



การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

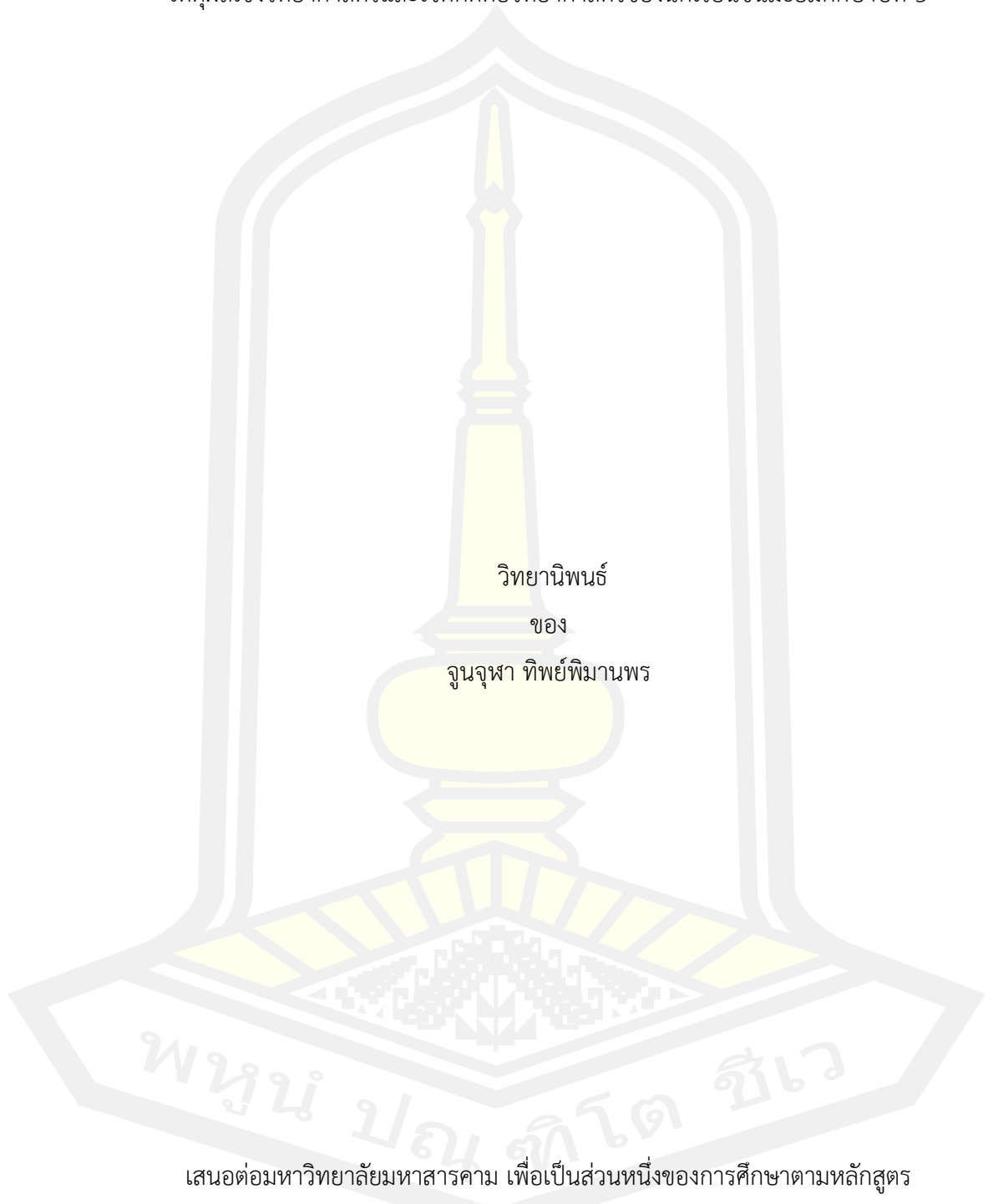
วิทยานิพนธ์
ของ
จูนจุฬา ทิพย์พิมานพร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กรกฎาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์
ของ
จุนจุฬา ทิพย์พิมานพร

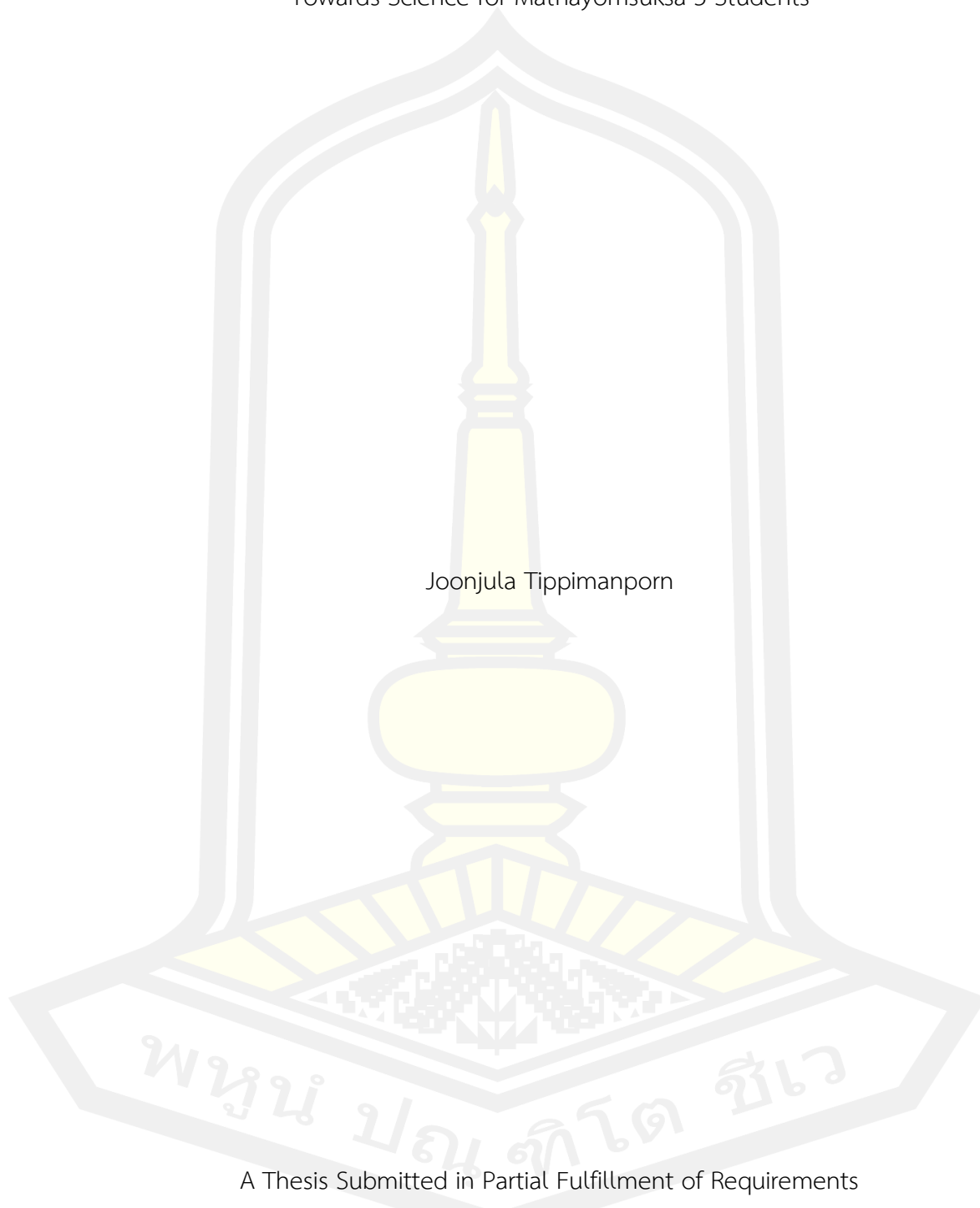
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กรกฎาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Argument-Driven Inquiry Base on Learning Scientific Reasoning Ability and Attitude
Towards Science for Mathayomsuksa 5 Students

Joonjula Tippimanporn



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

July 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวจุนจุฬา ทิพย์พิमान
พร แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

..... กรรมการ

(ผศ. ดร. วิทยา วรพันธุ์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ปิยะธิดา ปัญญา)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
ผู้วิจัย	จุนจุฬา ทิพย์พิมานพร		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

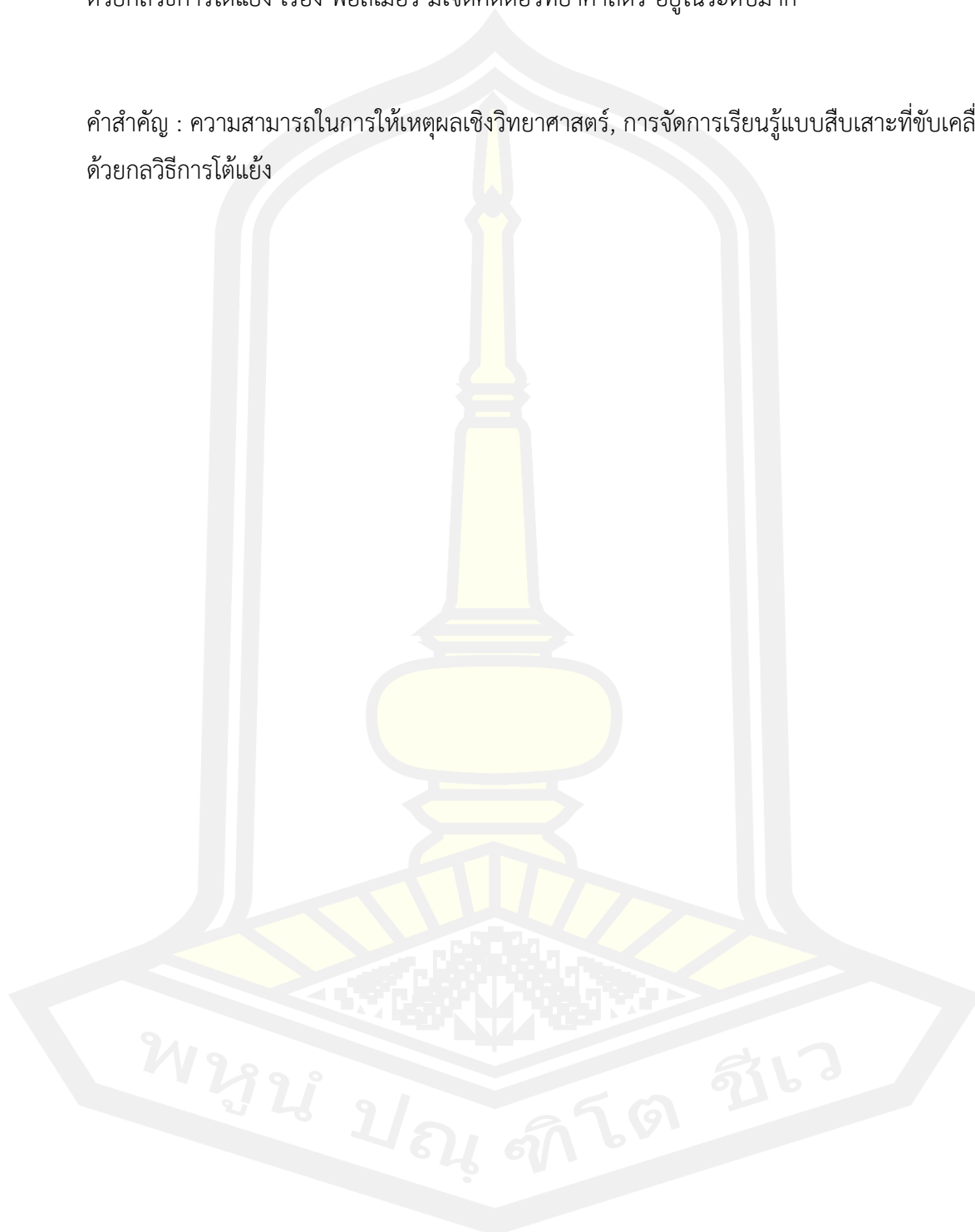
บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบมี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง



TITLE	Argument-Driven Inquiry Base on Learning Scientific Reasoning Ability and Attitude Towards Science for Mathayomsuksa 5 Students		
AUTHOR	Joonjula Tippimanporn		
ADVISORS	Assistant Professor Kanyarat Cojorn , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare scientific reasoning ability of Mathayomsuksa 5 students through Argument-Driven Inquiry (ADI) with 70 percent criteria and 2) to study attitude towards sciences on the topic of polymer of grade 11 through Argument-Driven Inquiry (ADI). The samples used in this study were 30 grade 11 students in chemistry classroom of the second semester, Kamalasai school. The cluster random sampling technique was used for select the sample. The research instruments included 1) the 9 lesson plans on the topic of polymer from the argument-driven inquiry learning method, 2) the 6 questions from the scientific reasoning test consist of 1) the short answer of the situation and 2) the scientific reasoning for explanation their answers, and 3) the 20 questions from Likert Scale's attitude toward sciences. Statistics used in this study consist of means, percentage, standard deviation and one sample t-test.

The research finding were as following :

1) Mathayomsuksa 5 students who have been learning by teaching management through Argument-Driven Inquiry (ADI) on the topic of polymer having scientific reasoning ability higher than 70 percent criteria with the statistically significant of .05 level.

2) Mathayomsuksa 5 students who have been learning by teaching management through Argument-Driven Inquiry (ADI) on the topic of polymer having attitude towards sciences was high level.

Keyword : Scientific reasoning ability, Argument-Driven Inquiry (ADI)



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร อาจารย์ที่ปรึกษา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ที่ให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการในการสอบ วิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม นางพวงลดา วรสาร และ นางสาวจุฬาลักษณ์ ทิพวัน ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนกมลลาไสย คณะครู และนักเรียนโรงเรียนกมลลาไสย อำเภอกมลลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล ในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

จูนจุฬา ทิพย์พิมานพร

พหุบัณฑิต โสว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนกมลาลัย	7
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.....	17
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	24
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44

กรอบแนวคิดการวิจัย	49
บทที่ 3	50
วิธีดำเนินการวิจัย	50
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	50
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	50
การสร้างและหาคุนภาพเครื่องมือ	51
การเก็บรวบรวมข้อมูล	62
การวิเคราะห์ข้อมูล	63
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
บทที่ 4	68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	69
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	69
บทที่ 5	76
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	76
ความมุ่งหมายของการวิจัย	76
สรุปผล	76
อภิปรายผล	76
ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก	89
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	90
ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง	92

ภาคผนวก ค แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	115
ภาคผนวก ง แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	120
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย	123
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	136
ภาคผนวก ช ผลงานนักเรียนและภาพกิจกรรม	140
ประวัติผู้เขียน.....	148

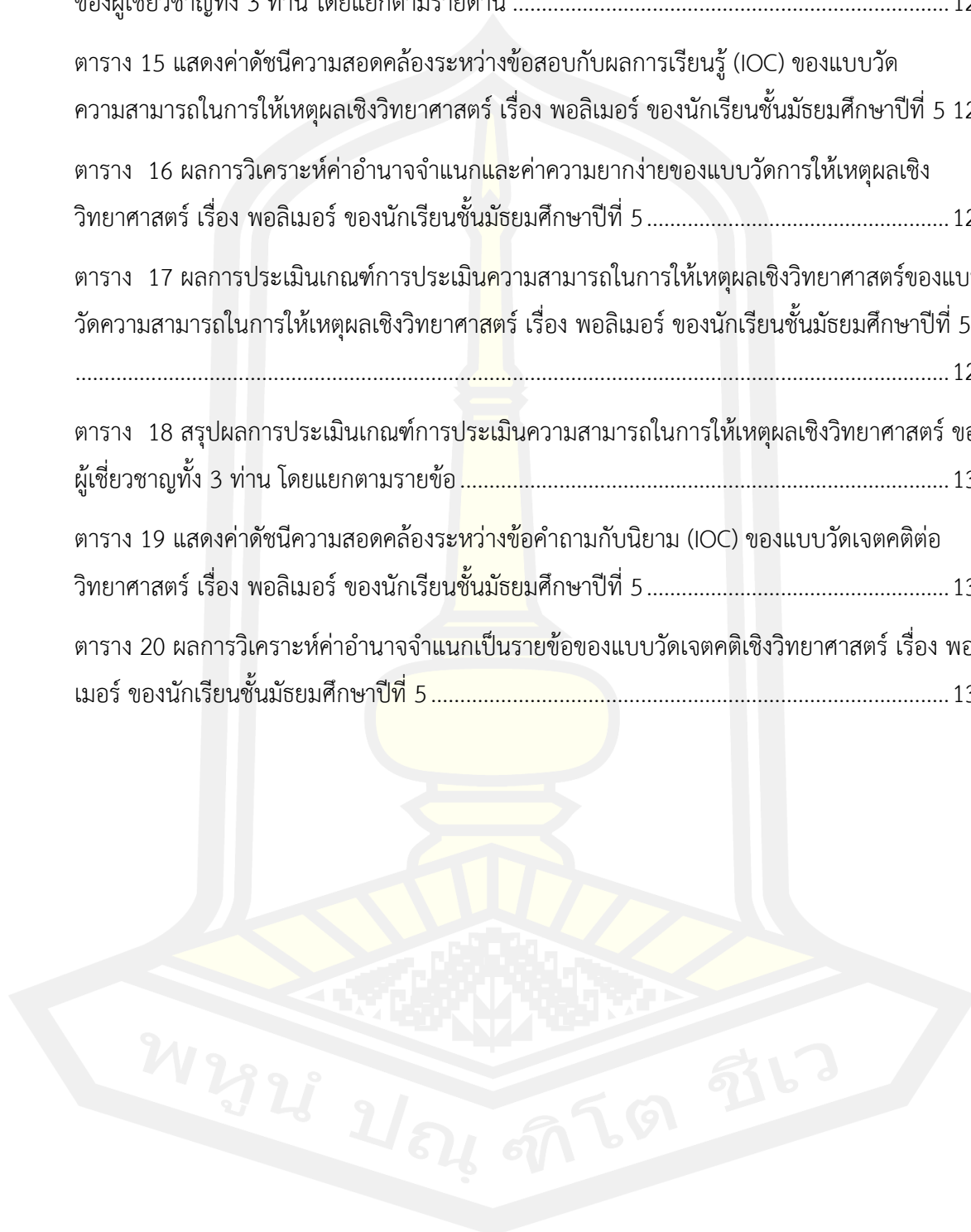


สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การวิเคราะห์โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เวลาในการสอนและน้ำหนักคะแนน วิชา ว 30230 เคมี 5 (เพิ่มเติม) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	14
ตาราง 2 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนในการเรียนด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง	23
ตาราง 3 เปรียบเทียบประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	27
ตาราง 4 แสดงลักษณะสำคัญรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เชิง วิทยาศาสตร์.....	36
ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์.....	51
ตาราง 6 กรอบการสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามประเภทของการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์.....	57
ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินตามระดับองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	58
ตาราง 8 รายละเอียดขององค์ประกอบและจำนวนข้อในแบบวัดเจตคติ	60
ตาราง 9 แสดงรูปแบบของการวิจัย	62
ตาราง 10 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 30 คน โดยแยกตาม องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน ด้านการ คาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และด้านการสร้างข้อสรุป	69
ตาราง 11 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง วิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test	71
ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.....	73
ตาราง 13 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง.....	126

ตาราง 14 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน	127
ตาราง 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ (IOC) ของแบบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 128	128
ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	128
ตาราง 17 ผลการประเมินเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	129
ตาราง 18 สรุปผลการประเมินเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกตามรายข้อ	131
ตาราง 19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยาม (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	132
ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิ เมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	134



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดที่แสดงโครงสร้างส่วนประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินคุณภาพของข้อโต้แย้ง.....	21
ภาพประกอบ 2 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	49
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมที่ 1 แบบบันทึกข้อโต้แย้งชั่วคราว.....	141
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมที่ 2 การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์.....	141
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ.....	142
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่าง Mind Mapping.....	142
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการตอบคำถามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1.....	143
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างการตอบคำถามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5.....	144
ภาพประกอบ 9 การสืบค้นและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีโต้แย้ง.....	145
ภาพประกอบ 10 กิจกรรมการโต้แย้งในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง	146
ภาพประกอบ 11 วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง.....	147

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาการอย่างก้าวกระโดดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literate person) (Bou Jaoude, 2002) การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์นั้น คือผู้ที่มีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจกระบวนการสืบเสาะและตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิต และตัดสินใจต่อปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญของการเป็นผู้รู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีส่วนสำคัญในการพัฒนาให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่สามารถแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วม และตัดสินใจในประเด็น หรือข้อถกเถียงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างรอบรู้และมีเหตุผล (Kolsto, 2001) นอกจากนั้นแล้วยังเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 1989) เพื่อนำการคิดอย่างมีเหตุผลไปสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ โดยจุดเน้นหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น (Osborne, 2007)

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ระหว่างปี 2000 จนถึงปี 2018 ผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ในทุกครั้งของการประเมิน ผลการประเมินล่าสุดในปี 2018 ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 426 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ได้ตั้งไว้ที่ 489 คะแนน และส่วนใหญ่อยู่ในระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ระดับที่ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ ซึ่งหมายความว่า นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนได้ และแปลผลจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายได้ แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายและประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายหรือซับซ้อนได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจได้ นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการมีความเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ใน

ระดับสูงได้ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

การเรียนวิชาเคมีเป็นแขนงในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและสสาร และมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ถ้าการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมี สามารถทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีเข้ากับชีวิตประจำวันได้ และแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการมีความเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จะทำให้นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ แม้ว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่ที่ผ่านมาจากในปีการศึกษา 2562-2563 การรายงานการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกมลาลัย มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 26.31 และ 28.87 และมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 แสดงถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมียังคงมีปัญหาและอุปสรรคไม่ว่าจะเป็นปัญหาในรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนส่วนใหญ่ใช้รูปแบบบรรยาย ทำให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหามากกว่าการให้เหตุผล ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนและขาดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ จึงไม่สามารถบรรลุตามเป้าหมายของการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) จากหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ที่ได้เน้นถึงการเรียนวิทยาศาสตร์ไปสู่การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคนในประเทศ ทั้งด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่มีความเหมาะสมต่อช่วงวัยและสอดคล้องกับความต้องการกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำลังเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในปัจจุบันและอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาของไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ผู้สอนจึงต้องเป็นผู้วางแผนวิธีการสอนใหม่ ๆ ที่นำเอาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มาผนวกกับการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน โดยนำเอาการโต้แย้งที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลมาเป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยที่จะต้องเน้นการสืบเสาะ การพิสูจน์หลักฐาน การอ้างอิง การให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ แล้วจึงจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ซับซ้อนได้

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลมีหลากหลายวิธี เช่น การเรียนรู้แบบอนุমানเบื้องต้น การเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท การจัดการเรียนรู้แบบโต้แย้ง เนื่องจากในชั้นการสอน ผู้สอนจะมีการนำเสนอประเด็นโต้แย้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนได้คาดคะเนคำตอบ ล่วงหน้าหรือตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ หากความรู้เดิมของนักเรียนไม่เหมาะสมกับการทำนายจะเป็นแนวทางให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลของการสร้างหลักฐานนั้น นำไปสู่ขั้นปฏิบัติที่ผู้เรียนมีการพิสูจน์สมมติฐาน (ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ, 2559) ซึ่งในงานวิจัยของทศพล สุวรรณพุ่ม (ทศพล สุวรรณพุ่ม, 2562) ได้ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ครูควรนำเสนอสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและเนื้อหาในบทเรียน และสนับสนุนการแสดงถึงข้อกล่าวอ้างหลักฐาน การให้เหตุผล และข้อสรุปของนักเรียนในการโต้แย้ง และสนับสนุนให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลในการเขียนรายงานหรือการประเมินชิ้นงานได้ พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 73.44 ฉะนั้นจะพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถกเถียงในประเด็นของชิ้นเรียนร่วมกันเปรียบเสมือนการใช้เหตุผลมาอธิบายเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยมีหลักฐานที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนข้อสรุปนั้นให้เป็นที่ยอมรับร่วมกันอีกด้วย

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument driven inquiry; ADI) โดยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีลำดับขั้นการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน และขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน ซึ่งมีลักษณะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้งที่สนับสนุน คำอธิบายสำหรับคำถามหรือปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะรวบรวมหาหลักฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสื่อสาร และให้เหตุผลกับผู้อื่นในช่วงการอภิปรายเชิงโต้ตอบ เขียนรายงานการตรวจสอบเพื่อแบ่งปัน และจัดทำเอกสารรายงานและมีส่วนร่วมในการทบทวนข้อมูลทั้งหมดเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง (Sampson et al., 2011)

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ความสำคัญของการวิจัย

เป็นแนวทางสำหรับคุณครูในการพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี หรือวิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ ให้เหมาะสมกับบริบทต่อไป

สมมติฐานของการวิจัย

ความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกมลไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2564 จำนวน 10 ห้อง รวม 350 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนกมลไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

5. ข้อจำกัด

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 สถานการณ์การเรียนรู้ออนไลน์ (Online) และการเรียนรู้แบบปกติ (Onsite)

6. ตัวแปรที่ศึกษา

6.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรจัดกระทำ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

6.2 ตัวแปรตาม

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หมายถึง การจัดการ เรียนรู้ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้นักเรียนสืบค้นตรวจสอบหลักฐาน ให้เหตุผล และ สร้างข้อสรุป เพื่อนำไปสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งนำไปสู่การ สร้างข้อสรุปที่เป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุนิยามงาน ในขั้นนี้ผู้สอนกระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียนในเรื่องที่จะสอนโดยใช้การถามคำถามหรือประเด็นปัญหา และระบุนิยามงานให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนต้องเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอและคิดเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนมาแล้วกับสิ่งที่กำลังจะศึกษา

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้ผู้เรียนทำการออกแบบสืบค้น ตรวจสอบ เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ พร้อมทั้งเขียนสรุปผลการสำรวจ ตรวจสอบ โดยผู้สอนให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่ผู้เรียน โดยอธิบายหรือให้แนวทางในสิ่งที่ผู้เรียนสงสัย

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ในขั้นนี้ผู้เรียนทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อสรุป อ่างหลักฐานและการให้เหตุผล โดยผู้สอนแนะนำการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลของข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอข้อโต้แย้ง แลกเปลี่ยนข้อโต้แย้งร่วมกันเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ในขั้นนี้ให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลซึ่งประกอบด้วยแสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยผู้สอนมอบหมายและชี้แจงรูปแบบการเขียนรายงานและให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน ในขั้นนี้ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมในแต่ละประเด็น พร้อมให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนเป็นรายบุคคล ตามเกณฑ์การประเมินที่ให้พร้อมกับเขียนข้อเสนอแนะเพื่อสะท้อนสิ่งที่บกพร่องไปสำหรับนำไปปรับปรุงรายงานต่อไป

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน ขั้นสุดท้ายนี้ให้นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อนเพื่อให้รายงานมีความถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้สอนเก็บรวบรวมรายงานของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนเจ้าของรายงานแก้ไขเรียบร้อยแล้ว และตรวจให้คะแนน

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) หมายถึง กระบวนการในการสร้างข้อสรุป แนวคิด หรือโมเดลขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง พอลิเมอร์ จากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งอาจเกิดจากการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ แล้วสรุปเป็นข้อความที่มีเหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รวมอยู่ด้วย ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบมี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 โดยวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบประเมินประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน

2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือของบุคคลในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์รวมถึงผลกระทบต่อในด้านต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจ ความรู้สึก และพฤติกรรม



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนกมลาลัย
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
3. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนกมลาลัย

1. ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ ระบุว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีสาระสำคัญ ดังนี้ เป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ , 2560)

2. เป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 2.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

3.1 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

1) สาระในองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสาระสำคัญ 4 สาระ ดังนี้
 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่พลังงาน และคลื่น

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ เสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

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

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

3.2 วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

1) สาระในองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสาระสำคัญ 4 สาระ ดังนี้
สาระชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิบัติการเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความ

หลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพและพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงแผ่นดินไหว และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงาน ความร้อนของโลกการเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาดำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

4. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน ศึกษาสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ สูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์ ประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ตาม ระบบ IUPAC เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เปรียบเทียบจุดเดือด

และการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน การนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม ศึกษาประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ ประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ ผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ ตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

5. ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน
2. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์ วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
3. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
4. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC
5. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ
6. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน
7. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
8. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

9. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
10. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม
11. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์
12. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
13. ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
14. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์
15. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข
16. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม
17. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ
18. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
19. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

ตาราง 1 การวิเคราะห์โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เวลาในการสอนและ
น้ำหนักคะแนน วิชา ว 30230 เคมี 5 (เพิ่มเติม) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	สารประกอบ อินทรีย์	1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบ อินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบ ในชีวิตประจำวัน	32	35

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
		2. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์ วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของ สารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน		
		3. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของ สารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน		
		4. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC		
		5. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ		
		6. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและการ ละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน		
		7. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและ เขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยากับ โบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกา เนต		
		8. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอ สเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน		
		9. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดร ลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน		
		10. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำ สารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม		

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
2	พอลิเมอร์	<p>11. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์</p> <p>12. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์</p> <p>13. ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์</p> <p>14. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์</p> <p>15. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข</p>	14	20
3	การบูรณา การความรู้ ทางเคมี	<p>16. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม</p> <p>17. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ</p> <p>18. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>19. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ</p>	13	15
รวมระหว่างภาค			59	70
สอบปลายภาค			1	30
รวมทั้งสิ้น			60	100

จากข้างต้นสรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ถือเป็นต้นแบบหรือแนวทางในการที่ผู้สอนจะสามารถนำเนื้อหาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสามารถออกแบบได้หลากหลายตามแนวความคิดผู้สอนเพียงแต่ใช้หลักสูตรแกนกลางเป็นกรอบในการดำเนินการสอนในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1. ที่มาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มผู้วิจัย รูปแบบการเรียนการสอนนี้ออกแบบขึ้นเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ การใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียนและสะท้อน ถึงผลการปฏิบัติงาน โดยมีการผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และ ทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน (Walker & Sampson, 2010) นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านสาระ ปฏิบัติการและคุณลักษณะ ด้วยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วย การลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากประสบการณ์ ที่ได้จากปฏิบัติการ การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) ได้ทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ในงานวิจัยที่ชื่อว่า Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs โดยเป้าหมายความสำเร็จของการเรียนการสอนรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (Sampson et al., 2011) มีดังต่อไปนี้

- (1) กรอบความสำเร็จของประสบการณ์ ที่ได้จากปฏิบัติการมาจากความพยายามพัฒนาความรู้ความเข้าใจและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สำหรับปรากฏการณ์ ธรรมชาติ
- (2) ส่งเสริมการเรียนรู้ส่วนบุคคลโดยการสร้างข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงไปสู่การตัดสินใจเพื่ออธิบายข้อคำถาม หรือข้อสรุปของกระบวนการสืบเสาะ
- (3) เปิดโอกาสให้แก่ นักเรียนในการเรียนรู้ทั้งการกำหนดเป้าหมาย การสนับสนุนการประเมินค่า และการทบทวนแนวคิดเพื่ออภิปรายและเขียนคำอธิบาย
- (4) สร้างชั้นเรียนที่มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในด้านคุณค่าของหลักฐานด้านการคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ ข้อสงสัย และแนวทางของการคิดแบบใหม่

สรุปได้ว่าที่มาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มาจากการพัฒนาขึ้นโดยกลุ่มนักวิจัยเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ การใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียนและสะท้อน ถึงผลการปฏิบัติงาน โดยมีการ

ผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และ ทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน พร้อมทั้งให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากประสบการณ์ (Brandon, 2010) โดยรากฐานสำคัญของการพัฒนา ทฤษฎีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ คือทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่กล่าวถึง การเรียนรู้ว่าบุคคลจะพยายาม นำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็น มาสร้าง เป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ที่เกิดขึ้นในสมองของผู้เรียนจากความสัมพันธ์ของ ประสบการณ์สัมผัสของ ผู้เรียนกับโลกภายนอกและเกิดกระบวนการดูดซึม (Assimilation) โครงสร้างทาง ปัญญาของบุคคลคงเดิมและมั่นคงยิ่งขึ้นหากการใช้ความรู้เดิมของตนทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง แต่ หากการคาดคะเนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะสงสัย คับข้องใจ และผ่านกระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายต่อตนเอง (ศศิธร วิทยะสิรินันท์ และคณะ, 2544)

แนวคิดโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ มีพื้นฐานความเชื่อว่าความรู้คือสิ่งที่นักเรียน สร้างขึ้น เองได้ แต่เกิดจากบริบททางสังคม วัฒนธรรม การสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Crowl et al., 1997) มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ทั้งสิ่งแวดล้อมทาง ธรรมชาติ ดังนั้น พัฒนาการทางเขาวนปัญญาของแต่ละบุคคลจะได้รับอิทธิพลจากสิ่งเหล่านี้โดยตรงและผ่านการมี ปฏิสัมพันธ์ และระบบของภาษา การที่นักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้นั้นเกิดจากการแลกเปลี่ยน ประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างบุคคล ซึ่งการจะส่งเสริมให้เด็กเข้าสู่ ระดับที่มีศักยภาพในการพัฒนา นั้น ผู้ใหญ่จำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ส่งเสริมและ สนับสนุน (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2544)

ดังนั้นการส่งเสริมการเรียนรู้ตามทฤษฎีและแนวคิดดังกล่าวนี้ การจัดการเรียน การสอน จะต้องเน้นบริบทที่เป็นจริงในสังคม การเรียนแบบองค์รวม การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การเรียนรู้ ร่วมกัน สร้างสังคมแห่งการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับภาษาด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ รูปแบบการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งซึ่งเป็นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เน้น ความสำคัญของสังคม วัฒนธรรมและภาษา

2. จุดมุ่งหมายและลักษณะสำคัญของรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument driven inquiry: ADI) เป็น รูปแบบที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยนักเรียนในการพัฒนานิสัยพื้นฐานของนักวิทยาศาสตร์ (sampson & Clark, 2009) และทักษะการคิดเชิงวิจารณ์ญาณด้วยการเน้นย้ำบทบาทของการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้าง และการตรวจสอบความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยส่งเสริมการมีส่วนร่วม ของนักเรียนในบทบาทของการถกเถียงกันในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เพราะเชื่อว่าการโต้แย้งมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เปรียบเสมือนหัวใจ

สำคัญของกระบวนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Duschl & J. Osborne, 2002) ฉะนั้นลักษณะสำคัญของรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แบ่งได้ 4 ประเด็น คือ

1) การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นกระบวนการเรียนรู้หลักที่ใช้ในรูปแบบ การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสในพัฒนาทักษะ การทำงานทางวิทยาศาสตร์ ฝึกฝนให้มีลักษณะนิสัยการทำงานอย่างเป็นระบบ เช่นการสังเกต การทดสอบ การวางแผนการทำงานที่เป็นขั้นเป็นตอน ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วย ให้นักเรียนสามารถสำรวจรวบรวมข้อมูล ตลอดจนหาหลักฐานเพื่อนำไปวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ สร้างขึ้นด้วยตนเอง

2) การโต้แย้ง (Argumentation) คือ ลักษณะสำคัญในรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่ถูกออกแบบมาเพื่อเน้นความสำคัญ ของการโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ เช่นความพยายามที่จะสร้างหรือยืนยันข้อมูลโดยอิงตามเหตุผลที่อ้างด้วย หลักฐานที่น่าเชื่อถือ ซึ่งในการโต้แย้งนี้จะทำให้นักเรียนมีความคิดที่หลากหลาย และมองเหตุผล ในมุมที่กว้างขึ้นทำให้สามารถ ประเมินแนวคิดและขัดข้อสันนิษฐานต่าง ๆ เพราะได้มีการเปิด โอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิด ข้อมูล ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่แตกต่างจากคนอื่นหรือเพื่อ พิจารณาว่าข้อกล่าวอ้างใดถูกต้องและเป็นที่ยอมรับได้มากที่สุด หรือเพื่ออ้างถึงข้อกล่าวอ้างใหม่ เพื่อให้ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับ

3) การร่วมมือ (Coordinate) คือ เทคนิคเสริมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เนื่องจากในทุก ๆ ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้จะมีการทำงานที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มและผู้อื่นด้วยตลอดเวลา มีส่วนร่วม ในการแสดงความคิดเห็น มีการร่วมมือในการแบ่งบทบาทหน้าที่ในการทำงาน ตลอดจนมีส่วนร่วม ในการประเมินและตรวจสอบข้อมูลรายงานของทุก ๆ คนในชั้นเรียน ดังนั้นเรียกได้ว่าการร่วมมือเป็นตัว ประสานการทำงานในทุก ๆ ขั้นตอนของรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

4) การสื่อสาร (Communication) คือ การทำความเข้าใจสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้ว ถ่ายทอดสู่ผู้อื่นให้เข้าใจในแนวคิดโน้มน้าวและสร้างความน่าเชื่อถือด้วยเหตุและผลที่สมควร โดยสื่อสารออกมาทั้งในรูปของภาษาพูด และภาษาเขียน เพื่อให้สามารถเผยแพร่ข้อมูลและแนวคิดนั้น ออกไปได้

ดังนั้นลักษณะสำคัญของรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจึงอยู่ที่ กระบวนการสอนที่เน้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในสร้างข้อโต้แย้งที่สนับสนุน คำอธิบาย สำหรับคำถามหรือปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะรวบรวมหาหลักฐาน และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสื่อสาร และให้เหตุผลกับผู้อื่นในช่วงการอภิปรายเชิงโต้ตอบ เขียนรายงานการตรวจสอบเพื่อแบ่งปัน และจัดทำเอกสารรายงาน และมีส่วนร่วมในการทบทวนข้อมูลทั้งหมดเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

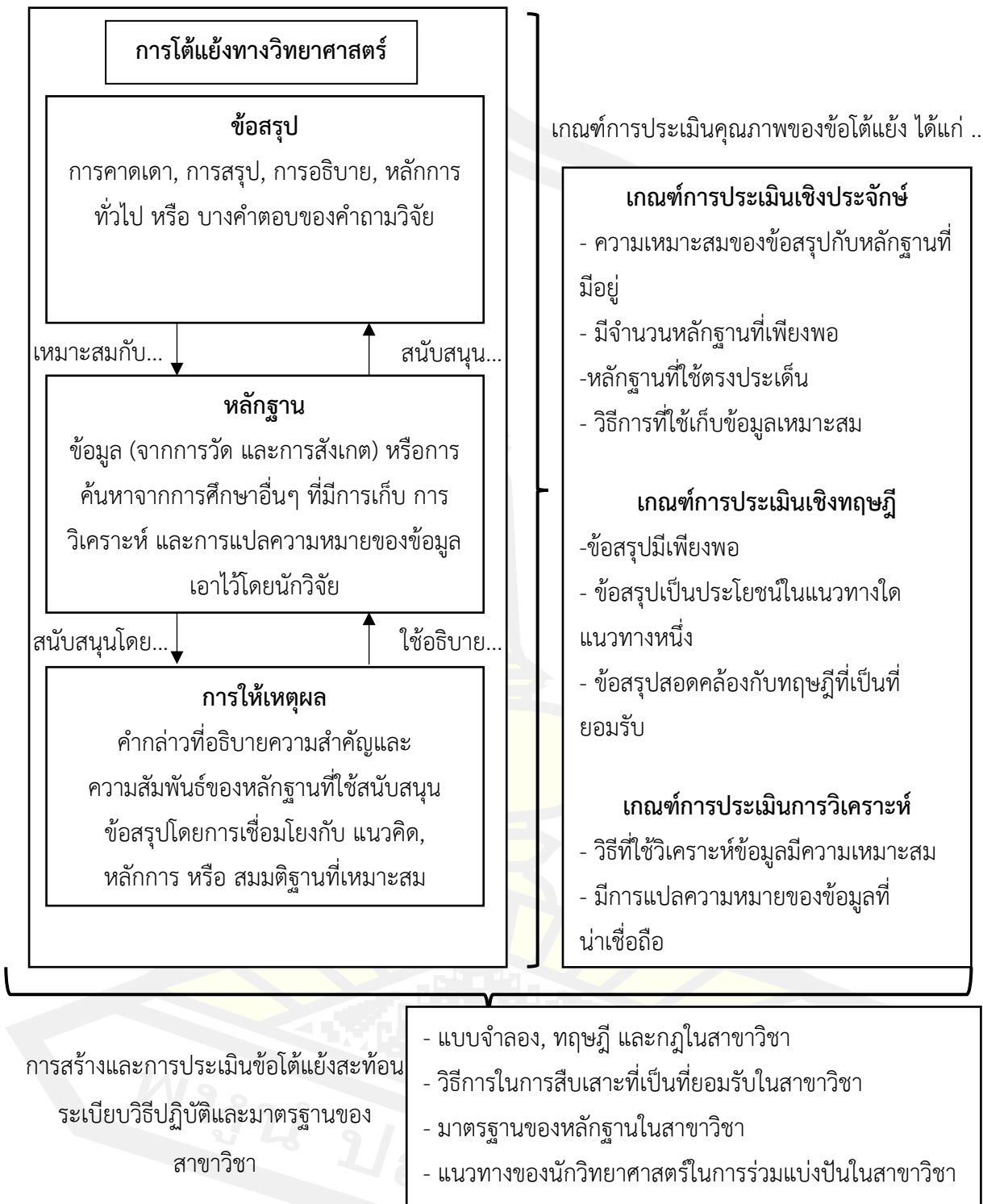
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ แบบมีการโต้แย้ง พบว่ามีลำดับขั้นการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (Sampson et al., 2011) มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the task) เป็นการนำเสนอสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหา เพื่อสร้างความสนใจ โดยครูอาจแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนที่ต้องเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ สถานการณ์ เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะต้องศึกษา จนเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การระบุภาระงานให้นักเรียนพร้อมชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The generation of data) เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบในสิ่งที่นักเรียนจะต้องศึกษา โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย 4-5 คน รวมถึงดำเนินการสำรวจสืบค้นตรวจสอบ เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนเขียนวิธีการสำรวจตรวจสอบอาจจะบันทึกแบบไม่เป็นทางการหรือเป็นทางการเพื่อใช้ สำหรับนำไปสร้างเป็นข้อโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียนภายในกลุ่มเพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ที่ศึกษาแล้วร่างเป็นข้อโต้แย้งลงบนกระดาน โดยข้อโต้แย้งนี้เป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อสรุปเบื้องต้น หลักฐาน และการให้เหตุผล



ที่มา : Sampson and Schleigh (2013)

ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดที่แสดงโครงสร้างส่วนประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินคุณภาพของข้อโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument session) เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน การอภิปรายและการวิจารณ์ เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์จากข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลสนับสนุนและยอมรับได้มากที่สุดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

- (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง
- (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน
- (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง
- (4) นักเรียนกลุ่มอื่นๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ

พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

ขั้นตอนนี้มีความสำคัญที่ผู้สอนจะได้ประเมินการคิดของนักเรียนและดูความก้าวหน้าของผลที่ได้จากขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a written investigation report) เป็นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ รายบุคคล ที่แสดงจุดประสงค์วิธีการสำรวจ ตรวจสอบและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้ เรียนรู้ว่าการเรียนรู้อะไรบ้างรู้ได้อย่างไรแล้วทำไมนักเรียนถึงคิดเช่นนั้นและเชื่ออย่างนั้น ซึ่งการฝึกการเขียนเป็นส่วนหนึ่งของการเป็นนักวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (Double-blind peer review) เป็นการพัฒนาคูณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนเป็นรายบุคคล จำนวน 1 คนต่อ 1 ผลงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่ให้พร้อมกับเขียนข้อมูลสะท้อนกลับในสิ่งที่เจ้าของรายงานเขียนบกพร่องไปสำหรับนำไปปรับปรุงรายงานต่อไป

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the report) เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อนและแนวทางการเขียนรายงานที่ได้จากกิจกรรมการทบทวนโดยเพื่อนเพื่อให้รายงานมีความสมบูรณ์ และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้นแล้วจึงส่งรายงานที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

จากแนวคิดกระบวนการสอนของ Sampson สามารถสรุปเป็นบทบาทของผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน	กระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียนในเรื่องที่จะสอนโดยใช้การถามยกสถานการณ์ ประเด็นปัญหา และระบุภาระงานให้นักเรียน	เรียนรู้ในสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอเข้าสู่บทเรียนด้วยความตั้งใจและคิดเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนมาแล้วกับสิ่งที่กำลังจะศึกษา
ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล	สนับสนุนให้คำปรึกษา คำแนะนำแก่นักเรียนและอธิบายหรือชี้แนวทางในสิ่งที่นักเรียนสงสัย	ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มฝึกการวางแผน คิดออกแบบดำเนินตามแผนวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	แนะนำและให้นักเรียน ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้ เหตุผลของข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง	ทำงานร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อสรุป/ข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผล
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	นำการโต้แย้งอธิบายประเด็นการโต้แย้งให้ชัดเจน เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนโต้แย้งได้เท่าเทียมกันและเป็นผู้กำหนดเวลาในการโต้แย้ง	นำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มให้แก่กลุ่มเพื่อนฟังอภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นร่วมกันเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษา
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	มอบหมายและชี้แจงรูปแบบ การเขียนรายงานให้นักเรียนและให้คำแนะนำแก่นักเรียน	เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นรายบุคคลซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิธีการบันทึกผลการทดลอง และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน การให้เหตุผล)

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 6 การตรวจสอบ โดยเพื่อน	เตรียมเฉลยเพื่ออธิบายในแต่ ละประเด็นและกำหนดเกณฑ์ ในการตรวจสอบ	แลกเปลี่ยนกันตรวจรายงานผล การสำรวจตรวจสอบเป็น รายบุคคลซึ่งต้องไม่ใช่รายงาน ของสมาชิกในกลุ่มของตนเอง เขียนข้อเสนอแนะเพื่อสะท้อน ในสิ่งที่รายงานบกพร่อง
ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน	เก็บรวบรวมรายงานของ นักเรียนหลังจากที่นักเรียน เจ้าของรายงานแก้ไขเรียบร้อยแล้ว แล้วและตรวจให้คะแนน	แก้ไขและปรับปรุงรายงานตาม คำแนะนำของเพื่อนเพื่อให้ รายงานมีความถูกต้องและ สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนการเรียนรู้นอกห้องเรียน คือ ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ขั้นที่ 2 การสำรวจ และรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และขั้นตอนการเรียนรู้ในห้องเรียน คือ ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมาตรฐานการศึกษาสากลเป็นอย่างมากและ เป็นทักษะที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่จะใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกุล, 2556) และเป็นทักษะสำคัญที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการดำเนินการกระบวนการสืบเสาะหาความรู้พวกเขาจะใช้ทักษะการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างจากหลักฐานที่สำรวจได้และอธิบายว่ามีความสัมพันธ์กับข้อ กล่าวอ้างนั้นอย่างไร (McNeil, 2009)

1. ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลายท่านยกตัวอย่าง ดังนี้ Mayer (2003) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือกระบวนการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบของบุคคลโดยผ่านการปฏิบัติการทดลองเพื่อจะทดสอบความเป็นไปได้ของสมมติฐานและสร้างสมมติฐานใหม่เมื่อสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธ”

Lee & She (2010) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการในการสร้างข้อสรุปจากหลักการและหลักฐานนั้นไปสู่ข้อสรุปใหม่”

Lawson (2009) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดของมนุษย์ใช้แสวงหาคำอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติการพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้นการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้”

Davis (2009) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์”

Fanetti (2011) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นชุดของกระบวนการคิดที่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาและบริบททางวิทยาศาสตร์”

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะได้แนวคิดที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบซึ่งการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการรู้หรือเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้โดยใช้เหตุใช้ผลใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

อารยา ปาละโชติ (2551) กล่าวว่า “การเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยรูปแบบการคิดแบบสมมติฐานนิรนัยที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์และใช้หลักฐานในการยืนยันถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลงข้อสรุป”

ฐิติพร ภายแก้ว (2560) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการประมวลความสัมพันธ์ของหลักการกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมโดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือหลักฐานที่สามารถนำมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทำนายผลสถานการณ์อื่นได้อย่างมีเหตุผล”

จากความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการในการสร้างข้อสรุป แนวคิด หรือมโนทัศน์ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งอาจเกิดจากการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้แล้วสรุปเป็นข้อความที่มีเหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รวมอยู่ด้วย

2. ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีนักวิชาการได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson, 2009) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเอาไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการสร้างสมมติฐานจากกิจกรรมที่สร้างสรรค์และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเนื่องจากการสังเกตปัญหานั้น จะกลายเป็นการอธิบายการสังเกตและองค์ความรู้ที่ได้รับการขัดเกลา

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้างซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้กล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยอาศัยการพยากรณ์อนาคตเพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน

4 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป

Hausman et al. (2010) แบ่งการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงเพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่าถ้าข้ออ้างของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้วข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วยหรือกล่าวได้ว่าเป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือการอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างเป็นจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วนกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) แบ่งการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปอยู่ภายใต้ขอบเขตของข้ออ้างเช่นทุกๆวันที่ฝนตกวันนั้นไม่ต้องรดน้ำต้นไม้เนื่องจากฝนตกจึงไม่ต้องรดน้ำต้นไม้ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้เห็นได้ชัดว่าการอ้างเหตุผลแบบนิรนัยสามารถทำให้เชื่อมั่นได้เต็มที่ว่าข้อสรุปจะเป็นจริง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นข้อสรุปที่เกินเลยข้อกล่าวอ้างเช่นวันใดที่ฝนตกน้ำในคลองจะล้นตลิ่งขึ้นมาทุกครั้ง หากวันนี้ฝนตกน้ำต้องล้นตลิ่งแน่นอนซึ่งข้อสรุปนี้อาจจะไม่เป็นจริงในวันนี้ก็ได้

ตาราง 3 เปรียบเทียบประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	โสรัจจ์ หงศ์ ลดาธรมภ์, 2553	Lawson, 2009	Hausman et al., 2010
การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน		✓	
การให้เหตุผลแบบอธิบาย		✓	
การให้เหตุผลแบบนิรนัย	✓	✓	✓
การให้เหตุผลแบบอุปนัย	✓	✓	✓

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีนักวิชาการและนักการศึกษาส่วนใหญ่ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย ที่เป็นการให้เหตุผลโดยอ้างอิงจากความรู้เดิมที่ตนเองมี หรืออ้างอิงจากกฎ และทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับและยึดถือเป็นจริงอยู่ก่อนแล้ว เพื่อนำมาใช้ทำนายหรือคาดการณ์ต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ที่เป็นการให้เหตุผลโดยอ้างอิงจากข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้รวบรวมมา เพื่อนำมาใช้สนับสนุนหรือยืนยันสมมติฐานหรือข้อสรุปที่มีอยู่

3. แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

โครงการ TIMSS เป็นโครงการศึกษาแนวโน้มในการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติที่มีวัตถุประสงค์ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่ง TIMSS ได้กำหนดขอบเขตการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อันประกอบไปด้วย 2 ด้านดังต่อไปนี้

1) ด้านเนื้อหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะครอบคลุม 3 เรื่อง ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพและวิทยาศาสตร์โลกดาราศาสตร์และอวกาศส่วนเนื้อหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะครอบคลุม 4 เรื่อง ได้แก่ ชีววิทยาฟิสิกส์เคมีและวิทยาศาสตร์โลกดาราศาสตร์และอวกาศและ 2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วยกัน 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้การประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผลซึ่งจะเหมือนกันทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ทั้งนี้ TIMSS ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินโดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบเป็นข้อความที่เป็นสถานการณ์โดยมีลักษณะของข้อความให้เขียนตอบเติมคำเขียนตอบแบบอธิบายหรือวาดรูปอธิบายโดยเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง
2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบเป็นข้อความที่เป็นสถานการณ์ โดยมี 4 ตัวเลือก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

โครงการ PISA เป็นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยรอบการประเมินได้มีการวัดและประเมินการใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมินโดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เป็นข้อความหรือเนื้อความที่มีตารางแผนภาพหรือกราฟประกอบและในแต่ละสถานการณ์อาจมีคำถามมากกว่า 1 ข้อลักษณะข้อสอบนั้นมี 4 ชนิด (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) คือ

1. แบบเลือกตอบ (Simple multiple-choice)
2. แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex multiple-choice)
3. แบบเขียนตอบปลายปิด (Closed constructed-response)
4. แบบเขียนตอบปลายเปิด (Opened constructed-response)

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแบบวัดมีทั้งแบบเลือกตอบแบบเขียนตอบและเขียนอธิบายตอบซึ่งในแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน

อารยา ปาละโชติ (2551) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกรวมให้เหตุผลประกอบโดยจะใช้เลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดมาให้แล้วเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทรกุล (2556) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคลโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถามจำนวน 4 ข้อซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ Science :Thinking with Evidence ของ New Zealand Council for Educational Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือ ข้อสรุป หลักฐานและการชี้แจง

Lawson (1995) ที่มีการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawsons Test of Scientific Reasoning (LTR)) เพื่อประเมินมิติย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) การอนุรักษ์มวลและปริมาตร (Conservation of Mass and Volume) 2) การคิดอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional Thinking) 3) การติดตามหลักความน่าจะเป็น (Probabilistic Thinking) 4) การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Correlational Thinking) 5) การ

ควบคุมตัวแปร (Control of Variables) และ 6) การให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน (Hypothetical-deductive Reasoning) ลักษณะเด่นของแบบวัดนี้จะเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบ Two-tier หรือ ข้อสอบเลือกตอบแบบสองทาง ที่ต้องเลือกคำตอบของคำถามในส่วนแรกก่อน และเลือกตัวเลือกที่เป็นเหตุผลของคำตอบในส่วนที่ 2 ต่อกัน จำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ แบบวัดนี้จึงถือเป็นต้นแบบสำคัญในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยอื่นๆ สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR)) โดยแบบวัดนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ต่างๆ พร้อมกับข้อมูล และรูปภาพประกอบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมถึงการวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสอบในส่วนนี้สามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ 1) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือก ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกรั้งตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก หรือ 2) ข้อสอบประเภทเขียนตอบ ที่ให้นักเรียนเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้นๆ

ตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบ ซึ่งจะได้คะแนนเต็มเมื่อตอบถูกทุกคำตอบ และอาจได้คะแนนบางส่วนหากตอบถูกไม่ครบทั้งหมด ดังนั้นนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยที่คำอธิบายอื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากที่นักเรียนระบุ ครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและอาจให้คะแนนความถูกต้องได้บางส่วน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้

1. ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking)
2. ได้คะแนน 6-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแผนเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking) และแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical Inductive level thinking)
- 3 ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical Inductive level thinking)

