

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถใน
การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์

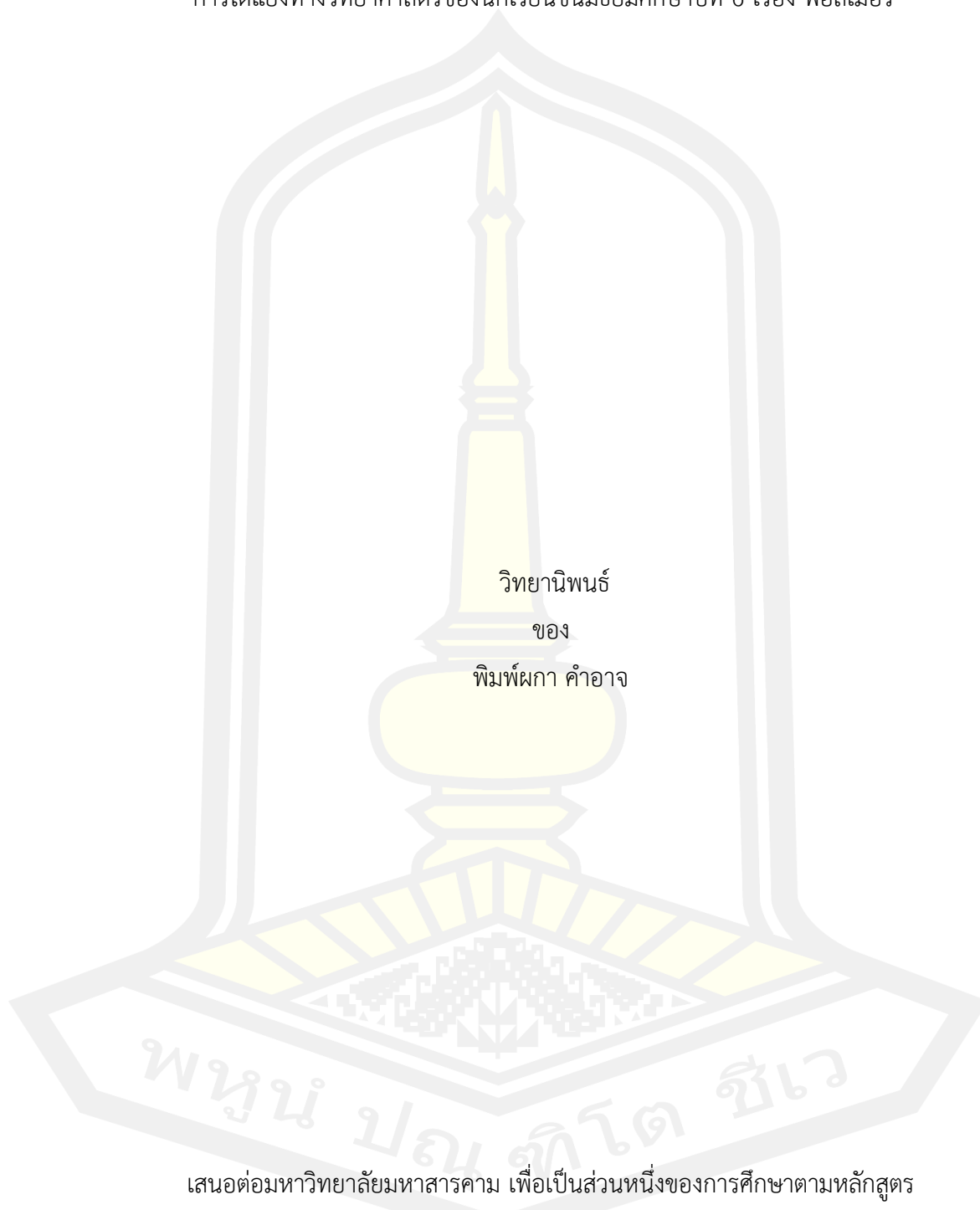
วิทยานิพนธ์
ของ
พิมพ์ผกา คำอาจ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มิถุนายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถใน
การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์



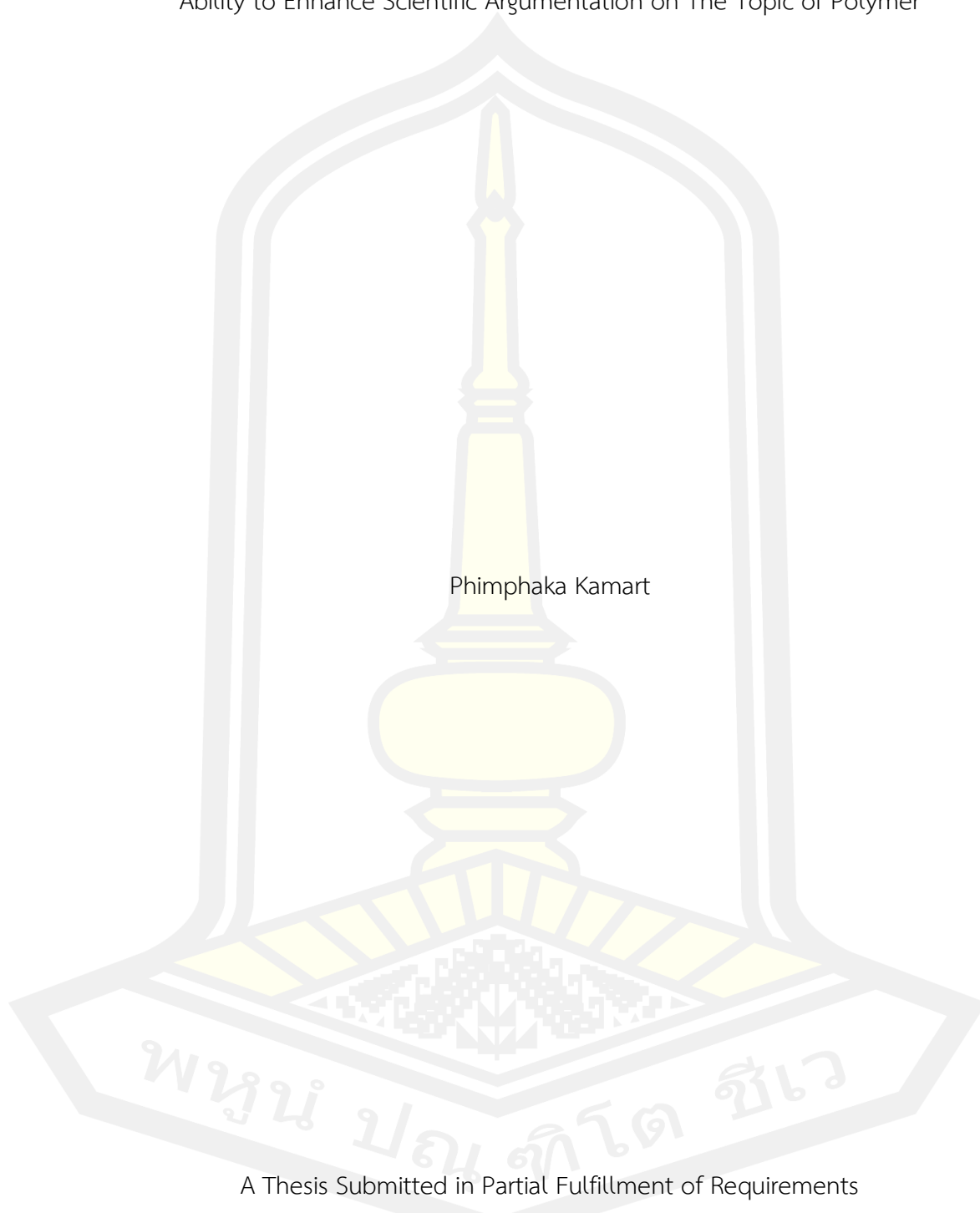
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มิถุนายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Implementing Argument-Driven Inquiry Approach for Developing Grade 12 Students'
Ability to Enhance Scientific Argumentation on The Topic of Polymer

Phimphaka Kamart



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

June 2022

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวพิมพ์ผกา คำอาจ
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. อรุณ วรรณสวัสดิ์ ศรีสะอาด)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. ชชาติไทย แก้วทอง)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิริ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทศิริ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์		
ผู้วิจัย	พิมพ์ผกา คำอาจ		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณ วรรณอัสวปติ ศรีสะอาด		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

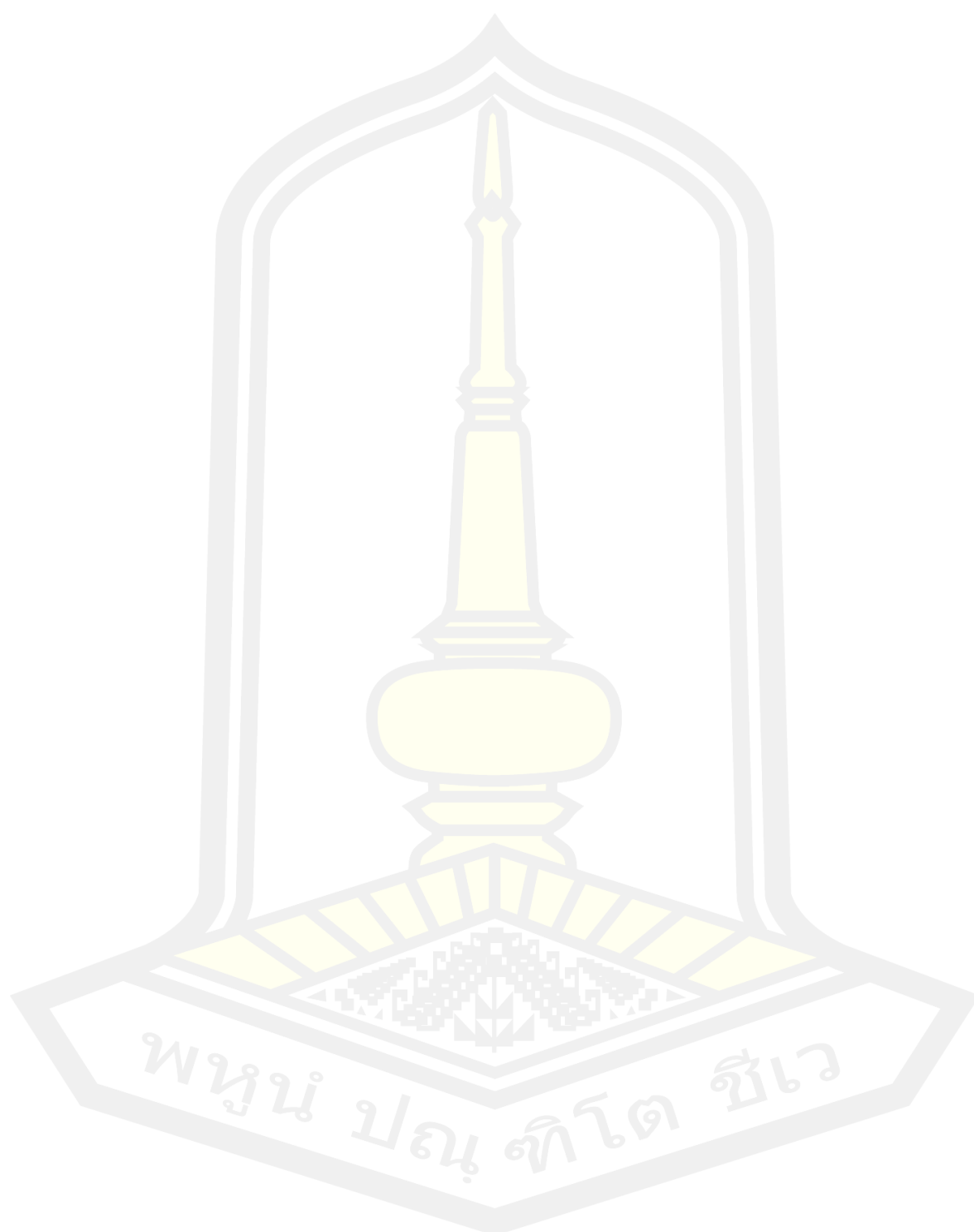
บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test (One samples t-test)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

- 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 71.03/72.42
- 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบสืบเสาะ, กลวิธีการโต้แย้ง, ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์



TITLE	Implementing Argument-Driven Inquiry Approach for Developing Grade 12 Students' Ability to Enhance Scientific Argumentation on The Topic of Polymer		
AUTHOR	Phimphaka Kamart		
ADVISORS	Assistant Professor Oranuch Wara-Asawapati Srisa-Ard , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

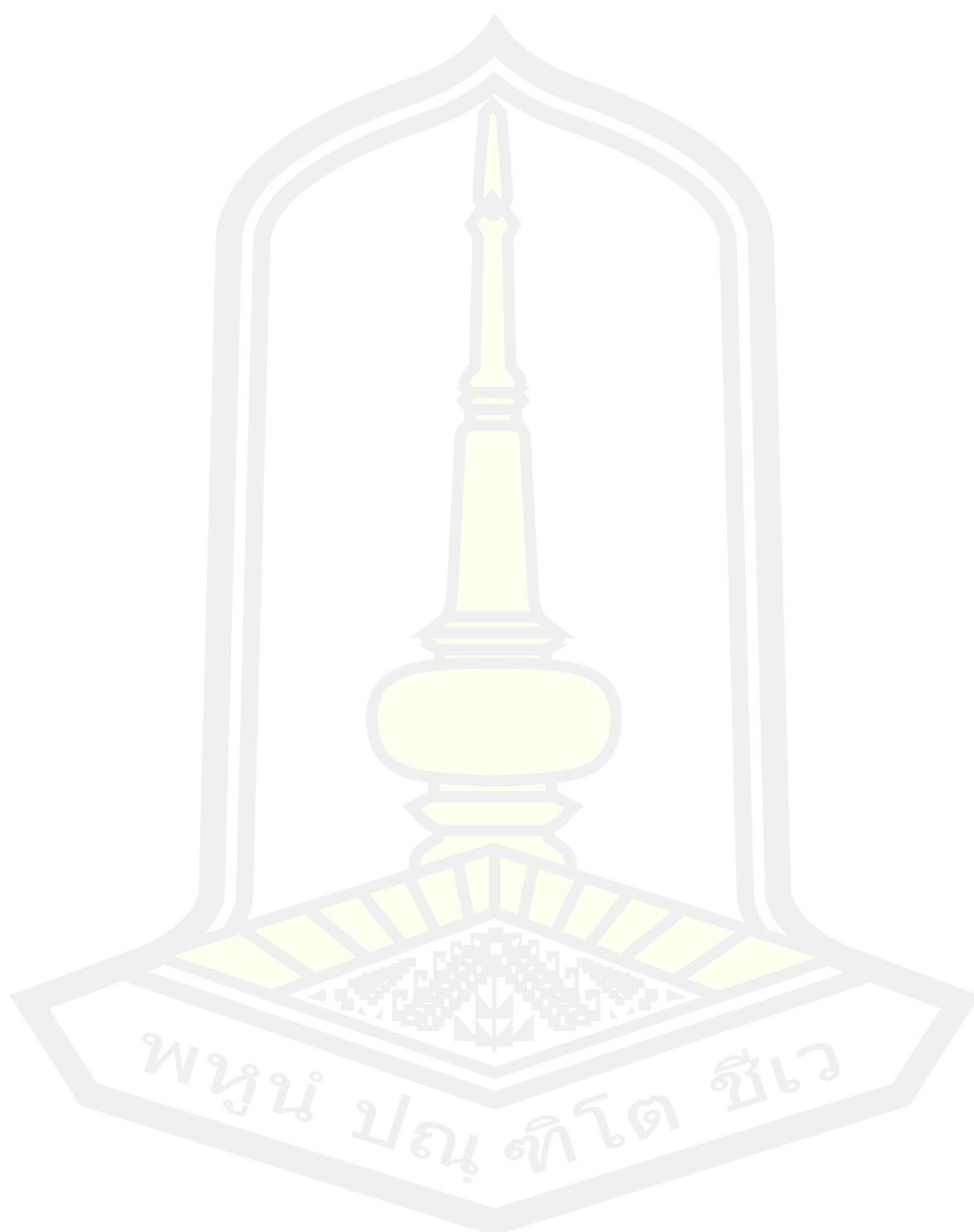
ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop learning activities based on Argument-Driven Inquiry with a required efficiency of 70/70 and 2) to compare student's scientific argumentation ability with 70 percent criteria. The samples used in this study were 30 students of grade 12 in the 2nd semester of 2021 academic year at Nongkungsriwittayakarn School. The research instruments included 1) the lesson plans in topic of stoichiometry 2) the achievement test and 3) the scientific argumentation test. Statistics values used in this study consist of percentage, means, standard deviation and t-test (One samples t-test).

The results were as follows :

- 1) The learning activities based on Argument-Driven Inquiry had an efficiency (E1/E2) of 71.03/72.42
- 2) Students who have been learning by using learning activities based on Argument-Driven Inquiry having higher scientific argumentation ability than 70 percent at a statistically significant of .05 level.

Keyword : Inquiry-based Learning, Argument-Driven Inquiry, Scientific Argumentation



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัศวปติ ศรีสะอาด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติไทย แก้วทอง กรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องส่วนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในอนาคตต่อไป ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัย และได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทาวิจัย เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย และขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาททุกท่านที่ให้ความสนใจส่งเสริมและช่วยให้ข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อน ๆ และนาแฉมินที่คอยให้กำลังใจสนับสนุนช่วยเหลือตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงได้จากวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิมพ์ผกา คำอาจ

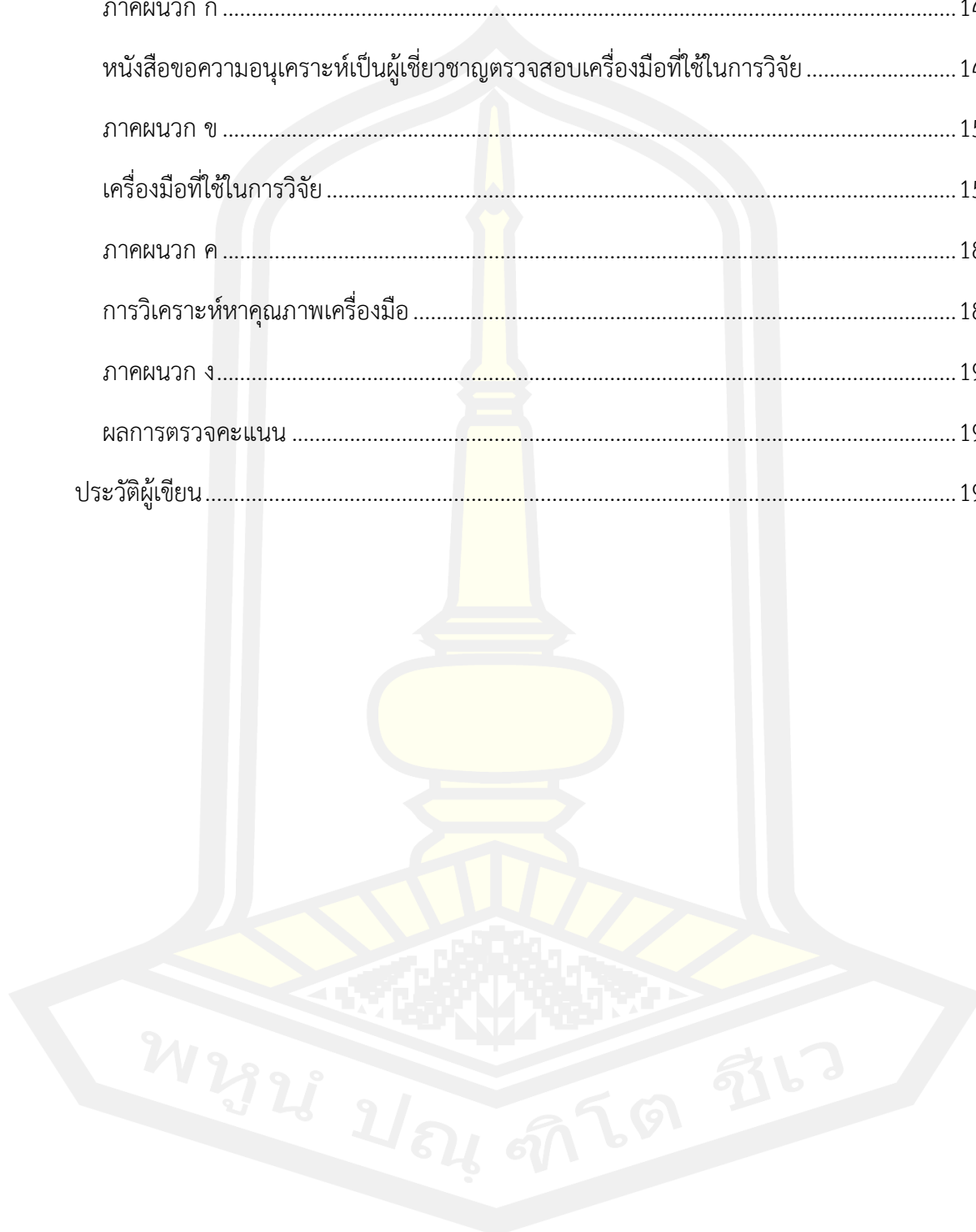
พนุน ปณ จิตโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ.....	ฉ
ตารางที่	ฉ
รูปที่.....	ฅ
บทที่ 1.....	1
บทนำ	1
1. ภูมิหลัง.....	1
2. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
3. ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
4. สมมติฐานของการวิจัย	5
5. ความสำคัญของการวิจัย	5
6. ขอบเขตการวิจัย	5
7. นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2.....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
2. การได้แย่งทางวิทยาศาสตร์.....	19
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	48

4. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.....	52
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	62
6. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา.....	71
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	78
บทที่ 3.....	86
วิธีดำเนินการวิจัย	86
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	86
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	87
3. การสร้างหาคุณภาพเครื่องมือ	87
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	112
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	113
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	114
บทที่ 4.....	120
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	120
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	120
2) ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	120
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	121
บทที่ 5.....	128
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	128
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	128
2. สรุปผล	128
3. อภิปรายผล	128
4. ข้อเสนอแนะ	133
บรรณานุกรม.....	134

ภาคผนวก.....	145
ภาคผนวก ก	146
หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	146
ภาคผนวก ข	153
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	153
ภาคผนวก ค	182
การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ	182
ภาคผนวก ง.....	190
ผลการตรวจคะแนน	190
ประวัติผู้เขียน.....	199



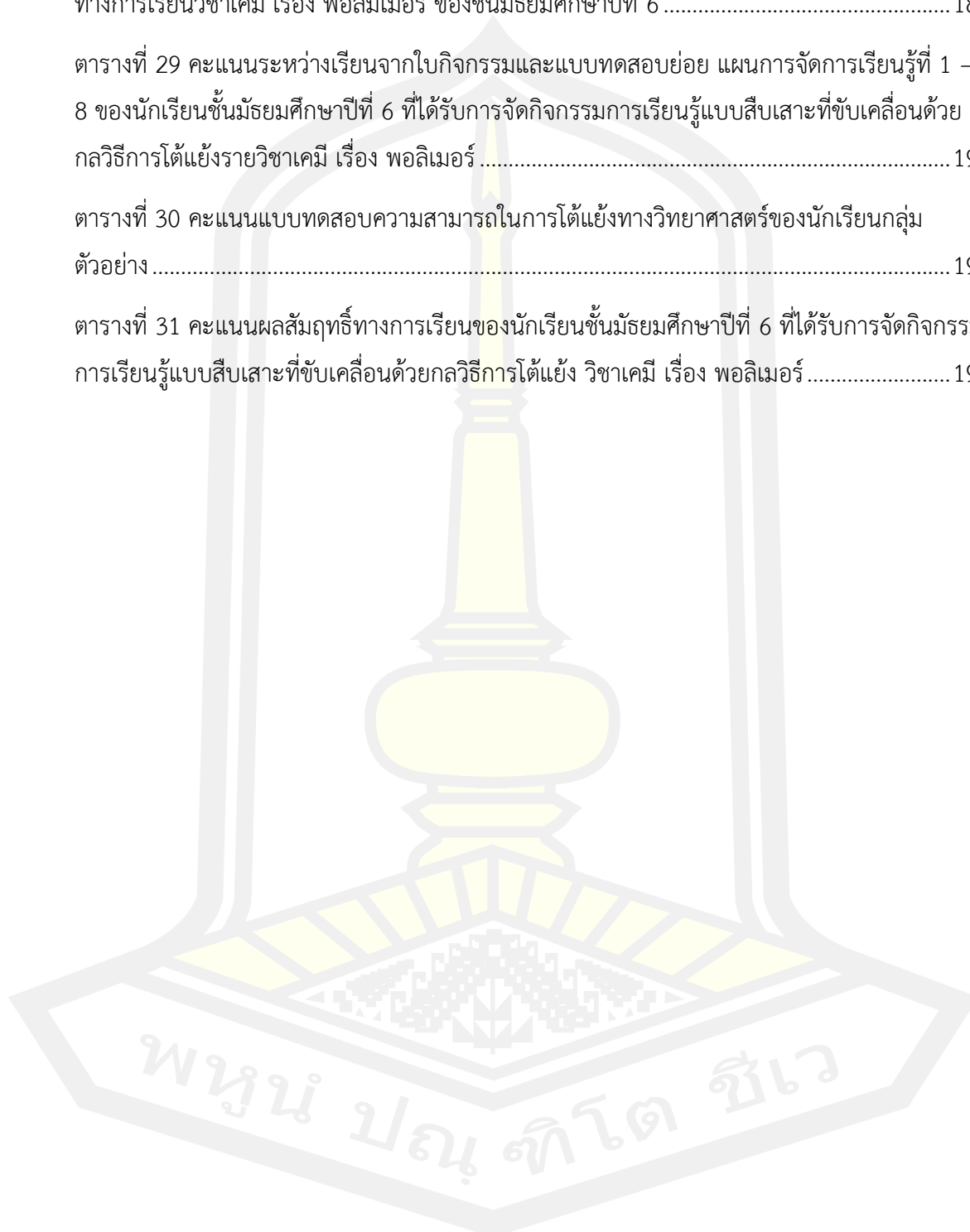
ตารางที่

หน้า

ตารางที่ 1 แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Duschl (2008).....	31
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลคำถามข้อที่ 1 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง ของ Lin and Mintzes (2010)	33
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล คำถามข้อที่ 2 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง ของ Lin and Mintzes (2010)	33
ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลคำถามข้อที่ 3 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งของ Lin and Mintzes (2010)	33
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล คำถามข้อที่ 4 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง ของ Lin and Mintzes (2010)	34
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ของ ณีญ์พัช และคณะ (2558)	36
ตารางที่ 7 เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของพัชรารณ (2558).....	38
ตารางที่ 8 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของพัชรารณ (2558) .	39
ตารางที่ 9 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ อัศวิน (2558).....	40
ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของอัศวิน (2558)	42
ตารางที่ 11 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	44
ตารางที่ 12 เครื่องมือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งของ Lin & Mintez.....	47
ตารางที่ 13 เครื่องมือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง	48
ตารางที่ 14 แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	59

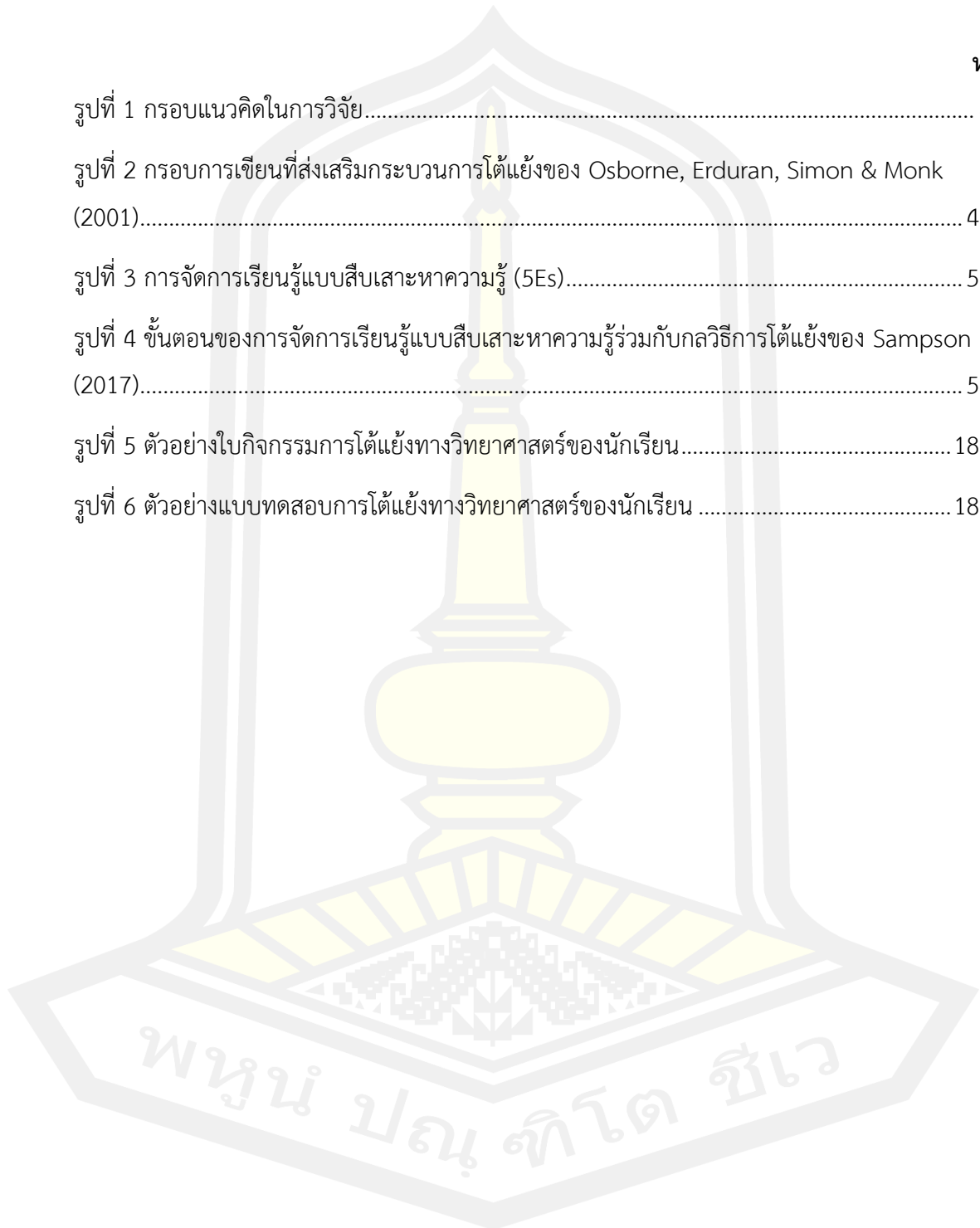
ตารางที่ 15 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 153 คน	86
ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน.....	89
ตารางที่ 17 ตารางการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.....	93
ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับองค์ประกอบ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	100
ตารางที่ 19 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	104
ตารางที่ 20 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	108
ตารางที่ 21 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ รายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์.....	122
ตารางที่ 22 ผลวิเคราะห์หาความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการ เรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	126
ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง รายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนที่ 1 - แผนที่ 8 โดย ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	183
ตารางที่ 24 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน	185
ตารางที่ 25 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	185
ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความสามารถใน การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	186
ตารางที่ 27 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	186

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	188
ตารางที่ 29 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 8 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์	191
ตารางที่ 30 คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	196
ตารางที่ 31 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง วิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์	198



รูปที่

	หน้า
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
รูปที่ 2 กรอบการเขียนที่ส่งเสริมกระบวนการโต้แย้งของ Osborne, Erduran, Simon & Monk (2001).....	46
รูปที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es).....	51
รูปที่ 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งของ Sampson (2017).....	58
รูปที่ 5 ตัวอย่างใบกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	180
รูปที่ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	181



บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี และกระบวนการหนึ่งที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นก็คือการแสดงความคิดวิพากษ์วิจารณ์และอภิปรายโต้แย้งต่อข้อค้นพบหรือความรู้ที่ ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องจำเป็นต้องพึ่งกระบวนการอภิปรายโต้แย้งเพื่อยืนยันข้อค้นพบนั้นว่าถูกต้องแน่ชัด ซึ่งกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ที่ดีในการค้นพบสิ่งต่าง ๆ ควรจะต้องมีการอภิปรายโต้แย้งกันระหว่างคนในสังคมวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีความรู้เฉพาะด้าน และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เพื่อที่จะแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับข้อค้นพบนั้น และนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาต่อเติมให้สมบูรณ์ จนกระทั่งนำไปสู่การลงความเห็นชอบหรือคัดค้านในข้อค้นพบนั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาค้นคว้านั้นจะต้องใช้ทักษะการอภิปรายโต้แย้งร่วมด้วย โดยในศาสตร์ของวิทยาศาสตร์นั้น การให้เหตุผลและการโต้แย้งเป็นสิ่งจำเป็นในการชี้ประเด็นของจุดแข็งและจุดอ่อนของหลักฐานที่นำมาอ้างอิง และการระบุคำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ดี (National Research Council, 2013) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือสร้างองค์ความรู้และปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการ รวมถึงการแสดงความคิดวิพากษ์วิจารณ์และอภิปรายโต้แย้งเช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและพัฒนาความสามารถในการบริโภคข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีกระบวนการอภิปรายการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เข้ามาในการจัดการเรียนการสอน แต่กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถดังกล่าวยังมีน้อย ซึ่งจากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ในรอบปี 2018 จาก 79 ประเทศทั่วโลก พบว่า นักเรียนไทยยังคงได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในด้านรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) หมายความว่า นักเรียนยังขาดความสามารถในการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ รวมถึงนักเรียนยังขาดความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์และการโต้แย้งทางด้านวิทยาศาสตร์อีกด้วย ประกอบกับผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร

งานวิจัย พบว่า เมื่อมีประเด็นคำถามในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มักแสดงความคิดเห็นโดยใช้ความรู้สึกหรือใช้การคาดคะเนคำตอบ โดยไม่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม (อัศวิน ฐานะปัด, 2558) หรือเมื่อมีกิจกรรมการทดลองในชั้นเรียน นักเรียนมีความคิดเห็นแตกต่างจากกลุ่มเพื่อน นักเรียนบางคนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับไปได้ ในขณะที่นักเรียนบางคนได้ให้เหตุผลเพื่ออธิบายความคิดเห็นของตนเองแต่คำอธิบาย หรือเหตุผลนั้นความน่าเชื่อถือไม่มากพอ ทั้งนี้เหตุผลของนักเรียนที่นำมาใช้ในการอธิบายความคิดเห็นก็ยังไม่มีความหนักแน่น หรือหลักฐานที่แน่ชัด แต่เป็นเพียงการแสดงความรู้สึกของนักเรียนที่ขาดแหล่งที่มาของข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ (ณัฐวัตร อ้ายแก้ว, 2563) รวมถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนแทบไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยครูเป็นผู้ชี้แนะให้นักเรียนฟังเพียงฝ่ายเดียว จึงมีผลทำให้บรรยากาศของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แย่งลง และครูไม่ได้สอดแทรกเนื้อหา เหตุการณ์และปัญหาความขัดแย้งที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแสดงความคิดเห็น ดีความและให้เหตุผลในเหตุการณ์ต่าง ๆ (บุรรัตน์ สือพัฒธิมา, 2558) และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครูมักดำเนินตามกิจกรรมที่มีในหนังสือเรียนหรือการนำเข้าสูบทเรียนไม่มีความน่าสนใจ เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่รู้จักหรือคุ้นเคยและไม่ใช่ประเด็นที่มีความคิดต่างที่หาข้อสรุปไม่ได้ที่จะนำไปสู่การโต้แย้ง ทำให้นักเรียนไม่ได้มีโอกาที่จะแสดงความคิดเห็นบ่อยครั้ง นำมาซึ่งการขาดการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (อานภาพ พ่วงสมจิตร, 2559) จึงมีผลให้นักเรียนนั้นขาดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งผู้วิจัยได้สังเกตการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล ระบุสมมติฐาน การวิเคราะห์ข้อมูล ระบุหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลในการลงข้อสรุปนั้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่เหมาะสมมากนัก โดยแสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการพัฒนาให้มีระดับที่สูงขึ้น โดยนักเรียนขาดโอกาสในการอภิปรายและโต้แย้งซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Lin and Mintzes ที่กล่าวว่า นักเรียนที่ขาดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเนื้อหาที่เรียนไม่มีประเด็นที่มีความคิดต่างเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น หรือไม่มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงทำให้การเรียนรู้ไม่มีความหมายต่อนักเรียน ดังนั้นผู้สอนจึงควรมีการจัดการเรียนการสอนที่มีประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้น และเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทางด้านการสื่อสารและการนำเหตุผลมาสนับสนุนองค์ความรู้ของตนเองให้เป็นที่ยอมรับในสังคม (Walton, 2008) และการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีรูปแบบของเนื้อหาในรายวิชาเคมีส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรมที่กล่าวถึงคุณลักษณะของสารหรือ

