



การจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

5

วิทยานิพนธ์  
ของ  
ศุทธิณี มณีทัฬห

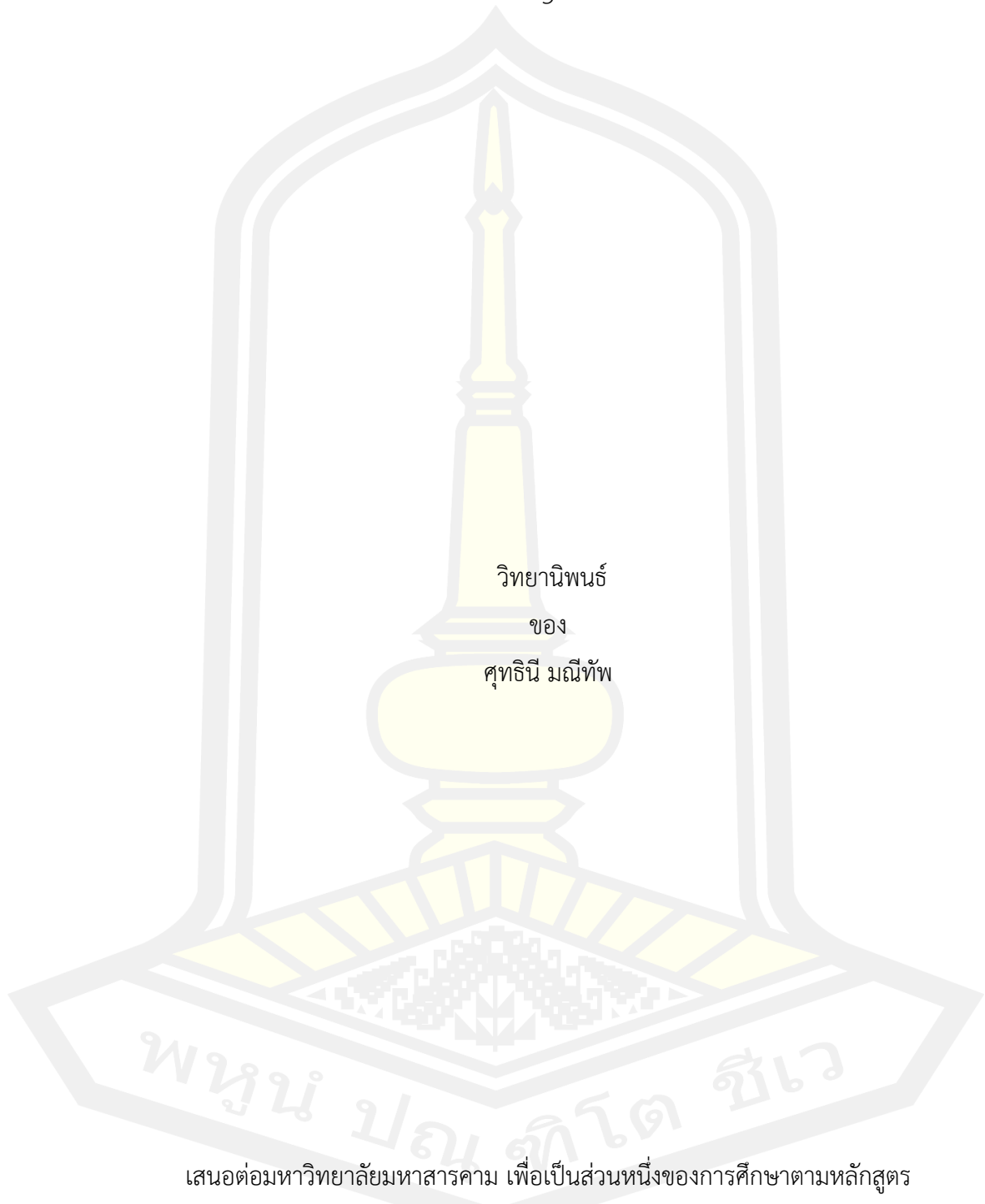
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กันยายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

5

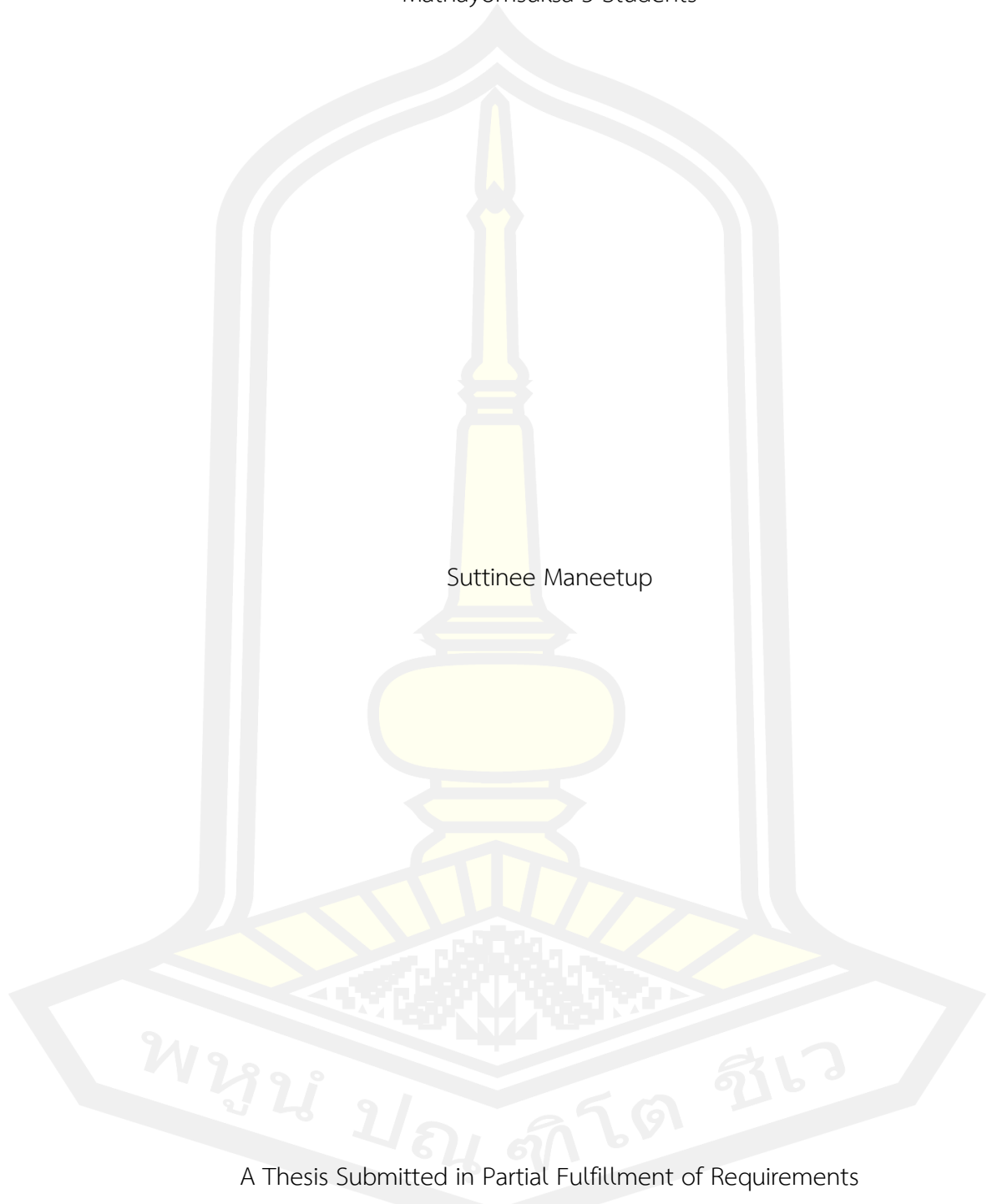


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กันยายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Open Approach Learning Activity Affecting Science Argumentation Skills of  
Mathayomsuksa 5 Students



Suttinee Maneetup

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

September 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวศุทธิณี มณีทัฬห  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. สุภกร หาญสูงเนิน )

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. อรุณช วรอำศวปติ ศรีสะอาด )

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. พรรณวิไล ดอกไม้ )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
ผู้วิจัย	ศุภธินี มณีทัฬห		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุภกร หาญสูงเนิน		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

### บทคัดย่อ

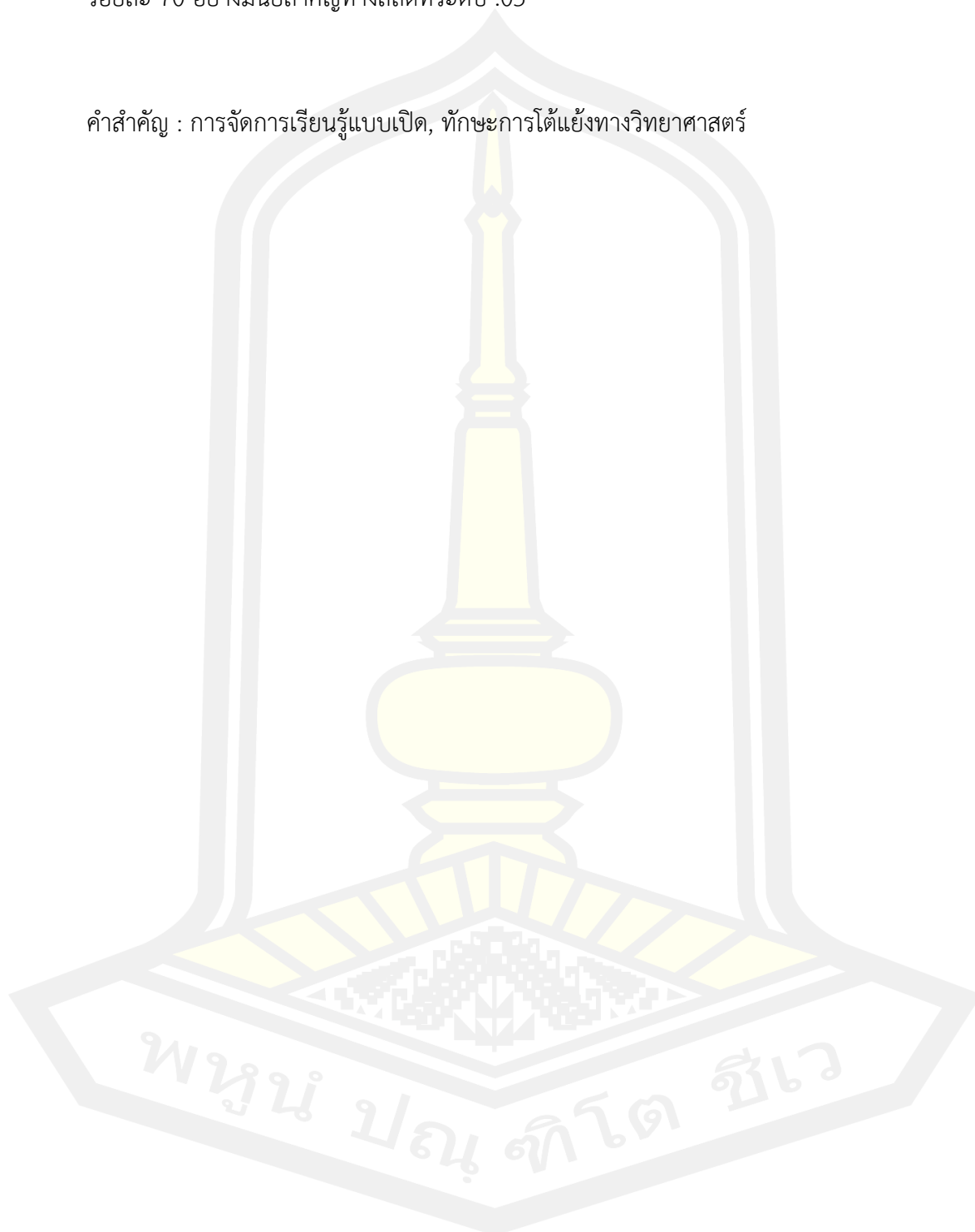
การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวาปีปทุม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง เสียง 2) แบบทดสอบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

### ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

- 1) การจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 79.63/78.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนด
- 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบเปิด, ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์



<b>TITLE</b>	Open Approach Learning Activity Affecting Science Argumentation Skills of Mathayomsuksa 5 Students		
<b>AUTHOR</b>	Suttinee Maneetup		
<b>ADVISORS</b>	Associate Professor Supakorn Harnsoongnoen , Ph.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Teaching of Science and Mathematics
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2022

### ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop an open approach learning activity that affects science argumentation skills with a required efficiency of 70/70 2) to develop science argumentation skills of Mathayomsuksa 5 students through the open approach to pass the good level 3) to compare learning achievement on sound wave of Mathayomsuksa 5 students through open approach learning activity with 70 percent criterion. The sample in this study was a group of 40 students of Mathayomsuksa 5 in the 2<sup>nd</sup> semester of the 2021 academic year at Wapipathum school. The research instruments included 1) the lesson plans on sound wave 2) the argumentation ability test 3) the achievement test. Statistics used in this study consist of percentage, mean, standard deviation, and one sample t-test.

The results were as follows:

1) The open approach learning activity that affects science argumentation skills had the efficiency ( $E_1/E_2$ ) of 79.63/78.74, higher than the predetermined criterion of 70/70.

2) 36 students which were 90.00 percent of students who had learned science argumentation skills through the open approach learning activity passed at the good level.

3) Students who had learned through the open approach learning activity had learning achievement of more than 70 percent criterion with the statistical significance of .05 level.

Keyword : Open approach learning activity





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุภกร หาญสูงเนิน ที่ได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ตรวจสอบความถูกต้อง เพิ่มประเด็นที่สำคัญจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ให้คำแนะนำ ฝึกให้คิดเป็นแก้ปัญหาเป็น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย และคุณณัฐจักร์ พลเสน ที่ช่วยตรวจไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ รวมถึงอาจารย์นิเทศน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม คุณครูพี่เลี้ยง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยและคอยอำนวยความสะดวก ตลอดจนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณครอบครัว ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และการสนับสนุนในการทำวิจัย

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีคุณค่าแก่ผู้วิจัย

ศุทธิณี มณีทัฬ

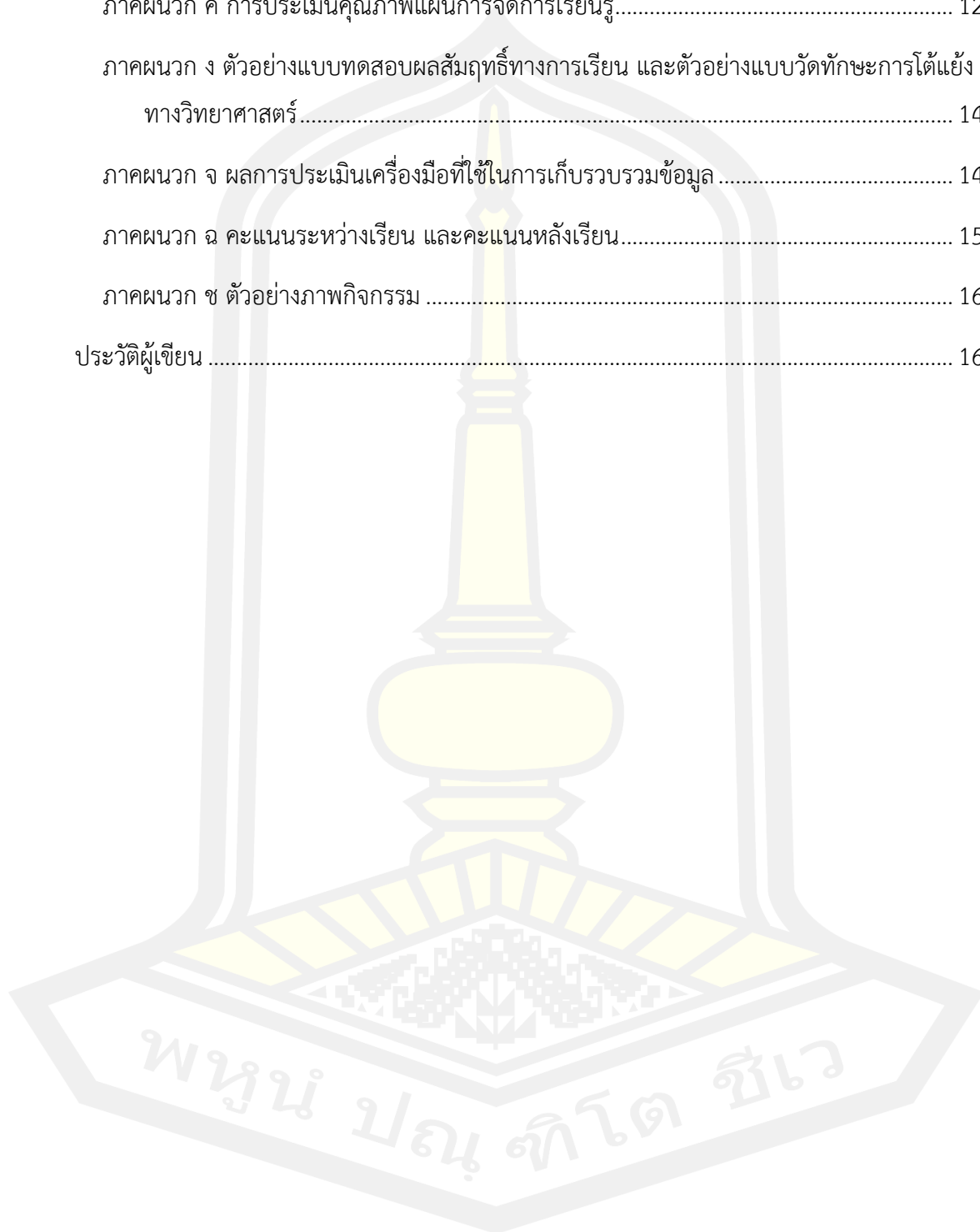
พหุบัณฑิต โท ชีเว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ต
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2.....	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	12
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเปิด.....	22
3. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	28
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	42

5. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา ( $E_1/E_2$ ).....	46
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
บทที่ 3.....	56
วิธีดำเนินการวิจัย.....	56
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	56
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
3. การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ.....	57
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	74
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
บทที่ 4.....	80
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
บทที่ 5.....	94
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	94
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	94
2. สรุปผล.....	94
3. อภิปรายผล.....	94
4. ข้อเสนอแนะ.....	98
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	109

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด .....	111
ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้.....	128
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และตัวอย่างแบบวัดทักษะการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์.....	140
ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	149
ภาคผนวก ฉ คะแนนระหว่างเรียน และคะแนนหลังเรียน.....	155
ภาคผนวก ช ตัวอย่างภาพกิจกรรม .....	163
ประวัติผู้เขียน .....	166



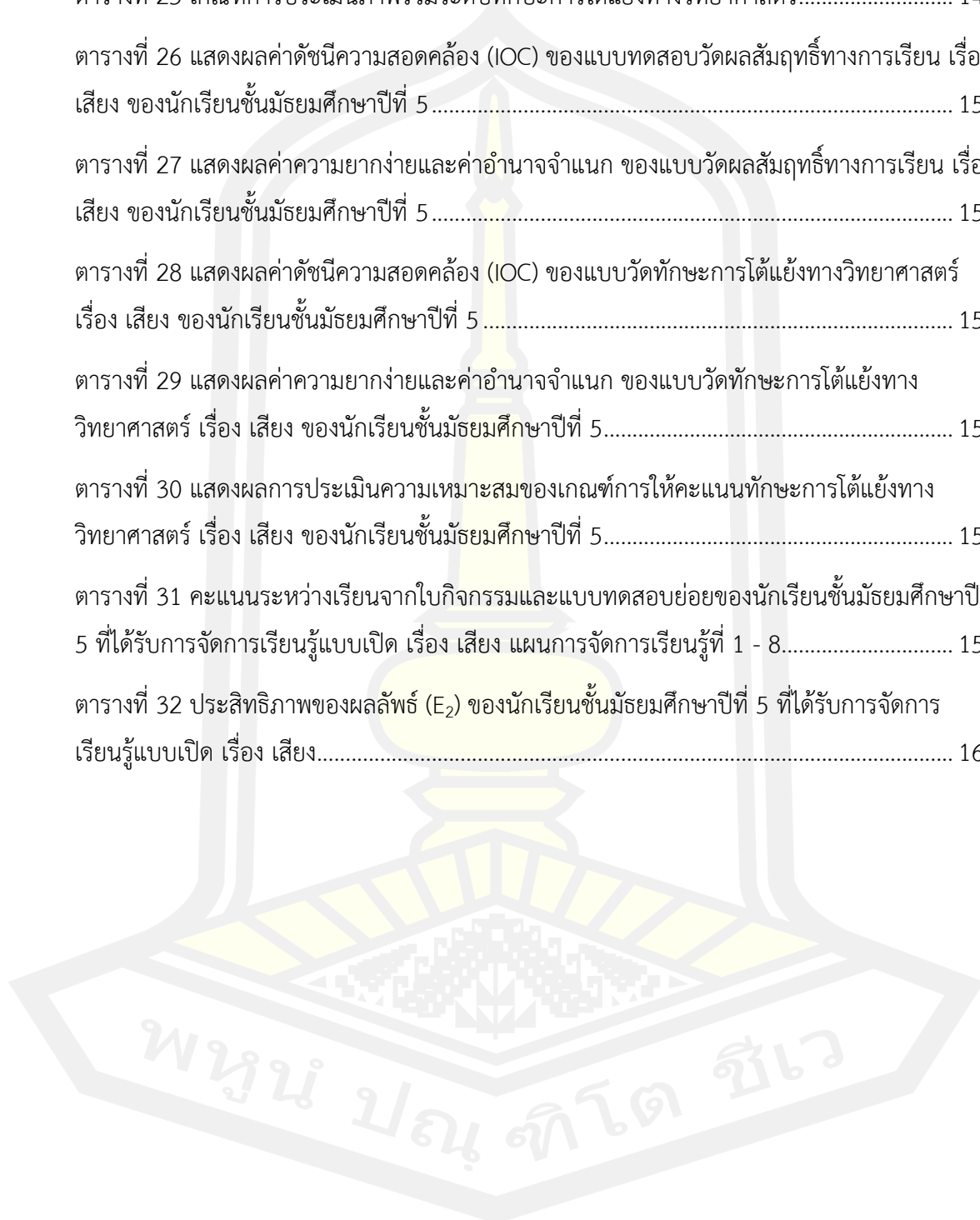
## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง ความสัมพันธ์ของมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน .....	16
ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ Sadler และ Donnelly (2006).....	32
ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ กฤษณา ทองประไพ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ (2559) .....	34
ตารางที่ 4 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดัดแปลงจาก อัครวิน ธนะปะต (2558) .....	36
ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินภาพรวมระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ อัครวิน ธนะปะต (2558) .....	38
ตารางที่ 6 สรุปเกณฑ์การประเมินภาพรวมระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	40
ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 322 คน .....	56
ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง สารสำคัญ สถานการณ์ และชั่วโมงเรียน .....	58
ตารางที่ 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยดัดแปลงจาก อัครวิน ธนะปะต (2558) .....	65
ตารางที่ 10 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 จำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ ระดับความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ .....	70
ตารางที่ 11 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design .....	74
ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	82

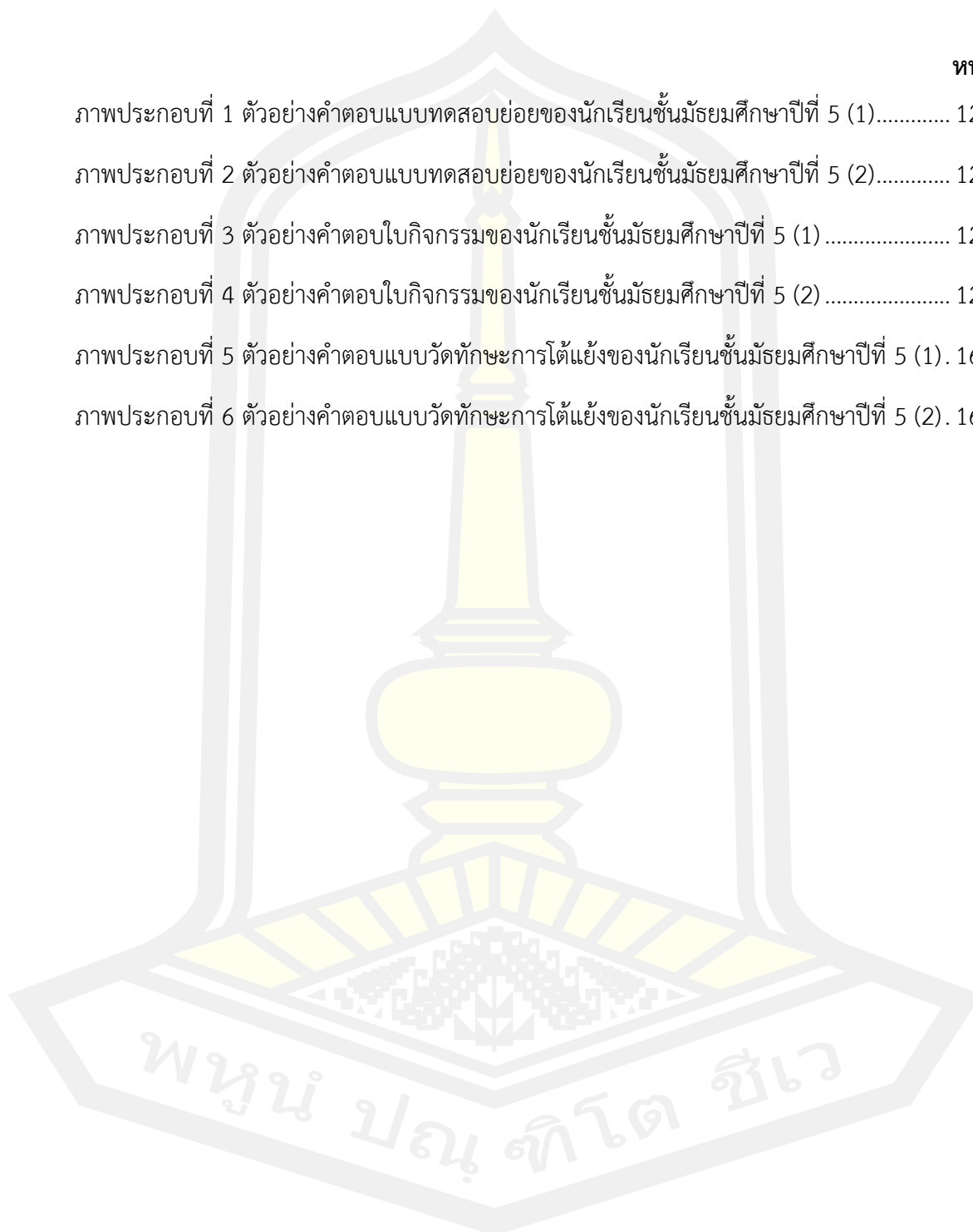
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง กับเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ .....	87
ตารางที่ 14 การแจกแจงทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์รายด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง.....	91
ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test.....	92
ตารางที่ 16 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย การเคลื่อนที่ และอัตราเร็วของเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 .....	132
ตารางที่ 17 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย พฤติกรรมของเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 .....	133
ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	134
ตารางที่ 19 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	135
ตารางที่ 20 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย คลื่นนิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 .....	136
ตารางที่ 21 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย บีต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 .....	137
ตารางที่ 22 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7.....	138
ตารางที่ 23 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8. ....	139

ตารางที่ 24	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	147
ตารางที่ 25	เกณฑ์การประเมินภาพรวมระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	148
ตารางที่ 26	แสดงผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	150
ตารางที่ 27	แสดงผลค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	151
ตารางที่ 28	แสดงผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	152
ตารางที่ 29	แสดงผลค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	152
ตารางที่ 30	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	153
ตารางที่ 31	คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง เสียง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 8.....	156
ตารางที่ 32	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E <sub>2</sub> ) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบเปิด เรื่อง เสียง.....	161



## สารบัญรูปร่าง

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 ตัวอย่างคำตอบแบบทดสอบย่อยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (1).....	124
ภาพประกอบที่ 2 ตัวอย่างคำตอบแบบทดสอบย่อยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2).....	125
ภาพประกอบที่ 3 ตัวอย่างคำตอบใบกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (1) .....	126
ภาพประกอบที่ 4 ตัวอย่างคำตอบใบกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2) .....	127
ภาพประกอบที่ 5 ตัวอย่างคำตอบแบบวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (1).	164
ภาพประกอบที่ 6 ตัวอย่างคำตอบแบบวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2).	165





## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ในการดำเนินชีวิตประจำวันของเราทุกคนนั้นมีการพัฒนา และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่วุ่นวายนี้ ล้วนแต่ถูกขับเคลื่อนไปตามความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่เชื่อว่าจะมีแต่ผลดีเสมอไป ด้วยการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วนี้ยังส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของคนในสังคมที่มีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่มากพอ จะเห็นได้จากทุกวันนี้สังคมในปัจจุบันเต็มไปด้วยความขัดแย้งต่าง ๆ มากมาย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเด็นเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issues) ที่กำลังเป็นที่ถกเถียงกัน เมื่อนักเรียนอยู่ในสังคมของวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องมีทักษะการโต้แย้งที่ดี (Scientific Argumentation) นั่นคือนักเรียนสามารถหิบบกหลักฐานที่น่าเชื่อถือขึ้นมาพิจารณาประกอบก่อนตัดสินใจได้ว่าจะเลือกข้างใด นอกจากนี้นักเรียนควรพบปะพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน และพยายามใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมายืนยันเพื่อให้อีกฝ่ายเปลี่ยนความคิดเห็นได้ (Toulmin, 2003) การโต้แย้งเป็นทักษะสำคัญของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล นักวิทยาศาสตร์โต้แย้งกันโดยอาศัยหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งที่ทำให้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความน่าสนใจ และแตกต่างจากการโต้แย้งโดยทั่วไป คือ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาองค์ความรู้ ในขณะที่คนทั่วไปหากพูดถึงการโต้แย้ง มักนึกถึงการสนทนาที่เต็มไปด้วยอารมณ์ของความโกรธเกรี้ยว การโต้แย้งเพื่อเอาชนะ (Dawson and Venville, 2010) แต่สำหรับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่แตกต่างออกไป Toulmin (2003) ได้แบ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งโดยทั่วไปไว้ 6 ประการ ดังนี้ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อมูล (Data) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) ระดับของความน่าจะเป็น (Qualifier) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) แต่สำหรับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีองค์ประกอบอื่น ๆ เพิ่มเข้ามา นั่นคือ การนำทฤษฎีมารองรับสมมติฐาน เพื่อใช้เป็นหลักฐานสนับสนุน ซึ่งข้อมูลที่ใช้นั้น ต้องเป็นข้อเท็จจริง และสามารถพิสูจน์ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้ระบุ ซึ่งสมรรถนะที่สำคัญข้อที่ 1 คือ ความสามารถ

ในการสื่อสาร และสมรรถนะข้อที่ 2 คือ ความสามารถในการคิด โดยที่การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้น ประกอบด้วย 2 สมรรถนะนี้ และการโต้แย้งยังเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เนื่องจาก วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลอาศัยหลักฐานที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำมา ประกอบการพิจารณาและนำไปใช้ในการโต้แย้ง (Dawson and Venville, 2010) ซึ่งผู้เรียนจะมี พัฒนาการที่สำคัญในทักษะการคิดขั้นสูง การตั้งคำถาม การอภิปรายโต้แย้ง และการคิดอย่างเป็น ระบบ (Lin and Mintzes, 2010) ซึ่งกระบวนการอภิปรายนั้นถือเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการอภิปรายโต้แย้งนั้น จะฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการคิดที่หลากหลาย มอง ปรัชญาการณต่าง ๆ ในหลากหลายมุมมอง ใช้ความสามารถในการสืบหาข้อมูลหรือหลักฐานเชิง ประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้ และประเมินค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล และหลักฐานได้ ส่งผลให้ ผู้เรียนสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง ตลอดจนนำข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์เหล่านี้ ไปนำเสนอ ให้ผู้อื่นเชื่อในความคิดของตนเองได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ วิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียน หรือเรื่องที่เกิดขึ้นในชุมชน และ เป็นประเด็นที่ยังไม่สามารถหาข้อสรุปของสังคมได้ เพื่อสร้างความน่าสนใจให้กับนักเรียน และพัฒนา ความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งให้อยู่ในระดับสูง (พัฒนวงศ์ ดอกไม้, 2555) การโต้แย้งในการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์มีข้อดีหลากหลาย กล่าวคือ ช่วยให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีเหตุผล และยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น ไม่ตัดสินใจปัญหาโดยใช้อารมณ์หรือความรู้สึกส่วนตัวเป็นที่ตั้ง (Lin and Mintzes, 2010)

การโต้แย้งเป็นกิจกรรมพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ Kuhn (1993) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็น กิจกรรมทางสังคมที่มีการโต้แย้ง ฉะนั้นจึงสามารถบอกได้ว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์จึงควรสอนเพื่อ พัฒนาทักษะด้านการโต้แย้ง เพราะมีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่ได้รับโอกาสในการแสดงจุดยืน หรือ สร้างความสมเหตุสมผลให้กับจุดยืนของตนเอง (Kuhn, 1993) ด้วยวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ได้ชื่อว่าเป็น วิชาแห่งความเป็นเหตุเป็นผล ดังนั้นทางโรงเรียนจึงควรที่จะสนับสนุน และส่งเสริมให้นักเรียนมีการ พัฒนาทางด้านทักษะการโต้แย้ง เนื่องจากผู้คนในสังคมทุกวันนี้ต่างมีมุมมองที่หลากหลาย ซึ่งความ หลากหลายล้วนเกิดจากการได้รับข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ ในสังคม และบางครั้งก็เป็นประเด็นที่ทำให้คน ส่วนใหญ่ในสังคมให้ความสนใจ จะเห็นได้ว่าการรับฟังข่าวสารและการประเมินความน่าเชื่อถือของ ข้อมูลและหลักฐานจึงไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะผู้รับสารจะต้องแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริง และความ คิดเห็นจากสื่อด้วย (Millar and Osborne, 1998) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งยัง

เป็นวิธีที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะการโต้แย้งที่มีคุณภาพจะประกอบด้วยการให้เหตุผล และข้อสนับสนุนต่าง ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือ

จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้ง พบว่านักเรียนไม่สามารถที่จะยกข้อกล่าวอ้าง หรือหาเหตุผลเพื่อที่จะสร้างสนับสนุนหรือคัดค้านในประเด็นที่เกิดขึ้นด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการซักถาม และแสดงความคิดเห็น (เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ คุณครูประจำวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวาปีปทุม พบว่า ส่วนใหญ่ครูผู้สอนใช้วิธีการบอกสูตรสำเร็จหรือสูตรที่ต้องใช้ในบทนั้น ๆ และจะเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด มีการอธิบายร่วมบ้างเป็นส่วนน้อย เมื่อถึงช่วงของการอธิบายพบว่า นักเรียนจะไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นหรือซักถาม ส่วนใหญ่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นโดยปราศจากการคิดไตร่ตรองเสียก่อน อีกทั้งเมื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้พูดคุยหรือถกกันในประเด็นที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังมีการใช้ความรู้สึก และอารมณ์ร่วม จนนำไปสู่การใช้คำพูดที่รุนแรงในการโต้แย้ง หรือการแสดงความคิดเห็น มีหลายคนที่น่าข้ออ้างมากแล้ว โดยข้ออ้างนั้นปราศจากความน่าเชื่อถือ (วันทนีย์ ประจะนัง, สัมภาษณ์, 6 กันยายน 2564) นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยได้ทำการสังเกตการสอนของคุณครูประจำวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม โรงเรียนวาปีปทุม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ท่านหนึ่ง พบว่าครูผู้สอนมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่านักเรียน โดยครูผู้สอนพยายามที่จะบรรยายเนื้อหา และฝึกให้นักเรียนทำโจทย์ให้ทันเวลาที่กำหนด โดยในช่วงของการบรรยายนักเรียนจะไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น หรือซักถาม ทำให้นักเรียนขาดโอกาสที่จะพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งในโครงสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีปัญหาทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และด้านผลสัมฤทธิ์ (สรินทรแก้วเกลี้ยง, 2559) นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยได้ทำการสำรวจทักษะการโต้แย้งของนักเรียน โดยกำหนดสถานการณ์และตั้งคำถามกับนักเรียนว่าทำไมจึงคิดเช่นนั้น ทำไมนักเรียนถึงเห็นด้วย และทำไมนักเรียนอีกกลุ่มถึงไม่เห็นด้วย ในช่วงการตอบคำถามนั้น นักเรียนบางคนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ ในขณะที่นักเรียนบางคนสามารถให้เหตุผลในการอธิบายความคิดเห็นของตนเองได้ แต่คำอธิบายหรือเหตุผลที่ได้นั้น ยังไม่มีความชัดเจน หรือมีความน่าเชื่อถือมากนัก เป็นเพียงการแสดงความรู้สึกและอารมณ์ของนักเรียนที่ขาดแหล่งที่มาของข้อมูล จึงทำให้เหตุผลไม่มีความหนักแน่น จากสภาพปัญหาดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนไม่มีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง และยังขาดทักษะในการ

สืบค้นหาข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมาประกอบการตัดสินใจ และอธิบายความคิดเห็นของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถโต้แย้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) จะทำให้นักเรียนมีอิสระทางความคิดและการหาคำตอบด้วยตนเอง มีการคิดที่เป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ และมีการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล อีกทั้งยังมีระบบการทำงานเป็นกลุ่ม ยอมรับและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (นภาพร วรเนตรสุตาทิพย์ และคณะ, 2552) การใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด ทำให้นักเรียนได้คำตอบที่แตกต่าง หรือวิธีการคิดแก้ปัญหาที่หลากหลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร ทำให้นักเรียนทุกคนสามารถที่จะลองค้นหาคำตอบของตัวเองเพื่อแก้ปัญหาตามความสามารถของตนเองอย่างอิสระ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ปัญหาปลายเปิดสามารถนำมาใช้ได้ง่ายสำหรับการเรียนการสอนที่นักเรียนมีความแตกต่างกัน ทำให้เกิดความสนใจที่จะพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีวิถีและวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างหลากหลาย เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างทั่วถึงเต็มศักยภาพของแต่ละคน ผู้เรียนได้ยกระดับความรู้ และระดับการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (วิจารณ์ พานิช, 2557) ทำให้เกิดการเรียนรู้ในระดับสูง เกิดสมรรถนะฝังลึกที่จะเรียนรู้แก้ปัญหา ในเงื่อนไขที่ตนยังไม่เคยรู้จักได้ด้วยตนเองและโดยกระบวนการกลุ่มจนเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตนเอง (Transformative Learning) ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดอุปนิสัยและความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ยังเป็นวิธีสอนที่ใช้กิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและเรียน ได้เรียนรู้ที่จะใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ซึ่งการใช้โจทย์หรือสถานการณ์เป็นสื่อกลางนั้น เป็นการช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจ รวมถึงทักษะการคิดของผู้เรียน และการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนสามารถพัฒนาและสร้างกระบวนการคิดของตนเองได้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดยึดหลัก 3 ประการ ดังนี้ 1) กิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องตอบสนองต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ 2) ต้องเป็นไปตามหรือสอดคล้องกับธรรมชาติของความรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ที่เป็นระบบ เชิงหลักการและมีหลักทฤษฎี 3) ขึ้นอยู่กับความสะดวกหรือเป็นการตัดสินใจของครูผู้สอน (Nohda, 2000 อ้างถึงใน ศุภมาศ แก้วมณี, 2561) ดังนั้น การสอนด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นวิธีสอนที่เน้นกระบวนการ (Process) ซึ่งเป็นการมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด (Thinking Skill) และให้ความสำคัญกับเป็นผลสัมฤทธิ์จริงลงไป ครูควรมีหน้าที่คอยให้คำแนะนำ (Facilitator) ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด วิธีการ

สอนแบบเปิด เป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดระดับสูง เน้นกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะการคิด เป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจให้กับนักเรียน และนักเรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (พงศ์พิชญ์ เฮ้าปาน, 2562)

จากสภาพปัญหาที่พบและหลักการข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และความเข้าใจของนักเรียน และเป็นแนวคิดพื้นฐานสำหรับการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

### **ความมุ่งหมายของการวิจัย**

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

### **สมมติฐานของการวิจัย**

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

### **ความสำคัญของการวิจัย**

ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสำคัญดังนี้

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้การจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป
2. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### **ขอบเขตการวิจัย**

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จากโรงเรียนวชิรวิทย์ จำนวน 8 ห้อง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์

และคณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เป็นห้องที่มีระดับการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาจากเกรดเฉลี่ยวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวาปีปทุม ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 40 คน (แบ่งออกเป็นนักเรียนชาย 13 คน และนักเรียนหญิง 27 คน)

## 2. เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เล่ม 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 บทที่ 12 เรื่อง เสียง จำนวน 3 ผลการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 8 แผนการจัดการเรียนรู้ (แบ่งเป็นลำดับแผนเลขคู่จำนวน 2 คาบเรียน และลำดับแผนเลขคู่จำนวน 1 คาบเรียน) ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของเสียง

แผนการเรียนรู้ที่ 2 พฤติกรรมของเสียง

แผนการเรียนรู้ที่ 3 ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

แผนการเรียนรู้ที่ 4 ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง

แผนการเรียนรู้ที่ 5 คลื่นนิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ

แผนการเรียนรู้ที่ 6 ปิด

แผนการเรียนรู้ที่ 7 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

แผนการเรียนรู้ที่ 8 การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง

โดยทำการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 5 และ 6 และทำการจัดการเรียนการสอนแบบออนไซต์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3, 4, 7 และ 8 เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19) ทางโรงเรียนจึงได้ออกมาตรการในการควบคุมการระบาดและมีการปรับรูปแบบการเรียนการสอน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มมัธยมศึกษาตอนต้น และกลุ่มมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นให้แยกกลุ่มในการจัดการเรียนการสอน อาทิเช่น ถ้าในสัปดาห์นี้กลุ่มมัธยมศึกษาตอนต้นเรียนแบบออนไซต์ กลุ่มมัธยมศึกษาตอนปลายจะเรียนแบบออนไลน์ และจะทำการสลับสัปดาห์การเรียนไปเรื่อย ๆ

## 3. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยทำการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 3 คาบต่อสัปดาห์ (แบ่งเป็น 2 คาบเรียน และ 1 คาบเรียน) รวม 12 คาบ

#### 4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบเปิด

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

**1. การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach)** หมายถึง การนำคำถามปลายเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน คำถามที่ใช้จะต้องมีแนวทางการแก้ปัญหา และคำตอบที่หลากหลาย ซึ่งการพิจารณาคำตอบที่ได้ของนักเรียนจะไม่ได้ตัดสินเพียงความถูกต้องของคำตอบ หรือตัดสินโดยคนส่วนมากกว่าถูกหรือผิด แต่จะเป็นการพิจารณาถึงเหตุผล ว่ามีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด การสอนที่ใช้จะเป็นลักษณะของการดึงเอากระบวนการคิดของนักเรียนออกมา และสามารถส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านการให้เหตุผลของนักเรียนได้เป็นอย่างดี โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ และอนไซต์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1.1 รูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ โดยใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 5 และ 6

1.1.1 ชี้นำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน ในขั้นนี้ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนใจ โดยที่ครูจะเป็นคนกำหนดสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน โดยที่ครูจะใช้ Microsoft PowerPoint เปิดผ่านโปรแกรม Google Meet และทำการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยใช้โปรแกรม Google Meet Breakout Rooms ในขั้นตอนนี้จะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิด หรือช่วยกันสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น และให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือสงสัยลงในสมุด จากนั้นครูจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด เพื่อนำไปสู่การจับประเด็นปัญหา และระหว่างนั้นครูจะถามคำถามเพื่อให้การจับประเด็นอยู่ภายในกรอบที่ครูกำหนดไว้

1.1.2 ชี้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาวิธีหรือหาคำตอบของแต่ละคน โดยยึดการแบ่งกลุ่มนักเรียนและใช้โปรแกรม Google Meet ในขั้นที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเสนอแนวความคิดของตัวเองให้เพื่อนภายในกลุ่มฟัง หาข้อสรุป และเหตุผลที่ได้คำตอบในกลุ่มว่านักเรียนได้คำตอบแบบนี้มาเพราะอะไร มีวิธีการหรือแนวความคิดอย่างไร โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการคิด เหตุและผลของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนบันทึกผลที่ได้ลงในสมุด และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองโดยใช้โปรแกรม Google Meet เพื่อรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม

1.1.3 ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน หลังจากที่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอวิธีการและแนวความคิดของคนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน ในชั้นตอนนี้ครูจะร่วมอภิปรายกับนักเรียนโดยใช้โปรแกรม Google Meet และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และเปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่มเพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

1.1.4 ชั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ในขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรม ครูและนักเรียนจะเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนผ่านโปรแกรม Google Meet ทั้งที่มีความเหมือนและความแตกต่างกันในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่มของนักเรียน เพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน โดยครูจะสอบถามนักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยและอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนสรุปแนวคิดที่ได้ลงในสมุด

## 1.2 รูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ โดยใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3, 4, 7 และ 8

1.2.1 ชั้นนำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน ในชั้นนี้ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนใจ โดยที่ครูจะเป็นคนกำหนดสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดให้แก่ นักเรียน โดยที่ครูจะใช้ Microsoft PowerPoint และทำการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยการสุ่ม ในชั้นตอนนี้จะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิด หรือช่วยกันสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น และให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือสงสัยลงในสมุด จากนั้นครูจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด เพื่อนำไปสู่การจับประเด็นปัญหา และระหว่างนั้นครูจะถามคำถามเพื่อให้การจับประเด็นอยู่ภายในกรอบที่ครูกำหนดไว้

1.2.2 ชั้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง ในชั้นนี้ครูจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาวิธีหรือหาคำตอบของแต่ละคน โดยยึดการแบ่งกลุ่มนักเรียนในชั้นที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเสนอแนวความคิดของตัวเองให้เพื่อนภายในกลุ่มฟัง หาข้อสรุป และเหตุผลที่ได้คำตอบในกลุ่มว่านักเรียนได้คำตอบแบบนี้มาเพราะอะไร มีวิธีการหรือแนวความคิดอย่างไร โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการคิด จากนั้นให้นักเรียนบันทึกผลที่ได้ลงในสมุด และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเอง เพื่อรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม

1.2.3 ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน หลังจากที่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอวิธีการและแนวความคิดของคนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน ในชั้นตอนนี้ครูจะร่วมอภิปรายกับนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เพื่อน



กลุ่มอื่นได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และเปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่ม เพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

1.2.4 ชั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ในขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรม ครูและนักเรียนจะเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียน ทั้งที่มีความเหมือนและความแตกต่างกันในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่มของนักเรียน เพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน โดยครูจะสอบถามนักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยและอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนสรุปแนวคิดที่ได้ลงในสมุด

**2. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70** หมายถึง ค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ค่า 70 ตัวที่ 1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้แก่ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้ ประเมินจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.2 ค่า 70 ตัวที่ 2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ คำนวณได้จากการรวมคะแนนจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทุกแผนการจัดการเรียนรู้ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

**3. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation)** หมายถึง ทักษะของนักเรียนในการแสดงทัศนะที่แตกต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพูดแสดงทัศนะจะต้องพยายามหาเหตุผล ข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ มาสนับสนุนทัศนะของตนและหาจุดอ่อนของอีกฝ่ายหนึ่งเพื่อที่จะลดความน่าเชื่อถือ โดยการโต้แย้งจะต้องปราศจากอคติและอารมณ์ จะต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (Claim and Warrant) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจะต้องเป็นข้อมูลที่มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างดูมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2 การใช้หลักฐาน (Evidence) เป็นการเสนอหลักฐานหรือสิ่งที่ใช้สนับสนุนองค์ประกอบใดก็ได้ในข้อโต้แย้ง โดยมีหลักฐานเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานที่นำมา

จะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หากเป็นการทดลอง ต้องสามารถทำการทดลองซ้ำแล้ว ให้ผลเช่นเดิม

3.3 การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counter Argument) การโต้แย้งกลับ เพื่อที่จะได้เห็นถึงมุมมองใหม่ ๆ และทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมที่ผู้เสนอไว้แต่แรกมีความเชื่อถือลดน้อยลง พร้อมทั้งหาเหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้ออ้างที่ต่างออกไปนั้น

3.4 การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) เป็นการยกสถานการณ์หรือหลักฐานในการโต้แย้งกลับ เพื่อที่จะทำให้เหตุผลของฝ่ายตรงข้ามที่มีความแตกต่างจากของตนได้รับความน่าเชื่อถือที่ลดน้อยลง

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ อัครวิน ธีระนาค (2558) ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ

**4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ได้ความรู้และทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน การประเมินที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามพฤติกรรมผลการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 13 ข้อ เรื่อง เสียง ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่ส่งเสริมต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งนี้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวชิรวิทย์
  - 1.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เสียง
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเปิด
  - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเปิด
  - 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด
  - 2.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด
  - 2.4 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด
  - 2.5 ข้อดีในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด
3. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
  - 3.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
  - 3.3 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
  - 3.4 วิธีการให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
  - 3.5 แนวทางการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
  - 4.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา ( $E_1/E_2$ )
  - 5.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม
  - 5.2 เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ
  - 5.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

#### 5.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม

### 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 6.1 งานวิจัยในประเทศ

#### 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

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

### 1.1 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวชิรวิทย์

โรงเรียนวชิรวิทย์ (2563) ได้กล่าวถึง หลักสูตรสถานศึกษาในรายละเอียดเกี่ยวกับ วิสัยทัศน์ เป้าประสงค์ จุดหมาย คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้รายวิชา ว30204 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ดังนี้

#### 1.1.1 วิสัยทัศน์

โรงเรียนวชิรวิทย์ ชุมชนเกื้อกูล เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ควบคู่คุณธรรม น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มีชื่อเสียงด้านวิชาการ ผลงานเป็นเลิศ เชิดชูความเป็นไทย ก้าวไกลสู่สากล ภายในปี 2558

#### 1.1.2 เป้าประสงค์

1.1.2.1 เพื่อให้นักเรียนโรงเรียนวชิรวิทย์ได้เรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ รักการเรียนรู้ มีความเป็นไทย มีความรู้ก้าวสู่ศักราชตามมาตรฐานสากล

1.1.2.2 เพื่อให้นักเรียนมีสุขภาพพลานามัยที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของโรงเรียน และตระหนักในคุณค่าตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความมุ่งมั่นในการพัฒนาประเทศชาติ มีเจตคติที่ดีต่อพลโลก ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

#### 1.1.3 จุดหมาย

1.1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.1.3.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

1.1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

1.1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในการเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่น การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมมีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.1.4 คำอธิบายรายวิชา ว30204 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทานอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า การต่อแบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าและเทคโนโลยีด้านพลังงาน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบอธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

1.1.5 ผลการเรียนรู้รายวิชา ว30204 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 รวมทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้

1.1.5.1 อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.1.5.2 อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียงรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.1.5.3 ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกต และอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

1.1.5.4 ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

1.1.5.5 อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์

1.1.5.6 อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

1.1.5.7 อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

1.1.5.8 อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.1.5.9 นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

1.1.5.10 อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.1.5.11 ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

1.1.5.12 ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

1.1.5.13 ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

1.1.5.14 อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

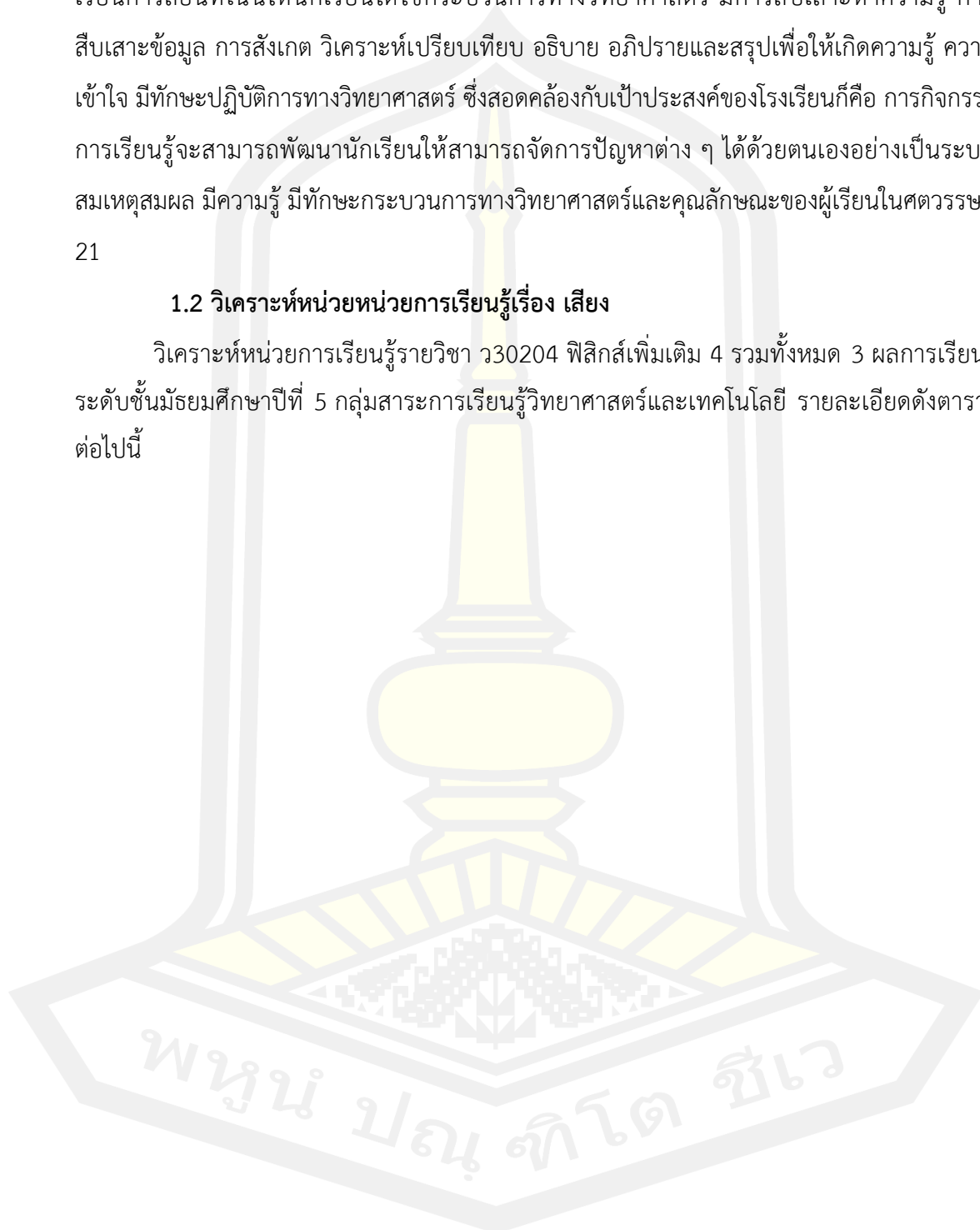
จากการศึกษาหลักสูตรของสถานศึกษาโรงเรียนวชิรวิทย์ ได้ระบุคำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว30204 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การป้องกันของเสียง การเกิดบีต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบเปิดที่ส่งเสริมต่อ

ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่ม โดยเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าประสงค์ของโรงเรียนก็คือ การกิจกรรมการเรียนรู้จะสามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถจัดการปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ สมเหตุสมผล มีความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่

21

### 1.2 วิเคราะห์หน่วยหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เสียง

วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้รายวิชา ว30204 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 รวมทั้งหมด 3 ผลการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้



**ตารางที่ 1** แสดงการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง ความสัมพันธ์ของมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของเสียง	อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง อัตราเร็วเสียงหาได้จาก $v = f\lambda$ และ $v = d/t$ อัตราเร็วเสียงยังขึ้นอยู่กับสมบัติของตัวกลางนั้น ๆ เสียงมีอัตราเร็วต่างกันโดยอัตราเร็วเสียงในตัวกลางที่เป็นของแข็งจะมากกว่าในของเหลวและในแก๊สตามลำดับ เมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศ อัตราเร็วเสียงขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ หาได้จาก $v = 331 + 0.6T_c$	-นักเรียนสามารถอธิบายการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของเสียง -นักเรียนสามารถโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ -นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2
	พฤติกรรมของเสียง			



มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2. อธิบายความเข้มเสียง  ระดับเสียง  กอประดับเสียง  องค์ประกอบของการได้ยิน  คุณภาพเสียง  และมลพิษทางเสียงรวมทั้ง  จำนวนปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	ความเข้มของเสียง  ระดับเสียงและ  ความถี่เสียงกับการ  เริ่มได้ยิน	เสียงสะท้อนนี้ เรียกว่า เสียงสะท้อนกลับ (Echo) สามารถคำนวณหาระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดที่เป็นที่กั้นได้จาก $d = \frac{vt}{2}$ แต่หากมีเวลาต่างกัน น้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้ง ได้ เสียงที่ได้ยิน เรียกว่า การก้องวน เมื่อคลื่นเสียง เคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่งจะ เกิดการหักเห เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางหรือผ่านช่องแคบจะเกิดการเลี้ยวเบน และเมื่อ คลื่นเสียงสองคลื่นมาพบกันจะเกิดการแทรกสอด	-นักเรียนสามารถโต้แย้งทาง  วิทยาศาสตร์ -นักเรียนสามารถส่งงาน  ตามเวลาที่กำหนด	2
	ความเข้มของเสียง  ระดับเสียงและ  ความถี่เสียงกับการ  เริ่มได้ยิน	พลังงานเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดเสียงในหนึ่ง  หน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเสียง (Power of a Sound) กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่  ที่ตั้งฉากกับทิศทางเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง เรียกว่า  ความเข้มเสียง (Sound Intensity) ซึ่งหาได้จาก $I = \frac{P}{A}$ ในกรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุด $I = \frac{P}{4\pi r^2}$	-นักเรียนสามารถอธิบาย  ความเข้มของเสียง  ระดับ  เสียงและความถี่เสียงกับการ  เริ่มได้ยิน - นักเรียนสามารถคำนวณ  ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความ  เข้มของเสียง  ระดับเสียง	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง	<p>ในการบอกความดังของเสียงพิจารณาจากสเกลลอการิทึม เรียกว่า ระดับเสียง (Sound Level) ตามสมการ <math>\beta = \log_{10} \frac{I}{I_0}</math></p> <p>เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ มีระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียงที่ต่างกัน ระดับสูงต่ำของเสียง (Pitch) สัมพันธ์กับความถี่ของเสียง เสียงที่มีความถี่สูงเรียกว่า เสียงสูงหรือเสียงแหลม เสียงที่มีความถี่ต่ำเรียกว่า เสียงต่ำหรือเสียงทุ้ม ส่วนคุณภาพเสียง (Quality of Sound) เป็นลักษณะ เฉพาะของเสียงที่ทำให้ผู้ฟังจำแนกเสียงนั้น ๆ อาทิเช่นเครื่องดนตรีจะผลิตเสียงที่มีความถี่หลายค่าออกมาพร้อมกัน เสียงที่มีความถี่ต่ำสุดเรียกว่า ฮาร์โมนิกหนึ่ง หรือความถี่มูลฐาน ฮาร์โมนิกสองจะมีความถี่เป็นสองเท่าของฮาร์โมนิกหนึ่ง หรือเขียนแทนด้วย <math>f_n = n f_1</math> เสียงรบกวนเป็นเสียงที่ตั้งหรือมีระดับเสียงสูง และก่อให้เกิดความรำคาญ ถือว่าเป็นมลพิษทางเสียง (Noise)</p>	<p>และความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน</p> <p>-นักเรียนสามารถส่งงานตามเวลาที่กำหนด</p> <p>-นักเรียนสามารถอธิบายระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง</p> <p>-นักเรียนสามารถโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์</p> <p>-นักเรียนสามารถส่งงานตามเวลาที่กำหนด</p>	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปราณุกาณ์ ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน	คลื่นนิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ	<p>Pollution) อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและจิตใจ การลดหรือควบคุมระดับเสียง อาจทำได้ 3 วิธี คือ การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง การควบคุมผ่านทางของเสียง และการควบคุมที่ผู้รับฟังเสียง</p> <p>คลื่นนิ่งของเสียงมีการซ้อนทับของคลื่น 2 ขบวนที่มีแอมพลิจูด ความถี่ และความยาวคลื่นเท่ากัน เคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้เกิดคลื่นลัพธ์ไม่มีการเคลื่อนที่ไปตาม การเคลื่อนที่ของคลื่นทั้งสองโดยมีตำแหน่งบีบและปฏิบัติอยู่กับที่ และระยะระหว่างระหว่างบีบและปฏิบัติอยู่ติดกันมีค่าเท่ากับ <math>\frac{\lambda}{4}</math></p> <p>ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ <math>f_n = n \frac{v}{4L}</math> เมื่อ <math>n = 1,3,5, \dots</math></p> <p>บีตของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยทำ</p>	<p>-นักเรียนสามารถอธิบายคลื่นนิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ</p> <p>-นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อ</p> <p>-นักเรียนสามารถส่งงานตามเวลาที่กำหนด</p>	2
	บีต		<p>-นักเรียนสามารถอธิบายบีต</p>	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>ให้ได้ยินเสียงดังคล้ายกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหูจะได้ยินเสียงของการบีบเมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า ความถี่บีต (Beat Frequency) ซึ่งหาได้จาก <math>f_b =  f_1 - f_2 </math></p> <p>ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน</p> <p>เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงทำให้หน้าคลื่นเสียงอัดตัวกัน เกิดคลื่นกระแทก (Shock Wave) และเรียกหน้าคลื่นว่า หน้าคลื่นกระแทก โดยหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะหน้าคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านจะได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า ซอนิกบูม (Sonic Boom) โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของ</p>	<p>-นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณความถี่บีต</p> <p>-นักเรียนสามารถส่งงานตามเวลาที่กำหนด</p>	
	ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์	ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน	<p>-นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์</p> <p>-นักเรียนสามารถทำงานร่วมกัน</p> <p>-นักเรียนสามารถส่งงานตามเวลาที่กำหนด</p>	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	การประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่องเสียง	<p>แหล่งกำเนิด เรียกว่า มุมมัท (Mach Angle) ซึ่งสามารถ คำนวณได้จาก</p> $\sin \theta = \frac{v}{v_s} = \frac{v}{v_s} = \frac{1}{\text{mach number}}$ <p>ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ใน ด้านต่าง ๆ เช่น การแปลงเสียงของมนุษย์ การทำงาน ของเครื่องดนตรี การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี การ ประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม</p>	<p>-นักเรียนสามารถอธิบาย การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง เสียง</p> <p>- นักเรียนสามารถโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>-นักเรียนสามารถส่งงาน ตามเวลาที่กำหนด</p>	1
		รวม		12

## 2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

### 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีรากฐานมาจากประเทศญี่ปุ่น ที่เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการประเมิน การคิดขั้นสูงในวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมีการใช้คำถามปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ ซึ่งต่อมา Nohda (1995) ได้เรียกวิธีการจัดการเรียนการสอนนี้ว่า Open Approach หรือการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

Nohda (1986 ถูกอ้างถึงใน อีฟฟัด กาเดร์, 2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด หมายถึง เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติลงมือ ทำด้วยตนเอง เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและสามารถแก้ปัญหาได้หลากหลาย หรือพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่

Pehkonen (1997 ถูกอ้างถึงใน พัทยากร บุสสยา, 2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ เปิด หมายถึง วิธีการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิดในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมการอภิปรายแนวคิดเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547 ถูกอ้างถึงใน อีฟฟัด กาเดร์, 2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ แบบเปิด หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิด กระบวนการคิด

ปนัดดา นามวิจิตร (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด หมายถึง กระบวนการ แก้ปัญหาที่เปิดกว้างในการหาคำตอบและสามารถมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลาย

วิจารณ์ พานิช (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครู ใช้โจทย์หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยที่ ผู้เรียนแต่ละคนจะเป็นผู้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตน เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อเรียนรู้วิธีการคิดและวิธีการทำความเข้าใจทั้งของตนเองและของผู้อื่น

พัทยากร บุสสยา (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการ นำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ มีอยู่ในการแก้ปัญหา นั้น พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ตามความสามารถ ของนักเรียน และมีการนำเสนอและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนในชั้นเรียนเพื่อ นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน

อ็อฟต์ กาเดร์ (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นกระบวนการจัดกิจกรรมที่ใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นเพื่อเป็นการเปิดความคิดให้กับผู้เรียนในการหาคำตอบที่หลากหลาย วิธีการแก้ปัญหา และค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นการเปิดความคิดให้กับผู้เรียนในการหาคำตอบที่หลากหลาย โดยเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหานั้น เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยอาศัยครูคอยชี้แนะแนวทาง

## 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

Nohda (2000 อ้างถึงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557) ได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด 3 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา ซึ่งลักษณะของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ โดยครูจะไม่ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา
- 2) ขั้นแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้เรียนคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ความสามารถในการแก้ปัญหานี้ขึ้นกับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยครูมีหน้าที่คอยกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหานั้น นำมาบูรณาการเข้าด้วยกันได้
- 3) ขั้นขยายปัญหา ขั้นตอนนี้คือขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะขยายขั้นเดิมไปสู่ขั้นตอนใหม่ได้ โดยอาศัยพื้นฐานจากปัญหาเดิมและคิดหาวิธีแก้ปัญหาใหม่

ยุพาพักตร์ สะเดา (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด มีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นนำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน ซึ่งมีลักษณะของการเปิด 3 ลักษณะ คือ กระบวนการเปิด (แนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องนั้นมีหลายแนวทาง) ผลลัพธ์เปิด (คำตอบถูกต้องหลายคำตอบ) แนวทางการพัฒนาเปิด (สามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้)
- 2) ขั้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง (Research) เมื่อได้ใบกิจกรรมให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิดหาวิธีของแต่ละคนเสร็จแล้วก็จะคุยกันในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปและเหตุผลที่ได้คำตอบมาอย่างนี้เพราะอะไรมีวิธีการอย่างไร เสร็จแล้วก็จะนำเสนอหน้าชั้นให้เพื่อนรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม

3) ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (สะท้อนผลการอภิปรายเกี่ยวกับการสอน Lesson Discussion) เมื่อนักเรียนได้คำตอบพร้อมกับเหตุผลแนวคิดและวิหาคำตอบก็จะนำเสนอ เพื่อให้เพื่อนได้รับทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน หลังจากนั้นครูร่วมอภิปรายเพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

4) ชั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (การสรุปผลการเรียนรู้ Consolidation of Learning) ชั้นสุดท้ายของกิจกรรมที่ครูและนักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนที่มีความเหมือนและแตกต่างในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่ม เพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน

อัญชิสา วรณวดี สมควร สีชมภู และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2562) การจัดการเรียนรู้แบบเปิดแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Inprasitha (2010) ดังนี้

1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ครูจะนำเสนอปรากฏการณ์  
2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนได้ทดลองหาวิธีการต่าง ๆ ตัวเองเพื่อที่จะหาคำตอบ

3) การอภิปรายและการเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของตนเอง โดยครูจะคอยถามคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบ

4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้น ในขั้นนี้ครูจะคอยถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดถึงถึงความเหมือนและความต่างของคำตอบนักเรียนและของเพื่อนๆ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด จะเน้นให้นักเรียนทราบถึงปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และได้ฝึกการอภิปรายผลของนักเรียน ได้สรุปผลของตนเองและได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน และสรุปผลเพื่อให้ได้แนวคิดร่วมกัน โดยในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นนำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนใจ โดยที่ครูจะเป็นคนกำหนดสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน 2) ชั้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาวิธีหรือหาคำตอบของแต่ละ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเสนอแนวความคิดของตัวเองให้เพื่อนภายในกลุ่มฟัง หาข้อสรุป และเหตุผลที่ได้คำตอบในกลุ่มว่านักเรียนได้คำตอบแบบนี้มาเพราะอะไร มีวิธีการหรือแนวความคิดอย่างไร 3) ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอวิธีการและแนวความคิดของคนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้รับทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และ



เปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่ม เพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป 4) ชั้นสรุป บทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูและนักเรียนจะเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปของบทเรียน เพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน โดยครูจะสอบถามนักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยและอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย

### 2.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ และคณะ (2552) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด คือ เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ต้องจัดเตรียมสื่อและสภาพแวดล้อมให้น่าเรียน ใช้คำถามและคำพูดที่กระตุ้นความคิด โดยที่นักเรียนมีอิสระทางความคิด กระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีและแตกต่างกัน ครูใช้การสังเกต การตรวจชิ้นงาน การนำเสนอผลงานหน้าชั้นครู บันทึกสิ่งที่เกิดในชั้นเรียน ครูมีบทบาทร่วมสรุปและให้แนวความรู้เสริมได้บ้างในช่วงที่ทำกิจกรรม แต่จะเป็นนักเรียนลงมือเอง คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