Lawson (2009) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบการให้เหตุผลแบบอุปนัย กล่าวโดยสรุปว่าเป็นการให้เหตุผลที่ช่วยเพิ่มความมั่นใจในข้อสรุปใดข้อสรุปหนึ่งด้วยการเพิ่มส่วนที่สนับสนุนหรือส่วนที่ขัดแย้ง จากข้อมูลประมวลสรุปมาข้างต้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลที่พบได้บ่อยครั้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลแบบอุปนัยยัง

สอดคล้องกับแนวทางที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในระดับนานาชาติซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยประกอบด้วยลำดับขั้นที่สำคัญ 3 ประการคือ

1) สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้ จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2) สามารถการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่กล่าวคือ สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3) สามารถในการคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุป ที่ได้จากข้อมูลหลักฐานและประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุปข้อมูลหรือหลักฐานได้

ในการวิจัยนี้ ได้เลือกใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบมี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 โดยวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบประเมินประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

4. แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษา งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือกลุ่มที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เฉพาะและกลุ่มที่ใช้เทคนิคการสอนเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1) รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง (Good, 1973) สามารถวางแผนและกำหนดวิธีค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดได้ด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น

งานวิจัย Sri Mulyani Endang Susilowati (Susilowati & Anam, 2017) ได้ใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นถึง 69.77%

2) รูปแบบการสอนแบบอนุমানเบื้องต้น

การอนุमानเป็นกระบวนการทำความเข้าใจของบุคคลที่จะนำไปสู่การลงข้อสรุป (Mayer, 2003) และเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการสร้างข้อสรุป และสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การอนุमानเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific inference) เป็นกระบวนการนำข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปใช้ในการลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Vaughan, 2013) การเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด การแปลความหมาย ของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งสามารถนำมาตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล จากนั้นนำข้อมูลหลักฐานที่ได้มาใช้ในการสร้างคำอธิบายและสร้างข้อสรุปจากสถานการณ์ที่ศึกษาเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) การสังเกตปัญหา 2) การตั้งคำถามเชิงสาเหตุ 3) การตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย 4) การพยากรณ์ 5) การรวบรวมหลักฐาน 6) การลงข้อสรุป และ 7) การนำเสนอจะพบว่า องค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่จุดเด่นตรงที่สามารถส่งเสริมและฝึกฝนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี ที่เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนกับหลังเรียนโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นในรายวิชาฟิสิกส์ พบว่าหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้น มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นลอว์สัน (Lawson, 2003) ศึกษาการใช้วงจรแบบสมมติฐานพยากรณ์ที่เน้นให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การตอบคำถามเชิงสาเหตุและกำหนดการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับบริบทที่ศึกษา ผลการศึกษาสรุปว่าสามารถ พัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และทักษะการให้เหตุผลของนักเรียนได้ (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2556) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ เกรียงไกร อภัยวงศ์ ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้ การตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้การตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 60 (เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548)

3) รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท

รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (Dual-Situated Learning Model: DSLM) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Prof. Hsiao-Ching She สถาบันการศึกษาแห่ง มหาวิทยาลัยแห่งชาติเซียตุง (Institute of Education, National Chio Tung University) มีลักษณะเด่นที่สำคัญคือ ผู้เรียนจะต้องเผชิญสถานการณ์การเรียนรู้โดยในแต่ละสถานการณ์จะมีบทบาทหน้าที่ 2 ประการ คือ (1) ในสถานการณ์นั้นจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความไม่สอดคล้อง ทางปัญญา และ (2) ในสถานการณ์เดียวกันนั้นจะช่วยให้นักเรียนได้รับข้อมูลที่สามารุช่วยให้เกิด การปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ โดยมีขั้นตอนในการสอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน 1) ขั้นตรวจสอบลักษณะของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3) ขั้นวิเคราะห์ชุดความคิดที่นักเรียนไม่มี 4) ออกแบบเหตุการณ์ในสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท 5) จัดการสอนด้วยสถานการณ์การเรียนรู้ แบบสองบทบาท 6) ขั้นจัดการสอนด้วยสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย เมื่อวิเคราะห์จากลักษณะของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แล้วจะพบว่าในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของ รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ผู้เรียนจำเป็นต้องต้องมีการอธิบาย และคาดคะเน ผลการศึกษาอย่างมีเหตุผลตลอดเวลา ซึ่งแสดงว่ากระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นมี ความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Liao & She ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์ 2 บทบาทร่วมกับการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บ (Web-based learning) พบว่าหลังเรียนมีผลคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน (Lee & She, 2010) และงานวิจัยของพงค์พรหม พรเพิ่มพูน ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้สถานการณ์สองบทบาท พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม (พงค์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556)

4) รูปแบบการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based learning: PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้ปัญหาจากบริบทจริงผนวกกับสาระของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนฝึกให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง และฝึกการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลักที่ผู้เรียนจะต้องเอาไปใช้จริงในอนาคต ซึ่งแสดงว่าผู้เรียนจะเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยเหตุผลโดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่จะแสวงหาเอง

ดังนั้น จะพบว่าจุดมุ่งหมายในการใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน ในการจัดการเรียนการสอนจะสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของนัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ ที่ศึกษาการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาเคมี เรื่อง สารประกอบไอออนิก พบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2556) หรืองานวิจัยของสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ ที่พัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความมีเหตุผล และงานวิจัยของได้ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่องปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งผลของงานวิจัยที่กล่าวมานั้นพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์, 2555)

5) รูปแบบการสอนแบบโครงงาน

การเรียนรู้วิธีการทำโครงงานเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถพัฒนา ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ เป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนเกิดความคิดความสงสัย อยากรู้ สนใจ และต้องการหาคำตอบ โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการทดลองและวิจัยวิทยาศาสตร์ เพราะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการวิจัย และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษาและแก้ปัญหา มีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ เวลา และอุปกรณ์ที่จำกัด และลงมือศึกษา สืบค้น ทดลอง เพื่อเก็บข้อมูลแล้วนำมา วิเคราะห์ผลจนได้ข้อสรุป ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถสรุปขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ 5 ขั้นตอน คือ 1) การคิดและเลือกหัวเรื่องที่สนใจจะศึกษา 2) การวางแผนในการทำโครงงาน 3) การลงมือทำโครงงาน 4) การเขียนรายงาน และ 5) การแสดงผลงาน เมื่อวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานแล้วพบว่า มีทักษะที่สำคัญใน กระบวนการจัดการเรียนรู้ คือ การค้นคว้าหาความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อประเมินค่าข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมมาได้ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญที่จะทำให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างงานวิจัยของปรีวดี สิงหาเวช พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้น (ปรีวดี สิงหาเวช, 2548)

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น เมื่อมีการจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นใช้คำถามให้คิด เพื่อให้เกิด ทักษะในด้านการสังเกตการสรุปวิเคราะห์อ้างอิงอย่างสมเหตุสมผล มาเป็นกิจกรรมในการฝึกสร้างกระบวนการคิดแก่ผู้เรียนเพื่อปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและสื่อสารออกมาอย่างเป็นที่ยอมรับได้เป็นอย่างดี

4.2 เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1) เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่ง ผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่คละความสามารถ และมีบทบาท หน้าที่ในการทำกิจกรรมอย่างเท่าเทียม กิจกรรมการเรียนรู้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การอภิปราย การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันและมีความรับผิดชอบ ร่วมกันจากงานวิจัยของนักวิชาการหลาย ๆ คนสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ และกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545)

2) เทคนิคการใช้คำถามระดับสูง

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนในการกระตุ้นให้เกิดประเด็น ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้คำถามนี้ ครูจะป้อนคำถามให้นักเรียนตอบ ซึ่งการตอบอาจใช้วิธีพูด การเขียน ฯลฯ และนักเรียนจะตอบเป็นรายบุคคลหรือเป็นรายกลุ่มย่อย หรือตอบทั้ง ชั้นเรียนก็ได้ ซึ่งผู้สอนจะพิจารณาคำตอบแล้วให้ข้อมูลสะท้อนกลับจนกว่าจะได้คำตอบที่สมบูรณ์ การใช้คำถามชั้นสูงเป็นการกระตุ้นให้ผู้ตอบใช้ความคิด โดยมีพื้นฐานความรู้เดิมในการสรุปคำตอบของตนเองอย่างสร้างสรรค์ และเกิดทักษะกระบวนการคิดอย่าง เป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้ ผู้เรียนได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545) คำถามระดับสูงแบ่งได้เป็น 7 ประเภท คือ 1) คำถามให้อธิบาย 2) คำถามเปรียบเทียบ 3) คำถามจำแนกประเภท 4) คำถามให้ ยกตัวอย่าง 5) คำถามให้วิเคราะห์ 6) คำถามให้สังเคราะห์ และ 7) คำถามให้ประเมินค่า เช่นเดียวกับงานวิจัยของภัทรภร ชัยประเสริฐ ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการใช้คำถามระดับสูง เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ (ภัทรภร ชัยประเสริฐ, 2558)

3) เทคนิคการโต้แย้ง

การโต้แย้ง คือ การสร้างข้อกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านการ สร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับร่วมกัน โดยอาศัยข้อมูล หรือหลักการ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและ หลักฐานเข้าด้วยกัน โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจและทักษะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์ คือ

1) บุคคลต้องใช้ความรู้หรือโครงสร้างมโนทัศน์ ได้แก่ ทฤษฎีกฎการรวมมโนทัศน์ (Conceptual

structure) เข้าด้วยกัน และใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) มาให้เหตุผลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาต่าง ๆ 2) บุคคลต้องรู้และใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎี ธรรมชาติและการสร้างองค์ความรู้ของวิทยาศาสตร์เพื่อประเมินข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น และ 3) บุคคลต้องมีส่วนร่วมในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางสังคมในรูปแบบการสื่อสาร การอธิบาย การโต้แย้ง และการอภิปรายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับเทคนิคการโต้แย้ง จึงมีความสำคัญในการนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการทั้งด้านความรู้ ด้านคุณลักษณะ และด้านทักษะกระบวนการรวมถึงการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังเช่น งานวิจัยของสันติชัย อนุวรชัย ทำการศึกษาการใช้รูปแบบการสอนร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีแสดงถึงความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนปกติ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553) เช่นเดียวกับงานวิจัยของนักวิชาการอีกหลาย ๆ ท่านได้ศึกษาผลการใช้วิธีการสอนแบบการสร้าง ข้อโต้แย้งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด เชิงเหตุผลของนักเรียนและพบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงของนักเรียนสูงขึ้นเมื่อใช้เทคนิคการโต้แย้ง (วรัญญา จำปามูล, 2555)

4) เทคนิคการเรียนรู้อัตนศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล

สื่อการเรียนรู้ดิจิทัลเชิงโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ สนับสนุนการเรียนรู้อัตนศึกษาหนึ่งที่สามารถส่งเสริมการสร้างความเข้าใจในแนวคิดหลักทาง วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการปรับเปลี่ยนความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อนที่มีต่อแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์มาเป็นแนวความเข้าใจที่สอดคล้องและเป็นไป ตามองค์ความรู้ที่ถูกต้องทาง วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจึงมีความจำเป็นที่ต้องการสื่อที่สามารถมองเห็น ได้บางอย่างเพื่อให้เกิดการเรียนรู้แนวคิดทฤษฎีที่มีลักษณะเป็นนามธรรมเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพ มากขึ้น จึงทำให้สื่อการเรียนรู้ดิจิทัล (Learning object) มีความสำคัญเพิ่มขึ้นในโรงเรียน เพราะว่่าสื่อการเรียนรู้อัตนศึกษาเป็น เครื่องมือที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนรู้เพื่อ เสริมสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนและ กระบวนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ และยังช่วยให้โอกาสทั้งครูและนักเรียนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิผลมากขึ้น ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของนายสำเร็จ นางสีคุณ ที่ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อัตนศึกษาผ่าน สื่อการเรียนรู้ดิจิทัล เรื่องพันธุกรรม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การบูรณาการผ่านสื่อการเรียนรู้อัตนศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการบูรณา การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การใช้สื่อดิจิทัลมีความสำคัญอย่างมากในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ครูสามารถใช้กราฟ ข้อความ วีดีโอ เสียง ภาพเคลื่อนไหวและสถานการณ์จำลอง เป็นสื่อเสมือนจริงให้กับผู้เรียนในกิจกรรมในชั้น

เรียน เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนได้เห็นแง่มุมที่แตกต่างของเนื้อหาและสรุปเนื้อหาความเข้าใจ (Akpinar et al., 2009)

5) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation)

การโต้แย้งและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งสองประเด็นนี้ คล้ายกัน คือ เป็นความพยายามในการยืนยันหรือหักล้างข้อกล่าวอ้างบนพื้นฐานของเหตุผล จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของ นักการศึกษาหลายๆท่าน ได้มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถ ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แต่มีความคล้ายคลึงในขั้นตอนการจัดการเรียน การสอนแต่ละขั้นของรูปแบบการสอนนั้น ๆ คือมีเป้าหมายให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์พยานในการลงข้อสรุป และสามารถสื่อสารข้อมูล ต่าง ๆ ออกมาให้ผู้รับสาร เข้าใจได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนสามารถพยากรณ์ผลการเปลี่ยนแปลง ใน สถานการณ์ใหม่ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การโต้แย้ง (ADI: Argument driven inquiry) มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นพัฒนาองค์ประกอบหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปลักษณะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 3 พบว่าลักษณะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายถกเถียงกันถึงประเด็นในชั้นเรียน ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาตรวจสอบข้อสรุปเพื่อใช้ข้อมูลหรือหลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปนั้นอีกครั้งผสานกับเทคนิคการโต้แย้งที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันจึงเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกประเมินค่าความน่าเชื่อถือและน้ำหนักของข้อมูล จึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้จริง

ตาราง 4 แสดงลักษณะสำคัญรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล	ลักษณะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	-นักเรียนได้สร้างสมมติฐาน และคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า -นักเรียนได้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบสมมติฐาน (จุฑามาศ นุชิต, 2554)

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผล	ลักษณะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถใน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
รูปแบบการสอนแบบอนุমানเบื้องต้น	-นักเรียนได้สังเกตและสร้างสถานการณ์จาก ปัญหา -ฝึกการตั้งสมมติฐานที่นำไปสู่การรวบรวม ข้อมูลและลงข้อสรุป -นักเรียนได้ทำงานแบบร่วมมือ (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2556)
รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สอง บทบาท	-เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม -มีการอธิบายและสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556)
รูปแบบการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน	-กระตุ้นให้นักเรียนเฝ้าหาความรู้ด้วยตนเอง -ฝึกให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาเพื่อหาแนว ทางการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2556)
รูปแบบการสอนโดยใช้โครงงาน	-นักเรียนได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา ด้วยตนเอง -นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (ปริวิตติ สิงหาเวช, 2548)

โดยสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลจะมีรูปแบบลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายถึงกันใน 2 ส่วนหลัก ๆ ส่วนแรกคือ การส่งเสริมให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและส่วนที่สอง คือการสนับสนุนให้ผู้เรียนอภิปรายข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกันโดยใช้หลักฐานและเหตุผลในการหาข้อสรุปของเหตุการณ์หรือคำถามนั้น การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จึงโดดเด่นในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องด้วยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาหลักฐานที่ได้จากการสืบค้น ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อลงข้อสรุป และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวสำหรับ

ใช้ในการนำเสนอเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่ม ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ก่อนที่จะกล่าวถึงความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น จำเป็นจะต้องรู้ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติเสียก่อน คำว่าเจตคติในภาษาอังกฤษตรงกับคำว่า Attitude จากพจนานุกรมศัพท์ภาษาศาสตร์ (ภาษาศาสตร์ประยุกต์) ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2553) ได้กล่าวถึง Attitude ว่าตรงกับภาษาไทยคือคำว่า “ทัศนคติ, เจตคติ”

การศึกษาหาข้อมูลทางทฤษฎีในด้านการศึกษาหรือจิตวิทยาเกี่ยวกับ Attitude มีการใช้ทั้งคำว่า “เจตคติ” และ “ทัศนคติ” ส่วนใหญ่จะเลือกใช้คำใดคำหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความเข้าใจของผู้เขียนเองว่าจะเลือกใช้คำใด เพราะต้องทำความเข้าใจในความหมายของคำว่า Attitude เจตคติและทัศนคติ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า เจตคติ ตามราชบัณฑิตยสถานในพจนานุกรมศัพท์ภาษาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้คำว่าเจตคติ (Attitude) โดยข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอาจจะมีการใช้คำว่า “ทัศนคติ” ปนมาบ้างแต่ก็เป็นข้อมูลที่กล่าวถึง Attitude ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันคำว่า “ทัศนคติหรือท่าที” จะหมายถึงคำที่ใช้กล่าวถึง Attitude หรือเจตคตินั่นเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความหมายของเจตคติ (Attitude)

ความหมายของเจตคติได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ดังนี้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551) ได้กล่าวว่า “เจตคติเป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกความเชื่อฝังใจของเราต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมักจะเกิดขึ้นเมื่อเรารับรู้หรือประเมินผู้คน เหตุการณ์ในสังคม เราจะเกิดอารมณ์ความรู้สึกบางอย่างควบคู่ไปกับการรับรู้และมีผลต่อความคิดและปฏิกิริยาในใจของเรา ดังนั้นเจตคติจึงเป็นทั้งพฤติกรรมที่อาจสังเกตได้หรือพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย แต่มีความโน้มเอียงที่จะเป็นพฤติกรรมภายในมากกว่าพฤติกรรมภายนอก”

พรธณี ชูทัย เจนจิต (2550) ได้กล่าวว่า “เจตคติเป็นเรื่องของความรู้สึกทั้งที่พอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป”

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ได้กล่าวว่า “เจตคติเป็นความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโน้มเอียงไปทางบวกหรือลบ ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบทางอารมณ์หรือจิตใจ เช่น ความรัก ความเกลียด และองค์ประกอบทางด้านความรู้ ความคิดเห็น เจตคติที่เกิดขึ้นมักส่งผลต่อพฤติกรรมของบุคคล”

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวว่า “เจตคติเป็นความรู้สึกของคนเราจะรู้สึกได้ก็ต่อเมื่อประสาทของเราได้สัมผัสกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งก่อน นั่นคือรับรู้สิ่งนั้นก่อนนั่นเอง ถ้าจิตเราเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นก็ทำให้เกิดความรู้สึกตั้งแต่ขั้นต้นจนถึงขั้นสูง คือเกิดความสนใจ ความซาบซึ้ง พอใจและเจตคติติดตามมา”

จากความหมายของเจตคติสามารถสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่เกิดขึ้นหลังจากมีสิ่งเร้ามากระตุ้นซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวบุคคลเกิดเป็นความโน้มเอียงหรือความพร้อมที่จะสนองตอบกลับต่อสิ่งเร้าโดยจะสอดคล้องกับทิศทางของความรู้สึก

2. ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญ ประการหนึ่งของผู้สอนควรคำนึงควบคู่ไปกับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา เนื่องจากถ้าผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ก็จะส่งผลถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นของผู้เรียน ซึ่งนักวิจัยหลายท่านได้ให้คำ นิยามของความหมายของเจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

พรณวิไล ชมชิต (2557) ได้กล่าวว่า อารมณ์ ความรู้สึก โดยทั่วไปของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์และกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเชื่อ ค่านิยมและความรู้สึกในด้านคุณธรรมจริยธรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward science) เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือของบุคคลในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์รวมถึงผลกระทบในด้านต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์

จากความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือของบุคคลในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์รวมถึงผลกระทบในด้านต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์

3. องค์ประกอบของเจตคติ

Triandis (1971) องค์ประกอบพื้นฐานของเจตคติมีอยู่ 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นการตอบสนองของบุคคล รับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่างๆที่ได้รับ ทำให้เกิดเจตคติที่แสดงออกมาในแนวคิดว่าจะอะไรถูกอะไรผิด

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่คล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดดีต่อสิ่งใด ก็จะมีความรู้สึกดีต่อสิ่งนั้นเจตคติจะแสดงออกในรูปของความชอบ ไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ

3. องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นความพร้อมที่จะกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความรู้สึกนึกคิดและความรู้สึก ซึ่งแสดงออกมาในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธ

ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร (2542) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติ 3 ด้าน คือ

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับการคิด (Cognitive Component) ได้แก่ ความคิดความเชื่อที่คนเรามีต่อสิ่งเร้า รู้ทางที่ดีและไม่ดี หรือทางบวก หรือทางลบ

2. องค์ประกอบเกี่ยวกับความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบทางอารมณ์ ความรู้สึก ที่มีต่อเร้าเมื่อเราเกิดความรู้ การคิดต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งและจะทำให้เราเกิด ความรู้สึกทางดี ไม่ดี

3. องค์ประกอบเกี่ยวกับแนวทางกระทำ (Active Tendency Component) เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้นๆ ในทางใดทางหนึ่ง คือ ความพร้อมที่จะสนับสนุนช่วยเหลือ หรือทำลายล้าง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติ 3 กลุ่ม คือ

1. เชื่อว่าเจตคติมีองค์ประกอบเดียว คือ ความคิดหรือความเชื่อซึ่งพิจารณาจากเจตคติ

2. เชื่อว่าเจตคติมี 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญา (Cognitive) และด้านความรู้สึก (Affective)

3. เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญา (Cognitive Component) ประกอบด้วยความรู้สึก และความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติว่าชอบ หรือไม่ชอบสิ่งนั้น ด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นแนวโน้มของการกระทำหรือแสดงพฤติกรรม

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2542) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติ 3 ด้าน คือ

1. ความรู้ (Cognitive Component) บุคคลใดจะมีเจตคติต่อสิ่งใดได้ บุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นก่อน เพื่อเป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไป

2. ความรู้สึก (Feeling Component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้วกล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับรู้และเข้าใจเรื่องใดจะสรุปเป็นความเห็นในรูปการประเมินผลว่าสิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่สำคัญหรือไม่ดีหรือไม่เลว ซึ่งเท่ากับเกิดอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น

3. ความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ (Action Tendency Component) เป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่รวมตัวมาจากความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนทำให้เกิดความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งนั้นในทิศทางที่สนับสนุน คล้อยตาม หรือขัดแย้งตามความรู้และความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติ ประกอบด้วยด้านความเข้าใจ ความรู้สึก และพฤติกรรม โดยองค์ประกอบทั้ง 3 มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันแต่อย่างไรก็ดีเจตคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านความเข้าใจซึ่งจะทำให้ความรู้สึกผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติว่า ชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น ด้านพฤติกรรม เป็นแนวโน้มของการกระทำหรือแสดงพฤติกรรมออกมา

4. การวัดและการประเมินเจตคติ

ในการวัดเจตคติสามารถทำได้หลายวิธีดังที่ (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) กล่าวถึงเครื่องมือในการวัดเจตคติว่ามีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัดโดยเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดมีดังนี้

1. สัมภาษณ์ (Interview) โดยลักษณะการสัมภาษณ์ที่ดีต้องตั้งคำถามให้ตรงจุด ข้อความนั้นจะต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติที่ผู้สัมภาษณ์ต้องการ และคำถามนั้นควรมีความเชื่อมั่นสูง

2. การสังเกต เป็นการใช้ประสาทหูและตาในการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตไปอนุมานว่าบุคคลนั้นมีเจตคติอย่างไร การสังเกตมีปัจจัยสำคัญ 3 ประการ คือ

2.1 คุณสมบัติของการสังเกต กล่าวคือ ต้องมีความใส่ใจต่อสิ่งที่สังเกต มีประสาทสัมผัสและสัญญาณที่ดีและมีความคิดรวบยอดที่ดี

2.2 วิธีสังเกต กล่าวคือ จะต้องมีการเตรียมตัวล่วงหน้า ปราศจากอคติ ต้องสังเกตหลาย ๆ ด้านและต้องสังเกตอย่างต่อเนื่องและระมัดระวัง

2.3 หลักเกณฑ์ของการสังเกตที่ดี คือ ผู้สังเกตจะต้องหาความรู้เรื่องนั้น ๆ ให้มาก กำหนดจุดมุ่งหมายที่ต้องการสังเกตให้ชัดเจน และที่สำคัญในการสังเกตผู้สังเกตจะต้องระมัดระวังและใช้ความละเอียดถี่ถ้วนอย่างพิถีพิถัน ตลอดจนมีทักษะในการใช้เครื่องมือและไม่มีอคติส่วนตัว

3. แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากเพราะสะดวกและสามารถวัดได้อย่างกว้างขวาง

3.1 โครงสร้างของแบบสอบถาม มีดังนี้

3.1.1 คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม โดยจะระบุจุดมุ่งหมายและความสำคัญที่ให้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะและวิธีตอบพร้อมยกตัวอย่าง และตอนสุดท้ายของคำชี้แจงควรกล่าวขอบคุณพร้อมระบุชื่อเจ้าของแบบสอบถาม

3.1.2 สถานภาพทั่วไป กล่าวคือ รายละเอียดส่วนตัวของผู้ตอบ

3.1.3 ข้อคำถามที่เกี่ยวกับพฤติกรรมที่จะวัด

3.2 ลักษณะของแบบสอบถามที่ดี มีดังนี้

3.2.1 ไม่ยาวเกินไป ใช้ข้อความที่กะทัดรัดและตรงจุด

3.2.2 ข้อความหรือภาษาที่ใช้ต้องชัดเจน เข้าใจง่าย

3.2.3 ไม่ใช้คำถามนำหรือเสนอแนะให้ตอบ

3.2.4 ไม่ถามในเรื่องที่เป็นความลับหรือค่อนข้างเป็นส่วนตัวมากเกินไป

3.2.5 ไม่ถามในเรื่องที่ทราบแล้ว

3.2.6 ข้อคำถามต้องเหมาะสมกับผู้ตอบ กล่าวคือ ต้องคำนึงถึงระดับ

การศึกษา ความสนใจ สติปัญญา ฯลฯ

3.2.7 ข้อคำถามหนึ่ง ๆ ควรถามปัญหาเดียวเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนและ

ตรงจุด

3.2.8 คำตอบที่ได้จากแบบสอบถาม ควรสามารถแปลงออกมาในรูปของ

ปริมาณและใช้สถิติอธิบายข้อเท็จจริงได้

4. การรายงานตนเอง เป็นวิธีการศึกษาเจตคติของบุคคลโดยการให้บุคคลนั้นเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา

5. เทคนิคการฉายออกหรือเทคนิคการจินตนาการ เป็นการวัดโดยใช้ภาพกระตุ้นให้บุคคลนั้นแสดงความคิดเห็น

6. การวัดทางสรีระภาพ เป็นการวัดโดยอาศัยเครื่องมือไฟฟ้าหรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการเปลี่ยนแปลงสภาพร่างกาย

ชวลิต ชูกำพวง (2551) ที่กล่าวถึงวิธีการที่นิยมได้ดังนี้

1. การสังเกต เช่น สังเกตการพูด การกระทำ การเขียนของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
ที่ผู้สอนต้องการ

2. การสัมภาษณ์

3. การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า มีรูปแบบการวัด 3 รูปแบบ คือ แบบของ
เทอร์สตัน แบบของลิเคิร์ท และแบบของออสกูด

4. การวัดเชิงสถานการณ์ นิยมใช้เป็นแบบวัดจริยธรรมเพื่อวัดจริยธรรมของบุคคล
เครื่องมือวัดเจตคติที่นิยมใช้กันมากคือแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยข้อความต่าง ๆ ที่ครอบคลุม
เรื่องที่ต้องการศึกษาและเป็นข้อความที่สามารถกระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกและความคิดเห็นใน
ทางบวกหรือเห็นด้วย ในทางลบคือไม่เห็นด้วย ทั้งยังสามารถอธิบายปริมาณด้วยว่า เห็นหรือไม่เห็น
ด้วยมากน้อยเพียงใด หรือมีความรู้สึกไม่แน่ใจว่ามีความรู้สึกเช่นไรต่อข้อความนั้น เรียกเครื่องมือนี้ว่า