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ ส่งผลให้ยากต่อการทำความเข้าใจในเนื้อหา ของนักเรียน (Sirhan, 2007) อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนมักเป็นการสอนแบบ บรรยายที่เน้นครูเป็นสำคัญ โดยนักเรียนไม่มีโอกาสได้คิดและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้ นักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหา (Leonard, 2001) ดังนั้นสิ่งที่ทำให้นักเรียนเรียนเนื้อหาในรายวิชาเคมีให้ เข้าใจมากยิ่งขึ้นคือการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลหลักฐาน วิเคราะห์ สังเคราะห์ แล้วนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายหรือลงข้อสรุปต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ (Berland & Reiser, 2011)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model : ADI) ซึ่งคิดค้น โดย Victor Sampson ในปี ค.ศ. 2009 และปรับปรุงในปี 2017 มีทั้งหมด 8 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้น การระบุภาระงานและตอบคำถาม ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 ขั้นการ วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สามารถพัฒนาการระบุหลักฐานและการให้เหตุผล (Hodson, 2008) และสามารถส่งเสริมการแปลข้อมูลและวิเคราะห์ แปลความข้อมูล นำไปสู่การสร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (Walker, Sampson & Zimmerman, 2011) ขั้นที่ 4 ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ช่วยพัฒนาความสามารถการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน (Walker & Sampson, 2013) ขั้นที่ 5 ขั้นการอภิปราย อย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานการสำรวจการโต้แย้ง ขั้นที่ 7 ขั้นการ ตรวจสอบโดยเพื่อน สามารถพัฒนาความสามารถเดียวกันกับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว และขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ยังส่งเสริม การตรวจสอบข้อมูล การสื่อสาร และการเขียนรายงานผลการตรวจสอบมากขึ้น (Sampson, Groom & Walker, 2011) เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนที่ได้กล่าวมาในข้างต้นจะช่วยพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรูปแบบการ จัดการเรียนการสอนเป็นแบบให้มีการตรวจสอบความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายแก่นักเรียนเนื่องจากใน การโต้แย้งอภิปรายนั้น นักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลและบูรณาการความรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอให้ผู้อื่นรับทราบ อีกทั้งการส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนสามารถนำสิ่ง ที่เรียนรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน การโต้แย้งกันด้วยเหตุผลประจักษ์พยานหลักฐาน ช่วยปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตยในการยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่นที่แตกต่าง ไปจากความคิดเห็นของตนเอง (Osborne et al., 2012)

ดังนั้นจากสภาพปัญหาและเหตุผลดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงจะนำการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยมีความเห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีของนักเรียนอีกด้วย

2. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ตามแนวคิดของ Sampson (2017) ประกอบด้วย 8 ขั้น ได้แก่

1. ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม
2. ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว
4. ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง
5. ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ
6. ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจกิจกรรมการโต้แย้ง
7. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน
8. ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน



ความสามารถในการโต้แย้งทาง
วิทยาศาสตร์

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3. ความมุ่งหมายของการวิจัย

- 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70

4. สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

5. ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสำคัญดังนี้

- 1) เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีศักยภาพที่ดียิ่งขึ้น
- 2) เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่จะนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

6. ขอบเขตการวิจัย

6.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ห้องเรียน จากโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 153 คน

2) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

6.2 เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาเคมี ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เล่ม 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 บทที่ 13 พอลิเมอร์ 8 แผนการจัดการเรียนรู้

6.3 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565

6.4 ตัวแปรที่ศึกษา

- 1) ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
- 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

7.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) หมายถึง หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสืบค้น และใช้ความรู้เรื่อง พอลิเมอร์ ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุป และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวสำหรับให้นำเสนอในกิจกรรมการโต้แย้ง ที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ ซึ่งมี 8 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Sampson (2017) มีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม คือ การนำเข้าสู่ภาวะของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยมีการถามคำถามเพื่อสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน โดยนำเสนอหัวข้อเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 4-5 คน เพื่อออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาคณะเนคำตอบ และทำการสำรวจตรวจสอบ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ หรือทำการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า หรือสำรวจตรวจสอบ และนำมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวสำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง นักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถาม และแสดงความคิดเห็นต่อการนำเสนอกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันจนได้ข้อสรุปสุดท้าย และครูเป็นผู้ช่วยเหลือในการกำหนดขอบเขตความรู้ให้แคบลง จนได้เป็นความคิดรวบยอดที่ถูกต้องตามทฤษฎี

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ ขั้นตอนที่ครูแจกใบรายงานให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้ง และจะต้องเขียนเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกัน โดยครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกให้นักเรียนอย่างสุ่ม พร้อมแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมินและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินรายงานผลการสำรวจ

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายงานการตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นตอนการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งรายงานให้ครูเป็นผู้ประเมินคนสุดท้าย

7.2 ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อสนับสนุน คัดค้าน หรือ ปรับปรุงข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในวิชาเคมี ใช้แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์มีข้อความ 5 ข้อ โดยข้อความแบ่งตามองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) ข้ออ้าง (Claim) หมายถึง ความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังพิจารณา
- 2) เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant) หมายถึง การแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้ออ้างให้มีความน่าเชื่อถือ
- 3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) หมายถึง หลักฐาน หรือ ข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุนเหตุผลประกอบข้ออ้าง เพื่อประกอบการอธิบายเพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างเป็นที่ยอมรับ
- 4) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument) หมายถึง ข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้ออ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งจะแตกต่างไปจากเดิม ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง
- 5) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) หมายถึง เหตุผลที่เพิ่มเติมจากเหตุผลประกอบข้ออ้างเดิม ซึ่งเป็นเหตุผลเสริมที่ไม่ได้กล่าวในข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างในข้อที่ 1 และ 2

7.3 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ระดับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 70/70 (E1/E2) โดยมีความหมายดังนี้

1) เกณฑ์ 70 ตัวแรก (E1) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้แก่ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้ ประเมินจากใบกิจกรรมการโต้แย้งรายบุคคลและแบบทดสอบย่อยในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งหมด 8 แผน สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2) เกณฑ์ 70 ตัวหลัง (E2) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ คำนวณได้จากการรวมคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ในสัดส่วน 70:30 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งนี้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

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

2. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความหมายของการโต้แย้ง
- 2.2 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- 2.5 ลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- 2.6 วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการโต้แย้ง
- 2.7 การวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- 2.8 การจัดระดับของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- 2.9 เครื่องมือวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

- 3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- 3.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

4. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

- 4.1 ที่มาของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
- 4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
- 4.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2 ประเภทแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์

5.4 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

6. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E1/E2)

6.1 ความหมายของประสิทธิภาพของสื่อการสอน

6.2 การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

6.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

6.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

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

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล

1.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดใน

การศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

1.1.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

1.1.3 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1.1.3.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

1.1.3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารการเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

1.1.3.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.1.3.4 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.4 คุณภาพของนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) มีความคาดหวังคุณภาพของนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถ ดังนี้

1.1.4.1 เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาอุณหภูมิของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.1.4.2 เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

1.1.4.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

1.1.4.4 เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงมวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าและแรงภายในนิวเคลียส

1.1.4.5 เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สึกกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1.1.4.6 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

1.1.4.7 เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอรีโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

1.1.4.8 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอนุหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1.1.4.9 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

1.1.4.10 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวस्तุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

1.1.4.11 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

1.1.4.12 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลลัพธ์ถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

1.1.4.13 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.1.4.14 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.1.4.15 ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

1.1.4.16 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

1.1.4.17 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี ที่ซับซ้อนการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

1.1.4.18 ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคมวัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ซึ่งกระบวนการและความรู้ นักเรียนจะได้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง จนได้ข้อสรุปที่เป็นองค์ความรู้ของตนเอง และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1.1.5 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

1.1.5.1 สารที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1) มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.1.5.2 สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

1) มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.1.5.3 สารที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

1) มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2) มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.1.5.4 สารที่ 4 เทคโนโลยี

1) มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กล่าวถึงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเพื่อพัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และสามารถนำเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

1.1.6 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาศารประกอบอินทรีย์ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ของสารประกอบอินทรีย์ การแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ด้วยสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้น การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ไอโซริซึม สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ ปฏิกริยาการเผาไหม้ ปฏิกริยาโบรมีนและปฏิกริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์และเอไมด์ ปฏิกริยาสะปอนนิฟิเคชัน รวมทั้งการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์

ศึกษาพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น ศึกษาพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างของพอลิเมอร์กับสมบัติของพอลิเมอร์และการนำไปใช้ประโยชน์ พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติกและพอลิเมอร์เทอร์มอเซต การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์โดยการเติมสารเติมแต่ง การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์ชนิดใหม่ ผลกระทบของการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการป้องกันและการแก้ไข

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชา

1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน

2. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์

3. วิเคราะห์โครงสร้างและระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน

4. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC

5. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ

6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน

7. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

8. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

9. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

10. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอุตสาหกรรม

11. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์

12. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

13. ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

14. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์

15. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในงานวิจัยเรื่องพอลิเมอร์ มีหัวข้อในการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 หัวข้อ ดังนี้ โครงสร้างของพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์ พลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง การปรับปรุงโครงสร้างพอลิเมอร์และตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และแนวทางกำจัดพอลิเมอร์

ในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะที่หลากหลาย ซึ่งการให้โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี ซึ่งเป็นแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ประเมินความน่าเชื่อถือ การแสดงความคิดเห็น และการสังเคราะห์ข้อมูล จะสามารถช่วยพัฒนานักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และมีความรู้เป็นกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาประเทศต่อไป

2. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของการโต้แย้ง

นักวิชาการทางการศึกษาได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ ดังนี้

Erduran and Jimenez-Aleixandre (2007) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ ดังนี้

1) เป็นการอธิบายความรู้โดยใช้เหตุผล ทฤษฎี และหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งแต่ละคนจะมีการสร้างความหมาย การเขียน การพูดโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และเหตุผลในการประเมิน และตัดสินใจที่แตกต่างกันเพื่อแข่งขันกัน

2) เป็นการสร้างความหมายทางสังคม เป็นกิจกรรมที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งพยายามโน้มน้าวผู้อื่นผ่านการเขียน หรือ การพูด

Bricker and Bell (2008) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้ง คือ การอภิปราย และรวมถึงการค้นหาข้อมูล ทำความเข้าใจ และการให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกับความคิดที่ไม่เห็นด้วย

Sampson and Clark (2009) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งว่าเป็นกระบวนการในการสร้างคำอธิบาย สร้างข้อโต้แย้งและวิจารณ์เนื้อหาและผลผลิตของกระบวนการสืบเสาะ

Lin and Mintzes (2010) ได้ให้ความหมายการสอนการโต้แย้ง ด้วยประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงทักษะการโต้แย้งของนักเรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ในระยะเวลา 25 ปีที่ได้มีการวิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับศิลปะการใช้ถ้อยคำในวงการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้แสดงให้เห็นถึงประเด็นปัญหาที่ แท้จริงจากวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การสอนโดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนโดยสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน โดยเนื้อหาที่เรียนก็เป็นประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน และยังเป็น การส่งเสริมการอภิปรายในหัวข้อของการโต้แย้ง

จากความหมายของการโต้แย้งข้างต้น สรุปได้ว่าการโต้แย้ง หมายถึง กิจกรรมทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการสร้างคำอธิบายโดยใช้หลักฐาน ทฤษฎี และหลักฐานเชิงประจักษ์ ในการประเมิน ตัดสินใจ และแสดงความคิดเห็นในการยอมรับหรือปฏิเสธข้อกล่าวอ้าง รวมถึง การพยายามโน้มน้าวผู้อื่นด้วยการพูดเขียนข้อยืนยันเฉพาะเรื่อง

2.2 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Norris et al (2008) ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความพยายามในการสร้าง หรือ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุปเรื่องใดเรื่องหนึ่งบนฐานของเหตุผลและมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือ

Sampson and Clark (2008) ที่ได้กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการที่นักเรียน หรือ กลุ่มนักเรียนพิสูจน์ข้อกล่าวอ้างเพื่อเป็นการอธิบายให้ชัดเจนขึ้น

Berland and Reiser (2011) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ โดยใช้การศึกษาประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

Foong and Daniel (2013) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทักษะ หรือ ความสามารถอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นความสามารถในการอธิบายความรู้เพื่อการตัดสินใจ ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินหลักฐาน สร้าง และนำเสนอข้อโต้แย้งเพื่อประกอบการตัดสินใจที่ถูกต้อง

เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2559) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การที่บุคคลพยายามที่จะสร้างข้อสนับสนุน คัดค้าน หรือ ปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำไปสู่การยืนยันความถูกต้อง และการลงข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า หรือ ทำการทดลองด้วยตนเอง

วนิดา ผระนัด (2561) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการสร้างปัญญาที่จะนำไปสู่การคิดผ่านการนำเสนอข้อมูลใหม่ ๆ ที่มีจำนวนมหาศาลบนหลักฐานสนับสนุนที่น่าเชื่อถือความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ช่วยคิด สื่อสาร และการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพที่เป็นพื้นฐานในวิเคราะห์แก้ปัญหา ริเริ่ม สร้างสรรค์มีจิตสาธารณะ มีระเบียบวินัย ให้คำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวม มีศีลธรรม คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

จากความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางสังคมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้าง นำเสนอ ประเมิน ตรวจสอบ และปรับปรุงข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และหลักฐาน เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และการได้รับการยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ จากข้อมูลหรือการทดลองที่ได้มาด้วยตนเอง

2.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการหลายท่านแบ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกัน โดยมีดังนี้

Sampson and Clark (2008) ได้แบ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 องค์ประกอบ ตามกรอบการโต้แย้งของ Toulmin ดังนี้

- 1) ข้ออ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา ข้อมูล (Data) เป็นสิ่งที่ใช้ในการอธิบายข้ออ้างให้มีความชัดเจน และทำให้ข้ออ้างนั้นน่าเชื่อถือ
- 2) เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant) เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้ออ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างที่น่าเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้
- 3) ระดับของความเป็นไปได้ (Qualifier) เป็นข้ออ้างอื่น ๆ ที่แตกต่างออกไปโดยมีการคาดคะเนถึงเหตุผลที่ผู้อื่นนำมาใช้ในการคัดค้าน
- 4) เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) เป็นคำอธิบายที่ถูกใช้สร้างเงื่อนไขที่มาสสนับสนุนเพื่อการยอมรับเหตุผล เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูล และข้ออ้าง
- 5) การคัดค้าน (Rebuttals) เป็นสถานการณ์ หรือ หลักฐานที่ทำให้เหตุผลของผู้อื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากตนเองได้รับความน่าเชื่อถือน้อยลง หรือตกไป

Chang and Chen (2009) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่นำมาช่วยสนับสนุนข้อเสนอในการเรียกร้องสนับสนุน (Claim)
- 2) ข้อเสนอในการเรียกร้อง (Claim) หมายถึง ข้อเสนอที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นที่นำไปสู่ข้อโต้แย้ง
- 3) เหตุผลสนับสนุนข้อเสนอในการเรียกร้อง (Warrant) หมายถึง เหตุผล กฎเกณฑ์ หลักการที่ทำให้ความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล (Data) กับข้อ เสนอในการเรียกร้อง (Claim) มีความน่าเชื่อถือหรือ สมเหตุสมผล

4) เหตุผลที่สนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) หมายถึง ข้อตกลงเบื้องต้นที่ยอมรับโดยทั่วไป ซึ่งใช้สร้างความน่าเชื่อถือให้กับเหตุผลข้อเสนอในการ เรียกร้อง (Warrant)

5) ความเป็นไปได้ (Qualifier) หมายถึง สภาวะและปัจจัยที่ทำให้ข้อเสนอในการ เรียกร้อง (Claim) เป็นไปได้

6) เหตุผลคัดค้าน (Rebuttal) หมายถึง สิ่งที่กำหนดสภาพการณ์หรือเงื่อนไขที่ข้อเสนอในการเรียกร้องไม่เป็นจริง

Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนว่า ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counterargument) และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา

2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่น่าเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่น่าเสนอได้

4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวอ้าง หรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ใน การนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลงเป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรกไว้ในการนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลงเป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) หมายถึง เหตุผลที่เพิ่มเติมจากเหตุผลประกอบข้ออ้างเดิม ที่นำมาการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปมีความเชื่อถือลดลง และตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐาน และการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน และเหตุผลเสริมนี้ควรที่จะสามารถหักล้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปให้มีความน่าเชื่อถือลดลงได้

Horng et al (2013) แบ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 5 องค์ประกอบ

1) ข้ออ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือ เป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณา

2) หลักฐาน (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริง หรือ ข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริง หรือ ข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษางานวิจัย หรือ การทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานประกอบเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ หรือ สามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่นำเสนอ

3) การอธิบาย (Explanation) คือ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐาน และ ข้ออ้าง โดยถ้าหลักฐานกับข้ออ้างไม่มีความสัมพันธ์กัน หลักฐานก็ไม่สามารถสนับสนุนข้ออ้างได้

4) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้ออ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้นำเสนอข้ออ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือ ไม่ได้พิจารณาไว้ใน การนำเสนอข้ออ้างในตอนแรก ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขัดข้อผิดพลาดของข้ออ้างที่ได้สร้างขึ้นมาในตอนแรก

5) การคัดค้าน (Rebuttal) เป็นสถานการณ์ หรือ หลักฐานที่ทำให้เหตุผลของผู้อื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากตนเองได้รับความน่าเชื่อถือน้อยลงหรือตกไป

จากองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอโดย Lin and Mintzes (2010) มาใช้ในงานวิจัย เนื่องจากการได้มีพัฒนา มีการเปลี่ยนแปลงให้มีความเหมาะสม และสามารถวิเคราะห์ผลได้ชัดเจน โดยองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ ข้ออ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant) หลักฐานประกอบเหตุผล (Evidence) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument) และเหตุผลเสริม (Supportive Argument) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบที่กล่าวมามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน และแต่ละองค์ประกอบสามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างสมเหตุสมผลซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งได้

2.4 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Douglas and Victor (2007) ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนจะทราบว่าคุณมีความรู้ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎี กฎ หรือแนวคิด จะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด นักเรียนมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างและการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างผ่านการโต้แย้ง เพราะการโต้แย้งจะช่วยเป็นกรอบให้นักเรียนในการฝึกการให้เหตุผลในการสนับสนุนความเชื่อที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การโต้แย้งสามารถนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์เน้นการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งการโต้แย้งจะให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์เพราะจะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างความรู้ การอธิบายและการประเมินความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

Lin and Mintzes (2010) ได้กล่าวว่า การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เน้นเพียงแค่ว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรแต่จะต้องรู้ด้วยว่าจะเรียนรู้อย่างไรและทำไมต้องมีการเรียนรู้ภายใต้ข้อตกลงที่รู้ว่าบุคคลที่จะรู้วิทยาศาสตร์นั้นต้องสามารถหาวิธีการที่จะนำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การพิสูจน์ หลักฐาน การสร้างข้อกล่าวอ้างการหาเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งในทางวิทยาศาสตร์ กลยุทธ์ทางการคิดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของแนวคิดพื้นฐานทางความรู้วิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ทักษะการโต้แย้งสามารถทำให้คนเราเข้าใจในแนวคิดหรือมุมมองของคนอื่น สามารถประเมินค่าของความเหมาะสมหรือความจำเป็นเห็นพ้องที่มีอยู่สามารถใช้เหตุผลที่ถูกต้องในการตัดสินใจด้วยตัวเอง เมื่อนักเรียนรู้วิธีการสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผลจะสามารถบูรณาการทักษะการคิดความรู้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงผู้เรียนสามารถใช้เหตุผลที่ดีกว่าในการให้เหตุผลสนับสนุนจากประเด็นปัญหาด้วยตนเองและในที่สุดก็จะเป็นการเตรียมที่ดีกว่าเพื่อที่จะส่งเสริมการโต้แย้งในประเด็นที่มีข้อขัดแย้งกัน

Cavangnetto and Hand (2012) Osborne et al (2012) Simon and Richardson (2010) และ Venville and Dawson (2010) ได้กล่าวไว้ว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกการตัดสินใจของนักเรียน
- 2) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในทางความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้
- 3) ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยน และช่วยพัฒนาการตอบสนองทางสังคมและวัฒนธรรมได้อย่างไร เช่น การได้มาซึ่งความรู้มาแล้วนั้นความรู้ที่ได้มาจะต้องผ่านการสำรวจ

ตรวจสอบ วิพากษ์วิจารณ์จากประชาคมของนักวิทยาศาสตร์ หรือ สังคมโดยรวมเสียก่อนเพื่อให้ความรู้ที่ได้มามีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากที่สุด

4) ช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายแก่นักเรียน เนื่องจากในการโต้แย้งอภิปรายนักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูล และบูรณาการความรู้ในวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอให้ผู้อื่นรับทราบ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5) หากประเด็นที่นำมาใช้ในการโต้แย้งมีความเกี่ยวข้องกับสังคม จะทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ เพราะนักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันในการมีส่วนร่วม หรือ ให้ความคิดเห็นเชิงวิทยาศาสตร์ต่อชุมชน

6) ใช้แก้ความเข้าใจความคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนมักจะมองว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ คือการจดจำเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่มีผู้รวบรวมความรู้ไว้แล้ว เป็นความรู้ที่จำเป็นต้องเรียนโดยไม่สามารถแก้ไข หรือ โต้แย้งอะไรได้ ในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ในการวิพากษ์ วิจารณ์ โต้แย้ง เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือ หรือ เป็นไปได้ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแรงขับเคลื่อนที่สามารถแก้ไขหรือโต้แย้งได้

7) การโต้แย้งกันด้วยเหตุผลเชิงประจักษ์พยานหลักฐานช่วยปลูกฝังคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย ในการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่แตกต่างไปจากความคิดเห็นของตนเอง

8) ส่งเสริมการรู้คิด เพราะการรู้คิดคือการที่นักเรียนตระหนักว่าอยู่ตลอดเวลาว่าตนเองกำลังคิดอะไร และในขณะที่นักเรียนกำลังโต้แย้ง หรือ เวลาที่เพื่อนคนอื่นแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้ออ้าง นักเรียนก็ต้องมีการลำดับความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่พูดออกมาว่าจะต้องทำอะไรต่อไป เป็นการส่งเสริมสมรรถนะของการสื่อสาร และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากความสำคัญของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าความสำคัญของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คือการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งในทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของแนวคิดพื้นฐานทางความรู้วิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ทักษะการโต้แย้งสามารถทำให้สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถเข้าใจในแนวคิดหรือมุมมองของคนอื่น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่แตกต่างไปจากความคิดเห็นของตนเอง รวมทั้งส่งเสริมสมรรถนะของการสื่อสาร และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.5 ลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Berland and Reiser (2011) ได้กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นการปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์โดยใช้การศึกษา ประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้างร่วมกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีแนวคิดวิวัฒนาการ โดย ของ ลามาร์ก (Jen Larmark) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้เสนอแนวคิด เพื่ออธิบายว่าสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อมขณะเกิดวิวัฒนาการ แนวคิดของลามาร์กมีดังนี้ “อวัยวะส่วนใดที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ขณะที่อวัยวะที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอและเสื่อมลงไป” แนวคิดดังกล่าวนี้เรียกว่า กฎการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) และ “การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นนั้น สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้” แนวคิดดังกล่าวนี้เรียกว่า กฎการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ (Law of Inheritance of Actured Characteristic) โดยลามาร์ก ได้ใช้แนวคิดนี้ในการอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของยีราฟที่มีลักษณะคอและขายาวในปัจจุบัน ซึ่งจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทำให้สรุปได้ว่าข้อกล่าวอ้างของลามาร์กคืออวัยวะส่วนใดที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ขณะที่อวัยวะที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอและเสื่อมลงไปและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นนั้น สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ ถึงแม้ลามาร์กจะพยายามหาหลักฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของยีราฟมาอธิบายเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างแต่ก็เป็นแค่การใช้การสังเกตเท่านั้น นอกจากนี้หลักฐานที่จะมาสนับสนุนว่าลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ในชั่วชีวิตนั้นสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ลามาร์กก็ไม่สามารถที่จะอธิบายหรือพิสูจน์ให้เห็นได้ ทำให้แนวคิดของลามาร์กไม่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้น ต่อมาดาร์วินได้จัดพิมพ์ผลงานของตนเองดังที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งมีลำดับความคิดเป็นขั้นตอนสมเหตุสมผล และมีหลักฐานประกอบหลายอย่างตามวิธีทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้ความเชื่อของคนในสมัยนั้นเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนไปและยังคงได้รับการยอมรับจนถึงปัจจุบัน

โดยสรุปลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างจากการโต้แย้งโดยทั่วไปเพราะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีจะนำไปสู่คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับ

2.6 วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการโต้แย้ง

Osborne et al (2001) ได้รวบรวมวิธีการจัดการเรียนรู้จากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการโต้แย้งของนักเรียน ดังนี้

1) การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small-group discussion) เป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 4-8 คน และให้นักเรียนในกลุ่มพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปผลการอภิปรายออกมาเป็นข้อมูลของกลุ่ม วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มย่อยเป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนกว้างขึ้น ขั้นตอนสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มย่อยหลังจากนักเรียนแบ่งกลุ่มแล้ว ครู หรือนักเรียนจะทำการกำหนดในการอภิปราย จากนั้นนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันตามประเด็นอภิปราย นักเรียนสรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่ม ครู และนักเรียนนำข้อสรุปของกลุ่มย่อยมาใช้ในการสรุปบทเรียน ครู ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

2) การแย้งชัดเจน (Arguing prompt) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมโดยการเน้นการตอบคำถามที่ผู้ถามจะถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ กลับมา ตัวอย่างคำถาม เช่น ทำไมถึงคิดเช่นนั้น อะไรคือเหตุผลที่ทำให้คิดเช่นนั้น นักเรียนสามารถจัดการข้อโต้แย้งในมุมมองของคนอื่นได้หรือไม่ นักเรียนทราบได้อย่างไร อะไรคือหลักฐานที่สนับสนุน

3) การเขียนกรอบการโต้แย้ง (Writing frame) คือการใช้กรอบการเขียนซึ่งมีลักษณะเป็นโครงร่างให้นักเรียนเติมความคิดเห็นของนักเรียนลงไป การเขียนกรอบการโต้แย้งนั้นเป็นการทำให้ความคิดมีความชัดเจน และช่วยตักตะกอนความคิดของนักเรียนอีกทั้งยังทำให้นักเรียนมองเห็นการใช้ภาษาในการสื่อสารของตนเองว่ามีความชัดเจน และเหมาะสมในการใช้การโต้แย้งหรือไม่ การเขียนกรอบการโต้แย้งเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกรณีที่ต้องการให้นักเรียนสร้างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีในเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก และนักเรียนต้องการคำแนะนำ ความช่วยเหลือเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

4) การแสดงบทบาทสมมติ (Role play) เป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้โดยการให้นักเรียนสวมบทบาทในสถานการณ์ซึ่งมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง และแสดงออกมาตามความรู้สึกนึกคิดของตน และนำเอาการแสดงออกของผู้แสดงทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่สังเกตพบมาเป็นข้อมูลในการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ โดยวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การแสดงบทบาทสมมติเป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ ขั้นตอนสำคัญของการจัดการ

เรียนรู้แบบบทบาทสมมติ เริ่มต้นที่ครู หรือนักเรียนนำเสนอสถานการณ์สมมติ และบทบาทสมมติ ครูหรือนักเรียนเลือกแสดงบทบาท ครูเตรียมผู้สังเกตการณ์ นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ และสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก ครู และนักเรียนสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้เป็นการฝึกทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้แสดงบทบาทของตนเองทั้งเป็นผู้กระทำ ผู้ถูกกระทำ ผู้ที่มีส่วนได้เสีย ผลกระทบจากประเด็น หรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น โดยให้นักเรียนแสดงบทบาทของตนเองตามเรื่องราวที่กำหนดให้ ซึ่งกิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์มากขึ้น และการโต้แย้งจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5) การรายงานกลุ่ม (Group presentation) เป็นผลความคิดของกลุ่มนักเรียนสามารถที่จะเขียน หรือ รายงานการโต้แย้งของพวกเขา อาจจะอยู่ในรูปของโปสเตอร์ หรือ ความคิดเห็นของพวกเขาเอง โดยที่สมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ สามารถไม่เห็นด้วยกับรายงานของกลุ่มที่นำเสนอ กลุ่มที่รายงานจะต้องมีการป้องกันข้อมูลของตนเองโดยนำเสนอหลักฐาน และโน้มน้าวให้เพื่อนเชื่อข้อมูลของพวกเขา และหักล้างข้อเสนอกับเพื่อนสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ เสนอมา หรือ การรายงานของกลุ่มมีหลักฐาน หรือ เหตุผลไม่มากพอไม่น่าเชื่อถือ ผลการรายงานข้อโต้แย้งของพวกเขาก็จะได้รับการหักล้างไป หากเพื่อนสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ มีหลักฐาน หรือ มีเหตุผลที่มากกว่ากลุ่มของพวกเขา ซึ่งการรายงานกลุ่มนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งได้หากครูฝึกให้นักเรียนมีการตอบโดยใช้เหตุผลมาตั้งแต่แรกเริ่ม

6) การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific issue) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเรื่องราวที่เป็นผลกระทบจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เช่น การดัดแปลงพันธุกรรมพืช การใช้ยานอวกาศ การโคลนนิ่ง ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งประเด็นเหล่านี้เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว และอยู่ในความสนใจของนักเรียนซึ่งหากนำมาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมร่วมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องจะสามารถช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งมากขึ้น

ทิตินา แคมมณี (2551) รวบรวมวิธีการจัดการเรียนรู้แยกตามวัตถุประสงค์ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้แตกต่างกันตามบริบท โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มใหญ่ (Whole class discussion) ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มใหญ่เป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่สมาชิกภายในกลุ่มควรมีกลุ่มละตั้งแต่ 13 คนขึ้นไป และให้นักเรียนในกลุ่มพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปผลการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปของกลุ่มวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มใหญ่เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึงมีโอกาสดแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ อันจะช่วยให้นักเรียนเกิด

การเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนกว้างขึ้น ขั้นตอนสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มใหญ่ ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ตั้งแต่ 13 คนขึ้นไป ครูทือนักเรียนกำหนดประเด็นในการอภิปราย นักเรียนพูดคุยกแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันตามประเด็นอภิปรายนักเรียนสรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่ม ครูและนักเรียนนำข้อสรุปของกลุ่มมาใช้ในการสรุปบทเรียนครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

2) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบถามตอบ (Question and answer) การจัดการเรียนรู้แบบถามตอบเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เปิดโอกาส และชี้แนะให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น และสรุปเนื้อหาวิชาด้วยการตอบคำถามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบถามตอบเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และเสริมสร้างทักษะในการสรุปเนื้อหา และตอบคำถามขั้นตอนสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบถามตอบ กำหนดปัญหาเพื่อการเรียนรู้ กระตุ้นหรือให้แนวทางนักเรียนในการร่วมกันแสดงความคิดเห็น สรุปเนื้อหาสาระที่ได้จากการเรียนรู้ ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ทั้งนี้ อาจกระทำในกลุ่มย่อยหรือเป็นรายบุคคล

Mercer et al. (2004) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้การสอนแบบตั้งกฎเกณฑ์ที่ชัดเจน ซึ่งการโต้แย้งในชั้นเรียนควรมีกฎกติกา เพื่อให้สร้างบรรยากาศการมีส่วนร่วมให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากนักเรียนจะได้รู้ชัดเจนว่าสิ่งที่ควรทำ และไม่ควรทำคืออะไร การที่ครูนั้นใช้คำพูดที่ชัดเจนพร้อมกับการตั้งกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ชัดเจนให้แก่ นักเรียนในการถกเถียงกัน ช่วยให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดหรือข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งมีการถกเถียงกันมากขึ้น ดังนั้นสิ่งที่ควรนำมาปรับใช้คือ ครูควรจัดหาคำพูด และกฎเกณฑ์ที่เหมาะสมในการช่วยให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันให้มากขึ้น

Osborne et al. (2004) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ทฤษฎีทางเลือก (competing theories) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนมีโอกาสพิจารณาแนวคิดทางเลือก (alternative idea) ให้นักเรียนใช้คำอธิบาย ทั้งทฤษฎีที่ใช้กันในปัจจุบัน และทฤษฎีทางเลือก และเพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผิด หรือสับสนในการเลือกทฤษฎี ครูควรทำการสรุปในตอนท้ายเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจ และซักถามในสิ่งที่สงสัย ในขั้นตอนนี้วิธีที่ง่ายที่สุดคือ การใช้รูปภาพการ์ตูน เข้ามาช่วยให้นักเรียนเห็นภาพ และใช้คำถามนำนักเรียน เช่น ลูกบอลเบาและหนักจะตกลงพื้นพร้อมกันหรือไม่ เพราะอะไร

Cavagnetto & Hand (2012) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอน คือการใช้คำถามเชิงวิพากษ์ (Critical question) เพื่อส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งคำถามเชิงวิพากษ์จะเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดใช้เหตุผลและหลักฐานที่มีอยู่ในการโต้แย้งซึ่งกัน

และกัน ตัวอย่างเช่น ในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gas) ในบรรยากาศกับอุณหภูมิของโลก ครูมีตารางข้อมูลที่แสดงปริมาณของแก๊สเรือนกระจกและอุณหภูมิของโลกในรอบ 500 ปีให้นักเรียนดู จากนั้นครูใช้คำถามเชิงวิพากษ์เพื่อฝึกทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังต่อไปนี้

- 1) มีหลักฐานอะไรหรือไม่จากข้อมูลในตารางที่แสดงว่าเมื่อปริมาณของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้นแล้วอุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น
- 2) ถ้ามี หลักฐานดังกล่าวคืออะไร
- 3) มีข้อมูลส่วนใดหรือไม่ ที่ขัดแย้งจากข้อมูลในข้อ 1) ถ้ามีข้อมูลดังกล่าวคืออะไร
- 4) นักเรียนคิดว่าน่าจะมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกอีกหรือไม่ ถ้ามีปัจจัยดังกล่าวคืออะไร
- 5) เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าปัจจัยดังกล่าวจึงน่าจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลก นักเรียนมีหลักฐานอะไร
- 6) หลักฐานที่นักเรียนระบุไว้ข้างต้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีเพียงใด เพราะเหตุใด
- 7) มีข้อมูลหรือหลักฐานอื่นๆ ที่อาจนำมาโต้แย้งกับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นหรือไม่ ถ้ามีข้อมูลหรือหลักฐานคืออะไร
- 8) นักเรียนจะโต้แย้งกลับข้อมูลหรือหลักฐานในข้อ 7) อย่างไรเพื่อปกป้องหรือยืนยันว่าข้อกล่าวอ้างของตนเองนั้นถูกต้อง

กล่าวโดยสรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้คำถามเชิงวิพากษ์ ครูจะต้องเริ่มจากการสร้างสถานการณ์การเรียนรู้เพื่อทำให้เกิดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นจึงใช้คำถามชักใช้ไล่เรียงในการกระตุ้นความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน เพื่อรวบรวมและเชื่อมโยงหลักฐาน จากสถานการณ์การเรียนรู้เข้ากับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้สร้างขึ้นสำหรับนำไปใช้โต้แย้งกับข้อกล่าวอ้างของเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างไป จนนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับร่วมกันของนักเรียนทั้งสองฝ่ายต่อประเด็นการโต้แย้งที่เกิดขึ้น

จากวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการโต้แย้งข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าวิธีการที่จะส่งเสริมการโต้แย้งของนักเรียนนั้นจะต้องมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการพูดคุยหรืออภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่มทั้งกลุ่มที่มีความคิดเห็นเหมือนกัน และแตกต่างกัน รวมถึงต้องมีการให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการอภิปราย และโต้แย้ง จากงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการโต้แย้งคือ การอภิปรายกลุ่ม และการเขียนกรอบการโต้แย้ง เพื่อช่วยส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.7 การวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการโต้แย้งมีหลายรูปแบบ โดยทั่วไปการวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะใช้เครื่องมือหลายชนิดร่วมกันเพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานั้นมีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยแต่ละวิธีจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