วิจารณ์ พานิช (2557) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ดังนี้

- 1) เปิดประตูให้ผู้เรียนสู่การเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวผู้เรียนเอง
- 2) ส่งเสริมดูแลเอาใจใส่ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและ/หรือสร้างสรรค์ ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง โดยการหล่อเลี้ยงแรงขับ จับประเด็นตั้งคำถาม เพิ่มลดหรือปรับประสบการณ์ สนับสนุนอำนวยความสะดวก ดูแลความเรียบร้อย แนะนำ ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ ความสามารถ ที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุด จนเกิดการสร้างความรู้ ความสามารถชุดใหม่ขึ้น (Constructionism) จากการลองผิดลองถูก เปลี่ยนมุมมองและหาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง (Heuristics) และพร้อม ๆ กันนั้นครูยังช่วยจัดวางวิธีบันทึกความคิดความรู้สึก ความเข้าใจ บันทึกวิธีการ บันทึกผลลัพธ์ที่สัมพันธ์กับวิธีการช่วยตั้งคำถามช่วยตั้งประเด็นให้ผู้เรียนสังเกตเห็นและประเมินวิธีสร้าง ความเข้าใจและวิธีทำของตนเองในการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์นั้น ๆ (Metacognition)

- 3) ประเมินผู้เรียนในขณะที่เรียนรู้ โดยการมีสติตั้งใจฟังสังเกตและรู้สึก อย่างละเอียดอ่อนฉับไวและแม่นยำ เพื่อหยั่งให้ถึงภาวะการนำความรู้ความสามารถออกมาใช้ สร้างความรู้ ความสามารถชุดใหม่ แรงบันดาลใจวิธีการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ ขอบเขตและคุณภาพของความเข้าใจ พลังความสามารถและข้อจำกัดของผู้เรียนแต่ละคน ในขณะที่กำลังเรียนรู้ผ่านการแก้โจทย์หรือการสร้างสรรค์ ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาอย่างฉับพลันทันทีไม่ใช้การประเมินเพื่อตัดสิน

4) ตอบสนองต่อผลการประเมินนั้นอย่างเหมาะสมและทันเวลา โดยการตั้งคำถาม จับประเด็นให้คำแนะนำ ให้ตัวอย่างอำนวยความสะดวกช่วยเหลือ ฯลฯ ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนอย่างสงบ มีสติในจังหวะที่เหมาะสมทันทีเพื่อช่วยให้ผู้เรียนหลุดจากภาวะติดขัดหรือการเข้าใจผิดหรือช่วยให้ผู้เรียนเข้าสู่การเรียนรู้ที่กว้างขวาง ลึกซึ้งมากขึ้นและดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ต่อไปได้อย่างราบรื่น

5) ขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมของผู้เรียนด้วยวิธีการเชิงบวก เมื่อมีผู้เรียนบางคนที่ไม่อยู่ในภาวะพร้อมเรียนหรือมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ หรือรบกวนการเรียนรู้ของเพื่อน ครูจะขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมผู้เรียนนั้นด้วยวิธีการเชิงบวก เพื่อรักษาแรงจูงใจด้านบวกของผู้เรียนคนนั้นและรักษาบรรยากาศเชิงบวกของชั้นเรียนเอาไว้ให้ต่อเนื่อง

พัทธยากร บุสสุยา (2559) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด มีดังนี้

- 1) มีหน้าที่อำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียน
- 2) ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา
- 3) ครูคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และพยายามปรับพฤติกรรมของนักเรียนในเชิงบวก เมื่อนักเรียนอยู่ในภาวะไม่พร้อมเรียนรู้
- 4) ครูต้องไม่แนะนำหรือไม่แนะแนวทางในการแก้ปัญหาให้แก่นักเรียน
- 5) ครูร่วมสรุปและเสริมแนวความรู้

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียน เพื่อที่นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาด้วยตัวเอง คอยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการคิดและการแก้ปัญหา สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ครูมีบทบาทในการร่วมสรุป แต่ไม่สามารถชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา สามารถให้แนวความรู้เสริมได้บ้างในช่วงที่ทำกิจกรรม

## 2.4 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ (2552) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบเปิดนักเรียนมีอิสระทางความคิด มีความเป็นตัวของตัวเองสูง แต่ก็ยังอยู่ภายใต้กฎระเบียบของห้อง ทำให้นักเรียนพูดมากขึ้น พร้อม ๆ กับการรับฟังมากขึ้น ได้เรียนรู้กับเพื่อนไปพร้อม ๆ กับเข้าใจตนเอง ได้เห็นความสามารถของผู้อื่นพอ ๆ กับรู้ว่าตนเองถนัดด้านใด นักเรียนสามารถอธิบายถึงสิ่งที่คิดที่มีความแตกต่าง และสามารถประนีประนอมจากกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยมีครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนค้นพบความเป็นอัจฉริยะของเขาเอง การให้เวลานักเรียนได้แก้ปัญหาหลากหลาย ทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เกิดแนวความคิดที่หลากหลายในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีความมั่นใจในตนเองและเพื่อนร่วมชั้นมากขึ้น มีภาวะความเป็นผู้นำ กล้าพูด กล้าแสดงออก และการพูดคุยภายในกลุ่มมากขึ้น

จิตขจี พึ่งผล และนฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2558) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด และคอยตอบคำถาม โดยมีการฟัง การตอบสนอง จากคำถามของครู และแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การสื่อสาร เพื่อพยายามโน้มน้าวคนอื่น ๆ เห็นความถูกต้อง โดยเฉพาะการนำเสนอการแสดงวิธีการคาดเดาและคำตอบ จากการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จากนั้นนำเสนอแนวคิดนั้น ๆ ออกมา

กนก จันทร์ทอง (2562) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ เป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กันด้วยตนเอง สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียน คือ การร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ การเรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้ มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบเปิดบทบาทของนักเรียน คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด และคอยตอบคำถาม การร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือ รู้จักแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความมั่นใจในตนเองและเพื่อนร่วมชั้นมากขึ้น มีภาวะความเป็นผู้นำ กล้าพูด กล้าแสดงออก

## 2.5 ข้อดีในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

Sawada (1997 อ้างถึงใน พัทธยากร บุสสุยา, 2559) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ดังนี้

- 1) นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้นและสามารถแสดงความคิดเห็นได้อิสระ
- 2) นักเรียนได้ใช้ความรู้และกระบวนการอย่างกว้างขวาง
- 3) นักเรียนที่มีความสามารถต่ำจะมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้หรือความเห็นของตนกับนักเรียนคนอื่น ๆ
- 4) นักเรียนทุกคนได้รับการกระตุ้นและมีแรงจูงใจภายใน ในการเรียนรู้
- 5) นักเรียนจะได้รับประสบการณ์มาจากการได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และได้ยอมรับแนวคิดที่แปลกใหม่

Inprasitha (2004) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบเปิด คือ ทำให้นักเรียนเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถในการตัดสินใจด้วยตัวเองในการเรียนรู้ และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการ โดยเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่น หรืออาศัยการชี้แนะจากครูผู้สอน นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นที่จะเปิดใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าการเน้นการสอนให้ครบ

พัทธยากร บุสสุยา (2559) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบเปิด คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิดนั้นจะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น นักเรียนมีอิสระในการคิด มีโอกาสได้ประสบการณ์และความรู้ในการเรียนที่มากขึ้น และนักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี อีกทั้งยังทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นกับเพื่อนนักเรียนคนอื่น

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ข้อดีในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด คือ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดของตนเองในการทำกิจกรรมผ่านปัญหาปลายเปิด ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างเหตุผล และช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์มาจากการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### 3. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Horsella and Sindermann (1992) ได้กล่าวไว้ว่า การโต้แย้งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพิสูจน์หาความจริงเพื่อทำให้ผู้อื่นมั่นใจ เชื่อถือ และได้รับการยอมรับ โดยพิจารณาอย่างมีเหตุผล และการวิพากษ์วิจารณ์จากหลากหลายมุมมอง เพื่อจัดข้อผิดพลาด

Kuhn (1993) ได้ให้ความหมายของคำว่า การโต้แย้ง (Argument) ไว้ว่า เป็นการแสดงทัศนะที่แตกต่างกันระหว่าง 2 ฝ่าย โดยที่แต่ละฝ่ายจะพยายามใช้เหตุผลเพื่อที่จะสนับสนุนทัศนะของตนเอง และใช้เหตุผลเพื่อที่จะคัดค้านทัศนะของอีกฝ่าย

Berland and Reiser (2008) ได้กล่าวไว้ว่า การโต้แย้งในทางการศึกษา หมายถึง วิธีในการคิด การสอน การเรียนรู้ เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นเหตุการณ์ที่คน 2 คนขึ้นไปสนทนา แสดงความคิดเห็น ที่สามารถระบุจุดอ่อนของฝ่ายตรงข้าม สร้างและวิพากษ์ความรู้ มีการอภิปรายแนวคิด ทำให้เกิดการพิจารณาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างมีตรรกะและเหตุผล เป็นการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการสร้างความรู้

Lin and Mintzes (2010) ได้กล่าวไว้ว่า การโต้แย้งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยเป็นการใช้หลักฐาน ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และให้เหตุผลเสริม (Supportive Argument)

Osborne and Patterson (2011) ได้กล่าวไว้ว่า การโต้แย้งเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์การสนทนา ระหว่างบุคคลที่พยายามสร้างความเชื่อมั่นของตนเองให้ฝ่ายตรงข้ามยอมรับ โดยการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง และค้นหาจุดอ่อนของฝ่ายตรงข้าม

Zuhal Oguz Cakir (2011 อ้างถึงใน วรรณญา จีระวิพลวรรณ, 2563) ได้กล่าวไว้ว่าการโต้แย้ง มี 3 แบบ คือ

1) การโต้แย้งเชิงโวหาร (Rhetorical Argument) คือ การระบุข้อกล่าวอ้าง และชักชวนให้ผู้อื่นเชื่อถือ การโต้แย้งเชิงโวหารแบ่งได้ 2 แบบด้วยกัน

1.1 การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (Rational Argumentation) โดยครูจะให้เหตุผลและหลักฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเชื่อและเรียนรู้ความรู้ดังกล่าว

1.2 การโต้แย้งตามแบบแผน (Traditional Arguments) โดยครูจะเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ชักชวนนักเรียนให้เรียนรู้และเชื่อตาม

2) การโต้แย้งเชิงวิเคราะห์ (Analytical Argument) เป็นการใช้พื้นฐานทางทฤษฎีตรรกะ เพื่อให้ได้ข้อสรุปด้วยการอุปนัยหรือนิรนัย มีตำราและครูเป็นสำคัญ

3) การสนทนาโต้แย้ง (Dialogical Argument) เป็นการโต้แย้งในกลุ่มบุคคลสองฝ่าย ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในการโต้แย้ง ครูเป็นผู้แนะแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

อัศวิน ณะนะปัด (2558) ได้กล่าวไว้ว่า การโต้แย้ง หมายถึงการถกเถียงของบุคคลที่มีความเห็นที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป โดยพิจารณาจากข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งใช้เป็นหลักฐานเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป โดยการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันนั้น จะต้องอยู่บนความเป็นเหตุเป็นผล และปราศจากอคติ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การโต้แย้ง การแสดงทัศนะที่แตกต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อการพัฒนาให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพูดแสดงทัศนะจะต้องพยายามหาเหตุผล ข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ มาสนับสนุนทัศนะของตนและหาจุดอ่อนของอีกฝ่ายหนึ่งเพื่อที่จะลดความน่าเชื่อถือ โดยการโต้แย้งจะต้องปราศจากอคติและอารมณ์ จะต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล

### 3.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Toulmin (2003) ได้ให้องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับการโต้แย้ง ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
- 2) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อสรุปที่จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง
- 3) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หมายถึง หลักการ เหตุผลที่เสนอเพื่อทำให้ความข้อมูลกับข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ

4) เหตุผลที่สนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) หมายถึง ข้อตกลงเบื้องต้นที่ยอมรับโดยทั่วไป ซึ่งใช้สร้างความน่าเชื่อถือได้ของเหตุผลสนับสนุน

5) เงื่อนไขเสริมหรือส่วนขยาย (Qualifier) หมายถึง สิ่งที่ระบุถึงเงื่อนไขที่ทำให้เชื่อว่าข้อกล่าวอ้างมีความเป็นจริง

6) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) หมายถึง สิ่งที่กำหนดสภาพการณ์หรือเงื่อนไขที่กล่าวอ้างไม่เป็นจริง

Chang and Chen (2009) ได้ให้องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ข้อมูล หมายถึง ข้อเท็จจริงที่นำมาช่วยสนับสนุนข้อเสนอในการเรียกร้องสนับสนุน

2) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อเสนอที่ต้องการเพื่อนำไปสู่ข้อโต้แย้ง

3) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หมายถึง เหตุผล กฎเกณฑ์ หรือหลักการที่ทำให้ความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล กับข้อกล่าวอ้าง มีความน่าเชื่อถือ

4) เหตุผลที่สนับสนุนเพิ่มเติม หมายถึง ข้อตกลงที่ใช้สร้างความน่าเชื่อถือให้กับเหตุผลข้อเสนอในการเรียกร้อง

5) ความเป็นไปได้เงื่อนไขเสริมหรือส่วนขยาย หมายถึง ปัจจัยที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างเป็นไปได้

6) การโต้แย้งกลับ หมายถึง สิ่งที่ทำให้เงื่อนไขของข้อเสนอในการเรียกร้องไม่เป็นจริง

Lin and Mintzes (2010) ได้ให้องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การทดลองหรือแม้กระทั่งสิ่งที่แสดงถึงแนวคิดหรือข้อคิดเห็น ซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยสิ่งเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับค่านิยม ความเชื่อ และวัฒนธรรมของสังคมในช่วงเวลานั้น ๆ

2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นการใช้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล เป็นการเสนอหลักฐานหรือสิ่งที่ใช้สนับสนุนองค์ประกอบใดก็ได้ในข้อโต้แย้ง โดยหลักฐานมีอาจมีหลายรูปแบบ เช่น อาจอยู่ในรูปของข้อความ รูปภาพ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมไปถึงข้อเท็จจริงที่ได้จากการทดลองหรือจากการศึกษางานวิจัย ทั้งนี้

การพิจารณาหลักฐานต้องคำนึงถึงความเหมาะสม และหลักฐานที่นำมาจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หากเป็นการทดลอง ต้องสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดิม

4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter Claim) เป็นการโต้แย้งกลับ ที่ประกอบด้วยข้ออ้างที่ต่างออกไป เพื่อที่จะได้เห็นถึงมุมมองใหม่ ๆ ที่ต่างจากเดิม หรืออาจไม่ได้นำมาพิจารณาตั้งแต่ต้น เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างเดิมที่ผู้เสนอไว้แต่แรกมีความเชื่อถือลดน้อยลง และหาเหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้ออ้างที่ต่างออกไปนั้น

5) การโต้แย้งกลับ เป็นการยกสถานการณ์หรือหลักฐานในการโต้แย้งกลับ เพื่อที่จะทำให้เหตุผลของฝ่ายตรงข้ามที่มีความแตกต่างจากของตนได้รับความน่าเชื่อถือที่ลดน้อยลง

อัศวิน ธนะปะต (2558) ได้ให้องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง การเลือกข้างหรือการเลือกฝั่งที่จะแสดงความคิดเห็น  
2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หมายถึง การให้ข้อมูลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น ๆ เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) หมายถึง ข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่จะใช้เพื่ออธิบายเหตุผลทำให้เหตุผลนั้น มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งหลักฐานที่นำมาสนับสนุนจะต้องมีแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

4) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counter Argument) หมายถึง การระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป พร้อมทั้งให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุน

5) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) หมายถึง การโต้แย้งเพื่อที่จะทำให้ข้ออ้างอื่น ๆ ที่แตกต่างจากที่ตนเองเสนอออกไปหรือมีความน่าเชื่อถือน้อยลงโดยการให้เหตุผลมาสนับสนุนที่มีความน่าเชื่อถือ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (Claim and Warrant) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจะต้องเป็นข้อมูลที่มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น 2) การใช้หลักฐาน (Evidence) เป็นการเสนอหลักฐานหรือสิ่งที่ใช้สนับสนุนองค์ประกอบใดก็ได้ในข้อโต้แย้ง โดยมีหลักฐานเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานที่นำมาจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หากเป็นการทดลอง ต้องสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดิม 3) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counter Argument) การโต้แย้งกลับ เพื่อที่จะได้

เห็นถึงมุมมองใหม่ ๆ และทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมที่ผู้เสนอไว้แต่แรกมีความเชื่อถือลดน้อยลง พร้อมทั้งหาเหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้ออ้างที่ต่างออกไปนั้น และ 4) การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) เป็นการยกสถานการณ์หรือหลักฐานในการโต้แย้งกลับ เพื่อที่จะทำให้เหตุผลของฝ่ายตรงข้ามที่มีความแตกต่างจากของตนได้รับความน่าเชื่อถือที่ลดน้อยลง

### 3.3 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Erduran, Simon and Osborne (2004) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งไว้ดังนี้

ระดับที่ 1 สามารถสร้างข้ออ้างของตนได้ แต่ไม่มีการสร้างเหตุผลไปหักล้างข้ออ้างอื่น

ระดับที่ 2 สามารถสร้างข้ออ้างของตนได้ มีข้อมูล มีเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง หรือมีเหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม แต่ไม่มีการสร้างเหตุผลไปหักล้างข้ออ้างอื่น

ระดับที่ 3 สามารถระบอบรายละเอียดข้ออ้าง หรือข้อหักล้าง มีเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง หรือมีเหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม แต่ไม่เหตุผลไม่เพียงพอต่อการหักล้างข้ออ้างอื่น

ระดับที่ 4 สามารถสร้างข้ออ้างและเหตุผลในการคัดค้านได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจมีได้หลายข้ออ้างหรืออาจจะมีหลายข้ออ้างที่ถูกหักล้าง

ระดับที่ 5 สามารถสร้างการโต้แย้งที่มีการขยายขอบเขตในการโต้แย้ง และเหตุผลในการคัดค้านได้มากกว่า 1 เหตุผล

Sadler and Donnelly (2006 อ้างถึงใน ภาวิณี รัตนคอน และคณะ, 2561) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้ง โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล, แนวคิดที่หลากหลาย และเหตุผลคัดค้าน โดยได้กำหนดการให้คะแนน 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ Sadler และ Donnelly (2006)

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	คำอธิบาย
ข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล	2	โต้แย้งได้ โดยสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
	1	โต้แย้งได้ แต่สามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้น้อย
	0	ให้เหตุผลได้ แต่เป็นเหตุผลที่ไม่สามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้



เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	คำอธิบาย
แนวคิดที่หลากหลาย	2	สามารถให้แนวคิดที่หลากหลายได้ด้วยตนเอง
	1	สามารถให้แนวคิดที่หลากหลายได้ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยคำถาม
	0	ไม่สามารถให้แนวคิดที่หลากหลายได้แม้จะถูกกระตุ้นด้วยคำถาม
เหตุผลคัดค้าน	2	สามารถให้เหตุผลโต้แย้งกลับได้อย่างเหมาะสม
	1	สามารถให้เหตุผลโต้แย้งกลับได้แต่ไม่เหมาะสม
	0	ไม่สามารถให้เหตุผลโต้แย้งกลับได้

อัศวิน ธนะปะต (2558) ได้กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัย คือ แบบวัดทักษะการโต้แย้ง ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด (Open – Ended Questionnaire) โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

ระดับดีมาก : นักเรียนสามารถบอกข้ออ้างและให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป แสดงหลักฐานสนับสนุนได้มากกว่า 1 หลักฐานขึ้นไป มีแหล่งข้อมูลชัดเจน และให้เหตุผลสนับสนุนได้ มากกว่า 1 เหตุผลขึ้นไป โต้แย้งกลับได้ตรงตามประเด็นที่แย้ง และให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้มากกว่า 1 เหตุผลขึ้นไป

ระดับดี : นักเรียนสามารถบอกข้ออ้างและให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนตั้งแต่ 1 – 2 เหตุผล ให้หลักฐานได้ โดยหลักฐานนั้นเป็นการอธิบายเหตุผล หรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลที่น่าเชื่อถือมากขึ้น สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเอง และให้เหตุผลสนับสนุนได้อย่างน้อย 1 เหตุผล สามารถโต้แย้งกลับได้แต่เหตุผลนั้นไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้

ระดับพอใช้ : นักเรียนสามารถบอกข้ออ้างและให้เหตุผล โดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ในการตอบร่วมกับให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลที่น่าเชื่อถือมากขึ้น สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่แสดงเหตุผล สามารถโต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผล โดยเหตุผลนั้นเป็นการแสดงอารมณ์และไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้

ระดับปรับปรุง : นักเรียนสามารถบอกข้ออ้างและให้เหตุผลได้ โดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบเท่านั้น แสดงหลักฐานได้ โดยหลักฐานเป็นการแสดงความรู้สึก ไม่

สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเอง แต่ให้เหตุผลสนับสนุนได้ โดยเหตุผลนั้นไม่มีความน่าเชื่อถือ  
 ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็นข้ออ้างหรือเหตุผล

กฤษฎา ทองประไพ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ (2559) ได้  
 เสนอเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งไว้ดังนี้

**ตารางที่ 3** เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ กฤษฎา ทองประไพ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา  
 ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ (2559)

ระดับ ทักษะ การ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
ดีมาก	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและให้ เหตุผลที่น่าเชื่อถือ สนับสนุนข้อกล่าว อ้างมากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถแสดง หลักฐานเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าว อ้างมากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง หรือตรงข้ามกับที่ เสนอ และให้ เหตุผลในการ สนับสนุนได้ มากกว่า 2 เหตุผล ขึ้นไป	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้โดยตรง ตามประเด็นที่แย้ง และให้เหตุผลที่ ส่งผลให้ความน่า เชื่อถือของฝั่งตรงข้าม ลดลงได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป
ดี	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและให้ เหตุผลที่น่าเชื่อถือ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง 1 - 2 เหตุผล	สามารถแสดง หลักฐานเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง 1 - 2 หลักฐาน	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง หรือตรงข้ามกับที่ เสนอ และให้ เหตุผลในการ สนับสนุน 1 - 2 เหตุผล	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้โดยตรง ตามประเด็นที่แย้ง และให้เหตุผลที่ ส่งผลให้ความน่า เชื่อถือของฝั่งตรงข้าม ลดลงได้ 1 - 2 เหตุผล
พอใช้	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและให้	สามารถแสดง หลักฐานเพื่อ	ไม่สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้โดยตรง

ระดับ ทักษะ การ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
	เหตุผล โดยที่ เหตุผลนั้นแสดงถึง อารมณ์ และ ความรู้สึกร่วมกับ เหตุผลที่มี น่าเชื่อถือสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง	สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง แต่หลักฐานที่ อ้างนั้น เป็น หลักฐานที่มาจาก อารมณ์ และ ความรู้สึกร่วม	หรือตรงข้ามกับที่ ตนเสนอ แต่ให้ เหตุผลในการ สนับสนุนได้	ตามประเด็นที่แย้ง แต่ไม่สามารถทำให้ ความน่าเชื่อถือของฝั่ง ตรงข้ามลดลงได้
ปรับปรุง	ไม่สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผล	ไม่สามารถแสดง หลักฐานในการ สนับสนุน	ไม่สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง หรือตรงข้ามกับที่ ตนเสนอ และไม่ให้ เหตุผลในการ สนับสนุน	ไม่สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ โดยตรง ตามประเด็นที่แย้ง และไม่ให้เหตุผลที่ ส่งผลให้ความน่า เชื่อถือของฝั่งตรงข้าม ลดลง

จากข้อมูลข้างต้น การวิเคราะห์ข้อมูลจากทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จะพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ในการตอบคำถาม ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน การใช้หลักฐาน การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ โดยตัดแปลงจาก อัครวิน ธีระนงปัด (2558) ซึ่งจำแนกความสามารถตามความสมบูรณ์ของแต่ละองค์ประกอบ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดัดแปลงจาก อัครวิน ณะนะปัด (2558)

ระดับ ทักษะ การ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
ดีมาก	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุนที่ น่าเชื่อถือ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถแสดง หลักฐานเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง 1 - 2 หลักฐาน ขึ้นไป และมี แหล่งข้อมูลที่ ชัดเจน	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง จากของตนที่เสนอ และให้เหตุผลใน การสนับสนุนได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ตรงตาม ประเด็น และให้ เหตุผลที่ทำให้ความ น่าเชื่อถือของฝั่งตรง ข้ามลดลงได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป
ดี	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยที่เหตุผลนั้น แสดงอารมณ์ ความรู้สึกร่วมกับ เหตุผลที่น่าเชื่อถือ	สามารถแสดง หลักฐาน แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานการ อธิบายเหตุผล หรือ ให้ข้อมูลสนับสนุน เหตุผลที่น่าเชื่อถือ มากขึ้นหรือรวมทั้ง ประสบการณ์	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ และ ให้เหตุผลสนับสนุน ได้แต่เหตุผลนั้นเป็น การแสดงออกทาง อารมณ์ความรู้สึก	สามารถโต้แย้งกลับ ได้แต่เหตุผลนั้นไม่ ทำให้ข้อโต้แย้งนั้น มีความน่าเชื่อถือ ลดลงได้
พอใช้	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยเหตุผลนั้นแสดง	สามารถแสดง หลักฐานได้ แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานที่เกิดจาก การแสดงความรู้สึก	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ แต่ไม่ สามารถแสดง	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ โดย เหตุผลนั้นเป็นการ แสดงอารมณ์และ ไม่ทำให้ข้อโต้แย้ง

ระดับ ทักษะ การ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
	อารมณ์ในการตอบ เท่านั้น		เหตุผลที่น่าเชื่อถือ ได้	นั้น มีความน่าเชื่อ ลดลงได้
ปรับปรุง	สามารถบอกข้ออ้าง แต่ไม่สามารถระบุ เหตุผลสนับสนุน/ ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถแสดง หลักฐานในการ สนับสนุน/ไม่ตอบ คำถาม	ไม่สามารถระบุการ ให้ข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป	ไม่สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ และไม่ สามารถให้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ

### 3.4 วิธีการให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Erduran, Simon and Osborne (2004) ได้กำหนดกรอบการวิเคราะห์ระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไว้ 5 ระดับ โดยคำถามแต่ละประเด็นจะมีคะแนนสูงสุดในการตอบ คือ 10 คะแนน และได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ตามองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ กำหนดช่วงคะแนนในการวัดระดับไว้ดังนี้

ระดับดีมาก	มีคะแนนในช่วง	8 – 10 คะแนน
ระดับดี	มีคะแนนในช่วง	6 – 7 คะแนน
ระดับปานกลาง	มีคะแนนในช่วง	4 – 5 คะแนน
ระดับดีต่ำ	มีคะแนนในช่วง	2 – 3 คะแนน
ระดับต่ำมาก	มีคะแนนในช่วง	0 – 1 คะแนน

อัศวิน ธนะปะต (2558) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบย่อยไว้ที่ 4 ระดับ คือ ระดับดีมาก มีค่า 4 คะแนน ระดับดี มีค่า 3 คะแนน ระดับพอใช้ มีค่า 2 คะแนน และระดับปรับปรุง มีค่า 1 คะแนน โดยคำถามแต่ละประเด็นจะมีคะแนนสูงสุดในการตอบ คือ 16 คะแนน สามารถวิเคราะห์ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ 2 ลักษณะ คือ วิเคราะห์จากคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบย่อย มีเกณฑ์ ดังนี้ ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับดีมาก ได้คะแนนรวมทุกองค์ประกอบย่อยในช่วง 13 – 16 คะแนน ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับดี ได้คะแนนรวมทุกองค์ประกอบย่อยในช่วง 10 – 12 คะแนน ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับพอใช้ ได้

คะแนนรวมทุกองค์ประกอบย่อยในช่วง 7 – 9 คะแนน และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับปรับปรุง ได้คะแนนรวมทุกองค์ประกอบย่อยในช่วง 4 –6 คะแนน และสามารถวิเคราะห์เกณฑ์ระดับเกณฑ์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ตามตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** เกณฑ์การประเมินภาพรวมระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ อัครวิน ฐานะปัด (2558)

ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
ดีมาก	ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก
	มี 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี หรือระดับพอใช้
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้
ดี	ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก
	มี 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้หรือระดับปรับปรุง
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
	มีองค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง อย่างละ 1 องค์ประกอบ
พอใช้	ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้

ระดับทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
	มี 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
	มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
	มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
	มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี มี 2 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
ปรับปรุง	ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง
	มี 1 องค์ประกอบอยู่ในระดับพอใช้ มี 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับปรับปรุง

ภาวณิ รัตนคอน และคณะ (2561) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 โดยคำถามแต่ละประเด็นจะมีคะแนนสูงสุดในการตอบ คือ 10 คะแนน จากนั้นทำการจัดระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ระดับ ตามองค์ประกอบการโต้แย้งโดยนำคะแนนของแต่ละองค์ประกอบการโต้แย้ง ซึ่งกำหนดเป็นระดับของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ระดับต่ำมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 0 - 1 คะแนน
ระดับต่ำ	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 2 - 3 คะแนน
ระดับปานกลาง	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 4 - 5 คะแนน
ระดับดี	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 6 - 7 คะแนน
ระดับดีมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 8 - 10 คะแนน

จากข้อมูลข้างต้นวิธีการให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 2 ชั้น คือ ชั้นแรกให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ คือ ระดับดีมาก มีค่า 4 คะแนน, ระดับดี มีค่า 3 คะแนน, ระดับพอใช้ มีค่า 2 คะแนน และระดับปรับปรุง 1 คะแนน จากนั้นนำผลรวมคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ 2 ลักษณะ ตามเกณฑ์ของอัศวิน ธารนะปัด (2558) คือ วิเคราะห์จากการให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบย่อย ในเกณฑ์ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปเกณฑ์การประเมินภาพรวมระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ระดับทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
ดีมาก	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 13 – 16 คะแนน
ดี	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 10 – 12 คะแนน
พอใช้	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 7 – 9 คะแนน
ปรับปรุง	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 4 – 6 คะแนน

### 3.5 แนวทางการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

บุริรัตน์ สื่อพัฒธิมา (2558) ได้สร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก Argumentation Skills Questionnaire (ASQ) เป็นคำถามปลายเปิด 5 ข้อ ซึ่งเป็นการพัฒนาจากแนวความคิดของ Lin and Mintzes (2010) โดยคำถามที่ใช้มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ โดยมีตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้

- 1) การระบุข้อกล่าวอ้าง “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการยุบกองทุนน้ำมัน”
- 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง “นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่ดีที่ใช้สนับสนุนคำตอบในข้อแรกคืออะไร เพราะอะไรนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น”
- 3) การใช้หลักฐานสนับสนุนเหตุผล “นักเรียนมีหลักฐาน หรือปรากฏการณ์ที่นักเรียนได้ประสบพบเจอมา หรือได้รับทราบมา ในการใช้สนับสนุนและยืนยันเหตุผลของนักเรียนในข้อที่ 2 บ้างหรือไม่”
- 4) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป “หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นในข้อที่ 1 ต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร”
- 5) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ “จากเหตุผลของเพื่อนในข้อที่ 4 นักเรียนจะแย้งเหตุผลเหล่านั้นอย่างไร”

อัศวิน ธีระนะปัด (2558) ได้สร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จาก Argumentation Skills Questionnaire (ASQ) เป็นคำถามปลายเปิด 4 ข้อ ซึ่งเป็นการพัฒนาจากแนวความคิดของ Lin and Mintzes (2010) โดยคำถามที่ใช้มีความเกี่ยวข้องกับ



กับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้

1) การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง “นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับกรณีการสร้างเขื่อนแม่วงก์และนักเรียนมีเหตุผลอะไรมาสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน”

2) การใช้หลักฐานสนับสนุนเหตุผล “นักเรียนมีหลักฐานหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่นักเรียนทราบมาหรือประสบการณ์ของนักเรียนนำมาใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้ออ้างที่ 1 ของนักเรียนหรือไม่”

3) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป “หากมีเพื่อนนักเรียนคนอื่นที่ตอบตรงข้ามกับนักเรียนในข้อที่ 1 นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร”

4) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ “นักเรียนจะใช้เหตุผลอะไรในการโต้แย้งเพื่อให้เพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนในตอนแรกให้คล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน”

กฤษฎา ทองประไพ ศศิตเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ (2559) ได้สร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่เป็นเนื้อเรื่องหรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 2) ส่วนที่เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบการโต้แย้งจำนวน 4 ข้อ และแบบสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ เป็นการบันทึกความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้

1) การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อกล่าวอ้างที่ว่า การกินอาหารฟังก์ชั้นแทนอาหารหลักได้” และคำถามที่วัดการให้เหตุผลสนับสนุนว่า “นักเรียนมีเหตุผลใดมาสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน”

2) การใช้หลักฐานสนับสนุนเหตุผล “นักเรียนมีหลักฐาน/ข้อมูลอื่น ๆ หรือประสบการณ์ของนักเรียนเองมาใช้สนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้ออ้างที่ 1 อย่างไร”

3) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป “หากมีเพื่อนคนอื่นที่ตอบตรงข้ามกับนักเรียนในข้อที่ 1 นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร”

4) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ “นักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้งเพื่อให้เพื่อนมีความคิดเห็นตรงข้ามกับเราในตอนแรกให้คล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน”

จากข้อมูลข้างต้นแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะการคำถามปลายเปิดแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเนื้อเรื่อง และส่วนคำถามที่ให้นักเรียนโต้แย้ง โดยเป็นการระบุว่าการต้องการให้นักเรียนโต้แย้งเกี่ยวกับอะไร จากนั้นให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน การใช้หลักฐาน การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ

## 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973 อ้างถึงใน วรรณญา จำปามูล, 2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า การบรรลุผลสำเร็จหรือความสามารถของการปฏิบัติในด้านใดด้านหนึ่ง

Lizzio (2002 อ้างถึงใน วรรณญา จำปามูล, 2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นผลจากกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนทำได้ หลังจากที่นักเรียนได้เรียนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนเป็นคนออกแบบ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จากที่ไม่เคยได้กระทำ หรือกระทำได้บ้างก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้ให้ความหมายของของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการกระทำใด ๆ หรือความสำเร็จ ที่ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ หรืออาศัยทักษะ

วรรณญา จำปามูล (2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จหรือความสามารถอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนได้รับจากกระบวนการเรียนการสอน ในช่วงเวลาที่ผ่านไป ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย

สมนึก ภักดิ์ยธนี (2558) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว มี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานล้วน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่ได้จากการวัดความรู้ ความสามารถของนักเรียน ที่เกิดจากการเรียนรู้และได้รับจากกระบวนการเรียนการสอนแล้ว

### 4.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

Anderson and Krathwohl (2001) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของ Bloom โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียนรู้ การสอน และการประเมิน หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจาก Revised Bloom's Taxonomy โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของ Bloom ให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผัง

ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์

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

ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking)