มาตราวัดเจตคติ ซึ่งมีรูปแบบการวัด 3 รูปแบบ คือ แบบของเทอร์สตัน แบบลิเคิร์ต และแบบออสกูดซิง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ได้อธิบายไว้ดังนี้

1. วิธีของเทอร์สตัน (Thurston type) หรือวิธีการวัดช่วงเท่ากัน (Equal appearing interval scale) เป็นแบบวัดที่ต้องอาศัยความคิดเห็นของบุคคลกลุ่มหนึ่งที่มีความน่าเชื่อถือเป็นเกณฑ์ โดยจะกำหนดเรื่องที่จะวัดโครงสร้าง ข้อความตามโครงสร้างที่เป็นทั้งข้อความเชิงบวกเชิงลบ และเชิงเป็นกลางให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ให้กลุ่มผู้ตัดสินแยกข้อความออกเป็นกลุ่ม 11 กลุ่ม จากกลุ่มข้อความที่ไม่ชอบเลยไปถึงกลุ่มข้อความที่ชอบมากที่สุด

2. วิธีของลิเคิร์ต (Likert) หรือวิธีประมาณค่ารวม (Summated rating scale) เป็นแบบวัดความรู้สึกและความเชื่อของบุคคลทั้งทางบวกและทางลบ โดยจะกำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉย ๆ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข้อความที่บรรจุลงในมาตราวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งใด ทั้งในทางที่ดีและทางที่ไม่ดี และมีจำนวนพอ ๆ กัน ข้อความเหล่านี้ก็อาจมีประมาณ 18-20 ข้อความ

3. วิธีของออสกูด (Osgood) หรือเทคนิคนัยจำแนก (Semantic differential technique) เป็นการให้บุคคลใช้ความหมายทางภาษา เพื่อศึกษามโนทัศน์ของสิ่งของ สถานที่ เหตุการณ์ บุคคล เป็นต้น โดยใช้คุณศัพท์ซึ่งตรงกันข้ามที่มีลำดับความมากน้อย จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งทั้งหมด 7 อันดับ ซึ่งพิจารณาถึงองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

3.1 การประเมินค่า เช่น ดี-เลว ชอบ-ไม่ชอบ เป็นต้น

3.2 ศักยภาพ เช่น หนัก-เบา แข็งแรง-อ่อนแอ เป็นต้น

3.3 การเคลื่อนไหว เช่น รวดเร็ว-เชื่องช้า ร่าเริง-หงอยเหงา เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต ซึ่งเป็นข้อความที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ประกอบด้วย คำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อความเชิงนิเสธ (Negative) ซึ่งครอบคลุมในด้าน 5 ด้าน ได้แก่ 1. การยอมรับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปเป็นแนวคิด 2. การมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี 3. ความสนใจในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 4. เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม 5. การตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วิจัยในประเทศ

พิทักษ์พงศ์ คำแดง (2561) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกการเรียนรู้ และชิ้นงาน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 1 ถึง 3 ทั้งนี้ นักเรียนสามารถพัฒนา ความอยากรู้ อยากรูเห็น ความคิดริเริ่ม จินตนาการ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดละเอียดลออ และความความคิดยืดหยุ่นได้ดี ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า การจัดการเรียนรู้ควรประกอบด้วย 7 ขั้นตอน 1) การระบุภาระงานและการถามคำถาม 2) การออกแบบวิธีการและการเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างหัวข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลและสร้างผลงานเป็นกลุ่ม และ 7) การปรับปรุงและส่งรายงาน ทั้งนี้ในขั้นตอนที่ 1 ครูควรใช้ปัญหาสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นเพียงพอที่จะนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในด้านอื่นๆ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้มาจนถึงขั้นที่ 6 นักเรียนจะได้สร้างชิ้นงานด้วยตนเอง ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ครบทุกด้านได้

พาอิม๊ะ เจาะสา (2561) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และแบบบันทึกภาคสนาม พบว่า จากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุภาระงาน เป็นการนำเสนอสถานการณ์เพื่อสร้างความสนใจและวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม (2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูลเป็นการออกแบบและดำเนินการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา เก็บรวบรวมจัดทำและวิเคราะห์ข้อมูลจนสามารถสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ (4) กิจกรรมการโต้แย้งเป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน อภิปรายและวิจารณ์ เพื่อมุ่งหาคำตอบของสถานการณ์ที่มีเหตุผลสนับสนุนและเป็นที่ยอมรับ (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (6) การตรวจสอบโดยเพื่อน (7) การปรับปรุงรายงาน เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งอยู่ในระดับมาก

ธัญมกล ศักดิ์สูง (2562) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาผลของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราว แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แนวทางควรมีลักษณะดังนี้ การยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน การใช้สื่อที่มีความหลากหลาย และควรนำเสนอประเด็นที่ต้องชัดเจน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบและเลือกวิธีการเก็บหรือวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวเอง แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจะให้นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าเป็นข้อโต้แย้งใด ครูและนักเรียนควรร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูล การให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานของตนเอง และนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากที่สุดทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการนิยาม สูงที่สุด ร้อยละ 77.42 รองลงมา คือ ด้านทักษะการตัดสินใจข้อมูล และด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ร้อยละ 67.74 และ 61.29 ตามลำดับ

ทศพล สุวรรณพุ่ม (2562) ได้ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รายงานการโต้แย้ง และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ครูควรนำเสนอสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและเนื้อหาในบทเรียน 2) ครูควรสนับสนุนการแสดงถึง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และข้อสรุปของนักเรียนในการโต้แย้ง 3) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลในการเขียนรายงานหรือการประเมินชิ้นงานได้ ส่วนผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 73.44 โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ การให้เหตุผลแบบสมมติฐานได้สูงสุดร้อยละ 85.23 รองลงมา

คือ การให้เหตุผลแบบอธิบายได้ร้อยละ 84.09 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยได้เป็นร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีได้เป็นร้อยละ 60.23 ตามลำดับ

ปัทมพร จันชัยภูมิ (2563) ได้ศึกษาผลของการใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 41 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ พบว่า หน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับสูง ($d=2.04$) ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปรารธนา เสือกลิ่น (2563) ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 27.34 เมื่อพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แยกรายองค์ประกอบ พบว่าองค์ประกอบ การระบุสิ่งที่สงสัยจากการสังเกตมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละสูงที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 63.98 และองค์ประกอบ การให้เหตุผลเชิงความน่าจะเป็น มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 8.60 เมื่อจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความซับซ้อนในการให้เหตุผลพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับซับซ้อนน้อยจำนวน 24 คน ระดับซับซ้อนบางส่วนจำนวน 7 คน และไม่พบนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับซับซ้อนมากผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างพอที่จะมีพื้นฐานในการระบุสิ่งที่สงสัยจากการสังเกตซึ่งเป็น องค์ประกอบพื้นฐานของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แต่มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลในองค์ประกอบด้านอื่นต่อไป

2. วิจัยต่างประเทศ

Lawson (2009) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้เหตุผล 4 รูปแบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน เป็นการสร้างสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา (Puzzling Observation) หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ยังไม่อาจเข้าใจ เพื่อพยายามหาคำอธิบายหรือคาดเดาสืบเนื่องขึ้น 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้สามารถอธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป มาใช้อ้างอิงไปยังสมมติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการสร้างข้อสรุป หรือลงข้อสรุปจากผลของการค้นคว้าหาความจริง ซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำๆ โดยการทำการศึกษาและวิเคราะห์การให้เหตุผลดังกล่าว จากกรณีตัวอย่างในประวัติศาสตร์ที่เป็นเรื่องราวการค้นพบที่ยิ่งใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์ 3 กรณี ได้แก่ 1) การค้นพบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีของกาลิเลโอ 2) งานวิจัยเกี่ยวกับบิกแบงที่ชาร์ล ดาวิน และ 3) งานวิจัยเกี่ยวกับรหัสพันธุกรรมที่ได้รับรางวัลโนเบล ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ในแต่ละกรณีตัวอย่างนั้น มีรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของ If Then/Therefore ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะนำไปประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนต่อไปได้

Sampson & Clark (2009) ทำการศึกษาผลของการทำงานร่วมกันระหว่างการใช้โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบคุณภาพของข้อโต้แย้งระหว่างนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันกับนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล 2) ศึกษาระดับการยอมรับรายบุคคลในข้อโต้แย้งของกลุ่ม 3) เปรียบเทียบระดับการเรียนรู้จากประสบการณ์รายบุคคล โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 168 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกัน และกลุ่มที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพของข้อโต้แย้งของนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันไม่แตกต่างกับคุณภาพข้อโต้แย้งของนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล 2) สัดส่วนสาระสำคัญในข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคลเป็นส่วนหนึ่งในข้อโต้แย้งของกลุ่ม 3) นักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันแสดงความชำนาญและถ่ายโอนการเรียนรู้มากกว่านักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล

Cetin & Eymur (2017) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการนำเสนอของนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง และเพื่อศึกษาผลของการเรียนในห้องปฏิบัติการที่ห้องออกแบบบนพื้นฐานของการใช้รูปแบบ ADI ต่อความสามารถในการเขียนและการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการ

โต้แย้ง และแบบสำรวจผลการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะการเขียนของตนเองผ่านองค์ ประกอบของการโต้แย้งเนื้อหาที่โต้แย้งและวิธีการเขียนอย่างไรก็ตามคะแนนที่มีพัฒนาการสูงที่สุดได้รับจากคุณภาพของเนื้อหาที่โต้แย้งของนักเรียนและจากการศึกษายังพบว่ากิจกรรม ADI ช่วยนักเรียนพัฒนาทักษะการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างชัดเจนโดยจากคะแนน 65 คะแนนทุกกลุ่มได้คะแนนสูงกว่า 50 คะแนน ขณะที่ก่อนเริ่มกิจกรรมมีคะแนนเพียง 30 คะแนน

Eymur (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ด้วยตนเอง และความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะและทักษะในห้องปฏิบัติการผ่านการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ และแบบสำรวจทัศนคติ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) สามารถปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทักษะการสืบเสาะ และทักษะในห้องปฏิบัติการ เมื่อเทียบกับการสอนในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อเคมี สำหรับความสนใจของนักเรียนในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Salsabila et al. (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาความคงทนในการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ภาวะโลกร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในประเทศอินโดนีเซีย กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบ แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ พบว่าระดับความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่าง 2 กลุ่มแตกต่างกัน โดยทั้ง 2 กลุ่ม มีการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยแต่ละกลุ่มมีความคงทนในการเรียนรู้อยู่ในระดับกลางและระดับต่ำร้อยละ 40.7 และ 37.6 ตามลำดับ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งถูกพิจารณาว่าเป็นหนึ่งในรูปแบบการสอนที่สามารถสร้างความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

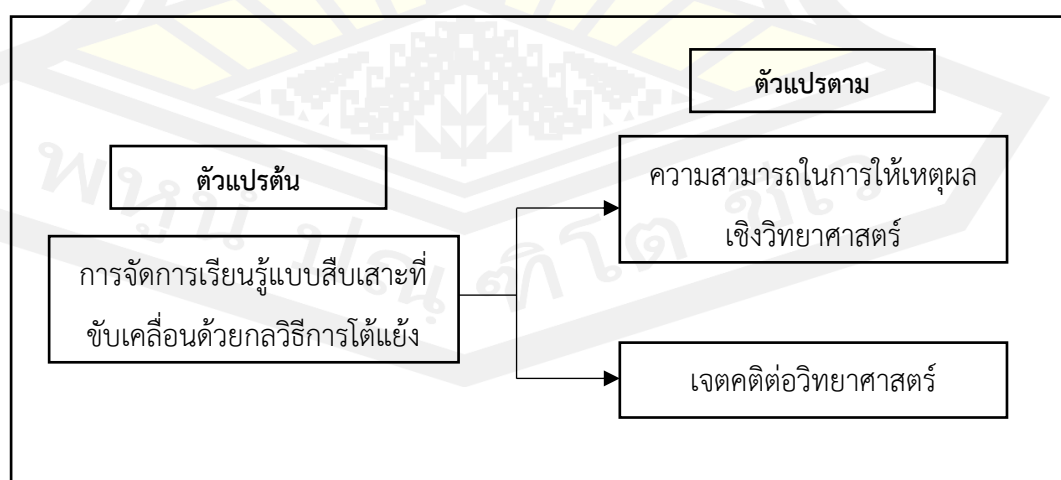
Afifa et al. (2021) ได้ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้การสอบถามโดยใช้ข้อโต้แย้ง (ADI) ต่อทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบสอบถามการจัดการเรียนรู้ เรื่อง มลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า จากการวัดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ คิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดคิดริเริ่ม คิดละเอียด และการคิดเชิงเปรียบเทียบ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ที่มากขึ้นอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ

โต้แย้งอยู่ในระดับที่สูงเนื่องจากสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้ และสามารถนำมาใช้ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Atqiya et al. (2021) ได้ศึกษารูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับแนวคิด STEM ที่มีผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์วิชา ฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนอายุ 11 ปี จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบ แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ จากการวิเคราะห์เชิงสถิติ Wilcoxon test และการวิเคราะห์เชิงพรรณนา พบว่า การวิเคราะห์เชิงสถิติมีค่า P-value < 0.05 แสดงว่านักเรียนมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการวิเคราะห์เชิงพรรณนา นักเรียนมีระดับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไปจากระดับสรุปไม่ได้ไปยังระดับที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น สรุปได้ว่ารูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับแนวคิด STEM สามารถสนับสนุนเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีนักวิจัยทางการศึกษาหลายท่านใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลของการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีขึ้นกว่าเดิม ดังนั้น ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 2 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนกมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 10 ห้อง รวม 350 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนกมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์ รวมทั้งสิ้น 30 คน ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง วิชาเคมีเพิ่มเติม 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนกมลไสย ปีการศึกษา 2564 หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ มาตรฐาน สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 5 (ว 30230) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์

1.3 ศึกษาเนื้อหาบทเรียน วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ โดยให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์	1	ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม	ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนพันธะคู่ในมอนอเมอร์ให้เป็นพันธะเดี่ยวที่เชื่อมระหว่างมอนอเมอร์ มีลักษณะเดียวกับปฏิกิริยาการเติมของแอลคีน จึงเรียกว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม	1. นักเรียนให้เหตุผล การเกิดพอลิเมอร์แบบเติมได้ 2. นักเรียนเขียนพอลิเมอร์จากมอนอเมอร์ของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติมได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	2

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์	2	ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น	ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกันแล้วมีส่วนของหมู่ฟังก์ชันหลุดออกไปในลักษณะเดียวกับปฏิกิริยาควบแน่นของการเกิดเอสเทอร์หรือเอไมด์ เรียกว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น	1. นักเรียนให้เหตุผลการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่นได้ 2. นักเรียนเขียนพอลิเมอร์จากมอนอเมอร์ของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่นได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	1
วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	3	โครงสร้างของพอลิเมอร์	พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็นโครงสร้างแบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิดของมอนอเมอร์และภาวะของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ซึ่งโครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อ จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น	1. นักเรียนให้เหตุผลความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้ 2. นักเรียนนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	2

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	4	การนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	การนำผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ต้องคำนึงถึงสมบัติต่างๆ เช่น ความแข็ง ความเหนียว การทนความร้อน เป็นต้น	1. นักเรียนให้เหตุผลความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ที่มีความเหมาะสมในการไปใช้ประโยชน์ได้ 2. นักเรียนนำเสนอการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	1
ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์อย่าง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	5	ประเภทของพลาสติก	พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วสามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว จึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก และพอลิเมอร์เทอร์มอเซต	1. นักเรียนให้เหตุผลในประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติก รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ได้ 2. นักเรียนทดสอบประเภทของพอลิเมอร์ในผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	2

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการ จัดการ เรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ทดสอบและ ระบุประเภท ของพลาสติก และ ผลิตภัณฑ์ ยาง รวมทั้ง การนำไปใช้ ประโยชน์	6	ยาง	ผลิตภัณฑ์ยางเป็น พอลิ เมอร์เทอร์โมเซต ซึ่งทำ ให้มีสมบัติ และการ นำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน	1. นักเรียนให้เหตุผล ในผลิตภัณฑ์ ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์ได้ 2. นักเรียนนำเสนอ ผลิตภัณฑ์ยางและการ นำไปใช้ประโยชน์ได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วม ในการทำกิจกรรม	1
อธิบายผล ของการ ปรับเปลี่ยน โครงสร้าง และการ สังเคราะห์ พอลิเมอร์ที่มี ต่อสมบัติของ พอลิเมอร์	7	การเติม สารเติมแต่ง และการ ปรับเปลี่ยน โครงสร้าง พอลิเมอร์	การปรับปรุงสมบัติของ พอลิเมอร์โดยการเติม สารเติมแต่ง ทำได้โดย การเติมสารเติมแต่งลงไป ในพอลิเมอร์ ซึ่งสารเข้า ไปแทรกกระหว่างสายพอลิ เมอร์โดยไม่เกิดปฏิกิริยา เช่นกระบวนการวัลคาไน เซชันและการปรับเปลี่ยน โครงสร้างพอลิเมอร์ ทำ ได้โดยการทำปฏิกิริยา เคมีบนสายพอลิเมอร์ ซึ่ง จะทำให้ได้พอลิเมอร์ที่มี โครงสร้างและสมบัติ เปลี่ยนไปจากเดิม	1. นักเรียนให้เหตุผล ของการปรับปรุงสมบัติ ของพอลิเมอร์โดยการ เติมสารเติมแต่ง การ ปรับเปลี่ยน โครงสร้าง ของพอลิเมอร์ 2. นักเรียนนำเสนอ การเติมสารเติมแต่ง และการปรับเปลี่ยน โครงสร้างพอลิเมอร์ได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วม ในการทำกิจกรรม	2

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์	8	โคพอลิเมอร์และพอลิเมอร์นำไฟฟ้า	มอนอเมอร์ที่นำมาทำปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ต่างชนิดกัน เรียกว่า โคพอลิเมอร์ และพอลิเมอร์นำไฟฟ้า เช่น พอลิอะเซทิลีนซึ่งประกอบไปด้วยพันธะคู่สลับพันธะเดี่ยวตลอดสาย ซึ่งอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ย้ายตำแหน่งบนสายพอลิเมอร์เกิดเป็นโครงสร้างเรโซแนนซ์มีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำไฟฟ้าได้	1. นักเรียนให้เหตุผลของการสังเคราะห์โคพอลิเมอร์และการสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า 2. นักเรียนนำเสนอโคพอลิเมอร์และพอลิเมอร์นำไฟฟ้าได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	1
สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการแก้ไข	9	การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์	การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข	1. นักเรียนให้เหตุผลของผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พร้อมทั้งแนวทางแก้ไข 2. นักเรียนนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	2

1.4 กำหนดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้

1.5 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ตามตารางที่ 5

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนิยาม ปรับกิจกรรมให้มีความชัดเจน และปรับเกณฑ์การวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาประเมินความเหมาะสมของการนำไปใช้และความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1.7.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.7.2 นางสาวจุฬาลักษณ์ ทิพวัน ศษ.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนบ้านเมืองเก่าช่ง (รัฐราษฎร์รังสรรค์) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

1.7.3 นางพวงลดดา วรสาร วท.ม. (เคมี) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนกมลลาไสย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.8 นำการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 3.51-5.00 ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ระดับ 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมมาก

ระดับ 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมน้อย

ระดับ 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมน้อยมาก

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาโดยใช้ แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ 20 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 3.51 – 5.00 จึงจะนำไปใช้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เข้าเกณฑ์ทั้ง 9 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีค่าในช่วง 4.89 – 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ พบว่าอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด และได้ปรับปรุงแก้ไข เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา การวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 โรงเรียนกมลาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองมาปรับเรื่องระยะเวลาในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว มาปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

2.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.4 สร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการตอบสถานการณ์อย่างสั้น และส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายให้เหตุผล ตามกรอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ โดยสร้างทั้งหมด 12 ข้อ และใช้จริง 6 ข้อ ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 กรอบการสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์	2	1
วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	2	1
ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	4	2
อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์	2	1

ตาราง 6 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข	2	1
รวม	12	6

2.5 สร้างเกณฑ์การประเมินตามระดับองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป ซึ่งใช้เกณฑ์จาก Lawson (2009) ดังรายละเอียดในตาราง 7

ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินตามระดับองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน		
	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น
2	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ ถูกต้องและครบถ้วน อย่างน้อย 2 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเน คำตอบมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ และครบถ้วน อย่างน้อย 2 เหตุผล	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
1	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐาน ได้ ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เพียง 1 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเน คำตอบมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ แต่ไม่ครบถ้วน อย่างน้อย 1 เหตุผล	ลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบาย โดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
0	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	เหตุผลของการคาดคะเน คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ หรือไม่ตอบ	ลงข้อสรุปโดยไม่อ้างอิงหลักฐานที่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

2.6 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม ซึ่งได้ปรับปรุงโดยแนบตารางที่อิงเกณฑ์ตาม Lawson เพิ่มเติม

2.7 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมเกณฑ์การประเมินที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ หลังจากนั้นทำการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพหาความเที่ยงตรง (Validity) โดยประเมินข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 3.51-5.00 โดยประเมินจากความเหมาะสม ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ระดับ 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมมาก

ระดับ 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมน้อย

ระดับ 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมน้อยมาก

2.8 นำผลการประเมินความความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มีค่าเท่ากับ 1.00 ทั้ง 12 ข้อและได้ปรับปรุงข้อคำถามให้ถูกต้องตามเนื้อหา และภาษาที่ใช้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.9 นำผลการประเมินเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเหมาะสม โดยมีคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 4.67 - 5.00 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.08 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ พบว่า อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด

2.10 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ ควรปรับเปลี่ยนเกณฑ์ให้มีความชัดเจนมากขึ้นและวัดผลได้

2.11 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มาจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลองใช้ (try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 โรงเรียนกมลาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2.12 นำผลการสอบมาหาคุณภาพของแบบวัด โดยหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20-0.80 ไว้ใช้และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้ใช้ (ไพศาล วรรค่า, 2562) ผลปรากฏว่า ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.39 – 0.72 และอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.22 – 0.40

2.13 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 6 ข้อ จาก 12 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีของครอนบาคในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ไพศาล วรรค่า, 2562) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.85

2.14 จัดพิมพ์แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ในการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิดหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างแบบสอบถามและสร้างเครื่องมือแบบมาตราส่วนประมาณค่าเพื่อวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เป็นชนิดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามองค์ประกอบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 รายละเอียดขององค์ประกอบและจำนวนข้อในแบบวัดเจตคติ

องค์ประกอบ	จำนวนคำถามทั้งหมด (ข้อ)	จำนวนคำถามที่นำไปใช้ (ข้อ)
1. ความเข้าใจ	10	7
2. ความรู้สึก	10	7
3. พฤติกรรม	10	6
รวม	30	20

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์แปลผลของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) เป็นแนวทางในการแปลความหมายของผลจากแบบวัดเจตคติ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.3 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

3.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ หลังจากนั้นทำการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามสามารถวัดได้ตรงตามนิยามหรือไม่ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงนิยามได้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงนิยามได้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดไม่ตรงนิยามได้

3.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกคำถามที่มีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) โดยข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00

3.6 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขในด้านความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมของคำถามแล้วมาจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 โรงเรียนกมลาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 30 คน

3.7 หาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (r_{xy}) โดยวิธี Item Total Correlation (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) เพื่อคัดเลือกคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้ใช้ ผลปรากฏว่า คำถามที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (r_{xy}) อยู่ในช่วง 0.22 – 0.61

3.8 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ จาก 30 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยวิธีของครอนบักในรูปแบบประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.85

3.9 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental Design) แบบ One-Shot Case Study (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2559) ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงรูปแบบของการวิจัย

กลุ่ม	Treatment	Posttest
E	X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

O แทน การทดสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียนที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 9 แผน 14 ชั่วโมง
3. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มาทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ กับกลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดกิจกรรม
4. ตรวจสอบแบบวัดการทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน
5. ตรวจสอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติพื้นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ผลเชิงปริมาณ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติพื้นฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือ ได้แก่ 1) แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ทำการทดสอบหลังเรียน 2) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ร้อยละ (%) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) ของคะแนนจากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลคะแนนความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติวิธีวิจัย One Sample t-test เพื่อทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ร้อยละ (%) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) ของคะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์แปลผลของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) แนวทางในการแปลความหมายของผลจากแบบวัดเจตคติ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.1.1 การหาความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม/ขั้นตอนในการแก้ปัญหา/ ประเด็นที่ต้องการวัด

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.1.2 การหาค่าความยาก (Difficulty) โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (ณัฐ
ภรณ์ หลาวทอง, 2559)

$$P_D = \frac{S_u + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	P_D	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{min}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด
	X_{max}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด

1.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซา
เบอร์ (ณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2559)

$$D = \frac{S_u - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{min}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด
	X_{max}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด

1.1.4 การหาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Alpha Coefficient) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

1.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.2.1 การหาความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อแบบ Item Total Correlation ใช้สูตรของเพียร์สัน (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553)

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

X แทน ค่ารวมของการตอบของผู้ตอบแต่ละคน

Y แทน คะแนนในแต่ละข้อของผู้ตอบ

N แทน จำนวนนักเรียน

1.2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ด้วยวิธีของครอนบัท โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Alpha Coefficient) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (%) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนข้อมูล

3. สถิติอ้างอิง

3.1 สถิติทดสอบทีแบบ One Sample (One Sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553)

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

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

พหุบัณฑิต ชีวะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
%	แทน	ร้อยละ
ΣX	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่ แบบ One sample
df	แทน	ขั้นของความอิสระ
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ โดยวัดจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบมี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ตามกรอบประเมิน คือ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป ดังนี้

ตาราง 10 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 30 คน โดยแยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และด้านการสร้างข้อสรุป

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ			รวมคะแนน (36 คะแนน)
	ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้างข้อสรุป	
S01	8	6	8	22
S02	12	9	7	28
S03	10	8	5	23
S04	9	7	9	25

ตาราง 10 (ต่อ)

กลุ่ม ตัวอย่าง	คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ			รวมคะแนน (36 คะแนน)
	ด้านการระบุข้อมูล หรือหลักฐาน	ด้านการคาดคะเนและ พยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้าง ข้อสรุป	
S05	9	9	9	27
S06	11	9	9	29
S07	11	10	10	31
S08	12	11	9	32
S08	12	9	10	31
S09	11	5	7	23
S10	11	10	9	30
S11	10	9	9	28
S12	9	9	7	25
S13	11	6	3	20
S14	11	8	9	28
S15	10	11	10	31
S16	8	10	7	25
S17	11	10	7	28
S18	10	10	9	29
S19	10	12	8	30
S20	6	6	8	20
S21	9	8	6	23
S22	9	9	10	28
S23	9	10	9	28
S24	7	10	5	22
S25	8	9	9	26
S26	9	9	9	24
S27	11	9	9	29
S28	11	10	10	27

ตาราง 10 (ต่อ)