Duschl (2008) ได้กล่าวว่า การวัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็น แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยสิ่งที่ประเมินประกอบไปด้วย 3 หัวข้อด้วยกัน คือ (1) ด้านกระบวนการคิด (Cognitive) (2) ด้านการให้เหตุผล (The Epistemic) (3) ด้านสังคม (The Social) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Duschl (2008)

ด้านกระบวนการคิด	ด้านการให้เหตุผล	ด้านสังคม
- การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา - การมีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ - มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป - แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ - มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง - มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	- มีการใช้หลักฐานในการทำ ความเข้าใจปรากฏการณ์ - มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้ - มีการใช้ทฤษฎี กฎ หรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล - มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ - ไม่ใช่ถ้อยคำที่โน้มน้าวใจเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	- มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด - มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน - มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น

Lin and Mintzes (2010) ใช้เครื่องมือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งเป็นแบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended questions) คือ แบบสอบถามชนิดเขียนตอบหรืออัตนัย พร้อมระบุเหตุผลประกอบ ซึ่งจะประกอบไปด้วยคำถามทั้งหมด 4 ข้อ โดยคำถามแต่ละข้อจะมีจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะวัดทักษะการอภิปรายโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบ เช่น ความสามารถในการแสดงข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นต้น

1) แบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้งให้ผู้ตอบได้ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ทุก ๆ ด้านก่อน ซึ่งในงานวิจัยของ Lin and Mintzes (2010) ได้ใช้ประเด็นที่เป็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องการสร้างอุทยานแห่งชาติ Ma-Guo ในประเทศไต้หวัน โดยในส่วนแรกของแบบทดสอบนี้จะเป็นการอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ และในส่วนที่สองคือข้อคำถามที่วัดองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้ง ได้แก่

ข้อที่ 1 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้ออ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน โดยถามว่านักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นนั้น ๆ

ข้อที่ 2 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป โดยถามนักเรียนว่า ถ้าหากมีบุคคลไม่เห็นด้วยกับความคิดของเราคิดว่าเหตุผลของเขาคืออะไร

ข้อที่ 3 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการโต้แย้งกลับที่ประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุน โดยถามว่า จะโน้มน้าวให้คนที่ไม่เห็นด้วยกับเรากลับมาเห็นด้วยกับเราอย่างไร ถ้าเขาให้เหตุผลดังที่ตอบคำถามข้อที่ 2

ข้อที่ 4 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการหาหลักฐานโดยถามหาหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของเรานำมาถามข้อที่ 1 และ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ และได้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการคิดคะแนนแบบรูบิก (Scoring Rubrics) โดยคิดคะแนนแยกเป็นรายข้อและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

พหุ ประสิทธิภาพ

คำถามข้อ 1 ประเมินความสามารถในการแสดงข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน
ข้อกล่าวอ้าง ดังตารางที่ 2
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลคำถามข้อที่ 1 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง ของ Lin and
Mintzes (2010)

ลักษณะของคำตอบ	คะแนน
ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใด ๆ	0 คะแนน
มีคำตอบ (สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้) แต่ไม่ แสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ	1 คะแนน สำหรับการแสดงข้อกล่าวอ้าง
มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ 1 เหตุผล	1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนนสำหรับเหตุผล
มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ มากกว่า 1 เหตุผล	1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

คำถามข้อ 2 ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลของฝ่ายตรงข้าม ดังตารางที่ 3
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล คำถามข้อที่ 2 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง ของ Lin and
Mintzes (2010)

ลักษณะของคำตอบ	คะแนน
ไม่ตอบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม	0 คะแนน
สามารถให้เหตุผลได้	1+ คะแนน สำหรับ เหตุผลละ 1 คะแนน

คำถามข้อ 3 ประเมินความสามารถในการโน้มน้าวผู้อื่นและการแสดงเหตุผลที่จะทำ
ให้ข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันตกไป ดังตารางที่ 4
ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลคำถามข้อที่ 3 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งของ Lin and
Mintzes (2010)

ลักษณะของคำตอบ	คะแนน
ไม่ตอบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม	0 คะแนน
มีการอธิบายหลักการ เหตุผลอื่นเพิ่มเติมเพื่อ สนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1 นักเรียนจะต้อง กลั่นกรองคำพูดออกมาจากความคิดเพื่อโน้มน้าว	1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

(ต่อ) ตารางที่ 4

ลักษณะของคำตอบ	คะแนน
มีการอธิบายเหตุผลอื่นจากพื้นฐานของความคิดฝ่ายตรงข้าม เพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1	1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน
มีการให้เหตุผลโต้แย้งกลับ หรือทำให้ข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันตกไป	1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนนสำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

คำถามข้อ 4 ประเมินการแสดงหลักฐานประกอบข้อกล่าวอ้าง ดังตารางที่ 5
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล คำถามข้อที่ 4 จากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง ของ Lin and Mintzes (2010)

ลักษณะของคำตอบ	คะแนน
ไม่หลักฐานหรือข้อมูลใดสนับสนุนข้อเรียกร้อง	0 คะแนน
มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนข้อเรียกร้อง	1+ คะแนน สำหรับหลักฐานละ 1 คะแนน

2) การใช้แบบสอบถามปลายเปิด (open-ended questionnaire) เครื่องมือสำหรับการวัดระดับความสามารถของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งคำถามที่ใช้จะให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในประเด็นที่กำหนดให้ ซึ่งแบบสอบถามที่เป็นแบบปลายเปิดจะช่วยวัดระดับความสามารถของนักเรียนได้ดีกว่าแบบสอบถามที่เป็นแบบปลายปิด เพราะจะทำให้นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร และทำไมนักเรียนจึงมีแนวคิดเช่นนั้น และนักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ตอบคำถามนั้น ๆ หรือไม่

3) การสัมภาษณ์ (interviews) ครูสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคน หรือ อาจสุ่มนักเรียนบางส่วนมาทำการสัมภาษณ์ โดยนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายคำตอบพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้จากงานวิจัยของ Lin and Mintzes (2010) ที่มีการสัมภาษณ์การตอบสนองของนักเรียนจากการทดสอบก่อน และหลังเรียน เป็นการพิจารณาแบบย้อนกลับเพื่อวิเคราะห์คำตอบที่นักเรียนอธิบาย และปัญหาต่าง ๆ ที่พบจากการโต้แย้ง

4) การสังเกต ครูสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มรวมถึงการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียนโดยครูจะเป็นผู้ทำการสังเกต โดยอาจสังเกตจากการบันทึกโดยการเขียน หรือ การบันทึกวิธีทัศนการอธิบาย จากการบันทึก และจับภาพ และเสียงของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มอาจมีการถอดความเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อการวิเคราะห์ผลต่อไป

5) ใบงาน ครูแจกใบงานให้นักเรียนทำโดยในใบงานจะวัดแนวคิดของเด็กหลาย ๆ แนวคิด แต่ส่วนใหญ่มักจะเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันทั่ว ๆ ไป และให้นักเรียนเขียนอธิบายความคิดเห็นในประเด็นการโต้แย้งลงไปด้วย

จากวิธีการวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการวัดการโต้แย้งคือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) โดยผู้วิจัยนำวิธีการวัดมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จะใช้แบบสอบถามชนิดเขียนตอบหรืออัตนัยพร้อมให้เหตุผล ประกอบไปด้วยคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ตามองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และข้อคำถามจะวัดทักษะการอภิปรายโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบ

2.8 การจัดระดับของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการจัดระดับทักษะของการโต้แย้ง นักวิชาการหลายท่านได้จัดระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของการโต้แย้ง

Osborne et al (2004) จัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ระดับดังนี้

ระดับที่ 1 สามารถสร้างข้ออ้างของตนเอง ไม่มีการสร้างข้ออ้างอื่นที่แตกต่าง หรือ เหตุผลไปหักล้างข้ออ้างอื่น

ระดับที่ 2 สามารถสร้างข้ออ้างได้มีข้อมูล มีเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง หรือ เหตุผลที่สนับสนุนเพิ่มเติม แต่ไม่มีเหตุผลคัดค้าน

ระดับที่ 3 สามารถระบุข้อมูลรายละเอียดของข้ออ้าง หรือ การหักล้างข้ออ้าง มีเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง หรือ เหตุผลที่สนับสนุนเพิ่มเติมแต่ไม่เพียงพอสำหรับการให้เหตุผลคัดค้าน

ระดับที่ 4 สามารถสร้างข้ออ้างกับเหตุผลคัดค้านไว้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจมีข้ออ้างหลายข้ออ้าง หรือ มีข้ออ้างหลายข้อที่ถูกหักล้าง

ระดับที่ 5 สามารถสร้างการโต้แย้งที่มีการขยายขอบเขตโต้แย้งกับเหตุผลคัดค้านมากกว่า 1 เหตุผล

Erduran and Jimenez-Aleixandre (2007) จัดระดับของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับความสัมพันธ์ (Relevance) คือ สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับข้อสรุปได้

ระดับที่ 2 ระดับเพียงพอ (Sufficiency) คือ สามารถแสดงการใช้หลักฐานได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอสำหรับข้อสรุปได้

ระดับที่ 3 ระดับการยอมรับข้อสรุป (Acceptability) คือ สามารถแสดงหลักฐานที่เป็นจริง และมีความน่าเชื่อถือเพื่อสร้างข้อสรุปที่เป็นจริง

ณัฐพร และคณะ (2558) ได้เลือกใช้รูปแบบทักษะการอภิปรายโต้แย้งของ Lin and Mintzes (2010) ที่มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ และใช้เกณฑ์การให้คะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง แล้วนำมาจัดเข้ากลุ่มเป็นระดับ 4 ระดับ คือ ระดับควรปรับปรุง ระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีมาก ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ของ ณัฐพร และคณะ (2558)

ระดับ ความสามารถใน การโต้แย้ง	เกณฑ์			
	Claim and Warrant	Evidence	Counter argument	Supportive argument
ดีมาก	บอกข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลที่ น่าเชื่อถือ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างได้ มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป	แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้ เหตุผลได้มากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป	บอกข้อกล่าวอ้าง ที่ต่างจากของ ตนเองและให้ เหตุผลสนับสนุน ได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป	โต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้ง และให้เหตุผลที่ ทำให้ข้อโต้แย้งอื่น มีความน่าเชื่อถือ ลดลงได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป
ดี	บอกข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลที่ น่าเชื่อถือ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างตั้งแต่ 1-2 เหตุผล	แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้ เหตุผลตั้งแต่ 1-2 หลักฐาน	บอกข้อกล่าวอ้าง ที่ต่างจากของ ตนเองและให้ เหตุผลสนับสนุน ตั้งแต่ 1-2 เหตุผล	โต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้ง และให้เหตุผลที่ ทำให้ข้อโต้แย้งอื่น มีความน่าเชื่อถือ ลดลงได้ 1-2 เหตุผลขึ้นไป

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ระดับ ความสามารถใน การโต้แย้ง	เกณฑ์			
	Claim and Warrant	Evidence	Counter argument	Supportive argument
พอใช้	บอกข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผล โดยเหตุผลนั้น แสดงอารมณ์ ความรู้สึกร่วมกับ การให้เหตุผลที่ น่าเชื่อถือ	แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้ เหตุผลได้ แต่ หลักฐานนั้นมา จากอารมณ์ ความรู้สึก	ไม่บอกข้อกล่าว อ้างที่ต่างจากของ ตนเอง แต่ให้ เหตุผลสนับสนุน ได้	โต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้ง แต่ไม่สามารถทำ ให้ข้อโต้แย้งอื่นมี ความน่าเชื่อถือ ลดลงได้
ควรปรับปรุง	ไม่บอกข้อกล่าว อ้างและเหตุผล หรือ บอกข้อ กล่าวอ้างและให้ เหตุผลที่แสดง อารมณ์ และ ความรู้สึก	ไม่แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้ เหตุผล	ไม่บอกข้อกล่าว อ้างที่ต่างจากของ ตนเอง และไม่ให้ เหตุผลสนับสนุน	ไม่สามารถโต้แย้ง กลับได้ตรงตาม ประเด็นที่แย้ง และไม่ให้เหตุผลที่ ทำให้ข้อโต้แย้งอื่น มีความน่าเชื่อถือ ลดลงได้

จากตารางที่ 6 การจัดระดับความสามารถในการสร้างข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง ความสามารถในการแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล ความสามารถในการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ ถูกจัดให้อยู่ใน 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง นอกจากนี้ทั้ง 4 ระดับได้รับการเปลี่ยนแปลงเป็นค่าคะแนน เพื่อใช้เป็นคะแนนรวมสำหรับการจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยระดับดีมาก มีค่า 4 คะแนน ระดับดี มีค่า 3 คะแนน ระดับพอใช้ มีค่า 2 คะแนน และระดับปรับปรุง มีค่า 1 คะแนน

พัชรภรณ์ บุญยทรศนีย์ (2558) ได้จัดระดับความสามารถในการโต้แย้งที่แตกต่างไปเป็น 5 ระดับ ตามจำนวนองค์ประกอบของทักษะการอภิปรายโต้แย้งที่นักเรียนแสดงได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของพัชราภรณ์ (2558)

คำถาม	ลักษณะคำตอบ	ตัวอย่างคำตอบ	คะแนน
ข้อที่ 1. ข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่ตอบหรือไม่แสดงออก ซึ่งคำตอบใด ๆ	เว้นว่างไว้หรือตอบไม่ทราบ	ให้ 0 คะแนน
	สามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง ได้	ฉันเห็นด้วย ฉันไม่เห็นด้วย	ให้ 1 คะแนน
ข้อที่ 2. เหตุผล สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	ไม่ตอบหรือไม่แสดง เหตุผลใด ๆ	เว้นว่างไว้หรือตอบไม่ทราบ	ให้ 0 คะแนน
	แสดงเหตุผลที่ถูกต้องตาม หลักการ มีความเป็นเหตุ เป็นผลกัน มีความ น่าเชื่อถือ	ฉันเห็นด้วย เพราะ..... ฉันไม่เห็นด้วย เพราะ.....	ให้ 1 คะแนน
ข้อที่ 3. หลักฐาน สนับสนุน (Evidence)	ไม่หลักฐานหรือข้อมูลใด สนับสนุนเหตุผลของ ตัวเองหรือข้อกล่าวเลย	เว้นว่างไว้ หรือ ตอบคำตอบ เดิมที่ได้ตอบไว้ในข้อ 2. แล้ว	ให้ 0 คะแนน
	มีหลักฐานหรือข้อมูล สนับสนุนเหตุผลหรือข้อ กล่าวอ้าง	ให้หลักฐานที่น่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบได้	ให้ 1 คะแนน
ข้อที่ 4. เหตุผลข้อ โต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter Arguments)	ไม่ตอบ หรือไม่แสดงความ คิดเห็นที่จะเป็นเหตุผล ของฝ่ายตรงข้าม	เว้นว่างไว้ หรือตอบ ก็ เพราะว่าคำตอบที่ตนคิดนั้น ถูกแล้ว หรือคำตอบของฝ่าย ตรงข้ามผิด	ให้ 0 คะแนน
	แสดงเหตุผลที่ถูกต้องตาม หลักการ มีความเป็นเหตุ เป็นผลกัน	คำตอบของฝ่ายตรงข้ามมี เหตุผลดังนี้.....	ให้ 1 คะแนน

ตารางที่ 7 (ต่อ)

คำถาม	ลักษณะคำตอบ	ตัวอย่างคำตอบ	คะแนน
ข้อที่ 5. ข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Arguments)	ไม่ตอบ ไม่แสดงความ คิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม หรือ เหตุผลหลักฐาน ไม่ น่าเชื่อถือพอ	เว้นว่างไว้ หรือตอบก็ เพราะว่าคำตอบที่ตนคิดนั้น ถูกแล้ว หรือคำตอบของฝ่าย ตรงข้ามผิด	ให้ 0 คะแนน
	มีการอธิบายหลักการ เหตุผล หรือหลักฐาน เพิ่มเติม ที่สามารถหักล้าง เหตุผลหรือข้อกล่าวอ้าง ของฝ่ายตรงข้ามได้ หรือ หมดความน่าเชื่อถือลง	ฉันเราสามารถทำ.....เพื่อ ทดแทน.....(เหตุผลฝ่าย ตรงข้าม) ในเรื่องของ... จริง ๆ แล้ว.....	ให้ 1 คะแนน

นำคำตอบและคะแนนของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งทาง
วิทยาศาสตร์ มาจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อแสดง
ข้อมูลในเชิงคุณภาพ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของพัชรภรณ์ (2558)

ระดับที่	เกณฑ์การพิจารณา
1	นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งได้ 1 องค์ประกอบ
2	นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งได้ 2 องค์ประกอบ
3	นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งได้ 3 องค์ประกอบ
4	นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งได้ 4 องค์ประกอบ
5	นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งได้ครบ 5 องค์ประกอบ

อัศวิน ธีระนัปต์ (2558) ได้ทำการจัดระดับของความสามารถในการโต้แย้งทาง
วิทยาศาสตร์ไว้ 4 ระดับ ตามองค์ประกอบการโต้แย้ง 5 องค์ประกอบ โดยนำคะแนนของแต่ละ
องค์ประกอบการโต้แย้งมากำหนดเป็นระดับของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังในรายละเอียดใน
ตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ อัครวิน (2558)

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถใน การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
1. ข้ออ้างและ เหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง (Claim and Warrant)	ดีมาก	บอกข้ออ้างและให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุน ข้ออ้างของตนตั้งแต่ 1-2 เหตุผลขึ้นไป
	ดี	บอกข้ออ้างและให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดง อารมณ์ความรู้สึกในการตอบร่วมกับให้เหตุผลที่ น่าเชื่อถือ
	พอใช้	บอกข้ออ้างและให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดง อารมณ์ความรู้สึกในการตอบเท่านั้น
	ปรับปรุง	บอกข้ออ้างได้แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ หรือไม่ ตอบคำถาม
2. หลักฐาน สนับสนุนเหตุผล (Evidence)	ดีมาก	แสดงหลักฐานสนับสนุนได้มากกว่า 1 หลักฐานขึ้น หลักฐานมีแหล่งข้อมูลชัดเจน
	ดี	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานการ อธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้ น่าเชื่อถือมากขึ้น หรือรวมทั้งประสบการณ์
	พอใช้	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่ เกิดจากการแสดงความรู้สึก
	ปรับปรุง	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐาน/ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 9 (ต่อ)

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถใน การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
3. ข้อโต้แย้งที่ แตกต่างออกไป (Counter argument)	ดีมาก	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้ เหตุผลสนับสนุนได้ 1-2 เหตุผลขึ้นไป
	ดี	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ ให้เหตุ ผลได้แต่เหตุผลนั้นเป็นการแสดงออกทางอารมณ์ ความรู้สึก
	พอใช้	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่ สามารถแสดงเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้
	ปรับปรุง	ไม่สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองให้ เหตุผลสนับสนุนได้แต่ไม่น่าเชื่อถือหรือไม่ตอบ คำถาม
4. การให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง กลับ (Supportive argument)	ดีมาก	โต้แย้งกลับได้ตรงประเด็นที่แย้งและให้เหตุผลที่ทำ ให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ 1-2 เหตุผลขึ้นไป
	ดี	โต้แย้งกลับได้และให้เหตุผลได้โดยที่เหตุผลนั้นไม่ ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้
	พอใช้	โต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นเป็นการ แสดงอารมณ์ความรู้สึกและไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นม ีความน่าเชื่อถือลดลงได้
	ปรับปรุง	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็น ข้ออ้างหรือเหตุผล

จากตารางที่ 9 การจัดระดับความสามารถในการสร้างข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง ความสามารถในการแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล ความสามารถในการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ ถูกจัดให้อยู่ใน 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง นอกจากนี้ทั้ง 4 ระดับได้รับการเปลี่ยนแปลงเป็นค่าคะแนน เพื่อใช้เป็นคะแนนรวมสำหรับการจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยระดับดีมาก มีค่า 4 คะแนน ระดับดี มีค่า 3 คะแนน ระดับพอใช้ มีค่า 2 คะแนน และระดับปรับปรุง มีค่า 1 คะแนน ส่วนเกณฑ์สำหรับการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวม แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของอัศวิน (2558)

ระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
ดีมาก	- ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก - มี 3 องค์ประกอบที่จัดอยู่ในระดับดีมาก มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี หรือระดับพอใช้ - มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก และ 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี - มี 2 องค์ประกอบที่จัดอยู่ในระดับดีมาก อยู่ในระดับดี 1 องค์ประกอบ และอยู่ในระดับพอใช้ 1 องค์ประกอบ
ดี	- ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดี - มี 3 องค์ประกอบที่จัดอยู่ในระดับดี มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้หรือระดับปรับปรุง - มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี และ 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ - มี 2 องค์ประกอบที่จัดอยู่ในระดับดี และ 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ และ 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง - มี 2 องค์ประกอบที่จัดอยู่ในระดับดีมาก และ 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง - มีองค์ประกอบที่จัดอยู่ในระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ ระดับปรับปรุงอย่างละ 1 องค์ประกอบ

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ระดับความสามารถในการ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
พอใช้	- ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ - มี 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ และมี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี หรือระดับปรับปรุง - มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ และ 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง - มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี และมี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง - มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี และมี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
ปรับปรุง	- ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง - มี 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง และมี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้

จากระดับของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการจัดระดับของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่มุ่งเน้นการประเมินด้านการนำเหตุผลที่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์มาตอบเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาอธิบายเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริงได้ และมีการจัดระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีความชัดเจน ดังตารางที่ 11

พูน บณ จิต ชีวะ

ตารางที่ 11 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
1. ข้ออ้าง (Claim)	4	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น และชัดเจน
	3	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น แต่ไม่ชัดเจนในคำตอบ (คำตอบกำกวม)
	2	แสดงความคิดเห็นแต่เพียงประเด็นนอกนอกขอบเขตของประเด็นที่กำลังพิจารณา
	1	แสดงความคิดเห็นแต่ไม่ตรงประเด็นที่พิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม
2. เหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง (Warrant)	4	ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้ออ้างของตน 2 เหตุผล
	3	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบร่วมกับให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ 1 เหตุผล
	2	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบเท่านั้น
	1	ให้เหตุผลโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำลังพิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม
3. หลักฐาน สนับสนุนเหตุผล (Evidence)	4	แสดงหลักฐานสนับสนุนได้ 2 หลักฐาน และหลักฐานมีแหล่งข้อมูลชัดเจน
	3	แสดงหลักฐานได้แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้น่าเชื่อถือมากขึ้นหรือรวมทั้งประสบการณ์
	2	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่เกิดจากการแสดงความรู้สึก
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐาน
	0	ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 11 (ต่อ)

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
4. ข้อโต้แย้งที่ แตกต่างออกไป (Counter argument)	4	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผล สนับสนุนได้ 2 เหตุผล
	3	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ ให้เหตุ ผลได้แต่เหตุผลนั้นเป็นการแสดงออกทางอารมณ์ ความรู้สึก และบอกข้ออ้าง 1 เหตุผล
	2	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่ สามารถแสดงเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้
	1	ไม่สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเอง หรือให้ เหตุผลสนับสนุนได้แต่ไม่น่าเชื่อถือ
	0	ไม่ตอบคำถาม
5. การให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง กลับ (Supportive argument)	4	โต้แย้งกลับได้ตรงประเด็นที่แย้งและให้เหตุผลที่ทำให้ ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ 2 เหตุผล
	3	โต้แย้งกลับได้และให้เหตุผลได้โดยที่เหตุผลนั้นไม่ทำให้ ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ และบอก เหตุผล 1 เหตุผล
	2	โต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นเป็นการแสดง อารมณ์ความรู้สึกและไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความ น่าเชื่อถือลดลงได้
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็นข้ออ้าง หรือเหตุผล
	0	ไม่ตอบคำถาม

จากตารางที่ 11 ผู้วิจัยนำมาใช้ในการประเมินแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีข้อคำถามขององค์ประกอบการโต้แย้งทั้งหมดอีก 5 ข้อ ซึ่งมีการวิเคราะห์แยกองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 4 (4 คะแนน) ระดับ 3 (3 คะแนน) ระดับ 2 (2 คะแนน) ระดับ 1 (1 คะแนน) ระดับ 0 (0 คะแนน) โดยในแต่ละสถานการณ์จะมีคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน รวมทั้ง 4 สถานการณ์จะมีคะแนนเต็มทั้งหมด 80 คะแนน

จากวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย คือ เพื่อพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างต้องมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นั่นก็คือ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีคะแนนจากแบบทดสอบตั้งแต่ 56 คะแนนขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์

2.9 เครื่องมือวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Osborne et al (2001) กล่าวว่า เครื่องมือสำหรับการโต้แย้งประกอบด้วยคำถามที่ส่งเสริมการคิดและการตั้งคำถามทำให้เกิดการโต้แย้งแบบร่วมมือ ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์การสนทนาและการให้เหตุผลแบบร่วมมือ ครูมีบทบาทตั้งคำถามเพื่อเริ่มต้นการโต้แย้ง เช่น ทำไมจึงคิดเช่นนั้น อะไรที่เป็นเหตุผล มีแนวคิดอื่นอีกไหม หลักฐานคืออะไร ครูอาจจะใช้กรอบแนวคิดการเขียนที่สนับสนุนการโต้แย้ง แสดงตัวอย่างในรูปต่อไปนี้

การโต้แย้งของฉัน

แนวคิดของฉัน คือ...

เหตุผลของฉัน คือ...

ข้อโต้แย้งแนวคิดของฉัน คือ...

ฉันจะโน้มน้าวบุคคลที่ไม่เชื่อแนวคิด
ของฉันโดย...

หลักฐานที่โน้มน้าวบุคคล คือ...

รูปที่ 2 กรอบการเขียนที่ส่งเสริมกระบวนการโต้แย้งของ Osborne, Erduran, Simon & Monk (2001)

Duschl (2008) กล่าวว่า เครื่องมือในการวัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะใช้แบบวัดที่มีลักษณะเป็น แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยสิ่งที่จะประเมินประกอบไปด้วย 3 หัวข้อด้วยกัน คือ ด้านกระบวนการคิด (Cognitive) ด้านการให้เหตุผล (The Epistemic) ด้านสังคม (The Social)

Lin & Mintzes (2010) กล่าวว่า เครื่องมือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งเป็นแบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended questions) คือ แบบสอบถามชนิดเขียนตอบหรืออัตนัย พร้อมระบุเหตุผลประกอบ คำถามแต่ละคำถามจะวัดตามองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) ซึ่งจะประกอบไปด้วยคำถามทั้งหมด 4 ข้อ ดังต่อตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12 เครื่องมือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งของ Lin & Mintez

ข้อคำถาม	องค์ประกอบความสามารถในการโต้แย้ง	การประเมิน
ข้อที่ 1	ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้ออ้างและให้เหตุผลสนับสนุน โดยถามว่านักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นนั้น ๆ
ข้อที่ 2	หลักฐานสนับสนุนเหตุผล	ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป โดยถามนักเรียนว่า ถ้าหากมีบุคคลไม่เห็นด้วยกับความคิดของเราคิดว่าเหตุผลของเขาคืออะไร
ข้อที่ 3	ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป	ประเมินความสามารถของนักเรียนในการโต้แย้งกลับที่ประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุน โดยถามว่า จะโน้มน้าวให้คนที่ไม่เห็นด้วยกับเรากลับมาเห็นด้วยกับเราอย่างไร ถ้าเขาให้เหตุผลดังที่ตอบนำถามข้อที่ 2
ข้อที่ 4	การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ	ประเมินความสามารถของนักเรียนในการหาหลักฐานโดยถามหาหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของเรานำถามข้อที่ 1 และ 3

จากเครื่องมือในการวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือวัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) มาปรับให้เข้ากับบริบทของวิจัย ซึ่งจะวัดตามองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ด้วยข้อคำถาม 5 คำถาม ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 เครื่องมือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้ง

ข้อคำถาม	องค์ประกอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	การประเมิน
ข้อที่ 1	1. ข้ออ้าง (Claim)	ความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังพิจารณา
ข้อที่ 2	2. เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant)	การแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้ออ้างที่ได้พิจารณา ซึ่งเหตุผลประกอบข้ออ้างนี้จะช่วยให้ข้ออ้างมีความน่าเชื่อถือ
ข้อที่ 3	3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence)	หลักฐานที่นำมาสนับสนุนเหตุผลประกอบข้ออ้าง เพื่อประกอบการอธิบายเพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างเป็นที่ยอมรับ
ข้อที่ 4	4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument)	การให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้พิจารณาไม่ได้กล่าวถึง ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง
ข้อที่ 5	5. การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	เหตุผลเสริมที่ไม่ได้กล่าวในข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างในข้อที่ 1 และ 2 เพื่อให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปมีความเชื่อถือลดลง

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Inquiry learning เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ทิสนา แชมมณี (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ถือว่าเป็นกระบวนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการนำเสนอ ตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ที่มีหลักการ แนวคิดที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียนแฝงอยู่ให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์จนสามารถถึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมาเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry) เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติได้ลงมือทำ ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจ ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้ในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบ มีการวางแผนอย่างมีขั้นตอน ต่อเนื่องกัน มีการประเมินผลในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้

วิณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2553) ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหาก็ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปผลออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ให้ความหมายว่า วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ โดยมนุษย์ได้พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามที่สงสัยอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้นเป็นแนวความคิดหลักกฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ

จากการศึกษาแนวคิดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ว่าการเรียนการสอนสืบเสาะเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญเป็นกระบวนการในการสร้างความรู้หรือคำอธิบาย โดยให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล โดยพิจารณาเลือกตัดสินใจข้อมูลจากแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

3.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กฤษฏี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2551) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งอาจเกิดความสนใจ ความสงสัย จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้ นำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาวิธีการศึกษาอาจเป็นการตรวจสอบ การทดลอง การปฏิบัติ การสืบความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างพอเพียงในการที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบของภาพวาด ตาราง แผนภูมิ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งสมมติฐานก็ได้ ผลที่ได้สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อมูลสรุปไปอธิบายสถานการณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่ามีความรู้อะไรบ้าง รู้มากน้อยเพียงใดและนำไปประยุกต์ความรู้สู่เรื่องอื่น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

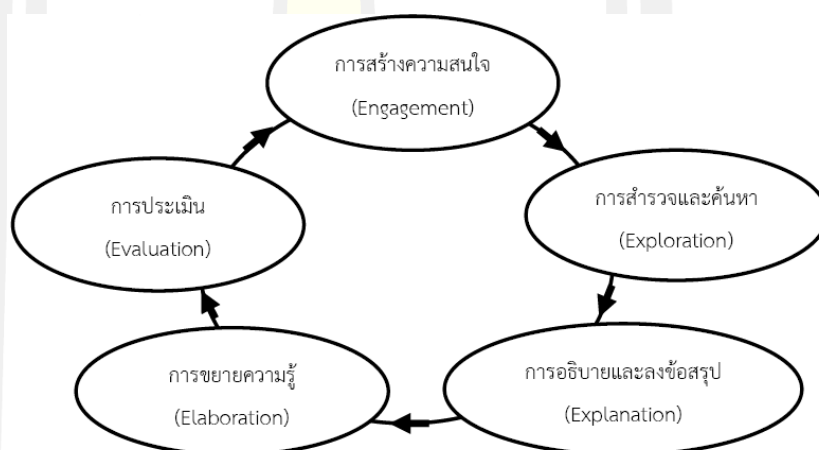
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มา ซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4) **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5) **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการดำเนินกิจกรรมเป็นวงจรที่ต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

ศศิธร เวียงวะลัย (2556) ได้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) **ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)** ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2) ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้ากับหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้น

3) ขั้นอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4) ขั้นการลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5) ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการจัดการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

จากขั้นตอนของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะความรู้เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

4.1 ที่มาของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มผู้วิจัย 5 ท่าน ได้แก่ Walker, Zimmerman จากวิทยาลัย Tallahassee Community College และ Sampson, Grooms, Anderson จากมหาวิทยาลัย The Florida State University รูปแบบการเรียนการสอนนี้ออกแบบขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสนในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ การใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียนและสะท้อนถึงผลการปฏิบัติงาน โดยมีการผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน (Walker et al., 2010) นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านสาระ ปฏิบัติการและคุณลักษณะ ด้วยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการ

Sampson et al. (2009) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) ได้ทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในงานวิจัยที่ชื่อว่า Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs โดยเป้าหมายความสำเร็จของการเรียนการสอนรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง มีดังต่อไปนี้

- 1) กรอบความสำเร็จของประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการมาจากความพยายามพัฒนาความรู้ความเข้าใจและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 2) ส่งเสริมการเรียนรู้ส่วนบุคคลโดยการสร้างข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงไปสู่การตัดสินใจเพื่ออธิบายข้อคำถาม หรือข้อสรุปของกระบวนการสืบเสาะ
- 3) เปิดโอกาสให้แก่นักเรียนในการเรียนรู้ทั้งการกำหนดเป้าหมาย การสนับสนุนการประเมินค่า และการทบทวนแนวคิดเพื่ออภิปรายและเขียนคำอธิบาย
- 4) สร้างชั้นเรียนที่มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในด้านคุณค่าของหลักฐานด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ข้อสงสัย และแนวทางของการคิดแบบใหม่

Walker Sampson and Zimmerman (2011) มีเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง

- 1) เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดวิธีการของตนเองในการสังเกตและประเมินผล
- 2) เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติการสืบเสาะด้วยตนเองโดยใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองในการตอบคำถามที่ต้องการศึกษา
- 3) เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และปกป้องความคิดเห็นจากสมมติฐานและกรอบวิธีการของตนเอง
- 4) เพื่อให้สามารถเขียนผลการสืบเสาะของตนเองในทางวิทยาศาสตร์
- 5) เพื่อเป็นการสะท้อนการทำงานของผู้เรียน

กล่าวโดยสรุปคือ เป้าหมายของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งคือ ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงไปยังการหาข้อสรุป ซึ่งมาจากการโต้แย้งระหว่างนักเรียนเอง และที่สำคัญเป็นการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนเพื่อฝึกฝนให้นักเรียนเป็นคนช่างสงสัย ซึ่งเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่นักวิทยาศาสตร์ควรมี

4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

Sampson and Gerbino (2010) ได้กำหนดรูปแบบการสอนการสร้างข้อโต้แย้งดังต่อไปนี้

1) การระบุภาระงาน (Identification of task) เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังจะศึกษา ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้กับผู้เรียน ทั้งนี้ผู้สอนควรนำเสนอประเด็นปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและกำหนดประเด็นการโต้แย้ง ให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบการทดลอง เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบในขั้นต่อไป

2) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation of a tentative argument) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม จากนั้นร่วมกันเสนออภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินข้อมูลที่ได้เพื่อสร้างเป็นข้อโต้แย้งของกลุ่ม โดยข้อโต้แย้งจะประกอบด้วย 1. ข้อสรุป คือ คำตอบของคำถามในการศึกษา 2. หลักฐาน คือ ข้อมูลที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาเพื่อสนับสนุนข้อสรุป โดยอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ และ 3. การให้เหตุผล เป็นข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

3) กิจกรรมการโต้แย้ง (The argumentation session) เป็นขั้นที่จัดให้ผู้เรียนได้มีการโต้แย้ง โดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้โต้แย้งระหว่างกัน โดยวิธีการโต้แย้งจะมีการกำหนดประเด็นการโต้แย้ง นิยามคำสำคัญเกี่ยวกับประเด็นการโต้แย้ง แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง เพื่อให้กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งนั้น พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างความคิดที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินวิทยาศาสตร์ และพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

4) การทำความเข้าใจภายในกลุ่มและการสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (Group sense-making & individual argument) เป็นขั้นที่ผู้สอนสรุปการอภิปราย โดยการเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์หลักของเรื่องที่ศึกษา แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งของกลุ่มใหม่อีกครั้งด้วยการประเมินหลักฐาน การให้เหตุผลและข้อสรุปของกลุ่มอื่นทั้งหมด ให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนสรุปในสิ่งที่ได้เรียนรู้ และการได้มาซึ่งความรู้ตามความเข้าใจของตนเอง ในขั้นตอนนี้ผู้สอนควรชี้แนะในประเด็นที่จำเป็นต่อข้อสรุปที่เพียงพอ วิธีการประเมินหลักฐาน และเหตุผลอื่น ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อสรุป เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการประเมินและสรุปข้อโต้แย้งให้มีคุณภาพดี