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

ทิตินา แชมมณี (2562) กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget & Vygotsky ว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง Piaget อธิบายว่า การพัฒนาเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สัมพันธ์กันก็จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับภาวะให้อยู่ในสมดุล การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนสามารถทำได้หลายประการ ดังนี้

1) ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (Process of Knowledge Construction) และการตระหนักรู้ในการบวนการนั้น

2) เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนแปลงจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการและการสร้างความหมายที่หลากหลาย

3) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว และต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง

4) ในการจัดการเรียนการสอน ครูต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น คือ ผู้เรียนต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

5) ในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาในสิ่งที่เกิดขึ้นเอง เป็นต้น

6) ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และความรู้การเรียนรู้ เปลี่ยนเป็นการให้ความร่วมมือในการอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้

7) ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล

นางลักษณ์ เขียวมณี (2562) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้จะเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ตามแนวคิดของ Smith & Piele ซึ่งมี 6 ระดับ คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์ โดยแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

1) ความรู้ความจำ เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึง เรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนจะโดยวิธีใดก็ตาม ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ความรู้เฉพาะเรื่อง ความรู้ในวิธีดำเนินการ ความรู้รวบยอดในเรื่อง

2) ความเข้าใจ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการนำความรู้จากประสบการณ์ในขั้นความรู้ความจำ มาผสมผสานจนกลายเป็นสมรรถภาพสมองชนิดใหม่ ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การแปลความ การตีความ และการขยายความ

3) การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมาแล้ว ไปแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่แปลกใหม่ แต่อาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับเรื่องที่เคยพบเห็นมาก่อน

4) การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน สามารถค้นหา ความจริงต่าง ๆ ที่แอบแฝงอยู่ในเนื้อเรื่องนั้น ๆ ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5) การประเมิน เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าของ แนวความคิด ได้ตรงตามจุดมุ่งหมายใดจุดมุ่งหมายหนึ่ง

6) การสร้างสรรค์ เป็นการนำเอาองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปมารวมกันเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เพื่อให้เห็นโครงสร้างที่ชัดเจน แปลกใหม่ไปจาก เดิมหรือสร้างสรรค์ความคิดจากองค์ประกอบดังกล่าวซึ่งก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้ 4 ด้าน คือ ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ ระดับความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ ระดับความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน และด้วยระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบมีอย่างจำกัด อีกทั้งเนื้อหาที่จะใช้ใน 2 ระดับสุดท้ายเป็นการประเมินค่า และการสร้างสรรค์ ต้องใช้เวลาจำนวนมาก

โดยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

#### 4.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดทักษะ วัดความรู้ และความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มา แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง โดยแบบทดสอบนี้เป็นประเภทที่ใช้กันทั่วไป ที่วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้กำหนดคำถามหรือปัญหา ให้ผู้ตอบเขียนคำตอบ โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ

1.2 แบบทดสอบปรนัย คือ แบบทดสอบที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้จำกัดหรือกำหนดคำตอบในการตอบ โดยไม่สามารถแสดงความคิดเห็นที่มี แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้ 4 ประเภท นั่นคือ แบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเติมคำ และแบบทดสอบถูก-ผิด

2) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ปรับปรุง แก้ไขอย่างดีจนมีคุณภาพและได้มาตรฐาน มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป

วรัญญา จำปามูล (2555) ได้กล่าวว่า ประเภทของแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองมีหลายแบบ แต่วิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ที่นิยมใช้กันมากมี 6 ประเภท ดังนี้

1) ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นข้อสอบที่มีเพียงคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนบรรยายตามความรู้ ตามข้อเห็นของแต่ละคน

2) ข้อสอบแบบถูกผิด เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ซึ่งตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงข้ามกัน

3) ข้อสอบแบบเติมคำ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อความที่มีสมบรูณ์ เพื่อที่จะให้ผู้ทำข้อสอบเติมข้อความลงไปในช่วงที่เว้นไว้ เพื่อให้ได้ใจความที่ถูกต้องและครบถ้วน

4) ข้อสอบแบบตอบสั้น ข้อสอบประเภทนี้มีความคล้ายคลึงกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่ต่างที่การตอบ ซึ่งเป็นเพียงคำตอบสั้น ๆ กะทัดรัด เพื่อให้ได้ใจความที่ถูกต้องและครบถ้วน

5) ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบเลือกตอบที่มีข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด จากนั้นให้ผู้ทำข้อสอบตอบโดยการจับคู่ความสัมพันธ์กันของข้อความชุดที่ 1 (ตัวยีน) และชุดที่ 2 (ตัวเลือก) ตามที่ผู้ออกข้อสอบได้กำหนดไว้

6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบเลือกตอบที่ประกอบด้วย 2 ตอน นั่นคือตอนคำถาม (Stem) และตอนตัวเลือก (Choice) ในส่วนของคำถามจะเป็นส่วนที่กำหนดเพื่อให้ผู้ทำ

ข้อสอบพิจารณาคำสั่ง และ ในส่วนของตัวเลือกจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง และตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

ไพศาล วรคำ (2559) ได้แบ่งวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

1) แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง นั่นคือ คะแนนที่ได้จะถูกต้องและตรงกันเสมอ ไม่ว่าบุคคลใดจะเป็นผู้ตรวจ

2) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำ นั่นคือ คะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจแต่ละคน

3) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Subjective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้นมาจากจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ความรู้และทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน การประเมินที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก

## 5. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub>)

### 5.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวถึง การหาคุณภาพของนวัตกรรม โดยมีวิธีการดังนี้

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

2. การทดลองและพัฒนาเป็นการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กันโดยทั่วไป และเชื่อว่ามาตรฐานจะมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

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

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

2.3 การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน ตั้งแต่ 20-30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

อนุสสุรา เฉลิมศรี (2555) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมหรือสื่อ เป็นการพิจารณาและตรวจสอบคุณค่าของกิจกรรมหรือสื่ออย่างมีระบบ ทำให้ทราบว่ากิจกรรมหรือสื่อนั้นมีคุณภาพ และช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้มาน้อยเพียงใด ทั้งนี้เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์

1) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมการเรียนการสอนและนำไปใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมนั้น เป็นการประเมินคุณค่าของชุดกิจกรรม เพื่อที่จะได้แก้ไข ปรับปรุง และพัฒนา ก่อนที่จะได้ชุดกิจกรรมไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้

## 5.2 เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) มีความหมายที่หลายลักษณะ โดยได้ยกตัวอย่าง  $E_1/E_2 = 80/80$  ดังนี้

ในความหมายที่ 1 เกณฑ์ 80/80 ตัวเลขตัวแรก ( $E_1$ ) คือ ผู้เรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบย่อย หรือแบบฝึกหัดได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลขตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ ผู้เรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หากค่าเฉลี่ย  $E_1$  และ  $E_2$

ในความหมายที่ 2 เกณฑ์ 80/80 ตัวเลขตัวแรก ( $E_1$ ) คือ ร้อยละ 80 ของผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลขตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ แบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นมีผู้เรียนทั้งหมดทำได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

ในความหมายที่ 3 เกณฑ์ 80/80 ตัวเลขตัวแรก ( $E_1$ ) คือ ผู้เรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลขตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ ทำการเทียบคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียนกับหลังเรียน ซึ่งผู้เรียนทำคะแนนได้เพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

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

1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชา ไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษา เป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมา

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์

1) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้

2) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้



จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน โดยเกณฑ์ของประสิทธิภาพมีความหมายที่หลากหลาย และการกำหนดเกณฑ์ประเมินผลพฤติกรรมแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง ซึ่งมาจากการประเมินผลของกระบวนการ และการประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ซึ่งมาจากการประเมินผลลัพธ์

### 5.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2556) กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังนี้

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

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$A$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบทุกชิ้นรวมกัน

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

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$B$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2560) กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังนี้

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

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกส่วน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$A$	แทน	คะแนนเต็มของทุกส่วน

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

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของแบบคะแนนทดสอบหลังเรียน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$B$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) ได้กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังนี้

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

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
	$X$	แทน	คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียน ของนักเรียนแต่ละคน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$A$	แทน	คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียน

$$2) \text{ สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\sum \left(\frac{Y}{B}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
	$Y$	แทน	คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ของนักเรียนแต่ละคน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$B$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน

สรุปได้ว่า วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมจะแบ่งออกเป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ( $E_1$ ) คะแนนในส่วนนี้ได้มาจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบย่อย และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ( $E_2$ ) คะแนนในส่วนนี้ได้มาจากผลรวมของคะแนนการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

#### 5.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2556) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมว่า เมื่อทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนภาคสนามแล้วให้นำมาเทียบค่า  $E_1/E_2$  ที่หาได้จากสื่อหรือชุดการสอนกับ  $E_1/E_2$  ที่ตั้งเกณฑ์ไว้เพื่อทำการตรวจสอบว่าเราจะสามารถยอมรับประสิทธิภาพได้หรือไม่ โดยการยอมรับนั้น ประสิทธิภาพให้ถือค่าความแปรปรวนอยู่ที่ 2.5 - 5% เช่น ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 90/90 แต่เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนพบว่า มีประสิทธิภาพ 87.5/87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่าสื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ โดยการยอมรับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน มี 3 ระดับ คือ

- 1) มีค่าประสิทธิผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
- 2) มีค่าประสิทธิผลเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้
- 3) มีค่าประสิทธิผลต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยการยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

- 1) สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบทเรียนสำเร็จรูปได้ 95/95
- 2) เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบทเรียนสำเร็จรูปได้ 90/90
- 3) ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยการยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

- 1) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ
- 2) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ไม่เกิน 2.5% สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมานั้น จะต้องพิจารณาตามค่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยค่าประสิทธิภาพที่ยอมรับได้มี 3 ระดับ คือ มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีค่าประสิทธิภาพน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่ไม่เกิน 2.5% จึงจะยอมรับได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหัก

เห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปราณการณ์ดอปเพลอร์ เนื้อหาในเรื่องนี้จัดเป็นเนื้อหาที่ยากในการจินตนาการทำความเข้าใจ อีกทั้งคำนี้ถึงสติปัญญาของนักเรียน เป็นที่กลุ่มตัวอย่างและบริบทในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ผู้วิจัยจึงได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพของพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เมื่อนำไปใช้แล้วทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดตามเกณฑ์ 70/70 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทุกแผนการจัดการเรียนรู้ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยในประเทศ

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การจัดการเรียนรู้แบบเปิด แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หลังจากได้รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนที่จะได้รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อศวิน ธนะปะต (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ใบกิจกรรมบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีมากเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 16.67 เป็นร้อยละ 83.33 และนักเรียนสามารถพัฒนาการโต้แย้งได้ทุกองค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างข้ออ้าง การให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งกลับ โดยองค์ประกอบที่พัฒนาได้มากที่สุด คือ การแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล และองค์ประกอบที่พัฒนาน้อยที่สุด คือ การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ

อิพัต กาเดร์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่ผลมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการ

จัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การจัดการเรียนรู้แบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกภาคสนาม และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS อยู่ในระดับสูง 3) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน 4) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน อยู่ในระดับค่อนข้างดี 5) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS อยู่ในระดับมาก

พัทธยากร บุสสยา (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงศ์พิชญ์ เข้าปาน (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดาวฤกษ์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดาวฤกษ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.05/75.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ 75 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีความพึงพอใจในระดับมาก

ประสิทธิ์พร ภูวงษ์ และจันทร์ ดิยะวงศ์ (2563) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้ในการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน แบบสอบถามความ

พึงพอใจในการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเป็นการใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวนำกิจกรรมที่มีคำตอบได้หลากหลาย และมีชั้นการสอน 4 ชั้นคือ 1) ชั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) ชั้นลงมือทำกิจกรรมปฏิบัติแก้ปัญหาเอง 3) ชั้นอภิปรายและสะท้อนผลร่วมกัน และ 4) ชั้นสรุปบทเรียนจากแนวคิดที่หลากหลาย มีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.73/84.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

## 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Nohda (2000) ศึกษาการใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบเปิดในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยภาษาญี่ปุ่น ผลการวิจัยพบว่า ในชั้นเรียนของ Mr.Tsubota แสดงให้เห็นว่าเป็นได้ที่ 1) นักเรียนจะสามารถกำหนดปัญหาในสถานการณ์ที่มีปัญหา 2) นักเรียนสามารถกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง 3) นักเรียนสามารถยอมรับวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และ 4) นักเรียนสามารถตรวจสอบหาเหตุผลและหาข้อโต้แย้งในแก้ปัญหาด้วยวิธีต่าง ๆ ด้วยเหตุเหล่านี้จึงสามารถบอกได้ว่าวิธีการเรียนการสอนแบบเปิดช่วยให้สามารถสร้างกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญในห้องเรียนได้

Randy (2000) ศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มอ่อน จำนวน 5 คน โดยใช้วิธีการสังเกตจากการสัมภาษณ์ในการตอบสนองจากปัญหาปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังจากที่นักเรียนได้รับข้อมูลมา นักเรียนมีการโต้แย้งในข้อมูลที่มากขึ้น 2) นักเรียนเรียนรู้ที่จะใช้การให้หลักฐานมากขึ้น และมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มอ่อนมีการพัฒนาไปสู่ระดับที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน

Kwan, Jung and Jee (2006) ศึกษาผลการใช้กระบวนการแบบปลายเปิดที่มีต่อการคิดอย่างอิสระในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 7 จำนวน 398 คน ใช้วิธีการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบเพื่อวัดทักษะการคิดที่แตกต่างกันโดยส่วนใหญ่ผ่านปัญหาปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถทำให้นักเรียนได้คำตอบที่แตกต่าง หรือวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการพูดคุยหาข้อสรุปที่แตกต่างกันของนักเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาประโยชน์จากปัญหาปลายเปิดนั่นคือทำให้นักเรียนทุกคนไม่ว่าจะเก่งหรืออ่อนในวิชาคณิตศาสตร์สามารถที่จะลองและ

ค้นหาคำตอบของตัวเองเพื่อแก้ปัญหาตามความสามารถของตนเองอย่างอิสระและนี่คือเหตุผลที่ปัญหาปลายเปิดสามารถนำมาใช้ได้ง่ายสำหรับการเรียนการสอนที่นักเรียนมีความแตกต่างกัน

McDonald (2013) ศึกษาทักษะการโต้แย้งโดยใช้วิธีการแบบเปิดกับนักศึกษาครู จำนวน 12 คน ในวิชาเคมี โดยประเมินงานจากการเขียนสรุปการทดลองของนักศึกษา ผลการวิจัยพบว่า สองในสามของกลุ่มลองล้มเหลว และหนึ่งในสามของกลุ่มทดลองมีทักษะการโต้แย้งที่ดี จากการวิเคราะห์ข้อมูลคาดว่าอาจเกิดจากการขาดความรู้พื้นฐาน การขาดความสอดคล้องของการโต้แย้ง การเชื่อในข้อมูลที่มากเกินไปจนขาดการไตร่ตรอง และการขาดการอภิปรายเชิงวิพากษ์

Kadir, Lucyana and Satriawati (2017) ศึกษาผลการดำเนินการตามรูปแบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ การตอบสนองของนักเรียนที่ State Junior High School ในประเทศอินโดนีเซีย วิธีที่ใช้ในการศึกษานี้คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยผ่านการสังเกต การสัมภาษณ์ และการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนให้การตอบรับในทางที่ดีขึ้น และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิดเป็นอย่างดี สรุปได้ว่าการนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิดไปปฏิบัติช่วยส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ให้การตอบสนองเชิงบวกต่อคณิตศาสตร์ และพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Kang (2020) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้จากการสอนแบบเปิดและคุณภาพการสอนในการทำนายนการรัฐวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียน 5,882 คน (หญิง 48.7%) จากโรงเรียน 168 แห่ง ในฟินแลนด์ และส่วนใหญ่เป็นนักเรียนเกรด 9 (87%) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นตัวทำนายที่มีศักยภาพมากที่สุดของการรัฐวิทยาศาสตร์ และเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการรัฐวิทยาศาสตร์ การจัดการห้องเรียนมีผลต่อการสอนแบบเปิด นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการสอนแบบเปิดมีผลต่อการทำนายนการรัฐวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิดส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาดีขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากนักเรียนมีอิสระในการคิดทำให้เปิดกรอบความคิดของนักเรียนและนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิด ได้อภิปรายร่วมกันมีการทำงานเป็นกลุ่มรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่ส่งเสริมต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

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

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 ห้อง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3, 5/4, 5/5, 5/6, 5/7, 5/8, 5/9 และ 5/10 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จากโรงเรียนวชิรปทุม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 322 คน จากผลการใช้เกรตเฉลี่ยรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สถิติทดสอบ F-test พบว่า ประชากรมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 322 คน

	Sum of Squares	<i>df</i>	Mean Square	<i>F</i>	<i>p</i>
Between Groups	1.94	7	0.28	0.83	0.56
Within Groups	104.89	314	0.33		
Total	106.83	321			

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวชิรปทุม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มมา 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 40 คน



## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

### 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง (แบ่งเป็นลำดับแผนเลขคู่จำนวน 2 คาบเรียน และลำดับแผนเลขคี่จำนวน 1 คาบเรียน)

แผนการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของเสียง

แผนการเรียนรู้ที่ 2 พฤติกรรมของเสียง

แผนการเรียนรู้ที่ 3 ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

แผนการเรียนรู้ที่ 4 ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง

แผนการเรียนรู้ที่ 5 คลื่นนิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ

แผนการเรียนรู้ที่ 6 ปิด

แผนการเรียนรู้ที่ 7 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

แผนการเรียนรู้ที่ 8 การประยุกต์ ใช้ความรู้เรื่องเสียง

### 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

2.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง เป็นข้อสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 13 ข้อ

## 3. การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 คาบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวาปีปทุม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 4 และหนังสือคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบเปิด และศึกษาเอกสารหนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การ

เรียนรู้ สาระสำคัญ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 8** แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง สาระสำคัญ สถานการณ์ และชั่วโมงเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของเสียง	อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาค กับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงหาได้จาก $v = f\lambda$ และ $v = d/t$ เสียงมีอัตราเร็วต่างกันโดยอัตราเร็วเสียงในตัวกลางที่เป็นของแข็งจะมากกว่าในของเหลวและในแก๊สตามลำดับ เมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านอากาศ อัตราเร็วเสียงขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ หาได้จาก $v = 331 + 0.6T_c$	การเดินทางของเสียง	2
	พฤติกรรมของเสียง	เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม จะเกิดการสะท้อน ถ้าได้ยินเสียงสะท้อนหลังจากได้ยินเสียงครั้งแรกมีเวลาต่างกันมากกว่า 0.1	ระบบสั่งงานด้วยเสียงจาก LifeSmart	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>วินาที หูจะแยกเสียงทั้งสองครั้งได้ เสียงสะท้อนนี้ เรียกว่า เสียงสะท้อนกลับ (Echo) สามารถคำนวณหาระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดที่เป็นที่กั้นได้จาก <math>d = \frac{vt}{2}</math> แต่หากมีเวลาต่างกันน้อยกว่า 0.1 วินาที หูจะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองครั้งได้ เสียงที่ได้ยิน เรียกว่า การกังวาน เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในตัวกลางหนึ่งจะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางหรือผ่านช่องแคบจะเกิดการเลี้ยวเบน และเมื่อคลื่นเสียงสองคลื่นมาพบกันจะเกิดการแทรกสอด</p>		
<p>2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียงและมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>ความเข้มของเสียง ระดับเสียง และความถี่เสียงกับการเริ่มต้นได้ยิน</p>	<p>พลังงานเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดเสียงในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเสียง (Power of a Sound) กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง เรียกว่า ความเข้มเสียง (Sound Intensity) ซึ่งหาได้จาก <math>I = \frac{P}{A}</math> ในกรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุด</p> $I = \frac{P}{4\pi r^2}$	<p>ประเภทของเครื่องวัดเสียง</p>	<p>2</p>

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>ในการบอกความดังของเสียงพิจารณาจากสเกลลอการิทึม เรียกว่า ระดับเสียงตามสมการ <math>\beta = \log_{10} \frac{I}{I_0}</math></p>		
	<p>ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง</p>	<p>เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ มีระดับสูงต่ำของเสียงและคุณภาพเสียงที่ต่างกัน ระดับสูงต่ำของเสียง (Pitch) สัมพันธ์กับความถี่ของเสียง เสียงที่มีความถี่สูง เรียกว่า เสียงสูงหรือเสียงแหลม เสียงที่มีความถี่ต่ำเรียกว่า เสียงต่ำหรือเสียงทุ้ม ส่วนคุณภาพเสียง (Quality of Sound) เป็นลักษณะ เฉพาะของเสียงที่ทำให้ผู้ฟังจำแนกเสียงนั้น ๆ อาทิเช่นเครื่องดนตรีจะผลิตเสียงที่มีความถี่หลายค่าออกมาพร้อมกัน เสียงที่มีความถี่ต่ำสุดเรียกว่า ฮาร์โมนิกหนึ่ง หรือความถี่มูลฐาน ฮาร์โมนิกสองจะมีความถี่เป็นสองเท่าของฮาร์โมนิกหนึ่ง แทนด้วย <math>f_n = nf_1</math></p> <p>เสียงรบกวนเป็นเสียงที่ดังหรือมีระดับเสียงสูง และก่อให้เกิดความรำคาญ ถือว่าเป็นมลพิษทางเสียง (Noise Pollution) อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและจิตใจ การลดหรือ</p>	<p>เปลี่ยนเสียงเพี้ยนให้เป็นเสียงเพราะกับ 3 วิธี ตั้งสายกีตาร์</p>	<p>1</p>

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
		ควบคุมระดับเสียง อาจทำได้ 3 วิธี คือ การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง การควบคุมทางผ่านของเสียง และการควบคุมที่ผู้รับฟังเสียง		
3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่งปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน	คลื่นนิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ	<p>คลื่นนิ่งของเสียงมีการซ้อนทับของคลื่น 2 ขบวนที่มีแอมพลิจูด ความถี่ และความยาวคลื่นเท่ากัน เคลื่อนที่สวนทางกัน ทำให้เกิดคลื่นลัพธ์ไม่มีการเคลื่อนที่ไปตามการเคลื่อนที่ของคลื่นทั้งสองโดยมีตำแหน่งบัพและปฏิบัพอยู่กับที่ และระยะห่างระหว่างบัพและปฏิบัพที่อยู่ติดกันมีค่าเท่ากับ <math>\frac{\lambda}{4}</math></p> <p>ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่ เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ</p> $f_n = n \frac{v}{4L}$ <p>เมื่อ <math>n = 1, 3, 5, \dots</math></p>	มดกับไมโครเวฟ	2
	บีต	บีตของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยทำให้ได้	นักดนตรีดีดกีตาร์	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>ยีนเสียงดังค่อยสลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหุจะได้ยินเสียงของการบีตเมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงดังในหนึ่งวินาที เรียกว่า ความถี่บีต (Beat Frequency) ซึ่งหาได้จาก <math>f_b =  f_1 - f_2 </math></p>		
	ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	<p>ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพัทธ์กัน</p> <p>เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ทำให้หน้าคลื่นเสียงอัดตัวกันเกิดคลื่นกระแทก (Shock Wave) และเรียกหน้าคลื่นว่าหน้าคลื่นกระแทก โดยหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงทำให้ผู้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งขณะหน้าคลื่นกระแทกเคลื่อนที่ผ่านได้ยินเสียงดังมาก เรียกว่า ซอนิกบูม (Sonic Boom) โดยแนวหน้าคลื่นกระแทกทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิด เรียกว่า มุมมัค (Mach Angle) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก</p>	ซอนิกบูม	2

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
		$\sin \theta = \frac{v}{v_{st}} = \frac{v}{v_s} = \frac{1}{\text{mach number}}$		
	การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง	ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปอธิบายและประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การเปล่งเสียงของมนุษย์ การทำงานของเครื่องดนตรี การเปรียบเทียบเสียงเครื่องดนตรี การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม	การสลายนิวตริโนด้วยคลื่นกระแทก	1
รวม				12

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามที่ผู้วิจัยได้วางแผนไว้

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้และการวัดการประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นได้ทำการปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ในการสอน และปรับคำถามที่ใช้ในการถกประเด็นการโต้แย้งในบางคำถามให้เป็นคำถามปลายเปิดมากขึ้น

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยการปรับปรุงคำถามในช่วงการเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาง่ายขึ้น

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม ความถูกต้อง ความเหมาะสมของเวลา และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.วิทยา วรพันธุ์ วุฒิการศึกษา กศ.บ. (นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ วุฒิการศึกษา วท.ด. (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3) คุณครูวันนีย์ ประจะนัง วุฒิการศึกษา ค.ม. (หลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง คุณครูประจำวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม โรงเรียนวชิรวิทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2560) เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลที่ได้อยู่ในช่วง 4.58 – 5.00 (ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้) แปลความได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว นำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ ได้แก่ การเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 41 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวชิรวิทย์ เพื่อดูความเหมาะสมระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้อั้กับบริบทของห้องเรียนและเวลา จากนั้นทำการปรับปรุงตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง โดยผู้วิจัยได้นำข้อบกพร่องที่ได้มาปรับปรุงในเรื่องการกำกับเวลาในการทำกิจกรรมในชั้นต่าง ๆ ให้ชัดเจน เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

3.1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้ว มาปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมิน การตรวจสอบ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 40 คน



3.2 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ใช้ในการวัดหลังเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามีทักษะในระดับใด โดยจะประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ (ข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ) โดยเป็นคำถามที่ไม่ได้อิงกับเนื้อหาเรื่องเสียง ในการสร้างเครื่องมือมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.2.2 วิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่อง เสียง แล้วออกแบบกรอบของเนื้อหาที่สอน โดยคัดเลือกสาระเพื่อที่จะสร้างแบบวัดที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด โดยภายในคำถามประกอบด้วย สถานการณ์ข้อมูล และคำถามเพื่อให้นักเรียนได้สร้างทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด จำนวน 2 ข้อ ใช้จริง 1 ข้อ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านเวลาจึงทำให้ผู้วิจัยสามารถวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงข้อเดียว ซึ่งในแต่ละข้อเป็นสถานการณ์โดยการใช้ข้อคำถามปลายเปิด มีคำสั่งหรือคำถามที่ให้นักเรียนแสดงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีรายการประเมินทั้งหมด 4 รายการ ซึ่งดัดแปลงมาจากแนวคิดของ อัศวิน ณะปะปัด (2558) ประกอบด้วยการระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน การใช้หลักฐาน การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ ดังแสดงในตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยดัดแปลงจาก อัศวิน ณะปะปัด (2558)

ระดับ ทักษะการ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
ดีมาก	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุนที่ น่าเชื่อถือ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถแสดง หลักฐานเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง 1 - 2 หลักฐาน ขึ้นไป และมี	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง จากของตนที่เสนอ และให้เหตุผลใน	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ตรงตาม ประเด็น และให้ เหตุผลที่ทำให้ความ น่าเชื่อถือของฝั่งตรง

ระดับ ทักษะการ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
		แหล่งข้อมูลที่ ชัดเจน	การสนับสนุนได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	ข้ามลดลงได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป
ดี	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยที่เหตุผลนั้น แสดงอารมณ์ ความรู้สึกร่วมกับ เหตุผลที่น่าเชื่อถือ	สามารถแสดง หลักฐาน แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานการ อธิบายเหตุผล หรือ ให้ข้อมูลสนับสนุน เหตุผลให้น่าเชื่อถือ มากขึ้นหรือรวมทั้ง ประสบการณ์	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ และ ให้เหตุผลสนับสนุน ได้แต่เหตุผลนั้นเป็น การแสดงออกทาง อารมณ์ความรู้สึก	สามารถโต้แย้งกลับ ได้แต่เหตุผลนั้นไม่ ทำให้ข้อโต้แย้งนั้น มีความน่าเชื่อถือ ลดลงได้
พอใช้	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยเหตุผลนั้นแสดง อารมณ์ในการตอบ เท่านั้น	สามารถแสดง หลักฐานได้ แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานที่เกิดจาก การแสดงความรู้สึก ได้	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ แต่ไม่ สามารถแสดง เหตุผลที่น่าเชื่อถือ ได้	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ โดย เหตุผลนั้นเป็นการ แสดงอารมณ์และ ไม่ทำให้ข้อโต้แย้ง นั้น มีความน่าเชื่อ ลดลงได้
ปรับปรุง	สามารถบอกข้ออ้าง แต่ไม่สามารถระบุ เหตุผลสนับสนุน/ ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถแสดง หลักฐานในการ สนับสนุน/ไม่ตอบ คำถาม	ไม่สามารถระบุการ ให้ข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป	ไม่สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ และไม่ สามารถให้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ

การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 2 ชั้น คือ ชั้นแรกให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ คือ ระดับดีมาก มีค่า 4 คะแนน, ระดับดี มีค่า 3 คะแนน, ระดับพอใช้ มีค่า 2 คะแนน และระดับปรับปรุง 1 คะแนน โดยอิงตามเกณฑ์การประเมินของอัศวิน ฐานะปัด (2558)

3.2.4 นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อความถาม

3.2.5 นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุง เสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.วิทยา วรพันธุ์ วุฒิกการศึกษา กศ.บ. (นวัตกรรมการศึกษาระดับสูงและการเรียนรู้) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.สุนันท์ สีพาย วุฒิกการศึกษา ปร.ด. (การวิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดและประเมินผล

3) รองศาสตราจารย์.ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน วุฒิกการศึกษา ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ วุฒิกการศึกษา วท.ด. (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5) คุณครูวันทนี ประจักษ์ วุฒิกการศึกษา ค.ม. (หลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง คุณครูประจำวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม โรงเรียนวชิรวิทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

เพื่อประเมินคุณภาพ ความถูกต้อง และความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

+1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่

-1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

นำผลการประเมินแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ไว้ใช้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) จากผลการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.80 – 1.00 (ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล) สามารถนำแบบวัดไปใช้ได้

เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2560) เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าเป็นเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลที่ได้อยู่ในช่วง 4.40 – 4.80 (ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล) แปลความได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น มีความเหมาะสมในช่วงมากถึงมากที่สุด

3.2.6 นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีประเด็นการปรับแก้ ได้แก่ การเพิ่มข้อมูลในส่วนของสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลเพียงพอในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ และเพิ่มในส่วนของรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนให้ครบถ้วน ในกรณีที่นักเรียนไม่เขียนคำตอบมา

3.2.7 นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนวาปีปทุม จำนวน 41 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความยากง่ายของแบบทดสอบ

3.2.8 นำผลการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มาหาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของ Whitney & Sabers (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยมีเกณฑ์ค่าความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ไว้ใช้ ผลปรากฏว่า เลือกข้อสอบจำนวน 1 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยากเท่ากับ 0.50 และค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.76 (ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3.2.9 นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของ Cronbach ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.78 (ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3.2.10 นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 40 คน

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ ใช้จริง 13 ข้อ ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.1 ศึกษาหลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สารระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.3.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกำหนดจำนวนข้อสอบในตารางที่ 10 ดังนี้

**ตารางที่ 10** การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 จำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ ระดับความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับ พฤติกรรม การเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
		ระดับความรู้ที่เกิด จากความจำ		ระดับความเข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
การเคลื่อนที่ และอัตราเร็ว ของเสียง	นักเรียนสามารถอธิบายการ เคลื่อนที่และอัตราเร็วของ เสียง	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
พฤติกรรมของ เสียง	นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายพฤติกรรมของ เสียง	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
	นักเรียนสามารถคำนวณ ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับ พฤติกรรมของเสียง	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1
ความเข้มของ เสียง ระดับเสียง และความถี่เสียง กับการเริ่มได้ยิน	นักเรียนสามารถอธิบาย ความเข้มของเสียง ระดับ เสียงและความถี่เสียงกับการ เริ่มได้ยิน	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
	นักเรียนสามารถคำนวณ ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความ เข้มของเสียง ระดับเสียง และความถี่เสียงกับการเริ่ม ได้ยิน	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับ พฤติกรรม การเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
		ระดับความรู้ที่เกิด จากความจำ		ระดับความเข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง	นักเรียนสามารถอธิบายระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
คลื่น นิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ	นักเรียนสามารถอธิบายคลื่น นิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ	2	1	2	1	-	-	-	-	4	2
	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อ	-	-	-	-	-	-	2	1	2	1
บีต	นักเรียนสามารถอธิบายบีต	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณความถี่บีต	-	-	-	-	-	-	2	1	2	1
ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง	นักเรียนสามารถอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1
จำนวนข้อสอบ		10	5	6	3	6	3	4	2	26	13

3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ ใช้จริง 13 ข้อ ตามที่ได้กำหนดไว้ เหตุที่ไม่สามารถใช้ข้อสอบที่มีจำนวนมากกว่านี้ได้ นั้น เป็นเพราะข้อจำกัดทางด้าน เวลา และจำนวนนี้สามารถครอบคลุมในส่วนของเนื้อหาได้

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การ เรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ทำการปรับข้อความในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมผลการ เรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

3.3.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอพร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.วิทยา วรพันธ์ วุฒิกการศึกษา กศ.บ. (นวัตกรรมหลักสูตร และการเรียนรู้) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.สุนันท์ สีพาย วุฒิกการศึกษา ปร.ด. (การวิจัยและ ประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกรวัดและประเมินผล

3) รองศาสตราจารย์.ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน วุฒิกการศึกษา ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ ศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทางการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.อุฤทธิ เจริญอินทร์ วุฒิกการศึกษา วท.ด. (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5) คุณครูวันนีย์ ประจะนัง วุฒิกการศึกษา ค.ม. (หลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง คุณครูประจำวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม โรงเรียนวาปีปทุม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนน ดังต่อไปนี้

+1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่

-1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด



3.3.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามกับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย คัดเลือกข้อแบบทดสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 จนถึง 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย อยู่ในช่วง 0.80 - 1.00 สามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3.3.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงตามคำแนะนำ ได้แก่ ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบให้มีความชัดเจนมากขึ้น ปรับประโยคในข้อตัวเลือกให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย

3.3.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วนำไปทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนวาปีปทุม จำนวน 41 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.3.10 นำผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ข้อสอบที่คัดเลือกไว้ใช้จริงจำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.44 - 0.68 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.28 - 0.63 (ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3.3.11 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 13 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของ Lovett Method (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง มีค่าเท่ากับ 0.77 (ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3.3.12 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ มาพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 40 คน

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

##### 4.1 แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2559) รายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

E หมายถึง กลุ่มที่ทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสี่ยง

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

##### 4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยการนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุง แก้ไขสมบูรณ์แล้วมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนวาปีปทุม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง

4.2.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้ว และผ่านการประเมินรวมถึงผ่านการตรวจสอบแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่สร้างขึ้นจำนวน 8 แผนการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

4.2.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนแล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

4.2.5 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.2.6 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2560) ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้จากคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้อัตโนมัติในสัดส่วน 60:40 ตามลำดับ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากการรวมคะแนนจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ และใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 วิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยมีเกณฑ์ (อัศวิน ธีระนิต, 2558) ดังนี้

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับดีมาก ได้คะแนน 13 – 16 คะแนน

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับดี ได้คะแนน 10 – 12 คะแนน

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับพอใช้ ได้คะแนน 7 – 9 คะแนน

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระดับปรับปรุง ได้คะแนน 4 – 6 คะแนน

5.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One samples t-test

## 6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบวัดทักษะและแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้องดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ  $IOC$  แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

6.1.2 การหาค่าความยาก (Item Difficulty) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คำนวณจากสูตรได้ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	$R$	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	$N$	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

6.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Brennan's Index: B-Index คำนวณ  
จากสูตร ได้ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F}$$

เมื่อ	$B$	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนเนน
	$f_p$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มผ่านเกณฑ์
	$f_F$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์
	$n_p$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์
	$n_F$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

6.1.4 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

1) การหาค่าความยากของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของ  
Whitney & Sabers (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	$S_H$	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	$S_L$	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	$X_{min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2) การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส Whitney & Sabers (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	$D$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$S_H$	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	$S_L$	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	$X_{min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีของ Cronbach ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าของความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา
	$s_i^2$	แทน	ค่าของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	$s_t^2$	แทน	ค่าของความแปรปรวนของคะแนนรวม
	$k$	แทน	ค่าของจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

#### 6.1.5 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของ Lovett Method (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	$r_{cc}$	แทน	ค่าของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$x$	แทน	ค่าของคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	$k$	แทน	ค่าของจำนวนข้อสอบทั้งฉบับ
	$c$	แทน	ค่าของคะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

## 6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

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

1) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ( $E_1$ ) (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2560) มี

ดังนี้

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

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

$X$  แทน คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียน

ของนักเรียนแต่ละคน

$N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$A$  แทน คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียน

2) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ( $E_2$ ) (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2560)

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

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

$Y$  แทน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน

ของนักเรียนแต่ละคน

$N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน

## 6.3 สถิติพื้นฐาน

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

ต่อไปนี้

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

เมื่อ  $P$  แทน ร้อยละ

$f$  แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$N$  แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

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

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

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) สามารถคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ  $S.D.$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $x$  แทน คะแนนแต่ละตัว  
 $n$  แทน จำนวนคนทั้งหมด  
 $\Sigma$  แทน ผลรวม

#### 6.4 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.4.1 การเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบเปิด โดยใช้สถิติ One sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติทดสอบที่  
 $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
 $s$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง  
 $n$  แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง  
 $\mu$  แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนรู้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความมุ่งหมายในการวิจัยดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
- 2) เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี
- 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

$N$	แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
$S.D.$	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$E_1$	แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
$E_2$	แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
$t$	แทน ค่าสถิติทดสอบที แบบ One sample
$df$	แทน ชั้นของความอิสระ
*	แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
$\mu_0$	แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์



## 2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง เสียง ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

## 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า  $E_1$  ได้จากคะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน สัดส่วนคะแนน 60 : 40 ตามลำดับ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณค่า  $E_2$  ได้จากคะแนนของการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจนครบทุกแผน ในสัดส่วนคะแนน 50 : 50 ตามลำดับ ดังตารางที่ 12

พหุ ประถมศึกษา

**ตารางที่ 12** ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E<sub>1</sub>) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>) ของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60 : 40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50 : 50		
	ใบกิจกรรม (128)	แบบทดสอบย่อย (80)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม (100)	แบบทดสอบผลลัพธ์ (13)	แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (16)	แบบทดสอบผลลัพธ์ (50)	แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (50)	คะแนนรวม (100)
1	102.00	64.00	47.81	32.00	79.81	9.00	10.00	34.62	31.25	65.82
2	104.00	65.00	48.75	32.50	81.25	11.00	9.00	42.31	28.12	70.43
3	102.00	61.00	47.81	30.50	78.31	13.00	13.00	50.00	40.62	90.62
4	103.00	62.00	48.28	31.00	79.28	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77
5	109.00	61.00	51.09	30.50	81.59	10.00	11.00	38.46	34.37	72.83
6	108.00	61.00	50.62	30.50	81.12	10.00	11.00	38.46	34.37	72.83
7	103.00	61.00	48.28	30.50	78.78	12.00	12.00	46.15	37.50	83.65
8	107.00	64.00	50.16	32.00	82.16	10.00	14.00	38.46	43.75	82.21
9	109.00	64.00	51.09	32.00	83.09	9.00	13.00	34.62	40.62	75.24
10	107.00	56.00	50.16	28.00	78.16	8.00	10.00	30.77	31.25	62.02
11	107.00	69.00	50.16	34.50	84.66	11.00	11.00	42.31	34.37	76.68

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60 : 40			คะแนนหลังเรียน			สัดส่วนคะแนน 50 : 50		
	ใบกิจกรรม (128)	แบบทดสอบย่อย (80)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม (100)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (13)	แบบวัดทักษะการได้เชิงทางวิทยาศาสตร์ (16)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะการได้เชิงทางวิทยาศาสตร์ (50)	คะแนนรวม (100)	
12	102.00	69.00	47.81	34.50	82.31	12.00	14.00	46.15	43.75	89.90	
13	112.00	69.00	52.50	34.50	87.00	10.00	9.00	38.46	28.12	66.58	
14	111.00	65.00	52.03	32.50	84.53	10.00	11.00	38.46	34.37	72.83	
15	109.00	65.00	51.09	32.50	83.59	11.00	12.00	42.31	37.50	79.81	
16	101.00	66.00	47.34	33.00	80.34	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77	
17	103.00	67.00	48.28	33.50	81.78	10.00	13.00	38.46	40.62	79.08	
18	95.00	69.00	44.53	34.50	79.03	11.00	14.00	42.31	43.75	86.06	
19	103.00	71.00	48.28	35.50	83.78	9.00	12.00	34.61	37.50	72.11	
20	103.00	66.00	48.28	33.00	81.28	12.00	11.00	46.15	34.37	80.52	
21	87.00	60.00	40.78	30.00	70.78	10.00	13.00	38.46	40.62	79.08	
22	102.00	54.00	47.81	27.00	74.81	11.00	11.00	42.31	34.37	76.68	
23	110.00	65.00	51.56	32.50	84.06	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77	
24	104.00	61.00	48.75	30.50	79.25	11.00	13.00	42.31	40.62	82.93	

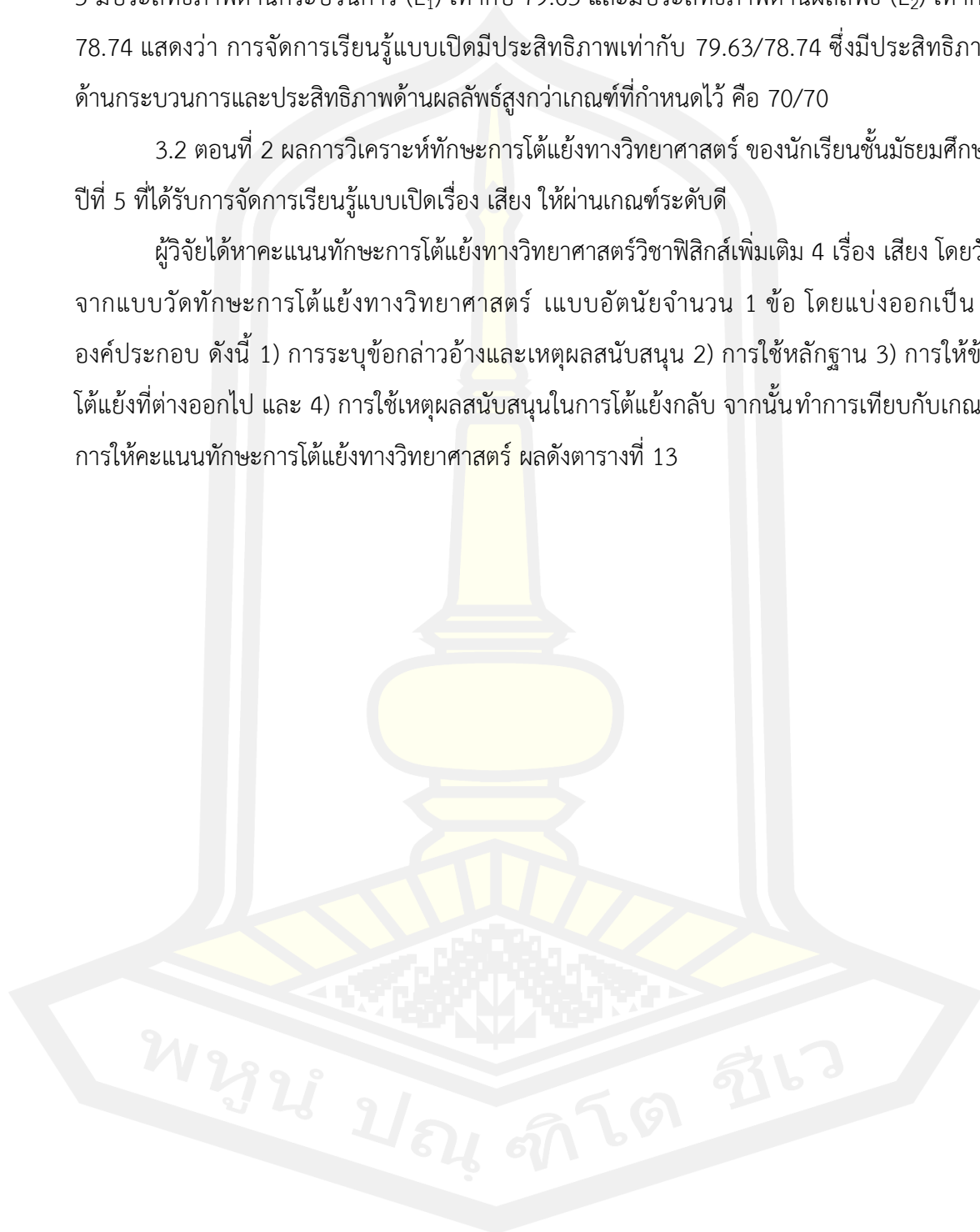
เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60 : 40			คะแนนหลังเรียน			สัดส่วนคะแนน 50 : 50		
	ใบ กิจกรรม (128)	แบบทดสอบย่อย (80)	ใบ กิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนน รวม (100)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (13)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ (16)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้ง ทาง วิทยาศาสตร์ (50)	คะแนน รวม (100)	
25	97.00	50.00	45.47	25.00	70.47	11.00	14.00	42.31	43.75	86.06	
26	114.00	54.00	53.44	27.00	80.44	9.00	14.00	34.61	43.75	78.36	
27	106.00	55.00	49.69	27.50	77.19	11.00	14.00	42.31	43.75	86.06	
28	110.00	61.00	51.56	30.50	82.06	9.00	14.00	34.61	43.75	78.36	
29	97.00	58.00	45.47	29.00	74.47	11.00	13.00	42.31	40.62	82.93	
30	96.00	65.00	45.00	32.50	77.50	11.00	12.00	42.31	37.50	79.81	
31	111.00	69.00	52.03	34.50	86.53	11.00	15.00	42.31	46.87	89.18	
32	110.00	69.00	51.56	34.50	86.06	11.00	13.00	42.31	40.62	82.93	
33	95.00	61.00	44.53	30.50	75.03	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77	
34	109.00	62.00	51.09	31.00	82.09	10.00	14.00	38.46	43.75	82.21	
35	99.00	59.00	46.41	29.50	75.91	10.00	12.00	38.46	37.50	75.96	
36	99.00	51.00	46.41	25.50	71.91	11.00	7.00	42.31	21.87	64.18	
37	98.00	58.00	45.94	29.00	74.94	6.00	12.00	23.08	37.50	60.58	

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60 : 40			คะแนนหลังเรียน			สัดส่วนคะแนน 50 : 50		
	ใบกิจกรรม (128)	แบบทดสอบย่อย (80)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม (100)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (13)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ (16)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้ง ทาง วิทยาศาสตร์ (50)	คะแนนรวม (100)	
38	96.00	53.00	45.00	26.50	71.50	7.00	16.00	26.92	50.00	76.92	
39	105.00	64.00	49.22	32.00	81.22	12.00	15.00	46.15	46.87	93.02	
40	96.00	64.00	45.00	32.00	77.00	12.00	7.00	46.15	21.87	68.02	
$\Sigma X$	4,141.00	2,488.00	1,941.09	1,244.00	3,185.09	420.00	491.00	1,615.38	1,534.37	3,149.76	
$\bar{X}$	103.53	62.20	48.53	31.10	79.63	10.50	12.27	40.38	38.36	78.74	
<i>S.D.</i>	5.92	5.33	2.77	2.66	4.29	1.45	1.99	6.24	6.25	8.17	
%	80.88	88.86	80.88	77.75	79.63	80.77	76.72	80.77	76.72	78.74	
ประสิทธิผลการเรียนรู้ ( $E_1/E_2$ ) = 79.63/78.74											

จากตารางที่ 12 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ( $E_1$ ) เท่ากับ 79.63 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 78.74 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.63/78.74 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3.2 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

ผู้วิจัยได้หาคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง โดยวัดจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน 2) การใช้หลักฐาน 3) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และ 4) การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ จากนั้นทำการเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผลดังตารางที่ 13



**ตารางที่ 13** การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง กับเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

เลขที่	ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์								ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	
	การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (4)	ระดับการระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	การใช้หลักฐาน (4)	ระดับการใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (4)	ระดับการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ (4)	ระดับการใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ		
1	3	ดี	3	ดี	2	พอใช้	2	พอใช้	10	ดี
2	3	ดี	1	ปรับปรุง	2	พอใช้	3	ดี	9	พอใช้
3	4	ดีมาก	4	ดีมาก	2	พอใช้	3	ดี	13	ดีมาก
4	4	ดีมาก	3	ดี	2	พอใช้	4	ดีมาก	13	ดีมาก
5	3	ดี	3	ดี	3	ดี	2	พอใช้	11	ดี
6	3	ดี	2	พอใช้	2	พอใช้	4	ดีมาก	11	ดี
7	4	ดีมาก	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี	12	ดี
8	3	ดี	4	ดีมาก	3	ดี	4	ดีมาก	14	ดีมาก
9	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	3	ดี	13	ดีมาก
10	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี	2	พอใช้	10	ดี

เลขที่	ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์									ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
	การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (4)	ระดับการระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	การใช้หลักฐาน (4)	ระดับการใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (4)	ระดับการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ (4)	ระดับการใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ	คะแนนรวม (16)	
11	4	ดีมาก	2	พอใช้	2	พอใช้	3	ดี	11	ดี
12	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	14	ดีมาก
13	2	พอใช้	1	ปรับปรุง	3	ดี	3	ดี	9	พอใช้
14	2	พอใช้	3	ดี	3	ดี	3	ดี	11	ดี
15	3	ดี	3	ดี	3	ดี	3	ดี	12	ดี
16	3	ดี	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	13	ดีมาก
17	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	3	ดี	13	ดีมาก
18	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	14	ดีมาก
19	3	ดี	3	ดี	2	พอใช้	4	ดีมาก	12	ดี
20	3	ดี	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี	11	ดี
21	3	ดี	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	13	ดีมาก
22	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี	3	ดี	11	ดี



เลขที่	ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์								คะแนนรวม (16)	ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
	การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (4)	ระดับการระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	การใช้หลักฐาน (4)	ระดับการใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (4)	ระดับการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ (4)	ระดับการใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ		
23	3	ดี	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	13	ดีมาก
24	3	ดี	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	13	ดีมาก
25	4	ดีมาก	3	ดี	4	ดีมาก	3	ดี	14	ดีมาก
26	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	14	ดีมาก
27	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	14	ดีมาก
28	4	ดีมาก	3	ดี	4	ดีมาก	3	ดี	14	ดีมาก
29	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	3	ดี	13	ดีมาก
30	3	ดี	3	ดี	3	ดี	3	ดี	12	ดี
31	4	ดีมาก	3	ดี	4	ดีมาก	4	ดีมาก	15	ดีมาก
32	3	ดี	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	13	ดีมาก
33	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	3	ดี	13	ดีมาก
34	4	ดีมาก	3	ดี	3	ดี	4	ดีมาก	14	ดีมาก

เลขที่	ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์										ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
	การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (4)	การใช้หลักฐาน (4)	ระดับการใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (4)	ระดับการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ (4)	ระดับการใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ	คะแนนรวม (16)			
35	ดี	2	พอใช้	3	ดี	4	ดีมาก	12	ดี		
36	พอใช้	1	ปรับปรุง	2	พอใช้	2	พอใช้	7	พอใช้		
37	ดีมาก	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี	12	ดี		
38	ดีมาก	4	ดีมาก	4	ดีมาก	4	ดีมาก	16	ดีมาก		
39	ดีมาก	3	ดี	4	ดีมาก	4	ดีมาก	15	ดีมาก		
40	พอใช้	1	ปรับปรุง	2	พอใช้	2	พอใช้	7	พอใช้		
$\bar{X}$	ดี	2.75	พอใช้	2.82	พอใช้	3.32	ดี	12.27	ดี		
S.D.		0.74		0.64		0.69		1.99			

จากตารางที่ 13 สามารถแจกแจงรายด้านของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการสรุปผลได้ ดังนี้

ตารางที่ 14 การแจกแจงทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์รายด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสี่ยง

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ระดับดีมาก		ระดับดี		ระดับพอใช้		ระดับปรับปรุง		ผ่านเกณฑ์ระดับดี	
	จำนวนคน	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนคน	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนคน	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนคน	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนคน	คิดเป็นร้อยละ
การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	19	47.50	17	42.50	4	10.00	-	-	36	90.00
การใช้หลักฐาน	3	7.50	28	70.00	5	12.50	4	10.00	31	77.50
การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	5	12.50	23	57.50	12	30.00	-	-	28	70.00
การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ	18	45.00	17	42.50	5	12.50	-	-	35	87.50
ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	22	55.00	14	35.00	4	10.00	-	-	36	90.00

จากตารางที่ 14 สามารถเขียนสรุปผลได้ว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 คะแนน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 90.00 (36 คน) 2) ด้านการใช้หลักฐาน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 คะแนน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 77.50 (31 คน) 3) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.82 คะแนน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 70.00 (28 คน) และ 4) การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.32 คะแนน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 87.50 (35 คน) เมื่อรวมคะแนนทุกด้านระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.27 คะแนน และมีนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 55.00 (22 คน) ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 35.00 (14 คน) ระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 10.00 (4 คน) และไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับปรับปรุง แสดงว่า ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.3 ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

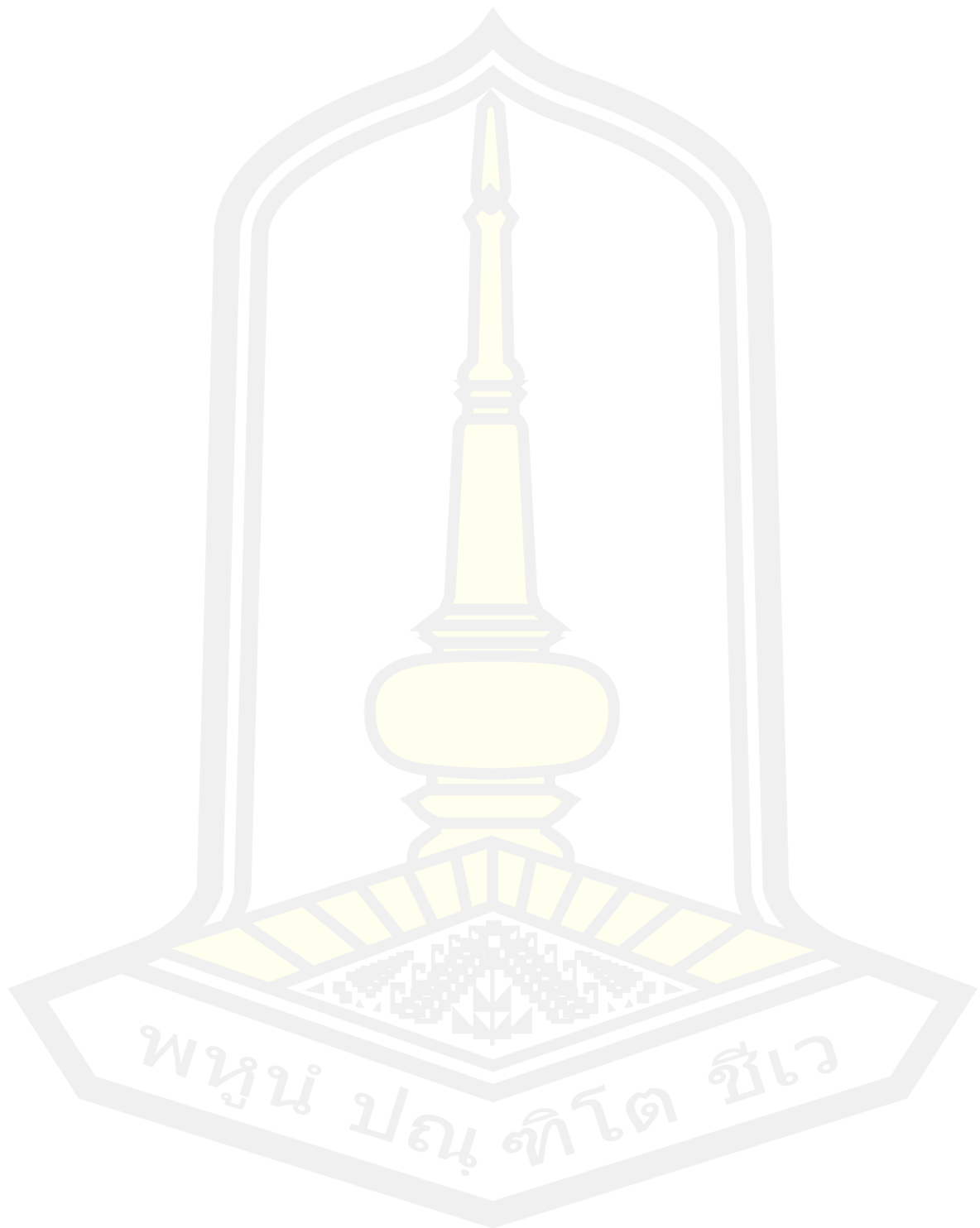
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง เสียง แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 13 ข้อ จากนั้นทำการเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ดังตารางที่ 15

**ตารางที่ 15** การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเรื่อง เสียง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

ผลสัมฤทธิ์	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S. D.	$\mu_0$ (70%)	t	df	p
	13	10.50	1.45	9.10	6.11*	39	.000

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 15 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.50 และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง สามารถสรุปผลได้ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

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

#### 1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

#### 2. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 79.63/78.74 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 3. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบเปิด มีประสิทธิภาพการ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 79.63/78.74 ซึ่งสูงกว่าที่กำหนดไว้ (70/70) ที่กำหนด หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.63 และคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.74 จะเห็นได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทั้งในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวาปีปทุม และวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เสียง แนวทางในการวัดและประเมินผล และศึกษาวิธีการสร้างการจัดการเรียนรู้แบบเปิด อีกทั้งยังมีการตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดจากผู้เชี่ยวชาญ และทำการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำข้อบกพร่องที่ได้ มาปรับปรุงเพื่อที่จะนำมาใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มจากที่ครูตั้งคำถามชวนให้นักเรียนเกิดความสนใจและเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ก่อนที่จะนำเข้าสู่ข้อมูลและสถานการณ์ การระบุภาระงานที่นักเรียนต้องทำ ทำให้นักเรียนได้ทราบภาระงานที่ตนเองจะได้ทำเกิดความเข้าใจในการทำกิจกรรม จากนั้นครูมีการให้ข้อมูลหรือสถานการณ์ และตั้งประเด็นคำถาม ที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน สร้างข้อโต้แย้งในกลุ่มของตนเอง โดยในการสร้างข้อโต้แย้งนั้น จะประกอบด้วย 1) การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน 2) การใช้หลักฐาน 3) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และ 4) การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวก นอกจากนี้ยังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การระบุเหตุผล ประสพการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ และหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ในขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะแสวงหาความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือตนเอง และสามารถโต้ตอบข้อโต้แย้งด้วยข้อมูลที่มีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ดังที่ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิด เป็นการโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยวิธีการและคำตอบที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนจะแสวงหาความรู้ และลงมือปฏิบัติจนเกิดความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศ์พิชญ์ เข้าปาน (2562) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดาวฤกษ์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีค่าประสิทธิภาพ 75.05/75.44 มากกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ และประสิทธิ์พร ภูวงษ์ และจันทร์ ดิยะวงศ์ (2563) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีค่าประสิทธิภาพ 89.73/84.27 มากกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

2. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิด มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ได้สอดแทรก การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน การใช้หลักฐาน การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยครูได้กำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 ชี้นำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน ชั้นที่ 2 ชี้นำลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง ชั้นที่ 3 ชี้นำอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ ชั้นที่ 4 ชี้นำสรุปทบทวนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยก่อนที่นักเรียนจะเริ่มโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ครูจะให้ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มที่สอดคล้องกับเนื้อหานั้น ๆ เพื่อให้ นักเรียนในกลุ่มย่อยได้ช่วยกันปรึกษาและค้นคว้าหาข้อมูลเบื้องต้นในการหาแนวโน้มของคำตอบในมุมมองของแต่ละคน และครูมีการแสดงตัวอย่างที่เกี่ยวข้องให้กับนักเรียน รวมถึงมีการให้นักเรียนได้ตอบโต้และได้ลงมือทำ การทำกิจกรรมกลุ่มนอกจากจะช่วยให้เกิดทักษะการโต้แย้งที่ดี ยังช่วยให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เห็นได้จากการทำกิจกรรมในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ครูต้องคอยควบคุมสถานการณ์ขณะเกิดการโต้แย้งกันของนักเรียน เพราะอาจส่งเสียงรบกวนห้องข้างเคียงได้ ทั้งนี้เนื่องจากการทำกิจกรรมกลุ่มช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Marttunen, 2001) การโต้แย้งยังสามารถนำไปสู่การศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะการศึกษาวิทยาศาสตร์เน้นการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการโต้แย้งจะทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างความรู้ การอธิบาย และการประเมินความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ครูควรรับฟัง และให้สัญญาณเตือนเมื่อนักเรียนโต้แย้งกันอย่างรุนแรง ซึ่งครูมีบทบาทสำคัญที่ส่งเสริมการโต้แย้งของนักเรียน (Dawson and Venville, 2010) และเนื่องจากปัญหาด้านการจัดการเวลาในช่วงสถานการณ์โควิดจึงทำให้ผู้วิจัยได้ทำการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในจำนวนข้อที่น้อย อาจส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นในผลของการวิจัย เพราะมีจำนวนข้อในการทดสอบที่น้อย ทำให้คะแนนที่ได้มาเป็นการแสดงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพียงสถานการณ์เดียว ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทักษะการ



โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ มีคะแนนเฉลี่ยดังต่อไปนี้ 1) การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 คะแนน 2) ด้านการใช้หลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 คะแนน 3) การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.82 คะแนน และ 4) การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.32 คะแนน โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการใช้หลักฐานน้อยที่สุด เนื่องจากการใช้หลักฐานมักเป็นการเสนอหลักฐานหรือสิ่งที่ใช้สนับสนุนองค์ประกอบใดก็ได้ในข้อโต้แย้ง โดยมีหลักฐานเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานที่นำมาจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หากเป็นการทดลอง ต้องสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดิม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุหลักฐานที่เหมาะสมหรือเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เมื่อรวมคะแนนทุกด้านระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.27 คะแนน มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 90.00 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Randy (2000) ศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มอ่อน พบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มอ่อนมีการพัฒนาไปสู่ระดับที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน และ McDonald (2013) ที่ศึกษาการทักษะการโต้แย้งโดยใช้วิธีแบบเปิดกับนักศึกษาครู พบว่า หนึ่งในกลุ่มตัวอย่างมีทักษะการโต้แย้งที่ดี

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิด มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีขั้นตอนนำเข้าสู่บทเรียนที่ชวนให้นักเรียนสงสัยและเกิดแรงจูงใจในการเรียนเห็นได้จากในชั้นการสอนในขั้นที่ 1 ช้้นนำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม จากนั้นมีการทำกิจกรรมกลุ่มขนาดเล็กในขั้นที่ 2 ช้้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลและนำเสนอข้อมูล พบว่านักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มตนเองและชอบการแข่งขันกับกลุ่มอื่น ๆ ในขั้นที่ 3 ช้้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ทำให้บรรยากาศการเรียนมีความสนุกสนานไม่น่าเบื่อ กิจกรรมเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ และในขั้นที่ 4 ช้้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นักเรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องไปใช้ และส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ดังที่ ทิศนา แคมมณี (2562) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้รับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ ๆ และมีโอกาสได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญาของตน

ในการทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อีฟฟิต กาดร์ (2559) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และงานวิจัยของ ประสิทธิ์พร ภูวงษ์ และจันทร์ ตียะวงศ์ (2563) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 4. ข้อเสนอแนะ

##### 4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีขั้นตอนที่นักเรียนยังไม่คุ้นชิน ดังนั้นครูจึงควรศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อม และอธิบายขั้นตอนให้ชัดเจน และใบกิจกรรมไม่ควรมีโจทย์ที่ยากเกินไป เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและนำไปสู่การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เป็นที่ปรึกษา แนะนำแนวทาง และใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดมากกว่าการบอกคำตอบไปตรง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการปรับความคิด และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

4.1.3 ครูควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสม และคอยกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปได้ตามเวลาที่กำหนด และกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมกับความยากง่ายของโจทย์ปัญหา

4.1.4 ใบกิจกรรมไม่ควรมีเนื้อหาหรือคำถามที่มากเกินไป เนื่องจากอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

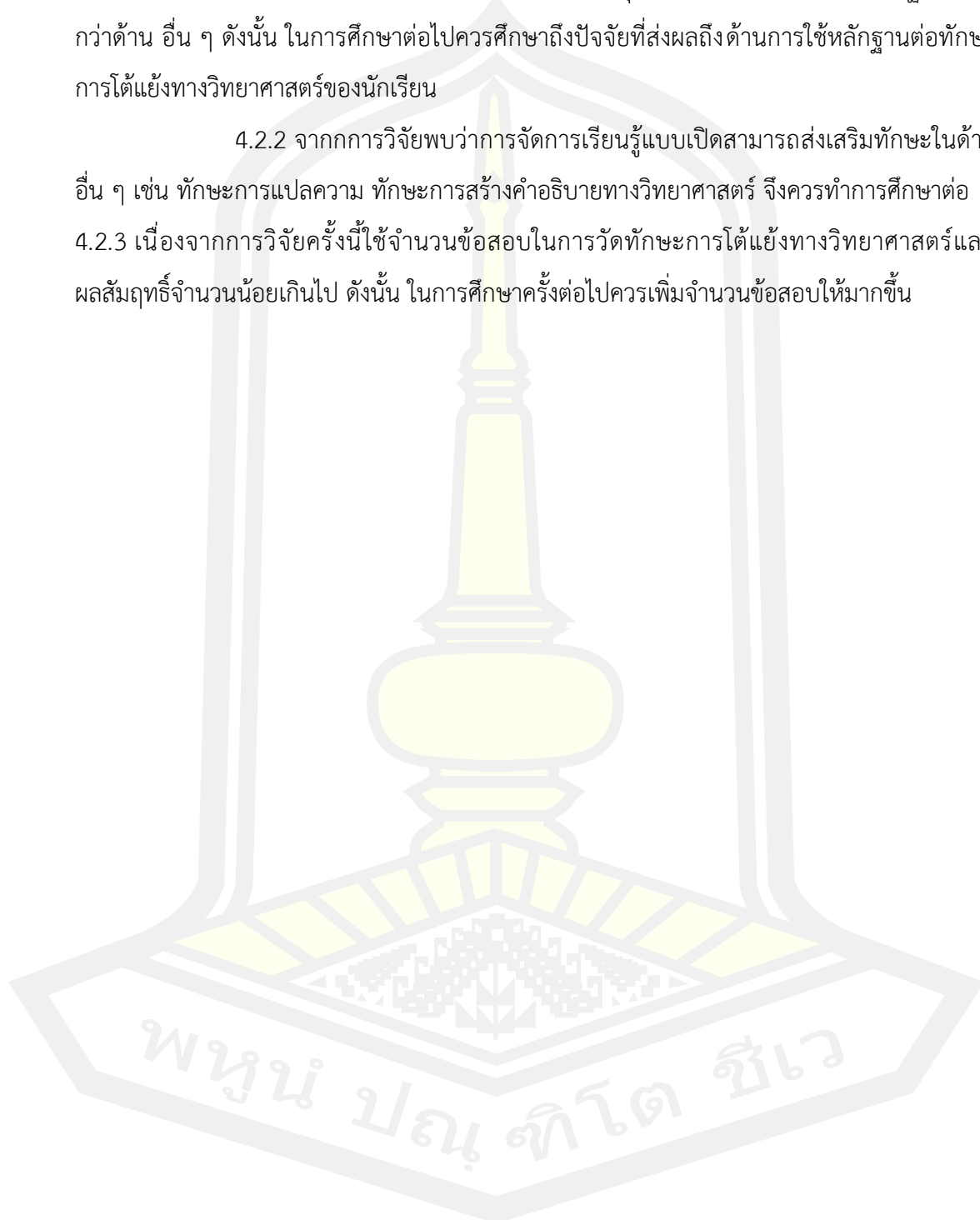
4.1.5 ในขั้นตอนการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูได้ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองและคนในกลุ่ม ในขั้นตอนนี้ นักเรียนอาจจะมีการแสดงอารมณ์ร่วมในการอภิปราย หรือโต้ตอบกับเพื่อนที่มีความเห็นต่างกัน ครูต้องคอยควบคุมสถานการณ์และความดังของเสียง เพื่อที่จะไม่รบกวนห้องข้างเคียง

#### 4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

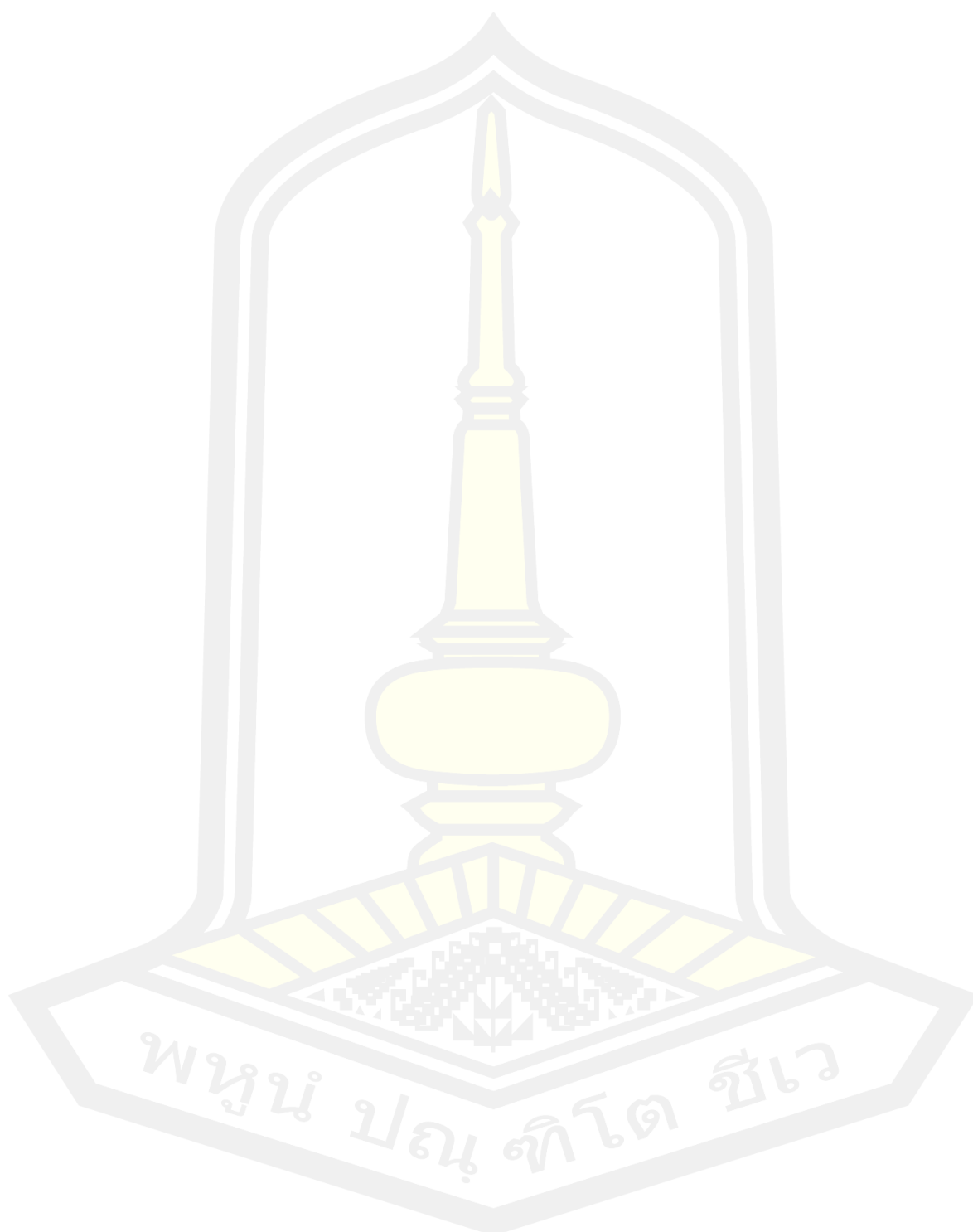
4.2.1 จากผลการวิจัยพบว่ามีนักเรียนบางกลุ่มได้คะแนนในด้านการใช้หลักฐาน น้อยกว่าด้าน อื่น ๆ ดังนั้น ในการศึกษาต่อไปควรศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลถึงด้านการใช้หลักฐานต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4.2.2 จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบเปิดสามารถส่งเสริมทักษะในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการแปลความ ทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จึงควรทำการศึกษาต่อ

4.2.3 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้จำนวนข้อสอบในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์จำนวนน้อยเกินไป ดังนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มจำนวนข้อสอบให้มากขึ้น



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กนก จันทร์ทอง. (2562). การบูรณาการวิธีการแบบเปิดกับทักษะการคิดในการสอนสังคมศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. *วารสารวิทยบริการ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. 30(3), 210-219.
- เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: เอลโล่การพิมพ์.
- กฤษฎา ทองประไพ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ. (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 7(1), 48-61.
- จิตขจี พึ่งผล และนฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2558). การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด: หนึ่งวิถีทางในการส่งเสริมวาทกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 5(2), 43-61.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย* 5(1), 5-20.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชามัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*.