กลุ่ม ตัวอย่าง	คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ			รวมคะแนน (36 คะแนน)
	ด้านการระบุข้อมูล หรือหลักฐาน	ด้านการคาดคะเนและ พยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้าง ข้อสรุป	
S29	10	12	9	31
S30	10	11	4	25
\bar{X}	9.70	9.13	7.86	26.70
ร้อยละ	80.83	76.08	65.50	74.17

จากตาราง พบว่าคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 30 คน โดยแยกตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และด้านการสร้างข้อสรุป โดยมีคะแนนการให้เหตุผลด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐานมากที่สุด ($\bar{X} = 9.70$, % = 80.83) รองลงมา คือ ด้านการสร้างข้อสรุป ($\bar{X} = 9.13$, % = 76.08) และด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น ($\bar{X} = 7.86$, % = 65.50) ตามลำดับ

ตาราง 11 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

องค์ประกอบความสามารถใน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	\bar{X} (n=30)	S.D.	μ_0	t	df	p
1) ด้านการระบุข้อมูลหรือ หลักฐาน	12	9.70	1.49	8.40			
2) ด้านการคาดคะเนและ พยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	12	9.13	1.77	8.40			
3) ด้านการสร้างข้อสรุป	12	7.86	1.85	8.40			
คะแนนรวม	36	26.70	3.45	25.20	2.384	29	0.012*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ มีค่าเฉลี่ยผลรวมทั้ง 3 องค์ประกอบเท่ากับ 26.70 และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
กลวิธีโต้แย้งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง
พอลิเมอร์ โดยวัดจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
จำนวน 20 ข้อ โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจ ความรู้สึก และพฤติกรรม ดังนี้



ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้าน		\bar{X}	S.D.	ระดับ
ด้านที่ 1 ด้านความเข้าใจ				
1.	การหาข้อมูลจากหลายแหล่งที่มาทำให้นักเรียนเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.55	0.48	มากที่สุด
2.	นักเรียนจะหาข้อมูลทันที เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	4.46	0.63	มาก
3.	เมื่อนักเรียนได้โต้แย้งกับเพื่อนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น	4.30	0.77	มาก
4.	นักเรียนพยายามทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ถึงแม้ว่าจะมีความซับซ้อน	4.30	0.72	มาก
5.	นักเรียนเชื่อในเรื่องเหนือธรรมชาติมากกว่าวิทยาศาสตร์	3.08	1.14	ปานกลาง
6.	นักเรียนไม่สงสัยและไม่ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์	3.88	1.23	น้อย
7.	นักเรียนมักใช้ความรู้สึกมาอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	4.47	1.16	น้อย
เฉลี่ย		4.15	0.73	มาก
ด้านที่ 2 ด้านความรู้สึก				
8.	นักเรียนรู้สึกชอบทำกิจกรรมในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	4.33	0.62	มาก
9.	นักเรียนมีความสนใจสิ่งต่างๆ รอบตัวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	4.43	0.57	มาก
10.	นักเรียนรู้สึกมีเหตุผลมากขึ้นเมื่อได้เรียนวิทยาศาสตร์	4.43	0.57	มาก
11.	นักเรียนรู้สึกชอบเมื่อได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ ในขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน	4.53	0.50	มากที่สุด
12.	นักเรียนคิดว่าการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ	3.67	1.11	น้อย
13.	นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องทดลองซ้ำ พิสูจน์ซ้ำบ่อยๆ ทำให้ซ้ำ และไม่เกิดประโยชน์	3.61	1.36	น้อย

ตาราง 12 (ต่อ)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้าน		\bar{X}	S.D.	ระดับ
14.	นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรียนรู้ได้ยากและซับซ้อน	3.54	1.01	น้อย
เฉลี่ย		4.07	0.91	มาก
ด้านที่ 3 ด้านพฤติกรรม				
15.	นักเรียนมักจะตั้งคำถามตนเองหรือเพื่อนเมื่อมีข้อสงสัย และอยากรู้คำตอบ	4.39	0.63	มาก
16.	นักเรียนเชื่อว่าการแก้ปัญหาที่ตื้อตื้อมีขั้นตอนเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ทำความเข้าใจปัญหา	4.43	0.63	มาก
17.	นักเรียนชอบถามเพื่อนหลายคนหรือค้นหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อมั่นใจในการสรุปความรู้มากขึ้น	4.59	0.49	มากที่สุด
18.	นักเรียนใช้เหตุผลประกอบการอธิบายและสรุปคำตอบในการสำรวจ ทดลองในการเรียนวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง	4.27	0.70	มาก
19.	นักเรียนชอบการวิพากษ์วิจารณ์ด้วยข้อโต้แย้งหรือการใช้เงื่อนไขคัดค้านเหตุการณ์ในทิศทางตรงข้ามอย่างเสมอ	3.73	0.91	มาก
20.	นักเรียนชอบค้นข้อมูลที่เป็นคำตอบใหม่ จากการนำไปปฏิบัติซ้ำในสถานการณ์ที่แตกต่าง เพื่อให้มั่นใจในคำตอบ	4.21	0.68	มาก
เฉลี่ย		4.27	0.30	มาก
เฉลี่ยรวม		4.16	0.65	มาก

จากตาราง พบว่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจกได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง โดยมีด้านพฤติกรรมสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.30) รองลงมา คือ ด้านความเข้าใจ ($\bar{X} = 4.15$, S.D. = 0.73) และด้านความรู้สึก ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.91) ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยผลรวมทั้ง 3 ด้านเท่ากับ 4.16 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 แสดงว่า หลังจกได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง มีคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัย เรื่อง การวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการและสรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลได้ ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการโต้แย้งมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เปรียบเสมือนหัวใจสำคัญของกระบวนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Duschl & J. Osborne, 2002) โดยในการจัดการเรียนรู้ นั้นผู้สอนได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่น่าสนใจและคำถามในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง พอลิเมอร์ และได้ฝึกให้นักเรียนเขียนคำตอบจากประเด็นปัญหาที่ผู้สอนได้กำหนดเพื่อแสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยที่นักเรียนยังไม่สืบค้น หากผู้สอนตั้งคำถามได้ดีจะช่วยให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐาน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เหมาะสมและถูกต้อง (Walker & Sampson, 2010) จากนั้นนักเรียนสืบค้นคำตอบเพื่อหาหลักฐานจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ทั้งในโทรศัพท์มือถือ หนังสือเรียน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มแล้วจะต้องปรึกษาว่ามีข้อมูลใดบ้าง ที่สามารถสร้างความเข้าใจต่อสถานการณ์ได้ หรือมีประเด็นใดที่ควรสืบค้นเพิ่มเติม โดยการหาหลักฐานมาสนับสนุนคำตอบของนักเรียนทำให้ตระหนักถึงความสำคัญของการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และต้องมีการคิดพิจารณาก่อนที่จะทำการเชื่อสิ่งใด (ลลิตา คำแก้ว, 2558) ในกิจกรรมการโต้แย้งนั้นให้นักเรียนนำเสนอเพียงบางกลุ่มที่มีข้อโต้แย้งแตกต่างกัน แล้วนำมาเขียนเป็นรายงานตามความเข้าใจของตัวเอง ซึ่งรายงานประกอบไปด้วย จุดประสงค์ของการศึกษา วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ (Lawson & Brossart, 2013) จากนั้นเพื่อนประเมินรายงานพร้อมกับเขียนข้อเสนอแนะเพื่อสะท้อนสิ่งที่บกพร่องไป ทำให้นักเรียนได้ทบทวนข้อสรุปของตนเอง ได้เข้าใจเนื้อหาในแง่มุมอื่น แล้วส่งกลับให้เพื่อนเพื่อนำไปแก้ไขให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยในการโต้แย้งนั้นย่อมมีความเห็นไม่ตรงกัน มาจากการที่ผู้เรียนมีมุมมอง ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญที่ต่างกัน ส่งผลให้เกิดข้อสรุปที่แตกต่างกัน และผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะประเมินและปรับปรุงผลงานการสำรวจตรวจสอบ และโต้แย้งด้วยข้อสรุปที่มีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือ นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงข้อสรุปและเกิดเป็นความรู้ใหม่ (Sampson & Clark, 2009) ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ 3) ด้านสร้างข้อสรุป พบว่า จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นสืบค้นนักเรียนได้ฝึกสืบค้นข้อมูลเพื่อหาเหตุผลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสในการคัดกรอง รวมถึงได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ จึงทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบได้ว่าหลักฐานและเหตุผลใดที่มีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ แต่การลงข้อสรุปนั้นเป็นองค์ประกอบของการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวที่นักเรียนจะต้องอธิบาย ซึ่งมีนักเรียนที่มีคะแนน

ในด้านนี้ค่อนข้างน้อย เพราะนักเรียนมองว่าในด้านของการให้เหตุผลสามารถตอบสนองการณ์ได้อย่างครอบคลุมแล้วนั้น ส่งผลให้นักเรียนเฉลยองค์ประกอบในส่วนการลงข้อสรุป ดังนั้นในช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการลงข้อสรุป ให้นเวล่านักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง ไม่ควรเร่งรัดนักเรียนมากเกินไป และเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะนำมาสนับสนุนการลงข้อสรุปได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปิณฑพร จันชัยภูมิ (ปิณฑพร จันชัยภูมิ, 2563) พบว่า หน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 และคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 83.20 โดยนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้านพฤติกรรมสูงสุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.27 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.30 และคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 85.39 ซึ่งประเด็นด้านนี้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ นักเรียนชอบถามเพื่อนหลายคนหรือค้นหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อมั่นใจในการสรุปความรู้อีกขึ้น โดยเป็นลักษณะสำคัญที่ได้มาซึ่งการสร้างข้อโต้แย้งในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และเป็นรูปแบบที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยนักเรียนในการพัฒนานิสัยพื้นฐานของนักวิทยาศาสตร์ (Sampson & Clark, 2009) รองลงมาเป็นเจตคติด้านความเข้าใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.15 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 และคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 83.00 ซึ่งประเด็นด้านนี้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ การหาข้อมูลจากหลายๆแหล่งที่มาทำให้นักเรียนเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกภูมิ จันทรขันธ์ (เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559) ที่กล่าวถึงการโต้แย้งต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า การโต้แย้งช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยที่นักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลและบูรณาการความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อมาแก้ไขและนำเสนอต่อความคิดของเพื่อนทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และด้านความรู้สึกค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.07 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.91 และคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 81.40 ซึ่งประเด็นในด้านนี้ที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ นักเรียนรู้สึกชอบเมื่อได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆในขณะที่ทำกิจกรรมในชั้นเรียน ในการที่นักเรียนได้แบ่งปันความคิดและอภิปรายสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม จะสามารถพัฒนาการให้เหตุผลที่เป็นข้อสรุปหรือการให้เหตุผลของนักเรียน (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2556) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการทำ กิจกรรมเน้นฝึกให้นักเรียน มีความรู้ ความเข้าใจ ตระหนักเห็นคุณค่าและ

ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ในการวิจัย ในครั้งนี้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทั้งกับเพื่อนและครูผู้สอน บรรยากาศในการเรียนจึงเต็มไปด้วยความ สนุกสนาน ผู้เรียนพอใจในการปฏิบัติกิจกรรมและร่วมแสดงความคิดเห็น รวมทั้งให้ความช่วยเหลือ เพื่อนในกลุ่มเป็นอย่างดีจึงทำให้ลดความวิตกกังวลของผู้เรียนไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น จากผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ส่งผลให้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อาติละห์ เจ๊ะแม (อาติละห์ เจ๊ะแม, 2561) หลังจัดกิจกรรมด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Atqiya (Atqiya et al., 2021) พบว่า รูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับแนวคิด STEM ที่มีผลต่อการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์วิชา ฟิสิกส์ มีค่า P-value < 0.05 แสดงว่านักเรียนมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้นจาก ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง มีขั้นตอนที่นักเรียน อย่างไม่คุ้นชิน ครูจึงศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้พร้อม อธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง และทราบถึงจุดประสงค์ของการโต้แย้งที่มีเพื่อสร้าง องค์ความรู้ร่วมกันไม่ใช่การแข่งขัน

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เป็นกิจกรรมที่มี กระบวนการมาก จำเป็นต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูควรกำกับเวลาและกระตุ้นนักเรียนบ่อยๆ โดย ครูผู้สอนอาจจะยืดหยุ่นเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ให้มี ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่น้อยลงหรือกระชับมากขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับชั่วโมงเรียนคาบเดียวมากขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้เต็มที่

2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อมุ่งเน้นการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถของนักเรียนเป็นระยะๆ และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

2.3 ในการวิจัยครั้งต่อไปการให้คะแนนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมี มากกว่า 1 คน เพื่อให้คะแนนมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560*. โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการ ตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ ชีววิทยา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุฬามาศ นุชิต. (2554). *ผลของปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์สืบเสาะแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสะท้อนของแสงและการเกิดภาพในกระจกเงาระนาบสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 34.
- จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2556). *ผลการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2551). *การพัฒนาหลักสูตร*. ทิศวิ.
- ฐิติพร กายแก้ว. (2560). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทตาม กรอบ PISA เพื่อสร้างมโนทัศน์เรื่องวิวัฒนาการและความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ฉบับพิเศษ, 259–269.
- ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ. (2559). *ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*.
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2559). *การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทศพล สุวรรณพุม. (2562). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการเรียนรู้สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง . มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธัญมล ศักดิ์สูง. (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส. วารสารชุมชนวิจัย, 13(2), 237-251.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2542). การวัดเจตคติ. วิทยาออฟเซทการพิมพ์.
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2556). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์ การคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น(พิมพ์ครั้งที่ 7). สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2559). ระเบียบวิธีวิจัยทางหลักสูตรและการสอน. ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.
- ปรารณา เสือกลิ่น. (2563). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนเอกชน. การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา, 15.
- ปรีวดี สิงหาเวช. (2548). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2551). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ดี.
- ปณณพร จันชัยภูมิ. (2563). ผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง การรักษาตุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณวิไล ชมชิต. (2557). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. ตักศิลาการพิมพ์.

- พรรณณี ชูทัย เจนจิต. (2550). *จิตวิทยาการสอน*. ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8).
- พาอีหมีะ เจงสา. (2561). *ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี.
- พิทักษ์พงศ์ คำแดง. (2561). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่องสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- ไพศาล วรรณคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา*. ตักสิราการพิมพ์.
- ภัทรภร ชัยประเสริฐ. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 26(2).
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2553). *พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ประยุกต์)*. ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. ราชบัณฑิตยสถาน.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. ราชบัณฑิตยสถาน.
- ลลิตา คำแก้ว. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนแบบชัดเจน*.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. สุวีริยาสาส์น.
- ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกุล. (2556). *การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(3), 37-45.
- วรัญญา จำปามูล. (2555). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

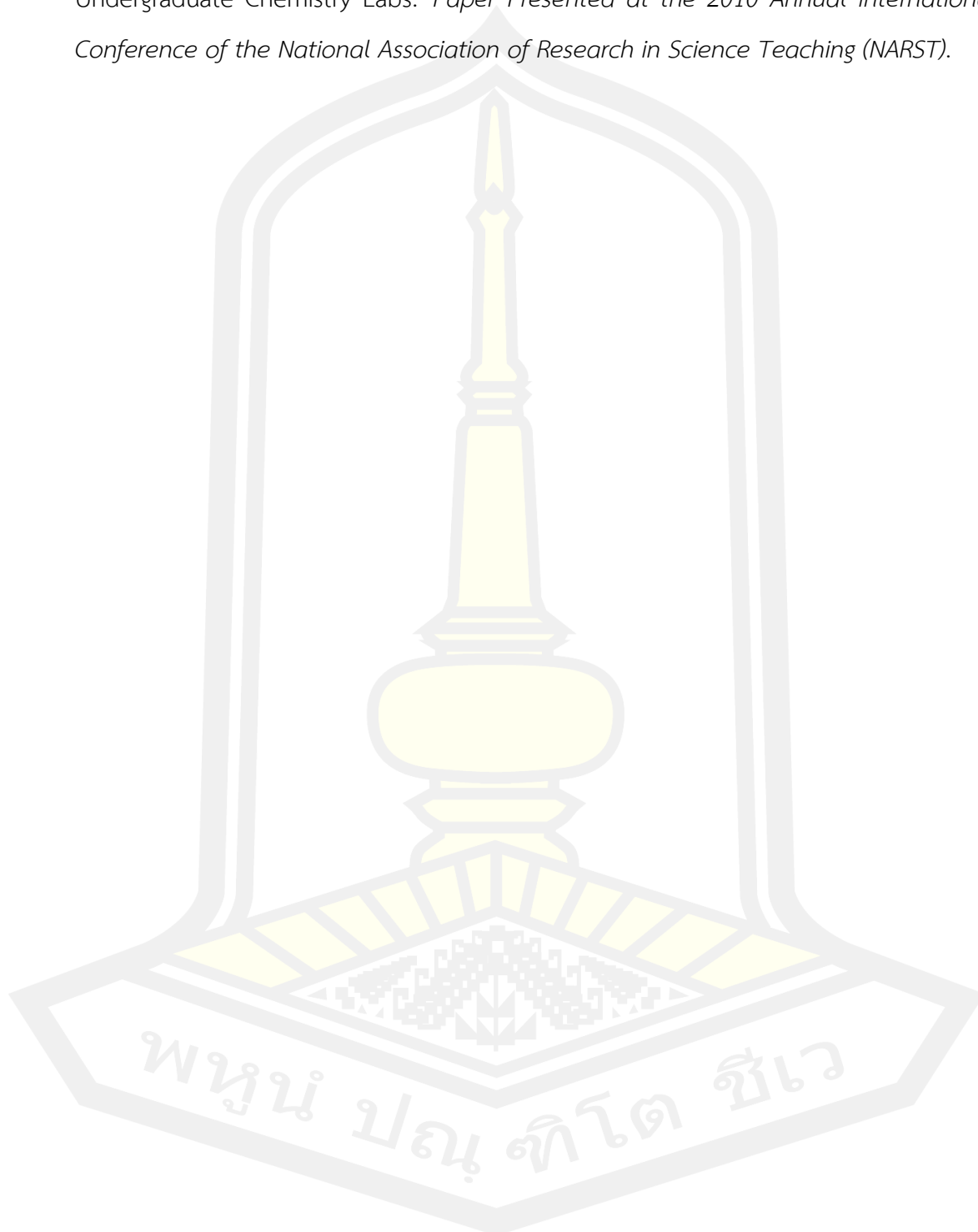
- ศศิธร วิทยะสิรินันท์, ทิศนา แชนมณี, & พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *ทฤษฎีและแนวคิดร่วมสมัยเกี่ยวกับ การคิดจากประเทศซีกโลกตะวันตก*. พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. (2542). *ทฤษฎีและปฏิบัติการทางจิตวิทยาสังคม* (ฉบับที่ 4). ภาควิชาพื้นฐาน การศึกษาคณะวิชาครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการ ประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). *รายงานประจำปี พ.ศ.2563*.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. โรงพิมพ์ ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์*.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2553). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. ประสานการพิมพ์.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้งที่มีความสามารถใส่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). *ผลกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทน ความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2553). *ตรรกวิทยาสัญลักษณ์*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

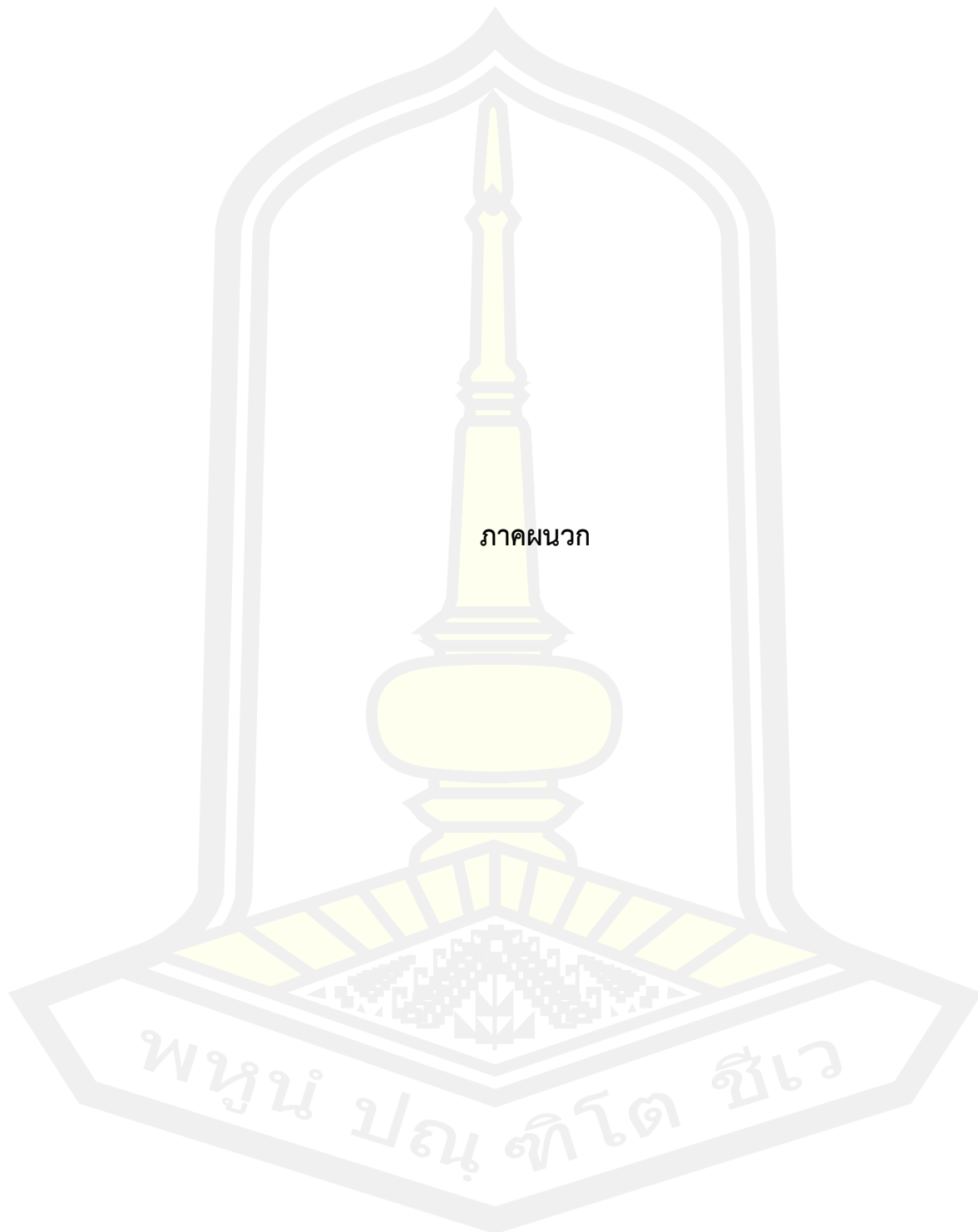
- อาดีละห์ เจ๊ะแม. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
- อารยา ปาละโชติ. (2551). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดแทรกการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค *fading Scaffold* เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เอกภูมิ จันทร์ขันธ์. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์.
- Afifa, I. N., Hasnunidah, N., & Maulina, D. (2021). Effectiveness of argument-driven inquiry (ADI) learning model on students' creative thinking skill: Environmental pollution. *Biosfer*, 14(1).
- Akpınar, E., Yıldız, E., Tatar, N., & Ergin, Ö. (2009). Students' attitudes toward science and technology: an investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1).
- Atqiya, N., Yuliati, L., & Diantoro, M. (2021). *Argument-driven inquiry for STEM education in physics: Changes in students' scientific reasoning patterns.*
- Bou Jaoude, S. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon. *International Journal of Science Education*, 24, 139–156.
- Brandon, A. (2010). Constructivism theory analysis and application to curricula. *Nursing Education Perspective*, 31(2), 89–92.
- Cetin, P. S., & Eymur, G. (2017). Developing Students' Scientific Writing and Presentation Skills through Argument Driven Inquiry: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, 94(7).
- Crowl, T. K., Kaminsky, S., & Podell, D. M. (1997). *Educational Psychology Windows on Teaching*. Brown and Benchmark Publishers.

- Davis, C. A. (2009). Gender, Mathematics, Reading Comprehension and Science Reasoning As Predictors of Science Achievement among African-American Students At A Historical Black College or University. *Doctor of Philosophy The University of Southern Mississippi*.
- Duschl, R., & J. Osborne. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39–72.
- 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).
- Fanetti, T. M. (2011). The effect of Problem-Solving Video Games on the Science Reasoning Skills of College Students. *Doctor of Philosophy in Education University of Missouri-St. Louis*.
- Good, C. v. (1973). *Dictionary of education*. McGraw-Hill.
- Hausman, A., Kahane, H., & Tidman, P. (2010). *Logic and philosophy a modern introduction*. Wadsworth.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tool for dealing with the science. *Science Education*, 85, 291–310.
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, 674–689.
- Lawson, A. E. (1995). Science teaching and Development of Thinking. *California : Wadsworth*.
- Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetic-predictive argumentation with implication for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25, 1387–1408.
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Journal of Research in Science Teaching*, 94, 336–364.

- Lawson, D. M., & Brossart, D. F. (2013). Interpersonal Problems and Personality Features as Mediators Between Attachment and Intimate Partner Violence. *Violence and Victims*, 28(3), 414–428.
- Lee, C., & She, H. (2010). Facilitating Students' Conceptual Change and Scientific Reasoning Involving the Unit of Combustion. *Research Science Education*, 40, 479–504.
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and instruction*. Pearson Education.
- McNeil, K. L. (2009). Teacher, Use of Curriculum to Support Student in Writing Scientific Arguments to Explain Phenomena. *Science Education*, 93, 233–260.
- Osborne, J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173–184.
- Salsabila, E. R., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Improving Students' Sustainability Awareness through Argument-driven Inquiry. *Journal of Science Learning*, 2(2).
- sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on their outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93, 448–484.
- Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448–484.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written argument. *An Exploratory Student. Science Education*, 95, 217–257.
- Susilowati, S. M. E., & Anam, K. (2017). Improving Students' Scientific Reasoning and Problem-Solving Skills by The 5E Learning Model. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 9(3).
- Triandis, H. E. (1971). *Attitude and Attitude Change*. John Wiley and Sons.
- Vaughan, S. (2013). *Scientific Inference : Learning from Data*. Cambridge Press.

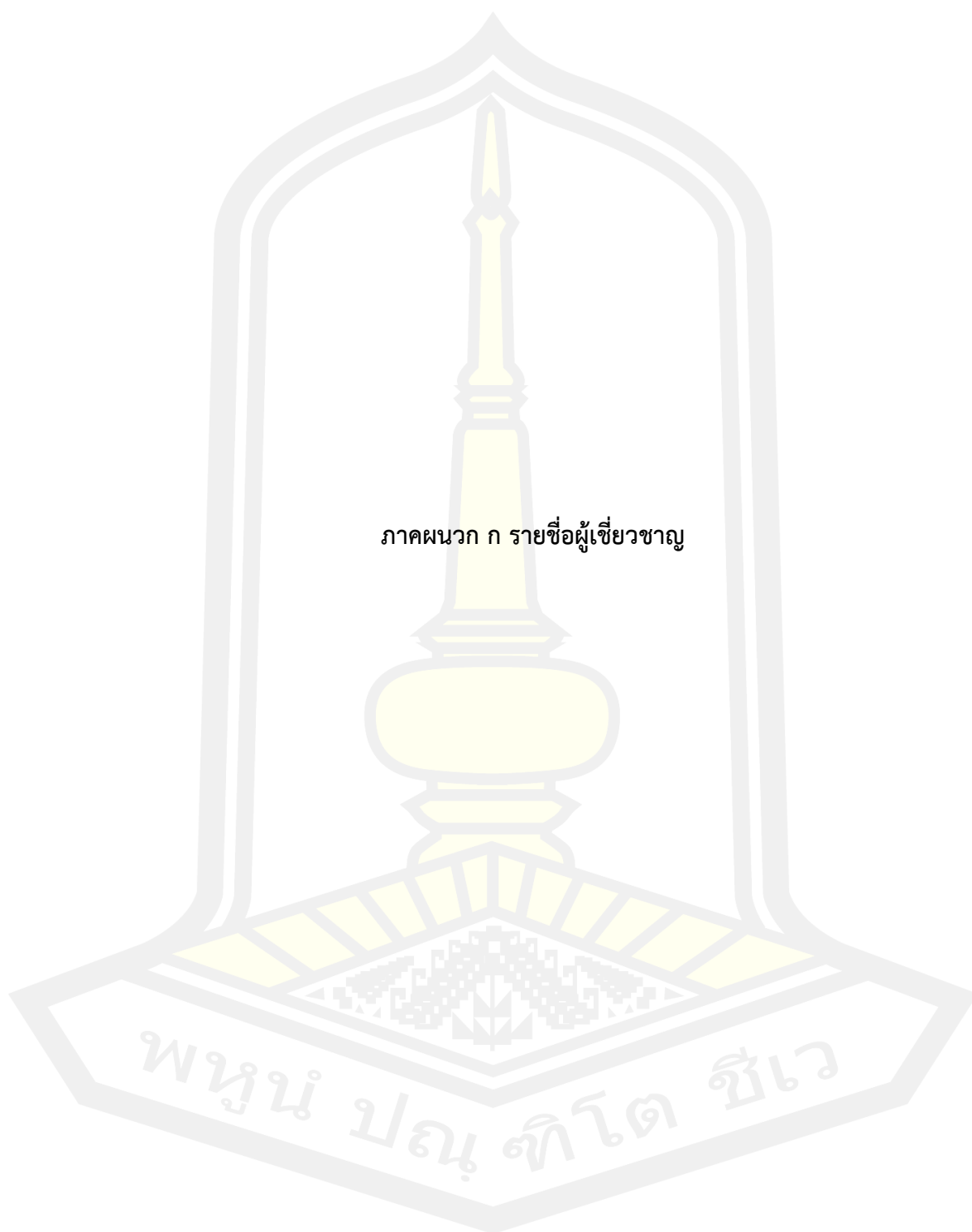
Walker, J., & Sampson, V. (2010). Argument-Driven Inquiry: An Instruction Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs. *Paper Presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST)*.





ภาคผนวก

พหุบัณฑิตวิชเว



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

พหุบัณฑิต วิเว

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) นางสาวจุฬาลักษณ์ ทิพวัน ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนบ้านเมืองเก่าซ่ง (รัฐราษฎร์รังสรรค์) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

3) นางพวงลดา วรสาร ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา เคมี (สควค.) วิทยฐานะชำนาญการ พิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนกมลาไสย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา เคมี





ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

รายวิชาเคมี 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 2 /2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พอลิเมอร์

นางสาวจุนจุฬา ทิพย์พิมานพร

รหัสวิชา ว 30230

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

เรื่อง การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์

1. สาระเพิ่มเติม

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

15. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

3. สาระสำคัญ

การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งพอลิเมอร์เป็นวัสดุสังเคราะห์ จึงไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ ทำให้ถ่ายทอดไปตามโซ่อาหาร จนนำเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ จึงมีแนวทางแก้ไขปัญหามาจากขยะพลาสติก เช่น การลดการใช้ การรีไซเคิล และ การใช้พอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เป็นต้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. นักเรียนให้เหตุผลของผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พร้อมทั้งแนวทางแก้ไข (K)

2. นักเรียนนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พร้อมทั้งแนวทางแก้ไข (P)

3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม (A)

5. สาระการเรียนรู้

การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (10 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการยกสถานการณ์จากข่าวที่แสดงถึงปัญหาขยะจากพอลิเมอร์ ซึ่งอยู่ในใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจ



ที่มา : <https://home.maefahluang.org/17277358/รู้จักพลาสติก-7-ชนิดที่ไทยกำลังจะแบน>

ข่าววันที่ 19 พฤษภาคม 2564

“ออสเตรเลียเผยผลวิจัย พบพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งจำนวนมากว่าครึ่งหนึ่งของโลก มาจากบริษัทยักษ์ใหญ่เพียง 20 บริษัท ขณะที่คาดว่าจะการผลิตพลาสติกใช้แล้วทิ้งจะโตอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ใน 5 ปีข้างหน้า

นักวิจัยมูลนิธิมินเดอร์รู (Minderoo Foundation) ของออสเตรเลีย ตีพิมพ์ผลวิจัยและรายชื่อบริษัทที่ผลิตและให้ทุนผลิตพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง (Single-use plastics) โดยพบว่า ขยะพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งกว่าครึ่งหนึ่งของโลก มาจาก 20 บริษัท ส่วนใหญ่เป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ด้านพลังงานและเคมีภัณฑ์ ซึ่งพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง อาทิ หน้ากาก, อุปกรณ์การแพทย์, ถุงใส่ของ และแก้วกาแฟ ผลิตจากพอลิเมอร์ ที่มาจากพลังงานฟอสซิล”

2. ครูระบุภาระงานโดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 แบบบันทึกข้อโต้แย้งชั่วคราว จากคำถามว่า “จากข่าวข้างต้นขยะพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งกว่าครึ่งหนึ่งของโลก คาดว่าการผลิตพลาสติกใช้แล้วทิ้งจะโตอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ใน 5 ปีข้างหน้า นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร และมีแนวทางในการลดปัญหาขยะจากพลาสติกอย่างไร ”

3. นักเรียนแต่ละคนเขียนสิ่งที่ตัวเองคิดพร้อมกับเหตุผลของตนเองไว้ใน ส่วนที่ 1 ความคิดเห็นของฉัน ในใบกิจกรรมที่ 1 โดยที่นักเรียนยังไม่สืบค้นความรู้ใดๆ

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (10 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่กันโดยอิสระ แล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน โดยใช้คำถามว่า “จากข่าวข้างต้นขยะพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งกว่าครึ่งหนึ่งของโลก คาดว่าการผลิตพลาสติกใช้แล้วทิ้งจะโตอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ใน 5 ปีข้างหน้า นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร และมีแนวทางในการลดปัญหาขยะจากพลาสติกอย่างไร”

2. นักเรียนแต่ละคู่สืบค้นคำตอบเพิ่มเติมที่เป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือเรียน รายวิชาเคมี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และจากอินเทอร์เน็ตในแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

3. นักเรียนเขียนสรุปผลจากการสำรวจตรวจสอบและผลจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนลงใน **ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของฉันทและเพื่อน** ในใบกิจกรรมที่ 1 โดยครูให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่นักเรียน

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (40 นาที)

1. ให้นักเรียน 3 คู่ จับกลุ่มกัน กลุ่มละ 6 คน จำนวน 5 กลุ่ม

2. ให้นักเรียนตัวแทนแต่ละคู่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนให้ครบ 3 คู่ โดยใช้คำถามว่า “จากข่าวข้างต้นขยะพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งกว่าครึ่งหนึ่งของโลก คาดว่าการผลิตพลาสติกใช้แล้วทิ้งจะโตอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ใน 5 ปีข้างหน้า นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร และมีแนวทางในการลดปัญหาขยะจากพลาสติกอย่างไร ”

3. ให้นักเรียนระบุคำตอบลงในองค์ประกอบของการข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ใน **ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นของกลุ่ม** ซึ่งมีองค์ประกอบ ได้แก่ ข้อสรุป อ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล ในใบกิจกรรมที่ 1

5. นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม แล้วเขียนเป็นข้อสรุปของกลุ่ม เป็นข้อสรุปเดี่ยว

6. นักเรียนในกลุ่มทำกิจกรรม ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาขยะพอลิเมอร์

7. นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และเชื่อมโยงใบกิจกรรมที่ 1 แล้วเขียนเป็นข้อสรุปของกลุ่ม เป็นข้อสรุปเดี่ยว แล้วทำเป็น Mind Mapping

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (30 นาที)

1. ครูชี้แจงขั้นตอนการโต้แย้ง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอ่านและวิพากษ์งานของเพื่อน โดยให้แสดงความคิดเห็นลงไปใต้รูปภาพ

1.2 นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่องานของเพื่อน โดยที่นักเรียนระบุว่าเห็นด้วยกับข้อความใด และให้แสดงข้อเสนอนะบนข้อความที่ไม่เห็นด้วย

1.3 ครูให้สัญญาณข้อละ 2- 3 นาที เพื่อให้นักเรียนหยุดการแสดงความคิดเห็น และเตรียมพร้อมที่จะอ่านงานของเพื่อนในกลุ่มถัดไป

1.4 นักเรียนทำกิจกรรมเช่นนี้ ไปจนครบทุกกลุ่ม

2. ครูใช้คำถามเพื่อสรุปการโต้แย้ง ดังนี้

2.1 ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นตรงกันคืออะไร

2.2 ประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งคืออะไร

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (10 นาที)

1. นักเรียนเขียนรายงานการทำกิจกรรม ลงใน **ใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการตรวจสอบ** โดยครูคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (10 นาที)

1. ครูสรุปและอภิปรายผลเพิ่มเติม โดยให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

“หากกำจัดผลิตภัณฑ์จากพลาสติกด้วยการเผา จะส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน เพราะเหตุใด”

(คำตอบ เพราะการเผาทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุในการเกิดภาวะโลกร้อนได้)

“แนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติกด้วยวิธีการลดการใช้หรือ Reduce มีลักษณะอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง”

(คำตอบ ใช้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ให้น้อยลงหรือการลดโดยการใช้ซ้ำ (Reuse) เช่น การใช้แก้วน้ำหรือภาชนะใส่อาหารที่นำมาเอง การใช้ขวดน้ำดื่มซ้ำ การนำยางรถยนต์มาทำกระถางต้นไม้)

“หากต้องการลดปัญหาจากขยะพลาสติกที่เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก จะมีแนวทางการแก้ปัญหาด้วยวิธีใด เพราะเหตุใด พร้อมยกตัวอย่าง”

(คำตอบ วิธีรีไซเคิล (Recycle) คือ การแปรรูปวัสดุที่ใช้แล้วเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ วิธีนี้ใช้ได้ผลกับพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติก เพราะสามารถหลอมแล้วนำมาขึ้นรูปใหม่ได้ เช่น พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง เป็นพลาสติกที่ผลิตถุงหิ้ว ขวดน้ำ สามารถรีไซเคิลกลับมาเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ฉนวนกันความร้อน ภาชนะบรรจุภัณฑ์)

“แนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติกด้วยวิธีการใช้พอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีลักษณะอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง”

(คำตอบ ใช้กับพอลิเอสเทอร์ที่สายพอลิเมอร์มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันน้อย เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ง่าย ทำให้เกิดการย่อยสลายทางจุลินทรีย์ในธรรมชาติได้เร็วกว่าพอลิเมอร์สังเคราะห์ทั่วไป เช่น พลาสติกห่ออาหารซึ่งทำมาจากพอลิบิวทิลีนแอดิเพตเทรฟทาเลต (PBAT))

2. ครูเฉลยใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์ โดยให้นักเรียนในกลุ่มที่ 1,3,5 ตอบคำถาม แล้วครูอธิบายเพิ่มเติม ดังนี้

2.1 พอลิเมอร์เป็นวัสดุที่นำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ขวดน้ำ แก้วพลาสติก ซึ่งพอลิเมอร์เหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้หรือใช้เวลาย่อยสลายนาน หากมีการทิ้งขยะจนทับถมไป โดยไม่มีการกำจัด นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

(คำตอบ พอลิเมอร์จากขวดน้ำ แก้วพลาสติก เป็นพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถสลายได้ตามธรรมชาติ ซึ่งอนุภาคพลาสติกขนาดเล็กที่ได้จากการย่อยสลายพอลิเมอร์ถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารจนนำเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้)

2.2 การไม่รับถุงพลาสติก การใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติก การใช้แก้วน้ำหรือการนำภาชนะใส่อาหารมาเอง เป็นแนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติกอย่างไร

(คำตอบ เป็นการลดการใช้ (Reduce) คือ การนำพอลิเมอร์เหล่านี้มาใช้ซ้ำโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการหลอมและแปรรูป การลดการใช้จึงเป็นแนวทางการลดปัญหาขยะพลาสติกที่ใช้ต้นทุนต่ำและมีส่วนร่วมได้ง่าย)

2.3 การรีไซเคิล (Recycle) เป็นแนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติก โดยวิธีนี้เหมาะกับพลาสติกประเภท PET PETE HDPE PVC LDPE เพราะเหตุใดอธิบาย

(คำตอบ เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก ซึ่งมีโครงสร้างเป็นเส้นตรงหรือเป็นกิ่งสั้นๆ สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิด เมื่อถูกความร้อนจะอ่อนตัว และหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืด และเมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัว ซึ่งทำให้โครงสร้าง สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก จึงมีความเหมาะสมกับการนำมารีไซเคิล)

3. นักเรียนสลับไปกิจกรรมกับเพื่อนที่เป็นคู่ของนักเรียน โดยที่ให้เพื่อนช่วยตรวจสอบความครบถ้วน และถูกต้องของการเขียนสรุปรายงาน โดยใช้เวลา 2-3 นาที ในการตรวจสอบและเขียนคำแนะนำ จากนั้นลงชื่อผู้ตรวจสอบกำกับไว้

3. นักเรียนส่งไปกิจกรรมคืนให้เพื่อน ที่เป็นเจ้าของใบกิจกรรมนั้น

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (10 นาที)

1. นักเรียนแก้ไขและส่งรายงานการทำกิจกรรมตามคำแนะนำที่เสร็จสมบูรณ์

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนให้เหตุผลของผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พร้อมทั้งแนวทางแก้ไข (K)	ตรวจใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการ ตรวจสอบ	ใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการ ตรวจสอบ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พร้อมทั้งแนวทางแก้ไข (P)	ตรวจ Mind Mapping	Mind Mapping	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี
3. เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม (A)	ตรวจแบบประเมิน พฤติกรรม	แบบประเมิน พฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

8. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แบบบันทึกการโต้แย้งชั่วคราว

8.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์

8.3 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แบบรายงานผลการตรวจสอบ

8.4 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง

การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

9. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาเคมี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

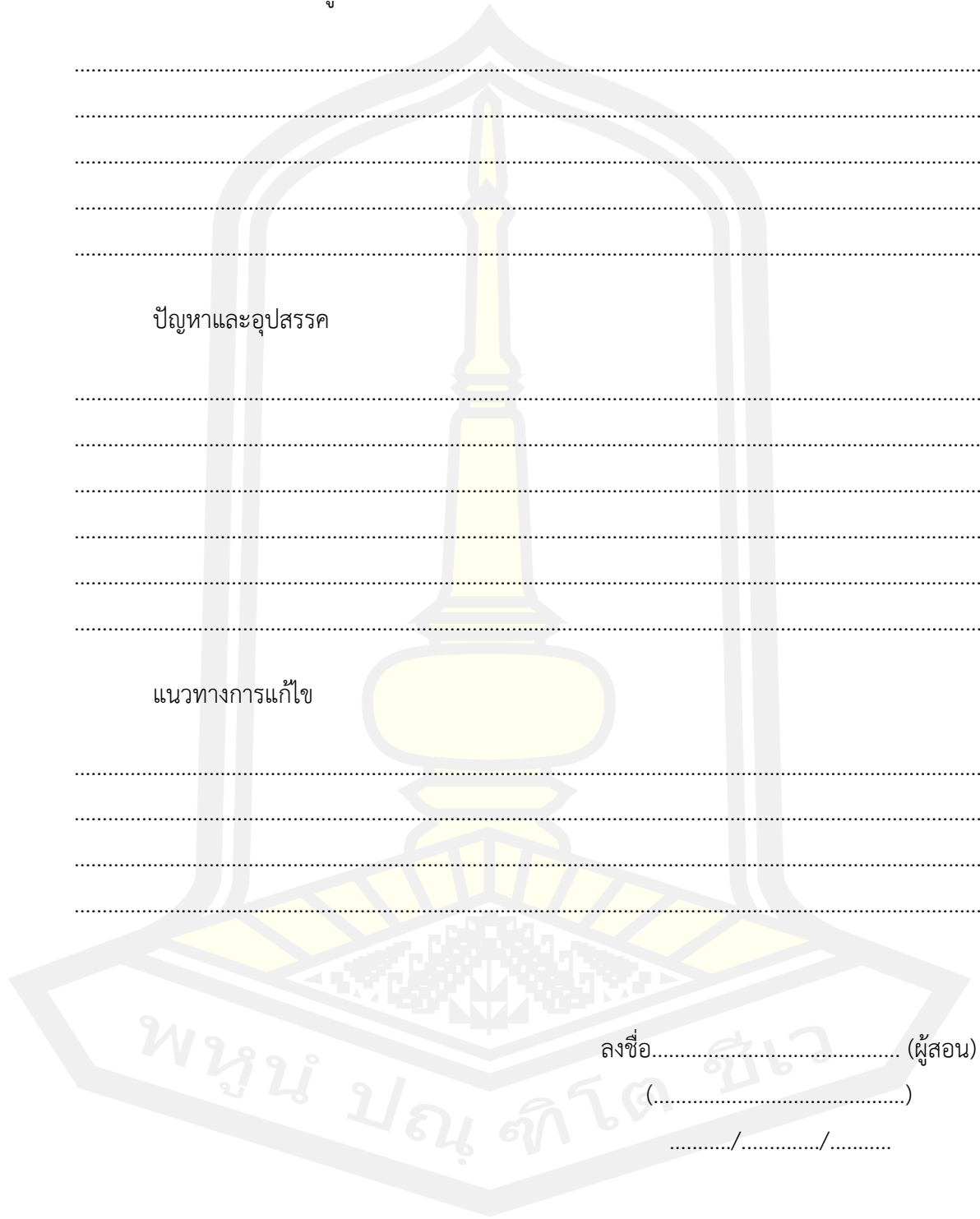
แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ..... (ผู้สอน)
(.....)
...../...../.....

แบบการประเมินใบกิจกรรม

วิชาเคมี 5 เรื่อง การแก้ปัญหายะจากพอลิเมอร์

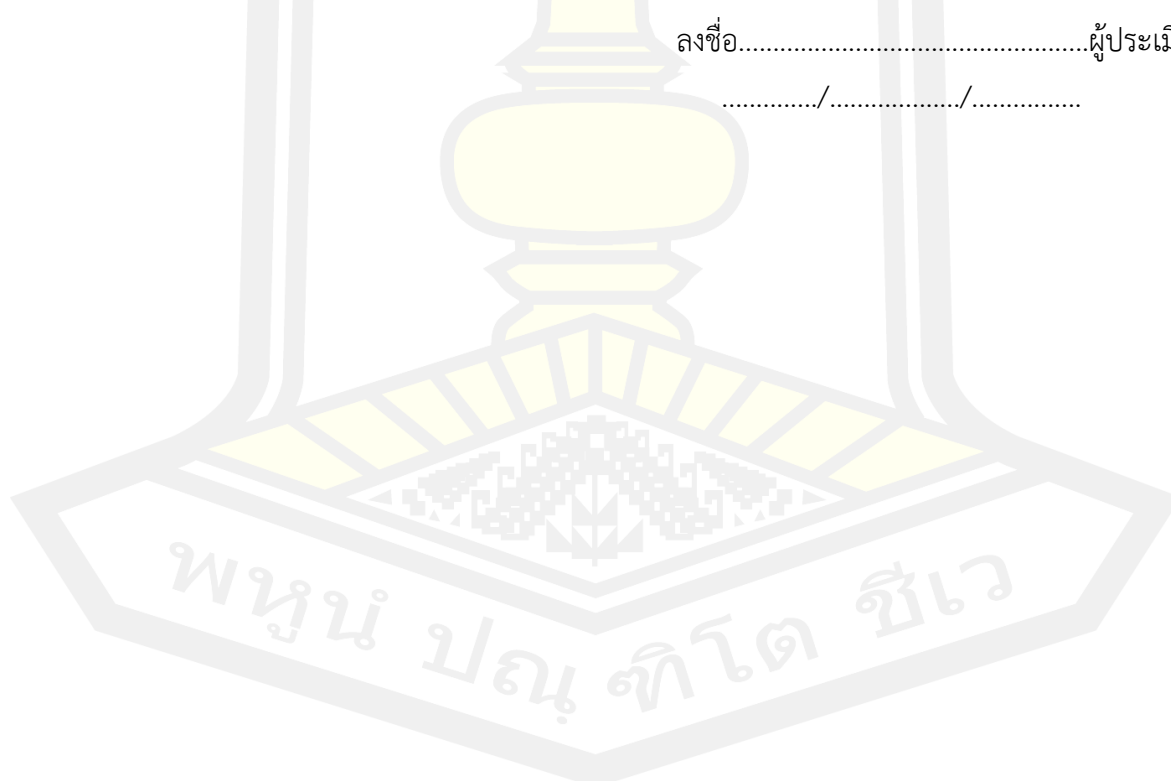
คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการที่นักเรียนปฏิบัติ

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ระดับคะแนน			รวมคะแนน (เต็ม 9 คะแนน)	ผ่านเกณฑ์ 70 % (ผ่าน 7 คะแนน)	
		วิธีการ สำรวจ ตรวจสอบ	การอ้าง หลักฐาน	การ ปรับปรุง รายงาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ระดับคะแนน			รวมคะแนน (เต็ม 9 คะแนน)	ผ่านเกณฑ์ 70 % (ผ่าน 7 คะแนน)	
		วิธีการ สำรวจ ตรวจสอบ	การอ้าง หลักฐาน	การ ปรับปรุง รายงาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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



เกณฑ์การประเมินผลใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการตรวจสอบ

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
วิธีการสำรวจ ตรวจสอบ	สืบค้นจากแหล่งที่มา มากกว่า 2 แหล่งการ เรียนรู้ขึ้นไป และ แหล่งการเรียนรู้มี ความน่าเชื่อถือ	สืบค้นจากแหล่งที่มา มากกว่า 1 แหล่ง การเรียนรู้ขึ้นไป และแหล่งการเรียนรู้ มีความน่าเชื่อถือ	สืบค้นจาก แหล่งที่มาเพียง 1 แหล่งการเรียนรู้	นักเรียนขาดเรียน หรือไม่ส่งงาน
การอ้างหลักฐาน	ระบุหลักฐาน และ เหตุผลของการใช้ หลักฐาน ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนเพียง 1 หลักฐาน	เหตุผลของการ คาดคะเนคำตอบมี ความถูกต้อง สามารถนำไปใช้เป็น เหตุผลในการลง ข้อสรุปได้ แต่ไม่ ครบถ้วน อย่างน้อย 1 เหตุผล	ลงข้อสรุปไม่ ถูกต้อง แต่อธิบาย โดยใช้หลักฐานที่ ถูกต้อง	นักเรียนขาดเรียน หรือไม่ส่งงาน
การปรับปรุง รายงาน	มีการแก้ไขรายงาน ตามคำแนะนำของ ผู้ตรวจอย่างถูกต้อง และครบถ้วน	มีการแก้ไขรายงาน ตามคำแนะนำของ ผู้ตรวจบ้าง และ ถูกต้อง	ไม่มีการแก้ไข รายงาน ตาม คำแนะนำของ ผู้ตรวจ	นักเรียนขาดเรียน หรือไม่ส่งงาน

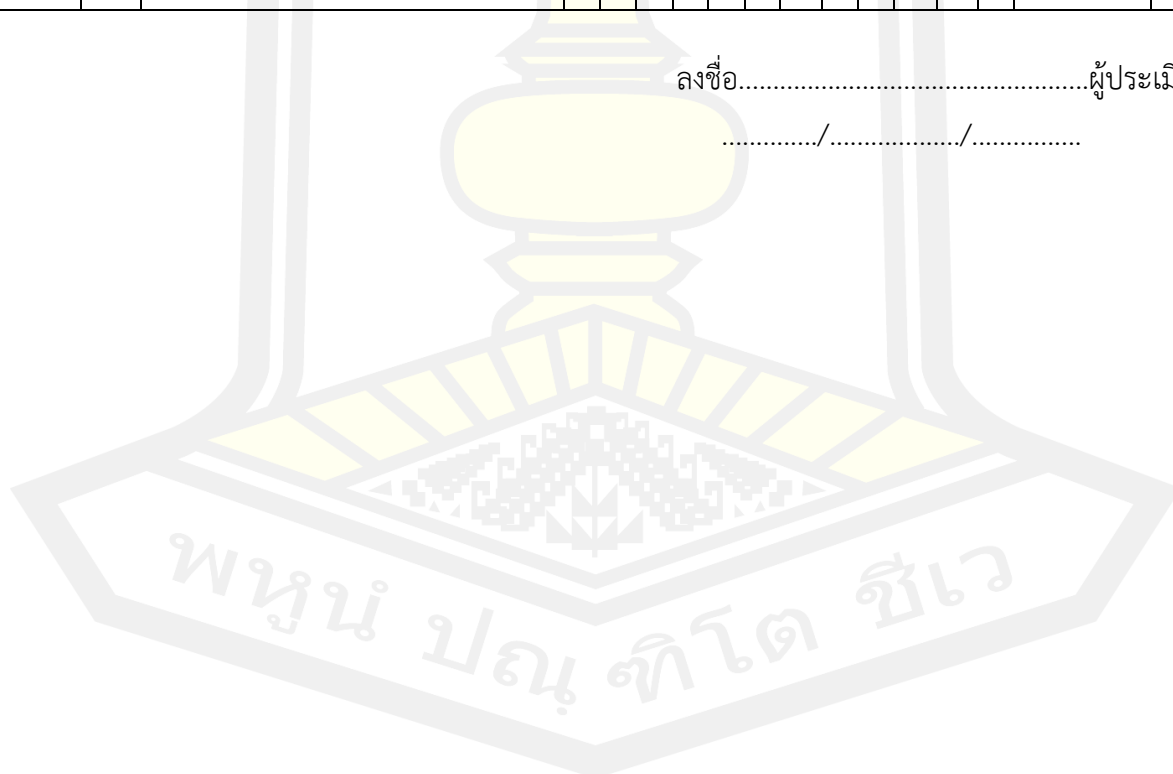
แบบสังเกตการประเมินผลด้านทักษะกระบวนการ
คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

กลุ่ม	ที่	ชื่อ - สกุล ของผู้รับการ ประเมิน	ความ ถูกต้องและ ความ ครอบคลุม ของเนื้อหา				การ นำเสนอ				ความ สวยงาม การตกแต่ง ชิ้นงาน				รวม	สรุป ผล/มผ
			3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0		
1																
2																
3																
4																

กลุ่ม	ที่	ชื่อ - สกุล ของผู้รับการ ประเมิน	ความ ถูกต้องและ ความ ครอบคลุม ของเนื้อหา				การ นำเสนอ				ความ สวยงาม การตกแต่ง ชิ้นงาน				รวม	สรุป ผล/มผ
			3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0		
5																

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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



เกณฑ์การประเมินผลด้านการนำเสนอ

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ความถูกต้องและ ความครอบคลุม ของเนื้อหา	ความถูกต้องของเนื้อหา 100% และครอบคลุม หัวข้อทั้งหมด	ความถูกต้องและความ ครอบคลุมของเนื้อหา เพียงบางส่วน	ความถูกต้องและความ ครอบคลุมของเนื้อหา น้อย	นักเรียนไม่เข้า เรียนหรือไม่ส่ง งาน
การนำเสนอ	นำเสนอข้อมูลครบถ้วน ทุกหัวข้อ เรียงลำดับ เนื้อหา และเข้าใจง่าย	นำเสนอข้อมูลส่วนที่ จำเป็น เรียงลำดับ เนื้อหา และเข้าใจง่าย	นำเสนอข้อมูลไม่ครบ ทุกข้อในส่วนที่จำเป็น	นักเรียนไม่เข้า เรียนหรือไม่ส่ง งาน
ความสวยงามการ ตกแต่งชิ้นงาน	ใช้เครื่องหมาย รูปภาพ สมการ สัญลักษณ์แทน กฎ ทฤษฎี หลักการ นิยามต่างๆ ได้ถูกต้อง และครบถ้วน	ใช้เครื่องหมาย รูปภาพ สมการ สัญลักษณ์แทน กฎ ทฤษฎี หลักการ นิยามต่างๆ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่ได้ใช้เครื่องหมาย รูปภาพ สมการ สัญลักษณ์แทนกฎ ทฤษฎี หลักการ นิยามต่างๆ	นักเรียนไม่เข้า เรียนหรือไม่ส่ง งาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9 - 7	ดีเยี่ยม
4 - 6	ดี
ต่ำกว่า 4	พอใช้

พหุบัณฑิต ชีวะ

แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

กลุ่ม	เลข ที่	ชื่อ - สกุล ของผู้รับการ ประเมิน	การตอบคำถามใน ชั้นเรียน				ส่งงานตรงเวลา				ความเป็น ระเบียบ				ความถูกต้อง ของงาน				รวม	สรุป ผ/ มผ
			3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0		
1																				
2																				
3																				
4																				

กลุ่ม	เลข ที่	ชื่อ - สกุล ของผู้รับการ ประเมิน	การตอบคำถามใน ชั้นเรียน				ส่งงานตรงเวลา				ความเป็น ระเบียบ				ความถูกต้อง ของงาน				รวม	สรุป ผ/ มผ
			3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0		
5																				

การประเมินผลด้านพฤติกรรม

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. การตอบคำถาม ในชั้นเรียน	นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนทุกคำถาม	นักเรียนไม่ตอบคำถามในชั้นเรียน 1-2 คำถาม	นักเรียนไม่ตอบคำถามในชั้นเรียนทุกคำถาม	นักเรียนไม่เข้าเรียน
2. ส่งงานตรงเวลา	นักเรียนส่งงานภายในเวลาที่กำหนด	นักเรียนส่งงานช้ากว่ากำหนด 5 - 10 นาที	นักเรียนส่งงานภายในวันที่เรียน	นักเรียนไม่เข้าเรียน
3. ความเป็น ระเบียบเรียบร้อย ของงาน	นักเรียนเขียนตัวหนังสือในบรรทัดเดียวกัน และขนาดสม่ำเสมอ	นักเรียนเขียนตัวหนังสือในบรรทัดเดียวกัน	นักเรียนเขียนตัวหนังสือ ไม่อยู่ในบรรทัดเดียวกัน	นักเรียนไม่เข้าเรียน
4. ความถูกต้อง ของงาน	นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดตามความเข้าใจได้	นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดตามความเข้าใจได้บางส่วน	นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยลอกกันมาส่ง	นักเรียนไม่เข้าเรียน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 - 12	ดีเยี่ยม
7 - 9	ดี
ต่ำกว่า 7	พอใช้

ใบกิจกรรมที่ 1

แบบบันทึกข้อโต้แย้งชั่วคราว

บทนำ



ที่มา : <https://home.maefahluang.org/17277358/รู้จักพลาสติก-7-ชนิดที่ไทยกำลังจะแบน>

ข่าววันที่ 19 พฤษภาคม 2564

“ออสเตรเลียเผยผลวิจัย พบพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งจำนวนกว่าครึ่งหนึ่งของโลก มาจากบริษัทยักษ์ใหญ่เพียง 20 บริษัท ขณะที่คาดว่าจะการผลิตพลาสติกใช้แล้วทิ้งจะโตอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ใน 5 ปีข้างหน้า

นักวิจัยมูลนิธิมินเดอร์รู (Minderoo Foundation) ของออสเตรเลีย ตีพิมพ์ผลวิจัยและรายชื่อบริษัทที่ผลิตและให้ทุนผลิตพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง (Single-use plastics) โดยพบว่า ขยะพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งกว่าครึ่งหนึ่งของโลก มาจาก 20 บริษัท ส่วนใหญ่เป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ด้านพลังงานและเคมีภัณฑ์ ซึ่งพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง อาทิ หน้ากาก, อุปกรณ์การแพทย์, ถุงใส่ของ และแก้วกาแฟ ผลิตจากพอลิเมอร์ ที่มาจากพลังงานฟอสซิล”

คำถาม

จากข่าวข้างต้นขยะพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งกว่าครึ่งหนึ่งของโลก คาดว่าการผลิตพลาสติกใช้แล้วทิ้งจะโตอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ใน 5 ปีข้างหน้า นักเรียนจะมีแนวทางในการลดปัญหาขยะจากพลาสติกอย่างไร ”

ชื่อสมาชิกกลุ่ม

- 1..... ชั้น..... เลขที่.....
- 2..... ชั้น..... เลขที่.....
- 3..... ชั้น..... เลขที่.....
- 4..... ชั้น..... เลขที่.....
- 5..... ชั้น..... เลขที่.....
- 6..... ชั้น..... เลขที่.....

ส่วนที่ 1 ความคิดเห็นของฉัน

--

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของฉันและเพื่อน

--

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นของกลุ่ม (ข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม)

คำตอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์	
ข้อสรุป	
อ้างหลักฐาน	
การให้เหตุผล	

(เฉลี่ย)

ส่วนที่ 1 ความคิดเห็นของฉัน

--

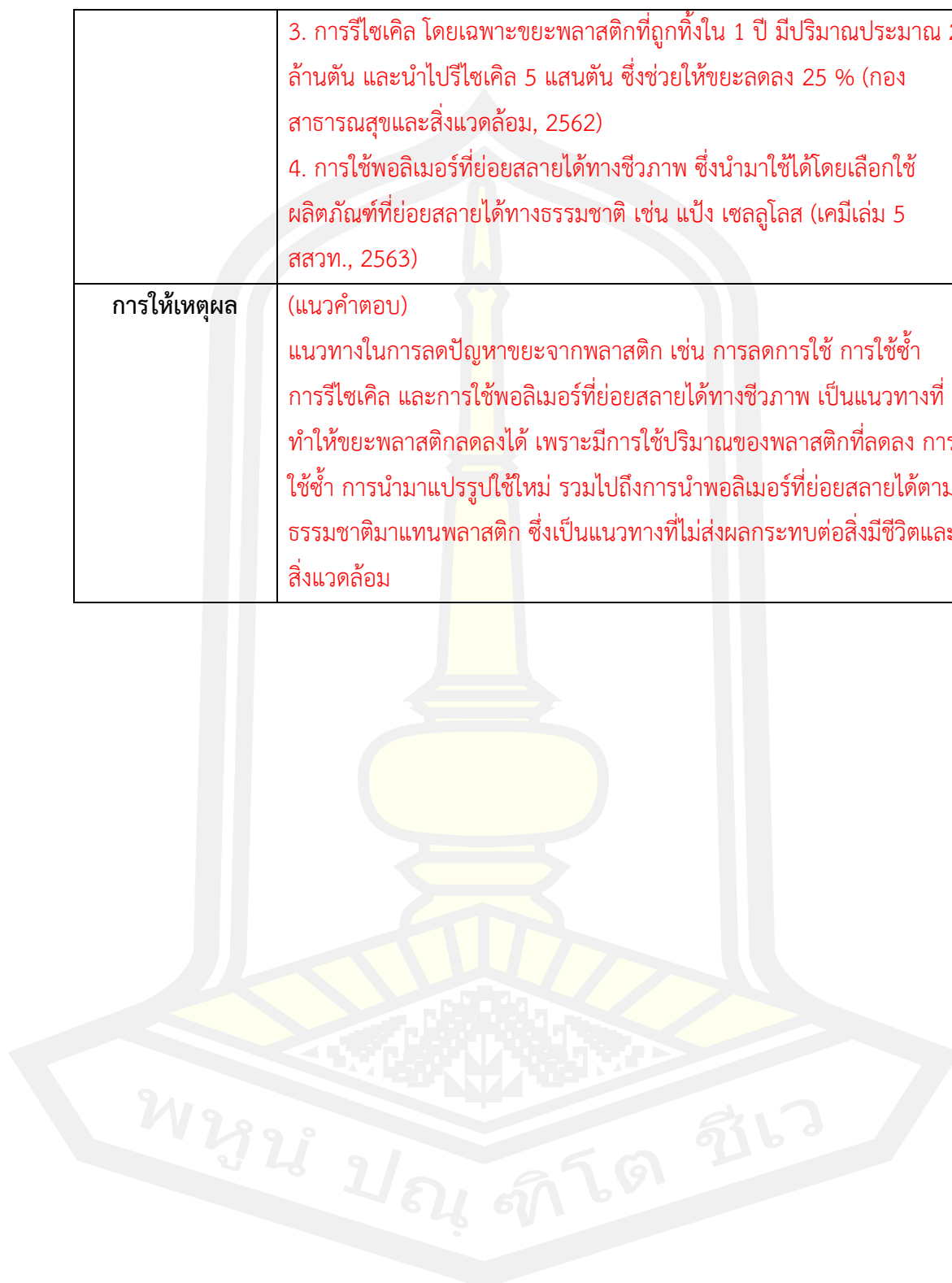
ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของฉันและเพื่อน

--

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นของกลุ่ม (ข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม)

คำตอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์	
ข้อสรุป	<p>(แนวคำตอบ)</p> <p>แนวทางในการลดปัญหาขยะจากพลาสติกที่จะโตขึ้นอีก 30 % ในอีก 5 ปี มีแนวทางดังต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การลดการใช้ คือ การลดการใช้ผลิตภัณฑ์จากพลาสติก 2. การใช้ซ้ำ คือ การนำเอาผลิตภัณฑ์จากพลาสติกกลับมาใช้ซ้ำอีก 3. การรีไซเคิล คือ การนำผลิตภัณฑ์จากพลาสติกที่ไม่สามารถใช้ซ้ำได้ ไปเข้ากระบวนการแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง 4. การใช้พอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ คือ การนำผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ธรรมชาติมาใช้แทนพลาสติก
อ้างอิงหลักฐาน	<p>(แนวคำตอบ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การลดการใช้ ใน 1 สัปดาห์หากเราใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติกในการซื้อของเพียง 1 วัน ตลอดปีจะช่วยให้ลดการใช้ถุงพลาสติกหรือลดขยะพลาสติกไปได้ถึง 100 ล้านถุงต่อปี (กรมอนุรักษ์ธรรมชาติและผืนดิน ,2563) 2. การใช้ซ้ำ ซึ่งนำมาใช้ได้โดยการใช้ขวดน้ำดื่มซ้ำ การนำยางรถยนต์มาทำกระถางต้นไม้ (เคมีเล่ม 5 สสวท., 2563)

	<p>3. การรีไซเคิล โดยเฉพาะขยะพลาสติกที่ถูกทิ้งใน 1 ปี มีปริมาณประมาณ 2 ล้านตัน และนำไปรีไซเคิล 5 แสนตัน ซึ่งช่วยให้ขยะลดลง 25 % (กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม, 2562)</p> <p>4. การใช้พอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งนำมาใช้ได้โดยเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางธรรมชาติ เช่น แป้ง เซลลูโลส (เคมีเล่ม 5 สสวท., 2563)</p>
<p>การให้เหตุผล</p>	<p>(แนวคำตอบ)</p> <p>แนวทางในการลดปัญหาขยะจากพลาสติก เช่น การลดการใช้ การใช้ซ้ำ การรีไซเคิล และการใช้พอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เป็นแนวทางที่ทำให้ขยะพลาสติกลดลงได้ เพราะมีการใช้ปริมาณของพลาสติกที่ลดลง การใช้ซ้ำ การนำมาแปรรูปใช้ใหม่ รวมไปถึงการนำพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติมาแทนพลาสติก ซึ่งเป็นแนวทางที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>



ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบายคำตอบโดยละเอียด

1. พอลิเมอร์เป็นวัสดุที่นำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ขวดน้ำ แก้วพลาสติก ซึ่งพอลิเมอร์เหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้หรือใช้เวลาย่อยสลายค่อนข้างนาน หากมีการทิ้งขยะจนทับถมไป โดยไม่มีการกำจัด นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การไม่รับถุงพลาสติก การใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติก การใช้แก้วน้ำหรือการนำภาชนะใส่อาหารมาเอง เป็นแนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติกอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. การรีไซเคิล (Recycle) เป็นแนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติก โดยวิธีนี้เหมาะกับพลาสติกประเภท PET PETE HDPE PVC LDPE เพราะเหตุใดอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

(เฉลย)ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบายคำตอบโดยละเอียด

1. พอลิเมอร์เป็นวัสดุที่นำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ขวดน้ำ แก้วพลาสติก ซึ่งพอลิเมอร์เหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้หรือใช้เวลาย่อยสลายค่อนข้างนาน หากมีการทิ้งขยะจนทับถมไป โดยไม่มีการกำจัด นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

(คำตอบ พอลิเมอร์จากขวดน้ำ แก้วพลาสติก เป็นพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถสลายได้ตามธรรมชาติ ซึ่งอนุภาคพลาสติกขนาดเล็กที่ได้จากการย่อยสลายพอลิเมอร์ถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารจนนำเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้)

2. การไม่รับถุงพลาสติก การใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติก การใช้แก้วน้ำหรือการนำภาชนะใส่อาหารมาเอง เป็นแนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติกอย่างไร

(คำตอบ เป็นการลดการใช้ (Reduce) คือ การนำพอลิเมอร์เหล่านี้มาใช้ซ้ำโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการหลอมและแปรรูป การลดการใช้จึงเป็นแนวทางการลดปัญหาขยะพลาสติกที่ใช้ต้นทุนต่ำและมีส่วนร่วมได้ง่าย)

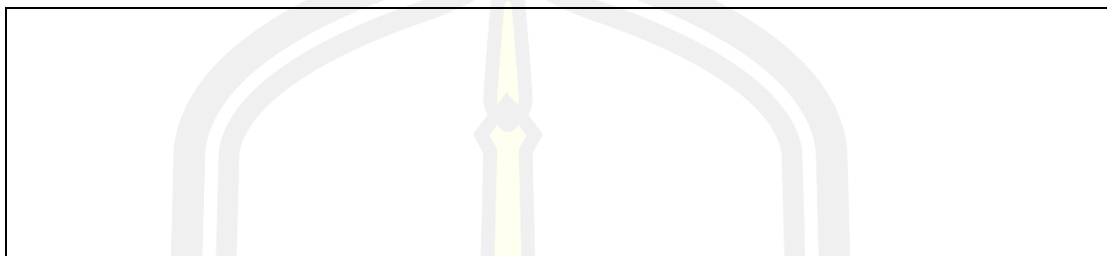
3. การรีไซเคิล (Recycle) เป็นแนวทางการลดปัญหาจากขยะพลาสติก โดยวิธีนี้เหมาะกับพลาสติกประเภท PET PETE HDPE PVC LDPE เพราะเหตุใดอธิบาย

(คำตอบ เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก ซึ่งมีโครงสร้างเป็นเส้นตรงหรือเป็นกิ่งสั้นๆ สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิด เมื่อถูกความร้อนจะอ่อนตัว และหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืด และเมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัว ซึ่งทำให้โครงสร้าง สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก จึงมีความเหมาะสมกับการนำมารีไซเคิล)

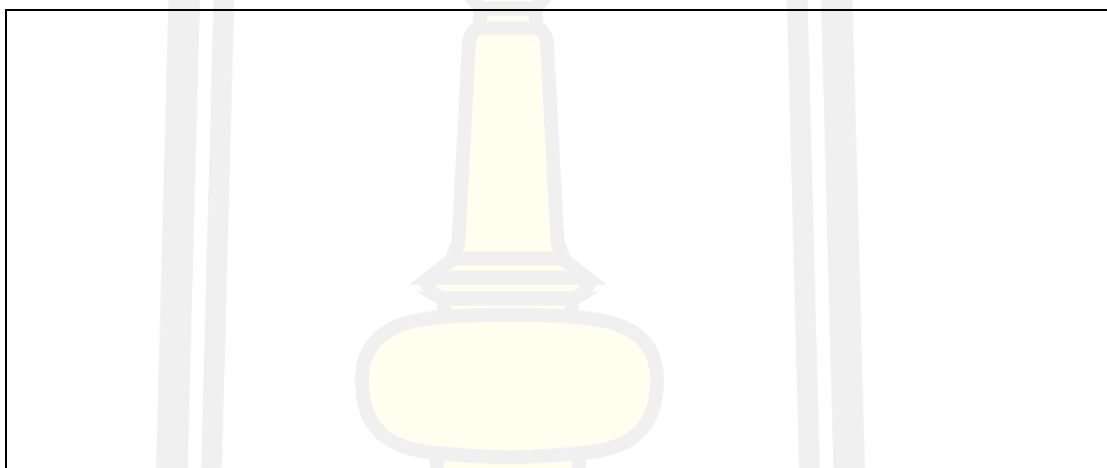
พหุบัณฑิต ชีวะ

ใบกิจกรรมที่ 3
แบบรายงานผลการตรวจสอบ

1. จุดประสงค์ของการศึกษา



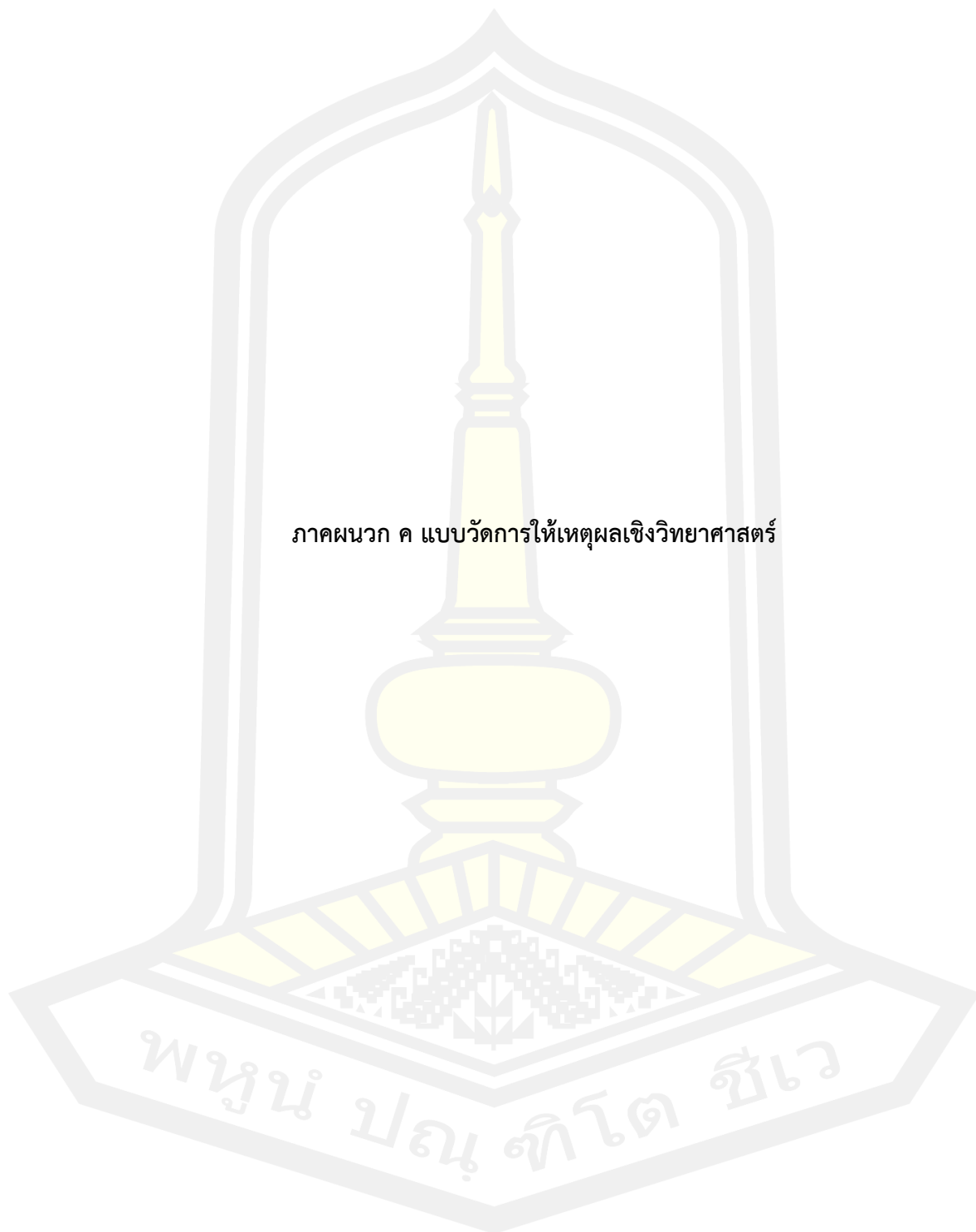
2. วิธีการสำรวจตรวจสอบ



3. คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา



พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ค แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

พหุบัณฑิตศึกษา

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบกระบวนการในการสร้างข้อสรุป แนวคิด หรือโมทัศน์ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง พอลิเมอร์ จากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งอาจเกิดจากการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ แล้วสรุปเป็นข้อความที่มีเหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รวมอยู่ด้วย

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีจำนวนทั้งหมด 6 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบมี 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น

ตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1

3. เกณฑ์การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์วัดตามองค์ประกอบ 3 ประการคือ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป

พหุ ประถมศึกษา

1. บริษัท NYP รับผิดชอบการผลิตและจำหน่ายพลาสติก ซึ่งผลิตมาจากพอลิเมอร์หลายชนิด เช่น พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน เป็นต้น โดยมีบรรจุภัณฑ์ที่ทางบริษัทผลิตออกมานั้น ได้แก่ ขวดบรรจุครีม ขวดน้ำดื่ม ซ้อนส้อมพลาสติก และกล่องโฟมบรรจุอาหาร ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง

ผลิตภัณฑ์	สมบัติ	พอลิเมอร์	มอนอเมอร์
ขวดบรรจุครีม	โค้งงอได้ และเหนียว	พอลิเอทิลีน	เอทิลีน $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
ขวดน้ำดื่ม	แข็งและเหนียว ทนต่อความชื้น	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต	ไดเมทิลเทเรฟทาเลต  + เอทิลีนไกลคอล $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
ถ้วย จาน	แข็งและทนไฟ	พอลิเมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์	เมลามีน  + ฟอร์มาลดีไฮด์ CH_2O
กล่องโฟม	แข็งและเปราะ	พอลิสไตรีน	สไตรีน 

1.1 จากตารางดังกล่าวบริษัท NYP จะต้องแยกส่วนในการผลิตพลาสติกตามปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นกี่ส่วน มีปฏิกิริยาแบบใดบ้าง และบรรจุภัณฑ์ใดที่อยู่ในการผลิตส่วนเดียวกัน

.....

.....

.....

1.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

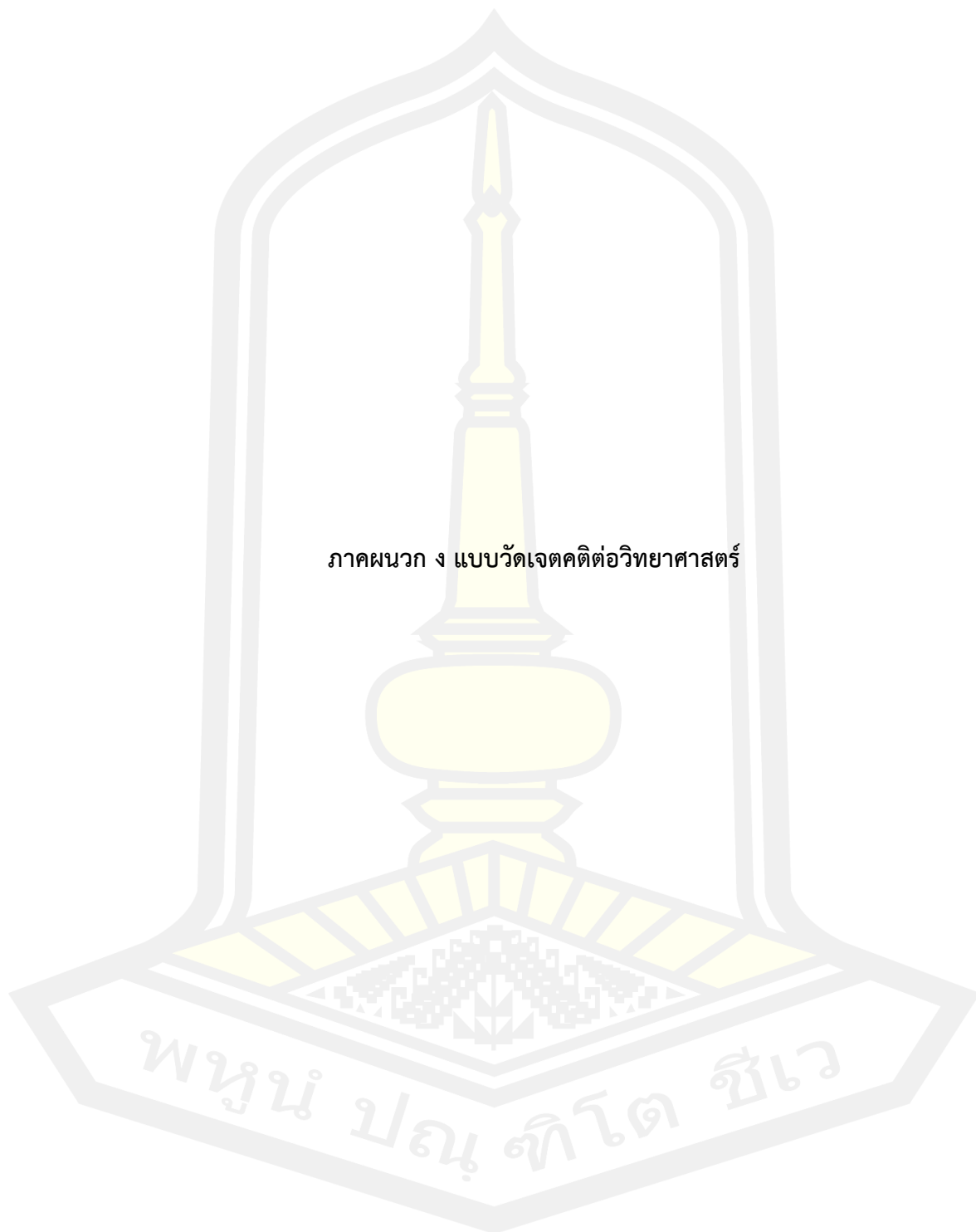
.....

แนวทางการแปลผลคำตอบของนักเรียนข้อที่ 1

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	เกณฑ์การประเมินด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้างข้อสรุป
2		ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน อย่างน้อย 2 หลักฐาน แนวคำตอบ “บริษัท NYP จะต้องแยกส่วนในการผลิตพลาสติกตามปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ 2 ส่วน คือ ปฏิกิริยาแบบเติม คือ ขวดบรรจุครีมกับกล่องโฟม และปฏิกิริยาควบแน่น คือ ขวดน้ำดื่มกับถ้วยจาน”	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้และครบถ้วน อย่างน้อย 2 เหตุผล แนวคำตอบ “เพราะปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ ซึ่งได้แก่ขวดบรรจุครีมและกล่องโฟม และปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ ได้แก่ ขวดน้ำดื่มกับถ้วยจาน”	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง แนวคำตอบ “บริษัท NYP จะต้องแยกส่วนในการผลิตพลาสติกตามปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ 2 ส่วน คือ ปฏิกิริยาแบบเติม คือ ขวดบรรจุครีมกับกล่องโฟม เพราะ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ และปฏิกิริยาควบแน่น คือ ขวดน้ำดื่มกับถ้วยจาน เพราะเกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ ได้แก่ ขวดน้ำดื่มกับถ้วยจาน ”
1		ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐาน ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนเพียง 1 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้แต่ไม่ครบถ้วน อย่างน้อย 1 เหตุผล	ลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบาย โดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง แนวคำตอบ “บริษัท NYP จะต้องแยกส่วนในการผลิตพลาสติกตาม

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน		
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้างข้อสรุป
	แนวคำตอบ “ บริษัท NYP จะต้องแยกส่วนในการผลิตพลาสติกตามปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ 2 ส่วน คือ ปฏิกิริยาแบบเติม และ ปฏิกิริยาควบแน่น ”	แนวคำตอบ “ เพราะปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ และปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ ”	ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ขวดบรรจุครีมนกับกล่องโฟม และ ส่วนที่ 2 ขวดน้ำดื่มกับถ้วยงาน ”
0	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ นักเรียนไม่ระบุข้อมูลหรือตอบข้อมูลอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้อง	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้หรือไม่ตอบ นักเรียนไม่ระบุข้อมูล	ลงข้อสรุปโดยไม่อ้างอิงหลักฐานที่ถูกต้องหรือไม่ตอบ นักเรียนไม่ระบุข้อมูล





ภาคผนวก ง แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พหุณํ ปณฺ ทิโต ชีเว

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ สร้างขึ้นเพื่อถามความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือของบุคคลในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์รวมถึงผลกระทบในด้านต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์

2. แบบวัดเจตคติฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีระดับความคิดเห็นให้เลือกตอบ 5 ระดับ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ระดับ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ระดับ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ระดับ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ระดับ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ระดับ 1 คะแนน

3. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาว่าตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนระดับใด แล้วกาเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็น ดังตัวอย่าง เมื่อมีความเห็นไม่แน่ใจ

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล			✓		

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

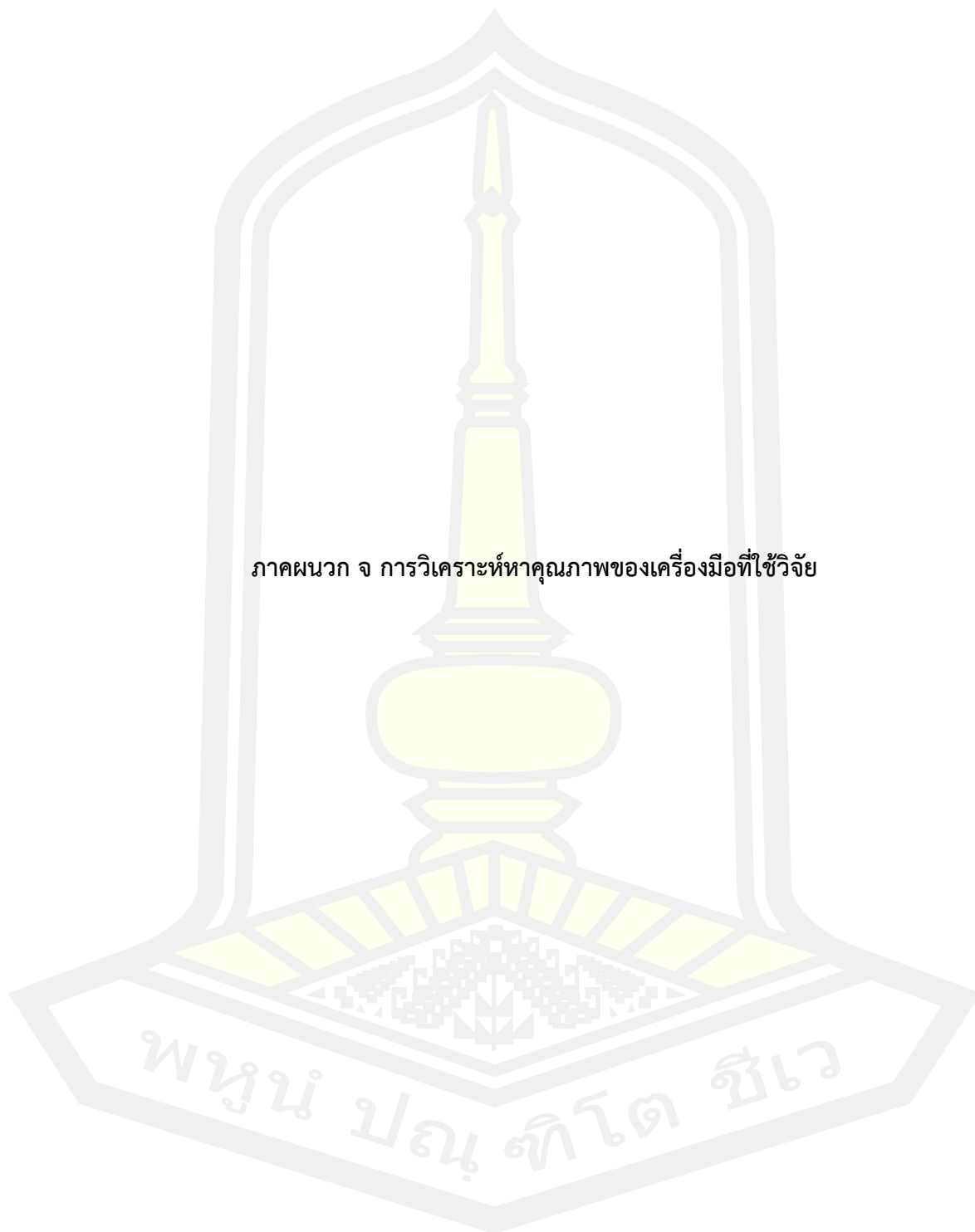
ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านที่ 1 ด้านความเข้าใจ						
1	การหาข้อมูลจากหลายๆแหล่งที่มาทำให้นักเรียนเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
2	นักเรียนจะหาข้อมูลทันที เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 2 ด้านความรู้สึกลึก						
3	นักเรียนรู้สึกชอบทำกิจกรรมในชั้นเรียนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
4	นักเรียนมีความสนใจสิ่งต่างๆ รอบตัวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 3 ด้านพฤติกรรม						
5	นักเรียนมักจะทำคำถามตนเองหรือเพื่อนเมื่อมีข้อสงสัย และอยากรู้คำตอบ					
6	นักเรียนเชื่อว่าการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดมีขั้นตอนเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ทำความเข้าใจปัญหา					

ข้อเสนอแนะ

.....

พหุ ประถมศึกษา



ภาคผนวก จ การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

ระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ด้านสาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน
3. ด้านสาระการเรียนรู้					
3.1 เหมาะสมกับเวลา
3.2 มีความยากง่ายพอเหมาะ
3.3 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน
3.4 ความถูกต้องตามหลักสูตร
4. ด้านการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 ได้รับความสนใจของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
4.3 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน
5. ด้านสื่อการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้
5.3 มีความน่าสนใจ
6. ด้านการวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
6.2 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจน
6.3 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบย่อยประจำแผน
รวม					
เฉลี่ย					

ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

ตาราง 13 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	ต่อแผนการจัดการเรียนรู้				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ด้านสาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	4.67	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้					
3.1 เหมาะสมกับเวลา	4.89	5.00	5.00	4.96	มากที่สุด
3.2 มีความยากง่ายพอเหมาะ	4.78	5.00	5.00	4.93	มากที่สุด
3.3 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	4.78	5.00	5.00	4.93	มากที่สุด
3.4 ความถูกต้องตามหลักสูตร	4.78	5.00	5.00	4.93	มากที่สุด
4. ด้านการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	4.44	5.00	4.70	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
5. ด้านสื่อการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	4.78	4.89	5.00	4.89	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.78	5.00	5.00	4.93	มากที่สุด
5.3 มีความน่าสนใจ	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ต่อแผนการจัดการเรียนรู้			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
6. ด้านการวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.89	5.00	5.00	4.96	มากที่สุด
6.2 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจน	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
6.3 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบ ย่อยประจำแผน					
รวม	4.87	4.97	5.00	4.95	มากที่สุด

ตาราง 14 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านสาระสำคัญ	5.00	0	มากที่สุด
ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.89	0	มากที่สุด
ด้านสาระการเรียนรู้	4.94	0.02	มากที่สุด
ด้านการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้	4.93	0.15	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนรู้	4.94	0.06	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล	4.99	0.02	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.95	0.07	มากที่สุด

ตาราง 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC เฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
เฉลี่ยทั้งหมด					1	ใช้ได้

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ค่าความยากง่าย	แปลผล	สรุปผล
1	0.38	จำแนกได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.30	จำแนกได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.40	จำแนกได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.25	จำแนกได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.22	จำแนกได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.24	จำแนกได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.32	จำแนกได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.33	จำแนกได้	0.70	ใช้ได้	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ค่าความยากง่าย	แปลผล	สรุปผล
9	0.43	จำแนกได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.27	จำแนกได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.33	จำแนกได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.33	จำแนกได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมี ค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.39 – 0.72 และอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.22 – 0.40 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.85

ตาราง 17 ผลการประเมินเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ต่อแผนการจัดการเรียนรู้			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 1					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.33	5.00	5.00	4.78	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.33	5.00	5.00	4.78	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 2					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.67	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.33	5.00	5.00	4.78	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 3					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.67	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ต่อแผนการจัดการเรียนรู้			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 4					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.33	5.00	5.00	4.78	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.67	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 5					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 6					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 7					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 8					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 9					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ต่อแผนการจัดการเรียนรู้			ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	เกณฑ์การประเมินข้อที่ 10				
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.33	5.00	5.00	4.78	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 11					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.33	5.00	5.00	4.78	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.33	5.00	5.00	4.78	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินข้อที่ 12					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
ด้านการสร้างข้อสรุป	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
รวม	4.15	5	5	4.72	มากที่สุด

ตาราง 18 สรุปผลการประเมินเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกตามรายชื่อ

เกณฑ์การประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ข้อที่ 1	4.74	0.06	มากที่สุด
ข้อที่ 2	4.78	0.11	มากที่สุด
ข้อที่ 3	4.74	0.13	มากที่สุด
ข้อที่ 4	4.78	0.11	มากที่สุด
ข้อที่ 5	4.78	0.19	มากที่สุด
ข้อที่ 6	4.67	0	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ข้อที่ 7	4.67	0	มากที่สุด
ข้อที่ 8	4.67	0	มากที่สุด
ข้อที่ 9	4.67	0	มากที่สุด
ข้อที่ 10	4.71	0.06	มากที่สุด
ข้อที่ 11	4.74	0.06	มากที่สุด
ข้อที่ 12	4.67	0	มากที่สุด
โดยเฉลี่ย	4.71	0.08	มากที่สุด

ตาราง 19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยาม (IOC) ของแบบวัด เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC เฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	0	+1	2	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC เฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
15	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
20	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
เฉลี่ยทั้งหมด					0.93	ใช้ได้

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดเจตคติเชิง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ (r_{xy})	แปลผล	สรุปผล
1	0.14	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง
2	0.56	จำแนกได้	ใช้ได้
3	0.33	จำแนกได้	ใช้ได้
4	0.03	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง
5	0.22	จำแนกได้	ใช้ได้
6	0.29	จำแนกได้	ใช้ได้
7	0.56	จำแนกได้	ใช้ได้
8	0.48	จำแนกได้	ใช้ได้
9	0.37	จำแนกได้	ใช้ได้
10	0.41	จำแนกได้	ใช้ได้
11	0.41	จำแนกได้	ใช้ได้
12	0.11	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง
13	0.26	จำแนกได้	ใช้ได้
14	0.37	จำแนกได้	ใช้ได้
15	0.35	จำแนกได้	ใช้ได้
16	0.61	จำแนกได้	ใช้ได้
17	0.56	จำแนกได้	ใช้ได้
18	0.42	จำแนกได้	ใช้ได้
19	0.61	จำแนกได้	ใช้ได้
20	0.56	จำแนกได้	ใช้ได้
21	0.32	จำแนกได้	ใช้ได้
22	0.42	จำแนกได้	ใช้ได้
23	0.41	จำแนกได้	ใช้ได้
24	0.42	จำแนกได้	ใช้ได้
25	0.61	จำแนกได้	ใช้ได้
26	0.56	จำแนกได้	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (r_{xy})	แปลผล	สรุปผล
27	0.45	จำแนกได้	ใช้ได้
28	0.44	จำแนกได้	ใช้ได้
29	0.19	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง
30	0.26	จำแนกได้	ใช้ได้

เลือกคำถาม 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (r_{xy}) อยู่ในช่วง 0.22 – 0.61 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.85





ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2981 วันที่ 28 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรา พลเยี่ยม

ด้วย นางสาวจูนจุฬา ทิพย์พิมานพร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร (กศม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญาวิรัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โยมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว2981

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

28 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางพวงตา วรสาร

ด้วย นางสาวจูนจุฬา ทิพย์พิมานพร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร 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

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0874220155



ที่ อว 0605.5(2)/ว2981

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

28 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวจุฬาลักษณ์ ทิพวัน

ด้วย นางสาวจูนจุฬา ทิพย์พิมานพร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ สืบสายที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญาวิมล โคนจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

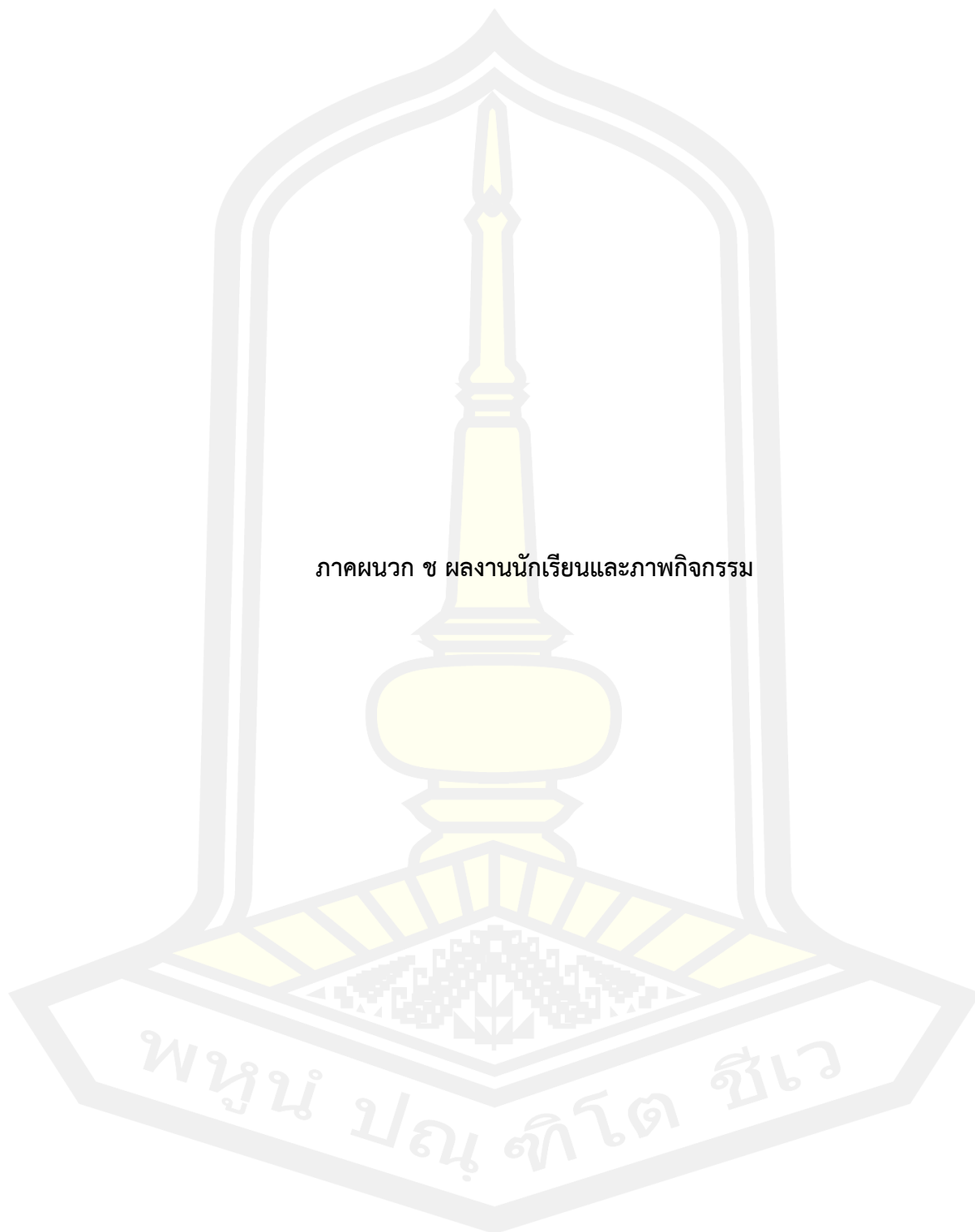
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

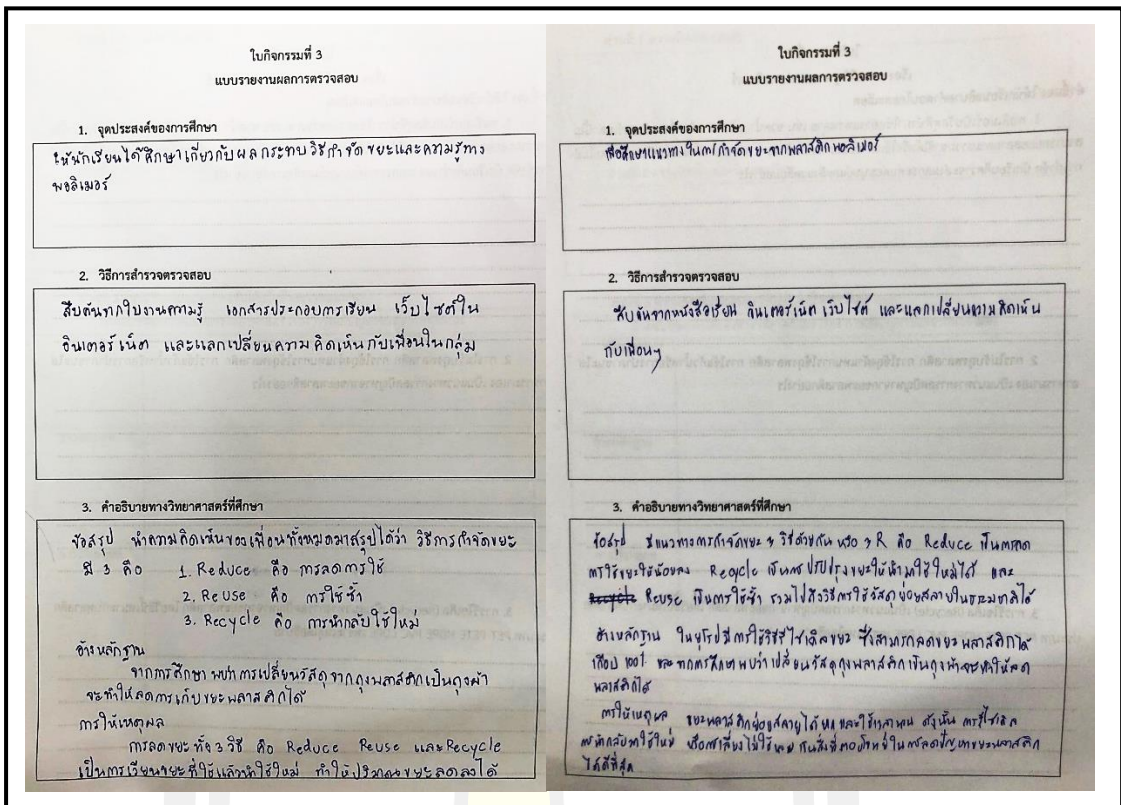
(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0874220155

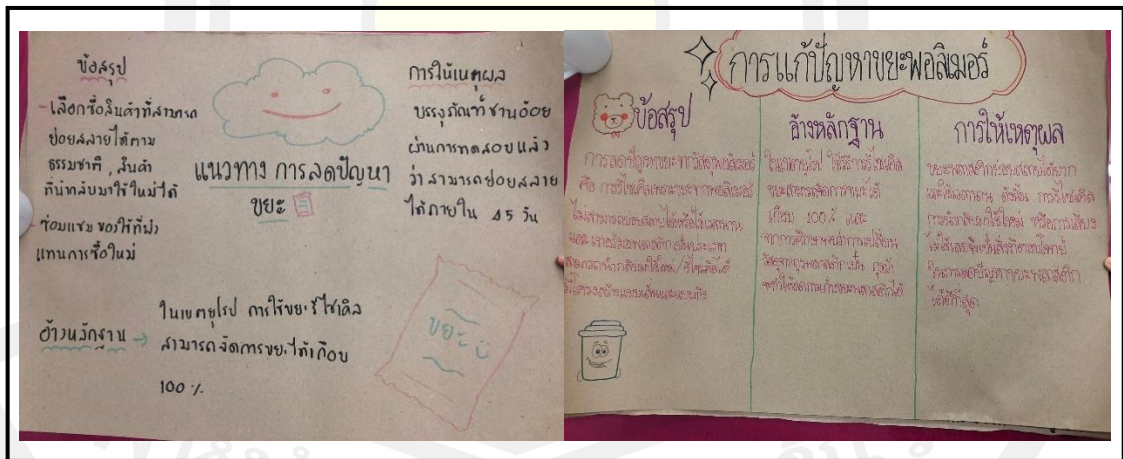


ภาคผนวก ช ผลงานนักเรียนและภาพกิจกรรม

พหุบัณฑิตวิทย์ ชีวะ



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่าง Mind Mapping

ตัวอย่าง ผลการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์

1.1 จากตารางดังกล่าวบริษัท NYP จะต้องแยกส่วนในการผลิตพลาสติกตามปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นกี่ส่วน มีปฏิกิริยาแบบใดบ้าง และบรรจุภัณฑ์ใดที่อยู่ในการผลิตส่วนเดียวกัน

① 1.1) พอลิเมอร์ 2 ส่วน สปฏิกิริยาแบบเติมแฉะควบแน่น
 4 แบบเติม → ขวดบรรจุเครื่องดื่ม
 → กว๊อโฟม
 4 แบบควบแน่น → ขวดน้ำดื่ม , ถ้วย สาน

1.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

1.2) เพราะ ขวดบรรจุเครื่องดื่ม แฉะ โฟม เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ซึ่งการมีพันธะคู่แทนที่พันธะคู่ในโซ่สั้นได้ ยานขวดน้ำดื่ม ด้วย สาน เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ เกิดปฏิกิริยาแฉะควบแน่นที่บริเวณนอก

1.1 จากตารางดังกล่าวบริษัท NYP จะต้องแยกส่วนในการผลิตพลาสติกตามปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นกี่ส่วน มีปฏิกิริยาแบบใดบ้าง และบรรจุภัณฑ์ใดที่อยู่ในการผลิตส่วนเดียวกัน

1.1) แยกเป็น 2 ส่วน
 - มีปฏิกิริยาแบบควบแน่นและ แบบเติม
 - ขวดบรรจุเครื่องดื่ม และ กว๊อโฟม อยู่แบบเติม
 - ขวดน้ำ และ ถ้วยจากอยู่ในปฏิกิริยาแบบควบแน่น

1.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

1.2) ขวดเครื่องดื่ม และ กว๊อโฟม เป็น พอลิเมอร์ ชนิดเทอร์โมพลาสติกและ พอลิเอทิลีน ซึ่งอยู่ในปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ ใช้สื่อนำแทนที่พันธะคู่ได้ ยานขวดน้ำดื่ม ด้วย สาน เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ เกิดปฏิกิริยาแฉะควบแน่นที่บริเวณนอก

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการตอบคำถามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1

5.1 นักเรียนคิดว่านายฮิวีโร่สามารถนำยางเก่ามาหลอมเหลวเพื่อใช้ใหม่ได้หรือไม่ และยกเป็นพอลิเมอร์โครงสร้างแบบใด

5.1 ตอบ 5.1 = ไม่ได้ ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว

5.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

5.2 = เพราะ ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว



5.1 นักเรียนคิดว่านายฮิวีโร่สามารถนำยางเก่ามาหลอมเหลวเพื่อใช้ใหม่ได้หรือไม่ และยกเป็นพอลิเมอร์โครงสร้างแบบใด

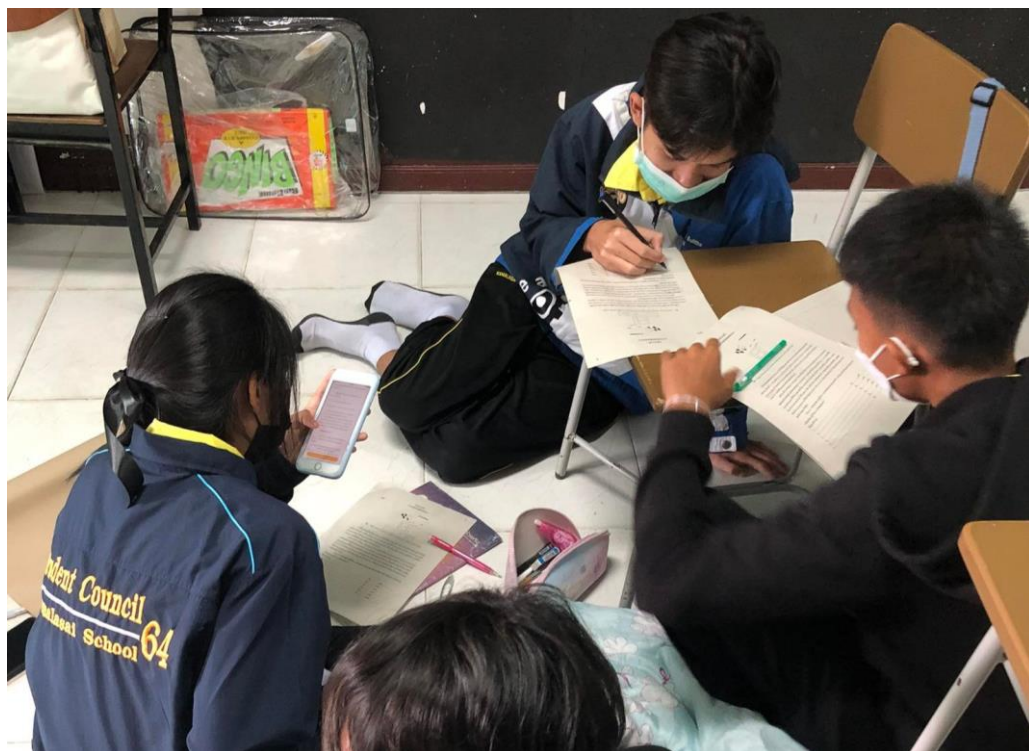
5.1 ไม่ได้ เพราะ เป็นโครงสร้างสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว

5.2 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

5.2 เพราะ ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว ยางเป็นพอลิเมอร์ไฮดรอกซ์คาร์บอนสายยาว

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างการตอบคำถามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว



ภาพประกอบ 9 การสืบค้นและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่
ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง



ภาพประกอบ 10 กิจกรรมการโต้แย้งในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี
โต้แย้ง



ภาพประกอบ 11 วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวจุนจุฬา ทิพย์พิมานพร
วันเกิด	วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2537
สถานที่เกิด	อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 93/1 หมู่ 2 ตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46210
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู อันดับ คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนกมลาไสย ตำบลกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2559 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา เอกเดี่ยว เคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2565 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและ การสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ติโต ชีเว