Sampson and Walker (2010) ได้กำหนดรูปแบบการสอนการสร้างข้อโต้แย้งดังต่อไปนี้

1) การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ ครูแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือสร้างความสนใจและให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ

2) การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) คือ การที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3-4 คน พร้อมกับใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูมีความสำคัญที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเขียนวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยย่อเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษหรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ (2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการวัดหรือการสังเกต การทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง (3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงว่าทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนกับข้อกล่าวอ้าง

4) กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สำรวจตรวจสอบ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญที่ครูจะได้ประเมินความก้าวหน้าและการคิดของนักเรียน โดยการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้ง (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อและแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นรายงานที่ออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่า นักเรียนจะรู้อะไรบ้าง นักเรียนจะรู้ได้อย่างไร แล้วทำไมนักเรียนถึงเชื่อในสิ่งนั้นในขั้นนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าการเขียนเป็นส่วนหนึ่งในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

6) การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Peer Review) คือ การให้นักเรียนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดให้พร้อมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกรายงานของนักเรียนทุกคนกลับให้กับเพื่อนในกลุ่ม

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

Grooms, Enderle, and Sampson (2017) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมี 8 ขั้น ด้วยกัน ดังแสดงขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ดังนี้

1) ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม คือ เป็นการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา เพื่อสร้างความสนใจ และวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์ที่นักเรียนกำลังศึกษากับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของนักเรียน จนเกิดข้อสงสัยข้อคำถามและนำไปสู่การมอบหมายงาน

2) ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3-4 คน เพื่อออกแบบการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่กำลังศึกษา รวมถึงการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งกันภายในกลุ่ม เพื่อใช้ในกิจกรรมการโต้แย้งของทั้งชั้นเรียน เป็นการสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ข้อโต้แย้งหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1) ข้อสรุปเบื้องต้น (The Claim) เป็นข้อสรุปที่เกิดจากการคาดเดา การอธิบาย หรือการตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา

3.2) หลักฐาน (Evidence) เป็นส่วนที่มาจากการวัดหรือการสังเกตที่แสดงแนวโน้มความแตกต่างระหว่างวัตถุประสงค์ หรือกลุ่มและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สำคัญ หลักฐานจะต้องเป็นสิ่งที่เชื่อถือและพิสูจน์ได้

3.3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการอธิบายโดยใช้หลักฐานมาสนับสนุนคำอธิบายและต้องแสดงถึงความสอดคล้องว่า หลักฐานนั้นสนับสนุนคำอธิบายอย่างไร เพราะเหตุใด

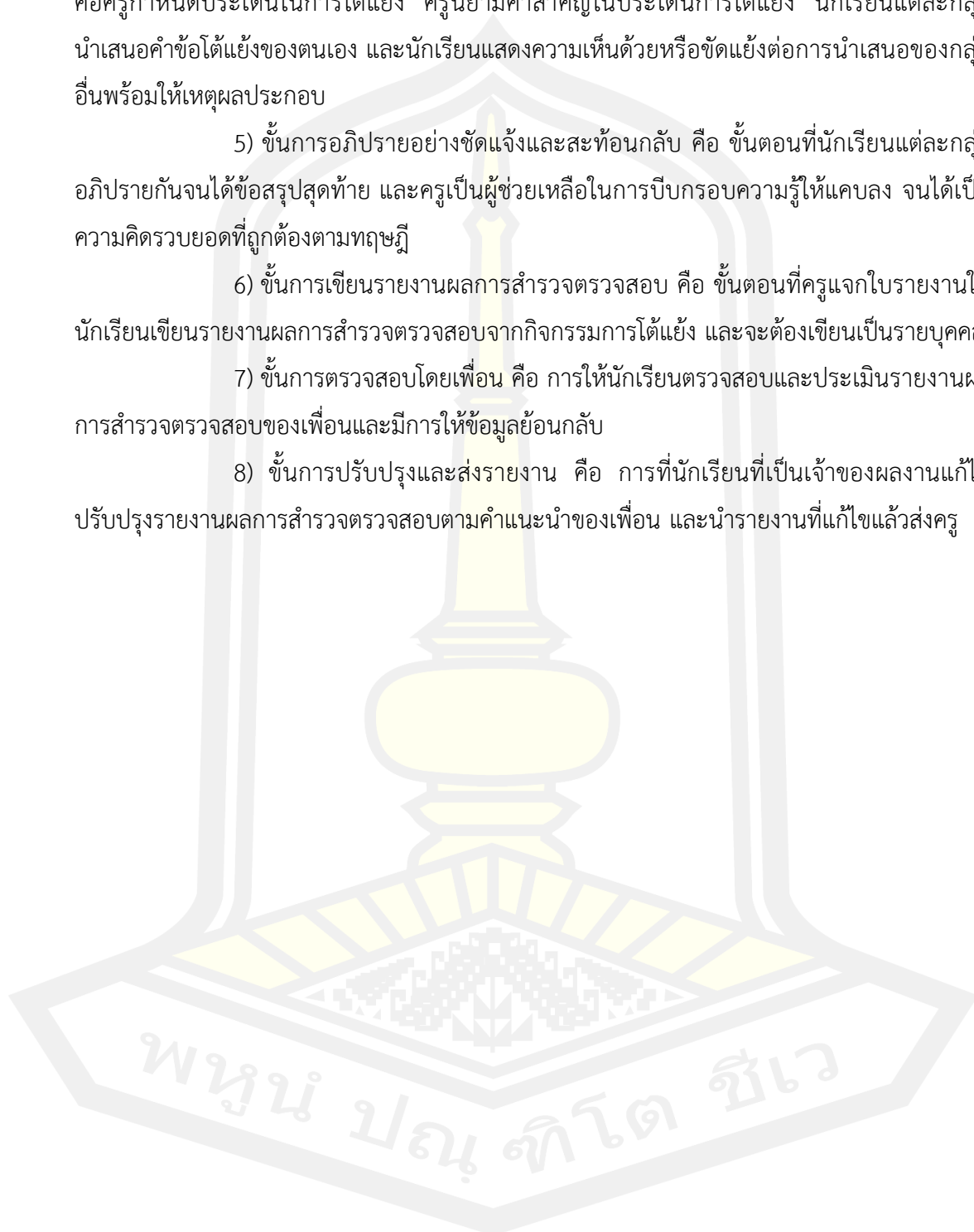
4) ขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง คือการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนโดยมี 4 ขั้นตอน คือครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง ครูนิยามคำสำคัญในประเด็นการโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอคำข้อโต้แย้งของตนเอง และนักเรียนแสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ

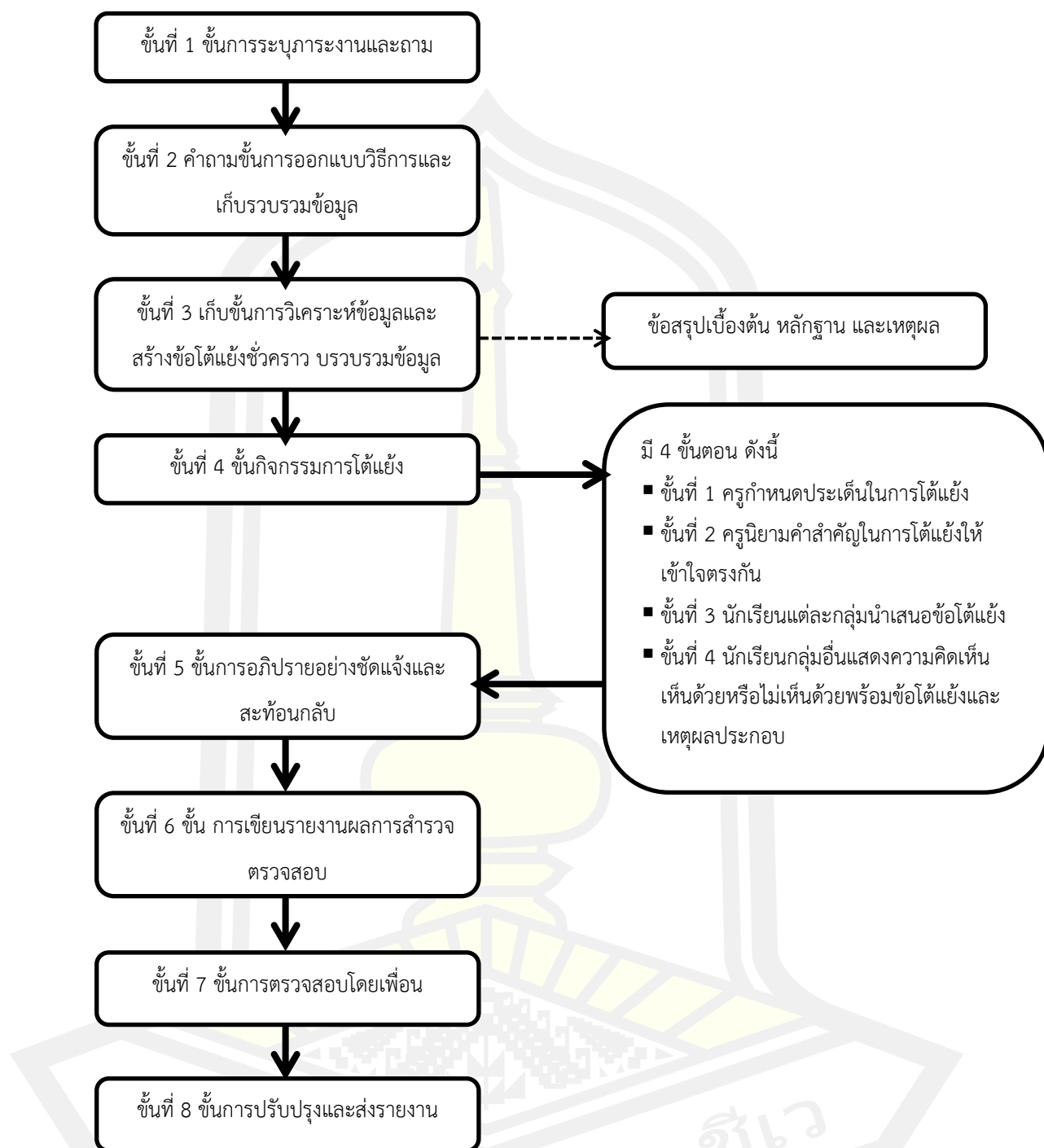
5) ขั้นตอนการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ คือ ขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่ม อภิปรายกันจนได้ข้อสรุปสุดท้าย และครูเป็นผู้ช่วยเหลือในการบิกรอบความรู้ให้ครบลง จนได้เป็น ความคิดรวบยอดที่ถูกต้องตามทฤษฎี

6) ขั้นตอนการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ ขั้นตอนที่ครูแจกใบรายงานให้ นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้ง และจะต้องเขียนเป็นรายบุคคล

7) ขั้นตอนการตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

8) ขั้นตอนการปรับปรุงและส่งรายงาน คือ การที่นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงานแก้ไข ปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และนำรายงานที่แก้ไขแล้วส่งครู





รูปที่ 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งของ Sampson (2017)

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขั้นการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาขึ้นล่าสุด โดย Sampson et al (2017) ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี 2558 มีทั้งหมด 8 ขั้นตอนด้วยกัน ดังรูปที่ 3 และมีขั้นการจัดการโต้แย้งในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง มี 4 ขั้นตอนด้วยกัน คือ ขั้นที่ 1 ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง ขั้นที่ 2 ครูนิยามคำสำคัญในประเด็นการโต้แย้ง ขั้นที่ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำข้อโต้แย้งของตนเอง และขั้นที่ 4 นักเรียนแสดงความคิดเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ

4.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

Sampson et al. (2009) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้น ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนจากรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 14 แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงานและถามคำถาม คือ การสร้างความสนใจ การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่ศึกษา และระบุภาระงานให้กับนักเรียน	1. กระตุ้นความสนใจในเรื่องหัวข้อ หรือประเด็นปัญหา 2. เชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา 3. ระบุงานให้กับนักเรียน 4. จัดทำคู่มือสำหรับแนะนำหัวข้อ หรือประเด็นปัญหา	1. คิดจดจ่อกับหัวข้อหรือประเด็นปัญหาที่ครูให้ 2. นึกถึงประสบการณ์หรือความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่จะศึกษา

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2. การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การทำงานเป็นกลุ่มเพื่อออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล	1. อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน 2. เป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน 3. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล 4. ให้คำแนะนำในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน	1. คิด พิจารณา วางแผน และออกแบบวิธีการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ โดยระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบ 2. คาดคะเนคำตอบของการสำรวจตรวจสอบ 3. ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก 4. เก็บรวบรวมหลักฐาน หรือข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ
3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	1. ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง 2. ชี้ให้เห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	1. จัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ 2. สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว หรือข้อสรุปที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล 3. ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งลงในกระดาษ
4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การจัดให้มีการโต้แย้งทั้งห้องเรียน ด้วยการให้นักเรียนโต้แย้งระหว่างกลุ่ม	1. กำหนดประเด็น และนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง 2. เป็นผู้นำการอภิปรายจัดการและควบคุมเวลาสำหรับการโต้แย้ง	1. นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน พร้อมให้เหตุผลโดยใช้ข้อมูล และหลักฐานที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล 2. แสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้งที่เพื่อนนำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบข้อโต้แย้ง

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. การอภิปรายอย่างชัดเจน และการสะท้อนกลับ คือ การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ และผลของการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน	1. อภิปราย ให้ความรู้เพิ่มเติม 2. ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครั้งต่อไป	1. อภิปรายความรู้ร่วมกับครู และเพื่อนในห้อง 2. อภิปรายวิธีการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงในการสำรวจตรวจสอบในครั้งถัดไป
6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล	1. กระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจ และกระบวนการที่ได้ปฏิบัติ	1. ประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง 2. เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง
7. การตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การตรวจสอบ และการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ	1. กำหนดเกณฑ์สำหรับการประเมินคุณภาพของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 2. อำนวยความสะดวก เช่น การแจกจ่ายงานให้นักเรียน 3. ชี้ให้นักเรียนเห็นสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่าเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1. ประเมิน ตรวจสอบรายงานของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 2. ให้ข้อมูลย้อนกลับในด้านคุณภาพของรายงานที่ควรปรับปรุง พร้อมให้เหตุผลประกอบ
8. การปรับปรุงและส่งรายงาน คือ การแก้ไข ปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน	1. เป็นผู้นำในการอภิปรายและสะท้อนผลให้กับนักเรียน 2. ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน 3. แกมโนทัศน์ที่ผิดของนักเรียน	1. ปรับปรุงแก้ไขรายงานตามคำแนะนำหรือการประเมินจากเพื่อน

จากบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานประจักษ์ในการโต้แย้งที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลที่เหมาะสม จึงสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความรู้และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

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

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

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

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพสมองต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษาค้นคว้าการอบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์การที่ได้รับจากทางโรงเรียนและทางบ้าน รวมทั้งจากแหล่งอื่น ๆ และเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

5.2 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

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

1) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐาน การแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจ และการแปลคะแนนของข้อสอบ

2) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร่องในส่วนใดจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้เพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่ได้มาตรฐานแก้ไขได้ทุกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนี้ จะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้

- 1) วัดด้านการนำไปใช้
- 2) วัดด้านการวิเคราะห์
- 3) วัดด้านการสังเคราะห์
- 4) วัดด้านการประเมินค่า

ชวลิต ชูกำแหง (2550) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) แบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่เขียนคำถามโดยกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่ง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ได้อย่างไม่จำกัด คำตอบของข้อสอบแบบอัตนัย มีลักษณะและปริมาณไม่แน่นอน การตอบข้อสอบแบบอัตนัยจึงต้องจัดระเบียบคำตอบภายในเวลาที่กำหนดให้ ใช้สำนวนภาษาและแบบฉบับของตนเองเขียนตอบ เขียนคำตอบให้ครอบคลุมอย่างสมบูรณ์และระมัดระวัง การตรวจให้คะแนน ผู้ที่ตรวจต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ต้องอาศัยทักษะและความพยายามในการอ่าน และทำใจให้เป่งกลางในการตรวจ

2) แบบเติมคำ เป็นลักษณะของแบบทดสอบที่เขียนประโยคหรือข้อความ เปรียบเทียบแล้วเว้นช่องว่างระหว่างข้อความหรือท้ายข้อความ สำหรับให้เติมคำหรือข้อความ เพื่อให้ข้อความนั้นถูกต้องสมบูรณ์ การเว้นช่องว่าง อาจเว้นที่ว่างให้เติมมากกว่าหนึ่งแห่ง

3) แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นคำตอบ ส่วนคำถามเป็นข้อความปัญหา เขียนเป็นประโยคคำถาม ส่วนคำตอบให้เลือกเป็นตัวเลือกหลายตัวเลือก มีทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด เรียกว่าตัวเลือก ขอบสอบแบบเลือกตอบจึงเป็นข้อสอบชนิดที่มีคำตอบกำหนดไว้ให้ก่อน แล้วผู้ตอบเลือกตอบตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่ง หรือหลายตัวเลือก แล้วแต่เงื่อนไขคำถาม

4) แบบถูกผิด ลักษณะของข้อสอบจะเขียนข้อความที่เป็นสถานการณ์ซึ่งมีทั้งถูกหรือผิดคละกั้นไป รูปแบบคำถามจำแนกเป็น แบบคำถามเดี่ยว แบบคำถามขยาย และแบบคำตอบผสมโดยให้พิจารณาว่าคำถามหรือข้อความนั้นถูกหรือผิด

5) แบบจับคู่ ลักษณะของข้อสอบประกอบด้วยคำถาม เขียนเป็นตัวย่นไว้ในสมุดข่อยมือโดยมีที่ว่างเว้นไว้นาขอเพื่อให้ผู้ตอบเลือกหาคำตอบที่เขียนไว้ในสมุดข่อยมือ รูปแบบคำถามสามารถจำแนกได้เป็น แบบหาความสัมพันธ์ แบบตัวเลือกคงที่ และแบบจัดเรียงลำดับ

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

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 แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

จากข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าประเภทแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้หลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบปรนัย แบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งในแต่ละประเภทมีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น การให้คะแนนแบบอิงเกณฑ์ ผู้สอนให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามจุดประสงค์ของการเรียน และการให้คะแนนอิงกลุ่มจะเป็นการให้คะแนนที่อาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ แบบทดสอบที่ใช้การตรวจแบบอิงเกณฑ์ และอิงกลุ่มได้แก่แบบทดสอบปรนัย ส่วนแบบทดสอบอัตนัย ผู้สอนจะตรวจและให้คะแนนขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ตรวจเอง

5.3 แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ยึดแนวทางของ Klopfe (1985) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้จากพฤติกรรม 4 ด้านเป็นหลักคือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมุ่งหวังให้เกิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

1.1) พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็น การอ่านหนังสือ และการฟังจากคำบรรยาย

1.2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ความจำ

1.3) พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย การพิจารณาด้านจิตพิสัยของผู้เรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น พิจารณาจากพฤติกรรมด้านความรู้สึกรู้อารมณ์ และระดับการยอมรับหรือปฏิเสธ แต่อย่างไรก็ตามมิได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกรู้อารมณ์ทั้งหมดที่ควรเกิดขึ้นในตัวนักเรียนวิทยาศาสตร์

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน

อนันต์ ศิริทองสุข (2549) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ การวัดการเรียนรู้ทั้งความรู้เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจหลักการขอบเขตทฤษฎีขั้นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรวัดเพื่อวิเคราะห์ผู้เรียนก่อนเรียน และวัดความสำเร็จหลังเรียน ดังนี้

1) วิเคราะห์ผู้เรียนก่อนเรียน เป็นหน้าที่ของครูผู้สอนในแต่ละวิชา เพื่อตรวจสอบความรู้ ทักษะและความรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียนโดยใช่วิธีการที่เหมาะสม แล้วนำผลการประเมินมาเตรียมผู้เรียนทุกคน ให้มีความพร้อมและมีความรู้พื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้เป็นอย่างดี แต่จะไม่นำผลที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาตัดสินผลการเรียนมีแนวปฏิบัติดังนี้

1.1) วิเคราะห์ความรู้ ทักษะที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนรู้

1.2) เลือกวิธีการและเครื่องมือสำหรับวัดความรู้และทักษะพื้นฐานอย่างเหมาะสมการใช้แบบทดสอบ การซักถาม การสอบถามผู้ที่เคยสอน การพิจารณาแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

1.3) ดำเนินการประเมินความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียน

1.4) นำผลการประเมินไปพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียน เช่น จัดการเรียนรู้พื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือ และเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ เป็นต้น

2) วัดความสำเร็จหลังเรียน เป็นการประเมินเพื่อมุ่งตรวจสอบความสำเร็จของผู้เรียนเป็นการวัดและประเมินผู้เรียนที่ได้เรียนจบแล้ว เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้พัฒนาการของผู้เรียนเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินวิเคราะห์ผู้เรียนก่อนเรียน ทำให้สามารถประเมินศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน และประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ข้อมูลได้จากการวัดความสำเร็จของผู้เรียนภายหลังการเรียน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิธีการเรียนของผู้เรียน การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้สอน หรือซ่อมเสริมผู้เรียนให้บรรลุตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ การประเมินความสำเร็จหลังเรียนนี้จะสอดคล้องกับการประเมินวิเคราะห์ผู้เรียนก่อนการเรียนการสอน หากใช้วิธีการและเครื่องมือประเมินชุดเดียวกัน หรือคู่ขนานกัน เพื่อดูพัฒนาการของผู้เรียนได้ชัดเจน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2557) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfe ซึ่งสามารถแบ่งได้ 6 ประเภท คือ

- 1) ความรู้และความจำ
- 2) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 3) การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
- 4) ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
- 5) เจตคติและความสนใจ
- 6) การมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

วนิดา ดีแป้น (2553) ได้กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการเรียน คือ กระบวนการตรวจสอบผู้เรียนว่าได้พัฒนาไปถึงจุดหมายปลายทางของหลักสูตรและมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์เป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเป็นสิ่งที่ทำให้ทราบว่าผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด โดยการวัดและการประเมินผลการเรียนมีจุดประสงค์คือ การจัดตำแหน่งเพื่อเป็นการวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้หรือทักษะเพียงพอหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ทราบจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียนเป็นการประเมินพัฒนาการของเด็ก แล้วนำไปทำนายเพื่อเป็นการแนะแนวทางในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ นำไปประเมินค่าซึ่งจะกระทำเมื่อการสอนสิ้นสุดลง

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถของนักเรียนในสิ่งที่เรียนไปแล้วว่าตรงตามวัตถุประสงค์ด้านการวัดผลด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย ด้านจิตพิสัยที่ครูตั้งไว้หรือไม่ เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงในด้านการเรียนการสอนและการวัดผลวัด โดยวัดความสามารถด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นเฉพาะการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความคิด ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการในการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านนี้มุ่งวัดพฤติกรรมที่เกิดจากความสามารถทางสมองหรือด้านสติปัญญาของนักเรียน จากหลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักการศึกษากล่าวไวข้างตน สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมของการวัดที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งการวัดผลที่มีประสิทธิภาพ ต้องวัดให้ตรงตามจุดประสงค์ครอบคลุมเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว

5.4 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

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

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ

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

3) ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้

4) ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมาตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์

5) ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า

6) ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถการนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อย เข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสร้างสรรค์

วารี ธีระจิตร (2534) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1) ความรู้ (Knowledge) เป็นเรื่องที่ต้องการรู้ว่าผู้เรียนระลึกได้จำข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงได้ เพราะข้อเท็จจริงบางอย่างมีคุณค่าต่อการเรียนรู้

2) ความเข้าใจ (Comprehension) แสดงถึงระดับความสามารถ การแปลความ การตีความและขยายความในเรื่องราวต่าง ๆ ได้ เช่น การจับใจความได้ อธิบายความหมายและขยายเนื้อหาได้

3) การนำไปใช้ (Application) ต้องอาศัยความเข้าใจเพื่อเป็นพื้นฐานในการช่วยตีความของข้อมูล เมื่อต้องการทราบว่าข้อมูลนั้นมีประเด็นสำคัญอะไรบ้าง อาศัยความรู้จักเปรียบเทียบแยกแยะแตกต่าง พิจารณาการนำข้อมูลไปใช้โดยการให้เหตุผลได้

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นทักษะทางปัญญาในระดับที่สูงจะเน้นการแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ และพยายามมองหาส่วนประกอบว่ามีความสัมพันธ์และการจัดรวบรวม Bloom ได้แยกจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ คือ การพิจารณาหรือการจัดประเภทองค์ประกอบต่าง ๆ การสร้างความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นและควรคำนึงถึงหลักการที่ได้จัดรวบรวมไว้แล้ว

5) การสังเคราะห์ (Synthesis) การนำเอาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่แยกแยะกันอยู่มารวมเข้ากันในรูปแบบใหม่ ถ้าสามารถสังเคราะห์ได้ ก็สามารถประเมินได้ด้วย

6) การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การใช้เกณฑ์และมาตรฐานเพื่อพิจารณาว่า จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้นบรรลุหรือไม่ การที่นักเรียนสามารถประเมินค่าได้ต้องอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานเป็นแนวทางในการตัดสินคุณค่า การตัดสินใด ๆ ที่ไม่ได้อาศัยเกณฑ์ที่น่าจะเป็นลักษณะความคิดเห็นมากกว่าการประเมิน

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

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

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

4) ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรง มี 2 ลักษณะ คือ

4.1) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

4.2) วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิง หรือหลักการต่าง ๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นการประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ หาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมาตอบคำถาม ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์

5) ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่ หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถาม ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสังเคราะห์

6) ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนต้องใช้การตัดสินใจคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล

จากข้อความข้างต้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยนั้น สามารถแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า กล่าวโดยสรุปคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถนะขึ้นอยู่กับความสามารถทักษะและประสบการณ์ของผู้เรียนแต่ละบุคคลซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัยในระดับความรู้ เข้าใจ วิเคราะห์ และการนำไปใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์

6. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา

6.1 ความหมายของประสิทธิภาพของสื่อการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533) กล่าวว่า การประเมินสื่อการเรียนการสอนว่าเป็นการพิจารณาหาประสิทธิภาพ และหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน ดังนั้นการประเมินสื่อจึงเริ่มด้วยการกำหนดปัญหา หรือคำถาม เช่นเดียวกับการวิจัย ด้วยเหตุนี้การประเมินสื่อจึงเป็นการวิจัยอีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า การวิจัยประเมิน (Evaluation Research)

เผชญิ กิจระการ (2544) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนว่าหมายถึงความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง ประสิทธิภาพที่วัดออกมาจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการปฏิสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึงสภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่าย คำนวณที่สอดคล้องตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

จากความหมายของประสิทธิภาพของสื่อการสอนข้างต้น สรุปได้ว่า สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนเป็นกระบวนการตรวจสอบ และพิจารณาคุณค่าของสื่อ อย่างมีระบบ ก่อนนำสื่อไปใช้งานจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

6.2 การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวถึง การหาคุณภาพของนวัตกรรม โดยมีวิธีการดังนี้

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

2) การทดลองและพัฒนา เป็นการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กันโดยทั่วไปและเชื่อว่ามีมาตรฐานจะมี 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 และนำมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

2.3) การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน ตั้งแต่ 20-30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (developmental testing) หมายถึง กระบวนการทดสอบคุณภาพของต้นแบบชิ้นงาน (prototype) โดยการนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trail Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อสามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็นคือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมากซึ่งขั้นตอนในการทดสอบประสิทธิภาพมีขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอนได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง

1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (try out) เป็นการนำสื่อที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนกำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

1.1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (individual testing) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียนจำนวน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิดทำหน้าฉงนหรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่

1.2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบแบบกลุ่ม (group testing) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียนจำนวน 6-10 คน โดยการละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน

1.3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบสนาม (field testing) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียนทั้งชั้น จำนวน 15 คนขึ้นไป ในการทดสอบประสิทธิภาพแต่ละขั้นตอนจะต้องมีเครื่องมือประเมินในรูปแบบทดสอบแบบสอบถามและแบบสังเกต เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามประเภทของสื่อและทำการปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเกณฑ์ที่กำหนดจึงจะถือว่าสื่อมีประสิทธิภาพ

2) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (trial run) เป็นการนำสื่อที่ได้ปรับปรุงแก้ไขผ่านเกณฑ์แล้วไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกเป็นจำนวนมาก

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

1) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมการเรียนการสอนและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้

จากการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอนนั้นมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอนหลัก คือ ตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องก่อนนำไปใช้ และการนำสื่อที่ได้ปรับปรุงแก้ไขผ่านเกณฑ์แล้วไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริง เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกเป็นจำนวนมาก

6.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2544) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพได้ดังต่อไปนี้

1) เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะพึงพอใจว่า หากแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วแผนการจัดการเรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

2) เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการทดสอบหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 70/70 หมายความว่า เมื่อเรียนจากแผนการเรียนรู้แล้วผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 70 และทำการทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 70 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้นั้นเมื่อพัฒนาแผนการเรียนรู้ขึ้นเป็นต้นฉบับ แล้วต้องนำไปหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1) การทดลองแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน 1 คน คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2.2) การทดลองแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน 6-10 คน คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2.3) การทดลองแบบภาคสนาม (1 : 100) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน 30-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E1/E2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ โดยยกตัวอย่าง $E1/E2 = 70/70$ ดังนี้

1) เกณฑ์ 70/70 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 70 ตัวแรก (E1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง (E2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หากค่าเฉลี่ย E1 และ E2

2) เกณฑ์ 70/70 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 70 ตัวแรก (E1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 70 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 70 ทุกคน ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง (E2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 70

3) เกณฑ์ 70/70 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 70 ตัวแรก (E1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง (E2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบจากคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้เด็กเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และอธิบายว่าการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

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

จากการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ สามารถสรุปได้ว่า ระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้จัดทำสื่อการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วสื่อการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนได้ โดยเกณฑ์ของประสิทธิภาพมีความหมายที่แตกต่างกันหลายลักษณะ และการกำหนดเกณฑ์ทำได้โดยประเมินผลพฤติกรรม 2 ประเภท ได้แก่ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องซึ่งเป็นการประเมินผลของกระบวนการ และประเมินพฤติกรรมสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์

6.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

มนต์ชัย เทียนทอง (2554) ได้กล่าวว่า วิธีการหาประสิทธิภาพของสื่อ มีอยู่ 2 วิธี ดังนี้

1) การใช้สูตร Event1/Event2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้สูตร $E1/E2$ เป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับแพร่หลายว่าเป็นเกณฑ์การหาประสิทธิภาพที่ตรงที่สุดโดยที่ $E1$ และ $E2$ ได้จากค่าระดับคะแนนดังนี้

E1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัด (Exercise) หรือแบบทดสอบ (Test) หรือใบงาน (Worksheet) ของแต่ละหัวเรื่องย่อยหรือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการตอบคำถามระหว่างบทเรียนของแต่ละหัวเรื่องย่อย

E2 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) สูตรที่ใช้ มีดังนี้

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

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

เมื่อ

X คือ คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนแต่ละหัวเรื่องย่อย

Y คือ คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนแต่ละหัวเรื่องย่อย

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังบทเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ประสาท เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังนี้

$$1. \text{ สูตรที่ 1 } E1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ E1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของทุกส่วน

$$2. \text{ สูตรที่ 2 } E2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) ได้กล่าวว่าการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม สามารถหาได้จากการคำนวณตามสูตรดังนี้

1) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1)

$$E1 = \frac{\frac{\sum X}{A}}{N} \times 100$$

เมื่อ E1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียน

2) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2)

$$E2 = \frac{\frac{\sum Y}{B}}{N} \times 100$$

เมื่อ E2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

สรุปได้ว่า วิธีการหาประสิทธิภาพของสื่อจะแบ่งออกเป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ซึ่งได้จากการคิดคะแนนในการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและการทดสอบย่อย ส่วนการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้ค่าคะแนนจากการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

จิรารัตน์ แสงศร (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนได้รับข้อสันนิษฐานแปลงข้อมูลวิเคราะห์และแปลความข้อมูลและระบุเหตุผลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ภัทรวรรณ ไชยมงคล (2559) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง จุดประสงค์ในงานวิจัย 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และ 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 30 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เก็บข้อมูลเชิงลึกโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้สถานการณ์คำตอบหลากหลาย มีความน่าสนใจ ร่วมกับการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ประกอบการใช้สื่อที่น่าสนใจ เช่น รูปภาพ วิดีทัศน์ เป็นต้น นักเรียนได้ทำงานกลุ่มในการออกแบบสำรวจตรวจสอบคาดคะเนคำตอบ การรวบรวมหลักฐาน และลงข้อสรุป นอกจากนั้นยังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนทำ

กิจกรรมการโต้แย้ง ในการแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลของนักเรียน ทำให้ นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนได้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มี ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ภายหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทุก คนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่ดีขึ้น

ภัสราภรณ์ พริกซุผล (2561) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักร ของน้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักร ของน้ำ แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าความถี่ และการวิเคราะห์แบบอุปนัย ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) หลังการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์สูงขึ้นโดยเฉพาะด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (2) หลัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยเฉพาะ ความใจกว้าง ความเพียรพยายามมุ่งมั่น ความร่วมมือช่วยเหลือ และการมีเจตนาที่ดีต่อ วิทยาศาสตร์ และ (3) แนวปฏิบัติที่ดีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้ (3.1) การสร้างคำถามสำคัญที่มีประสิทธิภาพสามารถกระตุ้น การโต้แย้งของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายได้ (3.2) การฝึกนักเรียนให้นำเหตุผล และหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ร่วมในการอธิบาย สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายที่ เหมาะสมต่อสมมติฐานหรือคำตอบนั้นได้ (3.3) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการสืบค้นข้อมูล และออกแบบกิจกรรมการทดลอง ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการสังเกตและรวบรวมข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจใช้ข้อมูลที่เหมาะสมได้ (3.4) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นทีมใน การวิเคราะห์ข้อมูลรายกลุ่ม ส่งเสริมให้นำเสนอและสร้างข้อสรุปของห้องเรียน สามารถส่งเสริมนักเรียนใน ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย และ (3.5) การจัดกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อลงข้อสรุป สามารถส่งเสริมให้ นักเรียนตัดสินใจใช้หลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่เหมาะสมได้

อัศวิน ธนะปะต (2562) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องวิจัยการพัฒนาทักษะการโต้แย้งของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 คน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องทรัพยากรธรรมชาติ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย แบบวัดแบบวัดทักษะการโต้แย้ง และแบบสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ผู้วิจัยวิเคราะห์ ข้อมูลโดยหาความถี่ ร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย

พบว่า นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 16.67 เป็นร้อยละ 83.33 โดยพัฒนาอยู่ในระดับ ดีถึงดีมากคิดเป็นร้อยละ 75 และนักเรียนสามารถพัฒนาการโต้แย้งได้ทุกองค์ประกอบได้แก่ การสร้างข้ออ้าง การให้เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง การแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับโดยองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้มากที่สุดคือการแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล และองค์ประกอบที่พัฒนานได้น้อยที่สุดคือ การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ

ณัฐวรรณ ศิริธร (2562) ได้ทำการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ บันทึกหลังการสอน ของครู อนุทินของนักเรียน วิดีทัศน์บันทึกการสอน วิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย และแบบทดสอบ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา เพื่อจัดกลุ่มคำตอบ ของนักเรียนรายข้อในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นหาค่าเฉลี่ย ถ่วงน้ำหนัก เพื่อทำการแบ่งอันดับภาคขึ้นตามหลักการทางสถิติออกเป็น 3 ระดับ (คะแนนเต็ม 2 คะแนน) ผลการวิจัยพบว่าแนวปฏิบัติที่ดีขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นที่ศึกษา ควรยกตัวอย่าง สถานการณ์ที่ทำนายและเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 2 การสร้างสรรค์และวิเคราะห์ข้อมูล ควร ตั้งคำถามขึ้นในลักษณะคำถามปลายเปิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะด้วยตนเอง โดยครู เป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว รูปแบบของคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ควรกำหนดองค์ประกอบอย่างชัดเจน ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ควรส่งเสริมให้นักเรียน ทุกกลุ่มมีส่วนร่วม ในกิจกรรมและเน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของตรรกะและเหตุผล ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานส่วนบุคคล ควรให้การช่วยเหลือแนะนำให้นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดของ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 6 การอภิปรายสะท้อนผลและการปรับปรุงรายงาน ควรกระตุ้น ให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบรายงานของเพื่อน และอภิปรายถึงปัญหาและแนวทางที่เกิดขึ้นระหว่าง การทำกิจกรรม และผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี (1.75 คะแนน)

ธัญมถล ศักดิ์สูง (2662) ได้ทำการศึกษาศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และศึกษาผลของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ

โต้แย้ง กลุ่มศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน 2) แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 4) ชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราว และ 5) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากที่สุด 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการนิยามสิ่งที่รู้ ร้อยละ 77.42 รองลงมา คือ ด้านทักษะการตัดสินใจ และด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ร้อยละ 67.74 และ 61.29 ตามลำดับ

กิริติ ตียาพันธ์ (2563) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาวินิจฉัย ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ 3 หรือระดับนามธรรม (มีคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 58 ของคะแนนเต็ม) กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 33 คน ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ 1 หรือระดับรูปธรรม และระดับที่ 2 หรือระดับระหว่างรูปธรรมและนามธรรม โรงเรียนผดุงนารี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จังหวัดมหาสารคาม โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื้อหาที่ใช้สอนนักเรียนคือเรื่อง เสียง ในวิชาฟิสิกส์ โดยการใช้วิธีนี้เป็นวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดำเนินการจำนวน 2 วงรอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ 3) แบบสังเกตพฤติกรรม 4) แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง และ 5) แบบบันทึกหลังการสอนของครู ผลการวิจัยพบว่า ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 60.6 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับนามธรรม หรือมีคะแนนมากกว่าร้อยละ 58 และในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับนามธรรม พฤติกรรมในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน ได้แก่ ด้านความสามารถในการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน ด้านการคาดคะเน พยากรณ์หรือสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกัน และด้านการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เหตุผลดีขึ้นได้

ไอย์ลดา สมภาร (2565) ได้ทำการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้งในรายวิชาชีววิทยาที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู วิดีทัศน์บันทึกการจัดการเรียนรู้ย้อนหลังย้อนความคิดของนักเรียนและใบกิจกรรมของนักเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาและวิธีการวิเคราะห์แบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง ที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ 1) จำแนกแยกแยะข้อมูลลงในตาราง ซึ่งช่องทางการค้นหารูปแบบ และ 2) ลำดับประเด็นในการโต้แย้งให้มันสำคัญต่อการตั้งสมมติฐานนิรนัยและพบว่านักเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มมีความสามารถสมบูรณ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Neni, Herwati, Mimien and Hedi (2015) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งกับกรอบแนวคิดการพัฒนาทักษะการโต้แย้งและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในลัมปุงประเทศอินโดนีเซีย เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับกรอบแนวคิด (ADIS) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่มีทักษะการโต้แย้งที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาวิชาชีพครูในคณะศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยลัมปุงผลการวิจัยพบว่าทักษะการโต้แย้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การสอนแบบ ADI, ADIS และการสอนแบบปกติ การสอนแบบ ADIS ส่งผลให้มีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบ ADI และการสอนแบบปกติในขณะที่การสอนแบบ ADIS และการสอนแบบ ADI ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เทียบเท่ากันและมากกว่าการสอนแบบปกติและผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าทักษะการโต้แย้งและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้ผลที่เท่าเทียมกันในผลการเรียนของนักเรียนสองกลุ่ม (นักเรียนกลุ่มผลการเรียนสูงกับต่ำ) เมื่อใช้การเรียนการสอนแบบ ADI หรือ ADI ที่มีการใช้กรอบแนวคิดร่วม เช่น การสอนแบบ ADIS

Nilgun (2015) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) ต่อความเข้าใจในมโนภาพและเจตคติในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติและให้ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐานต่อความเข้าใจในมโนภาพเรื่องแก๊สและเจตคติต่อวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนด้วยรูปแบบ ADI มีคะแนนความเข้าใจในมโนภาพเรื่องแก๊สและเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

Myers (2015) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อการเข้าใจมโนภาพทางชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาผลการศึกษพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งส่งผลให้การมีส่วนร่วมเป็นไปในทางที่ดีขึ้นจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อวิชาชีววิทยาก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งพบว่านักเรียน 43% แสดงความคิดเห็นว่า “การเรียนชีววิทยามีความน่าสนใจ ” และหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งนักเรียน 60% มีความพึงพอใจต่อการเรียนชีววิทยามากขึ้นและนักเรียน 50% แสดงความคิดเห็นว่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงได้บ่อยหรือเสมอเมื่อเทียบกับก่อนเรียนมีนักเรียนเพียง 33% เท่านั้นที่เห็นด้วยกับประเด็นนี้ นอกจากนี้นักเรียนยังแสดงความคิดเห็นว่า “ วิชาชีววิทยาที่ฉันเรียนรู้มีความเกี่ยวข้องกัน ” นักเรียนเห็นด้วยกับประเด็นนี้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน 33% เป็น 50% หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง ซึ่งเป็นสิ่งที่มาสนับสนุนความคิดเห็นที่ว่าถ้านักเรียนมีส่วนร่วมในการทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์และมีการแลกเปลี่ยนชิ้นงานร่วมกันจะช่วยให้การเรียนวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนานมากขึ้น

Tuba and Sedat (2015) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งในวิชาปฏิบัติการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และระดับข้อโต้แย้งของนักศึกษาวิชาชีวเคมีผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีวเคมีโดยเปรียบเทียบกับการสอนปฏิบัติการแบบปกติแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระดับคะแนนการโต้แย้งระหว่างกลุ่มที่ใช้การสอนแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งและการสอนแบบปกติและเมื่อสิ้นสุดการทดลองกลุ่มที่ใช้การสอนแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งมีข้อสรุปข้อโต้แย้งที่ดีแต่ในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงสรุปได้ว่าการสอนแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งเป็นวิธีการที่มีคุณภาพต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสามารถประยุกต์ใช้กับวิชาปฏิบัติการ

Annisa, Hernani and Taufik (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่องการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง แนวทางในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งในห้องเรียนที่มีผลการเรียนแตกต่างกันผลวิจัยพบว่าทักษะการโต้แย้งของนักเรียนในห้องเก่งและนักเรียนในห้องปกติมีการพัฒนาที่ดีขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยของพัฒนาการจากผลการเขียนรายงานโต้แย้งในชั้นเรียนเท่ากับ 0.73 และ 0.58 ของนักเรียนในห้องเก่งและห้องปกติตามลำดับจึงแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งในการเขียนของนักเรียนที่ดีขึ้น

Hakkikadayıfci and Ayseyalcin-Cilik (2016) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) ในนักศึกษาวิชาชีพครูจากการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้เรียนมีผลการสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรม ADI พบว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของตนเองเปลี่ยนแปลงในวิธีการโต้แย้งของตนเองความสามารถในการระบุข้อบกพร่องในข้อโต้แย้งและมีการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับ ADI ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมในการพูดและการเขียนทำให้ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นไปในทางบวก

Farah and Binar (2017) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมวิชาเคมีต่อการพัฒนาทักษะการโต้แย้งและการเรียนรู้ด้วยตนเองพบว่าการใช้รูปแบบนวัตกรรมหรือชิ้นงานในการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางในการแสดงความสามารถในการออกแบบและเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถที่มีอยู่ข้างในของนักเรียนผ่านกิจกรรมการโต้แย้งโดยการใช้ประเด็นและการเรียนรู้ด้วยตนเองการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งและการตระหนักรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านทักษะการโต้แย้งในชีวิตจริงโดยการประยุกต์ใช้ความรู้หรือประเด็นทางวิชาเคมีนักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการทำความเข้าใจในกรอบแนวคิดวิชาเคมีซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองและเป็นแนวคิดของวิชาเคมีที่คาดหวังต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนผ่านการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์และการแบ่งปันความรู้

Pinar and Eymur (2017) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์และทักษะการนำเสนอของนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง : การเรียนผ่านการสืบค้นโดยใช้รูปแบบการสอนใหม่ในการช่วยพัฒนาทักษะการเขียนและทักษะการนำเสนอของนักเรียนซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งเป็นรูปแบบหนึ่งที่ทันสมัยที่เน้นย้ำบทบาทของการโต้แย้งและการสืบเสาะในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์อย่างพอดีโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเรียนในห้องปฏิบัติการที่ห้องออกแบบบนพื้นฐานของการใช้รูปแบบ ADI ต่อความสามารถในการเขียนและการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะการเขียนของตนเองผ่านองค์ประกอบของการโต้แย้งเนื้อหาที่โต้แย้งและวิธีการเขียน อย่างไรก็ตามคะแนนที่มีพัฒนาการสูงที่สุดได้รับจากคุณภาพของเนื้อหาที่โต้แย้งของนักเรียนและจากการศึกษาพบว่ากิจกรรม ADI ช่วยนักเรียนพัฒนาทักษะการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนโดยจากคะแนน 65 คะแนนทุกกลุ่มได้คะแนนสูงกว่า 50 คะแนน ขณะที่ก่อนเริ่มกิจกรรมมีคะแนนเพียง 30 คะแนน

Eymur (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะและทักษะในห้องปฏิบัติการผ่านการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) ของนักเรียนที่ได้รับหลังจากการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนภายในกลุ่มปฏิบัติการวิชาเคมีด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ADI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ใน 2 ห้องเรียนของโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศตุรกีโดยให้กลุ่มทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ADI ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบปกติ ซึ่งวัดความเข้าใจของนักเรียนด้วยทักษะการสืบเสาะด้วยตนเอง (เรียนรู้ด้วยตนเอง) ที่มีต่อความเข้าใจของนักเรียนในการประเมินผลต่อวิชาเคมี The Students Perceptions in Chemistry Evaluation (SPiCE) และเจตคติต่อวิชาเคมีผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนจัดการเรียนรู้แบบ ADI ช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนทักษะการสืบเสาะและทักษะในห้องปฏิบัติ เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนในห้องปฏิบัติการแบบปกติ

Pinar and Eymur (2018) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) เพื่อนำเสนอในการเรียนผ่านการสืบเสาะของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัยภายหลังการเข้าร่วมกลุ่มของวิชาปฏิบัติการพบว่านักศึกษามีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ ADI เช่น การออกแบบการสืบค้น การโต้แย้งที่มีหลักฐาน การเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินรายงานของเพื่อน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งเป็นรูปแบบที่น่าสนใจ และเหมาะสมในการนำมาศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิธีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างตอบสนองเป้าหมายการศึกษาไทยที่เน้นพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในระยะยาว ให้นักเรียนมีความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาการควบคู่การรู้คิดและมีความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น รวมทั้งให้นักเรียนชื่นชอบในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 5 ห้อง จากโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 153 คน จากผลการใช้เกรตเฉลี่ยรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โดยสถิติทดสอบ One-way ANOVA พบว่าประชากรมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 153 คน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Between Groups	1.455	4	.364	.720	.580
Within Groups	74.774	148	.505		
Total	76.229	152			

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาเคมีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างพอลิเมอร์

แผนการเรียนรู้ที่ 2 สมบัติของพอลิเมอร์

แผนการเรียนรู้ที่ 3 การนำสมบัติของพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์

แผนการเรียนรู้ที่ 4 ประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติก

แผนการเรียนรู้ที่ 5 ประเภทของผลิตภัณฑ์ยาง

แผนการเรียนรู้ที่ 6 การปรับปรุงโครงสร้างพอลิเมอร์

แผนการเรียนรู้ที่ 7 ผลกระทบจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

แผนการเรียนรู้ที่ 8 การกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. การสร้างหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 5 และหนังสือคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของ Sampson et al (2017) ผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้



ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
11. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์	ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์	พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยแบ่งออกเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ อาจเป็นปฏิกิริยาแบบควบแน่นหรือปฏิกิริยาแบบเติม ขึ้นอยู่กับหมู่ฟังก์ชันและโครงสร้างของมอนอเมอร์	1.นักเรียนสามารถอธิบายปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้ 3. นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	1
12. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์	สมบัติของพอลิเมอร์	พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็นโครงสร้างแบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแหขึ้นอยู่กับชนิดของมอนอเมอร์และภาวะของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์	1.นักเรียนสามารถอธิบายได้ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้ 3.นักเรียนส่งงานตามเวลาที่กำหนดได้	2

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
12. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	การนำสมบัติของพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	โครงสร้างของพอลิเมอร์แต่ละชนิดส่งผลต่อคุณลักษณะความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่นแตกต่างกันไป จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย	1.นักเรียนสามารถบอกการนำสมบัติของพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการนำสมบัติของพอลิเมอร์แต่ละโครงสร้างไปใช้ประโยชน์ได้ 3.นักเรียนส่งงานตามเวลาที่กำหนดได้	1
13. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติก และผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	ประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติก	พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วสามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์ เทอร์โมพลาสติก ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัวจึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่าพอลิเมอร์เทอร์โมเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติกและพอลิเมอร์ เทอร์โมเซต	1.นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติของผลิตภัณฑ์พลาสติกแต่ละประเภทได้ 3.นักเรียนส่งงานตามเวลาที่กำหนดได้ และเข้าเรียนตรงต่อเวลา	2

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
13. ทดสอบ และ ระบุประเภทของ พลาสมา สติ ก และ ผลิตภัณฑ์ยา รวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์	ประเภทของ ผลิตภัณฑ์ยา	ยารักษาโรคมีทั้งยาแผนโบราณ และยาแผนปัจจุบัน ซึ่งยาแผนโบราณ จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ยาสมุนไพร และยาแผนโบราณที่ผ่านการขึ้นทะเบียน จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) แล้ว ซึ่งยาแผนโบราณที่ผ่านการ ขึ้นทะเบียนจาก อย. แล้วจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ยาแผนโบราณที่ผ่านการ ขึ้นทะเบียนจาก อย. แล้ว และยาแผน โบราณที่ไม่ผ่านการขึ้นทะเบียนจาก อย. แล้ว	1. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทผลิตภัณฑ์ ยาได้ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับสมบัติของผลิตภัณฑ์ยาแต่ละ ประเภทได้ 3. นักเรียนส่งงานตามเวลาที่กำหนดได้ และ เข้าเรียนตรงต่อเวลา	1
14. อธิบายผลของ การปรับเปลี่ยน โครงสร้างและ การทำงานของ พอลิเมอร์	การปรับเปลี่ยน โครงสร้างพอลิ เมอร์	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างหรือการสังเคราะห์ พอลิเมอร์ เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์ โคพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า เป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ เพื่อให้ ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น	1. นักเรียนสามารถอธิบายการปรับเปลี่ยน โครงสร้างพอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิ เมอร์ได้ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการปรับปรุงโครงสร้างพอลิเมอร์ได้ 3. นักเรียนส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด	2

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
15. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทาง	ผลกระทบจากการใช้ ำ น ข อ ง ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์	การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข	1.นักเรียนสามารถยกตัวอย่างผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ได้ 3.นักเรียนเข้าเรียนตรงต่อเวลา	1
15. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทาง	การกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข	การกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ไข	1.นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการจัดการผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไขได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไขได้ 3.นักเรียนส่งงานภายในเวลาที่กำหนด	2
รวมทั้งหมด				12

ตารางที่ 17 ตารางการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
1	ปฏิบัติการการเกิดพอลิเมอร์	หัวข้อการโต้แย้ง : ส่วนมากในชีวิตประจำวันวัสดุ หรือ อุปกรณ์ต่าง ๆ มักมีพอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบ ถ้า นักเรียนต้องการผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มจากพอลิเมอร์ ขึ้นมา 1 อย่าง นักเรียนจะใช้ปฏิบัติการการเติม หรือ ปฏิบัติการควบแน่น เพื่อให้ได้เครื่องนุ่งห่มจากพอลิเมอร์ที่นุ่มสบาย ใส่แล้วไม่ระคายเคืองผิวหนัง และจะใช้มอนอเมอร์แบบใดในการทำปฏิกิริยา กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของฉัน - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมปฏิบัติการการเกิดพอลิเมอร์ - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตัวเอง
2	สมบัติของพอลิเมอร์	หัวข้อการโต้แย้ง : กระแสการใช้ก้อนน้ำแข็งเทียมจากพอลิเมอร์กำลังเป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก โดยนำก้อนน้ำแข็งเทียมไปแช่ในตู้เย็นให้แข็งตัว จากนั้นนำมาใส่ในแก้วแล้วเติมเครื่องดื่มที่ชอบลงไปจะได้เครื่องดื่มเย็น ๆ จากก้อนน้ำแข็งเทียม นักเรียนคิดว่าก้อนน้ำแข็งเทียมที่ผลิตจากโครงสร้างพอลิเมอร์ชนิดใดที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด (กักเก็บความเย็นได้นาน และทนทาน) กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของฉัน - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมสมบัติของพอลิเมอร์ - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตัวเอง

ตารางที่ 17 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
3	การนำเสนอของพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	หัวข้อการโต้แย้ง : ในปัจจุบันมีการใช้แพมเพิร์สทั้งในเด็กเล็กและผู้ใหญ่ หากต้องการผลิตแพมเพิร์ส ซึ่งมีคุณสมบัติดูดซับน้ำได้ดี ไม่ระคายเคืองต่อผิวเด็ก และมีความยืดหยุ่นแบบ free size ควรเลือกใช้พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบใดในการผลิต กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของตนเอง - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมสมบัติของพอลิเมอร์กับใช้ประโยชน์ - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตนเอง
4	ประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติก	หัวข้อการโต้แย้ง : ที่บ้านของนักเรียนทำอาหารในวันเทศกาล เพื่อนำไปแจกจ่ายให้กับเพื่อนบ้านได้ชิม ปกตินักเรียนจะใช้ถุงร้อนแบบใสในการใส่อาหารที่ปรุงเสร็จใหม่ (อาหารมีอุณหภูมิร้อน) แต่ปรากฏว่าที่บ้านนักเรียนไม่มีถุงร้อนแบบใสเหลืออยู่ นักเรียนสามารถใช้ถุงร้อนแบบขุ่น หรือถุงเย็น แทนถุงร้อนแบบใสได้หรือไม่ กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของตนเอง - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมประเภทผลิตภัณฑ์พลาสติก - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตนเอง

ตารางที่ 17 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
5	ประเภทของผลิตภัณฑ์ ยาง	หัวข้อการโต้แย้ง : บ้านเรือนบางหลังมีการใช้แผ่นยางแทนการปูกระเบื้องเพื่อลดค่าใช้จ่าย ถ้าเป็นบ้านของนักเรียนเอง นักเรียนอยากได้แผ่นยางปูแทนกระเบื้องแต่อยากได้แผ่นยางที่มีความทนทานต่อแรงเสียดสีและราคาถูก นักเรียนจะเลือกใช้แผ่นยางที่ได้จากธรรมชาติหรือแผ่นยางที่ได้จากยางสังเคราะห์ กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของตนเอง - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมประเภทของผลิตภัณฑ์ยาง - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตัวเอง
6	การปรับปรุงโครงสร้าง พอลิเมอร์	หัวข้อการโต้แย้ง : นักเรียนต้องการปรับปรุงโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ประเภทพลาสติก ซึ่งการปรับปรุงโครงสร้างพอลิเมอร์มีอยู่หลากหลายรูปแบบ เช่น cross-linking grafting หรือ degradation โดยต้องการให้พลาสติกที่จะปรับปรุงมีน้ำหนักเบาขึ้น แต่ยังคงความแข็งแรงและความยืดหยุ่นไว้เหมือนเดิม นักเรียนจะใช้วิธีการใดในการปรับปรุงสมบัติและโครงสร้างของพอลิเมอร์นี้ กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของตนเอง - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมการสังเคราะห์พอลิเมอร์ - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตัวเอง

ตารางที่ 17 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
7	ผลกระทบจากการใช้ งานของผลิตภัณฑ์พอลิ เมอร์	หัวข้อการโต้แย้ง : ในปัจจุบันมีแนวโน้มขยะล้นโลก การ กำจัดขยะประเภทพอลิเมอร์ส่วนใหญ่จะมีสองแบบคือ การทิ้งขยะลงทะเล และการฝังขยะใต้ดิน นักเรียนคิดว่า ต้องใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์อย่างไรให้ส่งผลกระทบต่อ สิ่งมีชีวิตน้อยที่สุด และนักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการใช้ ผลิตภัณฑ์ให้คุ้มค่าการใช้งานมากที่สุด กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของตนเอง - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมผลกระทบจากการใช้งานของ ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตัวเอง
8	การกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิ เมอร์ และแนวทาง แก้ไข	หัวข้อการโต้แย้ง : ถ้าต้องการกำจัดขยะจากพอลิเมอร์ ได้แก่ พลาสติกที่ไม่สามารถกลับมาใช้งานใหม่ได้ อยาก กำจัดเพื่อลดปริมาณขยะลง แต่การเผาจะทำให้เกิด มลพิษทางอากาศ นักเรียนจะทำการกำจัดขยะจากพอลิ เมอร์ในรูปแบบใดแทน เช่น การใช้ปฏิกิริยาชีวเคมี การ ใช้สมบัติตัวทำละลายในน้ำ การใช้ความร้อน หรือการใช้ แสงแดด เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด กิจกรรม : - ส่วนที่ 1 แสดงความคิดเห็นของตนเอง - ส่วนที่ 2 แสดงความคิดเห็นของเพื่อน - ส่วนที่ 3 แสดงความคิดเห็นของกลุ่ม - ส่วนที่ 4 ใ้กิจกรรมการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข - ส่วนที่ 5 ข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนของตัวเอง

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และสาระสำคัญ

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ ผู้วิจัยปรับระยะเวลาในขั้นตอนของการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีระยะเวลาที่เหมาะสมกับชั่วโมงเรียน โดยในขั้นตอนที่ 1 ขั้นขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม และในขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้มอบหมายภาระงานให้กับนักเรียนนอกชั่วโมงเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อนักเรียนได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นการเพิ่มเวลาให้กับกิจกรรมในขั้นอื่น ๆ ในชั่วโมงเรียน

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน ปรินญาดุษฐ์บัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรจบ วันโน วิทยาศาสตร์ดุษฐ์บัณฑิต สาขาเคมี ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเคมี

3. ดร.ประสงค์ สกลซัง วุฒิการศึกษา ปรินญาดุษฐ์บัณฑิต สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

4. ดร.อารยันต์ แสงนิกุล วุฒิการศึกษา ครุศาสตรดุษฐ์บัณฑิต สาขาการบริหารจัดการการศึกษา ตำแหน่งผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ผู้เชี่ยวชาญหลักสูตรและการสอน

5. นางอัจฉรา พันโยศรี วุฒิการศึกษา กศ.ม. ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนหนองสูงศรีวิทยาการ สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรง
เชิงเนื้อหา

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ของ (บุญ
ชม ศรีสะอาด, 2556) เป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์
คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมิน 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

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ย
ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
และผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก

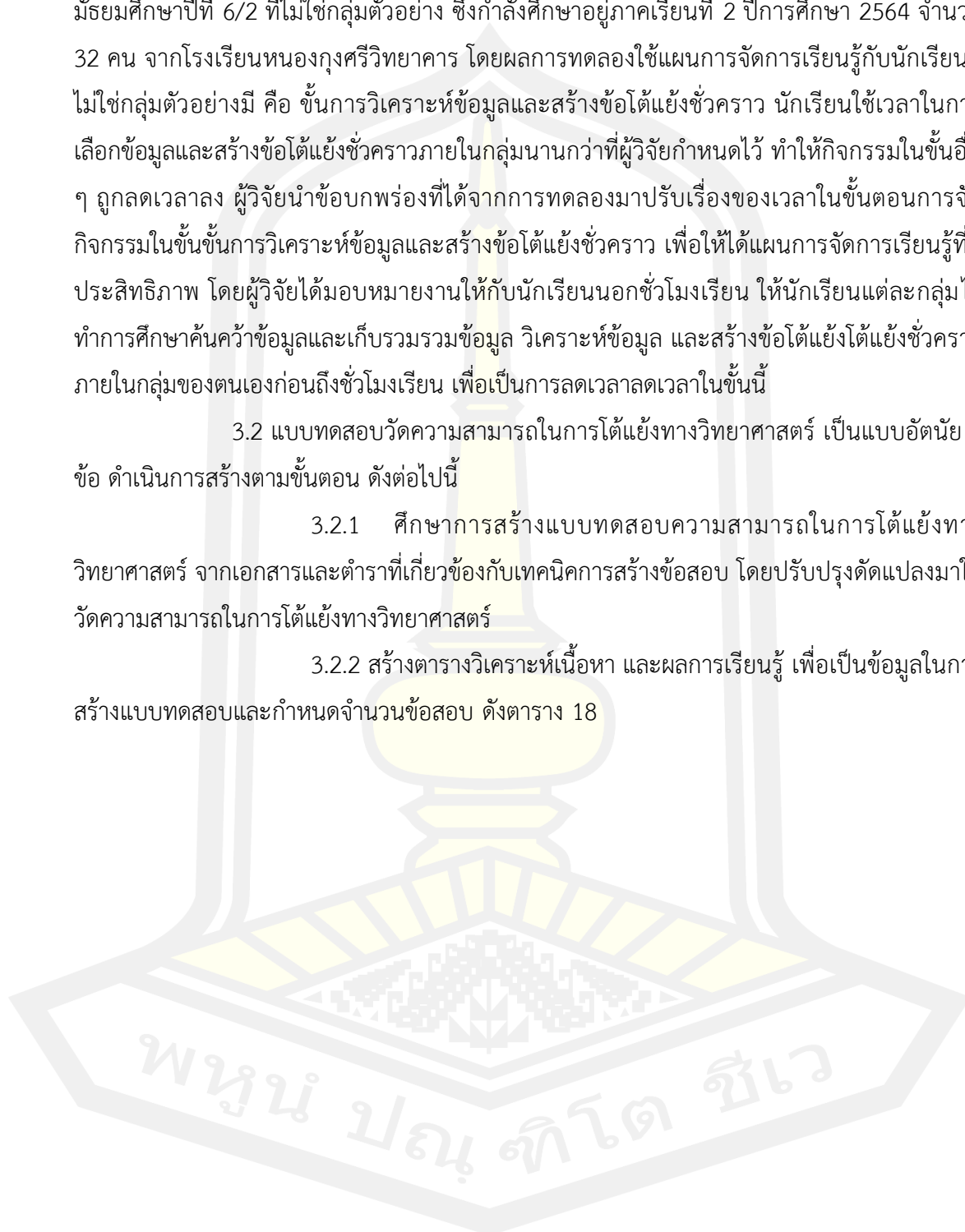
3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว นำไปปรับปรุงตาม
ข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
เหมาะสมอีกครั้ง

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 32 คน จากโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ โดยผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างมี คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนใช้เวลาในการเลือกข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่มนานกว่าที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ทำให้กิจกรรมในขั้นอื่นๆ ถูกลดเวลาลง ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองมาปรับเรื่องของเวลาในขั้นตอนการจัดกิจกรรมในขั้นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้มอบหมายงานให้กับนักเรียนนอกชั่วโมงเรียน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างข้อโต้แย้งโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่มของตนเองก่อนถึงชั่วโมงเรียน เพื่อเป็นการลดเวลาลดเวลาในขั้นนี้

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย 4 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างข้อสอบ โดยปรับปรุงดัดแปลงมาใช้วัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.2.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และผลการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตาราง 18



ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับองค์ประกอบ
การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	องค์ประกอบความสามารถใน การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	การประเมิน	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
			สร้าง	ใช้จริง
สถานการณ์ที่ 1	1. ข้ออ้าง (Claim)	ความคิดเห็นของตนเองต่อ ประเด็นที่กำลังพิจารณา	2	1
	2. เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant)	การแสดงความคิดเห็นโดยใช้ เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้ออ้างที่ ได้พิจารณา ซึ่งเหตุผล ประกอบข้ออ้างนี้จะช่วยให้ ข้ออ้างมีความน่าเชื่อถือ		
	3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence)	หลักฐานที่นำมาสนับสนุน เหตุผลประกอบข้ออ้าง เพื่อ ประกอบการอธิบายเพื่อ สนับสนุนให้ข้ออ้างเป็นที่ ยอมรับ		
	4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument)	การให้เหตุผลต่อข้ออ้างจาก มุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้พิจารณา ไม่ได้กล่าวถึง ทำให้ข้ออ้าง เดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง		
	5. การให้เหตุผลสนับสนุนการ โต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	เหตุผลเสริมที่ไม่ได้กล่าวใน ข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุน ข้ออ้างในข้อที่ 1 และ 2 เพื่อ ทำให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป มีความเชื่อถือลดลง		

ตารางที่ 18 (ต่อ)

สถานการณ์	องค์ประกอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	การประเมิน	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
			สร้าง	ใช้จริง
สถานการณ์ที่ 2	1. ข้ออ้าง (Claim)	ความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังพิจารณา	2	1
	2. เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant)	การแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้ออ้างที่ได้พิจารณา ซึ่งเหตุผลประกอบข้ออ้างนี้จะช่วยให้ข้ออ้างมีความน่าเชื่อถือ		
	3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence)	หลักฐานที่นำมาสนับสนุนเหตุผลประกอบข้ออ้าง เพื่อประกอบการอธิบายเพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างเป็นที่ยอมรับ		
	4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument)	การให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้พิจารณาไม่ได้กล่าวถึง ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง		
	5. การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	เหตุผลเสริมที่ไม่ได้กล่าวในข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างในข้อที่ 1 และ 2 เพื่อให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปมีความเชื่อถือลดลง		

ตารางที่ 18 (ต่อ)

สถานการณ์	องค์ประกอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	การประเมิน	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
			สร้าง	ใช้จริง
สถานการณ์ที่ 3	1. ข้ออ้าง (Claim)	ความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังพิจารณา	2	1
	2. เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant)	การแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้ออ้างที่ได้พิจารณา ซึ่งเหตุผลประกอบข้ออ้างนี้จะช่วยให้ข้ออ้างมีความน่าเชื่อถือ		
	3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence)	หลักฐานที่นำมาสนับสนุนเหตุผลประกอบข้ออ้าง เพื่อประกอบการอธิบายเพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างเป็นที่ยอมรับ		
	4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument)	การให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้พิจารณาไม่ได้กล่าวถึง ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง		
	5. การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	เหตุผลเสริมที่ไม่ได้กล่าวในข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างในข้อที่ 1 และ 2 เพื่อให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปมีความเชื่อถือลดลง		

ตารางที่ 18 (ต่อ)

สถานการณ์	องค์ประกอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	การประเมิน	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
			สร้าง	ใช้จริง
สถานการณ์ที่ 4	1. ข้ออ้าง (Claim)	ความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังพิจารณา	2	1
	2. เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant)	การแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้ออ้างที่ได้พิจารณา ซึ่งเหตุผลประกอบข้ออ้างนี้จะช่วยให้ข้ออ้างมีความน่าเชื่อถือ		
	3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence)	หลักฐานที่นำมาสนับสนุนเหตุผลประกอบข้ออ้าง เพื่อประกอบการอธิบายเพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างเป็นที่ยอมรับ		
	4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument)	การให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้พิจารณาไม่ได้กล่าวถึง ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง		
	5. การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	เหตุผลเสริมที่ไม่ได้กล่าวในข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างในข้อที่ 1 และ 2 เพื่อให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปมีความเชื่อถือลดลง		
	รวม		8	4

3.2.2 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีสถานการณ์ในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์มีข้อความ 8 ข้อ ตามองค์ประกอบของความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claims)
2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)
3. หลักฐานสนับสนุน (Evidence)
4. ข้ออ้างที่ต่างออกไป (Counter Arguments)
5. ข้อโต้แย้งกลับ (Supportive arguments)

3.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) เพื่อให้เหมาะสมตามองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยปรับเปลี่ยนเกณฑ์การประเมินให้แต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งเป็นแบบ Rubric Score 5 ระดับ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 19 เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของการโต้แย้ง	ระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
1. ข้ออ้าง (Claim)	4	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น และชัดเจน
	3	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น แต่ไม่ชัดเจนในคำตอบ (คำตอบกำกวม)
	2	แสดงความคิดเห็นแต่เพียงประเด็นนอกขอบเขตของประเด็นที่กำลังพิจารณา
	1	แสดงความคิดเห็นแต่ไม่ตรงประเด็นที่พิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 11 (ต่อ)

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
2. เหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง (Warrant)	4	ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้ออ้างของตน 2 เหตุผล
	3	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบร่วมกับให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ 1 เหตุผล
	2	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบเท่านั้น
	1	ให้เหตุผลโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำลังพิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม
3. หลักฐาน สนับสนุนเหตุผล (Evidence)	4	แสดงหลักฐานสนับสนุนได้ 2 หลักฐาน และหลักฐานมีแหล่งข้อมูลชัดเจน
	3	แสดงหลักฐานได้แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้น่าเชื่อถือมากขึ้นหรือรวมทั้งประสบการณ์
	2	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่เกิดจากการแสดงความรู้สึก
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐาน
	0	ไม่ตอบคำถาม

พหุบัน ปณ จิต ชีวะ

ตารางที่ 11 (ต่อ)

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
4. ข้อโต้แย้งที่ แตกต่างออกไป (Counter argument)	4	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้ 2 เหตุผล
	3	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ ให้เหตุผลได้แต่เหตุผลนั้นเป็นการแสดงออกทางอารมณ์ความรู้สึก และบอกข้ออ้าง 1 เหตุผล
	2	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้
	1	ไม่สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเอง หรือให้เหตุผลสนับสนุนได้แต่ไม่น่าเชื่อถือ
	0	ไม่ตอบคำถาม
5. การให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง กลับ (Supportive argument)	4	โต้แย้งกลับได้ตรงประเด็นที่แย้งและให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ 2 เหตุผล
	3	โต้แย้งกลับได้และให้เหตุผลได้โดยที่เหตุผลนั้นไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ และบอกเหตุผล 1 เหตุผล
	2	โต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นเป็นการแสดงอารมณ์ความรู้สึกและไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็นข้ออ้างหรือเหตุผล
	0	ไม่ตอบคำถาม

3.2.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับแบบเกณฑ์การประเมินความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (หน้า 97)

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.2.5 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่าข้อสอบมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 - 1.00 จำนวน 8 ข้อ ที่สามารถนำไปใช้ได้

3.2.6 นำแบบทดสอบจำนวน 8 ข้อ พิมพ์เป็นแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.2.7 นำผลการทดสอบหาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) โดยมีเกณฑ์ค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

ผลปรากฏว่า ข้อสอบจำนวน 8 ข้อ ที่คัดเลือกมาจำนวน 4 ข้อ มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.34 - 0.67 อำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.31 - 0.50 และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีของครอนบาคในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ทั้งฉบับของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.99

3.2.8 นำแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 30 คน

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.1 ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.3.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกำหนดจำนวนข้อสอบดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความรู้		วิเคราะห์		ความเข้าใจ		การนำไปใช้			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ปฏิบัติการ การเกิดพอลิเมอร์	นักเรียนสามารถอธิบายปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้	4	2	-	-	4	2	-	-	8	4
สมบัติของพอลิเมอร์	นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้	4	2	-	-	-	-	-	-	4	2

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความรู้		วิเคราะห์		ความเข้าใจ		การนำไปใช้			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
การนำเสนอสมบัติของพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	นักเรียนสามารถบอกการนำสมบัติของพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ได้	-	-	4	2	-	-	-	-	4	2
ประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติก	นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติกได้	4	2	-	-	-	-	-	-	4	2
ประเภทของผลิตภัณฑ์ยาง	นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์ยางได้	-	-	-	-	2	1	2	1	4	2
การปรับเปลี่ยนโครงสร้างพอลิเมอร์	นักเรียนสามารถอธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ได้	4	2	-	-	4	2	-	-	8	4

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความรู้		วิเคราะห์		ความเข้าใจ		การนำไปใช้			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ผลกระทบจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ได้	4	2	-	-	-	-	-	-	4	2
การจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไขได้	-	-	-	-	2	1	2	1	4	2
		20	10	4	2	12	6	4	2	40	20

3.3.4 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 20 ข้อ

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับข้อความของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับและจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

3.3.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (หน้า 97)

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.3.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 - 1.00 ไว้วู้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ตั้งแต่ 0.6 - 1.00 จำนวน 31 ข้อ ที่สามารถนำไปใช้ได้

3.3.8 นำแบบทดสอบจำนวน 31 ข้อ พิมพ์เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนหนองกุ้งศรีวิทยาคาร จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.3.9 นำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายชื่อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้วู้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

ผลปรากฏว่า ข้อสอบจำนวน 40 สามารถใช้ได้จริงทั้งหมด 31 ข้อ และคัดเลือก 20 ข้อ จาก 31 ข้อ ไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.23 - 0.77 และอำนาจจำแนก (B-index) ตั้งแต่ 0.22 - 0.67 ค่าความเชื่อมั่น (r) โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) ทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.82

3.3.10 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

พูน บณ จิต ชีวะ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มทดลองเดี่ยววัดผลเฉพาะหลังการทดลอง (The Single Group-Posttest Only Design) (ทิพย์สิริ และศิริชัย กาญจนวาลี, 2564)

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

- E หมายถึง กลุ่มทดลอง
- X หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
- O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยการนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว และผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง

4.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว และผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.4 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่สร้างขึ้นจำนวน 8 แผนการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

4.2.5 ระหว่างทำกิจกรรม ครูตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมและทำการทดสอบย่อยท้ายแผนการเรียนรู้แต่ละแผน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

4.2.6 เมื่อสิ้นสุดการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

4.2.7 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4.2.8 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ $E1/E2$ ประสิทธิภาพด้านกระบวนการได้จากคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมการโต้แย้งรายบุคคลและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในแต่ละแผน จำนวนทั้งหมด 8 แผน ในสัดส่วน 60:40 และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากการรวมคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 70:30

5.2. วิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 แบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

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

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3. การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

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) ของแบบทดสอบ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

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

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

พหุ มณ จิต ชีวะ

2. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) 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

3. การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

4. การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้วิธีของเบรนนัน (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) ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	n_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E1/E2)

1. สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553) มีดังนี้

$$E1 = \frac{\sum \left(\frac{X}{n} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมการโต้แย้งรายบุคคลและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละแผนนักเรียนแต่ละคน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมการโต้แย้งรายบุคคลและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละแผน

2. สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553)

$$E2 = \frac{\sum \left(\frac{Y}{n} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E₂ แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3 สถิติพื้นฐาน

ต่อไปนี

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

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

ต่อไปนี

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

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

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

$\sum$ แทน ผลรวม

พหุบัน ภูสีอ่อน

6.4 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน

6.4.1 One sample t-test (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{เมื่อ } df = n-1$$

เมื่อ t แทน การทดสอบค่า t-test

X แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ มีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งให้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

- n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- E1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
- E2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
- t แทน ค่าสถิติทดสอบที แบบ One Sample

2) ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

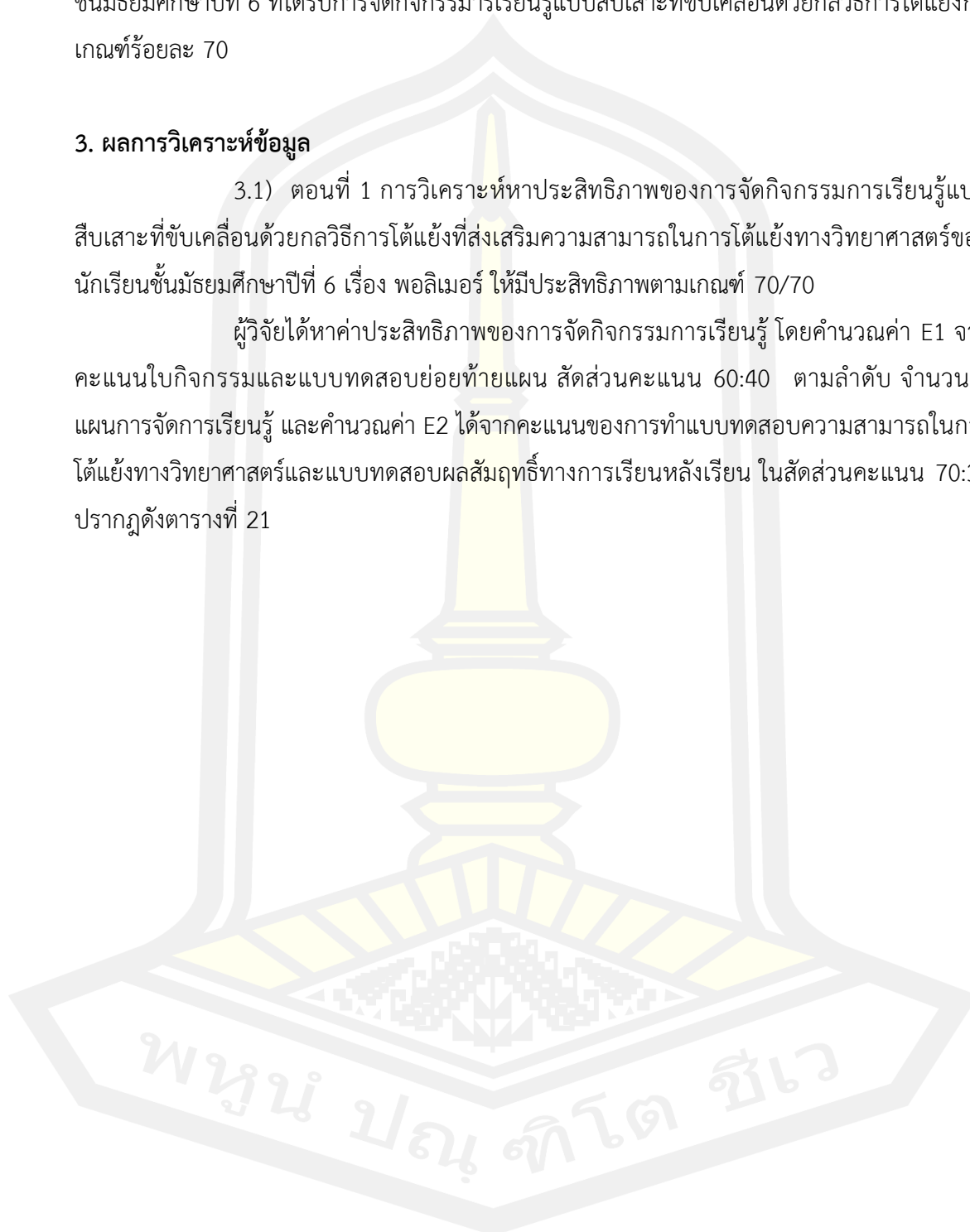
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับ
เกณฑ์ร้อยละ 70

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1) ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E1 จาก
คะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน สัดส่วนคะแนน 60:40 ตามลำดับ จำนวน 8
แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณค่า E2 ได้จากคะแนนของการทำแบบทดสอบความสามารถในการ
โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ในสัดส่วนคะแนน 70:30
ปรากฏดังตารางที่ 21



ตารางที่ 21 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ์โต้แย้งที่ รายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		ลำดับส่วน 60 : 40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		ลำดับส่วน 70 : 30		รวม (100)
	ใบกิจกรรมการโต้แย้ง (160)	แบบทดสอบย่อย (50)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (60)		แบบทดสอบย่อยทางวิทยาศาสตร์ (80)	แบบทดสอบย่อยทางวิทยาศาสตร์ (20)	แบบทดสอบย่อยทางวิทยาศาสตร์ (70)	แบบทดสอบย่อยทางวิทยาศาสตร์ (30)	
1	102	33	38.25	26.40	64.65	47	12	41.13	18.00	59.13
2	91	26	34.13	20.80	54.93	52	11	45.50	16.50	62.00
3	113	37	42.38	29.60	71.98	47	13	41.13	19.50	60.63
4	116	40	43.50	32.00	75.50	49	12	42.88	18.00	60.88
5	115	31	43.13	24.80	67.93	54	16	47.25	24.00	71.25
6	106	40	43.13	24.80	64.55	55	12	48.13	18.00	66.13
7	121	37	45.38	29.60	74.98	63	17	55.13	25.50	80.63
8	111	36	41.63	28.80	70.43	63	11	55.13	16.50	77.63

(ต่อ) ตารางที่ 21

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วน 60 : 40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 70 : 30		รวม (100)
	ใบกิจกรรมการเรียนรู้ได้เต็ม (160)	แบบทดสอบย่อย (50)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		แบบทดสอบย่อยคะแนนเต็ม (80)	แบบทดสอบย่อยคะแนนเต็ม (20)	แบบทดสอบย่อยคะแนนเต็ม (70)	แบบทดสอบย่อยคะแนนเต็ม (30)	
9	115	30	43.13	24.00	67.13	54	13	47.25	19.50	66.75
10	110	31	41.25	24.80	66.05	49	13	42.88	19.50	62.38
11	119	35	44.63	28.00	72.63	63	16	55.13	24.00	79.13
12	127	43	47.63	34.40	82.03	68	15	59.60	22.50	82.00
13	114	39	42.75	31.20	73.95	46	12	40.25	18.00	58.25
14	99	41	37.13	32.80	69.93	69	12	60.38	18.00	84.38
15	104	37	39.00	29.60	68.60	48	10	42.00	15.00	57.00
16	113	32	42.38	25.60	67.98	54	10	47.25	15.00	62.25
17	130	41	43.38	32.80	81.55	69	17	60.38	25.50	85.88

(ต่อ) ตารางที่ 21

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วน 60 : 40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 70 : 30		รวม (100)
	ใบกิจกรรมการเรียนรู้ได้แก่ (160)	แบบทดสอบย่อย (50)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		แบบทดสอบย่อย (80)	แบบทดสอบย่อย (20)	แบบทดสอบย่อย (70)	แบบทดสอบย่อย (30)	
18	121	45	45.38	36.00	81.38	66	16	57.75	24.00	81.75
19	112	33	42.00	26.40	68.40	51	11	44.63	16.50	61.13
20	112	37	42.00	29.60	71.60	66	17	57.75	25.50	83.25
21	97	27	36.38	21.60	57.98	49	10	42.88	15.00	57.88
22	126	38	47.25	30.40	77.65	68	16	59.50	24.00	83.50
23	115	27	43.13	21.50	64.73	56	15	49.00	22.50	71.50
24	129	39	48.38	31.20	79.58	64	16	56.00	24.00	80.00
25	98	32	36.75	25.60	62.35	52	14	45.50	21.00	66.50
26	118	37	44.25	29.60	73.85	69	16	60.38	24.00	84.38

จากตารางที่ 21 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ เท่ากับ 71.03 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เท่ากับ 72.42 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.03/72.42 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3.2) ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังเรียน จากแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ข้อ โดยแบ่งออกตามองค์ประกอบของการโต้แย้ง ดังนี้ 1) ข้ออ้าง 2) เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง 3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล 4) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และ 5) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 22 ผลวิเคราะห์หาความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

องค์ประกอบ การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$ (n=30)	S.D.	t-test	p
1. ข้ออ้าง	16	15.00	1.36	15.25*	.000
2. เหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง	16	13.47	2.13	5.83*	.000
3. หลักฐานสนับสนุน เหตุผล	16	10.83	2.38	0.84	.406
4. ข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป	16	11.57	2.36	0.85	.402
5. การให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง กลับ	16	7.67	2.68	7.22*	.000
รวม	80	58.53	10.91	2.35*	.024

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 22 พบว่า คะแนนความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจาได้รับการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบพบว่า ในด้านข้ออ้าง ด้านเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในด้านของหลักฐานสนับสนุนเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และด้านข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ สามารถสรุปผลได้ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

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

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 71.03/72.42
2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ พบว่ามีประเด็นที่น่าสนใจอภิปราย ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 71.03/72.42 หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมการโต้แย้งและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.03 และคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนจนครบทุกแผนแล้ว มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 72.42 จะเห็นได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ที่ปรากฏผลเช่นนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เริ่มจากขั้นระบุภาระงานและถามคำถาม ผู้สอนสร้างความสนใจโดยการกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งเกี่ยวข้องกับเรื่องในชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสิ่งที่จะศึกษา สอดคล้องกับ ภพเลาห์ไพบุลย์ (2557) ที่ได้กล่าวว่า สถานการณ์ที่เป็นปัญหาใกล้ตัวนักเรียนจะช่วยกระตุ้น หรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ไขปัญหาที่ผู้สอนคอยถามคำถามกับนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงข้ออ้างของตนเองและสามารถไปถึงคำตอบของสิ่งที่ต้องการตรวจสอบข้ออ้าง และให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ สอดคล้องกับ Walker and Sampson (2013) ได้กล่าวว่า การที่ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์และตั้งคำถามทำให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐานนำมาสู่การสรุปที่เหมาะสมและถูกต้อง คำถามนี้นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ในขั้นออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มต้องร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นปรึกษาเพื่อวางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบของการสำรวจตรวจสอบ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นจากแหล่งต่าง ๆ สอดคล้องกับ Walker and Sampson (2010) ได้เสนอว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มแบบร่วมมือจะช่วยในการเรียนรู้วิธีการออกแบบเก็บข้อมูลการสำรวจตรวจสอบ ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นก่อนหน้า จากนั้นนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ผู้สอนคอยแนะนำและชี้แจงแนวทางการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้กับนักเรียน ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์และเหตุผลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปได้ การเน้นให้นักเรียนได้จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ช่วยให้นักเรียนสนใจและเห็นความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีความเข้าใจถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Hodson, 2008) ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนทั้งห้องได้มีโอกาสในการโต้แย้ง โดยเริ่มจากนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองก่อน

โดยข้อมูลที่นำเสนอมีการคาดคะเนคำตอบ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปของกลุ่มตนเอง พร้อมให้หลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล และผู้สอนคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในขั้นของการนำเสนอข้อโต้แย้ง ให้นักเรียนกลุ่มอื่นที่มีข้อโต้แย้งที่ต่างกันอย่างเห็นอกเห็นใจกับกลุ่มที่นำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson, Groom and Walker (2009) ว่านักเรียนเรียนรู้ได้มากขึ้นหากได้แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อน ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้ ในขั้นอภิปรายและสะท้อนกลับ นักเรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลของการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม โดยผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปรายเนื้อหา แล้วสุ่มเรียกนักเรียนถามคำถาม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ จากนั้นให้นักเรียนผลิตกันเสนอข้อมูลแนวคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อหาที่ขาดหายไป สอดคล้องกับ Sampson and Gleim (2009) ที่ได้เสนอว่า ในขั้นนี้ผู้สอนควรมีการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลดังกล่าว ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบและการลงข้อสรุป รวมทั้งผู้สอนควรถามคำถามเพื่อประเมินว่านักเรียนตัดสินใจทำหรือไม่ทำตามวิธีการสำรวจตรวจสอบที่เพื่อนเสนอหรือไม่ เพราะเหตุใด ในขั้นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนเขียนรายงานเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนจะต้องประเมินความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง และการอภิปรายเนื้อหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบร่วมกับผู้สอนและเพื่อนในห้องเรียน ให้เขียนเป็นความคิดของตนเองไม่ใช่มติของกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wallace, Hand and Prain (2004) ที่พบว่า การเขียนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดมากขึ้น ช่วยปรับปรุงแก้ไขความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน และช่วยทำให้เกิดกระบวนการคิดที่มีความชัดเจนและกระชับมากยิ่งขึ้นอีกด้วย ในขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประเมินตรวจสอบรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงานพร้อมให้เหตุผลประกอบ และในขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนแก้ไขปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำจากเพื่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องให้เหตุผลว่า เหตุใดจึงเลือกแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน จากนั้นส่งรายงานให้กับผู้สอน ซึ่งจะเป็นผู้ประเมินงานคนสุดท้าย สอดคล้องกับ Sampson and Gleim (2009) ที่ได้เสนอว่า รายงานที่ให้นักเรียนปรับปรุงเป็นรายงานที่ให้นักเรียนได้อธิบายถึงสิ่งที่แก้ไข กระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาถึงสิ่งที่เขียนและอธิบายว่าเหตุใดจึงตัดสินใจแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงาน นอกจากนี้ ขั้นตอนการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนากระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะนักเรียนต้องสืบเสาะหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งการสืบเสาะนั้นจะต้องมีการวิเคราะห์ การวางแผน การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาสู่การหาคำตอบในปรากฏการณ์ที่ศึกษา การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะจึงมีส่วนทำให้นักเรียนมีคะแนน

กระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี สอดคล้องกับการประยุกต์ทฤษฎีสรณินิยมมาใช้เป็นแนวปฏิบัติ ดังที่ ศศิธร วิหะสิรินันท์ ทิศนา แชนมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวสรุปไว้ว่า การเรียนด้วยการสืบเสาะเป็นหนึ่งในวิธีหรือแนวทางปฏิบัติที่ประสบความสำเร็จในการเรียนการสอน และสอดคล้องกับงานวิจัยของภคพร อิศระ (2558) ที่ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธะเคมี พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 และสอดคล้องกับงานวิจัยของปณณพร จันชัยภูมิ (2563) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้าเคมี มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติขณะที่ทำการโต้แย้ง โดยนักเรียนเป็นผู้เลือกบทบาทเพื่อใช้ในการนำเสนอ ซึ่งหลังจากการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการแสดงบทบาทสมมติเป็นการฝึกให้นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อโต้แย้งกลับที่ดี เนื่องจากกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนจะต้องทำการคาดคะเนเหตุผลของเพื่อนที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากความคิดเห็นของตนเองเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมที่จะทำการโต้แย้งกลับ ดังที่ Squire and Jan (2007) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติจุดเด่นของกิจกรรมนี้คือเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้โต้แย้งรายบุคคล และนอกจากนี้การแสดงบทบาทสมมติโดยใช้บทบาทที่มีความหลากหลายจะช่วยให้นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปหลาย ๆ ด้าน ซึ่งจะช่วยให้เกิดการโต้แย้งได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการพัฒนาเหตุผลประกอบข้ออ้างให้มีความหลากหลาย และสามารถนำเหตุผลเหล่านี้มาใช้ในการโต้แย้งกลับกับกลุ่มที่มีความคิดเห็นไม่เหมือนกันอีกทั้งยังพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งระหว่างฝ่ายที่มีความคิดเห็นไม่เหมือนกันนอกจากนี้ Osborne et al (2001) ที่กล่าวว่า การแสดงบทบาทสมมติเป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการ

ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้โดยการให้นักเรียนสวมบทบาทในสถานการณ์ซึ่งมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง และแสดงออกมาตามความรู้สึกนึกคิดของตน และนำเอาการแสดงออกของผู้แสดงทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่สังเกตพบมาเป็นข้อมูลในการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ โดยวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การแสดงบทบาทสมมติเป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัสวิน ธนะปัด (2558) ที่ได้ทำการศึกษหาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้ง โดยในขั้นตอนของการโต้แย้งได้ใช้กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติจึงสามารถฝึกการโต้แย้งของนักเรียนได้ทุก ๆ องค์ประกอบโดยเฉพาะการสร้างข้ออ้าง เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม

เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่า สามารถพัฒนาได้ในทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุน การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ และและข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ซึ่งเป็นเพียงการเลือกฝ่ายและแสดงความคิดเห็นหรือแสดงเหตุผลประกอบ ส่วนองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาน้อยที่สุด คือ หลักฐานสนับสนุนเหตุผล เพราะการหาหลักฐานมาสนับสนุนให้เหตุผลมีความน่าเชื่อถือนั้นทำได้ยากกว่าการแสดงเหตุผลเพียงอย่างเดียว งานวิจัยของ วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาติรี ฝ่ายคำตา (2560) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสร้างเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับเพื่อที่จะโน้มน้าวให้คนอื่นที่มีความคิดต่างจากตนเองได้ ทั้งนี้เนื่องจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูง อย่างไรก็ตามนักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างของตนหรือแสดงจุดยืนของตนเองได้ นักเรียนสามารถให้เหตุผลและแสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ ไม่ใช่เพียงการพูดกล่าวอ้างขึ้นมาลอย ๆ เท่านั้น ตลอดจนสามารถมองเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามและการแสดงเหตุผลหรือหลักฐานเพื่อหักล้างข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามได้ ทำให้ข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันตกไป นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนสามารถแสดงเหตุผล แสดงหลักฐาน หรือข้อโต้แย้งกลับได้เพิ่มมากขึ้น นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เพียงแค่อัดสินอะไรจากเหตุผล หรือหลักฐานเพียงอย่างเดียว ซึ่งนักเรียนต้องมีการคิดวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผล ความน่าเชื่อถือของประจักษ์หลักฐานนำไปสู่การตัดสินใจอย่างรอบครอบ ดังนั้นการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของอัสวิน ธนะปัด (2558) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 16.67 เป็นร้อยละ 83.33 โดยพัฒนาอยู่ในระดับดีถึงดีมากคิดเป็นร้อยละ 75 และนักเรียนสามารถพัฒนาการโต้แย้งได้ทุกองค์ประกอบได้แก่ การสร้างข้ออ้าง การให้เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง การแสดงหลักฐานสนับสนุน เหตุผลการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการให้เหตุผล

สนับสนุนการโต้แย้งกลับ เนื่องมาจากการใช้คำถามเชิงวิพากษ์ในขั้นตอนที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง เช่น หลักฐานที่นักเรียนระบุไว้ข้างต้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีเพียงใด เพราะเหตุใด มีข้อมูลหรือ หลักฐานคืออะไร ใช้คำถามเชิงวิพากษ์และแสดงความคิดเห็นได้อิสระและไม่มีข้อจำกัดของคำตอบว่า ถูกผิด ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกและนำเสนอความรู้ในแง่มุมที่ต่างออกไปให้ผู้อื่นรับทราบ ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดใช้เหตุผล ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนเห็นมุมมองที่ต่างออกไป จากเพื่อน ๆ ที่มีความคิดเห็นไม่เหมือนกัน นำไปสู่การสืบค้นข้อมูล รวบรวมหลักฐานเพื่อใช้ในการลงความเห็นต่อปัญหาที่ขัดแย้งด้วยเหตุผลและยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนมากขึ้น ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่หลงเชื่อได้ง่าย อยู่บนพื้นฐานข้อเท็จจริง

4. ข้อเสนอแนะ

4.1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน ครูผู้สอนควรจัดสรรเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาในชั่วโมงเรียน

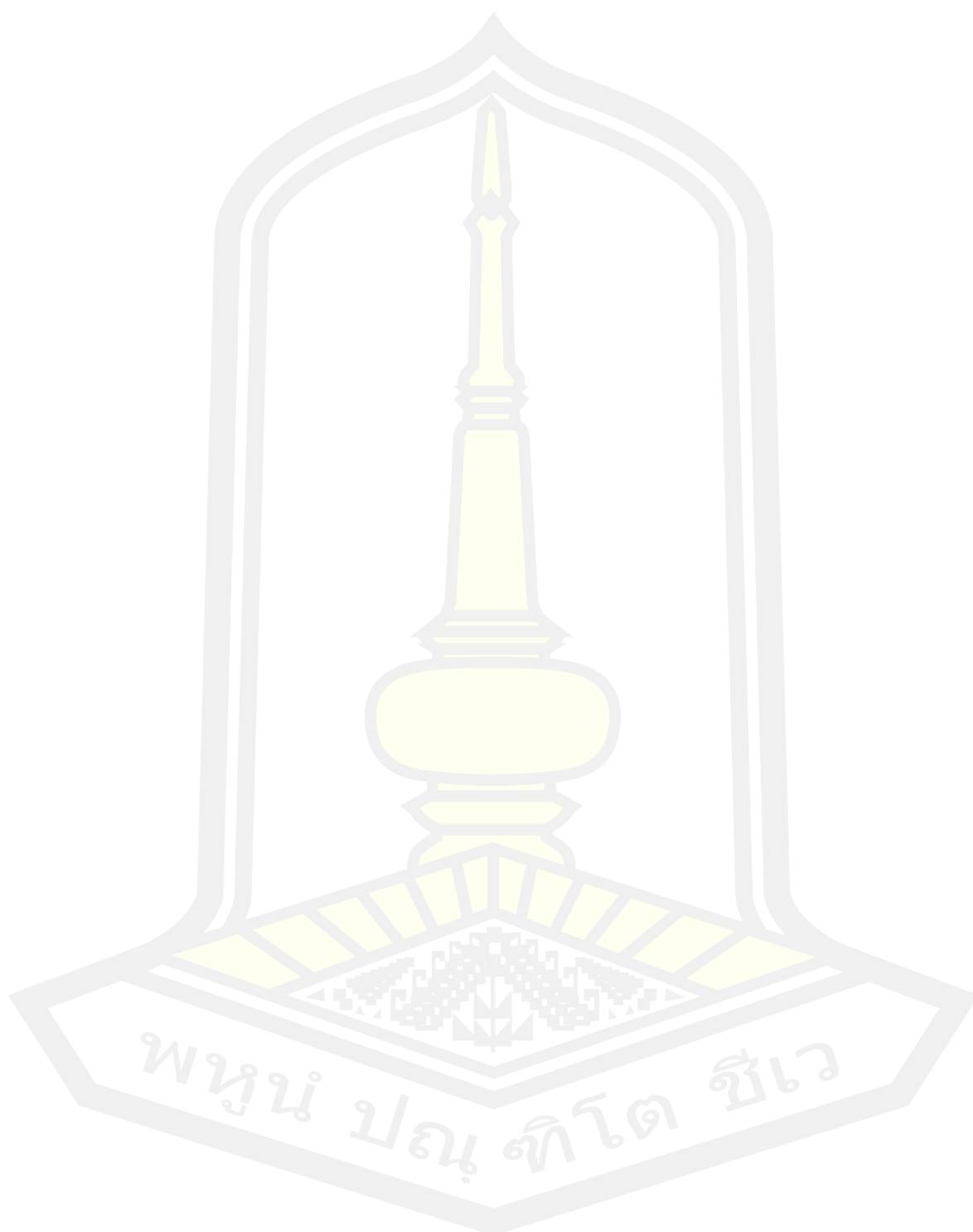
4.1.2 ครูผู้สอนควรมีแหล่งให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เพื่อให้ นักเรียนสามารถหาข้อมูลมาสนับสนุนข้ออ้างและหลักฐานของตนเองได้อย่างหลากหลาย และ นักเรียนควรมีความพร้อมในการใช้อินเทอร์เน็ต

4.1.3 ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งเป็นขั้นที่ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียน แสดงความคิดเห็นของตนเอง เนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นเพราะไม่มั่นใจในข้อมูลของตนเอง ฉะนั้นครูอาจจะเพิ่มเทคนิคเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น

4.2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 ควรส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแสดง หลักฐานสนับสนุนให้มากขึ้น เนื่องจากผลการวิจัยพบว่านักเรียนยังมีผลการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งในองค์ประกอบนี้อยู่ในระดับน้อยที่สุด และควรจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาองค์ประกอบการ แสดงข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและข้อโต้แย้งกลับให้มีระดับที่สูงขึ้นเช่นกัน

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิริติ ตียาพันธ์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาฟิสิกส์ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง. สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กุนทรี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ. (2551). สอดยอวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิธานะ. กรุงเทพฯ: เยลโล่การพิมพ์.
- คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2553). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. มหาสารคาม: ประสานการพิมพ์.
- จิรารัตน์ แสงศร. (2559). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ขวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 11(1): 32-45.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการออกแบบและพัฒนา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- ณัฏฐ์พฐ เสริมสุข, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และอุทัยวรรณ โกวิทวที. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หัวข้อ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559*, 1348-1355.
- ทรงศักดิ์ ภู่อ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ทิพย์สิริ และศิริชัย กาญจนวาลี. (2564). *วิธีวิทยาการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: พิมพ์ทันใจ.
- ทศนา แคมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญมณ คักดีสูง. (2662). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส*. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุรรัตน์ สือพัฒธิมา. (2558). *การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2560). *วิจัยการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปณณพร จันชัยภูมิ. (2563). *ผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เผชญิ กิจระการ. (2544). *ดัชนีประสิทธิผล*. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เฮาส์ออฟเคอร์มิสท.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2547). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.) จำกัด.

- พัชราภรณ์ บุญทรศนีย์. (2558). การพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้ง เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพศาล วรคำ. (2562). การวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 10. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภคพร อีสระ. (2558). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรารรรณ ไชยมงคล. (2559). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ภัสราภรณ์ พริกขุผล. (2561). การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักร ของน้ำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ภาพ เลหาไพบูลย์. (2557). แนวการสอนวิทยาศาสตร์พิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2544). การวิจัยและสถิติทางการศึกษา หน่วยที่ 8-11. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2554). การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนิดา ดีแป้น. (2553). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย โดยการวิเคราะห์หุระดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- วนิดา ผาชนะดี. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วารี ธีระจิตร. (2534). การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2560). การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วีณา ประชากุล และประสาท เนืองเฉลิม. (2553). รูปแบบการเรียนการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ (Learning management). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศศิธร วิริยะสินันท์ ทิศนา แชนมณี และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). ทฤษฎีและแนวคิดร่วมสมัยเกี่ยวกับการคิดจากประเทศซีกโลกตะวันตก. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528). หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2558). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 10. กทม: ประสานการพิมพ์.
- อนันต์ ศิริทองสุข. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง. ปริญญาบัตรหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อานุกาฬ พ่วงสมจิตร และเอกรัตน์ ทานาค. (2559). การศึกษาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 54.
- อัศวิน ณะนะปัด. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอกภูมิ จันทรรักษ์. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไอลดา สมภาร. (2565). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Anderson, L W, & Krathwohl D R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.

- Annisa, N., Hernani. & Taufik, R. (2016). Argument-Driven Inquiry (ADI): The Way to develop junior high school student's argumentation skills in Science learning. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 57(1): 128-132.
- Aufschnaiter, von C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2007). Arguing to Learn and Learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(2): 315-330.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1): 26-55.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Classroom Communities' Adaptation of the Practice of Scientific Argumentation. *Science Education*, 95: 191-216.
- Besnard, P., & Hunter, A. (2008). *Argumentation Based on Classical Logic*. (Online). <https://pdfs.semanticscholar.org/0484/01825aec109816550f3ec77694a696d51538>.
- Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implication for the practices of science education. *Science Education*, 92(3): 473-498.
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3): 336-371.
- Cavagnetto, A. R. & Hand, B. (2012). The importance of embedding argument within science Classrooms. In M. S. Khine, (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research*. New York: Springer.
- Chang, F. & Chen, Y. (2009). Taiwanese argumentation skills contrastive rhetoric perspective. *Taiwan International ESP Journal*, 1(1): 23-50.

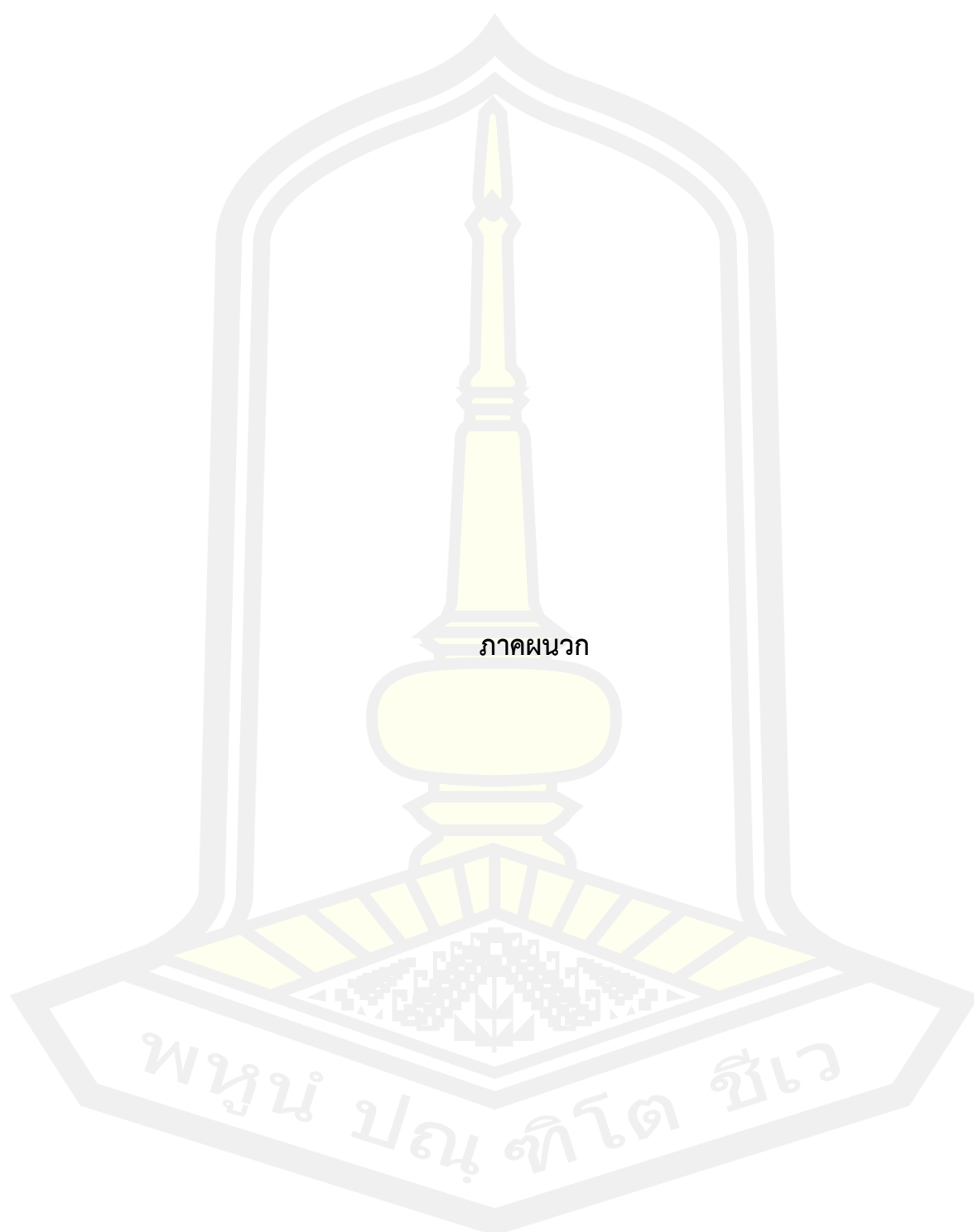
- Douglas C. Y. & S. Victor (2007). *Scaffolding Scientific Argumentation Between Multiple Students in Online Learning Environments to Support the Development of 21st Century Skills*. (Online). May 10, 2021.
http://www.researchgate.net/publication/258210582_Scaffolding_scientific_argumentation_between_multiple_students_in_online_learning_environments_to_support_the_development_of_21st_century_skills.
- Erduran S, Osborne J, & Simon S. (2004). Enhancing the quality of argumentation In school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41: 994-1020.
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran and M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspective from classroom-base research*. New York: Springer.
- Eymur, G. (2018). Developing High School Students' Self-Efficacy and Perceptions about Inquiry and Laboratory Skills through Argument-Driven Inquiry. *Journal of chemical education*, 95(5): 709-715).
- Farah, E., & Binar, K. P. (2017). Innovative Chemistry Learning Model to Improve Argumentation Skills and Self-Efficacy. *Journal of Research & Method in Education*, 7(1): 62-68.
- Foong, C. C., & Daniel, E. G. S. (2013). Students' argumentation skills across two socioscientific issues in a Confucian classroom: In transfer possible. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14: 2331-2355.
- Gilbert, J. K., O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. VanDriel. (2002). General preface. In J. K., Gilbert, O. De Jong, D. F. Treagust, and J. H. Van Driel (eds.). *Chemical Education: Toward Research-based Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 11-14.
- Hakkikadayifci, & Ayseyalcin, C. (2016). Implementation of Argument-Driven Inquiry as An Instructional Model in A General Chemistry Laboratory Course. *Science Education International*, 27(3): 369-390.
- Hodson, G. (2008). Interracial prison contact: The pros for (socially dominant) cons. *British Journal of Social Psychology*, 47: 325-351.
- Howson, C. & Urbach, P. (2008). *Scientific Reasoning*. United States: Carus.

- Hong, R.-Y., Lu, P.-H., Chen, P.-H., & Hou, S.-H. (2013). The Effects of Argument Stance on Scientific Knowledge Inquiry Skill. *International Journal of Science Education*, 35(16): 1784–2800.
- Jonathon Grooms, P. E. & V. S. (2015). Coordinating Scientific Argumentation and the Next Generation Science Standards through Argument Driven Inquiry. *Science Educator*, 24(1): 45–50.
- Krause, U.-M., Stark, R. & Mandl, H. (2009). The effects of cooperative learning and feedback on e-learning in statistics. *Learning and Instruction*, 19(2): 158-170.
- Leonard, P.E., & Leonard, L.J. (2001). The collaborative prescription: Remedy or reverie. *International Journal of Leadership in Education*, 4(4): (383-99).
- Lin, S.S., & J.J. Mintzes. 2010. Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issue : the effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6): 993-1018.
- Likert, Rensis (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 140: 1–55.
- Mason, J. (2006). Mixing methods in a qualitatively driven way. *Qualitative Research*, 6(1): 9-25.
- National Research Council (NRC). (2013). *Next Generation Science Standards: For States, States*. Washington. DC: The National Academies Press.
- Nilgun, D. C. (2015). The effects of Argument-Driven Inquiry instruction model on 10th grade students understanding of Gases concepts. *The Degree of Doctor of Philosophy in secondary science and mathematics education*. Middle East Technical University.
- Neni, H., Herawati, S., Mimien, H. I. & Hedi, S. (2015). *Argument-driven Inquiry with scaffolding as critical thinking skills of students in Lampung, Indonesia*. (Online) May 10, 2021 <http://pubs.sciepub.com/education/3/9/20>.
- Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F., & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1–2): 127–150.

- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M. & Owens, M. C. (2012). The two faces of scientific argumentation: Applications to global climate change. In M. S. Khine, (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research*. New York: Springer.
- Osborne, J. & S. Collins. (2000). *Students and Parents Views of the School Science Curriculum*. London: King's College London.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 28(301): 63–70.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). *Ideas, evidence, and argument in Science (IDEAS) in-service training pack, resource pack and video*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41: 994-1020.
- Osborne, J., MacPherson, A., Patterson, A., & Szu, E. (2012). Introduction of argumentation. In M. S. Khine, (Ed), *Perspective on scientific argumentation: Theory, practice and research*. Dordrecht: Springer.
- Pinar, S., C. & Eymur, G. (2017). Developing Students' Scientific Writing and Presentation Skills through Argument Driven Inquiry: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, 94(7): 837–843.
- Pinar, S., C. & Eymur, G. (2018). Beyond the writing aspect of Argument-Driven Inquiry: Investigating students' cognitive and affective expectations. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7(1): 94-110.
- Sampson, D., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendation for direction. *Science Education*, 92(3): 447–472.
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts and practices in biology. *The American Biology Teacher*, 71(8), 465-472.
- Sampson, V., Grooms J. & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry: Way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, 42-47.

- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2010). Argument-Driven Inquiry as a way to help student learn how to participate in scientific argumentation and craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education*, 95(2): 217–257.
- Sampson & Gerbino. (2010). Two Instructional Models That Teachers Can Use to Promote and Support Scientific Argumentation in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*, 72(7): 427–431.
- Sampson, V., Enderle, P. & Grooms, J. (2017). Argumentation in science education. *The Science Teacher*, 80(5): 30-33.
- Suppe, F. (1998). The structure of a scientific paper. *Philosophy of Science*, 65(3): 381-405.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2- 3): 235-260.
- Simon, S. & Richardson, K. (2009). Argumentation in school science: Breaking the tradition of authoritative exposition through a pedagogy that promotes discussion and reasoning. *Argumentation*, 23(4). 469-493.
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: an overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2): 2-20.
- Squire, K. Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1): 5–29.
- Tuba, D. & Sedat, U. (2015). Investigating the effect of argument-driven Inquiry in laboratory Instruction. *Educational Sciences: Theory & practice*, 15(1): 267-283.
- Walker, J. P. et al. (2010). Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs. *Paper presented at the 2010 Annual Internation Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST)*. Philadelphia: PA.
- Walker, J. P., Sampson, V., Zimmerman, C. O., & Grooms, J. A. (2011). A performance-based assessment for limiting reactants. *Journal of Chemical Education*, 88: 1243–1246.

- Walker, J., Sampson, V., & Zimmerman, C. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(10): 1048-1056.
- Walker, J., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn: Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5): 561-596.
- Walton, D. N., Reed, C., & Macagno, F. (2008). *Argumentation Schemes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wallace, C. S., Hand, B. and Prain, V. (2004). *Writing and learning in the science classroom*. Boston. MA: Kluwer Academic.
- Wilder, M. & Shuttleworth, P. (2005). Cell Inquiry: A 5E learning cycle lesson. *Sci. Act*, 4(4): 37-43.
- Venville, G. J. & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8): 952-977.
- Zohar, A & Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1): 35-62.







บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2602 วันที่ 22 พฤศจิกายน 2564

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน

ด้วย นางสาวพิมพ์ภา คำอาจ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว571 วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน

ด้วย นางสาวพิมพ์ผกา คำอาจ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัครปติ ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พจนัน ปณ จิตโต ชีวะ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว571 วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรจบ วันโน

ด้วย นางสาวพิมพ์ผกา คำอาจ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัสวปติ ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหุบัน ปณ จิตโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ว571

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

22 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ประสงค์ สกุลข้ง

ด้วย นางสาวพิมพ์ภา คำอาจ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัศวปติ ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว571

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

22 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ใช้วิชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.อารยันต์ แสงนิกุล

ด้วย นางสาวพิมพ์ภา คำอาจ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัศวปติ ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตจากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว571

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

22 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางอัจฉรา พันโยศรี

ด้วย นางสาวพิมพ์ผกา คำอาจ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัศวปติ ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

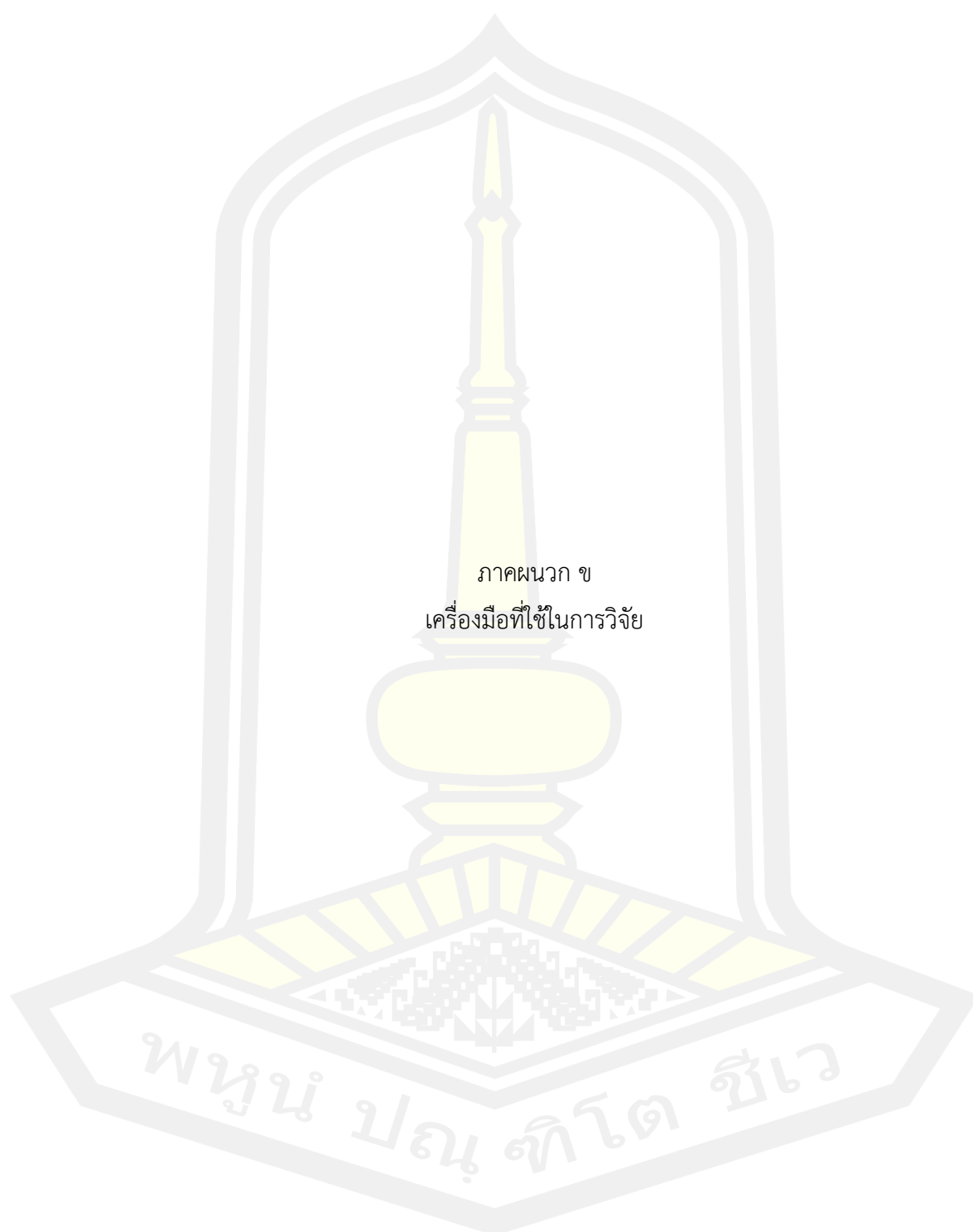
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ พอลิเมอร์

เวลา 12 ชั่วโมง

เรื่อง สมบัติของพอลิเมอร์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้สอน นางสาวพิมพ์ผกา คำอาจ

1. ผลการเรียนรู้

12. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์

2. สาระสำคัญ

พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็นโครงสร้าง แบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิดของมอนอเมอร์และภาวะของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ซึ่งโครงสร้างของพอลิเมอร์ ส่งผลต่อจุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่นจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 นักเรียนบอกได้ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้
- 3.2 นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้
- 3.3 นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม

4. สาระการเรียนรู้

สมบัติของพอลิเมอร์

5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุภาระงานและถามคำถาม

1. ครูแจกใบกิจกรรมเรื่อง “ก้อนน้ำแข็งเทียม” ให้นักเรียนแต่ละคนใน Google Classroom ก่อนถึงชั่วโมงเรียนและในชั่วโมงเรียนครูทวนบทเรียนให้กับนักเรียนในเรื่องปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ โดยครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ที่แตกต่างกันจะทำให้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์แตกต่างกันหรือไม่”

2. ครูใช้แสดงภาพของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้จากพอลิเมอร์ขึ้นให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนว่า “ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชนิดนี้ เป็นพลาสติกเหมือนกัน แต่มีความแตกต่างกันทางคุณสมบัติ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะอะไร”



PVC



ฟิล์มห่ออาหาร



จาน (เมลามีน)

3. เข้าสู่บทเรียนในเรื่องสมบัติของพอลิเมอร์ โดยครูนำเสนอสถานการณ์จากเรื่อง ก้อนน้ำแข็งเทียม และใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียน โดยมีสถานการณ์ ดังนี้ “กระแสการใช้ก้อนน้ำแข็งเทียมจากพอลิเมอร์กำลังเป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก โดยนำก้อนน้ำแข็งเทียมไปแช่ในตู้เย็นให้แข็งตัว จากนั้นนำมาใส่ในแก้วแล้วเติมเครื่องดื่มที่ชอบลงไปจะได้เครื่องดื่มเย็น ๆ จากก้อนน้ำแข็งเทียม นักเรียนคิดว่าก้อนน้ำแข็งเทียมที่ผลิตจากโครงสร้างพอลิเมอร์ชนิดใดที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด (กักเก็บความเย็นได้นาน และทนทาน)”

4. ครูสุ่มให้นักเรียนให้ตอบคำถาม 5 - 6 คน โดยนักเรียนตอบคำถามแบบปากเปล่า โดยที่แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระและไม่มีถูกหรือผิด

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 4 คน และมอบหมายภาระงานให้นักเรียนทำใบกิจกรรมก่อนถึงชั่วโมงเรียน

2. นักเรียนแต่ละคนบันทึกสิ่งที่ตัวเองคิดพร้อมกับเหตุผลของตนเองไว้ใน ส่วนที่ 1 ความคิดเห็นของฉัน ที่อยู่ในใบกิจกรรม โดยที่นักเรียนยังไม่ได้สืบค้นความรู้ใด ๆ

3. นักเรียนบันทึกผลการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่มแล้วเขียนลงใน ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของเพื่อน ที่อยู่ในใบกิจกรรม

4. นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันภายในกลุ่ม แล้วบันทึกลงใน ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นของกลุ่ม ในใบกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คัดคะแนนคำตอบ และทำการสำรวจตรวจสอบจากประเด็นในสถานการณ์ ลงในใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมและบันทึกลงใน ส่วนที่ 4 ใบกิจกรรม สมบัติของพอลิเมอร์

2. นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และเชื่อมโยงส่วนที่ 4 ที่แล้วเขียนเป็นข้อสรุปของกลุ่ม เป็นข้อสรุปเดี่ยว โดยนำข้อสรุปที่ได้จากการลงความเห็น หลักฐานข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปข้อมูลภายในกลุ่มตนเองก่อนถึงชั่วโมงเรียน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

1. ครูสุ่มลำดับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง และใช้เวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที

2. หลังจบการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ครูให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มที่นำเสนออยู่ ซึ่งผู้เรียนกลุ่มอื่นจะต้องมีตัวแทนอย่างน้อย 2 คนในการแสดงความคิดเห็นแบบปากเปล่า และผู้เรียนกลุ่มอื่นที่อยากแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยการเขียนแสดงความคิดเห็นลงในกระดาษเปล่าแล้วส่งให้กับกลุ่มที่นำเสนอ

3. นักเรียนทำกิจกรรมเช่นนี้ ไปจนครบทุกกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้น การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อความที่เพื่อนแสดงความคิดเห็นต่อกลุ่มตนเองมา อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ครูกำหนดเวลาให้ 5 – 10 นาที

2. ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนประเด็นที่นักเรียนสรุปได้จากการแสดงความคิดเห็นของเพื่อน คำถามคือนักเรียนคิดว่าก๊องน้ำแข็งเทียมที่ผลิตจากโครงสร้างพอลิเมอร์ชนิดใดที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด (กักเก็บความเย็นได้นาน และทนทาน)”

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปเรื่อง สมบัติของพอลิเมอร์ และเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์การโต้แย้งในเรื่อง ก๊องน้ำแข็งเทียม เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมการสุ่มข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัยเรื่อง สมบัติของพอลิเมอร์ ใน Google form จำนวน 6 ข้อ โดยที่ครูจะทำการสลับข้อ และตัวเลือก ใช้เวลาในการทำ 5 นาที

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

1. ครูให้นักเรียนเขียนรายงานการทำกิจกรรม ลงใน ส่วนที่ 5 ข้ออ้างและเหตุผล สนับสนุนข้ออ้างของฉัน ที่อยู่ในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

1. ครูทำการรวบรวมใบกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียนแต่ละคน และทำการสุ่มเลขที่เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินใบกิจกรรมให้กับเพื่อน
2. ครูทำการแจกใบกิจกรรมการโต้แย้งของเพื่อนให้กับนักเรียนแต่ละคนพร้อมกับแนบใบเกณฑ์การประเมินการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

1. นักเรียนรับใบกิจกรรมการโต้แย้งคืนจากเพื่อนที่ทำการตรวจสอบและประเมินให้ จากนั้นให้ผู้เรียนแก้ไขและปรับปรุงใบกิจกรรมการโต้แย้งของตนเอง เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งไฟล์ใบกิจกรรมการโต้แย้งของตนเอง เพื่อที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ประเมินคนสุดท้ายอีกรอบ

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	จุดประสงค์	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้		
		วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ	นักเรียนบอกความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้	แบบทดสอบ	แบบประเมินการทำกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70%
2. ด้านทักษะกระบวนการ	นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้	วัดจากใบกิจกรรม	แบบประเมินการทำกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 70%
3. ด้าน คุณลักษณะ	นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	การสังเกต	แบบประเมินคุณลักษณะ	ระดับดีขึ้นไป

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

รายการสื่อ	ปริมาณ
1. ใบกิจกรรม เรื่อง ก้อนน้ำแข็งเทียม	1 ชุด/ คน
2. แบบทดสอบ เรื่อง สมบัติของพอลิเมอร์	1 ชุด/ คน
3. หนังสือเรียนวิชาเคมี และหนังสือคู่มือวิชาเคมี	1 ชุด/ คน

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

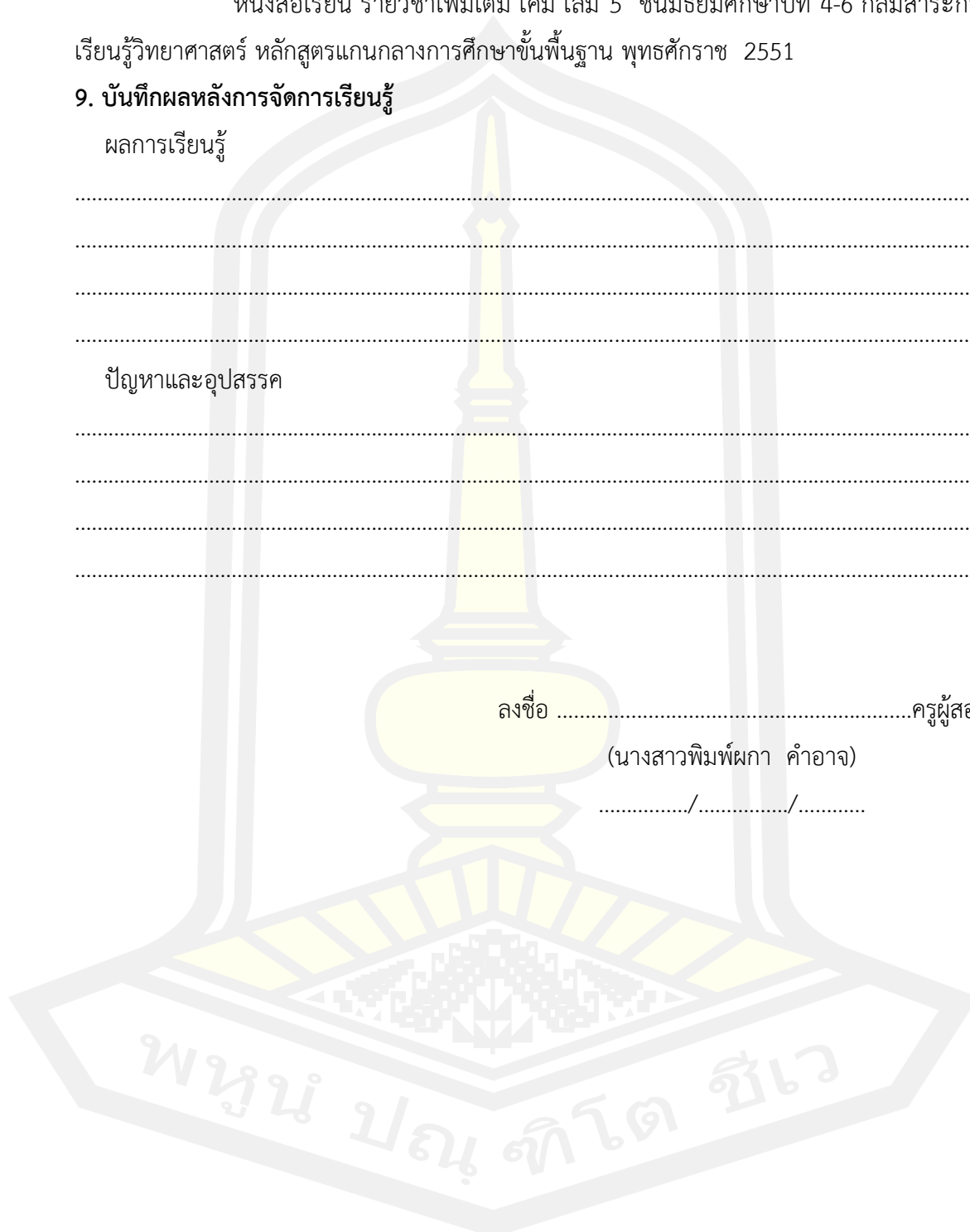
.....

.....

ลงชื่อครูผู้สอน

(นางสาวพิมพ์ผกา คำอาจ)

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



ใบกิจกรรม
เรื่อง ก้อนน้ำแข็งเทียม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในกรอบด้านล่างให้ครบถ้วนสมบูรณ์

สถานการณ์ : กระแสการใช้ก้อนน้ำแข็งเทียมจากพอลิเมอร์กำลังเป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก โดยนำก้อนน้ำแข็งเทียมไปแช่ในตู้เย็นให้แข็งตัว จากนั้นนำมาใส่ในแก้วแล้วเติมเครื่องดื่มที่ชอบลงไปจะได้เครื่องดื่มเย็น ๆ จากก้อนน้ำแข็งเทียม นักเรียนคิดว่าก้อนน้ำแข็งเทียมที่ผลิตจากโครงสร้างพอลิเมอร์ชนิดใดที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด (กักเก็บความเย็นได้นาน และทนทาน)

ส่วนที่ 1 ความคิดเห็นของฉัน (ความคิดเห็นละ 1 คะแนน)

- 1)
- 2)
- 3)

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของเพื่อน (ความคิดเห็นละ 1 คะแนน)

- 1)
- 2)
- 3)

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นของกลุ่ม (ความคิดเห็นละ 1 คะแนน)

- 1)
- 2)
- 3)

พูน บณู จิต ชีวะ

ส่วนที่ 4 ใบกิจกรรมสมบัติของพอลิเมอร์

บัตรคำถาม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. โครงสร้างของพอลิเมอร์แบ่งได้เป็น 3 ประเภท จงหารูปประกอบและเขียนอธิบายโครงสร้าง และสมบัติของโครงสร้างแต่ละประเภท

2. พอลิเมอร์ A B และ C มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน สัมเคราะห์จากมอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน แต่มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างให้ต่างกัน ดังแสดง



จากโครงสร้างของพอลิเมอร์ A B และ C พอลิเมอร์ใดมีสมบัติต่อไปนี้

2.1 จุดหลอมเหลวต่ำที่สุด เพราะเหตุใด

2.2 ความหนาแน่นมากที่สุด เพราะเหตุใด

2.3 แข็งที่สุด เพราะเหตุใด

พจน บณ จิต ธีว

ส่วนที่ 5 ข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของฉัน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งของนักเรียนหลังจากอภิปรายภายในชั้นเรียน เรื่อง ก้อนน้ำแข็งเทียม

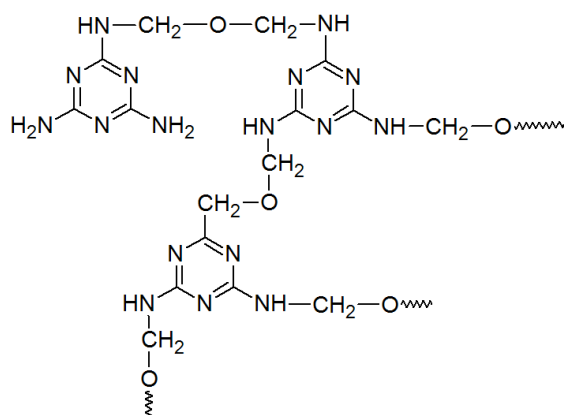
หัวข้อการโต้แย้ง : กระแสการใช้ก้อนน้ำแข็งเทียมจากพอลิเมอร์กำลังเป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก โดยนำก้อนน้ำแข็งเทียมไปแช่ในตู้เย็นให้แข็งตัว จากนั้นนำมาใส่ในแก้วแล้วเติมเครื่องดื่มที่ชอบลงไปจะได้เครื่องดื่มเย็น ๆ จากก้อนน้ำแข็งเทียม นักเรียนคิดว่าก้อนน้ำแข็งเทียมที่ผลิตจากโครงสร้างพอลิเมอร์ชนิดใดที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด (กักเก็บความเย็นได้นาน และทนทาน)

องค์ประกอบ การโต้แย้งของฉัน	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น	
2. เหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของฉัน	
3. หลักฐานที่ฉันจะนำมาใช้โน้มน้าวเพื่อน	
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความคิดเห็นของฉัน	
5. เหตุผลที่ฉันจะทำการโน้มน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉัน	

แบบทดสอบ
เรื่อง สมบัติของพอลิเมอร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้อง

1. โครงสร้างพอลิเมอร์ต่อไปนี้เป็นโครงสร้างพอลิเมอร์แบบใด



- ก. โครงสร้างแบบกิ่ง
ข. โครงสร้างแบบเส้น
ค. โครงสร้างแบบร่างแห
ง. โครงสร้างแบบกิ่งและแบบร่างแห

2. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรง

- ก. มีความหนาแน่นต่ำ
ข. ยืดหยุ่นได้
ค. มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง
ง. มีความแข็งแรง

3. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบกิ่ง

- ก. มีความหนาแน่นต่ำ
ข. ไม่ยืดหยุ่นได้
ค. มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง
ง. เปราะ แตกหักได้ง่าย

4. โครงสร้างพอลิเมอร์ชนิดใด มักจะเกิดพอลิเมอร์ไซเซชันแบบควบแน่น

- ก. โครงสร้างแบบกิ่ง
ข. โครงสร้างแบบเส้น
ค. โครงสร้างแบบร่างแห
ง. โครงสร้างแบบกิ่งและแบบร่างแห

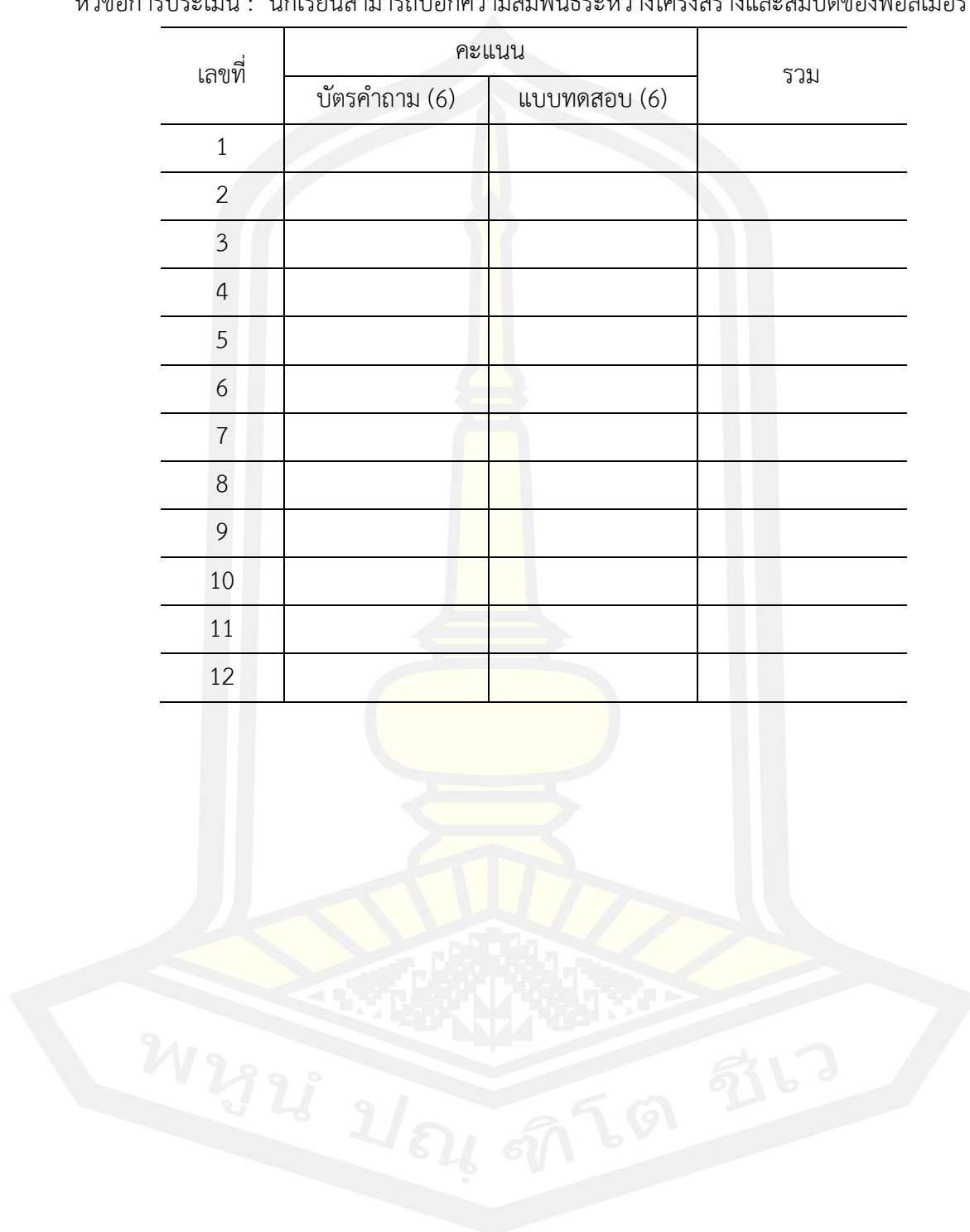
5. พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบใด ที่มีความแข็งแรงมากแต่ ไม่ยืดหยุ่น เมื่อได้รับความร้อนสูงจะแตก

- ก. โครงสร้างแบบกิ่ง
ข. โครงสร้างแบบเส้น
ค. โครงสร้างแบบร่างแห
ง. โครงสร้างแบบกิ่งและแบบร่างแห

แบบประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

หัวข้อการประเมิน : นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้

เลขที่	คะแนน		รวม
	บัตรคำถาม (6)	แบบทดสอบ (6)	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			



แบบประเมินกระบวนการของนักเรียน

หัวข้อการประเมิน : นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ได้

เลขที่	รายการประเมิน / ระดับคะแนน																				รวม
	ข้ออ้าง				เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง				หลักฐานประกอบเหตุผล				ข้ออ้างที่ต่างออกไป				ข้อโต้แย้งกลับ				
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					

พหุบัน ปณ จิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
1. ข้ออ้าง (Claim)	4	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น และชัดเจน
	3	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น แต่ไม่ชัดเจนในคำตอบ (คำตอบกำกวม)
	2	แสดงความคิดเห็นแต่เพียงประเด็นนอกนอกขอบเขตของประเด็นที่กำลังพิจารณา
	1	แสดงความคิดเห็นแต่ไม่ตรงประเด็นที่พิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม
2. เหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง (Warrant)	4	ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้ออ้างของตน 2 เหตุผล
	3	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบร่วมกับให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ 1 เหตุผล
	2	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบเท่านั้น
	1	ให้เหตุผลโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำลังพิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม
3. หลักฐาน สนับสนุนเหตุผล (Evidence)	4	แสดงหลักฐานสนับสนุนได้ 2 หลักฐาน และหลักฐานมีแหล่งข้อมูลชัดเจน
	3	แสดงหลักฐานได้แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้น่าเชื่อถือมากขึ้นหรือรวมทั้งประสบการณ์

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
3. หลักฐาน สนับสนุนเหตุผล (Evidence)	2	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่เกิดจากการแสดงความรู้สึก
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐาน
	0	ไม่ตอบคำถาม
4. ข้อโต้แย้งที่ แตกต่างออกไป (Counter argument)	4	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้ 2 เหตุผล
	3	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ ให้เหตุผลได้แต่เหตุผลนั้นเป็นการแสดงออกทางอารมณ์ความรู้สึก และบอกข้ออ้าง 1 เหตุผล
	2	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้
	1	ไม่สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเอง หรือให้เหตุผลสนับสนุนได้แต่ไม่น่าเชื่อถือ
	0	ไม่ตอบคำถาม
5. การให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง กลับ (Supportive argument)	4	โต้แย้งกลับได้ตรงประเด็นที่แย้งและให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ 2 เหตุผล
	3	โต้แย้งกลับได้และให้เหตุผลได้โดยที่เหตุผลนั้นไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ และบอกเหตุผล 1 เหตุผล
	2	โต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นเป็นการแสดงอารมณ์ความรู้สึกและไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็นข้ออ้างหรือเหตุผล
	0	ไม่ตอบคำถาม

แบบประเมินคุณลักษณะของนักเรียน

หัวข้อการประเมิน : นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม

เลขที่	รายการประเมิน / ระดับคะแนน												รวม
	ความสนใจในกิจกรรม				ความมีส่วนร่วมในกลุ่ม				ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด				
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													



เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	3	2	1	0
1.มีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม	ไม่เล่นโทรศัพท์และมีส่วนร่วมในกิจกรรมตลอดทั้งคาบเรียน	เล่นโทรศัพท์ 1 ครั้ง และมีส่วนร่วมในกิจกรรม	เล่นโทรศัพท์ ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป และมีส่วนร่วมในกิจกรรม	ไม่สนใจในการทำกิจกรรม
2. มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตลอดทั้งคาบเรียน ออกความเห็นและช่วยเพื่อนทำงานจนงานสำเร็จทันเวลา	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ออกความเห็นและช่วยเพื่อนทำงาน แต่งานไม่สำเร็จทันเวลา (ช้าเกิน 5 นาที)	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ออกความเห็นแต่ไม่ช่วยเพื่อนทำงาน	ไม่มีการทำงานร่วมกัน
3. ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และส่งงานตามที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่ครูกำหนด (ภายในคาบ)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และส่งงานตามที่ได้รับมอบหมาย แต่ส่งงานช้ากว่าที่ครูกำหนด (ส่งภายในวันที่เรียน)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และส่งงานตามที่ได้รับมอบหมาย แต่ส่งงานช้ากว่าที่ครูกำหนด 1-2 วัน	นักเรียนไม่ส่งงาน

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 9 คะแนน, ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป)

คะแนน 8-9 คะแนน หมายถึง ดีมาก

คะแนน 5-7 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนน 3-4 คะแนน หมายถึง พอใช้

คะแนน 0-2 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

แบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็น เหตุผลสนับสนุน และหลักฐานตามองค์ประกอบของการโต้แย้งจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. สถานการณ์ที่ 1

การบ่มผลไม้ คือการเร่งให้เกิดการสุกเร็วกว่าการสุกตามธรรมชาติ เป็นวิธีที่พ่อค้าแม่ค้าส่วนใหญ่ มักจะใช้ในการทำให้ผลไม้สุกได้เร็วเพื่อทำขายให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งการบ่มผลไม้มีหลากหลายวิธีการ ถ้านักเรียนต้องการบ่มผลไม้ให้สุกได้เร็วที่สุด จะใช้วิธีการใด

องค์ประกอบ การโต้แย้งของฉันทัน	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น	
2. เหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของฉันทัน	
3. หลักฐานที่ฉันทันจะนำมาใช้โน้มน้าวเพื่อน	
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความคิดเห็นของฉันทัน	
5. เหตุผลที่ฉันทันจะทำการโน้มน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉันทัน	

2. สถานการณ์ที่ 2

นิยมผิวขาวใสของสังคมยุคนี้ ทำให้หนุ่มสาวรุ่นใหม่แสวงหาสารพัดวิธีที่จะทำให้ผิวขาว หลงเชื่อการโฆษณาอวดอ้างตามสื่อต่าง ๆ ว่ามียาหรือเครื่องสำอางทำให้น้ำขาวใส แม้กระทั่ง การฉีดยารักษาโรคมะเร็งที่มีสารกลูตาไธโอนเข้าเส้นเลือด หวังผลข้างเคียงของยาไปยับยั้งการ สร้างเม็ดสีที่ผิวหนังเพื่อให้ผิวขาว นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการฉีดยาหรือกินกลูตาไธโอน เพื่อเพิ่มความขาว

องค์ประกอบ การโต้แย้งของฉันทัน	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น	
2. เหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของฉันทัน	
3. หลักฐานที่ฉันทันจะนำมาใช้นโนมน้าวเพื่อน	
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความคิดเห็นของฉันทัน	
5. เหตุผลที่ฉันทันจะทำการโนมน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉันทัน	

3. สถานการณ์ที่ 3

ยาลดกรด (antacid) เป็นสารประเภทต่าง ใช้กำจัดฤทธิ์กรดในกระเพาะอาหาร โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างยาลดกรดกับกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหาร ถ้านักเรียนมีอาการปวดท้องเนื่องจากมีอาการโรคกระเพาะ นักเรียนจะเลือกบริโภคยาลดกรดในรูปแบบใด จึงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

องค์ประกอบ การโต้แย้งของฉันท	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น	
2. เหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของฉันท	
3. หลักฐานที่ฉันทจะนำมาใช้โน้มน้าวเพื่อน	
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความคิดเห็นของฉันท	
5. เหตุผลที่ฉันทจะทำการโน้มน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉันท	

4. สถานการณ์ที่ 4

เกิดเหตุน้ำมันรั่วกลางทะเลจากท่อรับน้ำมันดิบของบริษัทพีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) ทำให้เกิดคราบน้ำมันไหลลงสู่ทะเลจำนวนมาก ซึ่งเจ้าหน้าที่ได้พยายามสกัดคราบน้ำมัน แต่พบว่ยังมีส่วนหนึ่งเล็ดลอดมาได้และเคลื่อนที่มายังอ่าวพร้าวของเกาะเสม็ดทำให้ต้องหาวิธีในการกำจัดคราบน้ำมัน ซึ่งหนึ่งในวิธีนั้นคือการใช้เส้นผม (Hair Booms) ในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยรวบรวมเอาเส้นผมมาใส่ในถุงน่อง นำมาเป็นทุนสำหรับดักจับน้ำมันที่เคลื่อนตัวมายังอ่าวพร้าว นอกจากนี้ยังมีวิธีการฉีดสารเคมี หรือใช้วิธีธรรมชาติ เช่น ใช้จุลินทรีย์ แสงและคลื่นช่วยย่อยสลายน้ำมัน นักเรียนคิดว่าวิธีกำจัดแบบใดช่วยลดคราบน้ำมันในทะเลได้ดีที่สุด

องค์ประกอบ การโต้แย้งของฉันท	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น	
2. เหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของฉันท	
3. หลักฐานที่ฉันทจะนำมาใช้โน้มน้าวเพื่อน	
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความคิดเห็นของฉันท	
5. เหตุผลที่ฉันทจะทำการโน้มน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉันท	

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
1. ข้ออ้าง (Claim)	4	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น และชัดเจน
	3	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น แต่ไม่ชัดเจนในคำตอบ (คำตอบกำกวม)
	2	แสดงความคิดเห็นแต่เพียงประเด็นนอกนอกขอบเขตของประเด็นที่กำลังพิจารณา
	1	แสดงความคิดเห็นแต่ไม่ตรงประเด็นที่พิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม
2. เหตุผลสนับสนุน ข้ออ้าง (Warrant)	4	ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้ออ้างของตน 2 เหตุผล
	3	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบร่วมกับให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ 1 เหตุผล
	2	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบเท่านั้น
	1	ให้เหตุผลโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำลังพิจารณา
	0	ไม่ตอบคำถาม
3. หลักฐาน สนับสนุนเหตุผล (Evidence)	4	แสดงหลักฐานสนับสนุนได้ 2 หลักฐาน และหลักฐานมีแหล่งข้อมูลชัดเจน
	3	แสดงหลักฐานได้แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้น่าเชื่อถือมากขึ้นหรือรวมทั้งประสบการณ์

องค์ประกอบของ การโต้แย้ง	ระดับความสามารถ ในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
3. หลักฐาน สนับสนุนเหตุผล (Evidence)	2	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่เกิดจากการแสดงความรู้สึก
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐาน
	0	ไม่ตอบคำถาม
4. ข้อโต้แย้งที่ แตกต่างออกไป (Counter argument)	4	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้ 2 เหตุผล
	3	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ ให้เหตุผลได้แต่เหตุผลนั้นเป็นการแสดงออกทางอารมณ์ความรู้สึก และบอกข้ออ้าง 1 เหตุผล
	2	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้
	1	ไม่สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเอง หรือให้เหตุผลสนับสนุนได้แต่ไม่น่าเชื่อถือ
	0	ไม่ตอบคำถาม
5. การให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง กลับ (Supportive argument)	4	โต้แย้งกลับได้ตรงประเด็นที่แย้งและให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ 2 เหตุผล
	3	โต้แย้งกลับได้และให้เหตุผลได้โดยที่เหตุผลนั้นไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ และบอกเหตุผล 1 เหตุผล
	2	โต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นเป็นการแสดงอารมณ์ความรู้สึกและไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้
	1	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็นข้ออ้างหรือเหตุผล
	0	ไม่ตอบคำถาม

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง พอลิเมอร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดให้ความหมายของพอลิเมอร์ (Polymer) ได้ถูกต้อง
 - ก. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายหมู่ฟังก์ชันเชื่อมกันด้วยพันธะไอออนิก
 - ข. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายหมู่ฟังก์ชันตัวเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์
 - ค. สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไอออนิก
 - ง. สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ประกอบด้วยมอนอเมอร์เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์
2. ข้อใดเป็นพอลิเมอร์ประเภทไฮโมพอลิเมอร์
 - ก. พอลิเอทิลีน
 - ข. พอลิเอสเทอร์
 - ค. ไนลอน
 - ง. โปรตีน
3. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาแบบควบแน่น
 - ก. การเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ทำปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์
 - ข. การเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันหมู่เดียวกันมาปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์
 - ค. ปฏิกิริยารวมตัวของมอนอเมอร์ที่มีการกำจัดบางส่วนของมอนอเมอร์ออกไป โดยเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นพอลิเมอร์ และสารอื่น ๆ ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น น้ำ
 - ง. การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่นนี้ มักจะมีโครงสร้างเป็นแบบตาข่ายหรือแบบร่างแห
4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโคพอลิเมอร์
 - ก. พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกันต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์
 - ข. พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกันต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์
 - ค. พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกันต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน
 - ง. พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกันต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน
5. ข้อใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงสายโซ่ของพอลิเมอร์แบบเส้นกับพอลิเมอร์แบบกิ่งผสมเข้าด้วยกัน
 - ก. ขวดน้ำยาล้างห้องน้ำ
 - ข. หลอดพลาสติก
 - ค. ยางลบก้อน
 - ง. กล่องโฟม

6. พอลิเมอร์ 3 ชนิด ที่มีสมบัติแตกต่างกันเป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์พลาสติก ดังนี้

พอลิเมอร์	สมบัติ
X	แตกหักง่าย
Y	เหนียวและขุ่น
Z	ยืดหยุ่นได้น้อย

จากตารางข้างต้น พอลิเมอร์ Y มีโครงสร้างแบบใด

- ก. โครงสร้างแบบกึ่ง
 - ข. โครงสร้างแบบเส้น
 - ค. โครงสร้างแบบร่างแห
 - ง. โครงสร้างแบบกึ่งและเส้น

7. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมบัติของโครงสร้างพอลิเมอร์ที่ผลิตเมลาโน

 - ก. ขึ้นรูปแล้วไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้
 - ข. เปลี่ยนรูปร่างกลับไปกลับมาได้
 - ค. จุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ
 - ง. อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน แข็งตัวเมื่อเย็นลง

8. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับเทอร์มอพลาสติก

 - ก. มีโครงสร้างแบบเส้นตรง
 - ข. มีโครงสร้างแบบกึ่งสั้น
 - ค. ละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิด
 - ง. สามารถยืดหยุ่นได้

9. เพราะเหตุใดพลาสติกเทอร์มอเซต เมื่อขึ้นรูปด้วยการผ่านความร้อนหรือแรงดันแล้วจะไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้อีก

 - ก. เพราะพอลิเมอร์มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่โมเลกุลแบบกึ่ง
 - ข. เพราะพอลิเมอร์มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่โมเลกุลแบบเส้น
 - ค. เพราะพอลิเมอร์มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่โมเลกุลแบบร่างแห
 - ง. เพราะพอลิเมอร์มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่โมเลกุลแบบเส้นและแบบกึ่ง

10. พลาสติกที่มีสัญลักษณ์รีไซเคิลหมายเลข 5 นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

 - ก. นำมาใช้ในการผลิตท่อน้ำประปา
 - ข. นำมาใช้ในการผลิตหมวกนิรภัย ไฟจราจร
 - ค. นำมาผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
 - ง. นำไปใช้ในการผลิตฉนวนไฟฟ้า

11. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเป็นสมบัติของยางพารา

 - ก. ยางพาราตีบมีสีดำ
 - ข. ยืดหยุ่นได้ดีกว่ายางสังเคราะห์
 - ค. ไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อมนุษย์
 - ง. ทนความร้อน ทนแดด ทนสารเคมี

12. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับยางธรรมชาติ

 - ก. ยืดหยุ่นได้ดี
 - ข. ทนต่อการสึกกร่อน
 - ค. อุณหภูมิไม่มีผลต่อยาง
 - ง. ทนต่อสารละลายอินทรีย์

13. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการวัลคาไนเซชัน

ก. เป็นกระบวนการฉายรังสีเพื่อให้เกิดเป็นสายโซ่ของพอลิเมอร์เส้นใหม่ที่เกาะอยู่บนพอลิเมอร์เส้นเดิม

ข. เป็นกระบวนการฉายรังสีเพื่อทำให้สายโซ่พอลิเมอร์สั้นลง

ค. เป็นกระบวนการฉายรังสีเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างสายโซ่ของพอลิเมอร์

ง. เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเพิ่มคุณภาพของยาง โดยการเติมกำมะถันลงไป

14. ข้อใดไม่ใช่หลักการของการปรับปรุงผลิตภัณฑ์จากกระบวนการวัลคาไนเซชัน

ก. ยางทำปฏิกิริยากับกำมะถันในปริมาณที่พอเหมาะ

ข. เติมกรดแก่พร้อมกับกำมะถันเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้น

ค. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวของกำมะถัน

ง. กำมะถันที่นำมาทำปฏิกิริยาจะสร้างพันธะโคเวเลนต์เชื่อมระหว่างโซ่พอลิเมอร์

15. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการ Grafting

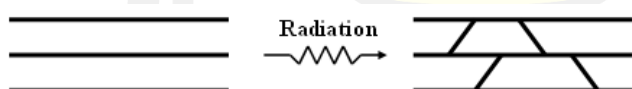
ก. เป็นกระบวนการฉายรังสีเพื่อให้เกิดเป็นสายโซ่ของพอลิเมอร์เส้นใหม่ที่เกาะอยู่บนพอลิเมอร์เส้นเดิม

ข. เป็นกระบวนการฉายรังสีเพื่อทำให้สายโซ่พอลิเมอร์สั้นลง

ค. เป็นกระบวนการฉายรังสีเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างสายโซ่ของพอลิเมอร์

ง. เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเพิ่มคุณภาพของยาง โดยการเติมกำมะถันลงไป

16.



จากรูปข้างต้น เป็นกระบวนการปรับปรุงโครงสร้างพอลิเมอร์แบบใด

ก. Vulcanization

ข. Cross-linking

ค. Degradation

ง. Grafting

17. ข้อใดคือแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษพลาสติกพลาสติกในรูปแบบการนำมาแปรรูปใหม่

ก. Reduce

ข. Reuse

ค. Recycle

ง. Repair

18. ข้อใดคือแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ให้น้อยลง อาจจะใช้วัสดุจากธรรมชาติแทน

ก. Reduce

ข. Reuse

ค. Recycle

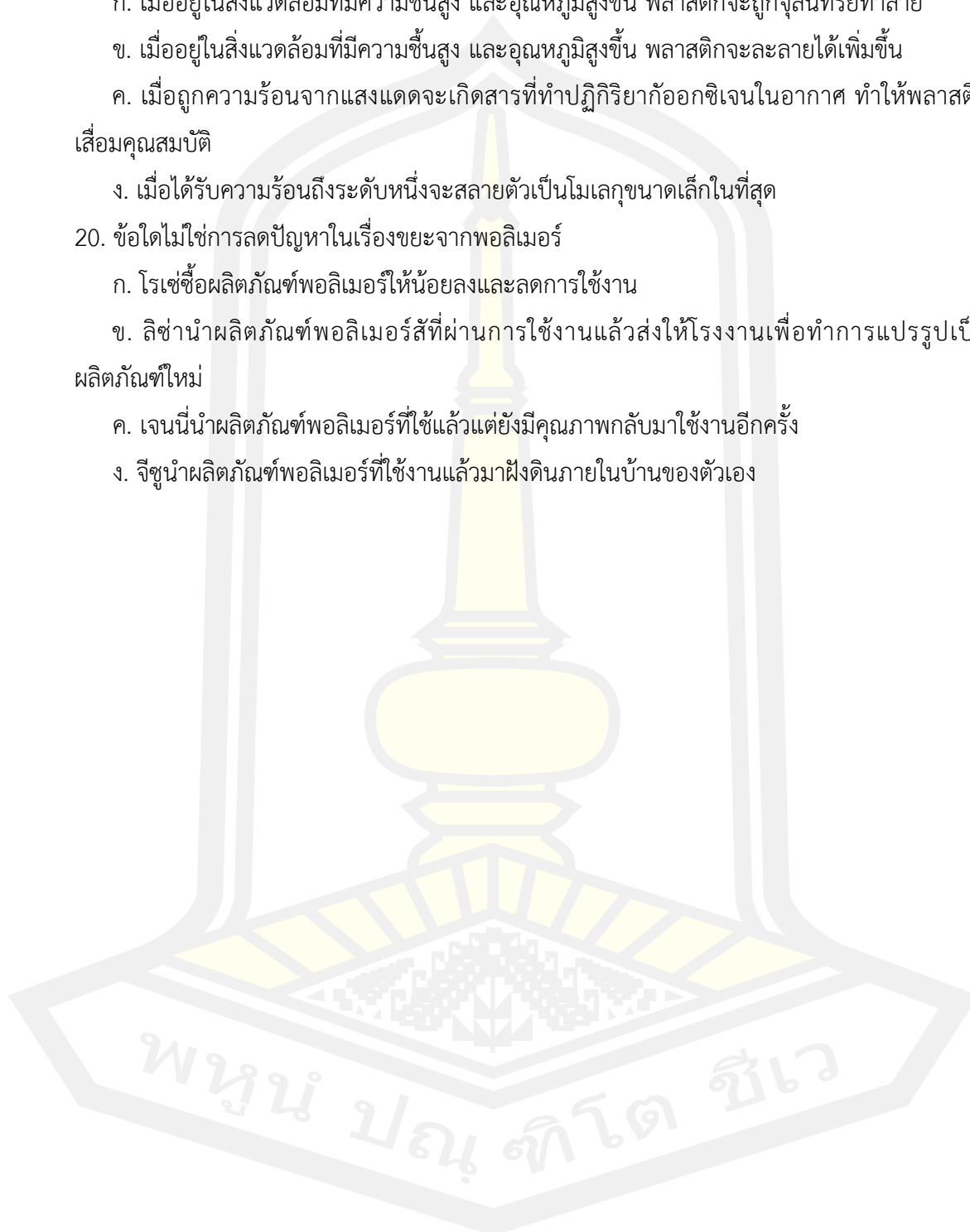
ง. Repair

19. หลักการของการกำจัดพลาสติกแบบใช้ความร้อนคือข้อใด

- ก. เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นสูง และอุณหภูมิสูงขึ้น พลาสติกจะถูกจุลินทรีย์ทำลาย
- ข. เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นสูง และอุณหภูมิสูงขึ้น พลาสติกจะละลายได้เพิ่มขึ้น
- ค. เมื่อถูกความร้อนจากแสงแดดจะเกิดสารที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำให้พลาสติกเสื่อมคุณสมบัติ
- ง. เมื่อได้รับความร้อนถึงระดับหนึ่งจะสลายตัวเป็นโมเลกุลขนาดเล็กในที่สุด

20. ข้อใดไม่ใช่การลดปัญหาในเรื่องขยะจากพอลิเมอร์

- ก. โรเซ่เชื้อผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ให้น้อยลงและลดการใช้งาน
- ข. ลิขานำผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สัที่ผ่านการใช้งานแล้วส่งให้โรงงานเพื่อทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่
- ค. เจนนี่นำผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่ใช้แล้วแต่ยังมีคุณภาพกลับมาใช้งานอีกครั้ง
- ง. จิ๋นนำผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่ใช้งานแล้วมาฝังดินภายในบ้านของตัวเอง



ส่วนที่ 5 ข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของตน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งของนักเรียนหลังจากอภิปรายภายในชั้นเรียน เรื่อง ก้อนน้ำแข็งเทียม

หัวข้อการโต้แย้ง : กระบวนการใช้ก้อนน้ำแข็งเทียมจากพอลิเมอร์กำลังเป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก โดยนำก้อนน้ำแข็งเทียมไปแช่ในตู้เย็นให้แข็งตัว จากนั้นนำมาใส่ในแก้วแล้วเติมเครื่องดื่มที่ขบลงไปจะได้เครื่องดื่มเย็น ๆ จากก้อนน้ำแข็งเทียม นักเรียนคิดว่าก้อนน้ำแข็งเทียมที่ผลิตจากโครงสร้างพอลิเมอร์ชนิดใดจะให้ประสิทธิภาพดีที่สุด (กักเก็บความเย็นได้นาน และทนทาน)

องค์ประกอบการโต้แย้งของฉันท	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น	น้ำแข็งก้อนที่นำมาทดแทนน้ำแข็งจริง ควรทำมาจาก Polymer ชนิดพลาสติก (4) ✓
2. เหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของฉันท	Polymer ชนิดพลาสติกทนทานกว่า Polymer ชนิดอื่น เพราะ Polymer พลาสติกมีหลากหลายชนิด และแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน (3) ✓
3. หลักฐานที่ฉันทจะนำมาใช้โน้มน้าวเพื่อน	Thermoplastic ชนิด Polyethylene (PE) ส่วนมากนำมาใช้ผลิตเป็นพลาสติกในวัตถุประจำวัน เช่น ขวดน้ำดื่ม เนื่องจากมีคุณสมบัติทนความร้อนได้พอสมควร และใส่น้ำสามารถรับความร้อนได้ดี จึงเหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นก้อนน้ำแข็งเทียมที่สุด (4) ✓

องค์ประกอบการโต้แย้งของฉันท	คำตอบ
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความคิดเห็นของฉันท	Polymer ชนิดซิลิโคนทนทานกว่า Silicone น้ำจะแข็งตัวช้ากว่าในการนำมาสกัดก้อนน้ำแข็งเทียม เนื่องจาก Silicone ทนต่ออุณหภูมิความร้อน (3) ✓
5. เหตุผลที่ฉันทจะทำการโน้มน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉันท	Silicone ทนต่ออุณหภูมิความร้อนได้ แต่ทนต่อสารละลายกรด ไม่ได้ดี และ Silicone จะเกิดกรดที่รุนแรงคือ NaOH หรือสารละลายจากกรด (3) ✓

รูปที่ 5 ตัวอย่างใบกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

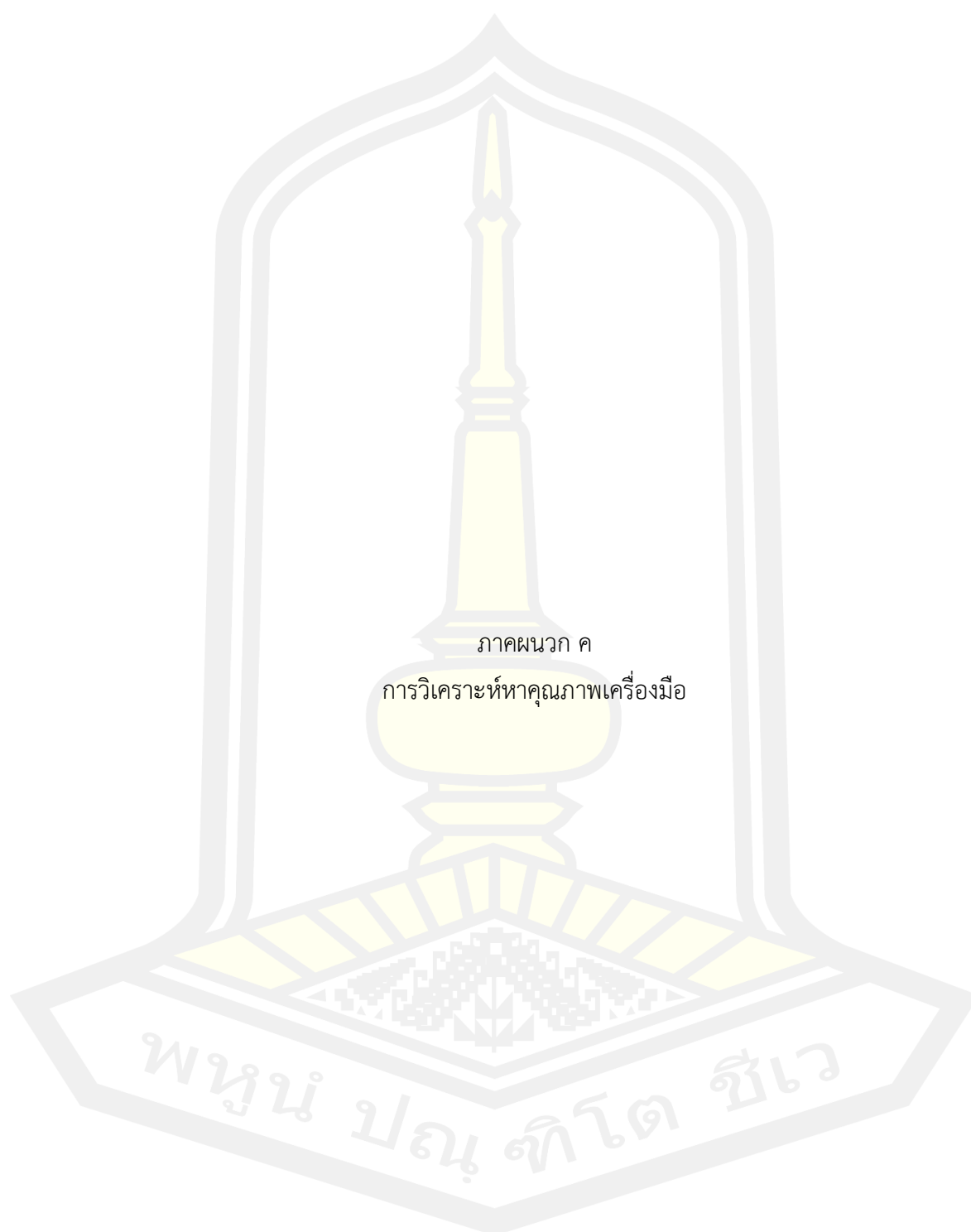
1. สถานการณ์ที่ 1

การบ่มผลไม้ คือการเร่งให้เกิดการสุกเร็วกว่าการสุกตามธรรมชาติ เป็นวิธีที่พ่อค้าแม่ค้าส่วนใหญ่ มักจะใช้ในการทำให้ผลไม้สุกได้เร็วเพื่อขายให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งการบ่มผลไม้มีหลากหลายวิธีการ ถ้านักเรียนต้องการบ่มผลไม้ให้สุกได้เร็วที่สุด จะใช้วิธีการใด

องค์ประกอบ การโต้แย้งของฉันท	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับ ประเด็น	ใช้ไฟอบกับผลไม้ด้วยวิธีการใช้ตัวครอบไว้กับภาชนะบรรจุผลไม้ เพื่อให้ผลไม้สุกได้เร็วที่สุด (4) ✓
2. เหตุผลที่สนับสนุนแนวคิด ของฉันท	ใช้ไฟอบกับผลไม้ด้วยวิธีการใช้ตัวครอบไว้กับภาชนะบรรจุผลไม้ เพื่อให้ผลไม้สุกได้เร็วที่สุด (3) ✓
3. หลักฐานที่ฉันทจะนำมาใช้ โน้มน้าวเพื่อน	ถ้าผลไม้สุกได้เร็วกว่าตามธรรมชาติใช้ไฟอบกับผลไม้ เพื่อให้ผลไม้สุกได้เร็วที่สุด (3) ✓
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความ คิดเห็นของฉันท	ถ้าผลไม้สุกได้เร็วกว่าตามธรรมชาติใช้ไฟอบกับผลไม้ เพื่อให้ผลไม้สุกได้เร็วที่สุด (3) ✓
5. เหตุผลที่ฉันทจะทำการโน้มน้าว เพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉันท	ถ้าผลไม้สุกได้เร็วกว่าตามธรรมชาติใช้ไฟอบกับผลไม้ เพื่อให้ผลไม้สุกได้เร็วที่สุด (3) ✓

รูปที่ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

พูน ปณ จิต ชีวะ



ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง รายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนที่ 1 - แผนที่ 8 โดย
ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ แผนการจัดการเรียนรู้								รวม	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1. สารการเรียนรู้										
1.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้	4.60	4.60	4.80	4.60	4.60	4.80	4.80	4.80	4.70	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับวัย ของนักเรียน	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.60	4.60	4.30	มาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้										
2.1 สอดคล้องกับ เนื้อหา	5.00	5.00	4.80	5.00	4.80	4.60	5.00	5.00	4.90	มากที่สุด
2.2 เหมาะสมกับวัย ของนักเรียน	4.20	4.20	4.20	4.20	4.00	4.00	4.60	4.60	4.25	มาก
2.3 สามารถใช้วัด พฤติกรรมของ ผู้เรียนได้จริง	3.80	4.00	3.80	3.80	4.00	4.00	4.00	4.00	3.93	มาก
3. เนื้อหา										
3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้	4.40	4.40	4.20	4.40	4.20	4.20	4.40	4.40	4.33	มาก
3.2 เหมาะสมกับ ระดับชั้นของ นักเรียน	4.00	4.20	4.20	4.00	4.00	4.20	4.40	4.40	4.18	มาก

ตารางที่ 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ แผนการจัดการเรียนรู้								รวม	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8		
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้										
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.60	4.60	4.40	4.40	4.60	4.60	4.60	4.80	4.58	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมของแผนสร้างความสนใจได้ดี	4.40	4.20	4.00	4.20	4.20	4.40	4.60	4.60	4.33	มาก
5. สื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้										
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.60	4.40	4.20	4.45	มาก
5.2 สื่อน่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.60	4.40	4.40	4.48	มาก
6. การวัดและประเมินผล										
6.1 สามารถวัดได้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	4.20	4.00	4.00	4.20	4.20	4.40	4.40	4.18	มาก
6.2 การวัดที่ระบุความสามารถประเมินได้	3.80	3.80	4.00	4.20	4.00	4.20	4.20	4.00	4.03	มาก
6.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.40	4.20	4.40	4.40	4.20	4.40	4.00	4.00	4.25	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.33	4.31	4.27	4.30	4.30	4.36	4.46	4.44	4.35	มาก

ตารางที่ 24 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
สาระการเรียนรู้	4.50	0.28	มาก
จุดประสงค์การเรียนรู้	4.36	0.49	มาก
เนื้อหา	4.26	0.11	มาก
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.46	0.18	มาก
สื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.46	0.02	มาก
การวัดและประเมินผล	4.15	0.11	มาก
รวม	26.19	1.19	
ค่าเฉลี่ย	4.35	0.20	มาก

ตารางที่ 25 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	0	1	0	1	3	0.6	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปรผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	สรุปผล
1	0.60	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.67	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.57	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.60	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.55	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.34	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.48	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.44	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมี ค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.34 – 0.67 และอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.31 – 0.50 ค่าความเชื่อมั่น (α) ทั้งฉบับของแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 27 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	1	0	0	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
33	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
35	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
37	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
39	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
40	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง

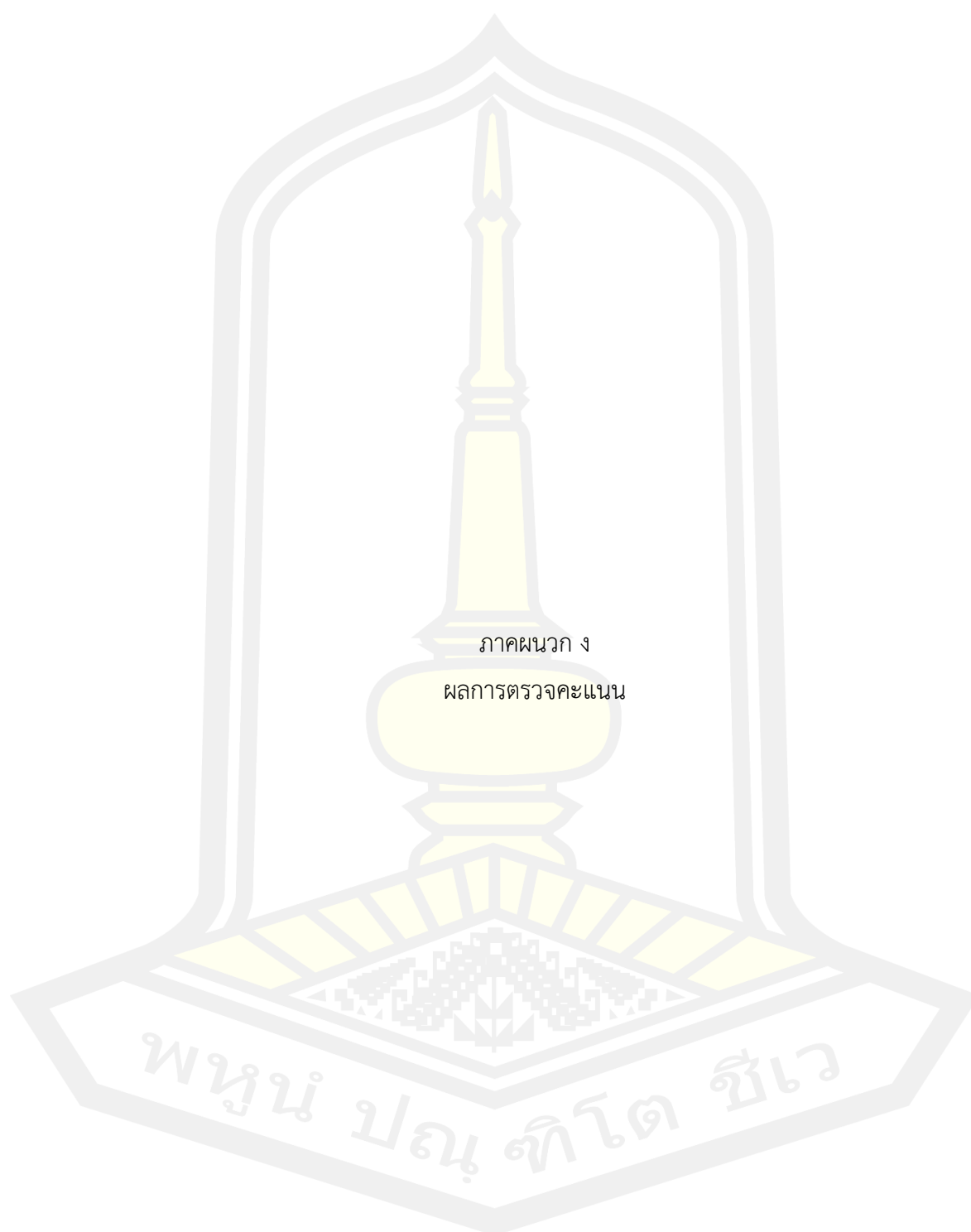
ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปรผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	สรุปผล
1	0.63	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.67	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.57	ใช้ได้	0.09	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
4	0.30	ใช้ได้	0.15	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
5	0.30	ใช้ได้	0.12	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
6	0.27	ใช้ได้	0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
7	0.43	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.50	ใช้ได้	0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
9	0.70	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.47	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
11	0.43	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.23	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
13	0.27	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.30	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.33	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.53	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	ค่าความยากง่าย	แปรผล	สรุปผล
17	0.70	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.67	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.53	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.37	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.30	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.23	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.27	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.33	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.63	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.40	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.23	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.30	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.30	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.27	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.33	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.77	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.67	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.73	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.77	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.73	ใช้ได้	0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
37	0.53	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.43	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.77	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.77	ใช้ได้	0.03	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง

เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.23 – 0.77 และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.22 – 0.67 ค่าความเชื่อมั่น (r) ทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.82



ตารางที่ 29 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 8 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การได้แย่งรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน																สัดส่วนคะแนน		รวม (100)
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		60:40		
	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
1	8	5	11	3	12	3	11	3	14	5	14	5	15	4	17	5	38.25	26.40	64.65
2	6	3	7	2	10	4	10	4	13	3	15	4	14	3	16	3	34.13	20.80	54.93
3	10	3	12	4	12	4	14	5	15	5	16	6	16	5	18	5	42.38	29.60	71.98
4	10	4	11	4	14	5	15	5	16	5	16	8	16	4	18	5	43.50	32.00	75.50
5	6	3	12	3	14	3	14	4	16	3	15	6	18	4	20	5	43.13	24.80	67.93
6	8	3	8	3	12	3	13	3	15	3	16	7	16	4	18	5	39.75	24.80	67.93
7	8	4	10	4	15	3	15	4	15	5	18	7	20	5	20	5	45.38	29.60	74.98

ตารางที่ 29 (ต่อ)

คน ที่	คะแนนระหว่างเรียน										สัดส่วนคะแนน		รวม (100)						
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6			แผนที่ 7		แผนที่ 8		60:40	
	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)		ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)
8	7	5	11	3	11	4	14	5	16	4	16	6	18	4	18	5	41.63	28.80	70.43
9	7	5	10	2	13	3	15	3	16	4	18	5	18	4	18	4	43.13	24.00	67.13
10	8	6	12	4	12	2	14	3	16	2	15	6	16	4	17	4	41.25	24.80	66.05
11	10	6	14	3	13	4	15	3	15	3	16	7	18	4	18	5	44.63	28.00	72.63
12	10	8	13	5	15	5	15	5	16	4	18	6	20	5	20	5	47.63	34.40	82.03
13	8	8	10	5	11	3	14	4	16	4	16	5	20	5	19	5	42.75	31.20	73.95
14	5	7	7	5	11	4	12	4	14	3	14	8	18	5	18	5	37.13	32.80	69.93
15	6	6	10	3	11	3	14	4	14	5	15	6	16	5	18	5	39.00	29.60	68.60
16	8	5	12	4	14	3	16	3	15	2	15	6	16	4	17	5	42.38	25.60	67.98
17	10	7	14	5	16	4	16	4	16	3	18	8	20	5	20	5	48.75	32.80	81.55

ตารางที่ 29 (ต่อ)

คนที่		คะแนนระหว่างเรียน										สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5					แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	ใบบททดสอบย่อย (20)	ใบบททดสอบย่อย (10)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)	ใบบททดสอบย่อย (5)

ตารางที่ 29 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน												สัดส่วนคะแนน		รวม (100)			
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7			แผนที่ 8		
	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		
28	10	7	14	3	16	2	18	3	18	4	20	8	20	5	20	51.00	29.60	80.60
29	12	8	14	3	16	5	16	4	18	4	20	9	20	5	20	51.00	34.40	85.40
30	4	5	7	1	10	2	12	3	11	3	12	3	14	3	15	31.88	18.40	50.28

ตารางที่ 29 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน										สัดส่วนคะแนน		รวม (100)						
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6			แผนที่ 7		แผนที่ 8		60:40	
	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)		ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (20)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)
ΣX	252	171	334	101	395	102	429	111	462	112	482	187	520	134	551	140	1284.38	846.40	2130.78
$\bar{X}$	8.40	5.70	11.13	3.37	13.17	3.40	14.30	3.70	15.40	3.73	16.07	6.23	17.33	4.47	18.37	4.67	42.81	28.21	71.03
S.D.	2.04	1.62	2.26	1.07	2.00	0.89	1.84	0.79	1.45	0.98	1.86	1.59	1.90	0.63	1.38	0.61	4.82	4.37	8.44
ร้อยละ	42.00	57.00	55.67	67.33	65.83	68.00	71.50	74.00	77.00	74.67	80.33	62.33	86.67	89.33	91.83	93.33	71.35	70.53	71.03

ตารางที่ 30 คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	องค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์					รวม (80)	ร้อยละ
	ข้ออ้าง (16)	เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (16)	หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (16)	ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (16)	การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (16)		
1	12	10	8	10	7	47	58.75
2	14	12	10	10	6	52	65.00
3	14	10	7	10	6	47	58.75
4	16	13	8	8	4	49	61.25
5	14	12	12	10	6	54	67.50
6	16	12	10	9	8	55	68.75
7	16	16	11	12	8	63	78.75
8	16	16	12	10	9	63	78.75
9	14	14	12	8	6	54	67.50
10	14	12	8	10	5	49	61.25
11	16	15	11	14	7	63	78.75
12	16	16	12	14	10	68	85.00
13	14	10	6	12	4	46	57.50
14	16	16	12	16	9	69	86.25
15	14	11	8	9	6	48	60.00
16	14	12	12	10	6	54	67.50
17	16	16	14	14	9	69	86.25
18	16	16	14	12	8	66	82.50
19	16	12	8	10	5	51	63.75
20	16	14	12	14	10	66	82.50

ตารางที่ 30 (ต่อ)

คนที่	องค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์					รวม (80)	ร้อยละ
	ข้ออ้าง (16)	เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (16)	หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (16)	ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (16)	การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (16)		
21	12	12	9	10	6	49	61.25
22	16	16	12	14	10	68	85.00
23	16	14	10	10	6	56	70.00
24	16	14	12	12	10	64	80.00
25	14	13	11	10	4	52	65.00
26	16	14	14	16	9	69	86.25
27	16	16	14	14	14	74	92.50
28	16	16	14	15	12	73	91.25
29	16	14	14	14	14	72	90.00
30	12	10	8	10	6	46	57.50
$\bar{X}$	15.00	13.47	10.83	11.57	7.67	58.53	73.17
S.D.	1.36	2.13	2.38	2.36	2.68	10.91	
ร้อยละ	93.75	84.17	67.71	72.29	47.92	58.53	

ตารางที่ 31 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง วิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)
1	12	16	10
2	11	17	17
3	13	18	16
4	12	19	11
5	16	20	17
6	12	21	10
7	17	22	16
8	15	23	15
9	13	24	16
10	13	25	14
11	16	26	16
12	15	27	18
13	12	28	18
14	16	29	17
15	10	30	10
ΣX		14.13	
$\bar{X}$		2.62	
S.D.		70.67	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	พิมพ์ผกา คำอาจ
วันเกิด	22 พฤษภาคม 2539
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	196/8 บ.นาทุ่ง ต.เขาพระนอน อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ พ.ศ. 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2564 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ตามหลักสูตรมหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูน ปณ จิตโต ชีวะ