- ทิตินา แคมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์
- นภาพร วรเนตรสุตาทิพย์ และคณะ. (2552). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด(Open approach): กรณีศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น(ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม. *วารสารการศึกษา,มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 32(2), 76-80.
- นงลักษณ์ เขียวมณี. (2562). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน*. บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- บุรירתน์ สื่อพัฒธิมา. (2558). *การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม*. บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปนัดดา นามวิจิตร. (2557). *การพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open approach)*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประสาธน์ เนิองเฉลิม. (2560). *วิจัยการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสิทธิ์พร ภูวงษ์ และจันทร์ ดิยะวงศ์. (2563). ผลการใช้วิธีการสอนแบบเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *The 7<sup>th</sup> National Conference Nakhonratchasima College*. 1276-1284.
- ปิยะธิดา ปัญญา. (2562). *สถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- พัฒน์วงศ์ ดอกไม้. (2555) *การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถ*

ในการโต้แย้งและการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียน  
 ฟิสิกส์แตกต่างกัน. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัย  
 มหาสารคาม.

พัทธยากร บุสสยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถ  
 ในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิชิต ฤทธิจรรยา. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์  
 มหาวิทยาลัย.

พงศ์พิชญ์ เสาปาน. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open  
 approach) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดาวฤกษ์ สำหรับนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 6. บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ภาวิณี รัตนคอน และคณะ. (2561). การพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง  
 สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสาร  
 อิเล็กทรอนิกส์ Veridian มหาวิทยาลัยศิลปากร. 11(2). 2720-2735.

ภพ เทไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร.  
 โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2558). การพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน  
 (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง  
 การพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และ  
 วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในเขตพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช:  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ยุพาพัทธ์ สะเดา. (2555). พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนภาษาไทยด้วยกระบวนการ Lesson  
 Study พรรณำพา OPEN Approach. วารสารวิชาการ. 15(3), 25-35.

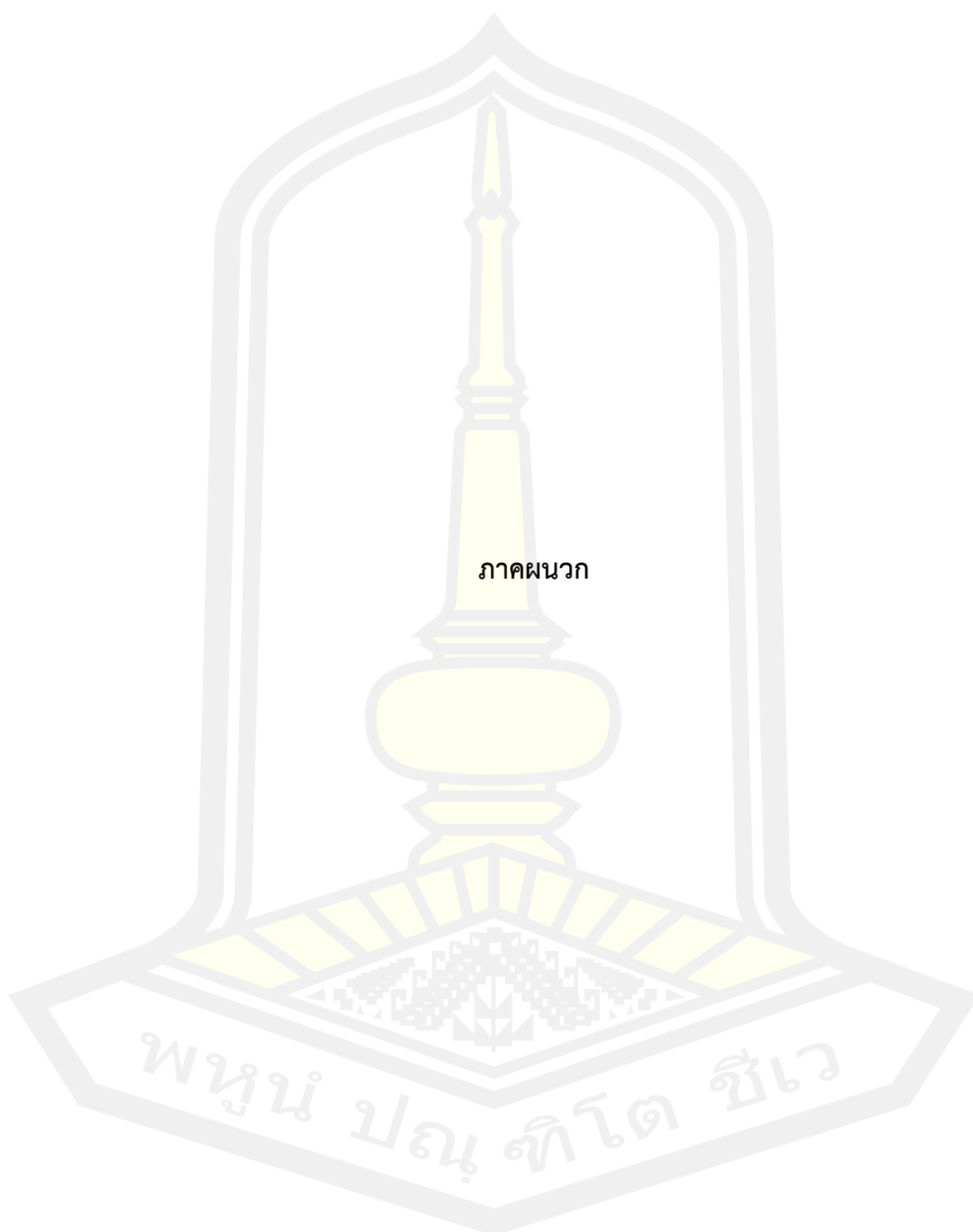
- วรัญญา จีระวิพลวรรณ. (2563). การโต้แย้งและวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี*. 8(1). 1-25.
- วรัญญา จำปามูล. (2555). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมตอนต้น. บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2557). *Open approach: วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้ แบบ Active learning*สู่การเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21. เข้าถึงได้จาก [www.gotoknow.org/posts/568714](http://www.gotoknow.org/posts/568714).
- ศุภมาศ แก้วมณี. (2561). การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ วิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 4*. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สรินทร แก้วเกลี้ยง. (2559). *การศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : [www.edu.ru.ac.th/images/edu\\_pdf/sarinorn\\_26012559.pdf](http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_pdf/sarinorn_26012559.pdf) [8 กรกฎาคม 2564].
- สมนึก ภัททิยธนี. (2558). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กทม: ประสานการพิมพ์.
- อัญชิสา วรณวัตติ สมควร สีชมภู และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2562). การเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาขั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 20. 1863-1872.

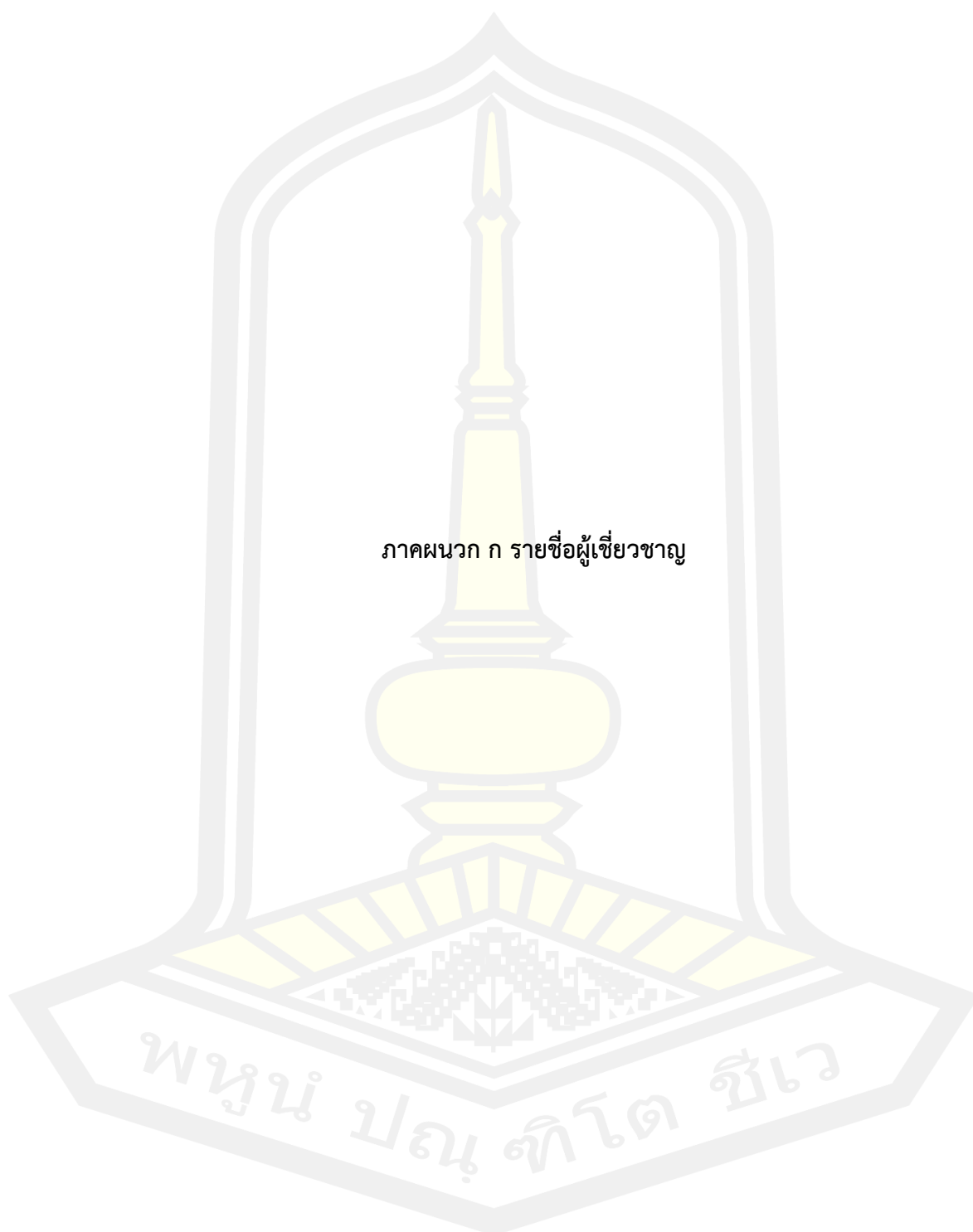


- อัศวิน ณะนะปัด. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ. บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อิฟฟิต กาเดร์. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เอกภูมิ จันทรวงศ์. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. ศึกษาศาสตร်,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนุสรรา เฉลิมศรี. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม). กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม).
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition. New York: Longman. *Creative Education*. 5(12).
- Berland, L. K., & Reise, B. J. (2008). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education*. 93(1) (pp. 26-55).
- Chang, H., & Chen, S. (2009). Consumer Perception of Interface Quality, Security, and Loyalty in Electronic Commerce. *Information & Management*. 46(7) (pp.411-417).
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills about Socioscientific Issues in High School Genetics. *Science Education*. 40 (pp. 133–148).

- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*. 88(6) (pp.915-933).
- Horsella, M., & Sindermann, G. (1992). Aspects of Scientific Discourse: Conditional Argumentation. *English for Specific Purposes*. 11(2) (pp. 129-139).
- Inprasitha, M. (2004). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom. *KKU Journal of Mathematics Education*. 1(1), 1-15.
- Inprasitha, M. (2010). One feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing Learning Unit. *Proceeding of the 45<sup>th</sup> Korean National Meeting of Mathematics Education*. (pp. 193-206).
- Kadir, Lucyana, & Satriawati, G. (2017). The Implementation of Open-Inquiry Approach to Improve Students' Learning Activities, Responses, and Mathematical Creative Thinking Skills. *Journal on Mathematics Education*. 8(1) (pp. 103-114).
- Kang, J. (2020). Interrelationship between Inquiry-Based Learning and Instructional Quality in Predicting Science Literacy. *Research in Science Education*. 52 (pp. 339–355).
- Kuhn, D. (1993). Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*. 77 (pp. 319-337).
- Kwan, S. P., Jung, S. P., & Jee, H. P. (2006). Cultivating Divergent Thinking in Mathematics Through an Open-End Approach. *Asia Pacific Education Review*. 7(1) (pp. 56-61).
- Lin, S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning Argumentation Skills Through Instruction in Sosioscientific Issue: The Effect of Ability Level. *International Journal of Science and mathematics Education*. 8 (pp. 993-1017).

- Marttunen, M. j. (2001). Learning of Argumentation Skills in Networked and Face-to-Face Environments. *Netherlands: Kluwer Academic Publishers*. 29 (pp. 127–153).
- McDonald, C. V. (2013). An Examination of Preservice Primary Teachers' Written Arguments in an Open Inquiry Laboratory Task. *Science Education International*. 24(3) (pp. 254-281).
- Millar, R., & Osborne, J. F. (1998). Beyond 2000: Science Education for the Future: The Report of a Seminar Series Funded by the Nuffield Foundation. London: King's College London, School of Education. *Creative Education*. 9(15).
- Nohda, N. (1995). Teaching and Evaluation Using “Open-Ended Problem” in Classroom. *ZDM*. 27(2) (pp. 57- 61).
- Nohda, N. (2000). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom. *ERIC Institute of Education Sciences*. (pp. 39-53).
- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction?. *Science Education*. 95(4) (pp.627-638).
- Rand, K. Y. (2000). Lower Track Science Students' Argumentation and Open Inquiry Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(8) (pp. 807-838).
- Sadler, T. D., & Donnell, L. D. (2006). Socioscientific Argumentation: The Effects of Content Knowledge and Morality. *International Journal of Science Education*. 28(12) (pp. 1463-1488).
- Toulmin S. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.





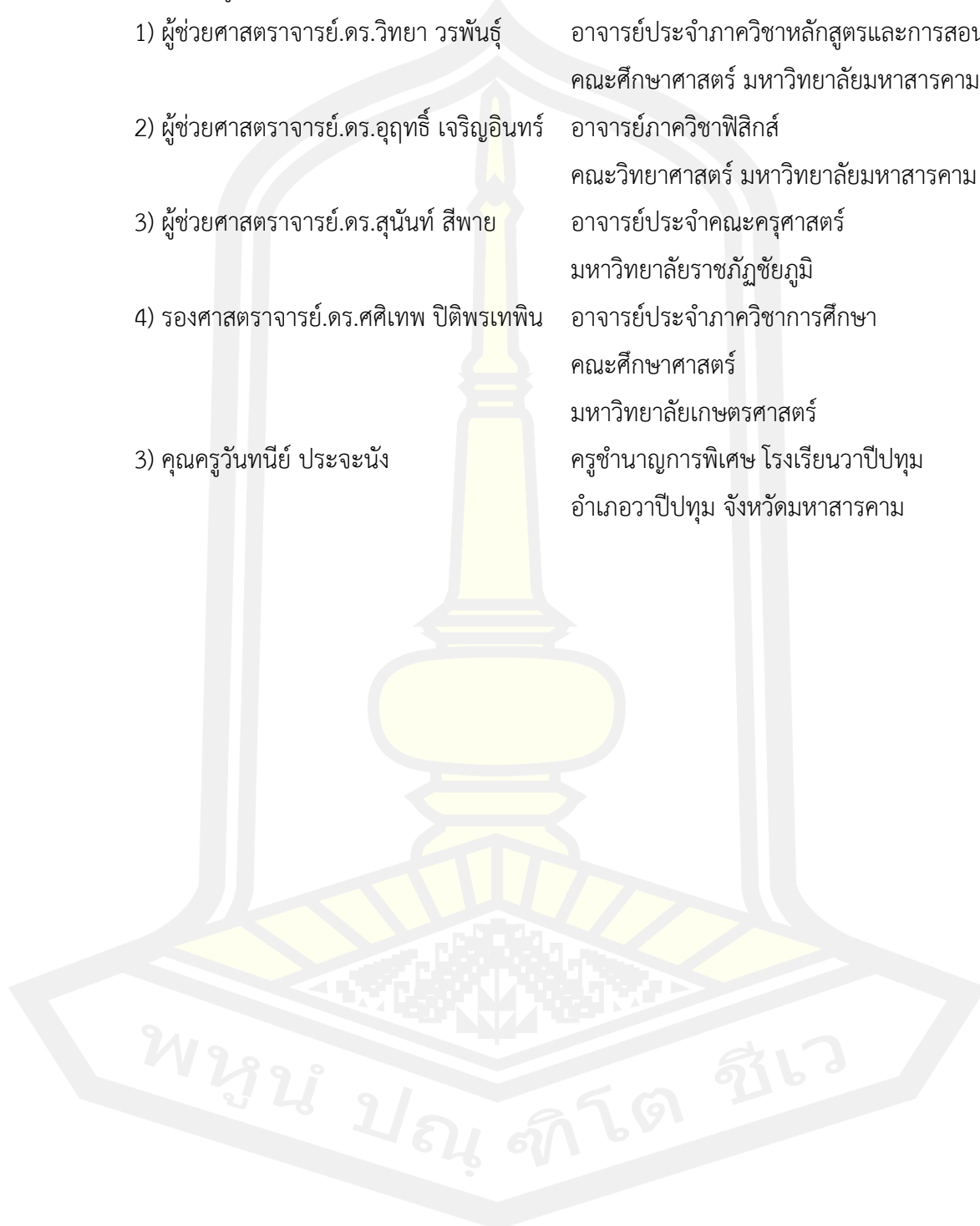
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

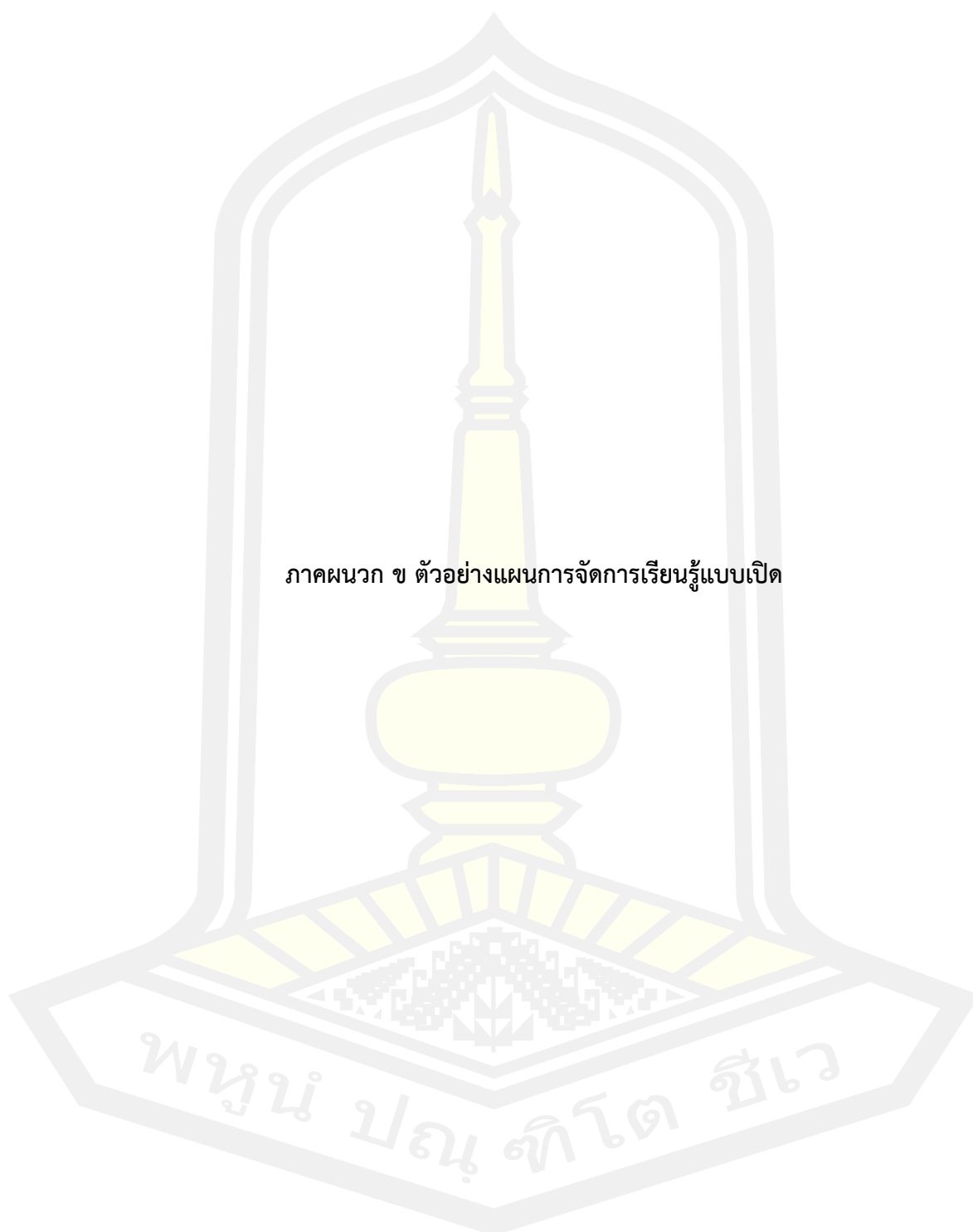
พหุมนั ปณุ ทิโต ชีเว

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.วิทยา วรพันธุ์ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.อุทิศ เจริญอินทร์ อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.สุนันท์ สีพาย อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
- 4) รองศาสตราจารย์.ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 3) คุณครูวันทนี๊ ประจะนัง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวาปีปทุม  
อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม





ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4

ภาคเรียนที่ 2/2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เสียง

เวลา 12 ชั่วโมง

เรื่อง ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

เวลา 2 ชั่วโมง

\*\*\*\*\*

#### 1. ผลการเรียนรู้

2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียงรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

#### 2. สาระการเรียนรู้

ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

2. นักเรียนสามารถโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ด้านพฤติกรรม (Attitude)

1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

#### 4. สาระสำคัญ

พลังงานเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดเสียงในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเสียง (Power of a sound) กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง เรียกว่า ความเข้มเสียง (Sound Intensity) ซึ่งหาได้จาก  $I = \frac{P}{A}$  ในกรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุด  $I = \frac{P}{4\pi r^2}$  และในการบอกความดังของเสียงพิจารณาจากสเกลลอการิทึม เรียกว่า ระดับเสียง (Sound Level) ตามสมการ  $\beta = \log_{10} \frac{I}{I_0}$



## 5. กิจกรรมการเรียนรู้ (2 ชั่วโมง) ตามกระบวนการแบบเปิด ดังนี้

### 5.1 ชี้นำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน (20 นาที)

ครูเกริ่นนำเรื่อง ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน โดยให้นักเรียนสังเกตจากคลิปวิดีโอต่อไปนี้



ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=Te9UX27eapU> [แอบแม่กิน] GOT7 (TH sub)

- จากคลิปดังกล่าว นักเรียนคิดว่ากติกากในการลงโทษขึ้นกับอะไร (ระดับความเสียงดัง)
- ทางรายการใช้อุปกรณ์หรือวิธีการใดในการตัดสินว่าผู้ร่วมรายการฝ่าฝืนกฎ (ผู้ร่วมรายการที่ทำให้เสียงดังเกินกว่า 70 เดซิเบล)
- นักเรียนคิดว่าเครื่องวัดระดับความดังของเสียงในคลิปข้างต้น เหมาะสำหรับลักษณะการวัดแบบใดบ้าง (นักเรียนตอบตามความรู้ที่ตนมี)

ครูแจกใบกิจกรรมและใบความรู้ให้กับนักเรียน

### 5.2 ชี้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง (30 นาที)

ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษา ใบความรู้ เรื่อง ประเภทของเครื่องวัดเสียง และให้นักเรียนสร้างข้ออ้าง โดยถามคำถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าเครื่องวัดแต่ละชนิดเหมาะกับการวัดแบบใด”

นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดในกิจกรรมที่ได้รับ และร่วมกันหาคำตอบของปัญหา โดยครูให้อิสระในการคิดหาคำตอบด้วยวิธีการที่หลากหลายให้ได้มากที่สุด

นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้จากการทำงานกลุ่ม และเตรียมการนำเสนอผลที่ได้

### 5.3 ชี้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (50 นาที)

ครูเลือกนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของตนที่ได้จากการบันทึกในใบกิจกรรม โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 3 นาที จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มที่ฟังเพื่อนทำการซักถามและ

เสนอข้อโต้แย้ง เพื่อแสดงความคิดเห็นพร้อมให้เหตุผลประกอบโดยกำหนดเวลาในการโต้แย้ง 2 นาที ต่อหนึ่งกลุ่ม

นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิด/วิธีทำในการหาคำตอบของปัญหา และ คำตอบของปัญหา

#### 5.4 ขั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (20 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปชั้นเรียนเกี่ยวกับปัญหาข้างต้น ถึงเครื่องมือแต่ละประเภทว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้กับงานในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งในการใช้งานควรคำนึงถึงความเป็นไปได้และความสมเหตุสมผลระหว่างอุปกรณ์และสถานที่

หลักจากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน เป็นรายบุคคล

### 6. การวัดและประเมินผล

#### 6.1 การวัด

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้		
	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้</b> -นักเรียนสามารถอธิบายการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของเสียง	- การตรวจ แบบทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	-ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70
<b>ด้านทักษะกระบวนการ</b> -นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความเข้มของเสียงระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน -นักเรียนสามารถโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- การตรวจ แบบทดสอบย่อย  - การตรวจใบ กิจกรรม	-แบบทดสอบย่อย  -ใบกิจกรรม	-ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70  -ผ่านเกณฑ์ระดับดี
<b>ด้านพฤติกรรม</b> -นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	-สังเกตจากการ ทำกิจกรรม	-แบบสังเกต พฤติกรรม	-ระดับพอใช้ขึ้นไป

## 6.2 การประเมิน

### การประเมินด้านทักษะกระบวนการ (P)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบย่อย (6 คะแนน)

รายการประเมิน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
สมการตั้งต้น	เขียนสมการตั้งต้นถูกต้อง	เขียนสมการตั้งต้นไม่ถูกต้อง อาจมีการสลับตำแหน่งของตัวแปร	ไม่เขียนสมการตั้งต้นหรือเขียนสมการที่ไม่เกี่ยวข้อง
การแทนค่าตัวแปรที่ได้จากโจทย์สู่สมการ	แทนค่าตัวแปรที่ได้จากโจทย์ถูกต้อง	แทนค่าตัวแปรที่ได้จากโจทย์ไม่ถูกต้อง อาจมีการสลับตำแหน่งของตัวแปร	ไม่แทนค่าตัวแปรจากโจทย์ หรือเขียนสมการที่ไม่เกี่ยวข้อง
ความถูกต้องในการคำนวณ	-	คำนวณได้ถูกต้อง	คำนวณไม่ถูกต้อง
หน่วยของคำตอบ	-	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม

ระดับทักษะการโต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	การใช้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ
ดีมาก	สามารถระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 1 - 2 หลักฐานขึ้นไป และมีแหล่งข้อมูลที่ชัดเจน	สามารถระบุข้อกล่าวอ้างที่แตกต่างจากของตนที่เสนอและให้เหตุผลในการสนับสนุนได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถโต้แย้งกลับไปได้ตรงตามประเด็น และให้เหตุผลที่ทำให้ความน่าเชื่อถือของฝั่งตรงข้ามลดลงได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป

ระดับ ทักษะ การ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
ดี	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยที่เหตุผลนั้น แสดงอารมณ์ ความรู้สึกร่วมกับ เหตุผลที่ น่าเชื่อถือ	สามารถแสดง หลักฐาน แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานการ อธิบายเหตุผล หรือ ให้ข้อมูลสนับสนุน เหตุผลที่น่าเชื่อถือ มากขึ้นหรือรวมทั้ง ประสบการณ์	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ และ ให้เหตุผลสนับสนุน ได้แต่เหตุผลนั้นเป็น การแสดงออกทาง อารมณ์ความรู้สึก	สามารถโต้แย้งกลับ ได้แต่เหตุผลนั้นไม่ ทำให้ข้อโต้แย้งนั้น มีความน่าเชื่อถือ ลดลงได้
พอใช้	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยเหตุผลนั้น แสดงอารมณ์ใน การตอบเท่านั้น	สามารถแสดง หลักฐานได้ แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานที่เกิดจาก การแสดงความรู้สึก	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ แต่ไม่ สามารถแสดง เหตุผลที่น่าเชื่อถือ ได้	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ โดย เหตุผลนั้นเป็นการ แสดงอารมณ์และ ไม่ทำให้ข้อโต้แย้ง นั้นมีความน่าเชื่อ ลดลงได้
ปรับปรุง	สามารถบอก ข้ออ้าง แต่ไม่ สามารถระบุ เหตุผลสนับสนุน/ ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถแสดง หลักฐานในการ สนับสนุน/ไม่ตอบ คำถาม	ไม่สามารถระบุการ ให้ข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป	ไม่สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ และ ไม่สามารถให้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ

### การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

เกณฑ์การให้คะแนนการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานที่ตนได้รับมอบหมายจนสำเร็จตามเวลา	ทำงานที่ตนได้รับมอบหมายแต่เพียงบางส่วน	ไม่ทำงานที่ตนได้รับมอบหมาย	นักเรียนที่ไม่เข้าเรียน

เกณฑ์การประเมิน (ผ่านเกณฑ์ในระดับพอใช้ขึ้นไป)

คะแนน 3	ระดับดี
คะแนน 2	ระดับพอใช้
คะแนน 0 – 1	ระดับควรปรับปรุง

### 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

แบบทดสอบย่อย ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

ใบกิจกรรม ประเภทของเครื่องวัดเสียง

ใบความรู้ เรื่อง ประเภทของเครื่องวัดเสียง

วิดีโอ [แอบแม็กกิน] GOT7 (TH sub)

เข้าถึงได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=Te9UX27eapU>

พหุบัณฑิต ชีวะ

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

## 8. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

### 8.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

### 8.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

### 8.3 แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ดำเนินการสอน  
(นางสาวศุทธิณี มณีทัฬ)

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

### แบบทดสอบย่อย

#### ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง (4 คะแนน)

1. ความเข้มเสียง หมายถึง กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วย...(พื้นที่)...ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ส่วนพลังงานเสียงเป็นผลคูณระหว่างกำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปกับ...(เวลา)...
2. ...(เดซิเบล)...เป็นหน่วยวัดระดับเสียง ส่วนความดังของเสียงขึ้นอยู่กับความรู้ของแต่ละคน มีหน่วยเป็น...(ฟอน)...

