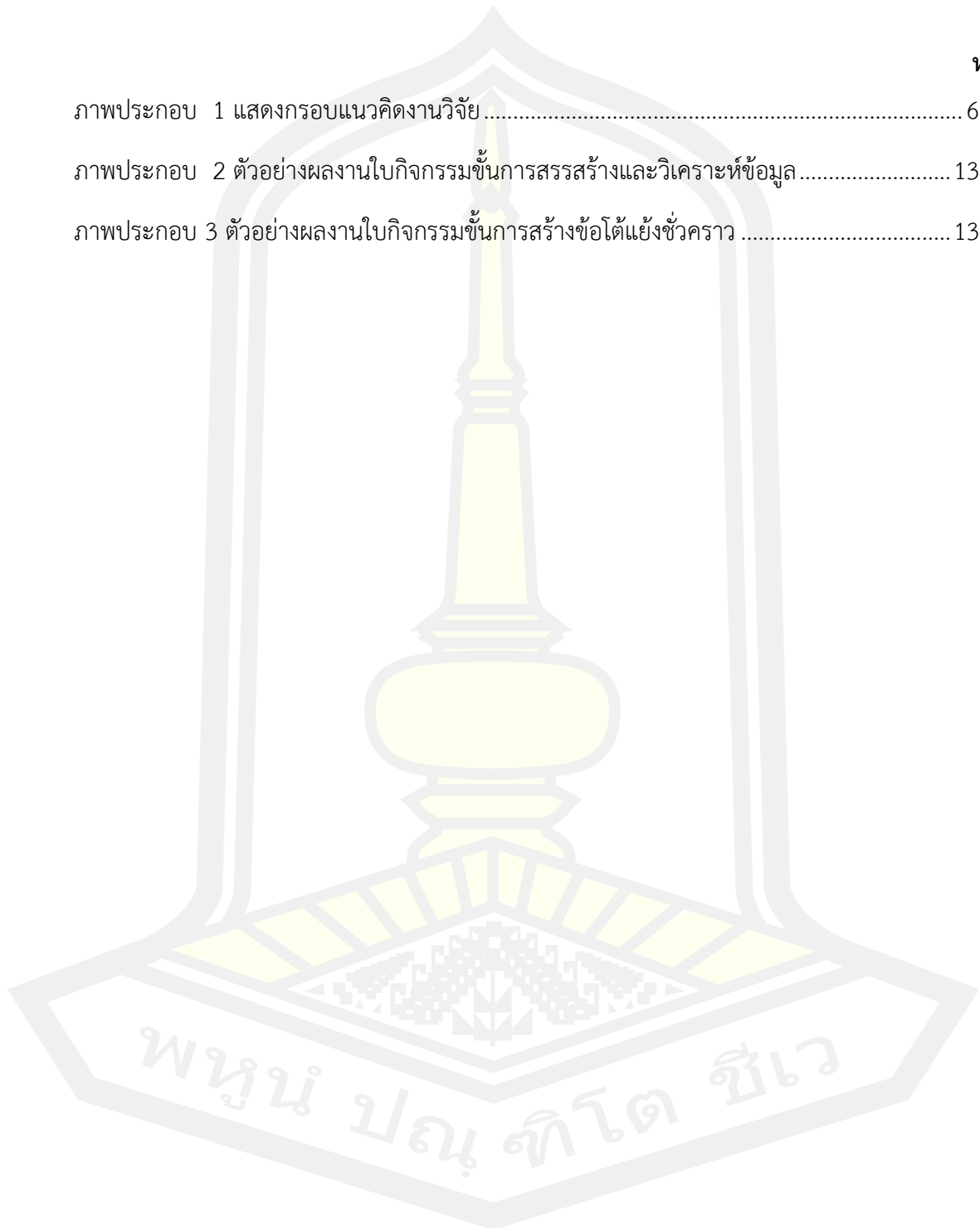
ตารางที่ 24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 162

ตารางที่ 25 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 164

ตารางที่ 26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน .. 166	
ตารางที่ 27 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน..... 168	
ตารางที่ 28 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ..... 170	
ตารางที่ 29 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์แบบวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน..... 171	
ตารางที่ 30 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน..... 172	
ตารางที่ 31 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ..... 173	
ตารางที่ 32 คะแนนระหว่างเรียนจากไปกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 8 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ..... 176	
ตารางที่ 33 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ..... 180	
ตารางที่ 34 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส..... 182	

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย.....	66
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมชั้นการสรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล.....	139
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมชั้นการสรสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว.....	139





## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

สังคมโลกในยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วการดำเนินชีวิตประจำวันเปลี่ยนแปลงไปตามความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการศึกษาที่มุ่งหวังให้นักเรียนมีเพียงแต่ความรู้ความเข้าใจด้านวิชาการเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการจัดเตรียมบุคคลให้มีความสามารถแข่งขันในระดับสากลและความพร้อมต่อการเป็นกำลังแรงงานที่รองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2555) ดังนั้นการจัดการศึกษาควรมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้รอบด้านสามารถเชื่อมโยงความรู้กับภูมิสังคม บูรณาการการเรียนรู้ได้หลากหลายด้านทั้งทางด้านวิชาการ ทักษะชีวิต และสร้างนิสัยใฝ่เรียนรู้ มีทักษะในการคิด สามารถ แก้ปัญหาเฉพาะหน้า และรับยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่มีบทบาทในการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่มีความพร้อมในการดำเนินชีวิตได้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยมุ่งหวังให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน และมีทักษะการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) และการส่งเสริมความรู้รอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของนักเรียนที่จะสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการระบุปัญหาทำให้เกิดความรู้ใหม่ เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะการค้นหาลักษณะที่ทำให้เกิดข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจลักษณะที่สำคัญของการสร้างและการค้นหาความรู้ของมนุษย์ ตระหนักถึงผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กระทบต่อความคิดของบุคคล สิ่งของ เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน สังคมวัฒนธรรม และการมีส่วนร่วมตัดสินใจประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคมวิทยาศาสตร์ (OECD, 2013) ป้องกันและแก้ไขปัญหา (จุฑามาส โหยังไทยม, 2561) ถึงแม้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ จากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report : SAR) โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เทอมต้นปีการศึกษา 2564 พบว่า

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยรวมต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2564) ทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนว่า นักเรียนขาดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น และเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการที่นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (Primo & al., 2010) เป็นผู้ที่มีการสื่อสารได้อย่างน่าเชื่อถือ สามารถใช้หลักฐานจากการพิสูจน์เชิงประจักษ์ และให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปได้ และยังเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามหลักฐานเชิงประจักษ์ (McNeill & Kracjik, 2010) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Peker & Wallace (2011) ที่พบว่าการส่งเสริมให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนคำอธิบายพร้อมแสดงเหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำอธิบาย และหลักฐานได้ นอกจากนี้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นถูกกำหนดไว้ในการประเมินผลการเรียนในระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment, PISA) ที่มุ่งเน้นไปสู่การทดสอบความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ประการ คือ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify scientific issue) 2. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation of phenomena) และ 3. การใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ (Evidence) จากผลการประเมินของ PISA ในปี ค.ศ. 2018 พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับนานาชาติ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคะแนนในครั้งที่ผ่านมาพบว่า ด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018) ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนในประเทศไทยยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการสัมภาษณ์ครูประจำการที่สอนวิชาเคมีพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในส่วนของเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องกรด-เบส ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และมีโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้หลายทฤษฎี และต้องใช้ความรู้ในหลายเรื่องมาเชื่อมโยงกัน ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจในเนื้อหาซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายหรือลงข้อสรุปต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปได้ (ปฏิวัติ ไชยมาต, สัมภาษณ์, 11 มิถุนายน

2564) อีกทั้งจากการสังเกตการสอนของผู้วิจัย และจากการสอนของผู้วิจัยเอง พบว่าจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนส่วนใหญ่จัดตามแนวทางที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดไว้ คือเน้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนสืบเสาะ ค้นหาและสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ เป็นต้น (อรยา แจ่มใจ 2557) สิ่งเหล่านี้จะให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายแต่เนื่องจากเวลาในการจัดการเรียนการสอน ที่มีอย่างจำกัด ส่งผลให้ไม่เพียงพอกับจำนวนเนื้อหาที่มีมาก ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการอภิปรายและโต้แย้งซึ่งกัน และกัน โดยส่วนใหญ่คุณครูมักจะเป็นผู้นำพานักเรียนในการอภิปรายผลการทดลองในเฉพาะประเด็นที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่มีโอกาสอภิปรายข้อมูลของกลุ่มตนเองที่เหมือนหรือแตกต่างกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ ให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง หรือในบางครั้งหากมีการสุ่มเรียกให้นักเรียนพูด อภิปรายผลที่ได้จากการทดลองนักเรียนมักจะไม่สามารถอภิปรายได้โดยมีการแสดงพฤติกรรมออกมา คือ การยืนนิ่งๆ ไม่ตอบ การหันไปถามเพื่อนนักเรียนที่อยู่ด้านข้าง มีการหยิบหนังสือเรียนของตนเองขึ้นมาอ่านเพื่อที่จะตอบคำถาม และเมื่อครูมีการใช้แบบทดสอบข้อเขียนเพื่อให้เขียนอธิบาย นักเรียนมักจะมีปัญหาในการเขียนอธิบายโดยส่วนใหญ่มักจะใช้ความรู้ความจำมาเขียนตอบ ซึ่งนักเรียนไม่รู้ว่าการเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และไม่สามารถเขียนอธิบายโดยใช้เหตุผลหรือแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ประกอบได้

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การโต้แย้ง (Argumentation) เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการโต้แย้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้จักนำหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือที่ได้จากการทดลองมาสร้างข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจถึงกระบวนการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกฝนการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานและการใช้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Suppe 1998) ซึ่งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจะประกอบไปด้วย 2 สิ่งหลัก คือ ความรู้ในเนื้อหาที่จะใช้ในการโต้แย้งและความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของการโต้แย้ง (Simon et al., 2009) โดยพบว่าแนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เข้ากับกลวิธีการโต้แย้ง กล่าวคือการทำให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐาน และเหตุผลสนับสนุนเพื่อนำข้อ

กล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (เอกภูมิ จันทรขันธ์ 2559) โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนการสอนแบบสืบเสาะเข้ากับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุภาระงาน (2) การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) กิจกรรมการโต้แย้ง (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (6) การตรวจสอบโดยเพื่อน (7) การปรับปรุงรายงาน (Sampson et al., 2011) แต่เนื่องด้วยเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีอย่างจำกัดรวมถึงจำนวนนักเรียนต่อชั้นเรียนที่มีค่อนข้างมาก และภายในห้องเรียนซึ่งมีระดับความสามารถในการเรียนรู้ที่หลากหลาย อาจจะทำให้การดำเนินการจัดการเรียนการสอนดำเนินไปได้ช้า ดังนั้นเพื่อปรับให้เข้ากับบริบทสภาพแวดล้อม ผู้วิจัยได้สนใจที่จะใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ที่มีการปรับลดขั้นตอนโดยได้นำกรอบแนวคิดของ Sampson et al., (2011) มาปรับขั้นตอนให้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การระบุภาระงาน (2) การสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) กิจกรรมการโต้แย้ง (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยในขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นการปรับปรุงรายงาน ได้มีการปรับมาไว้รวมกันในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ และเปลี่ยนจากให้เพื่อนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบมาเป็นครูเป็นผู้ประเมินพร้อมกับส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับให้กับนักเรียนและให้นักเรียนทำการปรับปรุงรายงานมาส่งตามวันและเวลาที่คุณครูกำหนด (เอกภูมิ จันทรขันธ์ 2559) โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจึงช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างพยายามหาหลักฐานเชิงประจักษ์ รู้จักการให้เหตุผลที่สอดคล้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างที่มี เนื่องจากการโต้แย้งเป็นกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ที่ต้องอาศัยการคิด และการปฏิบัติ ดังนั้นพฤติกรรมการโต้แย้งที่มากขึ้นจึงเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วย เพราะการโต้แย้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลและผล (อริยา แจ่มใจ 2557)

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - 1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 204 คน โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 6 ห้อง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24
  - 1.2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาเคมีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 34 คน

## 2. เนื้อหา

เนื้อหาในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาระเคมี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

## 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

## 4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## นิยามศัพท์เฉพาะ

### 1. การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

หมายถึง การนำกระบวนการโต้แย้งมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนมีการโต้แย้ง หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และได้แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านขั้นตอนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสืบเสาะร่วมกับการใช้กลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (เอกภูมิ จันทรขันธ์ 2559) ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ ครูแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ สร้างความสนใจและให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับกำหนดและชี้แจง กิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำภายในชั่วโมงนั้นๆ

2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) คือ การแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็ก แล้วให้นักเรียนทำการออกแบบวางแผน และลงมือทำตามทีแต่ละกลุ่มได้วางแผนไว้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลองหรือ สำนวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้องแล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวนั้นในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่มตามที่ได้แบ่งในขั้นที่ 2 ลงในกระดาษฟลิปชาร์ต โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าว (2) หลักฐาน (3) การให้เหตุผล เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำวจตรวจสอบแล้วให้ตัวแทนกลุ่มเขียนลงในกระดาษ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน



4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง ถ้านักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกันครูต้องให้นักเรียนแต่ละฝ่ายนำเสนอความคิดเห็นของตนเองร่วมกับการระบุเหตุผลและหลักฐาน จนนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สรุปว่ากิจกรรมการดังกล่าวนักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดบ้างจากนั้นครูเก็บรวบรวมรายงานของนักเรียนและครูเป็นผู้ตรวจโดยใช้เกณฑ์การประเมินรายงานที่ครูสร้างขึ้นพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคล

**2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70** หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรม ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 เกณฑ์ 70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้แก่ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้ ประเมินจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.2 เกณฑ์ 70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ คำนวณได้จากการรวมคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบ หลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทุกแผนการจัดการเรียนรู้ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

**3. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเขียนอธิบายผลของปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยการระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาและเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานด้วยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ (2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการสังเกต การทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการอภิปราย เป็นต้น (3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับ

ข้อกล่าวอ้าง สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเขียนตอบ (Essay Test) จำนวน 6 ข้อ

**4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในด้านพุทธิพิสัย โดยวัดผลด้านพุทธิพิสัย 4 ระดับได้แก่ ระดับจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์





## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด - เบส ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ นำเสนอ ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร
2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง
  - 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
  - 2.2 การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.3 ความเป็นมาในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง
  - 2.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง
  - 2.5 เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง
  - 2.6 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง
3. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
  - 3.2 ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
  - 3.3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
  - 3.4 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 4.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
- 4.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา
  - 5.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม
  - 5.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ
  - 5.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ
  - 5.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ
7. กรอบแนวคิดงานวิจัย

## 1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 1.1 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร (2563) ได้กล่าวถึง หลักสูตรสถานศึกษาในรายละเอียดเกี่ยวกับ เป้าประสงค์ คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ว30224 เคมี 4 ดังนี้

#### 1.2.1 เป้าประสงค์

1. ผู้เรียนมีคุณสมบัติที่พึงประสงค์และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถจัดการปัญหาต่างๆได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบสมเหตุสมผล อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2. ผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษามีภาวะผู้นำอย่างมืออาชีพ ทั้งด้านวิชาการและด้าน บริหารจัดการ

3. หลักสูตรสถานศึกษามีความสอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ชุมชน ท้องถิ่น และเอื้อต่อการดำรงชีพในประชาคมอาเซียนอย่างพอเพียง

4. สภาพแวดล้อมของสถานศึกษาได้รับการปฏิรูปให้เอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกด้าน

5. งานประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาได้รับการปฏิรูป ให้เป็นไปตามที่ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดอย่างเป็นรูปธรรม

6. แหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษามีเพียงพอและได้รับการปฏิรูปให้มีคุณภาพตาม มาตรฐานสากล

7. มีการรวบรวมข้อมูลสาระสนเทศและเครือข่ายการเรียนรู้แบบบูรณาการตามมาตรฐานสากลอย่าง พอเพียง

8. ผู้เรียนมีความกตัญญูต่อชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ สถานศึกษา ครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง มี สุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ รักความเป็นไทยและสามารถสื่อสารในประชาคมอาเซียนอย่าง มีความสุข

9. สถานศึกษาได้รับการยกระดับคุณภาพ สู่มาตรฐานการปฏิรูปการศึกษาใน ทศวรรษที่สองอย่าง ยั่งยืน

10. มีมาตรการส่งเสริมให้เกิดความเข้มแข็ง ด้านอัตลักษณ์และเอกลักษณ์ของ สถานศึกษาอย่างต่อเนื่อง เป็นรูปธรรม

1.2.2 คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ว30224 เคมี 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส คำนวณความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบสค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส ศึกษาปฏิกิริยาสะเทินและปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ การไทเทรต และการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ คำนวณปริมาณสารและหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต ศึกษาสมบัติและองค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ รวมทั้งการนำความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสไปใช้ประโยชน์ ศึกษาเลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ ตัวออกซิไดซ์ ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดซ์ การเขียนและดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมีและการเขียนแผนภาพเซลล์ คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ ศึกษาหลักการทำงานของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ หลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ รวมทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

1.2.3 ผลการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม ว30224 เคมี 4 จำนวน 19 ผลการเรียนรู้

1.2.3.1 ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส

- 1.2.3.2 ระบุคู่งกรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี
- 1.2.3.3 คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความ  
แรงของกรดและเบส
- 1.2.3.4 คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอก  
ไซด์ไอออนของสารละลายกรด-เบส
- 1.2.3.5 เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบส  
ของสารละลายหลังการสะเทิน
- 1.2.3.6 เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบส  
ของสารละลายเกลือ
- 1.2.3.7 ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่  
เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส
- 1.2.3.8 คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบส  
จากการไทเทรต
- 1.2.3.9 อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
- 1.2.3.10 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการ  
แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส
- 1.2.3.11 คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
- 1.2.3.12 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และ  
ตัวออกซิไดซ์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์
- 1.2.3.13 ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือ  
ตัวออกซิไดซ์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์
- 1.2.3.14 ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
- 1.2.3.15 ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของ  
ปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์
- 1.2.3.16 คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของ  
เซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
- 1.2.3.17 อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์  
ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ
- 1.2.3.18 ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบาย  
หลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์  
และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

1.2.3.19 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาหลักสูตรของสถานศึกษาโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ได้ระบุคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว30224 เคมี 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส คำนวณความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบสค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส ปฏิกริยาสะเทินและปฏิกริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ การไทเทรต และการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ คำนวณปริมาณสารและหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต สมบัติและองค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ รวมทั้งการนำความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสอดคล้องกับผลมาตรฐานการเรียนรู้ ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนได้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

## 2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

### 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

#### 2.1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสืบเสาะ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสืบเสาะ ประกอบด้วยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) มีความเชื่อพื้นฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับบทบาทของนักเรียนในการสร้างความรู้ (Mchernerney & Mchernerney, 2002) โดยการสร้างความรู้ของแต่ละบุคคลมาจากกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมกับความรู้และ ประสบการณ์ใหม่ (Yilmaz, 2008) สอดคล้องกับ (MacLellan & Soden, 2004) ที่ว่าการสร้าง ความรู้ตามทฤษฎีสรรรคินิยมมิใช่เป็นเพียงการได้รับความรู้จากสิ่งรอบตัวหรือจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้เท่านั้น แต่เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเองหรือการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การเรียนรู้ระหว่างบุคคลในสังคม

Piaget (1973) กล่าวว่าทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานมาจากปรัชญาของทฤษฎีที่พยายามเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์อย่างมีเหตุผลซึ่งเป็นความรู้ที่เกิดจากการไตร่ตรอง Piaget แบ่งองค์ประกอบของทฤษฎีออกเป็น 2 ส่วน คือ

อายุ (Ages) และลำดับขั้น (Stages) ทั้งสององค์ประกอบใช้ในการคาดเดาว่านักเรียนจะสามารถเข้าใจหรือไม่เข้าใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดเมื่อมีอายุแตกต่างกันและทฤษฎีด้านพัฒนาการใช้ในการอธิบายว่านักเรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive abilities) ด้วยการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้นักเรียน สร้างโครงสร้างทางปัญญาซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงและขยายให้มีความซับซ้อนขึ้นผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) นำไปสู่การปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยมีกระบวนการ ดังนี้

(1) การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญา (Assimilation) เป็นการตีความหรือรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา

(2) การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมโดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสิ่งที่ต้องเรียนใหม่

Kim (2005) กล่าวว่ากระบวนการตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้นมีกระบวนการหลัก 2 กระบวนการ ได้แก่ การดูดซึมความรู้ (Assimilation) และการปรับเปลี่ยนความรู้ (Accommodation) โดยการดูดซึมความรู้เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาเป็นการตีความหรือการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาและการปรับเปลี่ยนองค์ความรู้ให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) คือความสามารถในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ที่ประสบโดยเกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่

ภคพร อิสระ (2557) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของนักเรียนในการสร้างความรู้ โดยอาศัยความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม และกระบวนการทางสังคมที่ให้นักเรียนมี ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ขึ้น จึงส่งผลให้ นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่า “schema” จนเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง

ภาวิณี จันทร์หอม (2562) กล่าวว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับรู้ ดังนั้นเป้าหมายของการสอนตามแนวคิดนี้จึงสนับสนุนการสร้างองค์ความรู้มากกว่าการถ่ายทอดความรู้โดยมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคล โดยนักเรียนลงมือกระทำในการสร้างองค์ความรู้ เชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่โดยมีภาษา สังคม และวัฒนธรรมช่วยในการสร้างการเรียนรู้ได้แก่ การร่วมมือกันในการเรียนรู้ อีกทั้งสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่มีความหมายแก่นักเรียนก็เป็นส่วนช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน



จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีทางสติปัญญาของเพียเจต์ เป็นกระบวนการที่สนับสนุนการสร้างองค์ความรู้มากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคล สามารถการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมโดยเกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ทำให้นักเรียนเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง

### 2.1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

Lawson (1995) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรแบบสืบเสาะเป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยาย หรือบอกเล่าหรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครูหากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

National Research Council (2001) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะ (inquiry) ว่าเป็น วิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์เลือกใช้ในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และแสดงเป็นคำอธิบายสิ่ง เหล่านั้นจากข้อมูลที่ได้จากการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ หรือแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ว่าศึกษา ปรากฏการณ์ได้อย่างไร

ธันนดร ชนะกุล (2559) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ว่าการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการค้นหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียน

ทิศนา ขัมมณี (2561) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะว่าเป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือสืบเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการที่การกระตุ้นให้ผู้เรียนสงสัย เกิดคำถาม และให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ ข้อสรุป หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง

### 2.1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

Morgan (2007) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การกระตุ้นความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นตอนที่ครูต้องสร้างความและกระตุ้นสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นเพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เรียนรู้เดิมกับหัวข้อที่จะเรียน จากแนวคิดของทฤษฎีสรณนิยมนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้ครูกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ประเมินความรู้เดิม และแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับนักเรียนใน ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะเรียน

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นตอนที่ครูตรวจสอบปัญหาที่ตั้งสมมติฐานจาก ปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อนำไปสู่การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐานด้วยการ สำรวจ ตรวจสอบการทดลอง ขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนา กระบวนการและทักษะที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเอง

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์ จัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาสู่การสรุปผล ขั้นตอนนี้จึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ภาษาในการสื่อสาร หรือแสดงทักษะและพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่ได้ศึกษา จากนั้นครูมีหน้าที่เชื่อมโยงประสบการณ์เรียนรู้ของนักเรียนไปสู่ ความรู้ ความเข้าใจหรือมโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพราะข้อมูลที่นักเรียนจัดกระทำและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูเชื่อมโยงนั้น จะช่วยทำให้นักเรียนได้ตัดสินใจและปรับโครงสร้างทางปัญญาและเกิดการสร้างความหมายใหม่ให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนเอง

4. การขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นตอนที่เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์เพื่อ อธิบายหรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ใหม่ ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้สำรวจและค้นหา ขั้นตอนนี้จึงเป็นการทำทนายให้นักเรียนใช้ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการและทักษะที่สร้างขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลุ่มลึกและขยายขอบเขตได้กว้างขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) คือ ขั้นตอนที่แสดงถึงการประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียน และเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินผลนักเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้รวมทั้งอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งอาจเกิดจากความ สงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งอาจมาจาก เหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและตั้งคำถามทำให้สามารถกำหนดประเด็นที่จะศึกษาได้ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อเข้าใจถึงประเด็นหรือคำถามที่สงสัยแล้ว ก็มีการวางแผนสำรวจตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ซึ่งการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้เทคโนโลยีหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะใช้ในขั้นถัดไป

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้อธิบาย แผลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย ตาราง ภาพ จำลอง ฯลฯ ซึ่งการค้นพบในเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนหรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรืออาจไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะศึกษา แต่ผลที่ได้ช่วยสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้ เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่อง อื่นการนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ

ทศตรีณ วรณเกตศิริ (2561) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างความสนใจ และความอยากรู้อยากเห็นให้แก่ผู้เรียนโดยใช้คำถามสำคัญ และสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนคิดในสถานการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามในประเด็นที่สนใจหรือสงสัยได้ ผู้เรียนจะเกิดความสนใจเกี่ยวกับเนื้อหา กระบวนการ หรือทักษะที่กำลังจะได้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสำรวจ ตรวจสอบ หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติทดลอง การศึกษา หรือการใช้กิจกรรมที่จัดไว้ตามกำหนดเวลาที่เหมาะสม ผู้เรียนจะมีการรวบรวมข้อมูล บันทึกข้อมูล หรืออาจมีการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาลงหาข้อสรุป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนอธิบาย หรือตอบคำถามต่างๆ โดยนำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและการค้นหามาตอบคำถาม และอธิบายนำเสนอเพื่อร่วมกันสร้างความเข้าใจในทศน์หรือทักษะที่ถูกต้องและสามารถนำความองค์ความรู้ไปใช้ต่อในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และร่วมกันแก้ไขปัญหาที่ได้รับ โดยนำทักษะหรือความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องมาใช้กับ สถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์จริง ผ่านกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางการ แก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและครอบคลุมมากขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนประเมินตนเองระหว่างเรียน เพื่อให้ทราบว่าตนเองมีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับใด นอกจากนี้ยังรวมถึงการที่ผู้สอนประเมิน และวัดความสามารถของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ของการเรียนด้วย

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกระตุ้นความสนใจ (Engagement) คือ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูต้องสร้างความและกระตุ้นสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นเพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เรียนรู้เดิมกับหัวข้อที่จะเรียน

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นตอนของการตรวจสอบปัญหา ตั้งสมมติฐานจาก ปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อนำไปสู่การออกแบบแล้วลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ด้วยการสำรวจ ตรวจสอบการทดลอง การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการและทักษะที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาโดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ เมื่อได้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์ จัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาสู่การสรุปผล ขั้นตอนนี้จึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ภาษาในการสื่อสาร หรือแสดงทักษะและพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่ได้ศึกษา จากนั้นครูมีหน้าที่เชื่อมโยงประสบการณ์เรียนรู้ของนักเรียนไปสู่ความรู้ความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

4. การขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นตอนที่เป็น การขยายความรู้ที่นักเรียนนำ ความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมไปประยุกต์เพื่ออธิบายหรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้สำรวจและค้นหา ขั้นตอนนี้จึงเป็นการท้าทายให้นักเรียนใช้ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการและทักษะที่สร้างขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมี ความเข้าใจที่ลุ่มลึกและขยายขอบเขตได้กว้างขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) คือ ขั้นตอนที่แสดงถึงการประเมินความรู้และ ความสามารถของนักเรียน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ อะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ และเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินผลนักเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

## 2.2 การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

### 2.2.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Stark et al. (2009) ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ คือ การใช้กฎและการใช้หลักฐานสนับสนุน เพื่อเขียนข้อกล่าวอ้าง หรือหมายถึง กระบวนการสร้างข้อเสนอกจาก ข้อเท็จจริงหรือข้อมูล

Berland and Reiser (2011) ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ โดยผ่านการวิพากษ์และวิจารณ์เพื่อมาปรับปรุง ข้อกล่าวอ้าง

เอกภูมิ จันทระขันตี (2559) ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็น การพยายามในการสร้างความถูกต้องและความน่าเชื่อถือให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของ หลักฐาน และการให้เหตุผล สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติและการมีส่วนร่วมของประชาคมวิทยาศาสตร์ และสังคมโดยส่วนรวมในการได้มาซึ่ง องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ณัฐวรรณ ศิริธร (2560) ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็น กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบาย นำเสนอ โน้มน้าว โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเชิง ประจักษ์ในการกล่าวอ้าง เพื่อใช้ในการปฏิเสธ ยอมรับ หรือแสดงจุดยืนเกี่ยวกับมุมมองหรือความ เข้าใจของตนเอง

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือ เป็นกระบวนการที่แสดงถึง ความพยายามในการสร้างความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ โดยการนำเสนอ ประเมิน และตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง โดยการใช้หลักฐาน และเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

### 2.2.2 ประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Jimnez-Aleixandre (2007) ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ แล้วสรุป ประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การโต้แย้งส่งเสริมการเข้าถึงกระบวนการทางปัญญาและเมตาคognition ซึ่ง เป็นลักษณะสำคัญของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองทางปัญญาและการพิจารณาว่าห้องเรียนนั้นเหมือนสังคมของนักเรียน

2. การโต้แย้งส่งเสริมพัฒนาการของสมรรถนะการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองของทฤษฎีการสื่อสารและมุมมองด้านสังคมและวัฒนธรรม

3. การโต้แย้งส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการพูดและการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองด้านการศึกษาทางภาษาและสังคม

4. การโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนได้รับวัฒนธรรมการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์และพัฒนาเกณฑ์ ในการประเมินความรู้ ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านทฤษฎี ความรู้

5. การโต้แย้งส่งเสริมพัฒนาการของการให้เหตุผล โดยเฉพาะการให้เหตุผลกับทฤษฎีหรือจุดยืนที่ไม่เหมือนกัน ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองด้านปรัชญาวิทยาศาสตร์

Dawson and Venville (2010) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้การโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การโต้แย้งเป็นกระบวนการที่ช่วยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และช่วยฝึกการตัดสินใจของผู้เรียน

2. การโต้แย้งเป็นกระบวนการที่ช่วยในการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. การโต้แย้งช่วยในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการนำเสนอ และจัดการกับหลักฐาน เพื่อสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการสังเกต หรือการใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4. การโต้แย้งจะช่วยฝึกให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดเพื่อแสดงถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือกล่าวได้ว่าการโต้แย้งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพราะนักเรียนได้มีโอกาสในการฝึกเขียนและพูดในประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

5. การโต้แย้งช่วยในการอธิบายแนวคิดและการสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็น ทางสังคมวิทยาศาสตร์

6. การโต้แย้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของกันของความเป็นเหตุเป็นผล ระหว่างการเขียนและการพูดของสังคมประชาธิปไตย

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ แล้วสรุปประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การโต้แย้งส่งเสริมการรู้คิดซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ เพราะการรู้คิด คือการที่นักเรียนจะต้องรู้อยู่ตลอดเวลาว่ากำลังคิดอะไร และเวลาที่นักเรียนมีการโต้แย้งและ เวลาเพื่อนๆ เกิดการแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อกล่าวอ้าง นักเรียนก็ต้องมีการลำดับความคิด หรือสิ่งที่จะต้องพูดออกมาว่าจะทำอย่างไรต่อไป

2. การโต้แย้งส่งเสริมสมรรถนะของการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. การโต้แย้งส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการพูด และการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะการโต้แย้งจะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ คืออะไร การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการตอบสนองทางวัฒนธรรมได้อย่างไร

4. การโต้แย้งส่งเสริมพัฒนาการของการให้เหตุผลโดยเฉพาะการให้เหตุผลกับทฤษฎีหรือเมื่อมีมุมมองที่แตกต่างกัน

วิภา อาสิงสมานันท์ (2559) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางปัญญาขั้นสูงที่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญหลายๆ ด้าน เข้าถึงการสร้างความรู้ และเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

โดยสรุปการโต้แย้งมีประโยชน์ในการช่วยให้นักเรียนฝึกพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการนำเสนอ และจัดการกับหลักฐาน เพื่อสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการสังเกต หรือการใช้ทฤษฎีที่ เกี่ยวข้อง นอกจากนี้การโต้แย้ง ยังช่วยในการการอธิบายแนวคิดและการสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้จักการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และลักษณะของสังคมวิทยาศาสตร์

### 2.3 ความเป็นมาในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งพัฒนาโดยคณะนักวิจัย 5 ท่านของประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย Walker, J. P. และ Zimmerman, C. จาก Tallahassee Community College. Sampson, V., Grooms, J. และ Anderson, B. จาก The Florida State University ซึ่งเป็น การนำเอาการโต้แย้งและการตรวจสอบโดยเพื่อนบูรณาการร่วมกับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ มีพื้นฐานของแนวคิดในการพัฒนาจากทฤษฎีการเรียนรู้สรุคนิยมและแนวคิดโซเซียล คอน-สตรัคติวิสต์ โดยมีเป้าหมายที่สำคัญเพื่อสร้างประสบการณ์ในการปฏิบัติการทาง



วิทยาศาสตร์ให้มีความ เสมือนจริง คณะผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบดังกล่าวและทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับปริญญาตรีแล้วนำเสนอผลการทดลองใช้ในงานวิจัยชื่อว่า “Argument Driven Inquiry: รูปแบบการเรียนการสอนสำหรับใช้ในวิชาปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี” (Walker et al, 2010: 1-20) โดยนำเสนอในการประชุมนานาชาติว่าด้วยการวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2010 (2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching: NARST) ณ เมืองฟิลาเดเฟีย รัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยกล่าวถึงความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวไว้ดังนี้

จากรายงานปฏิบัติการในประเทศสหรัฐอเมริกา: การสำรวจตรวจสอบในโรงเรียน วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา (America's Lab Report: Investigations in High School Science) ในปี ค.ศ. 2005 ของประเทศสหรัฐอเมริกา สภาการวิจัยแห่งชาติได้ให้ข้อเสนอแนะหลาย ประการสำหรับการพัฒนาทักษะ และความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประการแรก คือ กิจกรรมการปฏิบัติการ (Laboratory Activities) จำเป็นต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะ เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะปฏิบัติการและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง คือ นักเรียน จำเป็นต้องได้รับโอกาสในการอ่าน เขียนและอภิปรายงานที่นักเรียนปฏิบัติ และประการสุดท้าย คือ ต้องกระตุ้นให้นักเรียนสร้างและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ สนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 ประการ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อตอบสนองต่อข้อเสนอแนะดังกล่าว (Sampson et al., 2009: 42)

รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ ช่วยให้ครู วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงกิจกรรมปฏิบัติการแบบเดิมไปสู่หน่วยการเรียนการสอน บูรณาการได้ ช่วยพัฒนานักเรียนไปสู่เป้าหมายของสภาการวิจัยแห่งชาติได้ โดยการให้โอกาสนักเรียน ได้ออกแบบ สำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่าง กิจกรรมการโต้แย้ง เขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบเพื่อแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น และมีการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนที่มีการให้ โอกาสดังกล่าวกับนักเรียนมี ประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มากกว่าการปฏิบัติ แบบดั้งเดิม (NRC, 2007 อ้างถึงใน Sampson et al., 2009) เช่นเดียวกับหน่วยการเรียนบูรณาการ ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสนใจของนักเรียนและ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการอ่าน การเขียน และการสื่อสาร ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ได้พยายามตอบสนองต่อเป้าหมายดังกล่าวอย่างครบถ้วน นอกจากนี้เป้าหมายสำคัญ ของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนี้ยังรวมถึงการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) พัฒนาจิตตนิสัยเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Habits of Mind) วิธีการให้ หลักฐานกับคำอธิบาย (Provide Evidence for Explanations) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อ

พิจารณาทางเลือก (Think Critically about Suggested Alternatives) อีกทั้งส่งเสริม ให้ครูพัฒนาการอ่านและการเขียนของนักเรียนซึ่งจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sampson et al., 2009: 47)

## 2.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

Sampson et al. (2011) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ ครูแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ สร้างความสนใจและให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับกำหนดและชี้แจง กิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ

2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) คือ การที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยขนาดเล็ก พร้อมกับใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูมีความสำคัญที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเขียนวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยย่อเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้องแล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวนั้นในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ หรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มืองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ (2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการวัดหรือการสังเกตการทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง (3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงว่าทำไม หลักฐานจึงสนับสนุนกับข้อกล่าวอ้าง

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สำรวจตรวจสอบ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญที่ครูจะได้ ประเมินความก้าวหน้าและการคิดของนักเรียน โดยการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้ง (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อและแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือข้อโต้แย้ง หลังจากกิจกรรมโต้แย้งมีการตั้งคำถามเพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดหรือทฤษฎีที่ถูกต้องได้ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ครูประเมิน

ความก้าวหน้าหรือการคิดของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาที่อาจถูกมองข้ามหรือเพิกเฉย

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นรายงานที่ออกแบบมาเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ว่า นักเรียนจะรู้อะไรบ้าง นักเรียนจะรู้ได้อย่างไร แล้วทำไมนักเรียนถึงเชื่อในสิ่งนั้น ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าการเขียนเป็นส่วนหนึ่งในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

6. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Peer Review) คือ การให้นักเรียนประเมินรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดให้พร้อมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกจ่ายงานของนักเรียนทุกคนกลับให้กับเพื่อนในกลุ่ม

7. การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) คือ การให้นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน

Walker et al., (2016) การทำปฏิบัติการทดลองที่อยู่บนพื้นฐานของวิธีการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน เป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบ Guided inquiry ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลและลงมือทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the task) ครูผู้สอนทำการสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนรู้และครูผู้สอนมีการเสนอคำถามนำเข้าสู่ภาระงาน ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้รับใบกิจกรรมที่ประกอบด้วยภาระการระบุภาระงานที่นักเรียนต้องทำ ข้อมูล หรือคำแนะนำต่างๆ เพื่อช่วยนักเรียนในการเริ่มต้นการสืบเสาะ

2. การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and analysis of data) นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณ 3-4 คน ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนทำการออกแบบวางแผน และลงมือทำตามที่กลุ่มตนได้วางแผนไว้ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ พร้อม บันทึกและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถามนำที่ครูเสนอในขั้นตอนที่ 1

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ หรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง (2) หลักฐาน (3) การให้เหตุผล องค์ประกอบหลักฐานของการโต้แย้งหมายถึง การวัดหรือการสังเกตที่



รวบรวมโดยนักเรียนเพื่อใช้สนับสนุนความเชื่อกล่าวอ้าง หลักฐานนี้สามารถมีได้หลายรูปแบบตั้งแต่ ข้อมูลตัวเลข (เช่น pH มวล อุณหภูมิ) ไปจนถึงการสังเกต (เช่น สี ขนาด)

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) การโต้แย้งระหว่างกลุ่ม ของนักเรียน โดยแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างเหตุผลของข้อกล่าวอ้างพร้อมทั้งหลักฐานที่ได้ เมื่อมีข้อกล่าวอ้างที่ต่างกันนักเรียนมีหน้าที่ในการอภิปรายด้วยเหตุผล และหลักฐานของกลุ่มตนนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะสามารถศึกษาข้อ กล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากตนและนักเรียนได้ฝึกประเมินว่าข้อกล่าวอ้างนั้นถูกต้องหรือไม่ และสามารถสะท้อนคำตอบของตนเพื่อแก้ไขคำตอบในตอนเริ่มต้น ซึ่งการสื่อสารกับบุคคลอื่นจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up investigation report) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบที่เป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สรุปว่ากิจกรรมการดังกล่าวนี้ นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดบ้างซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาหลักของปฏิบัติการและเรียนรู้ที่จะเขียนในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายคำตอบของตนโดยใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือในการสนับสนุน โดยการเขียนเป็นกระบวนการสำคัญในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากสามารถสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นคือการตรวจสอบและเข้าใจงานของตน ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญก่อนที่จะเผยแพร่งานนั้น ๆ สู่สาธารณะ

6. การตรวจสอบการเขียนรายงานโดยเพื่อน (Double-blind peer-review) ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนร่วมชั้น โดยครูผู้สอนมอบคู่มือเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินให้นักเรียนแต่ละคนในการประเมินรายงาน ของเพื่อนร่วมชั้นหากพบว่ามีข้อผิดพลาดผู้ตรวจจะทำการเขียนแนะนำและส่งคืนรายงานให้แก่ผู้เขียนเพื่อให้รายงานได้รับการแก้ไขต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทบทวน องค์ความรู้โดยการประเมินแนวความคิด หลักฐานของผู้อื่นอย่างมีเหตุมีผลเรียนรู้จุดเด่น และจุดด้อยในการเขียนทางวิทยาศาสตร์

7. การแก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน (Revision of the report) ผู้เขียนที่ได้รับข้อเสนอแนะจากเพื่อนร่วมชั้นในการแก้ไขรายงานผลการสำรวจ และทำการส่งให้ครูผู้สอนเมื่อทำการปรับแก้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การให้เหตุผล และสามารถเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

Erning, Risa Salsabila, Agus Wijaya and Nanang Winarno (2019) ทำการปรับปรุงความตระหนักรู้ที่ยั่งยืนของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the task and guiding question ) คือ การสร้างความสนใจให้นักเรียนโดยการให้นักเรียนดูภาพและวิดีโอเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพ

อากาศ กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้นโดยการใช้คำถาม จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุงการงาน

2. การออกแบบและวิเคราะห์ข้อมูล (Designing method and generate data) คือ การให้นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ในการออกแบบขั้นตอนของการทดลองเกี่ยวกับผลกระทบของ CO<sub>2</sub> ที่มีต่ออุณหภูมิ และลงมือทำตามทีกลุ่มตนเองได้ออกแบบไว้ พร้อมกับบันทึกรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองและค้นหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนสิ่งที่ค้นพบ แล้วเขียนลงในกระดาษ หรือกระดาน

4. ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) คือการโต้แย้งระหว่าง กลุ่ม ทั้งห้องเรียนโดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้าง เหตุผลของข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้ง หลักฐานที่ได้จากการทดลองแก่กลุ่มอื่น เมื่อพบว่าข้อกล่าวอ้างต่างกันักเรียนจะทำการอภิปราย และลงข้อสรุปร่วมกัน

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบและส่งรายงาน (Write up investigation report and submit the report) คือ การให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบและผลที่เกิดจากการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนรู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร และส่งรายงานรายบุคคลให้คุณครู

เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2559) ได้นำเสนอการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยใช้กรอบแนวคิดของ Sampson et al.,(2011) มาปรับให้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุงการงาน คือการนำเข้าสู่ การงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการมอบหมายงานให้นักเรียนปฏิบัติ

2. การสรรสร้างและการวิเคราะห์ ข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และ นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนที่สองสำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งชั่วคราวจะเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ ถ้านักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกันครูต้องให้นักเรียนแต่ละฝ่ายนำเสนอความคิดเห็นของตนเองร่วมกับการระบุเหตุผลและหลักฐานจนนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย หลังจากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้ได้ข้อสรุปสุดท้ายจนได้เป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้องตามทฤษฎี

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานเป็นรายบุคคลและให้ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคล

จากแนวคิดของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลการโต้แย้งของ Sampson et al.,(2011) ซึ่งเป็นแนวคิดและวิธีการพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ แต่เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีอย่างจำกัดรวมถึงจำนวนนักเรียนต่อชั้นเรียนที่มีค่อนข้างมากอาจจะทำให้การดำเนินการจัดการเรียนการสอนดำเนินไปได้ช้า ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งตามของ เอกภูมิ จันทระขันติ (2559) โดยขั้นตอนในการดั่งนั้นในงานวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ ครูแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ สร้างความสนใจและให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับกำหนดและชี้แจง กิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำภายในชั่วโมงนั้นๆ

2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) คือ การแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็ก แล้วให้นักเรียนทำการออกแบบวางแผน และลงมือทำตามทีแต่ละกลุ่มได้วางแผนไว้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลองหรือ สำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้องแล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวนั้นในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่มตามที่ได้แบ่งในขั้นที่ 2 ลงในกระดาษฟลิปชาร์ต โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าว (2) หลักฐาน (3) การให้เหตุผล เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้วให้ตัวแทนกลุ่มเขียนลงในกระดาษ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง ถ้านักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้ง

กันครูต้องให้นักเรียนแต่ละฝ่ายนำเสนอความคิดเห็นของตนเองร่วมกับการระบุเหตุผลและหลักฐาน จนนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สรุปว่ากิจกรรมการดังกล่าวที่นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดบ้างจากนั้นครูเก็บรวบรวมรายงานของนักเรียน และครูเป็นผู้ตรวจโดยใช้เกณฑ์การประเมินรายงานที่ครูสร้างขึ้นพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคล

โดยในขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นการปรับปรุงรายงาน ผู้วิจัยมีการปรับมาไว้ ร่วมกันในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ และเปลี่ยนจากให้เพื่อนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบมาเป็นครูเป็นผู้ประเมินพร้อมกับส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับให้กับนักเรียนทันที ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน และ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน	รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน
1. การระบุภาระงาน คือการนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา	1. การระบุภาระงาน คือการนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา
2. การสรรสร้าง และการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และ นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ	2. การสรรสร้าง และการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และ นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ ซึ่งข้อโต้แย้งชั่วคราวจะเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง	3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ ซึ่งข้อโต้แย้งชั่วคราวจะเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน	รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้งที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน
หลักฐาน และการให้เหตุผล	หลักฐาน และการให้เหตุผล
4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่าง กลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้ กำหนดประเด็นการโต้แย้ง	4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่าง กลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้ กำหนดประเด็นการโต้แย้ง
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบเป็นรายบุคคล	5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานเป็นรายบุคคล และให้ครูเป็นผู้ตรวจพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นรายบุคคลและให้นักเรียนทำการปรับปรุง รายงานมาส่งตามวันเวลาที่ครูกำหนด
6. การตรวจสอบการเขียนรายงานโดยเพื่อน คือ ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของ รายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนร่วมชั้น โดยใช้เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินตามที่ครู กำหนดให้ พร้อมกับข้อมูลย้อนกลับ	
7. การปรับปรุงรายงาน คือ การให้นักเรียน แก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการ ประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน	

## 2.5 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

Sampson et al. (2011) เสนอรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการ  
โต้แย้ง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทครูและ  
นักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนดังตารางที่ 2  
ตารางที่ 2 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน  
สืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงาน คือ การสร้าง ความสนใจ การ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่อง	(1) กระตุ้นความสนใจในเรื่อง หัวข้อหรือประเด็นปัญหา (2) เชื่อมโยงประสบการณ์หรือ	(1) คิดจ้อกับหัวข้อหรือ ประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ (2) ระลึกถึงประสบการณ์หรือ

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ที่ ศึกษา และระบุภาระงานให้กับ นักเรียน	<p>ความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา</p> <p>(3) ระบุภาระงานให้กับนักเรียน</p> <p>(4) จัดทำคู่มือสำหรับแนะนำหัวข้อหรือประเด็นปัญหา</p>	<p>ความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่น่าเสนอในปัจจุบัน</p>
<p><b>2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล</b> คือ การทำงานเป็นกลุ่มเพื่อเก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอ ข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต ทดลองหรือ สำนวจ ตรวจสอบ</p>	<p>(1) อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน (2) เดินตรวจตราบนักเรียนทุกกลุ่ม (3) เป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน</p> <p>(4) ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน คิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล</p>	<p>(1) คิด พิจารณา วางแผน และ ออกแบบวิธีดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ</p> <p>(2) ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ด้วยการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก</p> <p>(3) จัดกระทำ วิเคราะห์และ นำเสนอ ข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจตรวจสอบ</p>
<p><b>3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว</b> คือ การสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ข้อ กล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล</p>	<p>(1) ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง</p> <p>(2) ชี้ให้เห็น ความสำคัญของ หลักฐาน และ เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง</p>	<p>(1) สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล</p> <p>(2) ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งลงในกระดาษหรือกระดาน</p>
<p><b>4. กิจกรรมการโต้แย้ง</b> คือ การจัดให้มีการโต้แย้งทั้งห้องเรียน ด้วยการให้นักเรียน โต้แย้งระหว่างกลุ่ม</p>	<p>(1) กำหนดประเด็นและนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง</p> <p>(2) เป็นผู้นำการอภิปราย จัดการ และควบคุมเวลาสำหรับการโต้แย้ง</p>	<p>(1) นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน</p> <p>(2) แสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้งที่น่าเสนอพร้อมให้เหตุผล ประกอบ</p>
<p><b>5. การเขียนรายงานผลการ สำนวจตรวจสอบ</b> คือ การให้นักเรียนเขียน รายงาน ผลการสำรวจ ตรวจสอบเป็น รายบุคคล</p>	<p>(1) กระตุ้นให้นักเรียนเขียน รายงานที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการที่ได้ปฏิบัติ</p>	<p>(1) เป็นผู้ประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง</p> <p>(2) เขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเองเพื่อ สื่อสารความคิดของตนเอง</p>



ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<b>6. การตรวจสอบโดยเพื่อน</b> คือ การตรวจสอบและประเมิน รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ	(1) กำหนดเกณฑ์สำหรับการประเมินคุณภาพของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (2) อำนวยความสะดวกในกิจกรรม การตรวจสอบโดยเพื่อน เช่น การแจกจ่ายงานให้กับนักเรียน (3) ชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่าเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	(1) ประเมิน ตรวจสอบรายงานของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้านคุณภาพของของรายงานที่ ควรปรับปรุง
<b>7. การปรับปรุงรายงาน</b> คือ การแก้ไข ปรับปรุง รายงาน ตามคำแนะนำของเพื่อน	(1) เป็นผู้นำในการอภิปรายและสะท้อนผลให้กับนักเรียน (2) ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน (3) แก้ไขมโนทัศน์ที่ผิดของนักเรียน	(1) ปรับปรุง แก้ไขรายงานตามคำแนะนำหรือการประเมินจากเพื่อน (2) เขียน รายงาน ใหม่ ตามคำแนะนำหรือผลการประเมิน

เอกภูมิ จันทรขันธ์ ได้นำกรอบ แนวคิดของ Sampson et al., (2009) มาปรับ บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งให้เป็น 5 ขั้นตอนได้แก่ (1) การระบุภาระงาน (Identification of the Task) (2) การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) (4) กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) ซึ่งมีรายละเอียด บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task)	กระตุ้นความสนใจในเรื่องที่จะศึกษาประเด็นปัญหา โดยการใช้คำถาม/การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ/การ ระบุภาระงาน ที่ต้องการให้นักเรียนทำ	มีสมาธิและมีความตั้งใจในประเด็นที่ครูนำเสนอ และคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนมา
2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)	ครูนั้นทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับ นักเรียน เช่น จัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน หรือมีการให้คำแนะนำนักเรียนบ้าง ในตอนที่เริ่มคิด แก้ปัญหาและคอยเดินตรวจตราให้นักเรียนทุกกลุ่ม	นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ โดยนักเรียนต้องเป็นผู้คิดวางแผน ออกแบบ ดำเนินการตามแผน จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)	บทบาทของครู ครูเป็นผู้คอยแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐาน และการให้ เหตุ ผล ใน การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งซึ่งนำไปสู่การ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลโดย เขียนลงในวัสดุขนาดที่ครูผู้สอนคิดว่าเหมาะสม สำหรับนักเรียนในท้องจะมองเห็น
4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)	ครูเป็นผู้คอยแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้	นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน และแสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้งที่ นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up)	ครูเก็บรวบรวมรายงานของนักเรียน พร้อมทั้ง ตรวจสอบโดยการใช้เกณฑ์คะแนน และให้ข้อมูล	นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นรายบุคคลซึ่งในรายงานประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ



ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
Investigation Report)	ป้อนกลับเป็นรายบุคคล	1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2) วิธีการบันทึกผลการทดลอง 3) คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ (ข้อกล่าวอ้าง, หลักฐาน, การให้เหตุผล)

จากบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่กล่าวมา เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 5 ขั้นตอน (เอกภูมิ จันทระขันติ 2559) โดยสรุปบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task)	ครูกระตุ้นความสนใจในเรื่องหัวข้อหรือประเด็นปัญหา และต้องเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่น่าเสนอในปัจจุบัน โดยการใช้คำถาม การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ การระบุภาระงาน ที่ครูกำหนดให้นักเรียนทำ	นักเรียนควรมีสมาธิและตั้งใจอยู่กับหัวข้อหรือประเด็นที่ครูนำเสนอและคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียน
2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)	ครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย ผู้อำนวยการ ให้นักเรียน ครูอาจมีการแนะนำบ้างเพื่อช่วยนักเรียนในตอนเริ่มต้นคิดแก้ปัญหา ครูจำเป็นต้องเดินตรวจตราบนักเรียนทุกกลุ่ม เป็นผู้คอยแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็น ความสำคัญของการ	นักเรียนทำหน้าที่ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง โดยเป็นผู้คิดวางแผน ออกแบบ พิจารณาถึงวิธีการสำรวจ ตรวจสอบและดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้จนสำเร็จ เมื่อได้ข้อมูลแล้วนักเรียนต้องจัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล เพื่อนำสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	ใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	
<b>3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)</b>	บทบาทของครู ครูเป็นผู้คอยแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยเขียนลงในวัสดุขนาด เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง นักเรียนควรให้ความสนใจกับความสำเร็จของข้อโต้แย้งและพยายามสร้างความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบายของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผล
<b>4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)</b>	ครูมีบทบาทเป็นผู้นำการโต้แย้ง โดยเริ่มจากการกำหนดประเด็นการโต้แย้ง นิยามคำศัพท์สำคัญที่ใช้ในการโต้แย้งเพื่อให้ทุกกลุ่มเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน จัดการและควบคุมเวลาในการโต้แย้ง	นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการนำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน และแสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผล ประกอบ
<b>5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report)</b>	ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้และกระบวนการสำรวจตรวจสอบ และครูเก็บรวบรวมรายงานของนักเรียน พร้อมทั้งตรวจโดยใช้เกณฑ์คะแนน และให้ข้อมูล ป้อนกลับเป็นรายบุคคล	นักเรียนจะต้องเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนมี บทบาทเป็นผู้ประเมินความคิด และเขียนรายงานเพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง

### 3. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการระบุคำตอบจากการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งแสดง หลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีความน่าเชื่อถือ และตรวจสอบความสอดคล้องและความสมเหตุสมผล ระหว่างหลักฐานที่สนับสนุนกับคำตอบ การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่น่าสนใจ 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (2) ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (3) องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (4) แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

McNeil et al. (2006) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหลักใน ห้องเรียนที่มีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อาจจะมีการสร้างคำอธิบายทางเลือก เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ นำเสนอและตัดสินคุณค่าของคำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้น สอดคล้องกับ Kuhn and Reiser (2005) ที่กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจ เหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ เชื่อมโยงความเข้าใจกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และเป็นผู้มี ความสนใจในการแสดงความคิดเห็นและคัดค้านคำอธิบายได้

Wittwer & Renk (2008) อธิบายว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างข้อสรุป โดยใช้หลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ และการนำข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มมากขึ้น

Primo & al (2010) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถหนึ่งซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการที่นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

Peker and Wallace (2011) ที่พบว่า การส่งเสริมให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน คำอธิบายพร้อมแสดงเหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำอธิบาย และหลักฐานได้

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้กล่าวว่า ความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านการพัฒนาความเข้าใจโมโนทัศน์ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา ด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และมีเหตุผล ตลอดจนเป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เสมือนจริงให้กับนักเรียนเพราะได้นำเอา การปฏิบัติอันเป็นหลักสำคัญของสังคม วิทยาศาสตร์มาจัดการเรียนการสอนซึ่งเป็นการพัฒนานักเรียนทางด้านกระบวนการคิดการปฏิบัติและ การสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์

กฤตกร สภาสันติกุล (2558) ได้กล่าวว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็น สมรรถนะที่มีความสำคัญกับนักเรียนในยุคปัจจุบัน ซึ่งชี้ให้เห็นถึงเหตุและผลของการเกิดปรากฏการณ์ โดยมีหลักฐานสนับสนุนคำตอบรวมทั้งการกิจกรรมเปิดโอกาสให้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเป็นผู้ ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองพัฒนาความรู้ความเข้าใจทักษะการคิดรวมไปถึง เจตคติต่อการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่งผล ให้นักเรียนเข้าใจเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ โดยมีหลักฐานสนับสนุนคำตอบ เชื่อมโยง ความเข้าใจกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ จากการตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำมาใช้เป็น หลักฐานในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง

### 3.2 ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีนักวิชาการที่ให้ ความหมายของคำว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Bayer and Davis (2008) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การ รายงานผลของปรากฏการณ์ โดยรายงานนี้จะต้องเชื่อมโยงกับหลักฐานซึ่งได้มาจากการสำรวจ ตรวจสอบ หรือการ อ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Chaimala (2009) ได้ระบุความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ว่า เป็น การอธิบายบริบททางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงเหตุผลสนับสนุนความเชื่อและการกระทำ ซึ่ง เหตุผลนั้น อาจจะเป็นสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ

Reiser, Berland, and Kenyon (2012) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

Zangori and Forbes (2014) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและกลไกที่ใช้ในการอธิบายที่สนับสนุนสาเหตุและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

อรยา แจ่มใจ (2557) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับหลักฐานที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้า

กฤตกร สภาสันติกุล (2558) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นการกล่าวถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ที่แสดงสาเหตุการเกิด กระบวนการ เพื่อหาคำตอบของข้อปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาถึงความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล เป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์ มาสนับสนุนคำอธิบายนั้น

### 3.3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาและกำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

McNeil et al. (2006) ได้พัฒนาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ ข้อโต้แย้งของ Toulmin (Toulmin's Argumentation Pattern: TAP) (1958) โดยนำเสนอว่าคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ตรงกับข้อกล่าวอ้าง (Claim) ตามรูปแบบข้อ โต้แย้งของ Toulmin (2) หลักฐาน (Evidence) คล้ายกับข้อมูล (Data) ตามรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin และ (3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการผสมผสานระหว่างข้อรับรอง (Warrant) กับข้อสนับสนุน (Backing) ตามรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด สรุปได้ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถาม
2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งหลักฐานนี้มาจากการสำรวจ ตรวจสอบ การสังเกต การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สำหรับองค์ประกอบของการให้เหตุผลตามที่ McNeill et al. เสนอแนะให้นักเรียนแสดงคือเหตุผลที่แสดงถึงความเชื่อของนักเรียนที่ใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

Berland and Reiser (2008) อธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบของคำถามก่อนการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2. หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุน

3. การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ

Primo et al. (2008) นำเสนอองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ศึกษาว่า เกิดขึ้น อะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร หรือเหตุใดจึงเกิดขึ้น

2. หลักฐาน (Evidence) เป็นการสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่จะช่วยสร้าง สนับสนุน และการอ้างอิงถึงข้อกล่าวอ้าง

3. การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่ตัดสินข้อกล่าวอ้าง โดยแสดงความเชื่อมโยงมโนทัศน์หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

Sampson and Clark (2009) กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่ามี 3 องค์ประกอบคือ (1) คำอธิบาย (Explanation) (2) หลักฐาน (Evidence) (3) การให้เหตุผล (Reasoning) โดยยึดกรอบแนวคิดของ Toulmin (Toulmin's Argumentation Pattern: TAP) (1958) ในการพัฒนากรอบแนวคิด ซึ่งทั้งสามองค์ประกอบ มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. คำอธิบาย (Explanation) คือ คำตอบจากคำถามโดยคำอธิบายนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา หรืออธิบายสาเหตุของกระบวนการที่เกิดขึ้น

2. หลักฐาน (Evidence) คือ สิ่งที่นักเรียนรวบรวมได้เพื่อนำไปสนับสนุนคำอธิบาย โดยใช้หลักฐานจากการสังเกต การวัด การศึกษาหาความรู้

3. การให้เหตุผล คือ การแสดงให้เห็นถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐานในการสนับสนุนคำอธิบาย



จกมล บุญรอด (2557) กล่าวไว้ว่าองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบหรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา มักเป็นการตอบคำถามที่ว่า เกิดอะไรขึ้น เกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเกิดขึ้น ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้เป็นเช่นนั้น เป็นต้น

2. หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง

3. การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ มักเป็นการอธิบายแนวคิดที่ต้องการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใด จึงใช้หลักฐานนั้นในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง” หรือ “เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” เป็นต้น

จากการศึกษาข้างต้น พบว่านักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ท่านจำแนกองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 องค์ประกอบพื้นฐาน ได้แก่ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ดังนั้นสรุปได้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบหรือข้อสรุปของคำถาม ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา หรืออธิบายสาเหตุของกระบวนการที่เกิดขึ้น

2. หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3. การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนคำอธิบาย

### 3.4 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 ประเด็นหลัก คือ แบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน

**3.4.1 แบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์** มีลักษณะเป็นการกำหนดสถานการณ์ ข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่น ภาพ ตาราง และข้อความ ลักษณะของข้อความที่เป็นแบบให้เขียนตอบ โดยเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

McNeill and Krajcik (2006) สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน โดยวัดความสามารถในเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ 3 เรื่อง ได้แก่ สารและ สมบัติของสาร ปฏิริยาเคมีและกฎทรงมวล เป็นจำนวน 3 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อมูล ประกอบสถานการณ์จำนวน 2 ข้อ และภาพแสดงการทดลอง 1 ข้อ

Harris (2006) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 1 เรื่อง คือ ปฏิริยาเคมี โดยกำหนดสถานการณ์มาให้ว่าถ้านำสารตั้งต้นที่มีอยู่ผสมกับไขมันแล้วปล่อยให้ทำปฏิริยากันสารตั้งต้นใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร

Gotwals Songer and Bullard (2009) สร้างแบบวัดเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดการใช้หลักฐานและเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ แบบสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และข้อคำถาม เพื่อให้ นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

Sampson and Clark (2009) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ การถ่ายทอด พลังงาน สมดุลความร้อนและการนำความร้อน เป็นจำนวน 3 ข้อ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบอัตนัย แต่ละข้อประกอบด้วยสถานการณ์ ข้อมูลประกอบสถานการณ์ และข้อคำถาม โดยแบบสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบเนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำนวนข้อและลักษณะของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับลักษณะ และปริมาณของเนื้อหาว่าครอบคลุมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่

### 3.4.2 เกณฑ์การประเมิน

McNeil et al. (2006) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่ง ได้เป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ 0-5 ดังตารางที่ 5 ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถ

ระดับ ความสามารถ	คำอธิบายในแต่ละระดับความสามารถ
0	ไม่ระบุองค์ประกอบหรือระบุไม่ถูกต้องในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์
1	ไม่สามารถระบุตัวอย่างที่เป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทาง



ระดับ ความสามารถ	คำอธิบายในแต่ละระดับความสามารถ
	วิทยาศาสตร์
2	ระบุข้อสรุปที่มากเกินไป และไม่สามารถเชื่อมโยงตัวอย่างกับข้อสรุปได้
3	ระบุข้อสรุปที่กำกวม และไม่สามารถอธิบายตัวอย่างที่นำไปสู่ข้อสรุปได้
4	ระบุข้อสรุปได้ แต่อธิบายตัวอย่างที่นำไปสู่ข้อสรุปได้ไม่ครบ
5	ระบุองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน

McNell and Krajcik (2008) สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีรายการประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 3 ระดับ การสร้างเกณฑ์การ ประเมินแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์แบบทั่วไป (general rubrics) และ เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์แบบเฉพาะ (Specific rubric)

เมื่อสร้างเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์แบบทั่วไปนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์ตามความเฉพาะของเนื้อหาหรือชิ้นงานในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียน นำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการสร้างการคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนที่ได้รับในบทเรียน โดยนักเรียนประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนมาใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วย ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไปตามองค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของ คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
<b>ข้อ ก ล่า ว อ้ า ง</b> (ข้อ ความ หรือ ข้อสรุปที่เป็น คำตอบของปัญหา)	ไม่สามารถสรุปได้ หรือ สรุปได้ไม่ถูกต้อง	สร้างข้อสรุปได้ บางส่วน	สร้างข้อสรุปได้ ถูกต้องและ สมบูรณ์
<b>หลักฐาน</b> (ข้อมูล เชิงประจักษ์ที่ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง)	ไม่แสดงหลักฐานหรือ แสดงหลักฐานที่ไม่ นำไปสู่ข้อสรุป	แสดงหลักฐานที่ เหมาะสมแต่ ไม่เพียงพอที่จะนำไปสู่ข้อสรุป	แสดงหลักฐานที่ เหมาะสมและ เพียงพอที่จะ นำไปสู่ข้อสรุป
<b>การให้เหตุผล</b>	ไม่สามารถให้เหตุผล	เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อ	เชื่อมโยงหลักฐาน

องค์ประกอบของ คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
(การเชื่อมโยง ระหว่าง ข้อสรุปกับ หลักฐาน)	หรือให้เหตุผลที่ไม่ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อสรุป	สรุปได้บางส่วน รวมถึงให้ เหตุผลโดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ เพียงพอ	กับ ข้อสรุปได้ ถูกต้องและ สมบูรณ์

Zangori and Forbes (2014) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนตาม P-SOP (Practices of Science Observation Protocol) ซึ่งเป็นการให้คะแนนโดยมีรากฐานมาจากลักษณะของ การสืบสอบ 5 ประการ ซึ่งหนึ่งในห้าของลักษณะการสืบสอบ คือ การสร้างคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่สนใจที่จะทำการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประเมินจากลักษณะทั้ง 4 คือ ตอบคำถามที่ต้องการทำการสำรวจตรวจสอบ ข้อมูลและหลักฐานที่สนับสนุนคำตอบที่ทำการสำรวจตรวจสอบ ให้ความสนใจเรื่องใหม่ และเสริมสร้างแนวความคิดที่มีอยู่เดิม ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ลักษณะตาม P-SOP

สิ่งที่ต้องการวัด	ระดับของคำอธิบาย	คะแนน
1. นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจซึ่งขึ้นอยู่กับหลักฐาน	คำอธิบายที่สร้างประกอบด้วยสาเหตุและผล และมีหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุน	3
	คำอธิบายที่สร้างประกอบด้วยสาเหตุและผล และมีหลักฐานที่สนับสนุนบางส่วน	2
	คำอธิบายที่สร้างประกอบด้วยสาเหตุและผล และมีหลักฐานที่มีน้ำหนักน้อยมาสนับสนุน	1
	คำอธิบายที่สร้างไม่มีหลักฐานมาสนับสนุน	0
2. นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจโดยตอบคำถามที่สำรวจตรวจสอบ	คำอธิบายที่สร้างตอบคำถามในเรื่องที่ทำการสำรวจตรวจสอบทั้งหมด	3
	คำอธิบายที่สร้างตอบคำถามในเรื่องที่ทำการสำรวจตรวจสอบบางส่วน	2
	คำอธิบายที่สร้างตอบคำถามในเรื่องที่ทำการสำรวจตรวจสอบน้อยมาก	1
	คำอธิบายที่สร้างไม่ตอบคำถามในเรื่องที่สำรวจ	0
3. นักเรียนสร้างคำอธิบาย	คำอธิบายที่สร้างมีความแตกต่างจากคำอธิบายที่มีอยู่เดิม	3

สิ่งที่ต้องการวัด	ระดับของคำอธิบาย	คะแนน
เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจ ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจใหม่	และนำเสนอความเข้าใจใหม่	
	คำอธิบายที่สร้างเสนอความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับบางมุมมองของคำอธิบายที่มีอยู่เดิม	2
	คำอธิบายที่สร้างมีลักษณะคล้ายและช่วยส่งเสริม คำอธิบายที่มีอยู่เดิม	1
	คำอธิบายที่สร้างไม่ได้นำเสนอความเข้าใจใหม่	0
4. นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจ โดยสร้างบนความรู้ที่มีอยู่	คำอธิบายที่สร้างมีความสัมพันธ์และความแตกต่างชัดเจนระหว่างคำอธิบายที่มีอยู่เดิมกับคำอธิบายที่สร้างขึ้นใหม่	3
	คำอธิบายที่สร้างมีบางส่วนที่ยึดคำอธิบายเดิม บางส่วนของคำอธิบายที่สร้างขึ้นอยู่กับคำอธิบายเดิม	2
	คำอธิบายเดิมมีความสัมพันธ์กับคำอธิบายใหม่แม้ว่าคำอธิบายเดิมจะไม่ได้เป็นรากฐานของ คำอธิบายที่สร้าง	1
	ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายเดิมที่มีอยู่กับคำอธิบายที่สร้างขึ้นมาใหม่	0

จากการศึกษาสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากพฤติกรรมชี้วัดตามกระบวนการของวิธีการหรือเทคนิคนั้น ๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง โดยยึดการประเมินผลแบบองค์ประกอบย่อยตาม McNell and Krajcik (2008) และดัดแปลงเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อให้เหมาะสมในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง โดยวัดจากพฤติกรรมดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
<b>ข้อกล่าวอ้าง (Claim):</b> ข้อคำตอบหรือข้อยืนยันของคำถาม	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือ สร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องบางส่วน	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องและสมบูรณ์
<b>หลักฐาน (Evidence) :</b> ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่	ไม่แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่เพียงพอ	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	หรือการใช้หลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
<b>การให้เหตุผล (Reasoning) :</b> ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน	ไม่มีการให้เหตุผลหรือเหตุผลที่ใช้ไม่แสดงความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง	มีการให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้บางส่วน โดยอาจจะมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ	มีการให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ

#### 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Eysenck, Arnold and Meili (1972) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดย อาศัยความสามารถเฉพาะตัวของบุคคล โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากการทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรือเกรคของการเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและ ระยะเวลา หรืออาจวัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

Good (1973) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ที่ได้รับ หรือทักษะที่เกิดขึ้นจาก การเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ครูผู้สอนให้ หรือคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำ ใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษาค้นคว้า อบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่น ๆ

ปราณี กองจินดา (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ หรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

สมนึก ภัททิยธนี (2558) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมี 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานล้วน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

#### 4.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึง ผลงานทางวิชาการของเบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ที่มีชื่อ อนุกรมวิธานของบลูม (Blooms' Taxonomy) ซึ่งก็คือการจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้น บลูมได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge)เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถตอบเกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ สูตรต่าง ๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากความจำ เช่น

- สิ่งแวดล้อมหมายถึงอะไร
- ระบบสุริยะประกอบด้วยอะไรบ้าง
- โมเลกุลคืออะไร

2. ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ทั้งด้านความหมายความสัมพันธ์ และความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิด (Network of Concepts) ทั้งหมดที่เรียน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย แปลความหมาย ขยายความ สรุปอ้างอิง จากข้อมูล (Data) ที่ผ่านการประมวลเป็นสารสนเทศ (Information) แล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- เพราะเหตุใดในทะเลทรายจึงมีพืชดำรงชีวิตอยู่ได้น้อย

- ทำไมดวงจันทร์จึงมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละคืน
- เพราะเหตุใดจึงต้องสร้างเขื่อนให้ฐานเขื่อนมีความกว้างกว่าสัน

เขื่อน

3. ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง (Fact) ความคิด (Idea) หลักการ (Principle) กฎ (Law) วิธีการ หรือสูตรต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ใหม่ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการนำไปใช้ เช่น

- ถ้าอุ่นแกงไปเรื่อย ๆ จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
- ในการทำน้ำเชื่อม ถ้าอยากให้น้ำตาลทรายทั้งหมดละลายได้เร็ว

ขึ้นจะทำอย่างไรได้บ้าง

- เราจะวัดความสูงของต้นไม้ได้อย่างไร

4. ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรง มี 2 ลักษณะคือ

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

4.2 วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิง หรือหลักการต่าง ๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นการประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญหาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- การทดลองนี้ นักเรียนต้องควบคุมอะไรให้คงที่บ้าง
- ดาวศุกร์และโลกมีอะไรเหมือนกันและแตกต่างกันบ้าง
- ถ้าน้ำมันปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติหมดไปจากโลก

จะส่งผลต่อมนุษย์อย่างไรบ้าง

5. ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่ หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสังเคราะห์ เช่น



ได้อย่างไร

- เราจะวางแผนการบันทึกจำนวนแมลงที่บินเข้าและออกจากสวน

วิธีการอย่างไรบ้าง

- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้ห้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมี

- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6. ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation)เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนต้องใช้การตัดสินคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล เช่น

- นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักดาราศาสตร์ในการตัดสินให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะเพียงพอแล้วหรือไม่ เพราะเหตุใด

- นักเรียนคิดว่าการค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์มีประโยชน์หรือไม่ เพราะเหตุใด

- หากประเทศไทยจะประกาศให้การโคลนเป็นเรื่องที่ทำได้โดยถูกกฎหมาย นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

แอนเดอร์สัน (Anderson and Krathwohl, 2001 อ้างใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียนรู้ การสอน และการประเมิน หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ เช่น

- อะตอมคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง

- สมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นอย่างไร

2. ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนรู้ซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผังตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น



- แรงสัมผัสและแรงไม่สัมผัสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
- แผนภูมิแสดงความสูงของพืชแต่ละชนิดในหนึ่งสัปดาห์สามารถ

อธิบายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างไร

- เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงต้องสวมชุดอวกาศเมื่อออกไป

ปฏิบัติภารกิจภายนอกยานอวกาศ

3. ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำ

หรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้ เช่น

- จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแก๊สที่กำลังเดือดได้รับพลังงานความร้อนมาก

ขึ้น

- ถ้านำพืชแต่ละชนิดไปวางไว้ในที่ที่ไม่มีแสงแดดส่องถึง พืชแต่ละ

ชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

- จะเลือกใช้วัสดุชนิดใดมาสร้างเสื่อกันฝน เพราะเหตุใด

4. ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถแจกแจง

แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมาตัวอย่างคำถาม เพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- ปากใบมีความสำคัญอย่างไรต่อการทำหน้าที่ของใบพืช
- การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร
- ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งขั้วโลก และแต่

ละปัจจัยมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

5. ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสิน

คุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า เช่น

- แบบจำลองใดที่อธิบายเกี่ยวกับระบบสุริยะได้ครบถ้วนและ

ใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด

- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมี

วิธีการอย่างไรบ้าง

- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะ

ทำให้เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6. ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถการนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อย เข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด(Generating) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสรรค์ เช่น

- เสนอแนวทางอื่น ๆ ที่จะทำให้ประเทศไทยมีพลังงานไว้ใช้ผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ

- นักเรียนเห็นด้วยกับการนำเทคโนโลยีตัดต่อพันธุกรรมมาใช้กับผลผลิตทางการเกษตรหรือไม่ เพราะเหตุใด

- เพราะเหตุใดหมาป่าจึงไม่สามารถทำลายบ้านของหนูตัวที่ 3 ได้

นันทภัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวถึง คำอธิบายและคำกริยาที่ใช้ในอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูมมีรายละเอียดดังตารางที่ 9 ตารางที่ 9 อนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
จำได้ (Remember)	การระลึกได้ถึงข้อเท็จจริงข้อความหรือความรู้เฉพาะด้าน โดยการระลึกได้จากความจำระยะยาว	นับ นิยาม บรรยาย วาด ค้นหา	ระบุ ทำ เครื่องหมาย ใส่รายการ บอกตำแหน่ง บอกชื่อ	เรียก ท่อง บันทึก เล่าเหตุการณ์ บอก
เข้าใจ	การเข้าใจและการสร้าง ความหมายด้วยปากเปล่า การเขียนและการสื่อสารด้วยภาพกราฟิก	แบ่งประเภท บรรยายอภิปราย ยกตัวอย่าง อธิบาย	อ้างถึง ระบุ ตีความ โครงสร้าง ถอดความ	แทนที่ เรียบเรียงใหม่ สรุป บอก แปล
ประยุกต์	การใช้หรือการปฏิบัติ กระบวนการในสถานการณ์	นำไปปฏิบัติ แบ่งประเภท คำนวณ แสดงให้เห็น	วาดดำเนินการ แสดงภาพประกอบ ใช้อุปกรณ์ วางแผน	เลือก แสดงให้เห็น แก้ปัญหา ถ่ายโอน

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
		กำหนด/ตัดสินใจ		ใช้
วิเคราะห์	การแยกส่วนจากองค์รวมไปสู่ส่วนย่อยและทำความเข้าใจความเข้าใจ บทบาทของแต่ละส่วนย่อยนั้น การบอกความสัมพันธ์ของส่วนย่อยนั้นและความสัมพันธ์ของเป้าหมายโดยรวมหรือโครงสร้างโดยรวม	วิเคราะห์ จำแนก/แยกแยะ จัดหมวดหมู่ ให้คุณ-ลักษณะ เปรียบเทียบ	บอกสิ่งที่ขัดแย้ง ถอดโครงสร้าง บอกความแตกต่างแบ่งแยก ทำให้เห็นความต่าง	ตรวจสอบ อนุมาน/อุปนัย ได้สอบสวน เชื่อมโยงแยกส่วน

ที่มา: นันทภักดิ์ นิยมทรัพย์ (2560)

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้จากการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถตอบเกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ สูตรต่าง ๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วได้

2. ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ทั้งด้านความหมายความสัมพันธ์ และความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิดทั้งหมดที่เรียน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง สร้างแผนภูมิหรือแผนผัง

3. ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่นักเรียนนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ โดยไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง หลักการ วิธีการ หรือสูตรต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

4. ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถวิเคราะห์ จำแนก จัดหมวดหมู่ แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมา

5. ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถาม

6. ระดับที่ 6 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐาน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล

และ อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ จดจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีดีขึ้น วัดผลด้านพุทธิพิสัยในระดับจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### 4.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 4.3.1 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

อารีย์ วชิรวารการ (2542) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้าน ความรู้ ทักษะ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายในโรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่า หมายถึง แบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ ตามวัตถุประสงค์ของวิชา โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาต่างๆในโรงเรียน ที่ผ่านการเรียนมาแล้วว่ามีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ โดยเน้นที่ความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ไปแล้ว ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของวิชา

#### 4.3.2 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบ กับให้นักเรียนปฏิบัติจริงซึ่งมี 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐานการแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่างไม่ว่าการ แจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจ และการแปลคะแนนของข้อสอบ

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมในส่วนใดจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้เพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่ได้มาตรฐานแก้ไขได้ทุกกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น จะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้

1. วัดด้านการนำไปใช้
2. วัดด้านการวิเคราะห์
3. วัดด้านการสังเคราะห์
4. วัดด้านการประเมินค่า

ไพศาล วรคำ (2562) ได้กล่าวถึงการจำแนกแบบทดสอบตามการตรวจให้คะแนน สามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ ไม่ว่าจะให้บุคคลใดเป็นผู้ตรวจก็จะสามารถให้คะแนนได้ถูกต้องตรงกันเสมอ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด เป็นต้น

2. แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่นแบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3. แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนตามโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

สรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกได้หลายประเภทตามเกณฑ์การจำแนกโดยถ้าแบ่งตามการสร้างจะได้แบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นหากจำแนกตามการตรวจให้คะแนน จำแนกได้เป็นแบบทดสอบปรนัย ซึ่งการตรวจให้คะแนนจะไม่ขึ้นอยู่กับผู้ให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งการให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยจะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน และหากจำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมินจำแนกได้เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น



เพื่อวัดความรู้ว่ามีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ แบบทดสอบอิงกลุ่มเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ของแต่ละบุคคลว่ามีความรู้อยู่ระดับใดเมื่อเทียบกับบุคคลอื่น

## 5. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา ( $E_1/E_2$ )

### 5.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวถึง การหาคุณภาพของนวัตกรรม โดยมีวิธีการดังนี้

1. การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ทำนวัตกรมนั้นโดยตรงอย่างน้อย 3 คนตรวจสอบ ถ้าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีความเห็นสอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหาและรูปแบบมีความถูกต้องเที่ยงตรงและครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่กำหนด ซึ่งการตรวจสอบที่สมบูรณ์ถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปทดลองใช้นั้น จะใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของนวัตกรรม

2. การทดลองและพัฒนาเป็นการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กันโดยทั่วไป และเชื่อว่ามีมาตรฐานจะมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทดลองแบบ 1:1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการใช้นวัตกรรมและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่างๆ อย่างละเอียด จากการสังเกตพฤติกรรมการใช้ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์

2.2 การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน 5-10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องเหมาะสมของนวัตกรรมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น และนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

2.3 การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน ตั้งแต่ 20-30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (Developmental Testing) เป็นกระบวนการควบคุมและประกันคุณภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าต้นแบบชิ้นงานของผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจริง ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่หรือใช้จริง รวมถึงการผลิตสื่อและชุดการสอนที่เป็นต้นแบบชิ้นงานใหม่เช่นเดียวกัน จำเป็นที่ต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะให้ครูนำไปใช้กับนักเรียน โดยดำเนินการตามกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout) และการทดลองใช้จริง (Trial Run) ซึ่งมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร  $E_1/E_2$  สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process- $E_1$ ) และทดสอบประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product- $E_2$ )



1. การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2. การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชา ไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษา เป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical approach)

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมการเรียนการสอนและนำไปใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นจะมี 2 ขั้นตอนหลักคือ การตรวจสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และการหาประสิทธิภาพจากการนำไปใช้สอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่

## 5.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

### 5.2.1 ความหมายของเกณฑ์

สุวิมล ว่องวานิช (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ระดับที่ใช้ในการตัดสินความสำเร็จของการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ที่กำหนด เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ถือว่าอยู่ในระดับดี กำหนดเกณฑ์การตัดสินว่าต้องสอบได้คะแนน 80 % จึงจะได้เกรด A ถ้าได้น้อยกว่า 50 % ถือว่าสอบตก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

จากข้างต้นสามารถสรุปความหมายของเกณฑ์ได้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ขีด กำหนดหรือระดับที่ใช้ตัดสินความสำเร็จของงานตามตัวบ่งชี้ที่กำหนด คุณภาพของผลงาน และผลการกระทำหรือการปฏิบัติ

### 5.2.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555) อธิบายว่า เกณฑ์ ประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ โดยยกตัวอย่าง  $E_1/E_2 = 80/80$  ดังนี้

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาค่าเฉลี่ย  $E_1$  และ  $E_2$

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบจากคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อ หรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และอธิบายว่าการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่

เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

สรุปได้ว่า ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นระดับที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยเกณฑ์ของประสิทธิภาพมีความหมายที่แตกต่างกันหลายลักษณะ และการกำหนดเกณฑ์ทำได้โดยประเมินผลพฤติกรรม 2 ประเภท คือ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องซึ่งเป็นการประเมินผลของกระบวนการ และ ประเมินพฤติกรรมสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์

### 5.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ประสาธน์ เถืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังนี้

$$1) \text{ สูตรที่ 1 } E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

$N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$A$  แทน คะแนนเต็มของทุกส่วน

$$2) \text{ สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน

$N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$A$  แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) ได้กล่าวว่าการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมสามารถหาได้จากการคำนวณตามสูตรดังนี้

1) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ( $E_1$ )

$$E_1 = \frac{\sum \left( \frac{X}{A} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียน

2) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>)

$$E_2 = \frac{\sum \left( \frac{Y}{B} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E<sub>2</sub> แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

สรุปได้ว่า การคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมทำได้โดยการการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ซึ่งค่าคะแนนได้มาจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและการทดสอบย่อย และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ซึ่งค่าคะแนนได้มาจากการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

#### 5.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ประสาท เนิองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยการยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

1) สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub> ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 95/95

2) เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub> ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 90/90

3) ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub> ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมพิจารณา ดังนี้

1) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

2) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 2.5 สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นจะต้องพิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยถ้าคำนวณค่าประสิทธิภาพได้สูงกว่า หรือเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมี ประสิทธิภาพ แต่หากได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์จะต้องได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 จึงจะยอมรับได้ว่านวัตกรรมนั้นมี ประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ผู้สอนพัฒนาขึ้น สามารถหาประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร  $E_1/E_2$  ซึ่ง  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพด้าน กระบวนการที่ได้จากการประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม และแบบทดสอบย่อยระหว่าง เรียนของนักเรียน และ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นการประเมินผลลัพธ์สุดท้าย ซึ่งได้จาก คะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน แต่การที่จะสรุปว่าสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา การเลือกเกณฑ์ เพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรม ควรพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อ นวัตกรรม วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ภาวะของนักเรียน และความยากของ เนื้อหาสาระ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก และซับซ้อน ผู้วิจัยจึงได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพ ของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เมื่อนำไปใช้แล้ว ทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดตามเกณฑ์ 70/70 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้ จากการทดสอบหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทุกแผนการจัดการเรียนรู้ หาค่าเฉลี่ยของคะแนน รวมและคิดเป็นร้อยละ 70

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยในประเทศ

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการ เรียน การสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่ง ทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม ทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกุหลาบวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร ที่เรียนใน ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2553 จำนวน 66 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 33 คน พบว่าความสามารถในการสร้าง

คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์และกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง จัดอยู่ใน ความสามารถระดับดี นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์สูง กว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนี้สำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความมี เหตุผลสูงกว่านักเรียน กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรยา แจ่มใจ (2557) พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการ โต้แย้ง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน และเพื่อศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริม ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่าหลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ในระดับดีมากซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริม ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีดังนี้ 1) ขั้นการระบุภาระงาน ครูต้องมีเทคนิค การใช้คำถามและสื่อที่มีความหลากหลาย 2) ขั้นการสรรสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูลครูต้องให้ นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและควรมีเทคนิคในการจัดกลุ่มที่มีความหลากหลาย 3) ขั้นการสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราวครูต้องกำหนดเวลาในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้เหมาะสม กับเวลาในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และครูมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนเห็น ความสำคัญของการใช้ หลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 4) ขั้นกิจกรรมการโต้แย้งครูต้องกำหนด ประเด็นการโต้แย้งและกำหนดเวลาในการโต้แย้งให้ชัดเจน 5) ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบครูต้องตรวจอย่างละเอียดโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ในแต่ ละแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับคืนนักเรียนทันที เพื่อให้ นักเรียนได้รับทราบว่ามีข้อ ปรับปรุงอะไรบ้าง

ณัฐวรรณ ศิริธร (2561) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มี จุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนิเวศน์ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในโครงการห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นที่ศึกษา ควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ท้าทายและเกี่ยวข้องกับ



ในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 2 การสร้างสรรค์และวิเคราะห์ข้อมูล ควรตั้งคำถามชี้ในลักษณะคำถามปลายเปิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว รูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรกำหนดองค์ประกอบอย่างชัดเจน ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของตรรกะและเหตุผล ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานส่วนบุคคล ควรให้การช่วยเหลือแนะนำให้นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 6 การอภิปรายสะท้อนผลและการปรับปรุงรายงาน ควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบรายงานของเพื่อนและอภิปรายถึงปัญหาและแนวทางที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม และผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

ธัญมกล ศักดิ์สูง (2562) งานวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบสและศึกษาผลของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกลุ่มศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางควรมีลักษณะดังนี้ การยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันการใช้สื่อที่มีความหลากหลาย และควรนำเสนอประเด็นที่ต้องชัดเจน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบและเลือกวิธีการเก็บหรือวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวเอง แล้วนำข้อมูลที่ได้อาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจะทำให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าเป็นข้อโต้แย้งใด ครูและนักเรียนควรร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลการให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานของตนเอง และนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการนิยามสูงที่สุด ร้อยละ 77.42 รองลงมา คือ ด้านทักษะการตัดสินข้อมูล และด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ร้อยละ 67.74 และ 61.29 ตามลำดับ

วรรณุช ทองเพชร (2562) การพัฒนาและผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อใช้และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส 2 ชั้นมัธยมศึกษาปี



ที่ 5 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับ หลังเรียน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดกิจกรรมโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพ 81.84/81.16 ซึ่งได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

จารุพันธ์ พากิติ (2563) การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีปัญหาคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 คน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) จากการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 54.90 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 64.70 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.47 โดยจะพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด 2) นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 11.76 วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 41.17 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 16 คนคิดเป็นร้อยละ 94.11 โดยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด

พรรณทิวา อินทญาติ (2564) ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง ผลการวิจัย คือ 1) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 62.71 สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 25.80 โดยเพิ่มขึ้น 36.91 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.26 ของคะแนนพัฒนาการ 2) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 25.51 สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.09 โดยเพิ่มขึ้น 20.43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.07 ของคะแนนพัฒนาการ

## 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Sandoval และ Miliwood (2005) ได้ทำการศึกษาเชิงทดลองเพื่อศึกษาโครงสร้างของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการคัดเลือกโดยธรรมชาติของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะร่วมกับโปรแกรม Explanation Constructor กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 87 คน กำลังศึกษาวิชาชีววิทยา แบ่งเป็น 4 ห้องเรียน การทดลองนี้สอนโดยครู 2 คน โดยใช้ระยะเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ โดยให้นักเรียนศึกษาร่วมกันเป็นกลุ่มละ 3-4 คน เพื่อตรวจสอบและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส และสาเหตุของการดื้อยารักษาโรควัณโรคของแบคทีเรีย เก็บข้อมูลจากคำอธิบายทั้ง 2 เรื่องที่สมบูรณ์จำนวน 58 ผลงาน ผลการวิจัยสรุปว่า (1) จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ค่าเฉลี่ยคุณภาพมโนทัศน์ของคำอธิบายเรื่องนกฟินช์ในเกาะกาลาปากอส และสาเหตุการดื้อยารักษาโรควัณโรคของแบคทีเรียเท่ากับ 6.83 (S.D. = 75) และ 6.90 (S.D. = 1.72) ตามลำดับ (2) จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ค่าเฉลี่ยความเพียงพอของมโนทัศน์ที่ปรากฏในคำอธิบายเรื่องนกฟินช์ในเกาะกาลาปากอส และสาเหตุ การดื้อยารักษาโรควัณโรคของแบคทีเรียเท่ากับ 1.61 (S.D. = 52) และ 1.96 (S.D. = 70) ตามลำดับ และ ความเพียงพอของมโนทัศน์ของทั้งสองเรื่องมีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (3) ลักษณะการอ้างหลักฐานที่มีการใช้มากที่สุดคือการอ้างแบบ Inclusion คือปรากฏหลักฐาน ในคำอธิบายแต่ไม่ได้อ้างอิงหรือเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างทั้งหมด

Peker and Wallace (2009) ทำวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับเกรด 10 ที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา (Biology Laboratories) จำนวน 16 คน เก็บข้อมูลจากรายงานปฏิบัติการจำนวน 51 เล่ม ประกอบด้วยเรื่องออสโมซิส พันธุศาสตร์ ฟังไจและปากใบ ผลวิจัยสรุปว่านักเรียนใช้พื้นฐานความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการโดยตรงมาใช้ในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ลักษณะการเขียนเป็นแบบการบรรยายกระบวนการปฏิบัติการ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เขียนคำอธิบายโดยใช้พื้นฐานของทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และไม่ใช้เหตุผลแบบนิรนัยในการอธิบาย ผลการสัมภาษณ์สรุปว่า นักเรียนประสบปัญหาในการเขียนคำอธิบาย

ปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนในส่วนการให้เหตุผลต่ำกว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์และเป็นการรายงานถึง กระบวนการสืบเสาะ

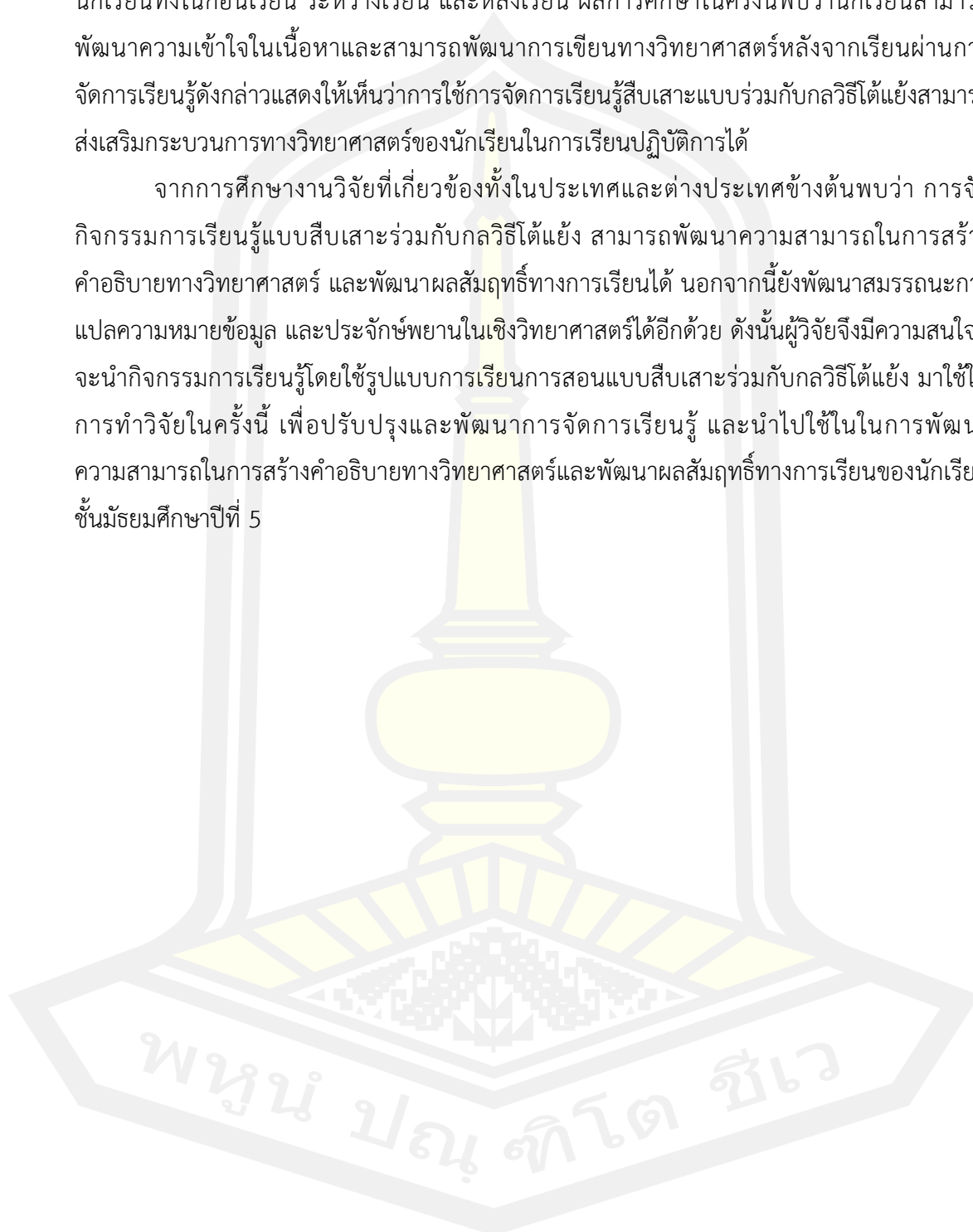
Primo et al. (2010) ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 72 คน ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสมุดบันทึกของนักเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง การใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 18 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบครบทั้ง 3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 40 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างเพียงอย่างเดียว

Sampson et al. (2010) ทำวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Instructional Model) ที่มีต่อความสามารถในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาวิชาเคมีจำนวน 18 คน จัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีด้วย รูปแบบดังกล่าวจำนวน 6 ครั้ง รวมระยะเวลาทดลอง 15 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ผลการวิจัยสรุปว่า (1) คะแนนของรายงานปฏิบัติการเคมี หลังจากเรียนสูงกว่ารายงานแต่ละครั้งระหว่างเรียนจำนวน 5 เล่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (2) รายงานที่มีการปรับปรุงแล้วเล่มสุดท้ายมี คะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของรายงานที่มีการปรับปรุงแล้วจำนวน 4 เล่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้คะแนนรายงานของนักศึกษาด้วยกันเอง จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review) สรุปว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ .001 และคะแนนรายงานของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนครั้งของการแก้ไขรายงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

Sampson, Enderle, Grooms, and Witte (2013) ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ทักษะในการเขียนทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย 2 แห่ง เมื่อเรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะร่วมกับกลโต้แย้งในปฏิบัติการทดลองใน 1 ภาคการศึกษา โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวเน้นการได้ลงมือทำการทดลองของนักเรียนและการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ทำการประเมินความเข้าใจในเนื้อหาโดยใช้

แบบวัดความรู้และประเมินการเขียนทางวิทยาศาสตร์จากแบบบันทึกการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งในก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาและสามารถพัฒนาการเขียนทางวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบร่วมกับกลวิธีโต้แย้งสามารถส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการเรียนปฏิบัติการได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้นพบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ นอกจากนี้ยังพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มาใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



## 7. กรอบแนวคิดงานวิจัย

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task)
2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)
4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report)



- ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่องกรด - เบสในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบก่อนการทดลอง (Pre Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562)

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 204 คน โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 6 ห้อง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคสกลนคร จากผลการใช้เกรดเฉลี่ยรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สถิติทดสอบ F-test พบว่า ประชากรมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 203 คน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Between Groups	1.021	5	.204	.426	.830
Within Groups	94.787	198	.479		
Total	95.808	203			

1.2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาเคมีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 33 คน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องกรด-เบส ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 เรื่อง กรด-เบส จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ทฤษฎีกรด-เบส (อาร์เรเนียส)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีกรด-เบส (เบรินสเตด-ลาวรี)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีกรด-เบส (ลิอวิส)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 คู่กรด-เบส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การแตกตัวของกรด-เบส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สมบัติกรด-เบสของเกลือ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ปฏิกริยาระหว่างกรด-เบส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การไทเทรตกรด-เบส

2.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่องกรด-เบส เป็นลักษณะข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องกรด-เบส เป็นลักษณะข้อสอบแบบปรนัย 4ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

## 3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องกรด-เบส จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

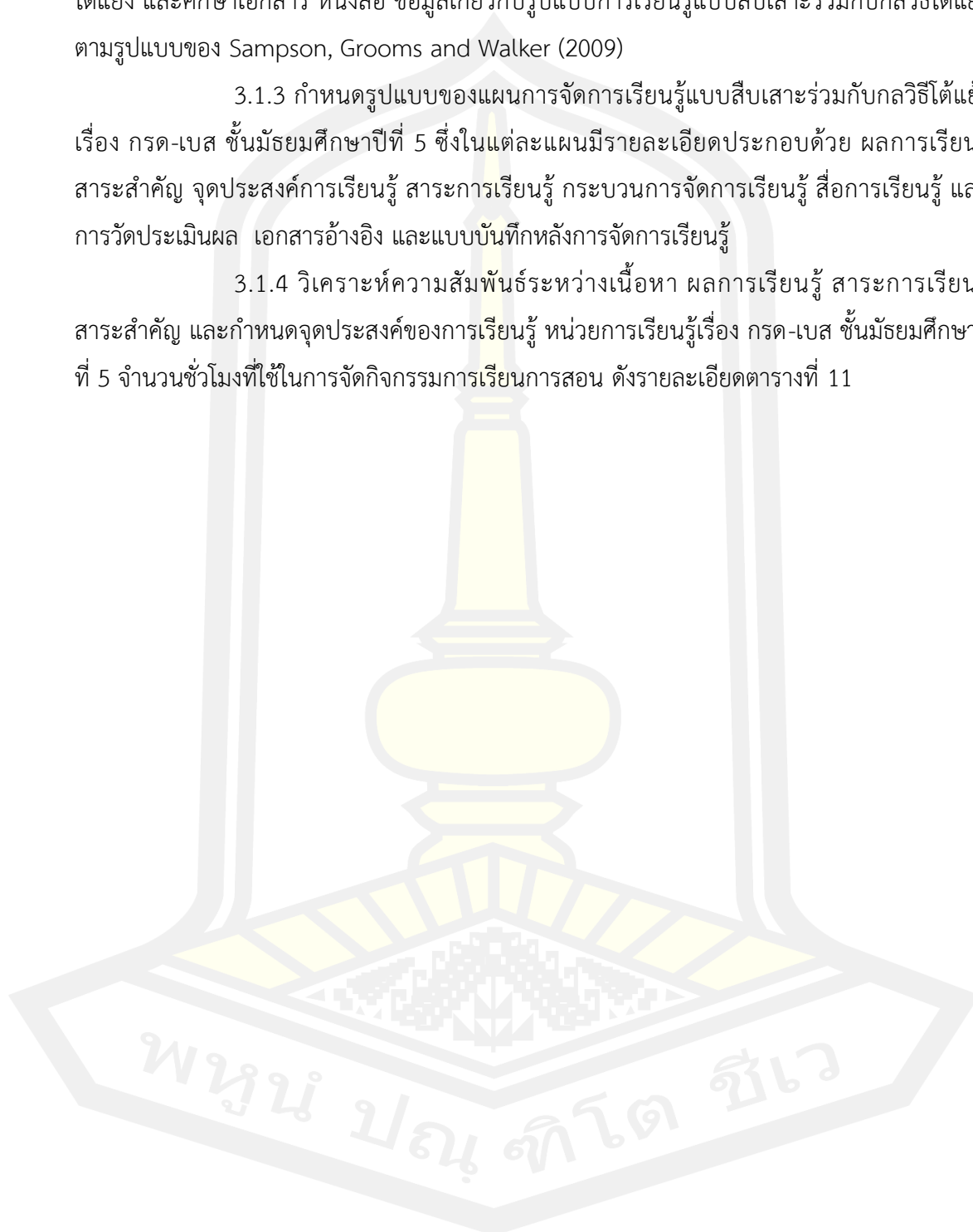
3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 2 และคู่มือครู



3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง และศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ตามรูปแบบของ Sampson, Grooms and Walker (2009)

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังรายละเอียดตารางที่ 11



ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
1	1.ระบุ และอธิบาย ว่าสารเป็นกรดหรือ เบสโดยใช้ทฤษฎี กรด-เบสของอาร์เร เนียส เบรินสเตด- ลาวรีและลิวอิส	ทฤษฎี กรด-เบส	1) อาร์เรเนียส ให้นิยามว่า กรด คือ สารที่ ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน ส่วนเบส คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัว ให้ไฮดรอกไซด์ไอออน	-นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า สารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของอาร์เรเนียส -นักเรียนสามารถทำนายว่าสารเป็นกรดหรือ เบสจากสมการเคมีโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของอาร์เรเนียสได้ -นักเรียนมีความตรงต่อเวลา และรับผิดชอบ งานที่ได้รับมอบหมาย	1
2	1.ระบุ และอธิบาย ว่าสารเป็นกรดหรือ เบสโดยใช้ทฤษฎี กรด-เบสของอาร์เร เนียส เบรินสเตด- ลาวรีและลิวอิส	ทฤษฎี กรด-เบส	เบรินสเตด-ลาวรี ให้นิยามว่า กรด คือ สารที่ ให้โปรตอน และ เบส คือ สารที่รับโปรตอน นอกจากนี้นิยามกรดและเบสของเบรินสเตด- ลาวรีสามารถอธิบายความเป็นกรดของ หรือ เบสของสาร ซึ่งโมเลกุลไม่มี $H^+$ หรือ $OH^-$ แต่เมื่อละลายน้ำแล้วได้สารละลายที่มีสมบัติ เป็นกรดและเบส	-นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า สารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของ เบรินสเตด-ลาวรี -นักเรียนสามารถทำนายว่าสารเป็นกรดหรือ เบสจากสมการเคมีโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลาวรีได้ -นักเรียนมีความตรงต่อเวลา และรับผิดชอบ	2

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
3	1. ระบุ และอธิบาย ว่าสารเป็นกรดหรือ เบสโดยใช้ฤทธิ์ กรด-เบสของอาร์เร เนียส เบรินสเตด- ลาวรีและลิวอิส	ทฤษฎี กรด-เบส	ลิวอิส ให้นิยามว่า กรด คือสารที่สามารถรับ คู่อิเล็กตรอน และ เบส คือ สารที่สามารถให้ คู่อิเล็กตรอน	งานที่ได้รับมอบหมาย -นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า สารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ฤทธิ์ลิวอิส -นักเรียนสามารถทำนายว่าสารเป็นกรดหรือ เบสจากสมการเคมีโดยใช้ฤทธิ์กรด-เบสของ ลิวอิสได้ -นักเรียนมีความตรงต่อเวลาและรับผิดชอบ งานที่ได้รับมอบหมาย	1
4	2. ระบุคู่กรด-เบส ของสารตามทฤษฎี กรด-เบสของเบ รินสเตด-ลาวรี	คู่กรด- เบส	ทฤษฎี กรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี คือ สารประกอบสองตัว โดยตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น กรดในปฏิกิริยาไปข้างหน้า กับสารที่ทำ หน้าที่ เป็นเบสในปฏิกิริยาย้อนกลับ หรือ ในทาง กลับกัน โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกัน จะมีจำนวนโปรตอนต่างกันอยู่ 1 โปรตอน และ สารที่เป็นคู่กรดจะมีโปรตอน ( $H^+$ ) มากกว่า สารที่เป็นคู่เบส	งานที่ได้รับมอบหมาย -นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ได้ว่าสารใดเป็นคู่กรด-เบสของ สารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี ได้ -นักเรียนสามารถทำนายคู่กรด-เบสจากสมการ เคมีได้ -นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	2

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
5	3. คำนวณและ เปรียบเทียบ ความสามารถใน การแก้ตัวหรือ ความแรงของกรด และเบส	การแตก ตัวของ กรด-เบส	<b>กรดแก่และเบสแก่</b> กรดแก่ และเบสแก่ เมื่อ ละลายน้ำเป็นสารละลาย จะแตกตัวเป็น ไอออนได้หมด <b>กรดอ่อนและเบสอ่อน</b> กรด อ่อนเมื่อละลายน้ำแล้ว แตกตัวเป็นไอออนได้ ไม่หมด ในสารละลายจึงมีทั้งไอออนและ โมเลกุลที่แตกตัวไม่หมดจึงทำให้เกิดปฏิกิริยา ผันกลับ เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงไป ข้างหน้าและย้อนกลับเกิดในอัตราเท่ากัน ระบบจะเข้าสู่ภาวะสมดุล	-นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายความสามารถในการ แก้ตัวหรือความแรงของกรดและเบสได้ -นักเรียนคำนวณความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน ร้อยละการ แตกตัว หรือค่าคงที่การแตกตัวของกรดและ เบสได้ -นักเรียนมีความรับผิดชอบ	1
6	4. เขียนสมการเคมี ของปฏิกิริยาไฮโดร ลิซิสของเกลือและ ระบุความเป็นกรด- เบสของสารละลาย เกิด	สมบัติ กรด-เบส ของเกลือ	เกลือเป็นสารประกอบไอออนิกที่เกิดจาก ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส เกลือเป็นสาร อิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวเป็นไอออนใน สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายบางกรณี เกลือสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้ เรียกว่า ไฮโดรลิซิสของเกลือ ซึ่งหมายถึง ปฏิกิริยา ระหว่างไอออนลบและหรือไอออนบวกของ เกลือกับน้ำ	- นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์เพื่อระบุความเป็นกรด-เบสของ สารละลายเกลือได้ -นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติกรด- เบสของเกลือได้ -นักเรียนมีความรับผิดชอบ	2

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
7	5. เขียนสมการเคมี แสดงปฏิกิริยา สะเทิน และระบุ ความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย หลังการสะเทิน	ปฏิกิริยา ระหว่าง กรด-เบส	ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส มีชื่อว่าเรียก ปฏิกิริยาสะเทิน ( Neutralization หมายถึง การทำให้เป็นกลาง ซึ่งเมื่อนำกรดมาทำ ปฏิกิริยากับเบสจะเกิดการลดความเข้มข้น หรือลดความเป็นกรดเป็นเบสของสารตั้งต้น ลง เมื่อสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดทำปฏิกิริยากับเบส จะเกิดผลิตภัณฑ์เป็นเกลือ และจะมีน้ำ เกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่ ( ปฏิกิริยาสะเทิน ระหว่างกรดและเบสอาร์เรเนียส จะให้น้ำ ตัวเสมอ ) แต่จะมีบางปฏิกิริยาที่ได้เกลือ เพียงอย่างเดียว	-นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของ ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสได้ -นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยา ระหว่างกรด-เบสได้ -นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	1

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
8	6. ทดลอง และอธิบายหลักการการถ่ายเทความร้อนและการพาความร้อนโดยการพาเลือกใช้ชนิดเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายเทความร้อน 7. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต	การไทเทรตกรด-เบส	การไทเทรตกรด-เบส หมายถึง กระบวนการหาปริมาณสาร โดยวิธีใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี ทำให้คำนวณหาความเข้มข้นหรือปริมาณของสารตัวอย่างดังกล่าวได้	- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการไทเทรตกรด-เบส - นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการไทเทรตปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสแก่ได้ - นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	2

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ให้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นดังนี้ ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ในการสอน แต่คาบเรียน ปรับกิจกรรมในขั้นการโต้แย้งให้นักเรียนมีฝึกร่างคำอธิบายที่ชัดเจนมากขึ้น และปรับคำถามที่ใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งบางคำถามให้เป็นคำถามปลายเปิดมากขึ้น

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม ความถูกต้องของ ความเหมาะสมของเวลา และความเที่ยงตรงของเนื้อหา ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกรวัดและประเมินผล

2. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

3. นายปฏิวัติ ไชยมาตร การศึกษามหาบัณฑิต (เคมี) ครูสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยนำผลการประเมิน จากผู้เชี่ยวชาญการมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ซึ่งมี 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) และเปรียบเทียบเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย



ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในช่วง 4.33 – 4.49 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมาก

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว นำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ โดยมีการแก้ไขในประเด็นดังต่อไปนี้ ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้กระชับเหมาะสมกับเวลา และเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 33 คน จากโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เพื่อดูความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้กับบริบทของห้องเรียนและเวลา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง โดยผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงเรื่องของเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยปรับกิจกรรมแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสมกับเวลา และมีการกำกับเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆให้ชัดเจน เพื่อให้ได้แผนจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

3.1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว มาปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 34 คน ต่อไป

3.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบอัตนัย 6 ข้อ วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3.2.2 วิเคราะห์คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเคมีเรื่อง กรด-เบส แล้วออกแบบกรอบเนื้อหาที่สอน โดยในการคัดเลือกสาระเพื่อที่จะสร้างแบบวัดนั้น ผู้วิจัยพิจารณาจาก

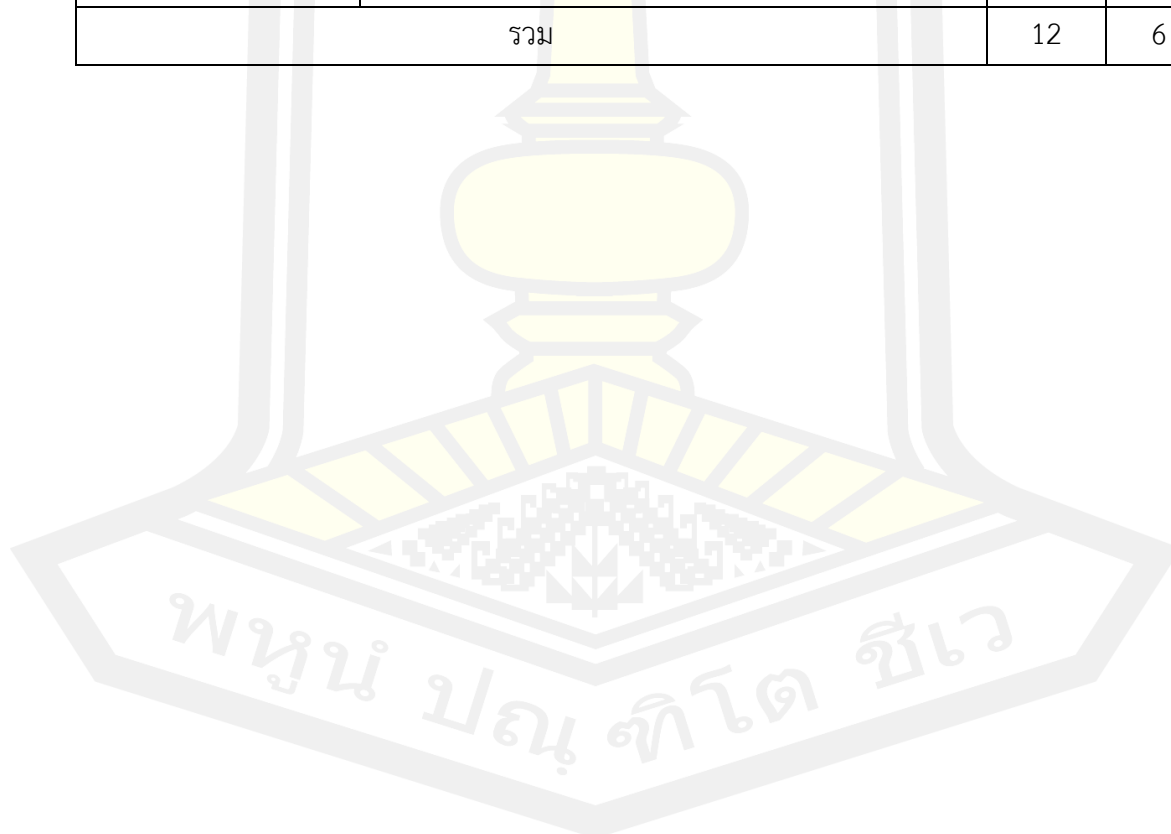
สาระที่เหมาะสมกับกลวิธีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนต้องมีการระบุหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนคำตอบของแต่ละกิจกรรม ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และผลการเรียนรู้

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
ทฤษฎีกรด-เบส	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุชื่อกล่าวอ้างหรือข้อคำตอบ ว่าเป็นทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี หรือลิวอิสได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานทางเชิงประจักษ์มาสนับสนุนว่าเป็นทฤษฎีกรด-เบสที่นักเรียนเลือกได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและชื่อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้</li> </ol>	2	1
คูกรด-เบส	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุชื่อกล่าวอ้างหรือข้อคำตอบว่า สารใดเป็นคูกรดเบสกันได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานทางเชิงประจักษ์มาสนับสนุนสารที่เป็นคูกรดเบสกันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและชื่อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ว่าเหตุใดสารที่นักเรียนระบุชื่อกล่าวอ้างนั้นจึงเป็นคูกรดเบสกันได้</li> </ol>	2	1
การแตกตัวของกรด-เบส	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุชื่อกล่าวอ้างหรือข้อคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานทางเชิงประจักษ์มาสนับสนุนการเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยง</li> </ol>	2	1

เนื้อหา	จุดประสงค์เรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
	ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ว่าเหตุใดกรดหรือเบสจึงมี ความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงแตกต่างกัน ได้		
สมบัติกรด-เบสของ เกลือ	1. นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างหรือข้อคำตอบ ของสมบัติกรด-เบสของเกลือได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานทางเชิงประจักษ์มา สนับสนุนสมบัติกรด-เบสของเกลือได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ของสมบัติกรด-เบสของเกลือ ได้	2	1
ปฏิกิริยาระหว่างกรด- เบส	1. นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างหรือข้อคำตอบ ของสมการปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสหลังการสะเทิน ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานทางเชิงประจักษ์มา สนับสนุนการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ของสมการปฏิกิริยาระหว่าง กรด-เบสหลังการสะเทินได้	2	1

เนื้อหา	จุดประสงค์เรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
การไทเทรตกรด-เบส	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างหรือข้อคำตอบของการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบสได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานทางเชิงประจักษ์มาสนับสนุนในการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบสได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ของการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบสได้</li> </ol>	2	1
รวม		12	6



3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบลักษณะเขียนอธิบายคำตอบ สร้างจำนวน 12 ข้อ ใช้จริงจำนวน 6 ข้อ โดยในแต่ละข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ ข้อมูลประกอบ ได้แก่ ตาราง และแผนภาพ และข้อคำถามเพื่อให้นักเรียน สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และดำเนินการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีรายการประเมิน ทั้งหมด 3 รายการตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งดัดแปลงมาจากแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008) ซึ่งได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดัดแปลงจากแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008)

องค์ประกอบของ คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
<b>ข้อกล่าวอ้าง</b> (Claim): ข้อคำตอบ หรือข้อยืนยันของ คำถาม	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือ สร้างข้อกล่าวอ้าง ไม่ถูกต้อง	สร้างข้อกล่าวอ้าง ถูกต้องบางส่วน	สร้างข้อกล่าวอ้าง ถูกต้องและสมบูรณ์
<b>หลักฐาน</b> (Evidence) : ข้อมูล เชิงประจักษ์ที่ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ไม่แสดงหลักฐาน สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือการใช้หลักฐานที่ ไม่สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง	ใช้หลักฐานสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่ เพียงพอที่จะสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อ กล่าวอ้างได้เหมาะสม และเพียงพอต่อการ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
<b>การให้เหตุผล</b> (Reasoning) : ข้อความที่เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน	ไม่มีการให้เหตุผลหรือ เหตุผลที่ใช้ไม่แสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง	มีการให้เหตุผลแสดง การเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าว อ้างได้บางส่วน โดย อาจจะมีการอ้างอิง หลักการทาง วิทยาศาสตร์แต่ไม่ เพียงพอ	มีการให้เหตุผลถูกต้อง และสมบูรณ์แสดงการ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าว อ้างโดยมีการอ้างอิง หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม และเพียงพอ

3.2.4 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความความถูกต้องเหมาะสมของแบบวัดกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสาระสำคัญ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสม

3.2.5 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุง เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านประกอบด้วย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีพาย ปรัชญาดุขุภักดิ์ (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญด้านประเมินผลและวิจัยการศึกษา

2. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม การศึกษาดุขุภักดิ์ (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

3. ดร. มังกร ศรีสะอาด วิทยาศาสตร์ดุขุภักดิ์ (เคมี) อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

เพื่อประเมินคุณภาพ ความถูกต้อง และความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อกับจุดประสงค์เรียนรู้ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบวัดนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เรียนรู้

นำผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์คัดเลือกแบบวัดที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องพบว่า แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 สามารถนำแบบวัดไปใช้ได้

และในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด 2560) แล้วนำผลการประเมินมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความเหมาะสมพบว่าเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 4.00 – 4.67 ซึ่งหมายถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากถึงเหมาะสมมากที่สุด

3.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง โดยมีประเด็นการปรับแก้ไข ดังนี้ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อความเกณฑ์การให้คะแนน และเพิ่มข้อมูลในบางข้อความให้ชัดเจนมากขึ้นเพื่อที่จะให้นักเรียนมีข้อมูลเพียงพอในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้

3.2.7 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 33 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความยากง่ายของแบบวัด

3.2.8 นำผลการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มาหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers ) เป็นรายชื่อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้วใช้ (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลปรากฏว่า เลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.50 - 0.64 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.73 - 0.90





เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรม								รวม	
		การเรียนรู้(ข้อ)									
		จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง		
คู่กรด-เบส	นักเรียนสามารถทำนายว่า สารเป็นกรดหรือเบสจาก สูตรเคมีโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสเบรินส เตต-ลาวรี และลิวอิสได้	-	-	-	-	3	3	-	-	3	3
	นักเรียนสามารถระบุคู่ กรด-เบสของสารตาม ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินส เตต-ลาวรีได้	-	-	2	2	-	-	-	-	2	2
	นักเรียนสามารถทำนายคู่ กรด-เบสจากสมการเคมีได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
การแตกตัวของ กรด-เบส	นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบความสามารถ ในการแตกตัวหรือความ แรงแรงของกรดและเบสได้	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2
	นักเรียนสามารถหาค่าร้อยละการแตกตัว และค่าคงที่ การแตกตัวของกรดและ เบสได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
สมบัติกรด-เบส ของเกลือ	นักเรียนสามารถระบุความ เป็นกรด-เบสของ สารละลายเกลือได้	-	-	3	2	-	-	-	-	3	2

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรม การเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
		จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ปฏิกริยา ระหว่างกรด- เบส	นักเรียนสามารถ ทำนายสมการเคมี ระหว่างกรด-เบสของ ปฏิกริยาสะเทินได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
การไทเทรตกรด- เบส	นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายของการไทเทรต กรด-เบส	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
	นักเรียนสามารถ เลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่ เหมาะสมสำหรับการ ไทเทรตกรด-เบสได้	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2
รวม		5	4	7	5	9	7	4	4	25	20

3.3.4 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ ตามที่กำหนดไว้

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

3.3.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อประเมินคุณภาพและความ

ถูกต้องเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

0 เมื่อไม่แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหรือไม่

-1 เมื่อแน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

3.3.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อคำถาม กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ผลปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 สามารถนำไปใช้ได้

3.3.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมอีกครั้ง ดังนี้ ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบให้มีความชัดเจนมากขึ้น ข้อสอบควรหลีกเลี่ยงการใช้คำที่ทำให้เกิดความกำกวม ปรับตัวเลือกในข้อสอบให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย และข้อคำถามควรใช้ตัวเลขที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 33 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.3.9 นำผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.47 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.47 - 0.76

3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส มีค่าเท่ากับ 0.90

3.3.11 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

##### 4.1 แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบก่อนการทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562) รายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	○

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

- E หมายถึง กลุ่มทดลอง
- X หมายถึง การจัดจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง
- หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

##### 4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

###### 4.2.1 ขั้นตอนเตรียมการนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

4.2.1.1. เตรียมความพร้อมสำหรับกลุ่มทดลอง โดยการแนะนำวิชาเรียนชี้แจงจุดประสงค์ ของการเรียนการสอน แนะนำวิธีการจัดเรียนการสอนและบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง รวมถึงการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

###### 4.2.2 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

4.2.2.1 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่องกรด-เบส ที่สร้างขึ้นจำนวน 8 แผนการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส

#### 4.2.3 ชั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.3.1 หลังจากดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนรายบุคคล ด้วยแบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตโนมัติ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

4.2.3.2 รวบรวมผลคะแนน เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งเพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4.2.3.3 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่องกรด - เบส ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) ประสิทธิภาพด้านกระบวนการได้จากคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้ในสัดส่วน 60:40 ตามลำดับ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากการรวมคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ

5.2 วิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One samples t-test

5.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งเรื่อง กรด-เบส เทียบกับ เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One samples t-test

### 6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

## 6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

### 6.1.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1. หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$$\frac{\sum R}{n} \text{ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด} \\ n \text{ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

2. การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers ) (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

$S_H$  แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

$S_L$  แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

$X_{\max}$  แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$  แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3. การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers ) (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$S_H$  แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

$S_L$  แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ



$n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

$X_{\max}$  แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$  แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

4. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

$k$  แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.1.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3. การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ  $P$  แทน ค่าความยากของข้อสอบ

$R$  แทน จำนวนคนตอบถูก

$N$  แทน จำนวนคนทั้งหมด

3. การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนนาน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

- เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก  
 L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบ  
 ถูก  
 $n_1$  แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)  
 $n_2$  แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

4. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2562) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

- เมื่อ  $r_{cc}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 x แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน  
 k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ  
 c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

## 6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

### 6.2.1 ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา ( $E_1/E_2$ )

1. สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ( $E_1$ ) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) มีดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum \begin{pmatrix} X \\ - \\ A \end{pmatrix}}{N} \times 100$$

- เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ  
 X แทน คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อย  
 ทำแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน  
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบ

ย่อยทำแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน

2. สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ( $E_2$ ) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562)

$$E_2 = \frac{\sum \left( \frac{Y}{B} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

$Y$  แทน คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการ

สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน

$N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$B$  แทน คะแนนเต็มของแบบวัดความสามารถในการ

สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 6.3 สถิติพื้นฐาน

6.3.1 ร้อยละ (Percentage) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตร

ต่อไปนี

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ  $P$  แทน ร้อยละ

$F$  แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$N$  แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.3.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตร

ต่อไปนี

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน,

2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

$\Sigma$  แทน ผลรวม

#### 6.4 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.4.1 การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้รับการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ผ่านกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากได้รับการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}, df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\mu$  แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบวัด

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พหุบัณฑิต ชีวะ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณา t-test

$E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

df แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

\* แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$\mu_0$  แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

## 2. ลำดับชั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับชั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด - เบส เทียบกับเกณฑ์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

## 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า  $E_1$  ได้จาก คะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยทำแผนสัดส่วนคะแนน 60 : 40 ตามลำดับ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณค่า  $E_2$  ได้จากคะแนนของการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจนครบทุกแผน ในสัดส่วนคะแนน 50:50 ตามลำดับ ปราบกฎตั้งตาราง 16

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E<sub>1</sub>) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับบทกวีวิธีได้แย่งซึ่งมีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน			สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (192)	แบบทดสอบย่อย (24)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม	แบบทดสอบ (20)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (36)	แบบทดสอบ (50)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (50)	คะแนนรวม	
1	154	17	48.00	27.53	75.53	15	23	37.50	31.94	69.44	
2	154	18	48.00	30.03	78.03	18	30	45.00	41.67	86.67	
3	158	14	49.50	22.52	72.02	16	27	40.00	37.50	77.50	
4	158	21	49.50	35.04	84.54	15	30	37.50	41.67	79.17	
5	158	15	49.50	25.03	74.53	17	31	42.50	43.06	85.56	
6	158	17	49.50	28.03	77.53	19	35	47.50	48.61	96.11	
7	168	15	52.50	24.52	77.03	16	25	40.00	34.72	74.72	
8	148	13	46.13	21.52	67.65	15	34	37.50	47.22	84.72	
9	172	23	53.63	38.04	91.67	15	26	37.50	36.11	73.61	



คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (192)	แบบทดสอบย่อย (24)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม	แบบทดสอบ (20)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (36)	แบบทดสอบ (50)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (50)	คะแนนรวม
10	138	17	43.13	28.03	71.15	14	29	35.00	40.28	75.28
11	158	20	49.50	33.53	83.04	13	25	32.50	34.72	67.22
12	145	17	45.38	28.53	73.91	18	31	45.00	43.06	88.06
13	172	19	53.63	31.53	85.16	19	30	47.50	41.67	89.17
14	158	20	49.50	32.53	82.03	18	24	45.00	33.33	78.33
15	158	21	49.50	35.54	85.04	12	32	30.00	44.44	74.44
16	148	14	46.13	23.52	69.65	16	26	40.00	36.11	76.11
17	172	20	53.63	33.53	87.16	14	30	35.00	41.67	76.67
18	167	17	52.13	29.03	81.16	16	29	40.00	40.28	80.28
19	172	14	53.63	22.52	76.15	13	30	32.50	41.67	74.17
20	142	15	44.25	25.03	69.28	15	26	37.50	36.11	73.61

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (192)	แบบทดสอบย่อย (24)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม	แบบทดสอบ (20)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (36)	แบบทดสอบ (50)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (50)	คะแนนรวม
21	142	18	44.25	29.53	73.78	17	27	42.50	37.50	80.00
22	145	18	45.38	30.03	75.41	18	27	45.00	37.50	82.50
23	138	20	43.13	32.53	75.66	15	26	37.50	36.11	73.61
24	168	20	52.50	33.53	86.04	19	32	47.50	44.44	91.94
25	168	22	52.50	37.04	89.54	18	30	45.00	41.67	86.67
26	158	17	49.50	28.03	77.53	14	29	35.00	40.28	75.28
27	158	14	49.50	23.52	73.03	14	32	35.00	44.44	79.44
28	162	23	50.63	38.04	88.67	12	30	30.00	41.67	71.67
29	145	14	45.38	23.02	68.40	16	24	40.00	33.33	73.33
30	167	17	52.13	29.03	81.16	17	29	42.50	40.28	82.78
31	162	21	50.63	34.53	85.16	18	31	45.00	43.06	88.06

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (192)	แบบทดสอบย่อย (24)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม	แบบทดสอบ (20)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (36)	แบบทดสอบ (50)	แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (50)	คะแนนรวม
32	142	20	44.25	33.53	77.79	17	30	42.50	41.67	84.17
33	154	17	48.00	29.03	77.03	18	31	45.00	43.06	88.06
34	158	20	59.40	33.53	92.94	14	30	35.00	41.67	76.67
$\Sigma X$	5325.00	606.00	1673.84	1010.51	2684.35	541	981	1352.5	1362.5	2715
$\bar{X}$	156.61	17.83	49.23	29.72	78.95	15.91	28.85	39.78	40.07	79.85
S.D.	10.35	2.86	3.70	4.76	6.86	2.02	2.90	5.05	4.03	6.85
ร้อยละ	82.05	74.23	82.05	74.23	78.95	79.56	80.15	79.56	80.15	79.85
ประสิทธิภาพแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อัจฉริยะ (E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> ) = 78.95/79.85										

จากตาราง 16 พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มี ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ( $E_1$ ) เท่ากับ 78.95 และมี ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 79.85 ดังนั้น แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.95/79.85 ซึ่งมี ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3.2 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่องกรด - เบส เทียบกับเกณฑ์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด - เบส โดยวัดจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน 3) การให้เหตุผล คือ และรวมทุกด้าน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตาราง 17

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่องกรด - เบส กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (34คน)	% of mean	S.D.	$\mu_0$ (70%)	t	df	p
ข้อกล่าวอ้าง	12	10.32	86.00	0.87	8.40	12.744*	33	.000
หลักฐาน	12	9.47	78.92	0.51	8.40	12.321*	33	.000
การให้เหตุผล	12	9.06	75.50	0.89	8.40	4.338*	33	.000
ผลรวมทั้ง 3 ด้าน	36	28.85	80.14	1.18	25.20	17.898*	33	.000

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด - เบส ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบได้แก่ ด้านข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.00 ด้านหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.47 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.92 ด้านการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.50 และทุกด้านรวมกันเท่ากับ 28.85 คิดเป็นร้อยละ 80.14 และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบ และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจาได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมีเรื่อง กรด-เบส แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตาราง 18 ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่องกรด - เบส กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$ (34คน)	S.D.	$\mu_0$ (70%)	t	df	p
ผลสัมฤทธิ์	20	15.91	2.73	14.00	4.077*	33	.000

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 18 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบสมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.91 คะแนน และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจาได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด – เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

#### 1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งเทียบกับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

#### 2. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด – เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพกิจกรรม  $(E_1/E_2) = 78.95/79.85$  มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบ และโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 3. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประสิทธิภาพเท่ากับ 78.95/79.85 หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.95 และคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจนครบทุกแผนแล้ว มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.85 จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งเริ่มจากที่ครูมีการใช้คำถามกระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะนำเข้าสู่การระบุนิยามที่นักเรียนต้องทำ ทำให้นักเรียนได้ทราบภาระงานที่ตนเองจะได้ทำให้เกิดความสนใจในการทำกิจกรรม และมีการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มตนเอง ทำให้ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน จากนั้นครูมีการให้ข้อมูลและตั้งประเด็นคำถามที่เน้นให้นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองซึ่งในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม จะประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก และนอกจากนี้ยังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งระหว่างกลุ่มซึ่ง ถ้านักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกันครูจะให้นักเรียนแต่ละฝ่ายนำเสนอความคิดเห็นของตนเองร่วมกับการระบุนิยามและหลักฐานที่มีที่มาของข้อมูลที่นำเสนอเพื่อนำไปสู่อธิบายสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกัน



ของทุกฝ่าย และครูเป็นผู้ช่วยเหลือปิดกรอบความคิดให้แคบลงโดยใช้คำถาม จนนักเรียนสามารถสรุปเป็นความคิดรวบยอดที่ถูกต้องตามทฤษฎี และในขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะเขียนและปรับปรุงรายงานของตนเอง ด้วยข้อสรุปที่มีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดเป็นความรู้ใหม่ (Sampson and Gleim 2009) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรนุช ทองเพชร (2562) ที่ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 81.84/81.16 ซึ่งได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากกิจกรรมเรียนรู้ได้สอดแทรกการระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยก่อนที่นักเรียนจะสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ครูให้นักเรียนได้ทำการทำใบกิจกรรมกลุ่มที่สอดคล้องกับเนื้อหาต่างๆ โดยครูมีการแสดงตัวอย่าง รวมถึงมีการให้นักเรียนได้ลงมือทำการทดลอง และให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นแล้วนำมาบันทึกลงในใบกิจกรรมกลุ่ม จากนั้นครูเริ่มให้นักเรียนทำการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามที่ใช้ในการโต้แย้ง ซึ่งในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจะประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญกับนักเรียนในยุคปัจจุบัน ซึ่งชี้ให้เห็นถึงเหตุและผลของการเกิดปรากฏการณ์ โดยมีหลักฐานสนับสนุนคำตอบรวมทั้งการกิจกรรมเปิดโอกาสให้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองพัฒนาความรู้ความเข้าใจทักษะการคิดรวมไปถึง เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (กฤตกร สภาสันติกุล 2558) และนอกจากนี้ยังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม ซึ่งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการโต้แย้งจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฝึกให้นักเรียนได้ใช้เหตุผล เป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างความรู้ และอธิบายวิธีการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (อรยา แจ่มใจ 2557) ซึ่งนักเรียนที่มีการสรุปแตกต่างจากกลุ่มอื่น จะมีการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตนเองบนพื้นฐานของข้อมูลที่เชื่อถือ และมีที่มาของข้อมูล รวมทั้งมีการให้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างสมเหตุสมผลและเหมาะสมลงไปในงานของเพื่อน ซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ๆ ไปด้วยกัน การที่นักเรียนจะทราบว่าคุณสมบัติใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่า จะเป็นทฤษฎี กฎ หรือแนวคิด ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดนักเรียนมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการ

พัฒนาความสามารถในการสร้างและการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างผ่านทาง การโต้แย้ง เพราะการโต้แย้ง จะช่วยเป็นกรอบให้กับนักเรียนในการฝึกการให้เหตุผลในการสนับสนุนความเชื่อที่สำคัญทาง วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การโต้แย้งยังสามารถนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์เนื่องจาก เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์เน้นการรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งการโต้แย้งจะทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้ วิทยาศาสตร์เพราะจะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างความรู้ การอธิบายและการประเมิน ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ (Douglas and Victor 2007) สอดคล้องกับงานวิจัยของสันติชัย อนุวร ชัย (2553) ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียน การสอนสืบสอบร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม ทดลองจัดอยู่ใน ความสามารถระดับดี นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์สูง กว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญ .05 และอรยา แจ่มใจ (2557) การพัฒนา ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วย รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ผลการวิจัยพบว่าหลังผ่านการจัดการ เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มี ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก และจากผลการวิเคราะห์ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 แต่ละ องค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยดังต่อไปนี้ ด้านข้อกล่าวอ้างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.32 คะแนน ด้าน หลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.47 คะแนน ด้านการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.06 คะแนน โดยนักเรียนมีคะแนนด้านการให้เหตุผลน้อยที่สุด เนื่องจากในการให้เหตุผลเป็นการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ มักเป็นการอธิบาย แนวคิดที่ต้องการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใด จึงใช้หลักฐานนั้นในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง” หรือ “เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” (จงกล บุญรอด 2557) ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถระบุหลักฐาน ที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานได้อย่างครอบคลุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐวรรณ ศิริธร (2560) การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎ การเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้งพบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมอยู่ใน ระดับดี คือ 1.49 คะแนน จาก 2.00 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ

คะแนนในด้านข้อกล่าวอ้างสูงสุด คือ 1.59 คะแนน รองลงมาคือ หลักฐาน 1.56 คะแนน และการให้เหตุผล 1.34 คะแนน

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีการนำเข้าสู่บทเรียนที่ชวนให้นักเรียนสงสัย เกิดแรงจูงใจในการเรียน และนักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จากนั้นมีการทำกิจกรรมกลุ่มที่ให้นักเรียนในกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำวิเคราะห์และ นำเสนอข้อมูล ซึ่งพบว่านักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มตนเอง ทำให้บรรยากาศการเรียนไม่เบื่อหน่าย กิจกรรมเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการสังเกต และลงมือปฏิบัติ จากนั้นให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบโดยในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องให้คำตอบในรูปแบบของข้อสรุปเบื้องต้นที่มีหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสมสนับสนุนคำตอบซึ่งเป็นสิ่งสำคัญให้ ผู้เรียนได้เข้าใจกฎเกณฑ์ ความเป็นบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ที่ต้องมีหลักการและเหตุผลในการนำหลักฐานและให้เหตุผลที่เหมาะสมมาประกอบคำอธิบายองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Hodson, 2008) หลังจากนั้นมีการให้นักเรียนโต้แย้งกันได้ฝึกแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตนเองบนพื้นฐานของหลักฐานที่น่าเชื่อถือ มีที่มาของหลักฐาน และให้เหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ โดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางปัญญาขั้นสูง ที่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญหลายๆ ด้าน ทำให้เข้าถึงการสร้างความรู้ และเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น (วิภา อาสิงสมานันท์ 2559) ส่วนครูทำหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากความเข้าใจ และนักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มและนอกกลุ่มสรุปความรู้ที่ได้ทำให้นักเรียนทุกคนได้รับแนวคิดที่ตรงกัน จากนั้นนักเรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการเขียนรายงานเป็นการให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะเขียนและปรับปรุงรายงานของตนเอง ด้วยข้อสรุปที่มีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดเป็นความรู้ใหม่ (Sampson and Gleim 2009) โดยการสร้างสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น (พรธนา ทิวา อินทญาติ 2563) สอดคล้องกับที่ ทิศนา แจมมณี (2542) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้รับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ ๆ และมีโอกาสได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญาของตนในการทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายซึ่งส่งผลถึงความเข้าใจและการคงความรู้นั้น ได้ สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Tuba and Sedat (2015) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ การสืบเสาะแบบ การโต้แย้งในวิชาปฏิบัติการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ระดับข้อโต้แย้งของนักศึกษาวิชาชีพครู ผลการวิจัยพบว่า การจัดการรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบมีการ โต้แย้งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา วิชาชีพครู นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งยังคงใช้การสืบเสาะ เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียน สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากการสืบค้นข้อมูล ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสามารถองค์ความรู้ได้ ด้วยตนเอง สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพรรณทิวา อินทญาติ (2564) ที่พบว่านักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และยังส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกันกับที่ Sampson และ Clark (2009) กล่าวไว้ว่า การโต้แย้งเป็นที่ยอมรับว่า เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาโดยใช้ หลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุป จึงแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการ สืบเสาะแบบมีการโต้แย้งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนให้มีความรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนทางที่สูงขึ้น

#### 4. ข้อเสนอแนะ

##### 4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มี ขั้นตอนที่นักเรียนยังไม่คุ้นชิน ครูจึงควรศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อม และอธิบาย ขั้นตอนการโต้แย้งให้ชัดเจน และในใบกิจกรรมโจทย์ไม่ควรยากเกินไป เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา และนำไปสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง

4.1.2 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธี โต้แย้ง เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เป็นที่ ปรีกษา แนะนำ และใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดมากกว่าการบอกคำตอบนักเรียนไปตรง ๆ เพื่อกระตุ้น ให้นักเรียนได้เกิดการปรับความคิด และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

4.1.3 ครูควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสม และคอยกระตุ้นนักเรียน ตลอดเพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปได้ ควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมในการทำใบกิจกรรม และ การโต้แย้ง

4.1.4 ใบบัณฑิตกิจกรรมกลุ่มควรรวบรัดคำถามให้กระชับ และไม่ควรมากเกินไป เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และอาจทำให้ใช้เวลาในการทำใบบัณฑิตกิจกรรมกลุ่มมากเกินไป

4.1.5 ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวครูได้ให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง โดยการให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต แต่หากเปลี่ยนจากการสร้างสรรค์ผลงานของการเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ให้นักเรียนได้สร้างชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ หรือรูปแบบต่างๆที่นักเรียนอยากทำ น่าจะทำให้กิจกรรมเป็นไปอย่างน่าสนใจและเป็นการพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน

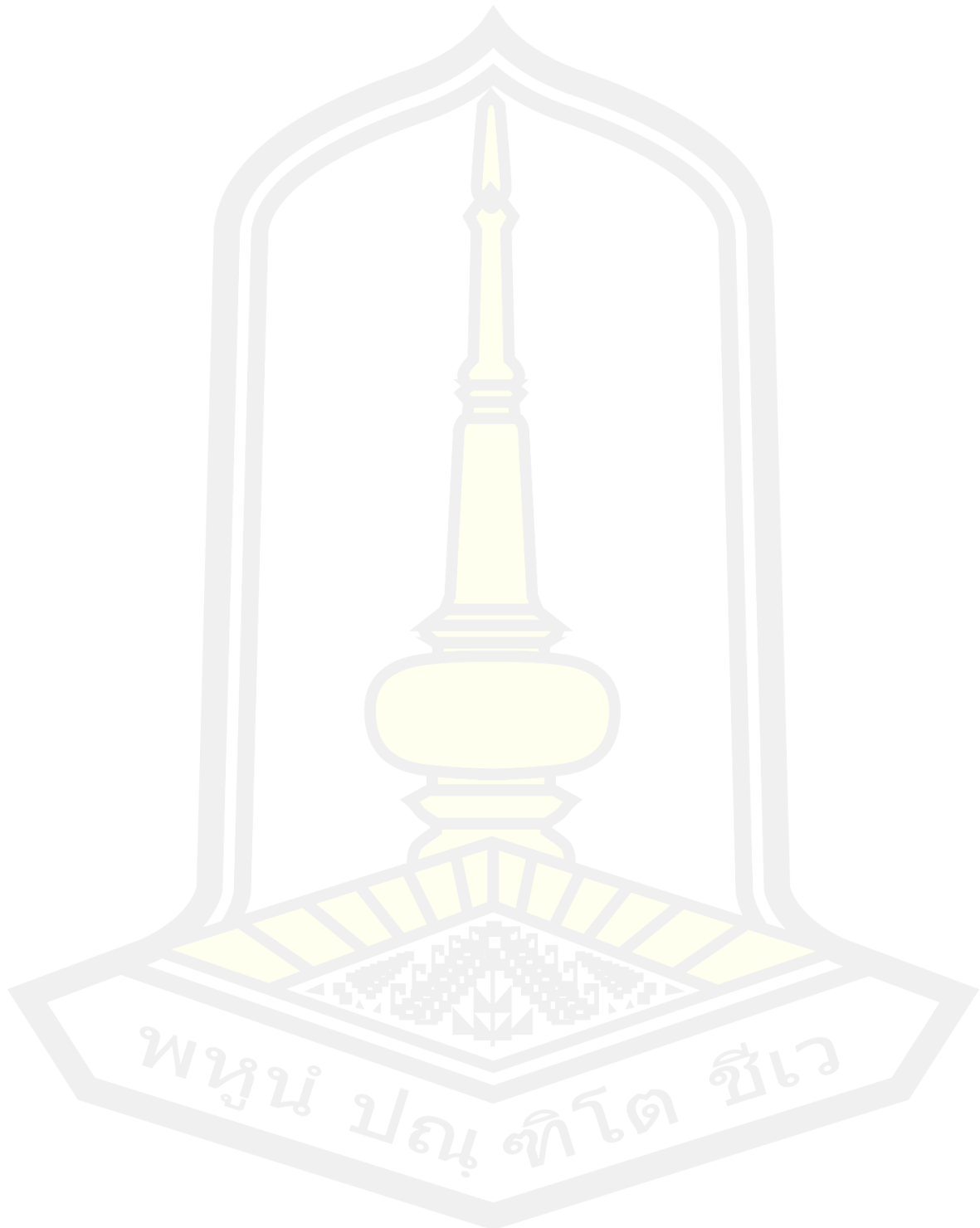
#### 4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 การโต้แย้งอาจมีการผนวกกับกรอบแนวคิดอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดความหลากหลายในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

4.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง สามารถศึกษาทักษะในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการแปลความ ทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์



บรรณานุกรม





### บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตาม  
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช  
๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤตกร สภาสันติกุล. (2558) ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย  
อย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผล  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษา  
วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จงกล บุญรอด. (2557) ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จารุพันธ์ พากักดี (2563). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่  
ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการ  
ศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 5-20.
- โชติกา ภาชีผล, ณัฐภรณ์ หลาวทอง และกมลวรรณ ตั้งชนกานนท์. (2558). การวัดและประเมินผล  
การเรียนรู้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ณัฐวรรณ ศิริธรร. (2560). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรง  
มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ  
สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. บัณฑิตมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ธัญมล ศักดิ์สูง (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี  
การโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น



- มัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์  
ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
- นันทน์ภัส นิยมทรัพย์. (2560). *ความรู้พื้นฐานด้านการเรียนการสอน*. นครปฐม: โรงพิมพ์  
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พรรณทิวา อินทญาติ. (2564). *ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับ  
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีโครงข่าย*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
(วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แฮาส์ ออฟ  
เคอร์มีส์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ:  
บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.) จำกัด.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 11).  
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์
- โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร. (2563). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment  
Report : SAR)*. กาศสินธุ์ : โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร.
- วาสนา ช่างเพชร (2562) *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการ  
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องการหายใจ  
ระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการ  
เรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *คู่มือการใช้  
หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.  
๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ วิชาเคมี ระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลาย*.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กาศสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

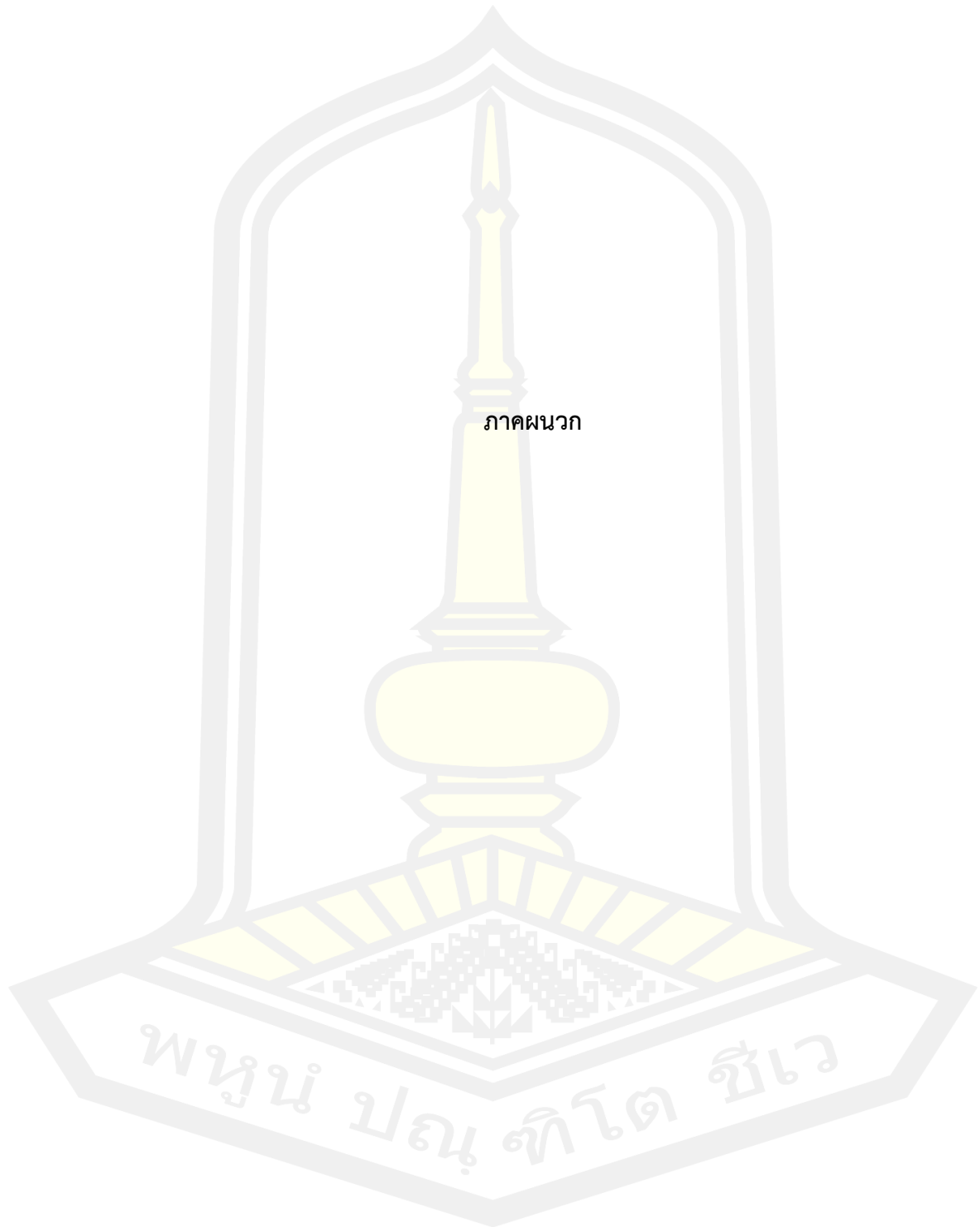
- สมนึก กัททิยธนี. (2558). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สันติชัย อนุราชชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และ ความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อรยา แจ่มใจ (2557) *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง*. บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์
- อารีย์ วชิรวารการ. (2542). *การวัดและการประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- Beyer, C.J. and E.A. Davis. (2008). Fostering Second Graders 'Scientific Explanations: A beginning Elementary Teacher's knowledge, Beliefs, and Practice. *The Journal of the Learning Science* 17:381 - 414.
- Bell, P. and M. C. Linn. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education* 22(8): 797-817.
- Berland, L.K. and B.J. Reiser. (2009). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education* 93: 26-55.
- Berland, L.K. and B.J. Reiser. (2011). Classroom Communities' Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation. *Science Education* 95: 191-216.
- Boulter, C. J. and J.K. Gilbert. (1995). Argument and science education. In P. J. M. Costello and S. Mitchell. (eds.). *Competing and consensual voices: The theory and practices of argument*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.
- Bricker, L.A. and P. Bell. (2008). Conceptualizations of Argumentation from Science Studies and the learning Sciences and Their Implications for the Practices. *Science Education*. 92: 473-498.
- Bybee, R.W. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Application (Online). [www.bscs.org/pdf/bscs5eexecsummary.pdf](http://www.bscs.org/pdf/bscs5eexecsummary.pdf), April 23, 2011.128

- Dawson, V.M. and G. Venville. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education* 40: 133 - 148.
- Driver, R., P. Newton and J. Osborne. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education* 84(3): 287-312.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education* 32: 268 - 291.
- Erduran, S. and M. P. Jimenez, (2007). Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research. *Science and Technology Education Library* 35: 294.
- Enderle, P. et al. (2010). Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom: An Observation Protocol. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). Philadelphia, PA, March 22, 2010.
- Harris, C.J. et al. (2006). Usable Assessments for Teaching Science Content and Inquiry Standards. In M. McMahon. (ed.). *Assessment in Science: Practical Experiences and Educational Research*, Virginia: NSTA Press, 67-87.
- Hogan, K. and M. Maglienti. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of pupils' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching* 38(6): 63 - 87. 129.
- Indrisano, R. and J. Paratore. (2005). *Learning to write and Writing To Learn: Theory and Research in Practice*. Newark, DE: International Reading Association.
- Kuhn, D. (1993). Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education* 77: 319 - 337.
- Jimenez-Alexandre, M.P. and S. Erduran, (2007). *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-based Research*. Dordrecht, NL: Springer,
- Linn, M.C. and B.S. Eylon. (2006). Science education: Integrating views of learning and instruction. In P. Alexander and P.H. Winne. (eds.). *Handbook of educational psychology*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 511-544.
- McNeill, K.L. and J.S. Krajcik. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific

- Explanation through Generic versus Context\_Specific Written Scaffolds. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, April 5, 2006.
- McNeill, K. L. and J. S. Krajcik. (2008). Assessing Middle School Student Content Knowledge and Reasoning through Written Scientific Explanations. In National Science Teacher Association. *Assessing Science Learning*. Virginia: NSTA Press, 101-116.
- McNeill, K. L. (2009). Teacher Use of Curriculum to support Student in Writing Scientific Arguments to Explain Phenomena. *Science Education* 93:233-268.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nitko, A.J. and S.M. Brookhart. (2007). *Educational Assessment of Students*. 5th ed. New Jersey: Pearson Mewill Prentice Hall.
- Norris, S., L. Phillips and J. Osborne. (2007). Scientific inquiry: the place of interpretation and argumentation. In J. Luft, R. Bell and J. Gess-Newsome. (eds.). *Science as Inquiry in the Secondary Setting*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Sampson, V., J. Grooms and J. Walker, (2009). Argument-Driven Inquiry: Way to Promote Learning during Laboratory Activities. *The Science Teacher* 11: 42-47.
- Sampson, V. and D.V. Clark. (2009). The Impact of Collaboration on The Outcomes of Scientific Argumentation. *Science Education*.
- Sampson, V. et al. (2010). Learning to Write in Under graduate Chemistry: The Impact of Argument-Driven Inquiry. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST), Philadelphia, PA, March 15, 2010.
- Sampson, V.Y. and F. Gerbino. (2010). Two instructional models that teachers can use to promote and support scientific argumentation in the biology classroom. *The American biology teacher*.
- Sandoval, W.A. et al. (2003) Conceptual and epistemic aspects of students scientific Explanations. *Journal of the Learning Sciences*.
- Stark, R. et al. (2009). Improving Scientific Argumentation Skills by a Problem-Based Learning Environment: Effects of an Elaboration Tool and Relevance of Student Characteristics. *Evaluation and Research in Education* 22(1): 51 - 68.

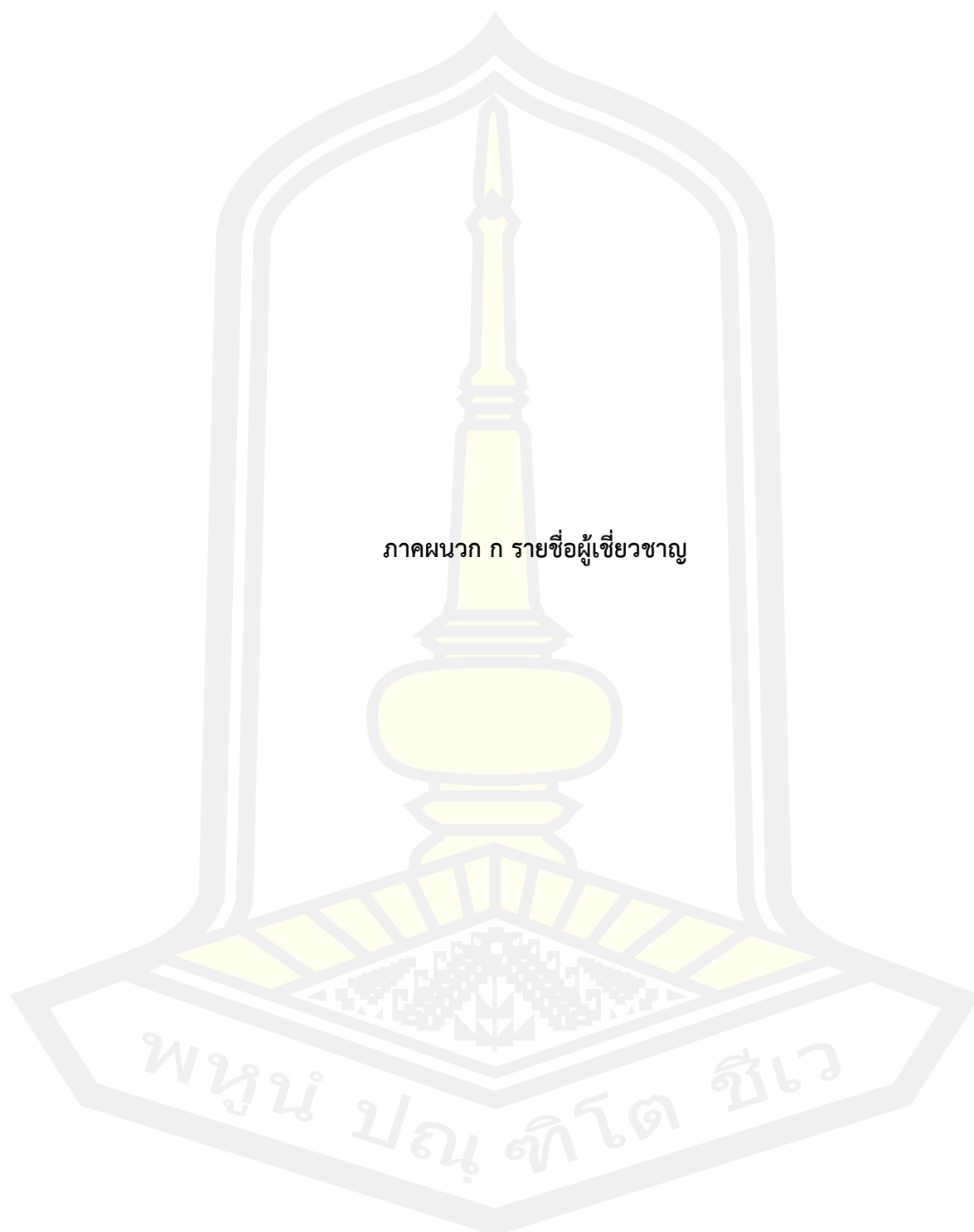
- Suppe, F. 1998. "The structure of a scientific paper" *Philosophy of Science* 65(3): 381-405
- 13 Toulmin, S. 1958. *The uses of argument*. UK: Cambridge University Press.
- Wallace, C., B. Hand and V. Prain. 2004. *Writing and Learning in the Science Classroom*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers





ภาคผนวก

พหุบัณฑิตศึกษา



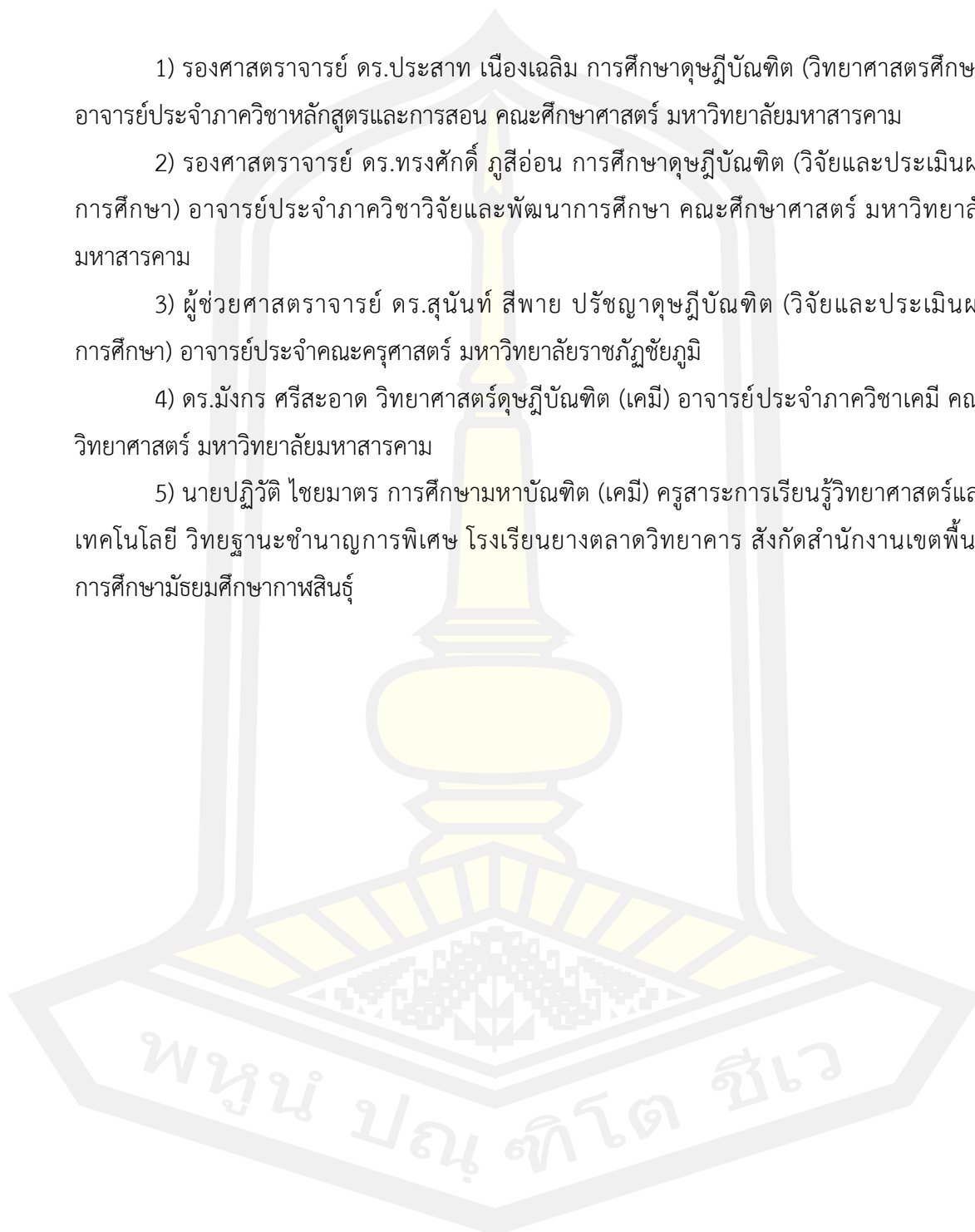
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว



### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- 1) รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 2) รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและประเมินผล การศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีพาย ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและประเมินผล การศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
- 4) ดร.มังกร ศรีสะอาด วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (เคมี) อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 5) นายปฏิวัติ ไชยมาตร การศึกษามหาบัณฑิต (เคมี) ครูสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาภาพลพบุรี





ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัณฑิตวิทยา

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8

วิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กรด-เบส

สาระการเรียนรู้เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้สอน นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

### 1. ผลการเรียนรู้

6. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส

7. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต

### 2. สาระการเรียนรู้

การไทเทรตกรด-เบส

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการไทเทรตกรด-เบสได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการไทเทรตปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสแก่ได้

ด้านพฤติกรรม (Attitude)

1. นักเรียนมีความซื่อสัตย์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

### 4. สาระสำคัญ

การไทเทรตกรด-เบส หมายถึง กระบวนการหาปริมาณสาร โดยวิธีใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี ทำให้คำนวณหาความเข้มข้นหรือปริมาณของสารตัวอย่างดังกล่าวได้

### 5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

#### ขั้นที่1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task)

1.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่องการแตกตัวของกรด-เบส และปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรด-เบส ดังนี้ (ให้นักเรียนช่วยกันตอบ)

- ปฏิกริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่พอดีกัน เรียกว่าอะไร (แนวคำตอบ ปฏิกริยาสะเทิน)

- กรดแก่ และเบสแก่ มีการแตกตัวเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ กรดแก่และเบสแก่มีการแตกตัวเป็นไอออนได้สมบูรณ์)

- หากกรดแก่ HCl ความเข้มข้น 1.0 mol/L จะแตกตัวให้คลอไรด์ไอออน และไฮโดรเจนไอออนอย่างละเท่าใด (แนวคำตอบ อย่างละ 1.0 mol/L)

- กรดอ่อน และเบสอ่อนมีการแตกตัวเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ กรดอ่อนและเบสอ่อนมีการแตกตัวที่ไม่สมบูรณ์ แตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วน)

- หากต้องการทราบร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อน และเบสอ่อนมีการแตกตัว จะสามารถหาได้อย่างไร (แนวคำตอบ สามารถหาได้จากความเข้มข้นของกรดอ่อน หรือเบสอ่อนเริ่มต้น และปริมาณไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนที่แตกตัวออกมาแล้วเทียบกับ)

- แล้วหากนักเรียนไม่ทราบความเข้มข้นของสารละลายกรด หรือเบสนักเรียนคิดว่าจะมีวิธีในการหาความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร โดยคุณครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบจากกิจกรรม เรื่อง การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ

1.2 ครูบูรณาการงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ ตามขั้นตอนดังนี้

- ครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คนโดยคละตามความสามารถ (เก่ง ปานกลาง และอ่อน)

- แจกใบกิจกรรมที่ 8 เรื่อง การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ

- ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ

- สร้างคำอธิบายการไทเทรตหาจุดยุติของการความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ

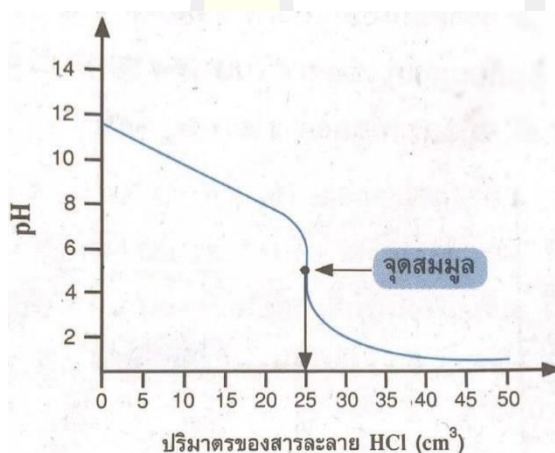
## ขั้นที่2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)

2.1 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาเรื่อง การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ โดยให้สังเกตการเปลี่ยนแปลง ในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) การเปลี่ยนสีของสารละลาย 2) ปริมาตร NaOH ที่จุดสิ้นสุดการทดลอง

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เรื่อง การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ

## ขั้นที่3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)

3.1 ครูถามนักเรียนว่า “จากการทดลองเป็นการทดลองระหว่างกรดแก่ (HCl) และเบสแก่ (NaOH) หากครูทำการเปลี่ยนสารที่ใช้ในการไทเทรตโดยใช้เป็นสารละลาย  $\text{NH}_3$  (เบสอ่อน) และ HCl (กรดแก่) ความเข้มข้น 1 M (กรดแก่) ซึ่งจะได้กราฟของการไทเทรตดังนี้



อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
เมทิลเรด	4.2–6.3	แดง-เหลือง
โบรโมไทมอลบลู	6.0–7.6	เหลือง - น้ำเงิน
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3–10.0	ไม่มีสี - ชมพู

ที่จุดสมมูลมี pH เท่าใด และในการไทเทรตนี้ควรใช้สารใดเป็นอินดิเคเตอร์” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างคำอธิบายเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้ โดยระบุงค์ประกอบของคำอธิบายให้ครบถ้วนเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้

## ขั้นที่4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)

4.1 จัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้ คือ การไทเทรตโดยใช้เป็นสารละลาย  $\text{NH}_3$  (เบสอ่อน) และ  $\text{HCl}$  (กรดแก่) ที่จุดสมมูลมี pH เท่าใด และในการไทเทรตนี้ควรใช้สารใดเป็นอินดิเคเตอร์

4.2 ครูถามคำถามที่สำคัญที่เกี่ยวกับประเด็นในการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน ดังนี้ (ให้นักเรียนช่วยกันตอบ)(2 นาที)

อินดิเคเตอร์ คืออะไร (แนวคำตอบสารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด – เบส ของสารละลาย)

pH คืออะไร (แนวคำตอบค่าที่แสดงความเป็นกรด-เบสของสาร)

สารละลาย คืออะไร (แนวคำตอบสารผสมที่เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งมีสารหนึ่งชนิดหรือมากกว่าเป็นตัวละลาย ละลายอยู่ในสารอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นตัวทำละลาย)

สารละลายมาตรฐาน คืออะไร (แนวคำตอบสารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน)

4.3 ให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มละ 2 คน ออกมานำเสนอคำอธิบายที่สร้างขึ้น โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 3 นาที จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มที่ฟังเพื่อนนำเสนอโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็น พร้อมให้เหตุผลประกอบโดยกำหนดเวลาในการโต้แย้ง 2 นาทีต่อหนึ่งกลุ่ม

4.4 ครูใช้คำถามเพื่อสรุปการโต้แย้งดังนี้ (ให้นักเรียนช่วยกันตอบ)

- ประเด็นนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นตรงกันคืออะไร
- ประเด็นนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกันคืออะไร
- สารละลายมาตรฐานในการไทเทรตเบสอ่อนและกรดแก่นี้ คือ  $\text{HCl}$
- ในการไทเทรตนี้เหตุใดจึงเลือกใช้เมทิลเรดเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรต
- ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการไทเทรตนี้ ( $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ )

จากนั้นครูใช้คำถามจากกิจกรรมการทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติเพื่อสรุปบทเรียน

- สารละลายมาตรฐานในการทดลองนี้คือสารใด (แนวคำตอบ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์)

- เราจะทราบได้อย่างไรว่าจุดใดคือจุดที่สิ้นสุดการทดลองหรือจุดยุติ (แนวคำตอบ จุดที่สารละลายมีการเปลี่ยนสี, จุดที่ปริมาตรของ  $\text{NaOH}$  ทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $\text{HCl}$ )

- ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้เป็นอย่างไร



- จากสมการที่เกิดขึ้น HCl 1 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH 1 โมล  
(แนวคำตอบ HCl 1 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH 1 โมล)

- จากผลการทดลองความเข้มข้นของ HCl เป็นเท่าใด (แนวคำตอบ 0.1xxx)

- ดังนั้น การไทเทรตคืออะไร (แนวคำตอบ คือกระบวนการหาปริมาณสาร โดยวิธีใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี)

### ขั้นที่5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report)

5.1 ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการศึกษาเรื่อง การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์บอกจุดยุติลงในกระดาษขนาด A4 โดยเขียนสรุปว่าจากกิจกรรมการดังกล่าว นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดบ้าง และให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสแก่

5.2 จากนั้นครูรวบรวมรายงานของนักเรียนทุกคน เพื่อพิจารณาผลการตรวจสอบแล้วให้นักเรียนแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของครูผู้สอน แล้วส่งรายงานอีกครั้งตามวันและเวลาที่ครูกำหนด

## 6. สื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์

### 6.1 สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมที่ 8 เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสแก่
- แบบบันทึกกิจกรรมที่ 8 เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสแก่
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4

### 6.2 สารเคมีและอุปกรณ์

- ขวดรูปชมพู่
- หลอดหยด
- ปิเปตต์
- บิวเรตต์
- ขาตั้งบิวเรต
- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 mol/dm<sup>3</sup>
- ฟีนอล์ฟทาลีน



## 7. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้		
	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้</b> - นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการไทเทรตกรด-เบสได้	การทดสอบ	แบบทดสอบ	ผ่าน 70% ขึ้นไป
<b>ด้านทักษะกระบวนการ</b> - นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการไทเทรตปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสแก่ได้	การสังเกตจากการทำกิจกรรม	แบบประเมิน	ระดับดีขึ้นไป
<b>ด้านคุณธรรมจริยธรรม</b> . นักเรียนมีความซื่อสัตย์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	การสังเกตจากการทำกิจกรรม	แบบสังเกต	ระดับพอใช้ขึ้นไป

## 8. บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

.....  
.....  
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะ /แนวทางแก้ไข

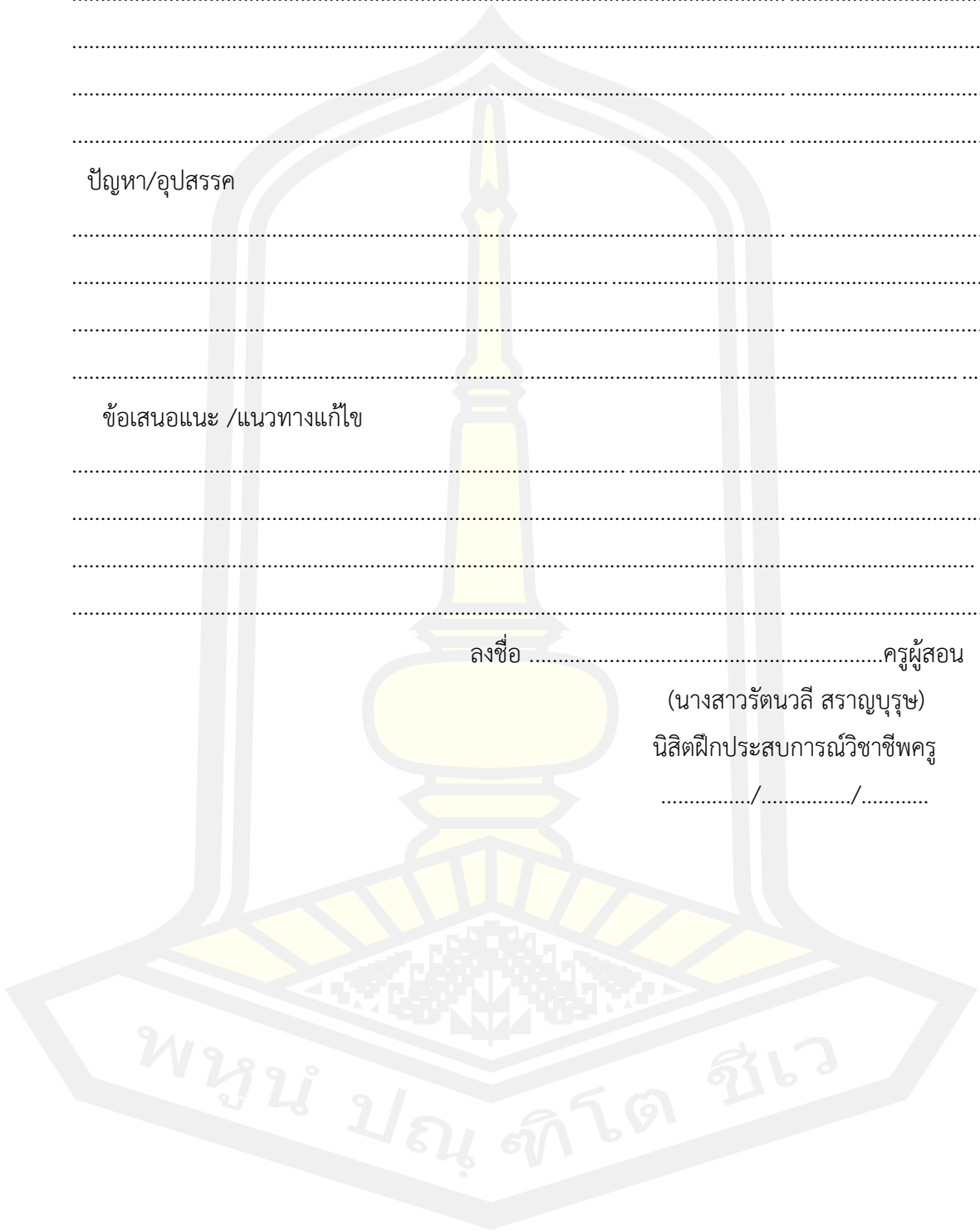
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ .....ครูผู้สอน

(นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

...../...../.....



## แบบประเมินการเขียนรายงาน

รายการ ประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
เนื้อหาการ เขียน	เขียนเนื้อหาได้ สอดคล้องตรงตาม ข้อมูลมีการ เรียงลำดับเนื้อหา ได้อย่างต่อเนื่อง เหมาะสมไม่วกวน	เขียนเนื้อหาได้ สอดคล้องตรงตาม ข้อมูลแต่มีการ เรียงลำดับเนื้อหา ไม่ต่อเนื่อง	เขียนเนื้อหาได้ สอดคล้องตรง ตามข้อมูล บางส่วน มีการ เรียงลำดับเนื้อ เรื่องวกวน	เขียนเนื้อหาไม่ สอดคล้องตรง ตามข้อมูล หรือ ไม่ส่งงาน
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาได้ถูกต้อง เหมาะสม เขียนสื่อ ความหมายได้ ชัดเจน ใช้ภาษา ถูกต้องตาม อักขรวิธี เขียน แสดงความคิด เชื่อมโยงข้อมูลได้	ใช้ภาษาได้ถูกต้อง เขียนสื่อ ความหมายได้ ชัดเจน ใช้ภาษา ถูกต้องตาม อักขรวิธี	ใช้ภาษาได้ เหมาะสมเขียนสื่อ ความหมายยังไม่ ชัดเจน ใช้ภาษา แบบง่าย ๆ มีข้อผิดพลาด บ้างเล็กน้อย 2-3 จุด	ใช้ภาษาในการสื่อ ความหมายไม่ ชัดเจน การใช้ ภาษาแบบง่าย ๆ มี ข้อผิดพลาดมาก หรือ ไม่ส่งงาน
องค์ประกอบ ของการเขียน	องค์ประกอบของ การเขียนรายงาน ครบถ้วนจัดวาง รูปแบบได้อย่าง เหมาะสม	องค์ประกอบของ การเขียนรายงาน ครบถ้วน มีการจัด วางรูปแบบ บางส่วนไม่ เหมาะสม	องค์ประกอบของ การเขียนรายงาน ไม่ครบบางส่วน จัดวางรูปแบบได้ อย่างเหมาะสม	องค์ประกอบของ การเขียนรายงาน ไม่ครบถ้วน หรือ ไม่ส่งงาน

## ใบกิจกรรมที่ 8

### การไทเทรตหาจุดยุติระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

#### จุดประสงค์

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการหาจุดยุติโดยวิธีการไทเทรตได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย HCl ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH

#### วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
<b>สารเคมี</b> 1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm <sup>3</sup> 3. ฟีนอล์ฟทาลีน	30 cm <sup>3</sup> 50 cm <sup>3</sup> 9 หยด
<b>อุปกรณ์</b> 1. ปิเปตต์ ขนาด 10 cm <sup>3</sup> 2. บิวเรตต์ ขนาด 50 cm <sup>3</sup> 3. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 cm <sup>3</sup> 4. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm <sup>3</sup> 5. หลอดหยด 6. กรวยแก้ว 7. ขาดั่งพร้อมที่จับหลอดทดลอง 8. ลูกยาง (สำหรับสวมปิเปตต์)	1 อัน 1 อัน 3 ใบ 1 ใบ 1 อัน 1 อัน 1 ชุด 1 อัน

#### วิธีทดลอง

1. ปิเปตต์สารละลาย HCl ปริมาตร 10 cm ใส่ขวดรูปกรวยขนาด 100 cm แล้วหยด ฟีนอล์ฟทาลีน ลงไป 2-3 หยด
2. บรรจุสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm<sup>3</sup> ในบิวเรตต์ ใสสารละลายให้เต็มปลายล่างของ บิวเรตต์ (ข้อควรระวังไม่ควรให้มีฟองอากาศในบิวเรตต์ และต้องให้ขีดวัดปริมาตรของบิวเรตต์อยู่ใน ระดับสายตาเสมอเมื่อต้องการอ่านปริมาตร) และปรับระดับของสารละลายให้ตรงกับขีดใดขีดหนึ่งของ บิวเรตต์ แล้วบันทึกปริมาตรไว้

3. หยดสารละลาย NaOH จากบิวเรตต์ลงในสารละลาย HCl ที่อยู่ในขวดกรวยทำละเหยพร้อมกับเขย่าขวดให้สารละลายผสมกัน ทำเช่นนี้จนกระทั่งสารละลายเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวร บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH
4. ทดลองซ้ำข้อ 1-3 อีก 2 ครั้งบันทึกผล โดยนักเรียนเป็นผู้ออกแบบตารางบันทึกการทดลองเอง
5. หาปริมาตรเฉลี่ยของสารละลาย NaOH ที่ใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย HCl
6. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย HCl ที่ใช้ทำปฏิกิริยา



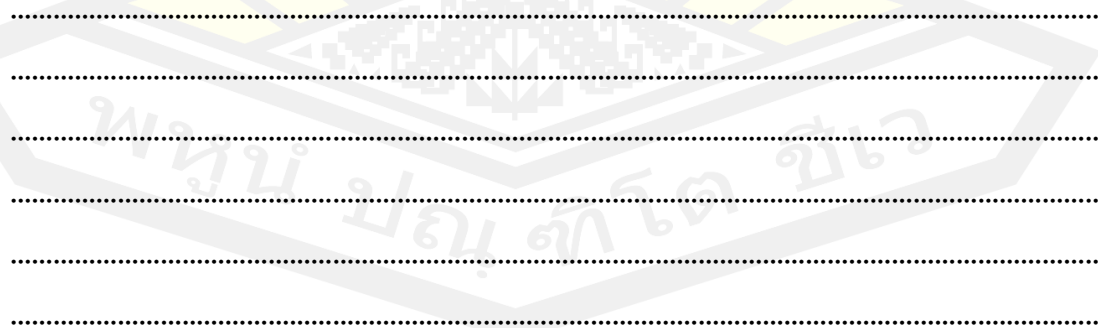
ใบบันทึกกิจกรรมที่ 8  
การไทเทรตหาจุดยุติระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

ผลการทดลอง



คำนวณความเข้มข้นของ HCl

โดยใช้สูตร 
$$\frac{C_1 V_1}{1000} = \frac{C_2 V_2}{1000}$$



พหุบัน ษณ ตก โต ษเว

## เกณฑ์การให้คะแนนไปกิจกรรมกลุ่ม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
การบันทึกผล การทำกิจกรรม	นักเรียนบันทึกผล กิจกรรม สอดคล้อง กับความเป็นจริง	นักเรียนบันทึก ผลกิจกรรม สอดคล้องกับ ความเป็นจริง แต่บันทึกไม่ครบ	นักเรียนบันทึก ผลกิจกรรม สอดคล้องกับ ความเป็นจริง บางส่วน และ บันทึกไม่ครบ	ไม่มีการบันทึก ผล
การลงมือปฏิบัติ กิจกรรมด้วย ตนเอง	นักเรียนลงมือทำ กิจกรรมด้วย ตนเอง แลปรึกษา ครู 1 ครั้ง	นักเรียนลงมือทำ กิจกรรมด้วย ตนเองและ ปรึกษาครู 1 ครั้ง และถามเพื่อน กลุ่มอื่น 1-2 ครั้ง	นักเรียนลงมือ ทำกิจกรรมด้วย ตนเอง และ ปรึกษาครูและ ถามเพื่อน กลุ่มอื่น ตลอดเวลา	ไม่ทำกิจกรรม
การแปล ความหมายของ ผลกิจกรรม	การแปลความ หมายของผล กิจกรรม และตอบ คำถามได้ถูกต้อง	การแปลความ หมายของผล กิจกรรม และ ตอบคำถามได้ บางส่วนและให้ ครูช่วยเหลือ 1-2 ครั้ง	การแปล ความหมายของ ผลกิจกรรม และตอบคำถาม ได้บางส่วนและ ให้ครูช่วยเหลือ ตลอดเวลา	ไม่มีการบันทึก ผล



ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายการไทเทรตหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสแก่เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้กลุ่มละ 1 แผ่น โดยกำหนดโครงร่างของคำอธิบายดังนี้

ชื่อกลุ่ม	
สมาชิกในกลุ่ม	
ชื่อคำอธิบาย	การไทเทรตโดยใช้เป็นสารละลาย $\text{NH}_3$ (เบสอ่อน) และ $\text{HCl}$ (กรดแก่) ที่จุดสมมูลมี pH เท่าใด และในการไทเทรตนี้ควรใช้สารใดเป็นอินดิเคเตอร์
ข้อกล่าวอ้าง	มี pH เท่ากับ 5.2 เลือกใช้อินดิเคเตอร์เป็นเมทิลเรด
หลักฐาน	จากกราฟการไทเทรตระหว่าง $\text{NH}_3$ และ $\text{HCl}$ เมื่อลากเส้นจุดสมมูลตัดแกน Y มีค่า pH = 5.2 และ เมทิลเรดมี pH อยู่ในช่วง 4.2–6.3
การให้เหตุผล	ในการไทเทรตระหว่างสารละลาย $\text{NH}_3$ และ $\text{HCl}$ ควรเลือกใช้เมทิลเรดเป็นอินดิเคเตอร์ เนื่องจาก pH ของจุดสมมูลอยู่ในช่วง pH การเปลี่ยนสีของเมทิลเรด

## เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมการโต้แย้ง (การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์)

องค์ประกอบ	คะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	มี pH เท่ากับ 5.2 เลือกใช้อินดิเคเตอร์ เป็นเมทิลเรด	มี pH เท่ากับ 5.2 เลือกใช้อินดิเคเตอร์ เป็นโบรโมไทมอลบลู หรือฟีนอล์ฟทาลีน	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าวอ้าง ไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	จากกราฟการไทเทรต ระหว่าง $\text{NH}_3$ และ HCl เมื่อลากเส้นจุด สมมูลตัดแกน Y มีค่า pH = 5.2 และ เมทิ ลเรดมี pH อยู่ในช่วง 4.2–6.3	จากกราฟการไทเทรต ระหว่าง $\text{NH}_3$ และ HCl เมื่อลากเส้นจุด สมมูลตัดแกน Y มีค่า pH = 5.2 หรือ เมทิ ลเรดมี pH อยู่ในช่วง 4.2–6.3 อย่างไม่อย่าง หนึ่ง	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานไม่ ถูกต้อง
การให้เหตุผล	ในการไทเทรตระหว่าง สารละลาย $\text{NH}_3$ และ HCl ควรเลือกใช้เมทิ ลเรดเป็นอินดิเคเตอร์ เนื่องจาก pH ของจุด สมมูลอยู่ในช่วง pH การเปลี่ยนสีของเมทิ ลเรด	ในการไทเทรตระหว่าง สารละลาย $\text{NH}_3$ และ HCl ควรเลือกใช้ฟิ นอล์ฟทาลีนเป็นอินดิ เคเตอร์ เนื่องจาก pH สูงกว่า pH ของจุด สมมูล	ไม่มีการให้เหตุผล หรือ ให้เหตุผลไม่ เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน

### แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่.....

คำชี้แจง : แบบทดสอบประกอบด้วย แบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ทั้งหมด 3 คะแนน

1. การไทเทรตกรด-เบส คืออะไรจงอธิบาย

.....

.....

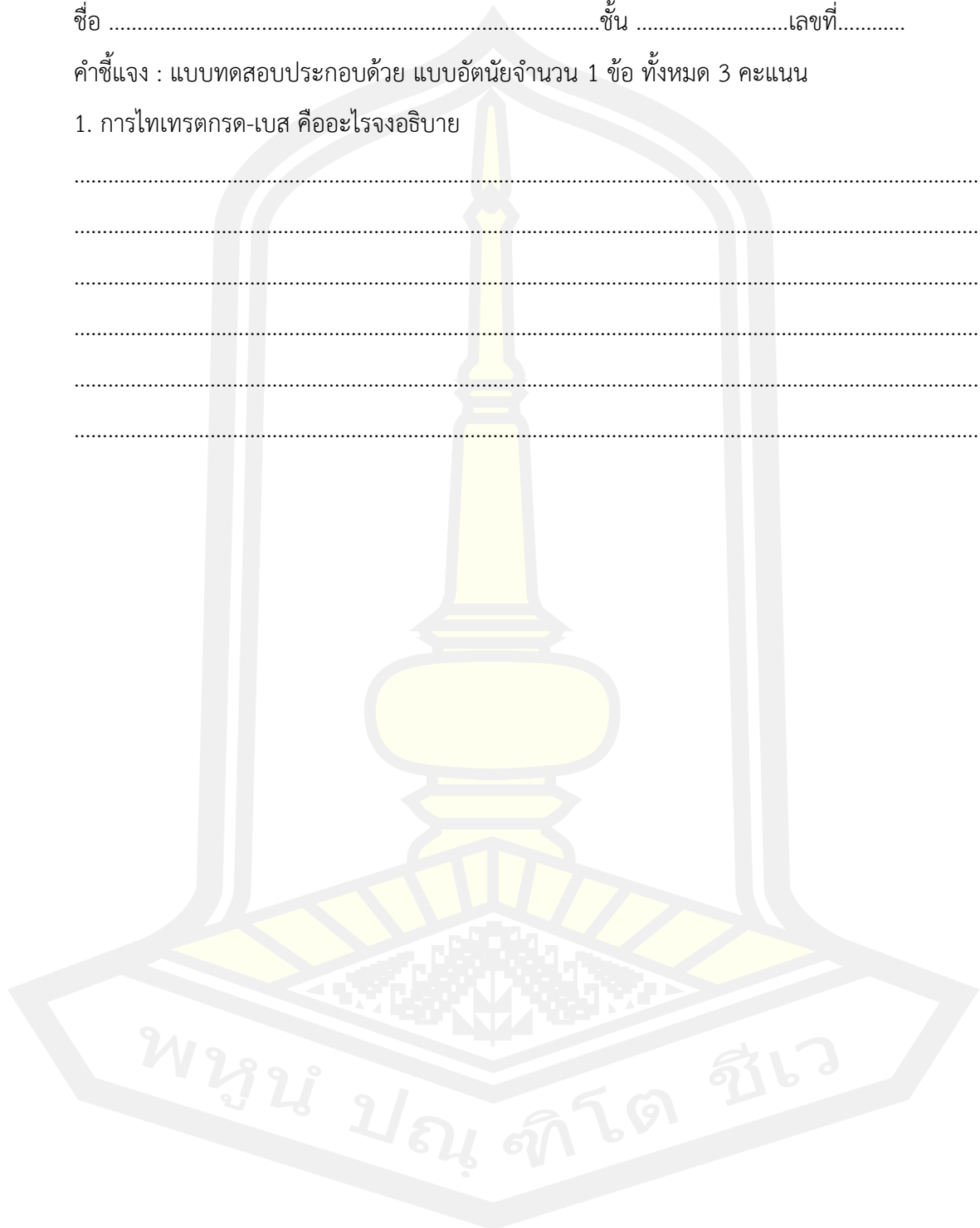
.....

.....

.....

.....

.....



## เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน

เกณฑ์คะแนน	ลักษณะคำตอบ
3 คะแนน	การไทเทรตกรด-เบส คือ กระบวนการหาปริมาณสาร โดยวิธีใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี ทำให้คำนวณหาความเข้มข้นหรือปริมาณของสารตัวอย่างดังกล่าวได้
2 คะแนน	การไทเทรตกรด-เบส คือ กระบวนการหาปริมาณสาร โดยวิธีใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง
1 คะแนน	การไทเทรตกรด-เบส คือ กระบวนการหาปริมาณสาร
0 คะแนน	นักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ตรงคำถาม

## เกณฑ์การผ่าน

คะแนนตั้งแต่ 2 ผ่านเกณฑ์

0-1 ไม่ผ่านเกณฑ์

2-3 ผ่านเกณฑ์

พูน ปณ จิโต ชีเว



พฤติกรรม	คะแนน			
	3	2	1	0
มีความซื่อสัตย์	มีความซื่อสัตย์ซื่อตรงทำใบกิจกรรมด้วยตนเองโดยไม่ลอกผู้อื่น	มีความซื่อสัตย์ซื่อตรงทำใบกิจกรรมได้โดยมีการโดนตักเตือนจากคุณครู 1 ครั้ง	เป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์ซื่อตรงทำใบกิจกรรมได้โดยมีการโดนตักเตือนจากคุณครู 2 ครั้งขึ้นไป	ไม่มีความซื่อสัตย์ซื่อตรงลอกใบกิจกรรมจากเพื่อนหรือจากเฉลย
รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานที่ตนได้รับมอบหมายจนสำเร็จตามเวลา ไม่เฉื่อยชา	ทำงานที่ตนได้รับมอบหมายจนสำเร็จโดยการตักเตือนจากเพื่อนในกลุ่มหรือคุณครู 1 ครั้ง	ทำงานที่ตนได้รับมอบหมายจนสำเร็จโดยการตักเตือนจากเพื่อนในกลุ่มหรือคุณครู 2 ครั้ง ขึ้นไป	ไม่ทำงานที่ตนได้รับผิดชอบ
ยอมรับฟังความคิดเห็น	ยอมรับฟังความคิดเห็น ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	ยอมรับฟังความคิดเห็นทำงานร่วมกับผู้อื่นได้โดยการตักเตือนจากเพื่อนในกลุ่มหรือคุณครู 1 ครั้ง	ยอมรับฟังความคิดเห็นทำงานร่วมกับผู้อื่นได้โดยการตักเตือนจากเพื่อนในกลุ่มหรือคุณครู 2 ครั้ง ขึ้นไป	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นไม่สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
การทำงานร่วมกับผู้อื่น	ให้ความร่วมมือในการทำการกิจกรรม	ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม แต่ต้องมีการตักเตือน 1 ครั้ง	ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม แต่ต้องมีการตักเตือน 2 ครั้งขึ้นไป	ไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม





## เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับการให้คะแนน			
	3	2	1	0
การปฏิบัติตามวิธีการทดลอง	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้ครบถ้วน	ต้องให้ความโดยคำแนะนำจากครู 1-2 ครั้งในปฏิบัติการทดลอง	ต้องให้ความช่วยโดยคำแนะนำจากครู 3 ครั้งขึ้นไป ในปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนไม่ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้หรือไม่ปฏิบัติการทดลอง
การใช้อุปกรณ์การทดลอง	ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง และเหมาะสม	ต้องให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์ 1-2 ครั้ง	ต้องให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์ 3 ครั้งขึ้นไป	ไม่สามารถใช้อุปกรณ์การทดลองได้
การเก็บรักษาอุปกรณ์การทดลอง	เก็บและทำความสะอาดอุปกรณ์ครบถ้วน	ต้องตักเตือนโดยครู 1 ครั้ง เพื่อเก็บและทำความสะอาดอุปกรณ์ครบถ้วน	นักเรียนทำความสะอาดแต่ไม่เก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ	ไม่เก็บและไม่ทำความสะอาดอุปกรณ์
การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกได้ครบถ้วนและเป็นไปตามผลการทดลองที่ได้	บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วน และเป็นไปตามผลการทดลองที่ได้ โดยการแนะนำจากครู 1-2 ครั้ง	บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วน แต่ไม่เป็นไปตามผลการทดลองที่ได้	ไม่บันทึกผลการทดลอง
สรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ครบถ้วน และเป็นไปตามผลการทดลองที่ได้	สรุปผลการทดลองได้ครบถ้วน และเป็นไปตามผลการทดลองที่ได้ โดยการแนะนำจากครู 1-2 ครั้ง	สรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง	ไม่สรุปผลการทดลอง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน ระดับคุณภาพ

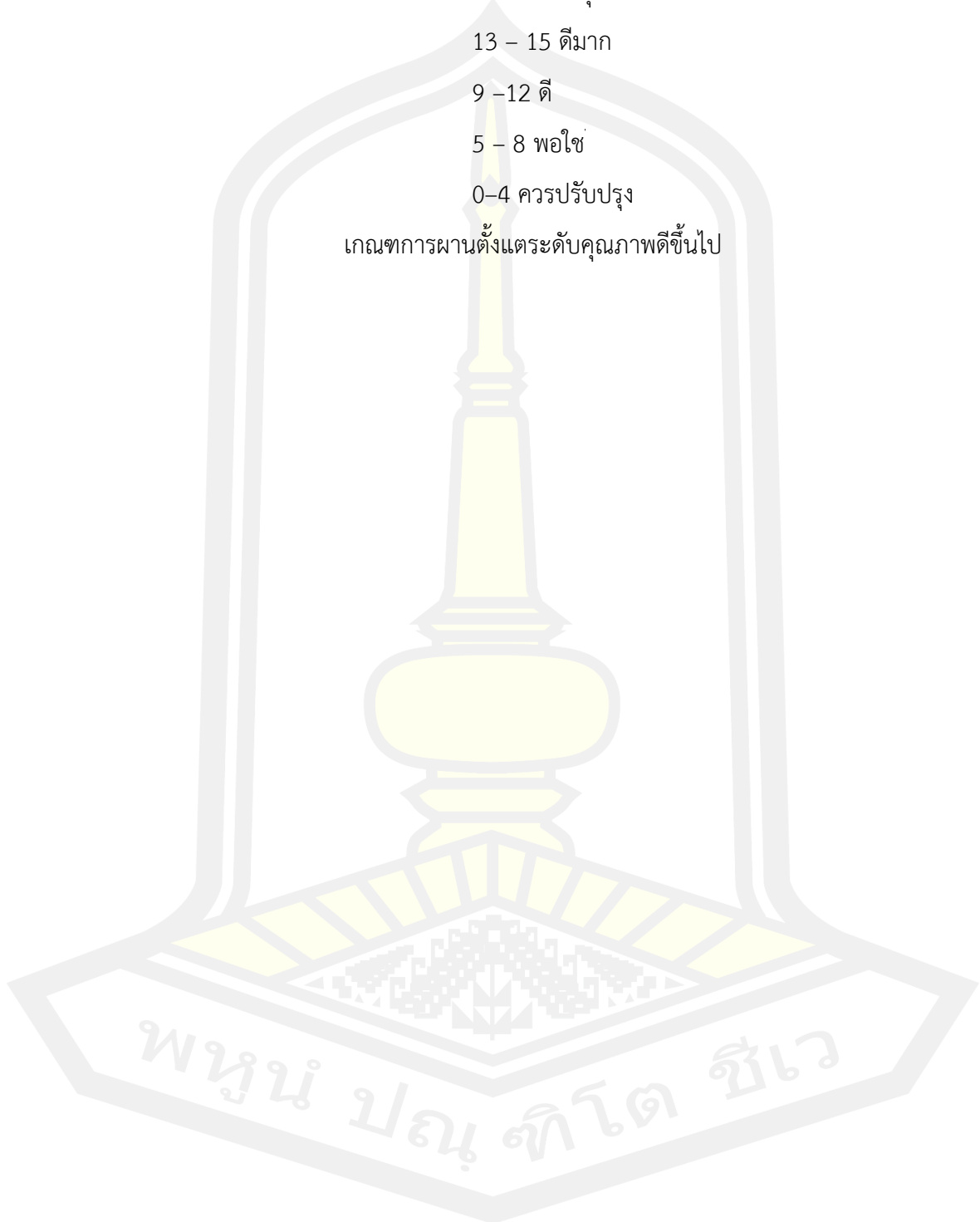
13 – 15 ดีมาก

9 – 12 ดี

5 – 8 พอใช้

0-4 ควรปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านตั้งแต่ระดับคุณภาพดีขึ้นไป



ภาพตัวอย่างผลงานนักเรียน

สมการเคมี	คู่กรด-เบส
<p>คู่กรด-เบส 1</p> <p>เบส รับ H<sup>+</sup> กรด ให้ H<sup>+</sup></p> <p>1.1 <math>H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^- + H_3O^+</math></p> <p>ให้ H<sup>+</sup> กรด      รับ H<sup>+</sup> เบส</p> <p>คู่กรด-เบส 2</p>	<p>1. H<sub>2</sub>S, HS<sup>-</sup></p> <p>2. H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup></p>
<p>กรด 9 ให้ H<sup>+</sup>      คู่กรด-เบส 2      1 ให้ H<sup>+</sup></p> <p>1.2 <math>NH_4^+ + S^{2-} \rightleftharpoons HS^- + NH_3</math></p> <p>รับ H<sup>+</sup> กรด      9 ให้ H<sup>+</sup> กรด      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด</p> <p>เบส      คู่กรด-เบส 1      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด</p> <p>รับ H<sup>+</sup> เบส      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด</p> <p>คู่กรด-เบส 1      คู่กรด-เบส 2      คู่กรด-เบส 1</p>	<p>1. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NH<sub>3</sub></p> <p>2. S<sup>2-</sup>, HS<sup>-</sup></p>
<p>กรด 9 ให้ H<sup>+</sup>      คู่กรด-เบส 1      1 ให้ H<sup>+</sup></p> <p>1.3 <math>HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+</math></p> <p>รับ H<sup>+</sup> กรด      9 ให้ H<sup>+</sup> กรด      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด</p> <p>เบส      คู่กรด-เบส 2      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด</p> <p>รับ H<sup>+</sup> เบส      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด</p> <p>คู่กรด-เบส 1      คู่กรด-เบส 2      คู่กรด-เบส 1</p>	<p>1. HCOOH, HCOO<sup>-</sup></p> <p>2. H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup></p>

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมชิ้นการสรสรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล

4. กอติไฮโดรฟลูออริก

เมื่อเกิดเป็นผลึกที่ขาวๆ หรือ

(เกิดขบวนการ 1 ขั้ว)

ขั้วบวกตัวขาว

เขมิกโคเลียม (CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub>) กับกรดไฮโดรฟลูออริก

คู่กรด-เบส 1. CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> . CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub><sup>+</sup>

2. HF, F<sup>-</sup>

หลักการ

$CH_3CNH_2 + HF \rightleftharpoons CH_3CNH_3^+ + F^-$

รับ H<sup>+</sup> กรด      9 ให้ H<sup>+</sup> กรด      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด

เบส      คู่กรด-เบส 1      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด

รับ H<sup>+</sup> เบส      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด      1 ให้ H<sup>+</sup> กรด

คู่กรด-เบส 1      คู่กรด-เบส 2      คู่กรด-เบส 1

การให้เหตุผล CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> กับ HF<sup>-</sup> เกิดปฏิกิริยา  
กันได้ เนื่องจาก CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> ทำหน้าที่รับ H<sup>+</sup> และ  
HF ทำหน้าที่ให้ H<sup>+</sup> ตามทฤษฎีของเบรินสเตด  
ลาวรี ดังนั้น CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> จึงเป็นเบสที่ปฏิกิริยาไปข้าง  
หน้าเกิดเป็น CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub> และปฏิกิริยาย้อนกลับ CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub><sup>+</sup>  
ทำหน้าที่ให้ H<sup>+</sup> จึงเป็นกรด ดังนั้น CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> หรือ  
CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub> จึงเป็นคู่กรด-เบสกัน ในกรณีของ HF<sup>-</sup>  
ก็อธิบายในทำนองเดียวกัน.

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมชิ้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

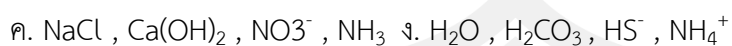
### ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### คำชี้แจง

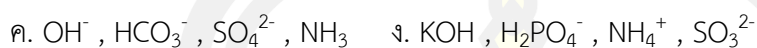
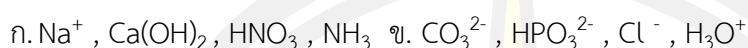
1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ลงในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระดาษคำตอบที่แจก
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ทับอักษร ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส
  - ก. กรด คือ สารที่สามารถให้โปรตอนแก่สารอื่น
  - ข. เบส คือ สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแก่สารอื่น
  - ค. กรด คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน
  - ง. เบส คือ สารที่มี pH ตั้งแต่ 7 ขึ้นไป
2. ข้อใดคือนิยามความเป็นกรด-เบสตามทฤษฎีของเบรินสเตด-ลาวรี
  - ก. กรด คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน  
เบส คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน
  - ข. กรด คือ สารที่สามารถให้โปรตอนแก่สารอื่น  
เบส คือ สารที่สามารถรับโปรตอนจากสารอื่น
  - ค. กรด คือ สารที่สามารถรับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแก่สารอื่น  
เบส คือ สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแก่สารอื่น
  - ง. กรด คือ สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง  
เบส คือ สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน
3. ข้อใดเป็นเบสตามทฤษฎีของลิวอิส
  - ก. สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแก่สารอื่น
  - ข. สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน
  - ค. สารที่สามารถรับโปรตอนจากสารอื่น
  - ง. สารที่มี pH ต่ำกว่า 7

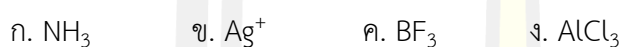
4. จากทฤษฎีเกี่ยวกับกรดเบสของอาร์เรเนียสสารกลุ่มใดที่จัดว่าเป็นกรดทุกตัว



5. จากทฤษฎีเกี่ยวกับกรดเบสของเบรินสเตด-ลาวรี สารกลุ่มใดที่จัดว่าเป็นเบสทุกตัว



6. สารในข้อใดจัดว่าเป็นเบส ตามทฤษฎีของลิวอิส



7.  $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$  สมการเคมีข้างต้นจรรยาบัญเบสของ HCl ตามทฤษฎีของเบรินสเตดลาวรี



8.  $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  สมการเคมีข้างต้นจรรยาบัญเบสของ HCOOH ตามทฤษฎีของเบรินสเตดลาวรี



9.  $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$  จากสมการเคมีข้างต้นข้อใดเป็นคู่กรด-เบสกัน



10.  $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$  จากสมการเคมีข้างต้นข้อใดเป็นคู่กรด-เบสกัน



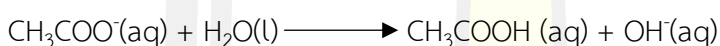
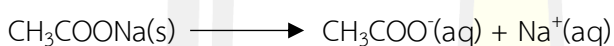
ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ลงในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แจก
3. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. กรดอ่อน (weak acid) หมายถึง กรดที่แตกตัวเป็น  $H^+$  ได้ไม่สมบูรณ์ ( $<<100\%$ ) ซึ่งกรดอ่อนจะแตกตัวให้  $H^+$

ได้ไม่ทั้งหมด และในระบบยังมีกรดอ่อนนั้นอยู่ด้วย ดังนั้น ความเข้มข้นของ  $H^+$  ที่เกิดจากการแตกตัวของกรดอ่อนจึงน้อยกว่าความเข้มข้นเริ่มต้นของกรดนั้น



- สารละลายโซเดียมแอซิเตต ( $CH_3COONa$ ) มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ตามทฤษฎีของใคร (ชื่อกล่าว้าง)

.....

.....

.....

- ระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

- ให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนชื่อกล่าว้างของนักเรียน

.....

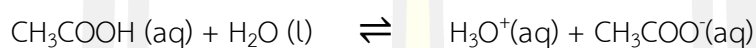
.....

.....

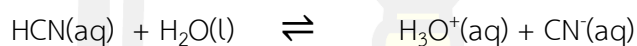
2. ค่าคงที่สมดุลของกรดอ่อน ( $K_a$ ) กรดอ่อนแตกตัวได้เพียงบางส่วน ปฏิกิริยาการแตกตัวไปข้างหน้า และปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นได้พร้อมกัน และปฏิกิริยาการแตกตัวของกรดอ่อนนี้จะอยู่ในภาวะสมดุล  $K$  คือค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา และถือว่า  $[H_2O]$  มีค่าคงที่ ตัวอย่างการหาค่าคงที่สมดุลของกรดอ่อน



$$K_a = \frac{[H_3O^+][F^-]}{[HF]} = 6.7 \times 10^{-4}$$



$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1.74 \times 10^{-5}$$



$$K_a = \frac{[H_3O^+][CN^-]}{[HCN]} = 4.0 \times 10^{-10}$$

- ให้นักเรียนเปรียบเทียบความแรงของกรดอ่อนทั้งสามตัว(ช้อกล่าวอ้าง)

.....

.....

.....

- ระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

- ให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนช้อกล่าวอ้างของนักเรียน

.....

.....

.....



## เกณฑ์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
1	ข้อกล่าวอ้าง	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องและสมบูรณ์ ดังนี้ สารละลาย $\text{CH}_3\text{COONa}$ เป็นเบส ตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีหรือ สารละลาย $\text{CH}_3\text{COONa}$ เป็นเบส ตามทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องบางส่วน เช่น สารละลาย $\text{CH}_3\text{COONa}$ เป็นเบส ตามทฤษฎีของบอยล์	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือ สร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง เช่น สารละลาย $\text{CH}_3\text{COONa}$ เป็นกรด ตามทฤษฎีของลิวอิส
	หลักฐาน	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ดังนี้ จากสมการที่กำหนดให้ $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ได้เป็น $\text{CH}_3\text{COOH}$ กับ $\text{OH}^-$ หรือ จากสมการที่กำหนดให้ $\text{CH}_3\text{COONa}$ ละลายน้ำแล้วให้ $\text{OH}^-$	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เช่น จากสมการที่กำหนดให้ $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ได้เป็น $\text{CH}_3\text{COOH}$ หรือ จากสมการที่กำหนดให้ $\text{CH}_3\text{COONa}$ ให้ $\text{OH}^-$	ไม่แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือการใช้หลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เช่น จากสมการที่กำหนดให้ $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ได้เป็น $\text{CH}_3\text{COONa}$
	การให้เหตุผล	มีการให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้เหมาะสมและเพียงพอ ดังนี้ จากสมการจะเห็นได้ว่า $\text{CH}_3\text{COO}^-$ รับ $\text{H}^+$ จาก $\text{H}_2\text{O}$ ดังนั้น $\text{CH}_3\text{COO}^-$ จึงทำหน้าที่เป็นเบส และในสารละลายมี $\text{OH}^-$ เกิดขึ้น สารละลาย $\text{CH}_3\text{COONa}$ จึง	มีการให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่เพียงพอ เช่น จากสมการจะเห็นได้ว่า $\text{CH}_3\text{COO}^-$ รับ $\text{H}^+$ จาก $\text{H}_2\text{O}$ จึงทำหน้าที่เป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี	ไม่มีการให้เหตุผลหรือเหตุผลที่ใช้ไม่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง เช่น จากสมการจะเห็นได้ว่า $\text{CH}_3\text{COONa}$ แตกตัวให้ $\text{CH}_3$ กับ $\text{COONa}$ ดังนั้น $\text{CH}_3\text{COONa}$ จึงเป็น

นางสาวรัตนวลี สราญบุษ

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
		เป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี ที่กล่าวไว้ว่า เบสคือสารที่สามารถรับโปรตอนจากสารอื่น หรือจากสมการจะเห็นได้ว่าเมื่อสารละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH <sup>-</sup> ) จึงเป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส ที่กล่าวไว้ว่า เบส คือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH <sup>-</sup> )	หรือ จากสมการจะเห็นได้ว่าเกิดไฮดรอกไซด์ไอออน (OH <sup>-</sup> ) ขึ้นจึงเป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส	กรด
2	ข้อกล่าวอ้าง	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องและสมบูรณ์ ดังนี้ เปรียบเทียบความแรงของกรดอ่อนทั้งสามตัว $K_a(\text{HF}) > K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) > K_a(\text{HCN})$	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องบางส่วน เช่น เปรียบเทียบความแรงของกรดอ่อนทั้งสามตัว $K_a(\text{HF}) > K_a(\text{HCN}) > K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือ สร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง เช่น เปรียบเทียบความแรงของกรดอ่อนทั้งสามตัว $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) > K_a(\text{HF}) > K_a(\text{HCN})$
	หลักฐาน	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ดังนี้ จากข้อมูลข้างต้น $K_a$ ของ HF มีค่ามากที่สุด $K_a$ ของ $\text{CH}_3\text{COOH}$ มีค่ามากเป็นอันดับที่สอง และ $K_a$ ของ HCN มีค่าน้อยที่สุด	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เช่น จากข้อมูลข้างต้น $K_a$ ของ HF มีค่ามากที่สุด	ไม่แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือการใช้หลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เช่น จากข้อมูลข้างต้น $K_a$ ของ HCN มีค่ามากที่สุด

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
การให้เหตุผล	มีการให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้เหมาะสมและเพียงพอ ดังนี้ ค่าคงที่สมดุลของกรดนี้ใช้เปรียบเทียบความแรงของกรดได้ ถ้าค่า $K_a$ มีค่ามากแสดงว่ากรดมีความแรงมาก แตกตัวได้ดี ถ้าค่า $K_a$ น้อยแสดงว่ากรดแตกตัวได้น้อยมีความแรงน้อย	มีการให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่เพียงพอ เช่น ค่าคงที่สมดุลของกรดนี้ใช้เปรียบเทียบความแรงของกรดได้	ไม่มีการให้เหตุผลหรือเหตุผลที่ใช้ไม่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง เช่น ถ้าค่า $K_a$ มีค่ามากแสดงว่ากรดมีความแรงน้อย แตกตัวได้น้อย ถ้าค่า $K_a$ น้อยแสดงว่ากรดแตกตัวได้มากมีความแรงมาก	







ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย

### แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง : แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้  
 กรุณาพิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการ  
 เรียนรู้

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
<b>1. สาระสำคัญ</b>						
1.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา					
1.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย					
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุม เนื้อหาสาระ					
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการ พัฒนาชัดเจน					
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ เนื้อหาสาระ					
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ ระดับชั้น ของนักเรียน					
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุนภาระงาน ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธี โต้แย้ง					
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรร สร้างและวิเคราะห์ข้อมูล					
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้าง ข้อโต้แย้งชั่วคราว					
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 4 กิจกรรม					

นางสาวรัตนวลี สราญบุษ

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	การโต้แย้ง					
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ					
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ					
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม					
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัดสามารถวัดได้จริง					

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

พหุบัณฑิต ชีวะ



## ข้อเสนอแนะ

ด้านเนื้อหาสาระ

.....

.....

.....

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

ด้านการวัดและประเมินผล

.....

.....

.....

ด้านอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่ประเมิน

...../...../.....

ตารางที่ 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	14	4.7	เหมาะสม มาก
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	4	14	4.7	เหมาะสม มาก
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	4	14	4.7	เหมาะสม มาก
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	14	4.7	เหมาะสม มาก
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	4	14	4.7	เหมาะสม มาก
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	4	4	12	4.0	เหมาะสม มาก

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
เฉลี่ย		4.59	4.29	4.35	13.24	4.40	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	4	13	4.3	เหมาะสมมาก

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
เฉลี่ย		4.59	4.35	4.35	13.29	4.43	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	4	13	4.3	เหมาะสมมาก

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>เฉลี่ย</b>		4.59	4.35	4.35	13.29	4.43	เหมาะสม มาก



ตารางที่ 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	14	4.7	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	5	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	5	4	4	13	4.3	เหมาะสมมาก
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	4	4	4	12	4.0	เหมาะสมมาก
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	4	4	4	12	4.0	เหมาะสมมาก
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	4	13	4.3	เหมาะสมมาก

นางสาวรัตนวลี สราญบุษ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
	<b>เฉลี่ย</b>	4.41	4.29	4.35	13.06	4.35	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	4	12	4.0	เหมาะสม มาก
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	4	4	12	4.0	เหมาะสม มาก
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	5	4	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
	<b>เฉลี่ย</b>	4.41	4.47	4.35	13.24	4.41	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
เฉลี่ย		4.41	4.41	4.18	13.00	4.33	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 25 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ



ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	5	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
เฉลี่ย		4.41	4.41	4.41	13.24	4.41	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
<b>1. สารสำคัญ</b>							
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>							
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับขั้นของนักเรียน	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.3	การใช้คำถามในขั้นที่ 1 เพื่อเข้าสู่การระบุภาระงานตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	แปลผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ	4	4	5	13	4.3	เหมาะสม มาก
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>							
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	4	5	5	14	4.7	เหมาะสม มากที่สุด
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>							
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรง กับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	4	13	4.3	เหมาะสม มาก
เฉลี่ย		4.41	4.41	4.82	13.47	4.49	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 27 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้าง  
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3  
ท่าน

ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	สรุปผล การประเมิน
		1	2	3			
1.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
3.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
4.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
5	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
6	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
7	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	สรุปผล การประเมิน
		1	2	3			
8.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
9.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
10.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
11.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
12.	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	หลักฐาน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การให้เหตุผล	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง



ตารางที่ 28 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ค่าความยากง่าย	แปลผล	สรุป
1	0.75	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.87	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.90	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.70	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.85	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.73	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.87	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.84	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.85	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.73	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.82	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.82	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.50 - 0.64 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.73 - 0.90 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.96



ตารางที่ 29 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์แบบวัดความสามารถในการสร้าง  
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3  
ท่าน

เกณฑ์ ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ระดับความ เหมาะสม
		1	2	3			
1.	ข้อกล่าวอ้าง	4	4	5	13	4.33	เหมาะสมมาก
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
2.	ข้อกล่าวอ้าง	4	4	5	13	4.33	เหมาะสมมาก
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
3.	ข้อกล่าวอ้าง	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
4.	ข้อกล่าวอ้าง	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	หลักฐาน	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
5.	ข้อกล่าวอ้าง	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
6.	ข้อกล่าวอ้าง	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	หลักฐาน	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
7.	ข้อกล่าวอ้าง	4	4	5	13	4.33	เหมาะสมมาก
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก



เกณฑ์ ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ระดับความ เหมาะสม
		1	2	3			
8.	ข้อกล่าวอ้าง	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	หลักฐาน	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
9.	ข้อกล่าวอ้าง	4	4	5	13	4.33	เหมาะสมมาก
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
10.	ข้อกล่าวอ้าง	4	4	5	13	4.33	เหมาะสมมาก
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
11.	ข้อกล่าวอ้าง	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	หลักฐาน	4	4	4	12	4.00	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
12.	ข้อกล่าวอ้าง	4	4	5	13	4.33	เหมาะสมมาก
	หลักฐาน	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
	การให้เหตุผล	4	5	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>		<b>4</b>	<b>4.56</b>	<b>4.33</b>	<b>12.89</b>	<b>4.30</b>	<b>เหมาะสมมาก</b>

ตารางที่ 30 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	สรุปผล การประเมิน
	1	2	3			
1.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
4.	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
5.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
7.	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง

นางสาวรัตนวลี สราญบุษ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี	สรุปผล
8.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10.	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
11.	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
12.	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
13.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14.	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
15.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
19.	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
20.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
21.	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
22.	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23.	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
24.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
25.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

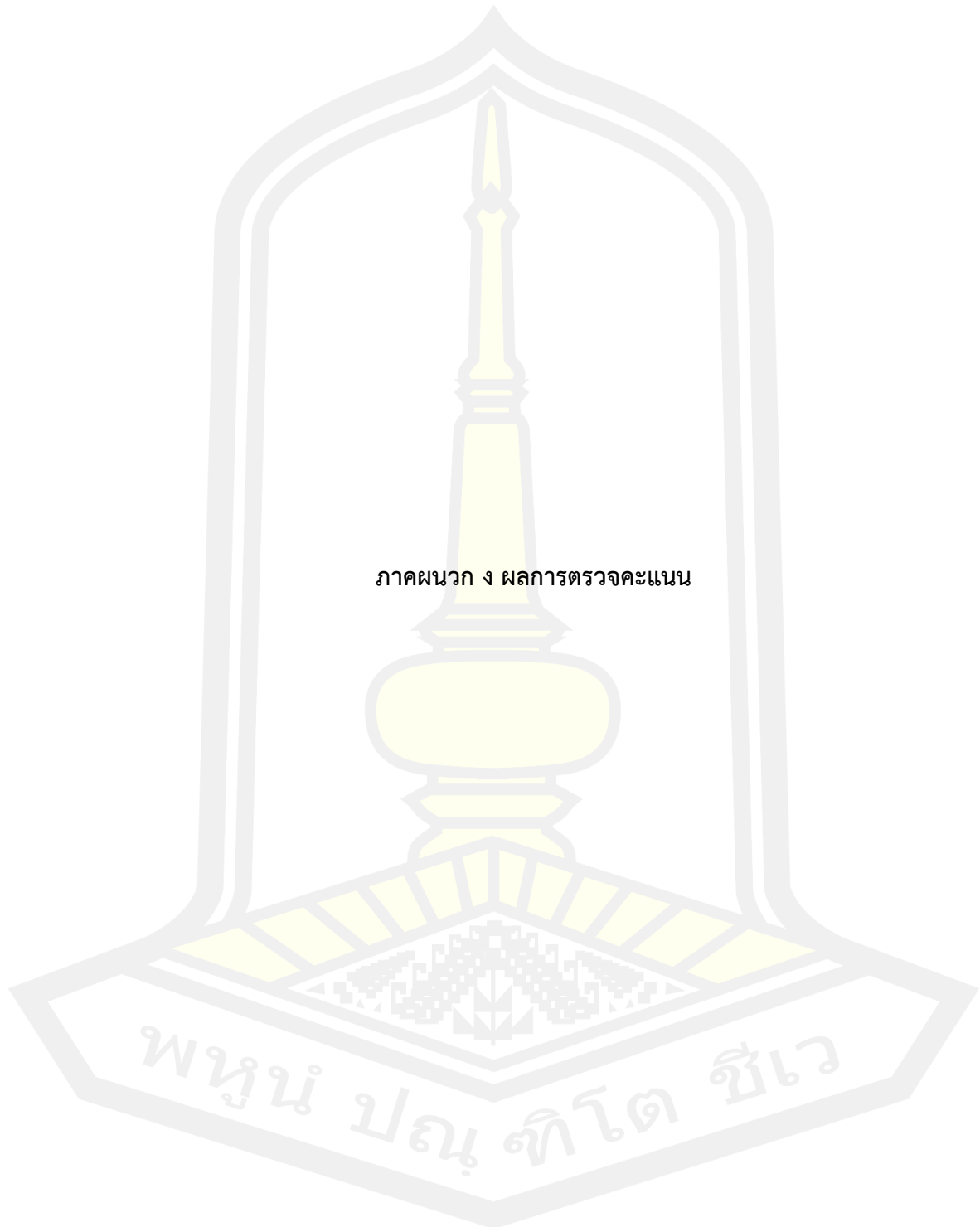
ตารางที่ 31 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ค่าความยากง่าย	แปลผล	สรุป
1	0.65	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.76	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.71	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.94	ใช้ได้	0.76	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.76	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.76	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้

นางสาวรัตนวลี สราญบุษ

ข้อที่	ค่าอำนาจ จำแนก	แปลผล	ค่าความยาก ง่าย	แปลผล	สรุป
7	0.71	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.76	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.65	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.71	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.65	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.82	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.59	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.76	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.59	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.59	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.53	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.65	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.59	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.82	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.47	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.82	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.65	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.53	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.82	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.47 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.47 - 0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส มีค่าเท่ากับ 0.90



ผลคะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส

ตารางที่ 32 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 8 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ได้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน												สัดส่วนคะแนน		คะแนนรวมเต็ม 100								
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7			แผนที่ 8		รวม					
	ใบกิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใบกิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใบกิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใบกิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใบกิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใบกิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใบกิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)		ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)						
1	18	3	20	3	18	2	22	2	19	2	19	2	18	2	18	2	20	1	154	17	48.00	27.53	75.53
2	18	3	20	3	18	2	22	2	19	3	19	2	18	2	18	2	20	1	154	18	48.00	30.03	78.03
3	20	2	20	2	19	2	23	2	19	2	19	1	18	2	18	2	20	1	158	14	49.50	22.52	72.02
4	20	3	20	3	19	3	23	2	19	2	19	2	18	3	18	3	20	3	158	21	49.50	35.04	84.54
5	20	2	20	2	19	1	23	2	19	2	19	2	18	2	18	2	20	2	158	15	49.50	25.03	74.53
6	20	3	20	3	19	2	23	2	19	2	19	2	18	2	18	2	20	1	158	17	49.50	28.03	77.53
7	21	3	21	2	20	2	23	2	24	1	20	2	20	2	20	2	19	1	168	15	52.50	24.52	77.03

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน														สัดส่วนคะแนน		คะแนน รวม เต็ม 100				
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8			รวม			
	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (192)	แบบทดสอบย่อย (24)					
8	17	2	19	2	18	2	20	1	19	2	18	2	17	1	20	1	148	13	46.13	21.52	67.65
9	19	3	23	3	20	3	21	3	21	3	24	3	21	2	23	2	172	22	53.63	38.04	91.67
10	15	3	19	3	19	2	16	2	16	2	18	2	17	2	18	1	138	17	43.13	28.03	71.15
11	20	3	20	3	19	2	23	2	19	2	19	3	18	2	20	3	158	20	49.50	33.53	83.04
12	15	3	20	3	18	2	16	2	19	2	19	2	18	2	20	1	145	17	45.38	28.53	73.91
13	19	3	23	3	20	2	21	2	21	2	24	2	21	2	23	3	172	19	53.63	31.53	85.16
14	20	3	20	3	19	2	23	2	19	2	19	2	18	3	20	3	158	20	49.50	32.53	82.03
15	20	3	20	3	19	3	23	2	19	2	19	3	18	2	20	3	158	21	49.50	35.54	85.04
16	17	3	19	3	18	2	20	1	19	1	18	1	17	1	20	2	148	14	46.13	23.52	69.65
17	19	2	23	3	20	3	21	3	21	2	24	2	21	2	23	3	172	20	53.63	33.53	87.16
18	21	3	23	2	19	2	23	3	21	2	22	2	18	2	20	1	167	17	52.13	29.03	81.16

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน														สัดส่วนคะแนน		คะแนน รวม เต็ม 100						
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8			รวม					
	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (192)	แบบทดสอบย่อย (24)							
19	19	3	23	3	20	2	21	2	21	2	24	2	21	2	21	2	23	1	172	17	53.63	22.52	76.15
20	15	2	17	2	16	2	19	2	20	2	18	2	17	2	20	1	20	1	142	15	44.25	25.03	69.28
21	15	3	17	3	16	2	19	2	20	2	18	2	17	2	20	2	20	2	142	18	44.25	29.53	73.78
22	15	3	20	3	18	2	16	1	19	2	19	2	18	3	20	2	20	2	145	18	45.38	30.03	75.41
23	16	2	17	2	15	2	19	3	16	3	17	3	18	2	20	3	20	3	138	20	43.13	32.53	75.66
24	20	2	20	2	23	2	21	2	21	3	24	3	19	3	20	3	20	3	168	20	52.50	33.53	86.04
25	20	2	20	3	23	3	21	3	21	3	24	3	19	3	20	2	20	2	168	22	52.50	37.04	89.54
26	20	2	20	3	19	2	23	2	19	2	19	2	18	2	20	2	20	2	158	17	49.50	28.03	77.53
27	20	1	20	2	19	2	23	2	19	2	19	2	18	2	20	1	20	1	158	14	49.50	23.52	73.03
28	21	3	22	3	18	3	21	2	20	3	19	3	19	3	22	3	22	3	162	23	50.63	38.04	88.67
29	15	1	20	2	18	2	16	2	19	2	19	2	18	2	20	1	20	1	145	14	45.38	23.02	68.40

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน														สัดส่วนคะแนน		คะแนน รวม เต็ม 100				
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8			รวม			
	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (24)	แบบทดสอบย่อย (3)	ใ้กิจกรรม (192)	แบบทดสอบย่อย (24)					
30	21	2	23	3	19	3	23	2	21	1	22	2	18	2	20	2	167	17	52.13	29.03	81.16
31	21	3	22	3	18	2	21	2	20	2	19	3	19	3	22	3	162	21	50.63	34.53	85.16
32	15	3	17	3	16	2	19	3	20	2	18	2	17	2	20	3	142	20	44.25	33.53	77.79
33	18	3	20	3	18	2	22	2	19	2	19	2	18	2	20	1	154	17	48.00	29.03	77.03
34	20	3	20	3	19	2	23	2	19	3	19	2	18	2	20	3	158	20	59.40	33.53	92.94
$\Sigma X$	630	88	688	91	636	73	713	71	666	72	675	73	624	73	693	67	5325	606	1673.84	1010.51	2684.35
$\bar{X}$	18.53	2.59	20.24	2.68	18.71	2.15	20.97	2.09	19.59	2.12	19.85	2.15	18.35	2.15	20.38	1.97	156.61	17.83	49.23	29.72	78.95
S.D.	2.18	0.61	1.74	0.47	1.62	0.50	2.29	0.51	1.44	0.54	2.16	0.56	1.18	0.50	1.16	0.90	10.35	2.86	3.70	4.76	6.86
%	77.21	86.27	84.31	89.22	77.94	71.57	87.38	69.61	81.62	70.59	82.72	71.57	76.47	71.57	84.93	65.69	81.57	74.30	82.05	74.30	78.95



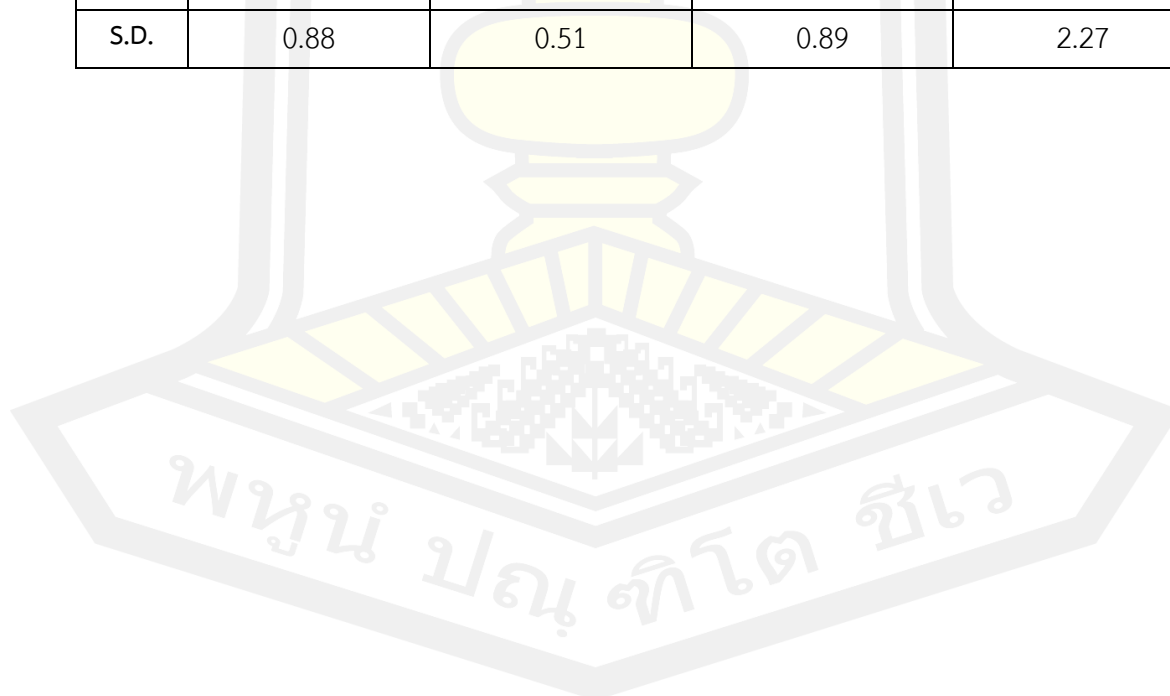
ผลคะแนนแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง กรด-เบส

ตารางที่ 33 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ  
ร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส

คนที่	สามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์			
	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	รวม
1	11	10	9	30
2	10	10	9	29
3	10	10	8	28
4	10	9	9	28
5	12	10	8	30
6	10	10	9	29
7	10	10	8	28
8	10	10	8	28
9	9	9	8	26
10	9	10	9	28
11	11	10	9	30
12	10	10	9	29
13	10	9	8	27
14	11	9	10	30
15	12	9	9	30
16	12	9	8	29
17	12	9	8	29
18	10	10	10	30
19	10	10	8	28
20	10	9	8	27
21	11	10	10	31
22	10	10	9	29
23	9	9	9	27

คนที่	สามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์			
	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	รวม
24	11	9	10	30
25	9	9	9	27
26	10	10	9	29
27	10	9	10	29
28	11	9	9	29
29	10	10	10	30
30	11	9	10	30
31	10	9	11	30
32	9	9	11	29
33	10	9	9	28
34	11	9	10	30
$\Sigma X$	351	322	308	981
$\bar{X}$	10.32	9.47	9.06	28.85
S.D.	0.88	0.51	0.89	2.27



ผลคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง กรต-เบส

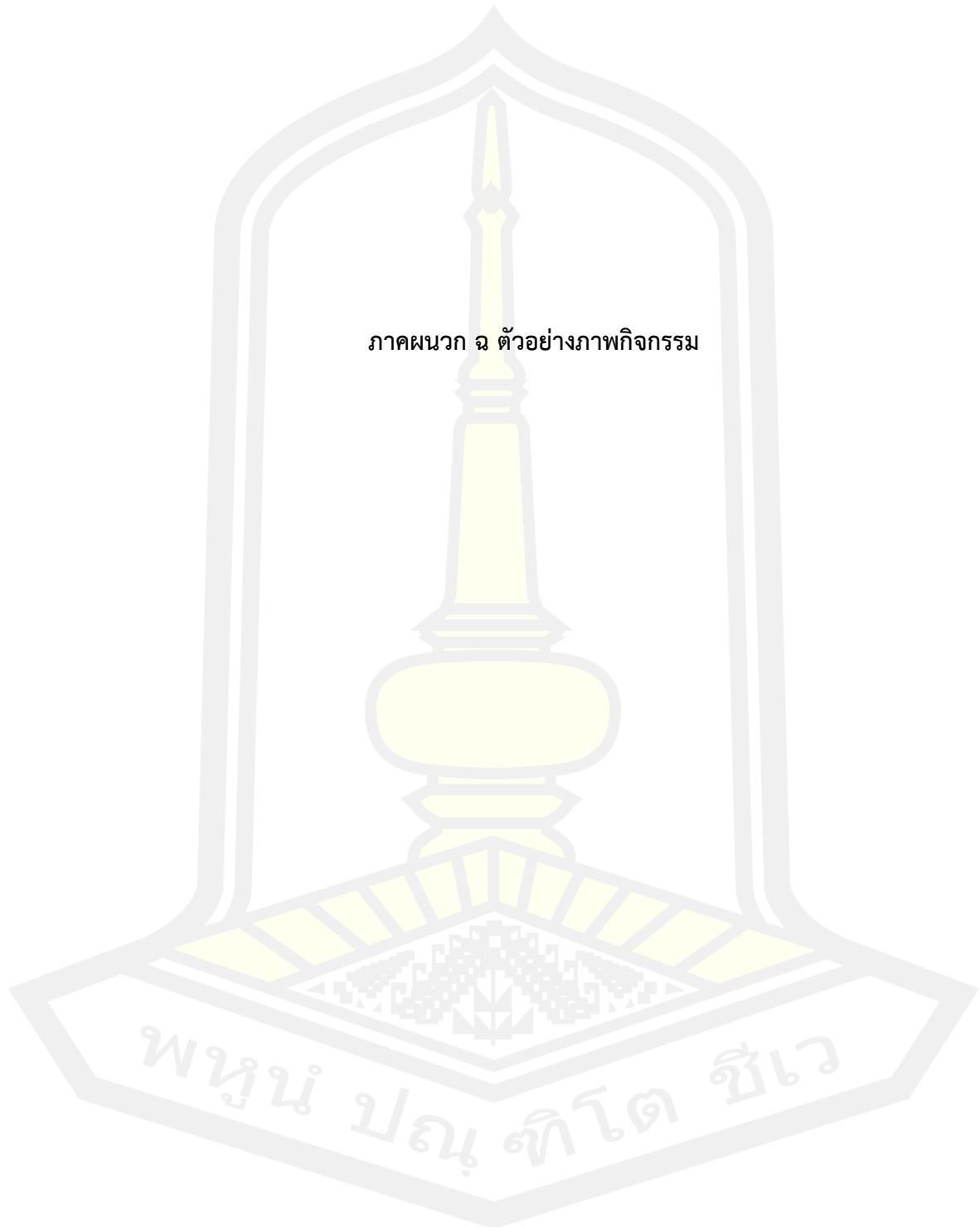
ตารางที่ 34 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง กรต-เบส

คนที่	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย				รวม (20)
	จำ (4)	เข้าใจ (5)	ประยุกต์ใช้ (7)	วิเคราะห์ (4)	
1	4	4	5	2	15
2	3	3	4	4	14
3	2	3	5	3	13
4	4	4	7	4	19
5	4	5	7	2	18
6	4	5	7	3	19
7	4	4	6	3	17
8	4	5	5	4	18
9	3	5	6	4	18
10	2	4	4	2	12
11	4	3	4	3	14
12	4	4	7	3	18
13	4	5	7	3	19
14	4	5	2	4	15
15	4	5	5	3	17
16	4	5	7	4	20
17	4	5	6	4	19
18	4	4	7	4	19
19	4	4	5	4	17
20	4	3	6	4	17
21	4	5	7	4	20
22	3	4	6	4	17
23	2	4	7	2	15
24	2	4	7	3	16

นางสาวรัตนวลี สราญบุษ

คนที่	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย				รวม (20)
25	3	5	6	2	16
26	2	3	4	2	11
27	3	4	4	3	14
28	2	4	5	2	13
29	4	4	5	2	15
30	4	4	6	4	18
31	3	2	6	2	13
32	1	3	4	2	10
33	3	2	5	3	13
34	1	4	3	4	12
$\Sigma X$	111	137	187	106	541
$\bar{X}$	3.26	4.03	5.50	3.12	15.91
S.D.	0.96	0.87	1.33	0.84	2.73





4. เกิดไฮโดรฟลูออไรด์ (HF) กับกรดไฮโดรฟลูออริก (H<sup>+</sup>)  
 (เมื่อรวม 1 ตัว)  
 ชื่อกลุ่มสาร 1. CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub><sup>+</sup>  
 ชื่อกลุ่มสาร 2. HF, F<sup>-</sup>

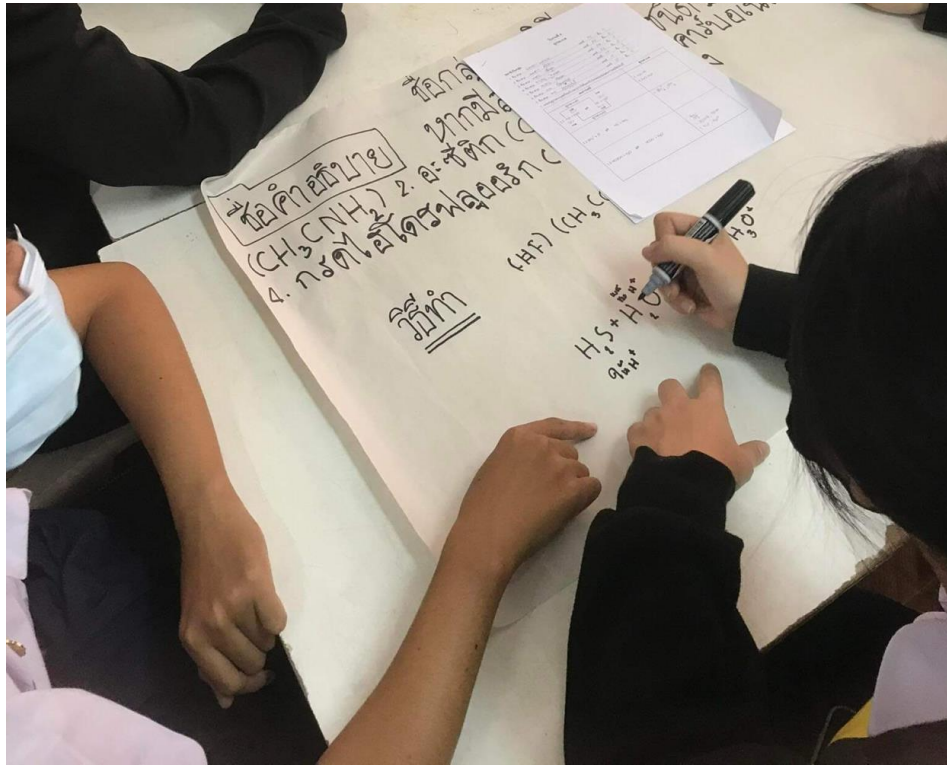
หลักการ CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> + HF ⇌ CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub><sup>+</sup> + F<sup>-</sup>  
 รับ H<sup>+</sup> ปล่อย H<sup>+</sup> ปล่อย H<sup>+</sup> ปล่อย H<sup>+</sup>  
 ปล่อย H<sup>+</sup> ปล่อย H<sup>+</sup> ปล่อย H<sup>+</sup> ปล่อย H<sup>+</sup>

การใช้เหตุผล CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> กับ HF<sup>-</sup> เกิดปฏิกิริยากันได้ เนื่องจาก CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> ทำหน้าที่รับ H<sup>+</sup> และ HF ทำหน้าที่ให้ H<sup>+</sup> ตามทฤษฎีของเบรินสเตดลาวรี ดังนั้น CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> จึงเป็นเบสคู่จางปฏิกิริยาไปรับพหุหน้าที่เกิดเป็น CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub><sup>+</sup> และ F<sup>-</sup> ปฏิกิริยาของกับ CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> ทำหน้าที่ให้ H<sup>+</sup> จึงเป็นกรด ดังนั้น CH<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub> และ CH<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub><sup>+</sup> จึงเป็นคู่กรด-เบสกัน ในกรณีของ HF<sup>-</sup> ก็อธิบายในทำนองเดียวกัน.

ชื่อกลุ่มสาร

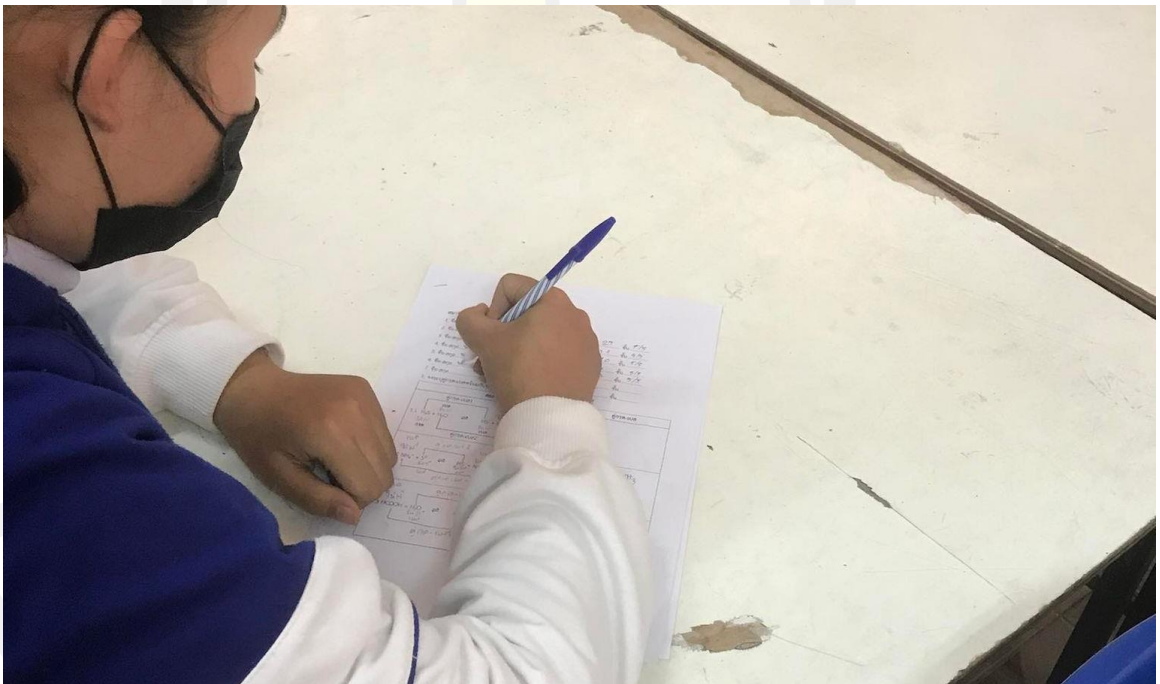
ชื่อกลุ่ม สารอินทรีย์

หากมีสารทั้งหมด 4 ชนิด 1. เมทิลเอสเตอร์ (CH<sub>3</sub>COOH) 2. ไฮคาร์บอนเนต (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 3. ไฮโดรฟลูออไรด์ (HF) สารคู่ใดบ้าง



นางสาวรัตนวดี สราญบุรุษ









ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จาก 1



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว451

วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน

ด้วย นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว378 วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนื่องเฉลิม

ด้วย นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว281 วันที่ 25 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด

ด้วย นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ



ที่ อว 0605.5(2)/ว281

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีพาย

ด้วย นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0930578607

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ



ที่ อว 0605.5(2)/ว281

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายปฏิวัติ ไชยมาตร

ด้วย นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด – เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0930578607

นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวรัตนวลี สราญบุรุษ
วันเกิด	4 กุมภาพันธ์ 2541
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1 หมู่ 1 บ.ร่อนทอง ต.ร่อนทอง อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ 31150
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนร่อนทองพิทยาคม อ.สตึก จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2558 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตึก อ.สตึก จังหวัด บุรีรัมย์ พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2565 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูน ปณู ทิโต ชีเว