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง (6 คะแนน)

1. หูดในโรงงานมีกำลังเสียง 20 วัตต์ ถ้าคลื่นเสียงจากหูดแผ่หน้าคลื่นออกไปเป็นรูปทรงกลม จงหาความเข้มเสียงที่ผิวทรงกลม ซึ่งอยู่ห่างจากหูด 150 เมตร

พหุ ประถมศึกษา

## ใบความรู้

### ประเภทของเครื่องวัดเสียง

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดเสียงมีหลายชนิด ควรเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะเสียงที่ต้องการประเมิน ดังนี้

#### 1. เครื่องวัดระดับความดังของเสียง (Sound Level Meter)

เป็นเครื่องมือในการวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40 – 140 เดซิเบล โดยทั่วไปผู้ผลิตจะผลิตเครื่องวัดเสียงที่สามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่ายถ่วงน้ำหนัก (Weighting Networks) คือ A, B และ C ข่ายที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ข่าย A เพราะเป็นข่ายตอบสนองต่อเสียงคล้ายคลึงกับหูคนมากที่สุด หน่วยวัดของเสียงที่วัดด้วยข่าย A คือ เดซิเบลเอ (dBA)



#### 2. เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทก (Impulse or Impact Noise Meter)

เสียงกระทบหรือกระแทกเป็นเสียงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ แล้วหายไปเหมือนกับเสียงปืน เช่น เสียงตอกเสาเข็ม เครื่องวัดระดับเสียงโดยทั่วไป อาจมีความไวไม่เพียงพอในการตอบสนองต่อเสียงกระแทก จึงควรใช้เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทกโดยเฉพาะ

#### 3. เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter)



เป็นเครื่องมือที่ถูกออกแบบมาอำนวยความสะดวกในการประเมินการสัมผัสเสียงที่มีระดับความดังเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ตลอดระยะเวลาการทำงาน โดยเครื่องวัดชนิดนี้ จะทำการบันทึกระดับเสียง ระยะเวลาที่ได้สัมผัสที่ระดับความดังต่างๆ ตลอดเวลาที่พนักงานได้รับ พร้อมคำนวณปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (ค่า D มีหน่วยเป็นร้อยละ) และหรือค่าเฉลี่ยของระดับความดังตลอดเวลา ที่เครื่องวัดนี้ทำงาน



#### 4. เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Frequency Analyzer)

เนื่องจากเครื่องมือวัดระดับเสียงทั่วไป ไม่สามารถบอกความดังเสียงในช่วงความถี่ต่างๆได้ แต่เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง สามารถวิเคราะห์ความดังเสียงในแต่ละความถี่ได้ แล้วนำผลการตรวจวัดไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการควบคุมเสียง (Noise Control) เช่น การเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงหรือการปิดกั้นทางผ่านของเสียง และการเลือกปลั๊กอุดหูหรือที่ครอบหูที่เหมาะสมได้ เป็นต้น

นอกจากในส่วนของเครื่องมือในการตรวจวัดเสียงแล้ว อุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียงก็มีความสำคัญ เพื่อให้ได้ค่าการวัดที่ถูกต้องแม่นยำ



ขอบคุณข้อมูลจาก <http://www.engineerthailand.com/>

เขียนเมื่อ 2012-11-03

ชื่อ - สกุล..... ม.5/..... เลขที่.....

### ใบกิจกรรม

#### ประเภทของเครื่องวัดเสียง

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าผู้รับเหมาต้องการวัดระดับความดังของเสียงขณะทำการก่อสร้างตึก นักเรียนจะแนะนำเครื่องวัดเสียงชนิดใด และนักเรียนมีเหตุผลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานที่นักเรียนทราบ หรือประสบการณ์ของนักเรียนนำมาใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้อที่ 1 ของนักเรียนหรือไม่

.....

.....

.....

.....

3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นในข้อที่ 1 แตกต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้ง เพื่อให้เพื่อนมีความคิดเห็นตรงข้ามกับเราในตอนแรกให้คล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน

.....

.....

.....

.....

### การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

เรื่อง เสี่ยง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2/2564

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้คะแนนที่ตรงกับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุด

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ระดับคะแนน				รวม (3)
		3	2	1	0	

เกณฑ์การประเมิน (ผ่านเกณฑ์ในระดับพอใช้ขึ้นไป)

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวศุทธิณี มณีทัฬ)

วันที่...../...../.....

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

## แบบทดสอบย่อย

## ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง (4 คะแนน)

1. ความเข้มเสียง หมายถึง กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ส่วนพลังงานเสียงเป็นผลคูณระหว่างกำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปกับเวลา

2. เดซิเบล เป็นหน่วยวัดระดับเสียง ส่วนความดังของเสียงขึ้นอยู่กับความรู้ของแต่ละคน มีหน่วยเป็น ฟอน

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง (6 คะแนน)

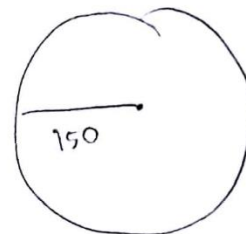
1. หูดในโรงงานมีกำลังเสียง 20 วัตต์ ถ้าคลื่นเสียงจากหูดแผ่หน้าคลื่นออกไปเป็นรูปทรงกลม จงหาความเข้มเสียงที่ผิวทรงกลม ซึ่งอยู่ห่างจากหูด 150 เมตร

$$\text{ให้ } P = 20 \quad R = 150 \quad I = ?$$

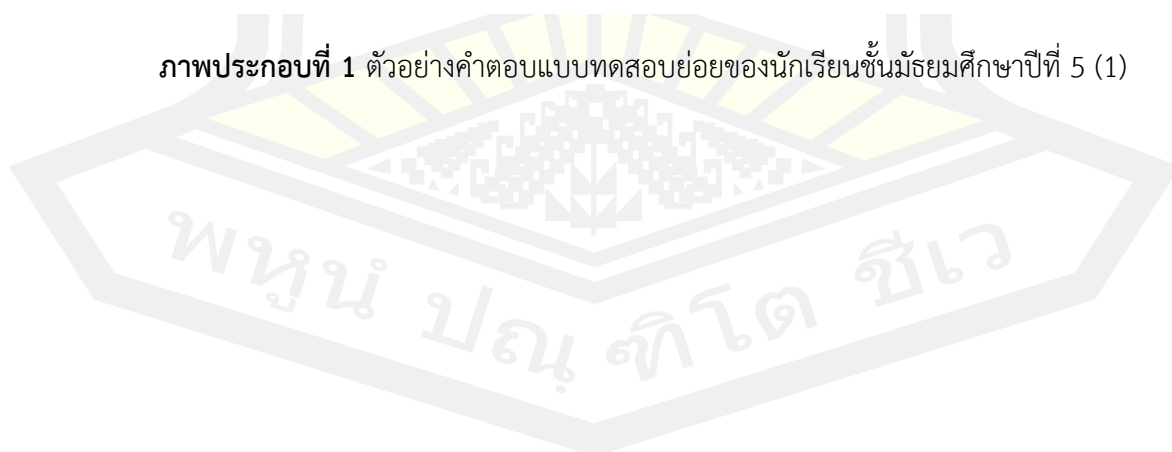
$$\text{จาก } I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$I = \frac{20}{4\left(\frac{22}{7}\right)(150)^2}$$

$$I = 7.0715 \times 10^{-5}$$



ภาพประกอบที่ 1 ตัวอย่างคำตอบแบบทดสอบย่อยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (1)



### แบบทดสอบย่อย

#### ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง (4 คะแนน)

1. ความเข้มเสียง หมายถึง กำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วย.....<sup>พื้นที่</sup>.....ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ส่วนพลังงานเสียงเป็นผลคูณระหว่างกำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปกับ.....(๑๑๓).....

2. ....(๑๑๓).....เป็นหน่วยวัดระดับเสียง ส่วนความดังของเสียงขึ้นอยู่กับารรับรู้ของแต่ละคน มีหน่วยเป็น.....(๑๑๓).....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง (6 คะแนน)

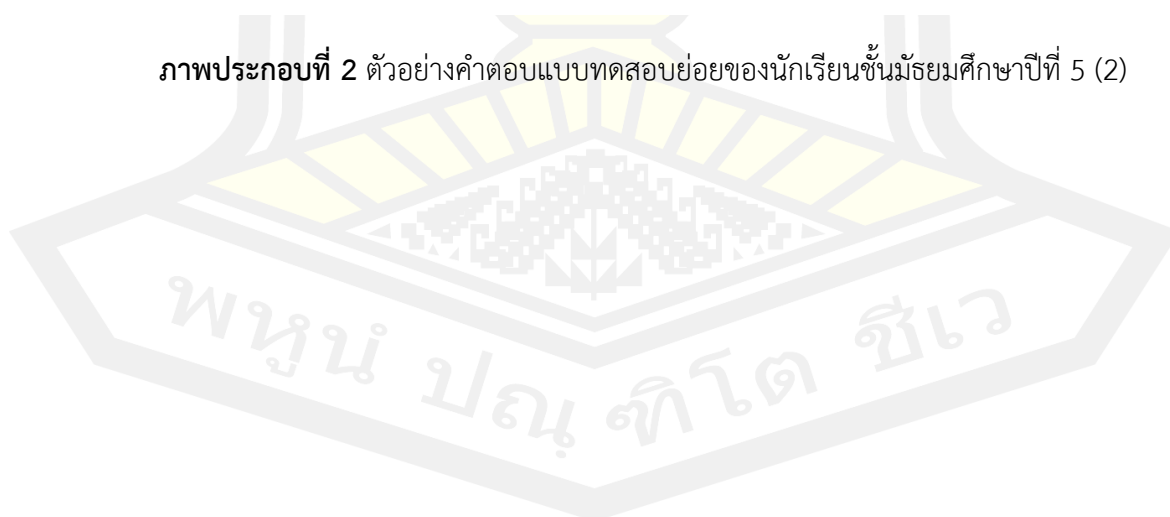
1. หูดในโรงงานมีกำลังเสียง  $P$  20 วัตต์ ถ้าคลื่นเสียงจากหูดแผ่หน้าคลื่นออกไปเป็นรูปทรงกลม จงหาความเข้มเสียงที่ผิวทรงกลม ซึ่งอยู่ห่างจากหูด  $R$  150 เมตร

$$\text{จาก } I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$I = \frac{20}{4(3.14)(150)^2}$$

ภาพประกอบที่ 2 ตัวอย่างคำตอบแบบทดสอบย่อยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2)



## ใบกิจกรรม ประเภทของเครื่องวัดเสียง

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าผู้รับเหมาต้องการวัดระดับความดังของเสียงขณะทำการก่อสร้างตึก นักเรียนจะแนะนำเครื่องวัดเสียงชนิดใด และนักเรียนมีเหตุผลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน

ใช้ เครื่องวัดเสียง กราฟม หรือ กราฟม เพราะ การก่อสร้าง เสียงดัง  
ตลอดเวลา ตลอดเวลา ไม่มี เสียงเกิดขึ้น ในเวลาสั้น ๆ ช่วงพักไป  
จึงวัดได้ ทั้งสองอย่าง

2. นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานที่นักเรียนทราบ หรือประสบการณ์ของนักเรียนนำมาใช้ในการ

สนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้อที่ 1 ของนักเรียนหรือไม่

เหตุผลจากข้อมูลที่ว่า เครื่องวัดเสียงกราฟม และ เครื่องวัดเสียง  
ที่มีในรายการเวลาสั้น ๆ ซึ่งวัดได้ในกรณีของ เครื่องวัดเสียง

3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นในข้อที่ 1 แตกต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร

เพื่อน อาจใช้ เครื่องวัดเสียง Sound Level Meter เพราะ  
ทำได้อย่าง แม่นยำ

4. นักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้ง เพื่อให้เพื่อนมีความคิดเห็นตรงข้ามกับเราในตอนแรกให้คล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน

ใช้ งานวัด เสียง ๑๐๐ เดซิเบล เครื่องวัดเสียงในกรณีของ เครื่องวัดเสียง  
เสียงดังตลอดเวลา หรือ เครื่องวัดเสียง กราฟม หรือ เครื่องวัดเสียง  
ที่มีในรายการ

ภาพประกอบที่ 3 ตัวอย่างคำตอบใบกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (1)

**ใบกิจกรรม**  
**ประเภทของเครื่องวัดเสียง**

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าผู้รับเหมาต้องการวัดระดับความดังของเสียงขณะทำการก่อสร้างตึก นักเรียนจะแนะนำเครื่องวัด

เสียงชนิดใด และนักเรียนมีเหตุผลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน

เลือกใช้เครื่องวัดเสียงแบบมือถือหรือพกพา เพราะ เหนียวที่วัดได้ยาว  
พกพาสะดวก

2. นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานที่นักเรียนทราบ หรือประสบการณ์ของนักเรียนนำมาใช้ในการ

สนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้อที่ 1 ของนักเรียนหรือไม่

เพราะ เสียงจากถนน / จากแท็กซี่ เป็นเสียงที่เกิดขึ้นบ่อยๆ เวลาผ่านไป  
เครื่องวัดเสียงที่พกพาไป อาจมีความไวไม่พอ จึงมีความเหมาะสมกับที่ที่วัด  
การวัด

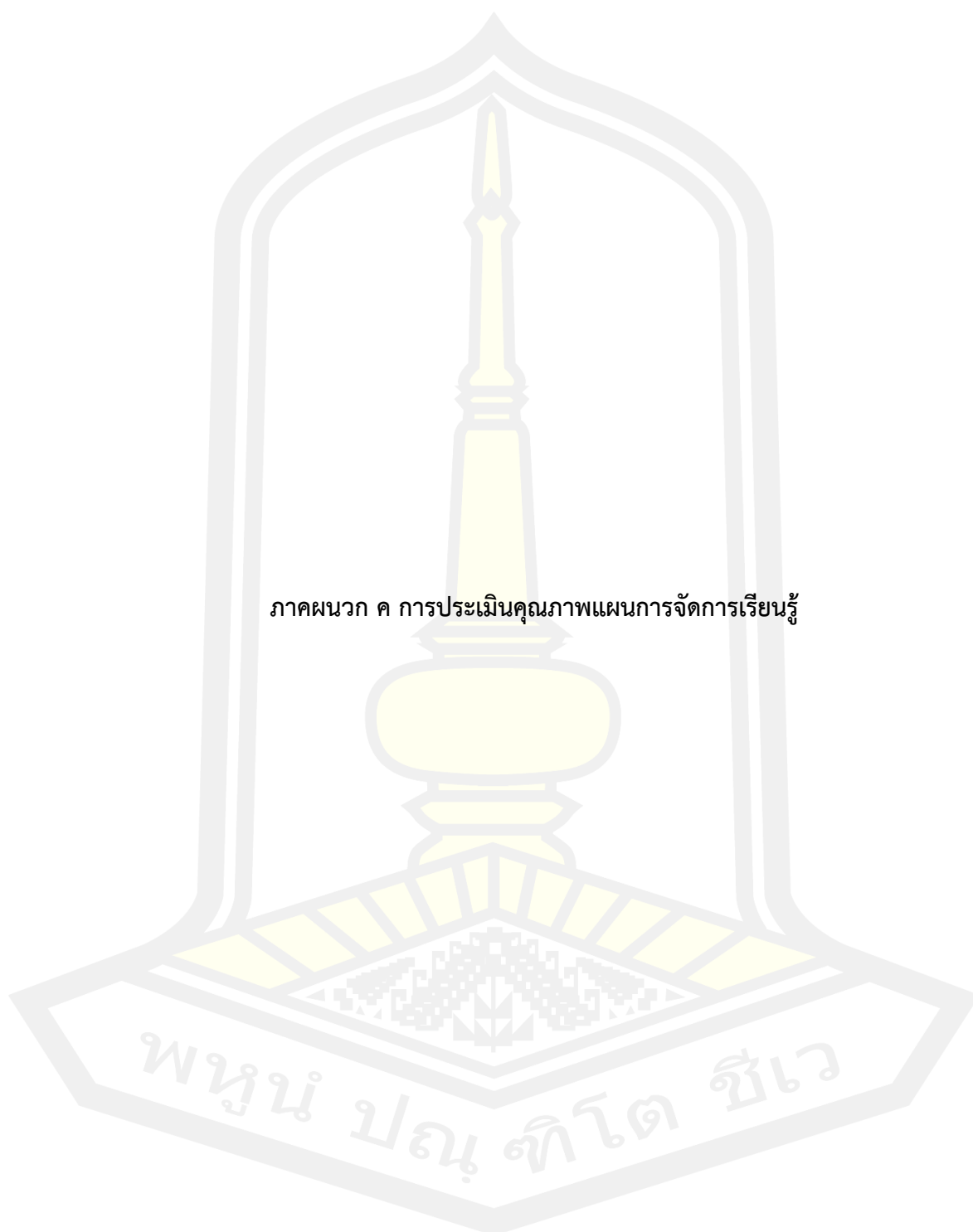
3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นในข้อที่ 1 แตกต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิด  
ต่างคืออะไร

คิดว่าเลือกเครื่องวัดประเภทมือถือดีกว่า เพราะ เล็กพกพาสะดวก  
อุปกรณ์ที่กะทัดรัดเสียงที่ได้ตลอดเวลาที่ทำการก่อสร้าง

4. นักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้ง เพื่อให้เพื่อนมีความคิดเห็นตรงข้ามกับเราในตอนแรกให้คล้อย  
ตามและเห็นด้วยกับนักเรียน

อีกทั้งเพื่อนที่เลือกพกพาแล้วรับค่าความดังที่วัดได้ของเสียง ส.สข  
ก็ยังไม่ถึงงานได้รับ ค่า เครื่องวัดเสียงแบบพกพาที่ความ  
แม่นยำ สั้นกว่าพกพาไว้วัดความไวของเสียง

ภาพประกอบที่ 4 ตัวอย่างคำตอบใบกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2)



ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้



### แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4

ภาคเรียนที่ 2/2564

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง :** แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้  
กรุณาพิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนจัดการ  
เรียนรู้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
<b>1. สาระสำคัญ</b>						
1.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา					
1.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย					
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา สาระ					
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการ พัฒนาชัดเจน					
<b>3. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ เนื้อหาสาระ					
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ ระดับชั้นของนักเรียน					

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
3.3	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชี้นำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน ในชั้นนี้ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนใจ โดยที่ ครูจะเป็นคนกำหนดสถานการณ์ หรือ ปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดให้แก่ักเรียน					
3.4	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง ในชั้นนี้ครูจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาวิธีหรือหาคำตอบของแต่ละคน					
3.5	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน หลังจากที่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอวิธีการและแนวความคิดของคนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน					
3.6	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้นสรุปทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ในขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรม					
<b>4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</b>						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ					
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
<b>5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้</b>						
5.1	การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2	การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม					
5.3	การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง					

## ข้อเสนอแนะ

ด้านเนื้อหา

.....

.....

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

ด้านการวัดและการประเมินผล

.....

.....

ด้านอื่น ๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่ประเมิน...../...../.....

พหุบัณฑิต ชีวะ

**ตารางที่ 16** ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย การเคลื่อนที่ และอัตราเร็วของเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	4	4	13	4.33
1.2	5	4	4	13	4.33
1.3	5	4	3	12	4
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	4	14	4.67
3.1	5	5	3	13	4.33
3.2	5	5	4	14	4.67
3.3	5	5	5	15	5
3.4	5	5	4	14	4.67
3.5	5	5	4	14	4.67
3.6	5	5	4	14	4.67
4.1	5	5	5	15	5
4.2	5	5	4	14	4.67
5.1	5	5	4	14	4.67
5.2	5	5	4	14	4.67
5.3	5	5	4	14	4.67
เฉลี่ย	5	4.81	4.06	13.88	4.63
	4.63				
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				

ตารางที่ 17 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย พฤติกรรมของเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	5	4	14	4.67
1.2	5	5	4	14	4.67
1.3	5	5	4	14	4.67
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	4	14	4.67
3.1	5	5	3	13	4.33
3.2	5	5	4	14	4.67
3.3	5	5	5	15	5
3.4	5	5	4	14	4.67
3.5	5	5	4	14	4.67
3.6	5	5	4	14	4.67
4.1	5	5	4	14	4.67
4.2	5	5	4	14	4.67
5.1	5	4	4	13	4.33
5.2	5	5	4	14	4.67
5.3	5	5	5	15	5
เฉลี่ย	5	4.94	4.13	14.06	4.69
	4.69				
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย ความเข้มของเสียง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	5	4	14	4.67
1.2	5	5	4	14	4.67
1.3	5	5	4	14	4.67
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	5	15	5
3.1	5	5	5	15	5
3.2	5	5	5	15	5
3.3	5	5	5	15	5
3.4	5	5	5	15	5
3.5	5	5	5	15	5
3.6	5	5	5	15	5
4.1	5	5	5	15	5
4.2	5	5	5	15	5
5.1	5	5	5	15	5
5.2	5	5	5	15	5
5.3	5	5	5	15	5
เฉลี่ย	5	5	4.81	14.81	4.94
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				

ตารางที่ 19 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	5	4	14	4.67
1.2	5	5	4	14	4.67
1.3	5	5	4	14	4.67
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	5	15	5
3.1	5	5	5	15	5
3.2	5	5	5	15	5
3.3	5	5	5	15	5
3.4	5	5	5	15	5
3.5	5	5	5	15	5
3.6	5	5	5	15	5
4.1	5	5	4	14	4.67
4.2	5	5	4	14	4.67
5.1	5	5	5	15	5
5.2	5	5	5	15	5
5.3	5	5	5	15	5
เฉลี่ย	5	5	4.69	14.69	4.90
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				

ตารางที่ 20 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย คลื่นนิ่งของเสียง และการสั่นพ้องของอากาศในท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	5	4	14	4.67
1.2	5	5	4	14	4.67
1.3	5	5	4	14	4.67
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	4	14	4.67
3.1	5	5	4	14	4.67
3.2	5	5	4	14	4.67
3.3	5	5	4	14	4.67
3.4	5	5	4	14	4.67
3.5	5	5	4	14	4.67
3.6	5	5	4	14	4.67
4.1	5	5	4	14	4.67
4.2	5	5	4	14	4.67
5.1	5	5	4	14	4.67
5.2	5	5	5	15	5
5.3	5	5	5	15	5
เฉลี่ย	5	5	4.19	14.19	4.73
	4.73				
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				



ตารางที่ 21 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย บิด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	5	4	14	4.67
1.2	5	5	4	14	4.67
1.3	5	5	4	14	4.67
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	4	14	4.67
3.1	5	5	4	14	4.67
3.2	5	5	4	14	4.67
3.3	5	5	4	14	4.67
3.4	5	5	4	14	4.67
3.5	5	5	4	14	4.67
3.6	5	5	4	14	4.67
4.1	5	5	4	14	4.67
4.2	5	5	4	14	4.67
5.1	5	5	4	14	4.67
5.2	5	5	4	14	4.67
5.3	5	5	5	15	5
เฉลี่ย	5	5	4.13	14.13	4.71
	4.71				
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				

ตารางที่ 22 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	5	4	14	4.67
1.2	5	5	4	14	4.67
1.3	5	5	4	14	4.67
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	4	14	4.67
3.1	5	5	4	14	4.67
3.2	5	5	4	14	4.67
3.3	5	5	4	14	4.67
3.4	5	5	4	14	4.67
3.5	5	5	4	14	4.67
3.6	5	5	4	14	4.67
4.1	5	5	4	14	4.67
4.2	5	5	4	14	4.67
5.1	5	5	4	14	4.67
5.2	5	5	4	14	4.67
5.3	5	5	5	15	5
เฉลี่ย	5	5	4.13	14.13	4.71
	4.71				
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				

ตารางที่ 23 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง เรื่องย่อย การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	5	5	4	14	4.67
1.2	5	5	4	14	4.67
1.3	5	5	4	14	4.67
2.1	5	5	5	15	5
2.2	5	5	4	14	4.67
3.1	5	5	4	14	4.67
3.2	5	5	4	14	4.67
3.3	5	5	4	14	4.67
3.4	5	5	4	14	4.67
3.5	5	5	4	14	4.67
3.6	5	5	4	14	4.67
4.1	5	5	4	14	4.67
4.2	5	5	4	14	4.67
5.1	5	5	4	14	4.67
5.2	5	5	4	15	5
5.3	5	5	5	15	5
เฉลี่ย	5	5	4.19	14.19	4.73
	4.73				
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด				



แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ทับอักษร ก ข ค ง หรือ จ ลงในกระดาษคำตอบ

- 
- อัตราเร็วในอากาศที่หาได้จาก  $v = 331 + 0.6T_c$  ได้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยเฉพาะในช่วงอุณหภูมิ
 

ก. -30 ถึง 30	ข. -50 ถึง 50	ค. -80 ถึง 80
ง. -100 ถึง 100	จ. ไม่จำกัดช่วงอุณหภูมิ	
  - เสียง Echo เกี่ยวข้องกับสมบัติด้านใดของเสียง
 

ก. การหักเห	ข. การสะท้อน	ค. การเลี้ยวเบน
ง. การแทรกสอด	จ. ไม่เกี่ยวกับสมบัติของเสียง	
  - นาย ก อยู่บริเวณหุบเขา ได้ตะโกนเข้าหาหน้าผาและได้ยินเสียงตะโกนอีกครั้งในเวลา 1.2 วินาที เขาอยู่ห่างจากหน้าผาเป็นระยะทางเท่าใด กำหนดให้ความเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นมีค่า 340 เมตร/วินาที
 

ก. 102 เมตร	ข. 204 เมตร	ค. 306 เมตร
ง. 408 เมตร	จ. 610 เมตร	
  - มนุษย์ได้ยินเสียงที่อยู่ในช่วงความถี่หนึ่งเท่านั้น คือ อยู่ระหว่างความถี่ใด
 

ก. 0 – 25,000 เฮิรตซ์	ข. 5 – 24,000 เฮิรตซ์	ค. 15 – 22,000 เฮิรตซ์
ง. 20 - 20,000 เฮิรตซ์	จ. 25 – 30,000 เฮิรตซ์	
  - เสียงที่เกิดจากอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งขณะทำงานมีระดับเสียง 50 เดซิเบล จะมีความเข้มเสียงเท่าใด
 

ก. $10^{17}$ W/m <sup>2</sup>	ข. $10^{-17}$ W/m <sup>2</sup>	ค. $10^{-10}$ W/m <sup>2</sup>
ง. $10^7$ W/m <sup>2</sup>	จ. $10^{-7}$ W/m <sup>2</sup>	
  - ข้อใดคือเสียงรบกวนที่ทำให้เกิดความอันตราย
 

ก. อยู่ในบริเวณที่มีเสียงรบกวน โดยมีระดับเสียงประมาณ 70 เดซิเบล เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
ข. อยู่ในบริเวณที่มีเสียงรบกวน โดยมีระดับเสียงประมาณ 80 เดซิเบล เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
ค. อยู่ในบริเวณที่มีเสียงรบกวน โดยมีระดับเสียงประมาณ 90 เดซิเบล เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
ง. ไม่จำกัดระดับเสียง เพราะเสียงรบกวนไม่ส่งผลให้เกิดความอันตรายต่อร่างกาย
จ. ไม่มีข้อถูก

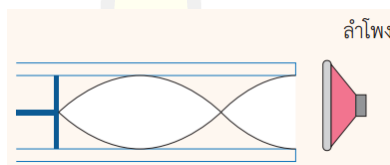
7. ระยะห่างระหว่างบัพและปฏิบัพที่อยู่ติดกันมีค่าเท่าใด

- ก.  $\lambda$                       ข.  $\lambda/2$                       ค.  $\lambda/3$                       ง.  $\lambda/4$                       จ.  $\lambda/5$

8. การสั่นพ้องของอากาศในท่อเกิดจากการ รวมกันของคลื่นเสียงอาพันธ์สองขบวน โดยคลื่นจะต้องมีค่าความถี่เท่าใดกับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อ

- ก. มีค่าน้อยกว่าความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อ  
 ข. มีค่าน้อยกว่าสองเท่าของความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อ  
 ค. มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อ  
 ง. มีค่ามากกว่าความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อ  
 จ. มีค่ามากกว่าสองเท่าของความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อ

9. ท่อปลายปิดหนึ่งด้าน เกิดการสั่นพ้องกับลำโพงที่มีความถี่ 2,400 เฮิรตซ์ เกิดคลื่นนิ่งของเสียงในท่อ ดังรูป



ความถี่มูลฐานที่จะทำให้เกิดการสั่นพ้องได้มีค่าเท่าใด (การประยุกต์ใช้)

- ก. 400 เฮิรตซ์                      ข. 800 เฮิรตซ์                      ค. 1,200 เฮิรตซ์  
 ง. 1,600 เฮิรตซ์                      จ. 2,000 เฮิรตซ์

10. ข้อใดคือวิธีการหาความถี่บีต ก. จำนวนครั้งที่ได้ทั้งยินเสียงดังและเสียงค่อยรวมกันในหนึ่งวินาที ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ  $f_b = |f_1 - f_2|$

ข. จำนวนครั้งที่ได้ทั้งยินเสียงดังและเสียงค่อยรวมกันในหนึ่งวินาที ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ  $f_b = |f_1 + f_2|$

ค. จำนวนครั้งที่ได้ยินเฉพาะเสียงดังหรือเฉพาะเสียงค่อยในหนึ่งวินาที ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ  $f_b = |f_1 - f_2|$

ง. จำนวนครั้งที่ได้ยินเฉพาะเสียงดังหรือเฉพาะเสียงค่อยในหนึ่งวินาที ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ  $f_b = |f_1 + f_2|$

จ. จำนวนครั้งที่ได้ยินเฉพาะเสียงดังหรือเสียงค่อย ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ  $f_b = |f_1 - f_2|$

11. เสียงบีตที่ได้ยินเป็นเสียงดังสลับกันเป็นจังหวะ ทุก ๆ ครึ่งวินาที จะความถี่เท่าใด

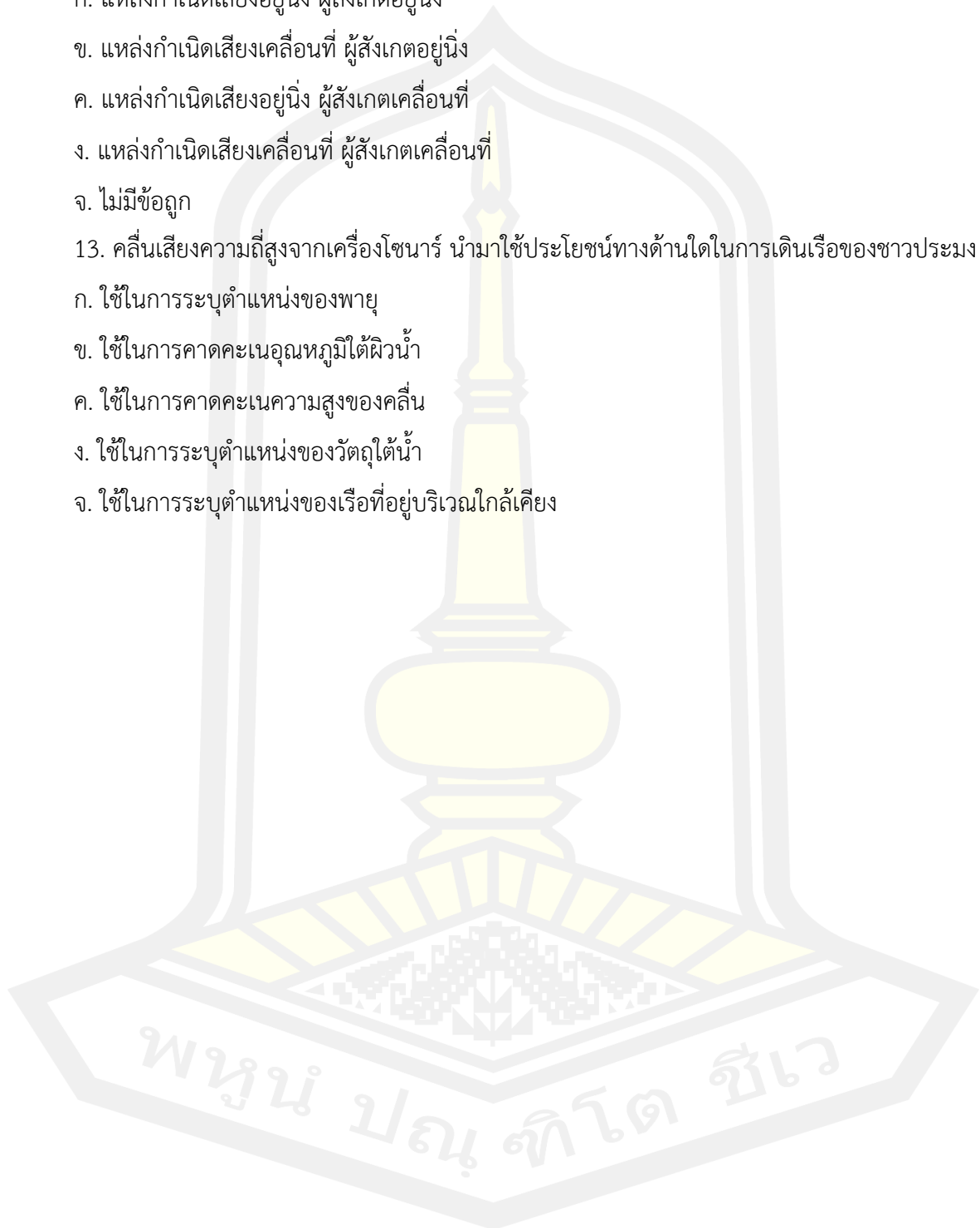
- ก. 1 เฮิรตซ์                      ข. 2 เฮิรตซ์                      ค. 15 เฮิรตซ์  
 ง. 30 เฮิรตซ์                      จ. 45 เฮิรตซ์

12. ข้อใดไม่ใช่เงื่อนไขในการเกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

- ก. แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตอยู่นิ่ง
- ข. แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้สังเกตอยู่นิ่ง
- ค. แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง ผู้สังเกตเคลื่อนที่
- ง. แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้สังเกตเคลื่อนที่
- จ. ไม่มีข้อถูก

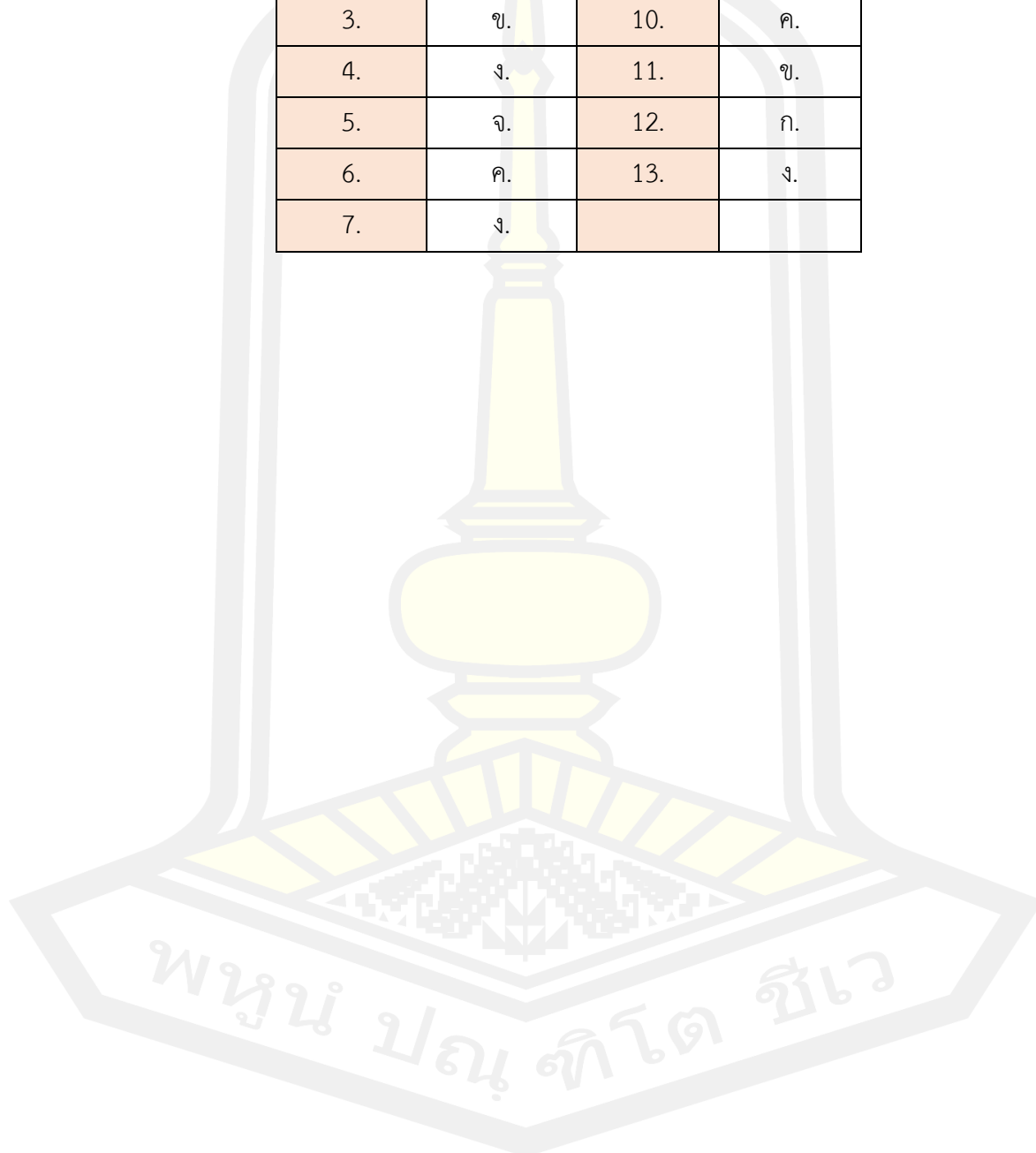
13. คลื่นเสียงความถี่สูงจากเครื่องโซนาร์ นำมาใช้ประโยชน์ทางด้านใดในการเดินเรือของชาวประมง

- ก. ใช้ในการระบุตำแหน่งของพายุ
- ข. ใช้ในการคาดคะเนอุณหภูมิใต้ผิวน้ำ
- ค. ใช้ในการคาดคะเนความสูงของคลื่น
- ง. ใช้ในการระบุตำแหน่งของวัตถุใต้น้ำ
- จ. ใช้ในการระบุตำแหน่งของเรือที่อยู่บริเวณใกล้เคียง



เฉลย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1.	ข.	8.	ค.
2.	ง.	9.	ข.
3.	ข.	10.	ค.
4.	ง.	11.	ข.
5.	จ.	12.	ก.
6.	ค.	13.	ง.
7.	ง.		





## แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

### คำชี้แจง

แบบวัดทักษะในการโต้แย้งฉบับนี้เป็นแบบวัดทักษะชนิดปลายเปิด ทั้งหมด 2 หน้า จำนวน 4 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นส่วนของข้อมูลประกอบ

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของคำถามในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ชนิดเขียนตอบ

**ตอนที่ 1** เสียงสะท้อนกลับจากการกระดกคลื่น ช่วยให้ผู้พิการทางสายตาปลอดภัยมากขึ้น

นักวิทยาศาสตร์พบวิธีที่จะช่วยให้ผู้พิการทางสายตาปลอดภัยจากการเดินชนสิ่งของรอบตัวได้มากขึ้น โดยการใช้ “เอคโคโลเคชั่น” ผู้พิการทางสายตาบางคนสามารถใช้ความสามารถพิเศษด้วยการใช้เอคโคโลเคชั่น (Echolocation) คือการหาตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุโดยคิดจากเวลาและทิศทางการสะท้อน เช่น เรดาร์และโซนาร์ เช่นเดียวกับค้างคาว ล่าสุด นักวิทยาศาสตร์เผยความเข้าใจในความสามารถเหล่านี้ ซึ่งช่วยผู้พิการทางสายตาเรียนรู้ทักษะใหม่ ๆ

ผลการศึกษายืนยันว่ามนุษย์สามารถระบุวัตถุด้วยความแม่นยำสูง ด้วยเสียงสะท้อนจากการกระดกคลื่น และรับรู้ความเปลี่ยนแปลงผ่านรูปแบบเสียงขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ บุคคลที่พิการทางสายตาตั้งแต่เกิดจะมีปฏิกิริยาต่อเสียงที่ว่องไว โดยใช้เสียงสะท้อนจากวัตถุผ่านกำแพงหรืออาคารเพื่อนำทางและป้องกันการเดินชนสิ่งต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ไม่มีปีมานี้ความสามารถในการรับรู้ของผู้พิการทางสายตาดำเนินขึ้นด้วยการใช้เสียงสะท้อนกลับนำทาง Daniel Kish ผู้พิการทางสายตาผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้เสียงสะท้อนกลับชาวอเมริกัน ผู้ใช้เทคนิคนี้ในการอธิบายสิ่งของรอบตัวอย่างแม่นยำไปจนถึงการปั่นจักรยาน

จากการทดลองล่าสุด โดยให้อาสาสมัครผู้พิการทางสายตา 8 คน ที่ใช้เอคโคโลเคชั่นในการนำทาง บอกตำแหน่งของแผ่นดิสก์ขนาด 17.5 เซนติเมตร ที่อยู่ห่างออกไป 1 เมตร ปรากฏว่าทุกคนบอกตำแหน่งแผ่นดิสก์ได้อย่างแม่นยำเมื่อแผ่นดิสก์อยู่ตรงหน้า แต่เมื่อนำไปไว้เฉียงออกไปอาสาสมัครกลับตอบถูกน้อยลงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และลดลง 50 เปอร์เซ็นต์เมื่อแผ่นดิสก์อยู่หลังพวกเขา แต่จากการสังเกต อาสาสมัครจะบอกตำแหน่งได้ถูกต้องมากขึ้น เมื่อนำวัตถุเข้าไปใกล้มากขึ้น แม้จะอยู่ข้างหลังพวกเขาก็ตามจากการศึกษาพบว่า ประเภทของการสะท้อนกลับเปลี่ยนแปลงเหมือนกับคลื่นโซนาร์ที่ค้างคาวใช้นำทาง อย่างไรก็ตาม การใช้เอคโคโลเคชั่น ควรใช้คู่กับไม้เท้าหรือสุนัขนำทาง ซึ่งจะช่วยให้ผู้พิการทางสายตาระมัดระวังตัวได้มากยิ่งขึ้น

ที่มา: workpointTODAY. วันที่ 28 ก.พ. 2561

ชื่อ.....ชั้นม.5/.....เลขที่.....

**ตอนที่ 2** การวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับข้อกล่าวอ้างที่ว่าการใช้เทคโนโลยีเอคโคโลเคชันสามารถนำทางให้ผู้พิการทางสายตาได้ และนักเรียนมีเหตุผลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานที่นักเรียนทราบ หรือประสบการณ์ของนักเรียนนำมาใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้ออ้างที่ 1 ของนักเรียนหรือไม่

.....

.....

.....

.....

3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นในข้อที่ 1 แตกต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้ง เพื่อให้เพื่อนมีความคิดเห็นตรงข้ามกับเราในตอนแรกให้คล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ 24 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ระดับ ทักษะ การ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
ดีมาก	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุนที่ น่าเชื่อถือ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถแสดง หลักฐานเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง 1 - 2 หลักฐาน ขึ้นไป และมี แหล่งข้อมูลที่ ชัดเจน	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง จากของตนที่เสนอ และให้เหตุผลใน การสนับสนุนได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ตรงตาม ประเด็น และให้ เหตุผลที่ทำให้ ความน่าเชื่อถือของ ฝั่งตรงข้ามลดลง ได้ 1 - 2 เหตุผล ขึ้นไป
ดี	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยที่เหตุผลนั้น แสดงอารมณ์ ความรู้สึกร่วมกับ เหตุผลที่น่าเชื่อถือ	สามารถแสดง หลักฐาน แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานการ อธิบายเหตุผล หรือ ให้ข้อมูลสนับสนุน เหตุผลให้น่าเชื่อถือ มากขึ้นหรือรวมทั้ง ประสบการณ์	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ และ ให้เหตุผลสนับสนุน ได้ แต่เหตุผลนั้น เป็นการแสดงออก ทางอารมณ์ ความรู้สึกร่วม	สามารถโต้แย้ง กลับได้ แต่เหตุผล นั้นไม่ทำให้ข้อ โต้แย้งนั้นมีความ น่าเชื่อถือลดลงได้
พอใช้	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน โดยเหตุผลนั้นแสดง	สามารถแสดง หลักฐานได้ แต่ หลักฐานนั้นเป็น หลักฐานที่เกิดจาก การแสดงความรู้สึกร่วม	สามารถระบุข้อ กล่าวอ้างที่แตกต่าง กับที่ตนเสนอ แต่ไม่ สามารถแสดง	สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ โดย เหตุผลนั้นเป็น การแสดงอารมณ์ และไม่ทำให้ข้อ

ระดับ ทักษะ การ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การระบุข้อกล่าว อ้างและเหตุผล สนับสนุน	การใช้หลักฐาน	การให้ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป	การใช้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ
	อารมณ์ในการตอบ เท่านั้น		เหตุผลที่น่าเชื่อถือ ได้	โต้แย้งนั้น มีความ น่าเชื่อถือลงได้
ปรับปรุง	สามารถบอกข้ออ้าง แต่ไม่สามารถระบุ เหตุผลสนับสนุน/ ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถแสดง หลักฐานในการ สนับสนุน/ไม่ตอบ คำถาม	ไม่สามารถระบุการ ให้ข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป	ไม่สามารถโต้แย้ง กลับไปได้ และ ไม่สามารถให้เหตุผล สนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ

ตารางที่ 25 เกณฑ์การประเมินภาพรวมระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ระดับทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
ดีมาก	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 13 – 16 คะแนน
ดี	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 10 – 12 คะแนน
พอใช้	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 7 – 9 คะแนน
ปรับปรุง	มีคะแนนรวมในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 4 – 6 คะแนน

ภาคผนวก จ ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



ตารางที่ 26 แสดงผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.77

ช่องสี่เทา หมายถึง ข้อสอบที่นำไปวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 27 แสดงผลค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.66	0.36	ใช้ได้
2	0.68	0.40	ใช้ได้
3	0.44	0.31	ใช้ได้
4	0.71	0.34	ใช้ได้
5	0.61	0.28	ใช้ได้
6	0.51	0.43	ใช้ได้
7	0.68	0.30	ใช้ได้
8	0.46	0.41	ใช้ได้
9	0.49	0.59	ใช้ได้
10	0.56	0.20	ใช้ได้
11	0.56	0.31	ใช้ได้
12	0.61	0.49	ใช้ได้
13	0.63	0.63	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่

ได้รับการคัดเลือกจากตารางที่ 26



ตารางที่ 28 แสดงผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

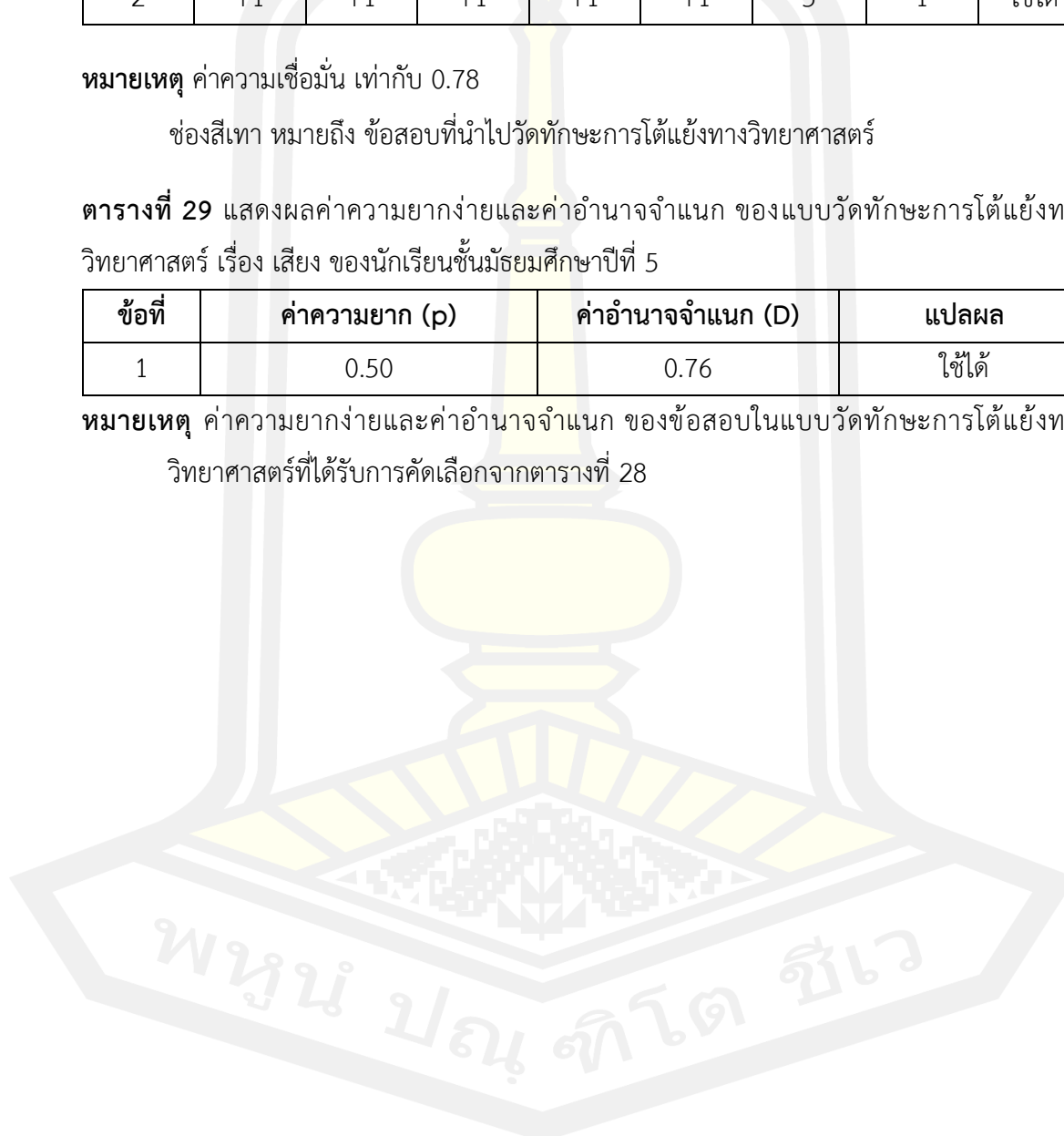
หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.78

ช่องสี่เหลี่ยม หมายถึง ข้อสอบที่นำไปวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 29 แสดงผลค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลผล
1	0.50	0.76	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการคัดเลือกจากตารางที่ 28





ตารางที่ 30 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนที่คณะกรรมการได้แจ้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เกณฑ์ข้อที่	องค์ประกอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ยระดับ ความเหมาะสมของ เกณฑ์	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผล สนับสนุน	5	5	4	5	4	23.00	4.60	เหมาะสม มากที่สุด
		5	5	4	5	4			
	การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	5	5	4	4	4	22.00	4.40	เหมาะสม มาก
		5	5	5	5	4			
2	การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผล สนับสนุน	5	5	4	5	4	23.00	4.60	เหมาะสม มากที่สุด
		5	5	3	5	4			
	การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	5	5	4	4	4	22.00	4.40	เหมาะสม มาก
		5	5	4	4	4			

เกณฑ์ข้อที่	องค์ประกอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ยระดับ ความเหมาะสมของ เกณฑ์	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	การใช้เหตุผลสนับสนุนในการ โต้แย้งกลับ	5	5	5	5	4	24.00	4.80	เหมาะสม มากที่สุด
	<b>เฉลี่ยรวม</b>	5.00	5.00	4.13	4.75	4.00	22.88	4.56	เหมาะสม มากที่สุด



ภาคผนวก ฉ คะแนนระหว่างเรียน และคะแนนหลังเรียน

**ตารางที่ 31** คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง เสี่ยง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 8

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน														สัดส่วนคะแนน		คะแนนรวม (100)				
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8			รวม			
	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)	ใบกิจกรรม (16)	แบบทดสอบย่อย (10)					
1	13	9	14	8	10	8	14	8	13	8	13	7	13	8	12	8	102.00	64.00	47.81	32.00	79.81
2	14	8	12	6	11	9	13	9	16	8	14	8	12	9	12	8	104.00	65.00	48.75	32.50	81.25
3	14	8	14	7	13	7	13	8	11	8	13	7	12	8	12	8	102.00	61.00	47.81	30.50	78.31
4	12	8	14	7	13	9	11	7	13	8	14	7	15	7	11	9	103.00	62.00	48.28	31.00	79.28
5	14	7	12	8	13	7	12	9	11	7	16	7	15	8	16	8	109.00	61.00	51.09	30.50	81.59
6	14	9	15	8	14	7	11	8	12	8	14	6	15	7	13	8	108.00	61.00	50.62	30.50	81.12
7	13	7	15	8	13	7	12	7	12	8	11	8	12	8	15	8	103.00	61.00	48.28	30.50	78.78
8	14	8	15	8	13	9	14	7	12	8	14	8	13	7	12	9	107.00	64.00	50.16	32.00	82.16
9	12	9	12	8	12	8	16	8	15	7	14	9	13	7	15	8	109.00	64.00	51.09	32.00	83.09

ปี	คะแนนระหว่างเรียน														สัดส่วนคะแนน		คะแนนรวม (100)				
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8			รวม			
	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	(128) ใบบอก (8)			(40) แบบทดสอบ (60)		
10	12	8	12	7	13	6	14	7	14	7	13	8	16	6	13	7	107.00	56.00	50.16	28.00	78.16
11	11	7	14	10	12	9	14	8	13	9	16	8	14	9	13	9	107.00	69.00	50.16	34.50	84.66
12	12	10	14	8	11	9	14	8	13	9	14	9	14	8	12	8	102.00	69.00	47.81	34.50	82.31
13	12	8	16	9	14	9	16	8	13	10	15	8	13	8	13	9	112.00	69.00	52.50	34.50	87.00
14	12	7	13	8	14	8	16	9	14	9	13	8	16	8	13	7	111.00	65.00	52.03	32.50	84.53
15	14	8	14	9	14	8	13	8	11	8	13	7	14	9	16	8	109.00	65.00	51.09	32.50	83.59
16	12	8	12	9	13	9	13	8	12	7	15	8	11	8	13	9	101.00	66.00	47.34	33.00	80.34
17	14	8	12	7	13	8	14	9	11	9	15	8	12	10	12	8	103.00	67.00	48.28	33.50	81.78
18	11	9	12	8	10	10	12	8	14	8	12	9	12	10	12	7	95.00	69.00	44.53	34.50	79.03
19	14	9	14	8	11	7	14	9	13	10	11	9	13	10	13	9	103.00	71.00	48.28	35.50	83.78
20	12	8	14	9	14	8	11	9	13	7	11	8	13	9	15	8	103.00	66.00	48.28	33.00	81.28

ปี	คะแนนระหว่างเรียน														สัดส่วนคะแนน		คะแนนรวม (100)				
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8			รวม			
	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ	(16) ใบบัณฑิต	(10) สอบ					
21	11	7	11	8	12	8	11	7	9	8	13	8	9	7	11	7	87.00	60.00	40.78	30.00	70.78
22	14	7	12	7	10	6	13	8	12	6	13	7	13	6	15	7	102.00	54.00	47.81	27.00	74.81
23	14	8	16	9	12	8	13	7	14	8	15	8	13	9	13	8	110.00	65.00	51.56	32.50	84.06
24	15	8	14	8	12	7	13	8	13	8	11	8	13	7	13	7	104.00	61.00	48.75	30.50	79.25
25	15	7	12	5	11	7	13	6	9	7	13	6	11	6	13	6	97.00	50.00	45.47	25.00	70.47
26	15	7	12	7	16	6	14	5	12	7	14	8	15	7	16	7	114.00	54.00	53.44	27.00	80.44
27	16	6	11	8	12	7	13	7	12	7	16	6	13	7	13	7	106.00	55.00	49.69	27.50	77.19
28	16	8	14	7	12	8	13	8	12	7	14	8	16	7	13	8	110.00	61.00	51.56	30.50	82.06
29	14	7	12	8	14	7	13	8	9	8	11	7	11	7	13	6	97.00	58.00	45.47	29.00	74.47
30	14	8	13	9	13	7	11	9	12	8	11	7	9	8	13	9	96.00	65.00	45.00	32.50	77.50
31	14	7	16	9	14	10	14	9	14	9	12	8	13	9	14	8	111.00	69.00	52.03	34.50	86.53

ชั้นเรียน	คะแนนระหว่างเรียน														สัดส่วนคะแนน		คะแนนรวม (100)				
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8			รวม			
	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	แบบทดสอบ (10)	(16) ใบบอก (10)	(8) แบบทดสอบ (128)					
32	12	8	14	8	13	10	16	8	12	9	16	9	13	9	14	8	110.00	69.00	51.56	34.50	86.06
33	14	7	13	8	14	8	11	8	9	8	12	8	11	8	11	6	95.00	61.00	44.53	30.50	75.03
34	13	7	11	8	13	8	14	7	14	8	12	9	16	8	16	7	109.00	62.00	51.09	31.00	82.09
35	13	7	11	6	13	8	11	8	11	7	12	8	15	7	13	8	99.00	59.00	46.41	29.50	75.91
36	13	6	12	6	14	7	11	7	11	6	12	6	13	7	13	6	99.00	51.00	46.41	25.50	71.91
37	14	8	12	6	14	7	11	8	11	8	12	7	13	7	11	7	98.00	58.00	45.94	29.00	74.94
38	12	6	11	7	13	6	14	7	11	7	11	6	11	8	13	6	96.00	53.00	45.00	26.50	71.50
39	16	8	14	8	11	7	13	7	12	8	11	9	14	9	14	8	105.00	64.00	49.22	32.00	81.22
40	12	8	13	9	13	7	11	7	12	9	11	8	13	8	11	8	96.00	64.00	45.00	32.00	77.00
$\bar{X}$	13.32	7.70	13.10	7.78	12.67	7.78	13.00	7.78	12.17	7.90	13.02	7.70	13.07	7.87	13.15	7.67	103.52	62.20	48.53	31.10	79.63
S.D.	1.36	0.88	1.46	1.05	1.32	1.10	1.52	0.89	1.60	0.93	1.63	0.91	1.73	1.07	1.44	0.92	5.92	5.33	2.77	2.66	4.29



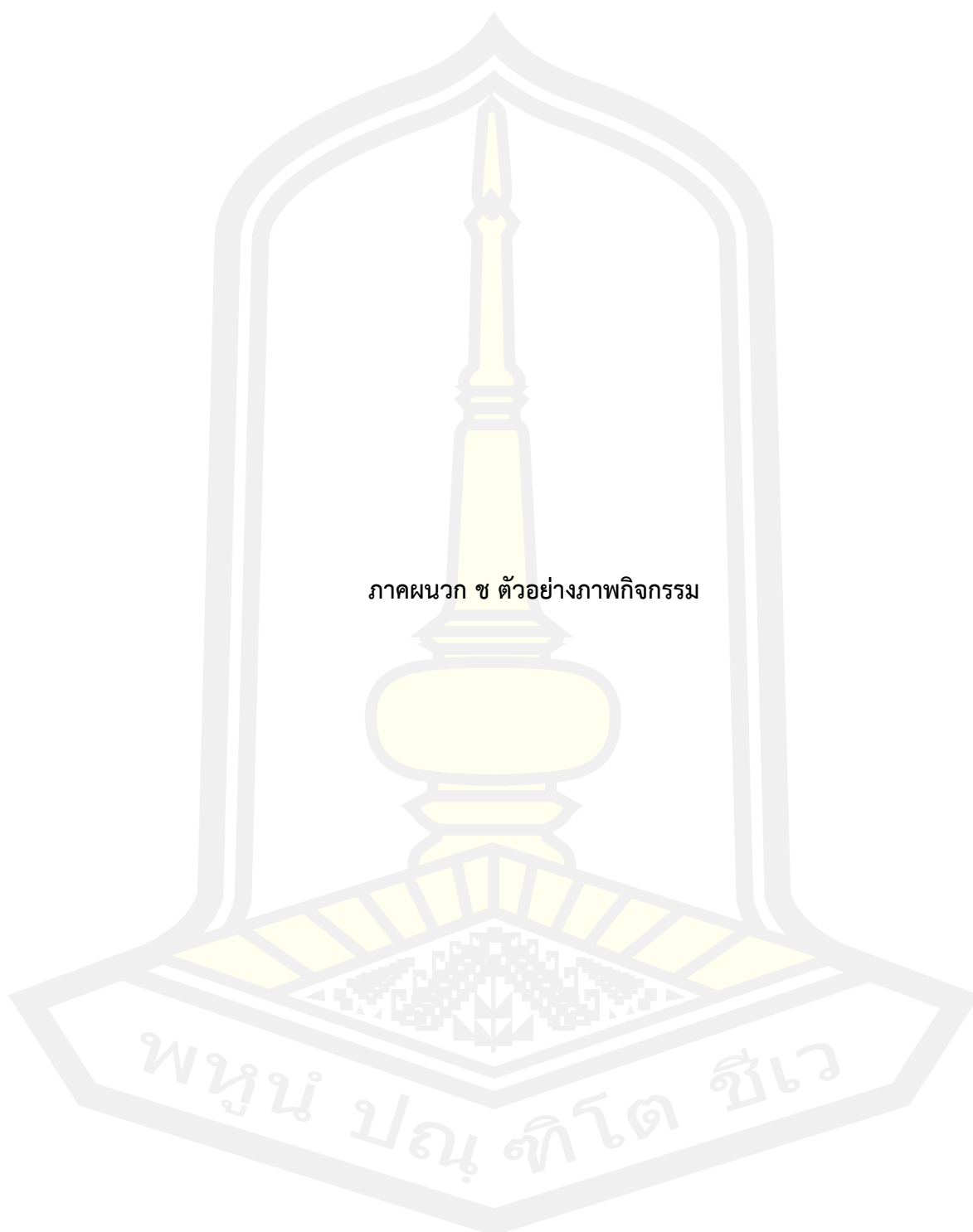


ตารางที่ 32 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง เสี่ยง

เลขที่	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50 : 50		
	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (13)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ (16)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ (50)	คะแนน รวม (100)
1	9.00	10.00	34.62	31.25	65.82
2	11.00	9.00	42.31	28.12	70.43
3	13.00	13.00	50.00	40.62	90.62
4	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77
5	10.00	11.00	38.46	34.37	72.83
6	10.00	11.00	38.46	34.37	72.83
7	12.00	12.00	46.15	37.50	83.65
8	10.00	14.00	38.46	43.75	82.21
9	9.00	13.00	34.62	40.62	75.24
10	8.00	10.00	30.77	31.25	62.02
11	11.00	11.00	42.31	34.37	76.68
12	12.00	14.00	46.15	43.75	89.90
13	10.00	9.00	38.46	28.12	66.58
14	10.00	11.00	38.46	34.37	72.83
15	11.00	12.00	42.31	37.50	79.81
16	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77
17	10.00	13.00	38.46	40.62	79.08
18	11.00	14.00	42.31	43.75	86.06
19	9.00	12.00	34.61	37.50	72.11
20	12.00	11.00	46.15	34.37	80.52
21	10.00	13.00	38.46	40.62	79.08
22	11.00	11.00	42.31	34.37	76.68
23	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77

เลขที่	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50 : 50		
	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (13)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ (16)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะ การโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ (50)	คะแนน รวม (100)
24	11.00	13.00	42.31	40.62	82.93
25	11.00	14.00	42.31	43.75	86.06
26	9.00	14.00	34.61	43.75	78.36
27	11.00	14.00	42.31	43.75	86.06
28	9.00	14.00	34.61	43.75	78.36
29	11.00	13.00	42.31	40.62	82.93
30	11.00	12.00	42.31	37.50	79.81
31	11.00	15.00	42.31	46.87	89.18
32	11.00	13.00	42.31	40.62	82.93
33	12.00	13.00	46.15	40.62	86.77
34	10.00	14.00	38.46	43.75	82.21
35	10.00	12.00	38.46	37.50	75.96
36	11.00	7.00	42.31	21.87	64.18
37	6.00	12.00	23.08	37.50	60.58
38	7.00	16.00	26.92	50.00	76.92
39	12.00	15.00	46.15	46.87	93.02
40	12.00	7.00	46.15	21.87	68.02
$\Sigma X$	420.00	491.00	1,615.38	1,534.37	3,149.76
$\bar{X}$	10.50	12.27	40.38	38.36	78.74
<i>S.D.</i>	1.45	1.99	6.24	6.25	8.17
%	80.77	76.72	80.77	76.72	78.74

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) = 78.74



ภาคผนวก ช ตัวอย่างภาพกิจกรรม

พหุบัณฑิตวิทยา

## ตอนที่ 2 ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของตน

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับข้อกล่าวอ้างที่ว่าการใช้เทคโนโลยีเอคโคโลเคชันสามารถนำทางให้ผู้พิการทางสายตาได้ และนักเรียนมีเหตุผลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน

เห็นด้วย เเมว เป็นเทคโนโลยีที่ดี และ ช่วยให้ผู้ใช้วีเอชได้วิงตนเอง  
แบบไม่ต้องใช้แว่นตาและตลอดเวลา แต่จะเหมาะสำหรับคนที่อยู่ในบ้าน  
เเมว ถ้าออกไปข้างนอก ประเทศไทยมีข้อจำกัดมากมาย จึงไม่ต้องเหมาะ

2. นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานที่นักเรียนทราบ หรือประสบการณ์ของนักเรียนนำมาใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้ออ้างที่ 1 ของนักเรียนหรือไม่

หากผู้ใช้เรดาร์และ โซนาร์ ของเคียววี่ ที่มีความแม่นยำ และ ยังนำมาทดสอบ  
กับผู้ใช้การทางสายตาจริง แล้วเห็นผลใช้งานได้จริง ผู้พิการสามารถรับรู้ได้ถึง  
สิ่งกีดขวาง ได้ดีขึ้นมากจริงๆ

3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นในข้อที่ 1 แตกต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร

ไม่เห็นด้วย เนื่องจากเหตุผลว่า ประเทศไทยไม่เหมาะสมกับเทคโนโลยีนี้  
และไม่สามารถใช้เทคโนโลยีนี้ได้ในประเทศไทย เนื่องจาก มีข้อจำกัดมากมาย  
เช่น ถนนที่ ไม่ได้เป็นมันราบ การสัญจรของประเทศไทยก็ไม่ใช่ระบบ

4. นักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้ง เพื่อให้เพื่อนมีความคิดเห็นตรงข้ามกับเราในตอนแรกให้คล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน

มดตัวข้อดี ว่ามีข้อได้บ้าง อย่างเช่น นำมาใช้ภายในบ้านตัวเอง หรือสถานที่ที่มีคนเคยชิน  
จะทำให้ใช้เทคโนโลยีนี้ได้ง่ายขึ้น และ ยังสามารถแบ่งเบาภาระผู้ดูแลไปได้บ้าง  
ในกรณีที่ผู้พิการทางสายตาดังกล่าว คนดังกล่าว และ จะสามารถดูแลตัวเองได้

ภาพประกอบที่ 5 ตัวอย่างคำตอบแบบวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (1)

ตอนที่ 2 ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของฉันท

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับข้อกล่าวอ้างที่ว่าการใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์สามารถนำทางให้ผู้พิการทางสายตาได้ และนักเรียนมีเหตุผลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน

เห็นด้วย เพราะสามารถพาผู้พิการทางสายตาสามารถช่วยเหลือตัวเองได้ทุกวัน  
และคิดว่ามันเป็นนวัตกรรมที่ปลอดภัย และสามารถพัฒนาต่อไปในอนาคต

2. นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานที่นักเรียนทราบ หรือประสบการณ์ของนักเรียนนำมาใช้ในการสนับสนุน และยืนยันเหตุผลในข้ออ้างที่ 1 ของนักเรียนหรือไม่

- ผลการศึกษาชิ้นนี้สนับสนุนว่าผู้พิการทางสายตาสามารถใช้เสียงสั่งการรถจักรยานยนต์ได้  
- Daniel Kish ผู้พิการทางสายตาได้เดินทางทั่วโลกโดยใช้เสียงสั่งการรถจักรยานยนต์  
เทคโนโลยีที่ใช้การสั่งการรถจักรยานยนต์ไปจนถึง การบินจักรวาล

3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นในข้อที่ 1 แตกต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร

1. สภาพแวดล้อม ถนน ฟ้าหนาท ๑๑๑๑. ขั้วไม่เหมาะสมกับนวัตกรรมนี้ ถนนหลุม  
ฟุตบาทมีลักษณะต่าง  
2. คนปกติหรือคนที่อยู่ในที่สาธารณะบางคน อาจจะไม่ทราบถึงกฎจราจรหรืออื่นๆ  
อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้พิการทางสายตาได้

4. นักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้ง เพื่อให้เพื่อนมีความคิดเห็นตรงข้ามกับเราในตอนแรกให้คล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน

- นวัตกรรมสามารถพัฒนาและปลอดภัยได้  
- ผู้พิการทางสายตาสามารถเรียนรู้ทักษะใหม่ได้เหมือนกับคนปกติ  
- ช่วงนี้ผู้พิการทางสายตามีความปลอดภัย และความสะดวกในชีวิตมากขึ้น

ภาพประกอบที่ 6 ตัวอย่างคำตอบแบบวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวศุทธิณี มณีทัฬห
วันเกิด	10 พฤษภาคม 2540
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.มหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	100 หมู่ 3 ต.หนองแสน อ.วาปีปทุม จ.มหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสารคามพิทยาคม อ.เมือง จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2562 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาฟิสิกส์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2565 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ตามหลักสูตรมหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว