

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอลาส  
เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วรรณิ์ สมบัติมั่นคง

การศึกษาอิสระเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์

มีนาคม 2560

มหาวิทยาลัยพะเยา

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

คณะกรรมการสอบการศึกษาอิสระ อาจารย์ที่ปรึกษา และคณบดี คณะ  
วิทยาศาสตร์ได้พิจารณาการศึกษา เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการ  
เรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์ ของมหาวิทยาลัยพะเยา



(ผศ.ดร. ปิยชนน์ เกษสุวรรณ)

(ประธานกรรมการ)



(ว่าที่ร้อยตรี มนัส ภูทวี)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา



(ผศ.ดร. ไหวจน์ งามสะอาด)

(กรรมการ)

.....  
(รองศาสตราจารย์ปรียานันท์ แสนโชนัน)

(คณบดีคณะวิทยาศาสตร์)

มีนาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

## กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ว่าที่ร้อยตรี มนัส ภูทวี อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา คำเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และทำการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัย ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์กฤษดา เหลืองทองคำ ที่ให้ความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ในการทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ พร้อมทั้งได้ให้คำแนะนำในการจัดทำเครื่องมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยาทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ หากมีสิ่งใดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และหวังว่างานวิจัยครั้งนี้คงเป็นประโยชน์ไม่มากนักน้อยสำหรับผู้สนใจศึกษา

วรวิวัฒน์ สมบัติมั่นคง

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
<b>ผู้ศึกษาค้นคว้า</b>	วรวัฒน์ สมบัติมั่นคง
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ว่าที่ร้อยตรี มนัส ภูทวี
<b>วิทยาศาสตร์บัณฑิต</b>	สาขา ฟิสิกส์
<b>คำสำคัญ</b>	เทคนิคแอทลาส และแผนการจัดการเรียนรู้

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อศึกษาประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยาปีการศึกษา 2559 จำนวน 34 คน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอทลาส วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย t-test dependent

**สรุปผลการวิจัยพบว่า** 1). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนพบว่า หลังเรียน ( $\bar{X}=8.21$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X}=6.18$ ) ที่นัยสำคัญทางสถิติ 0.05 2). ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ 3). ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

<b>Title</b>	The development of lesson plans based using Active Teaching and Learning Approach in Science on superposition of wave and reflection of Mathayom-5
<b>Author</b>	Worawat Sombatmankhong
<b>Advisor</b>	Manus Poothawee
<b>Bachelor of science</b>	Program in Physic
<b>Keyword</b>	Active Teaching and Learning Approach in Science, Lesson learning based

### ABSTRACT

The purposes of this research were to: 1) compare the achievement before and after learning, using Active Teaching and Learning Approach in Science. 2) Evaluate student's learning progress and 3) to study the students' satisfaction toward of science learning activities superposition of wave and reflection by Using Active Teaching and Learning Approach in Science. Research sample were 34 grade 11 student's in the second semester, academic year 2016 form Demonstration School, University of Phayao or DESUP.

The result were as follow: 1) comparison of pre-test, it was found that the post-test( $\bar{x}=8.21$ ) result showed statistically significant higher difference than pre-test( $\bar{x}=6.18$ ) result of the levels of 0.05. 2) The evaluation result of learning progress by the method average normalized gains was in a low progress level. And 3) The students' satisfaction toward of science learning activities superposition of wave and reflection by Using Active Teaching and Learning Approach in Science is in high level.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
บทคัดย่อ.....	ค
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	7
2. เทคนิคแอทลาส.....	10
3. การเรียนรู้แบบ Active Learning.....	13
4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	19
5. เครื่องมือในงานวิจัย.....	24
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....</b>	<b>33</b>
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	33
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	33
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	34
4. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	34
5. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	41
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	44
 <b>บทที่ 4 ผลการดำเนินการศึกษา .....</b>	 <b>49</b>
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
 <b>บทที่ 5 บทสรุป .....</b>	 <b>56</b>
สรุปผลการวิจัย .....	56
อภิปรายผลการวิจัย .....	57
ข้อเสนอแนะ.....	59
 <b>บรรณานุกรม.....</b>	 <b>60</b>
 <b>ภาคผนวก .....</b>	 <b>62</b>
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....	63
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. ....	65
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	109
ภาคผนวก จ ภาพประกอบการจัดกิจกรรม .....	136
 <b>ประวัติผู้วิจัย.....</b>	 <b>138</b>

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 1 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ที่กระตือรือร้นกับการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้.....	15
ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลการวิเคราะห์ ความแตกต่างของ คะแนนการทดสอบก่อนและหลังการใช้แผนการ จัดการเรียนรู้ .....	51
ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 จำนวน 34 คน .....	52
ตาราง 4 แสดงผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการ เรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่น และการสะท้อน.....	54
ตาราง ค. 1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการ ช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน .....	110
ตาราง ค. 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ .....	112
ตาราง ค. 3 ผลการวิเคราะห์ การหาค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบเรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน.....	120
ตาราง ค. 4 แสดงการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน .....	122
ตาราง ค. 5 แสดงข้อมูลและการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของการทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้.....	127
ตาราง ค. 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเรียนรู้...	129



## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง

หน้า

ตาราง ค. 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5.2.....	132
ตาราง ค. 8 ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอท ลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน.....	134



## สารบัญภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 1 ส่วนประกอบของคลื่น.....	20
รูปที่ 2 การซ้อนทับแบบเสริม.....	22
รูปที่ 3 การซ้อนทับแบบหักล้าง.....	22
รูปที่ 4 การสะท้อนของคลื่น.....	23
รูปที่ 5 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนรู้.....	36
รูปที่ 6 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	38
รูปที่ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค แอสทาส.....	40
รูปที่ 8 กราฟแสดงร้อยละเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรายข้อ.....	50
รูปที่ 9 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนหลังการ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้.....	51
รูปที่ 10 แสดงการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียน.....	136
รูปที่ 11 แสดงการเกริ่นนำก่อนการทำกิจกรรม.....	136
รูปที่ 12 แสดงการวางแผนการศึกษาของนักเรียน.....	137
รูปที่ 13 แสดงการศึกษาทดลองการซ้อนทับของคลื่นของนักเรียน.....	137

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นสิ่งพื้นฐานที่พัฒนามนุษย์และเป็นเครื่องชี้นำสังคม ผู้ที่ได้รับการศึกษาจึงเป็นบุคคลที่มีคุณภาพ และเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนากระบวนการคิดและวิเคราะห์ ทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล และมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายที่เป็นที่รู้จักและสามารถตรวจสอบได้ มนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และอย่างมีเหตุผล

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย และเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับ สสาร และ พลังงาน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสสารกับพลังงาน รวมทั้งเป็นความรู้พื้นฐานที่นำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับการผลิต และเครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ ในการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นสิ่งที่หนึ่งที่ทำให้ผู้คนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง อันเนื่องจากการถ่ายทอดความรู้หรือการอธิบาย ถ้าผู้สอนไม่มีความเข้าใจที่ถูกต้องย่อมทำให้ผู้รับข้อมูลนั้นก็อาจเกิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องและถ่ายทอดความรู้ไปยังบุคคลอื่น ทั้งที่ยังเป็นความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องต่อไป

ในการเรียนการสอนการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตเห็นได้หากได้ทำการทดลองตามอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมเหมาะสม หากไม่ได้ทำการทดลองอาจทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ซึ่งเป็นเนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นรูปแบบการส่งเสริม การสร้างทักษะ การคิดหาอย่างมีเหตุผล การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในรายวิชาฟิสิกส์ได้อย่างเหมาะสม

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ภายหลังจากการเรียนโดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน นักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูง

## ขอบเขตของการวิจัย

### ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากร

1. นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 382 คน

#### กลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ความก้าวหน้าทางการเรียนและความพึงพอใจของการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 34 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

### ขอบเขตด้านเนื้อหาและระยะเวลา

1. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า โดยดำเนินการศึกษาปีการศึกษา 2559
  - 2.1 เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จำนวน 2 ภาคการศึกษา
  - 2.2 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 2 ชั่วโมง

### ขอบเขตด้านตัวแปร

1. **ตัวแปรต้น** (Independent variable) จัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. **ตัวแปรตาม** (Dependent variable) ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน
  - 2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้น (Class normalized gain)
  - 2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอทลาส

## นียมศัพท์เฉพาะ

1. **ประชากร** หมายถึง นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2559 และนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2559

2. **การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน** คือ เมื่อคลื่น 2 ขบวนผ่านมาในบริเวณเดียวกัน มันจะรวมกัน โดยอาศัยหลักการซ้อนทับของคลื่น ( Superposition principle) การซ้อนทับกันมี 2 แบบ คือแบบเสริม และแบบหักล้าง การสะท้อนของคลื่นเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญประการหนึ่งของคลื่น ถือได้ว่าเป็นสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ โดยคลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า คลื่นตกกระทบ และคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่าคลื่นสะท้อน

3. **เทคนิคแอทลาส (ATLAS : Active Teaching and Learning Approaches in Science)** หมายถึงเทคนิคการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งครูผู้สอนและนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยที่ครูผู้สอนจะเป็นผู้นำในการเสนอเนื้อหาบทเรียนหรือเสนอปัญหาแล้วให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ แสวงหาคำตอบหรือข้อสงสัยโดยใช้กิจกรรมการอภิปรายกลุ่ม เกมการอ่านที่กระตือรือร้น การทำงานกลุ่มและการเรียนแบบร่วมแรงร่วมใจ แล้วนำเสนอความรู้หรือความคิดออกมาเป็นผลงานในรูปแบบการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ตามแนวของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นตอนของการเตรียมอุปกรณ์ เตรียมสถานที่ อาจเป็นในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือนอกอาคาร เป็นการเตรียมการของผู้สอนและผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการกล่าวนำสั้น ๆ (Briefing) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนกล่าวนำ และให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ หรือลงมือทำในขั้นนี้ผู้สอนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนเข้าใจวิธีการปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละคนได้ลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมในขั้นนี้ผู้สอนต้องสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุป (Debriefing) เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจ มีการสรุปประเด็นสาระและสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้หากมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกิดขึ้นผู้สอนต้องแก้ไขความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องให้ถูกต้อง โดยที่ผู้สอนอาจตั้งคำถามกับผู้เรียนให้เชื่อมโยงไปนอกเหนือสาระที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมได้

ขั้นที่ 5 Follow-Up (ขั้นกิจกรรมหลังการปฏิบัติ) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อทบทวนความเข้าใจและความรู้ที่ได้รับ

**4.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน

**5.ความก้าวหน้าทางการเรียน** การวัดคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร Normalized gain หรือ  $\langle g \rangle$  โดยหาความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล

### ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลของการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสลาส เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางพัฒนารูปแบบการสอนให้มีประสิทธิภาพและเป็นแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้

2. ทำให้ทราบถึงความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสลาส เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนและประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนหลังจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอทลาส เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 วิสัยทัศน์
  - 1.2 หลักการ
  - 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
  - 1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
  - 1.5 มาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.6 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เทคนิคแอทลาส
  - 2.1 ความหมายของเทคนิคแอทลาส
  - 2.2 กระบวนการของเทคนิคแอทลาส
3. การเรียนรู้แบบ Active Learning
4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
  - 4.1 การซ้อนทับของคลื่น
  - 4.2 การสะท้อนของคลื่น
5. เครื่องมือในการวิจัย
  - 5.1 แบบทดสอบ



## 5.2 แบบประเมินความพึงพอใจ

### 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

##### 1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

##### 1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

### 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ใน

การดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

#### 1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้

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

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

#### 1.5 มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและหุบปัญหา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

## 1.6 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ความรู้ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ดังนี้

สาระที่ 5 งานและพลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

## 2. เทคนิคแอทลาส

### 2.1 ความหมายของเทคนิคแอทลาส

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2546, หน้า 1)(อ้างอิงใน ปัทมา กุ์สวาสดี, 2553, หน้า 25)ได้ให้ความหมายของเทคนิคแอทลาสไว้ว่า Active Teaching and Learning Approaches in Science (ATLAS)เป็นชื่อหนังสือเล่มหนึ่งของคอลลินส์ เอ็ดดูเคชันนัล ที่

พิมพ์ขึ้นเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2535 โดยศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยเซฟฟีลด์ฮาลล์ม หนังสือเขียนขึ้นโดย ศาสตราจารย์บิล ฮารีสันที่มีนักรศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และครู อาจารย์ระดับแนวหน้าของสหราชอาณาจักร Active Teaching and Learning Approaches in Science หรือ ATLAS เป็นเทคนิคการเรียนการสอนที่ผู้สอนมีความกระตือรือร้นที่จะสอนและ ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและพอใจที่จะเรียนรู้ เทคนิคการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และให้ความสำคัญต่อการจัดชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นหา ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะในการใช้ความคิดสร้างสรรค์และการใช้ วิจารณ์ญาณพิจารณาไตร่ตรอง มองปัญหาต่าง ๆ เทคนิคส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน สร้าง โอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้ มีความเข้าใจ และพัฒนาทักษะ ในการสืบหาข้อเท็จจริง และการ ทดลองรวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสารและการนำเสนอความรู้ หรือความคิดสู่ผู้อื่นให้เข้าใจ ได้ เทคนิคการเรียนการสอนดังกล่าวนี้เน้นที่ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้แสวงหาคำตอบหรือข้อ สงสัย รู้จักใช้วิจารณ์ญาณคิด รู้จักแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้สามารถแสดงความคิด ออกมาเป็นผลงาน และมีการนำเสนอความคิด และผลงานต่าง ๆ ตัวอย่างของเทคนิคการเรียน การสอนแบบแอทลาส คือ การอ่านที่แสดงออกถึงความเข้าใจได้ การเขียนอย่างสร้างสรรค์ การจัดแสดง การระดมสมอง การอภิปรายกลุ่ม การแสดงบทบาทสมมติ การสร้างสถานการณ์ จำลองกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม รวมถึงการทดลองที่ผู้เรียน มีโอกาสออกแบบ และวางแผนการทดลองเอง การสัมภาษณ์การออกรายการวิทยุ

การสร้างโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้เองและเป็นเจ้าของหรือมีส่วนเป็นเจ้าของผลงาน เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนแบบแอทลาส การใช้เทคนิคนี้ในชั้นเรียน ผู้สอนจึงเปลี่ยน บทบาทจากการเป็นผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้ที่ส่งเสริมและให้กำลังใจผู้เรียนในการเรียนรู้และ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองหรือโดยกลุ่ม ผู้สอนจำเป็นต้องมีทักษะในการใช้คำถามช่วยผู้เรียน รวมทั้งการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน แสดงออกซึ่งความคิด และผู้สอนให้คุณค่าต่อ ความคิด และผลงานของผู้เรียนรวมทั้งการติดตามดูแลความเข้าใจ และการใช้ประโยชน์จาก การเรียนรู้ การใช้เทคนิคแอทลาสมีกระบวนการ ผู้สอนที่ใช้เทคนิคนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะ ช่วยพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมาก เทคนิคนี้สามารถช่วยให้ ผู้เรียนที่ไม่สนใจวิทยาศาสตร์หันมาเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความสุข และมีความเข้าใจได้ ง่ายขึ้นและผู้ทีสนใจอยู่แล้วก็จะมีพัฒนาการทางความคิดมากขึ้น

## 2.2 กระบวนการของเทคนิคแอทลาส

ปัทมา ภูสวาสดี(2553, หน้า 27) ได้กล่าวไว้ว่ากระบวนการของเทคนิคแอทลาสไว้ว่ามี 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นตอนของการเตรียมอุปกรณ์ เตรียมสถานที่ อาจเป็นในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือนอกอาคาร เป็นการเตรียมการของผู้สอนและผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการกล่าวนำสั้น ๆ (Briefing) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนกล่าวนำ และให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ หรือลงมือทำในขั้นนี้ผู้สอนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนเข้าใจวิธีการปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละคนได้ลงมือปฏิบัติตามกิจกรรม ในขั้นนี้ผู้สอนต้องสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุป (Debriefing) เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจ มีการสรุปประเด็นสาระและสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้หากมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกิดขึ้นผู้สอนต้องแก้ไขความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องให้ถูกต้อง โดยที่ผู้สอนอาจตั้งคำถามกับผู้เรียนให้เชื่อมโยงไปนอกเหนือสาระที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมได้

ขั้นที่ 5 Follow-Up (ขั้นกิจกรรมหลังการปฏิบัติ) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อทบทวนความเข้าใจและความรู้ที่ได้รับ

### 3. การเรียนรู้แบบ Active Learning

สิริพร ปาณาวงษ์(ม.ป.ป., บทนำ)Active Learning หรือใช้คำย่อว่า AL ในการเขียนต่อไปนี้เป็นแนวคิดค่อนข้างใหม่ในการปฏิรูประบบการศึกษาแบบเดิมที่เน้นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนโดยตรง โดยอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป นำวิธีการสอน เทคนิคการสอนที่หลากหลายมาใช้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรม กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน ดังนั้น AL จึงถือเป็นการจัดการเรียนการสอนประเภทหนึ่ง que ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน

ปรีชาญ เดชศรี (2545, หน้า 53)(อ้างอิงใน ปัทมา ภู่วาสดี, 2553, หน้า 27)ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้แบบ Active Learningไว้ว่า การเรียนรู้แบบ Active Learning หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบและปฏิบัติ เพื่อพัฒนาเชาว์ปัญญา เช่น การคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์วิจารณ์หรือการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เพื่อแทนที่การเรียนการสอนที่ครูบอกเล่าให้นักเรียนได้ฟังเพียงด้านเดียว การเรียนรู้ด้วยวิธี Active Learning อาจเกิดขึ้นได้ทั้งการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เป็นคู่ เป็นกลุ่มหรืออาจทั้งห้องเรียนก็ได้

#### ลักษณะของ Active Learning

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (ม.ป.ป.)(อ้างอิงใน สิริพร ปาณาวงษ์, ม.ป.ป., หน้า 2) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ดังนี้

1. เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา การแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
2. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
3. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน



5. ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ

6. เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็น ผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นทักษะการคิดขั้นสูง

8. เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูล, ข่าวสาร, สารสนเทศ, และหลักการสู่การสร้างความคิดรวบยอดความคิดรวบยอด

9. ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง

10. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน ธรรมชาติของการเรียนรู้แบบ Active Learning

Meyers and Jones (1993, p.6) (อ้างอิงใน ปัทมา ภูสวาสดี, 2553, หน้า 28) กล่าวเกี่ยวกับธรรมชาติของการเรียนรู้แบบ Active Learning ไว้ว่า หลักการสำคัญของการเรียนรู้ จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ประการได้แก่ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก เกี่ยวกับการได้พูด(Talk) ได้ฟัง(Listen) ได้อ่าน(Read) ได้เขียน (Write) และได้สะท้อน (Reflect) ความรู้สึกความคิดเห็นจากความรู้ ที่นักเรียนได้รับไปแล้วซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bonwell ซึ่งกล่าวว่าสรุปได้ว่า ธรรมชาติของการเรียนรู้แบบActive Learning ประกอบด้วยลักษณะสำคัญต่อไปนี้ 1) เป็นการเรียนรู้ ที่มุ่งลดการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนให้น้อยลง และพัฒนาทักษะให้เกิดกับผู้เรียน 2) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยลงมือกระทำมากกว่านั่งฟังเพียงอย่างเดียว 3) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อ่าน อภิปรายและเขียน 4) เน้นการสำรวจเจตคติและคุณค่าที่มีอยู่ในผู้เรียน 5) ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดระดับสูงในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผลการนำไปใช้และ 6) ทั้งผู้เรียนและผู้สอนรับข้อมูลป้อนกลับจากการสะท้อนความคิดได้อย่างรวดเร็ว

Shenker ,Goss and Bemstein (1996, p.1) (อ้างอิงใน ปัทมา ภูสวาสดี, 2553, หน้า 29) กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้แบบ Active Learning ต้องการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทบาทการเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการรับความรู้หรือทักษะใหม่ ๆ มาใช้โดยเป็นผู้รับฝ่ายเดียว สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง และนำไปสู่การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตนกำลังทำอยู่ เป็นการเรียนรู้ที่มีคุณค่า นำตื่นเต้น สนุกสนานท้าทายความรู้ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน



นอกจากนี้ Brades and Ginnis (อ้างอิงใน ปัทมา ภู่วาสดี, 2553, หน้า 29) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ แบบ Active Learning ในฐานะการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสรุปความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้ที่กระตือรือร้นกับการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ฝ่ายเดียว(Passive Learning)ไว้ดังนี้

**ตาราง 1 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น กับการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้**

การเรียนรู้ที่กระตือรือร้น	การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้
- เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	- เป็นการสอนรวมทั้งชั้น
- เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม	- เน้นการบรรยายจากผู้สอน
- เน้นการร่วมมือกันระหว่างผู้เรียน	- เน้นการแข่งขัน
- ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน	- ผู้สอนรับผิดชอบการเรียนรู้ของผู้เรียน
- ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะประสบการณ์ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้	- ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและจัดเนื้อหาเองทั้งหมด
- ผู้เรียนเป็นเจ้าของความคิดและการทำงาน	- ผู้สอนเป็นผู้ใส่ความรู้ลงในสมองของผู้เรียน
- เน้นทักษะ การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา	- เน้นความรู้ในเนื้อหาวิชา
- ผู้เรียนมีวินัยในตนเอง	- ผู้สอนเป็นผู้วางแผนหลักสูตรแต่ผู้เดียว
- ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนหลักสูตร	- ผู้สอนเป็นผู้วางกฎระเบียบวินัย
- ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น	- ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ที่ผู้สอนถ่ายทอดเพียงอย่างเดียว
- ใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย	- จำกัดวิธีการเรียนรู้และกิจกรรม

ที่มา : Brades and Ginnis (อ้างอิงใน ปัทมา ภู่วาสดี, 2553, หน้า 29)

## ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบ Active Learning

Bonwell and Eicson (1991) (อ้างอิงใน ปัทมา ภู่วาสดี, 2553, หน้า 29) ได้กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้ แบบ Active Learning เป็นการเรียนรู้ ที่พัฒนาทักษะความคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินข้อมูลในสถานการณ์ใหม่ได้ดี ในที่สุดจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถขึ้นนำตลอดชีวิต ในฐานะผู้ฝึกฝน การเรียนรู้

Bonwell and Eicson (1991) ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษาแห่งบัฟฟาโล (Buffalo Educational Technology Center, 2001) และ Salemi (2001) (อ้างอิงใน ปัทมา ภู่วาสดี, 2553, หน้า 29) ได้สรุปประโยชน์ของการเรียนรู้แบบ Active Learning ไว้อย่างสอดคล้องกัน ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจใหม่ในทศวรรษที่สอนอย่างลึกซึ้งและถูกต้อง เกิดความคงทน

และการถ่ายโยงความรู้ได้ดีการเรียนรู้อย่าง Active Learning ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมที่มีความสนุกท้าทาย และเร้าใจให้ติดตามอยู่เสมอ มีโอกาสใช้เวลาสร้างความคิดกับงานที่ลงมือกระทำมากขึ้นสามารถใช้มโนทัศน์ที่สำคัญในการแก้ปัญหา พัฒนาคำตอบของตนเองบูรณาการและพัฒนา มโนทัศน์ที่กำลังเรียนอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดความเข้าใจใหม่ในทศวรรษอย่างชัดเจน มีความสามารถ และทักษะทั้งในเชิงความคิด และเทคนิควิธีที่จะใช้ปฏิบัติงาน และแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2. ทั้งผู้เรียนและผู้สอนได้รับประโยชน์จากข้อมูลป้อนกลับผู้เรียนสามารถแก้ไข และปรับความเข้าใจในทศวรรษที่คลาดเคลื่อนได้ทันทีจากการเรียนรู้แบบ Active Learning เพราะได้ใช้มโนทัศน์พูดคุยและเขียนสื่อสารซึ่งกันและกัน วิจัยกันได้แย่งระหว่างเพื่อนและผู้สอนนอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถจัดระบบการคิด และสร้างวินัยต่อกระบวนการแก้ปัญหา รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและรู้ว่าสิ่งที่เรียนนั้นคืออะไร

3. ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากแบบการสอนที่หลากหลายการเรียนรู้อย่าง Active Learning ทำได้ดีในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนทั้งเก่ง และอ่อน โดยผู้สอนใช้วิธีการที่แตกต่างกันเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเข้าใจ และสามารถมอบหมายให้ผู้เรียนที่เรียนได้เร็วกว่าอธิบายความเข้าใจให้เพื่อนฟังเป็นการสอนโดยเพื่อนช่วยเพื่อน

4. ส่งเสริมเจตคติทางบวกต่อการเรียนการเรียนรู้อย่าง Active Learning ช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับเจตคติผู้เรียนต่อการเรียนรู้ได้ ถึงแม้จะสอนในชั้นเรียนขนาดใหญ่ เนื่องจากผู้เรียน

ได้รับความพอใจจากเนื้อหาและแบบฝึกหัดที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ทำให้เห็นความสำคัญ เกิดความพยายามและความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้มากขึ้นอันเนื่องจากการเห็นคุณค่าของการลงมือปฏิบัติจริง

5. ผู้เรียนได้ประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนกับเพื่อนผู้เรียนมีโอกาสตั้งคำถามตอบโต้ วิพากษ์วิจารณ์ และชื่นชมการทำงานที่มีวิธีการและมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละคน และแต่ละกลุ่ม สร้างความท้าทาย จูงใจทั้งผู้เรียนและผู้สอนให้สนุกสนาน นำตื่นเต้น ผู้เรียนพัฒนาประสบการณ์ทางสังคม และได้เรียนรู้วิธีการเรียนด้วยตนเองสามารถปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี มีมนุษยสัมพันธ์อันดีต่อกัน

### แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning

อุปสรรคต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ ที่กระตือรือร้นอาจเกิดจากหลายสาเหตุ อาทิเช่นความเคยชินกับการสอนแบบเดิมของทั้งผู้สอนและผู้เรียน ความไม่พร้อมของผู้เรียน ที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เนื่องจากข้อผูกมัดในเรื่องเวลาที่ต้องปฏิบัติงาน และประชุมกลุ่ม ลักษณะและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชอบแยกตัวจากเพื่อนหรือมีนิสัยขี้อาย ตลอดจนประเด็นปัญหาจากกิจกรรมของผู้สอน

(Shenker , Goss and Bernstein, 1996 ; Hartel, 2002) (อ้างอิงใน ปัทมา ภู่วาสดี, 2553, หน้า 31) ดังนั้นการเรียนรู้แบบ Active Learning จึงต้องการการวางแผนล่วงหน้าอย่างดี ประกอบด้วย กระบวนการที่ละเอียด ลึกซึ้งและประณีต รัดกุมมากกว่าการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นฝ่ายรับศูนย์ความเป็นเลิศด้านการสอนของมหาวิทยาลัยแคนซัส(Center for Teaching Excellence University of Kansas, 2002, pp.1 – 3 ; Drake, 2003, pp.1 – 3) ได้กำหนดแนวการเรียนรู้แบบ Active Learningหรือการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในชั้นเรียน ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนเป็นผู้ชี้นำผู้เรียนการเรียนรู้เริ่มต้นจากความรู้เดิมของผู้เรียน ไม่ใช่ความรู้ของผู้สอน ผู้สอนมีหน้าที่รับผิดชอบในการส่งเสริมและกระตุ้นแรงจูงใจของผู้เรียน สนับสนุนและวินิจฉัยการเรียนรู้ ของผู้เรียนโดยต้องปฏิบัติต่อผู้เรียนอย่างให้เกียรติและเท่าเทียมกัน ให้การยอมรับและสนับสนุนความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดมุ่งหมายผู้สอนเป็นผู้จัดหาจุดมุ่งหมายที่สำคัญให้แก่ผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างหรือเลือกจุดมุ่งหมายเพิ่มเติม

3. บรรยากาศในชั้นเรียนมีลักษณะเป็นการเรียนรู้ร่วมกัน และสนับสนุนช่วยเหลือกันอย่างต่อเนื่องผู้เรียนทุกคนรู้ จักกันเป็นอย่างดี และเคารพในภูมิหลัง สถานภาพ ความสนใจและ

จุดมุ่งหมายของกันและกัน ผู้สอนจะให้การสอนที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนอภิปรายทำงานกลุ่ม และร่วมมือกันปฏิบัติงานอย่างกระตือรือร้น

4. กิจกรรมการสอนยึดปัญหาเป็นสำคัญและแรงขับเคลื่อนในการเรียนรู้เกิดจากผู้เรียน การเรียนเริ่มจากปัญหาที่แท้จริงซึ่งเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมาย และความสนใจของผู้เรียนผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการเลือกปัญหา จัดระบบการปฏิบัติงานและตารางเวลาเพื่อความก้าวหน้าด้วยตนเองผู้สอนจะเริ่มสอนตั้งแต่ปัญหาง่าย ๆ เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ รูปแบบของกิจกรรมต้องลดความซ้ำซ้อนของภาระงานที่ไม่จำเป็นให้อยู่ในระดับต่ำสุด ส่งเสริมและกำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

5. สนับสนุนให้มีการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านการประเมินผลนั้นควรทำการประเมินผลอย่างต่อเนื่องระหว่างการเรียนการสอนโดยเน้นที่การป้อนข้อมูลย้อนกลับ(Feedback) การประเมินผลทั้งหมดควรอิงเกณฑ์ (Criterion –Referenced) มากกว่าอิงกลุ่ม(Normative) และให้ครอบคลุมข้อเท็จจริง มโนทัศน์และการประยุกต์ใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic) อย่างสม่ำเสมอผู้เรียนได้รับอนุญาตให้แก้ไขงานปรับปรุงงานใหม่หากการปฏิบัติงานนั้นไม่ได้มาตรฐาน โดยระดับผลการเรียนพิจารณาจากงานที่มีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ผู้สอนเป็นผู้มีบทบาท ในการช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จเกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จและความสามารถของตนเอง ให้คำแนะนำโดยเน้นให้ผู้เรียนปรับปรุงงานให้ดีขึ้นมากกว่าระบุข้อผิดพลาดเพื่อกล่าวโทษ

6. การสอนเป็นการพัฒนามากกว่าการชี้แนะ หรือ การนำเสนอการสอนเน้นที่ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้ความรู้ มากกว่าการจดจำและการทำซ้ำโดยให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ยอมรับคำตอบที่หลากหลายมากกว่าคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว เน้นการใช้เทคโนโลยี สื่อ และวิธีการใหม่ ๆ ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนชี้นำตนเองและมีความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงานผู้เรียนเป็นผู้มีความกระตือรือร้นในการเสริมสร้างความรู้ มิใช่ผู้รับข้อมูลข่าวสารเพียงฝ่ายเดียว ผู้สอนเป็นผู้จัดหาแนวทางหรือแหล่งข้อมูลให้กับผู้เรียน รวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลจากการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจรูปแบบและวิธีการเรียน และช่วยผู้เรียนแก้ปัญหาด้านการเรียนรู้ ของแต่ละบุคคล ผู้สอนจึงเป็นผู้แนะแนวทาง ไม่ใช่ผู้กำหนดขั้นตอนกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามทุกขั้น แต่ต้องเน้นและสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงวิเคราะห์

## 4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

### 4.1 การซ็อนทับของคลื่น

#### ความหมายของคลื่น

คลื่น (Wave) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรบกวนแหล่งกำเนิด หรือตัวกลาง การสั่นสะท้อนทำให้มีการแผ่หรือถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นสะท้อนไปยังจุดอื่นๆ โดยที่ตัวกลางนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ไปกับคลื่น เช่น การวางเศษไม้ หรือวัสดุที่ลอยน้ำได้ลงบนผิวน้ำ แล้วโยนก้อนหิน หรือตีน้ำทำให้เกิดคลื่น จะสังเกตเห็นเศษไม้ หรือวัสดุจะกระเพื่อมขึ้นลงอยู่กับที่ แต่จะไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น แสดงให้เห็นว่า การเกิดคลื่นเป็นการถ่ายโอนพลังงานโดยผ่านโมเลกุลของน้ำ ซึ่งโมเลกุลของน้ำ (ตัวกลาง) จะไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น

การจำแนกคลื่นตามความจำเป็นของการใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1. คลื่นกล จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

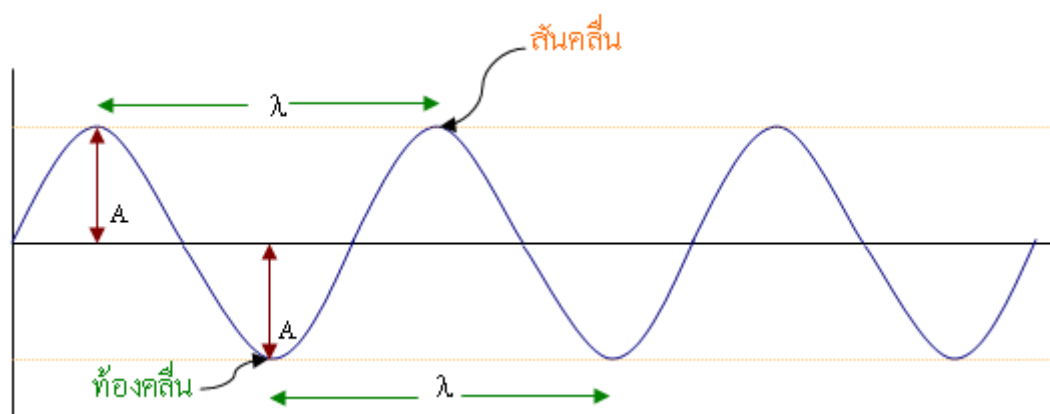
การจำแนกคลื่นโดยพิจารณาทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่กับทิศการสั่นของอนุภาคของตัวกลาง แบ่งคลื่นออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. คลื่นตามขวาง เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นบนเส้นเชือก คลื่นผิวน้ำ คลื่นมหาสมุทร เป็นต้น
2. คลื่นตามยาว เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นที่เกิดการอัดปลายหลอดสปริง คลื่นเสียง ฯ

#### ส่วนประกอบของคลื่น

เมื่อพิจารณาลักษณะของคลื่นผิวน้ำหรือคลื่นบนเส้นเชือกอย่างต่อเนื่องที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นอย่างสม่ำเสมอ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งตำแหน่งต่างๆ ของตัวกลาง (ผิวน้ำหรือเส้นเชือก) จะขยับขึ้นลงจากปกติ หรือเรียกว่าแนวสมมูลเดิมถึงตำแหน่งนั้น เรียกว่า การกระจัด (Displacement) (การกระจัด ณ ตำแหน่งใดๆ บนคลื่นหาได้จากความยาวของเส้นตั้งฉากจากระดับปกติถึงตำแหน่งนั้นๆ)

- การกระจัดมีค่าเป็น (+) สำหรับตำแหน่งที่สูงกว่าระดับปกติ
- การกระจัดมีค่าเป็น (-) สำหรับตำแหน่งที่ต่ำกว่าระดับปกติ



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของคลื่น

(ที่มา: <https://orapanwaipan.wordpress.com>)

ส่วนประกอบของคลื่น

1. สันคลื่น (Crest) คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดบวกมากที่สุดเหนือระดับปกติหรือตำแหน่งสูงสุดของคลื่น
2. ท้องคลื่น (Trough) คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดลบมากที่สุดต่ำกว่าระดับปกติหรือตำแหน่งต่ำสุดของคลื่น
3. แอมพลิจูด (Amplitude) คือ การกระจัดสูงสุดของคลื่นจากระดับปกติหรือระดับสูงสุดของคลื่น หรือความสูงของท้องคลื่นจากระดับปกติ  
ค่าของแอมพลิจูดจะบอกค่าของพลังงาน คือ แอมพลิจูดมากพลังงานของคลื่นมาก แอมพลิจูดน้อยพลังงานของคลื่นจะน้อย
4. ความยาวคลื่น (wavelength) คือ ความยาวของคลื่น 1 ลูกคลื่น หรือเป็นระยะห่างจากสันคลื่นถึงสันคลื่นติดกัน
5. คาบ (T-Period) คือ เวลาที่จุดใดๆบนตัวกลางสั่นครบ 1 รอบ หรือเป็นเวลาที่เกิดคลื่น 1 ลูก หรือ เวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ไปไกล 1 ลูกคลื่น คาบมีหน่วยเป็น วินาที (s)
6. ความถี่ (f-Frequency) คือ จำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 หน่วยเวลา หรือจำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 หน่วย หรือจำนวนรอบที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา และความถี่ของคลื่นจะมีค่าเท่ากับความเร็วของการสั่นของแหล่งกำเนิด หมายความว่าแหล่งกำเนิด 1 รอบจะเกิดคลื่น 1 ลูกคลื่น ความถี่มีหน่วยเป็น ลูกคลื่นต่อวินาที, รอบต่อวินาที หรือ เฮิร์ตซ์ Hertz (Hz) ซึ่งหาได้จาก

$$f = \frac{\text{เวลาที่เกิดคลื่น}}{\text{จำนวนคลื่นที่เกิด}} \quad \text{หรือ} \quad f = \frac{1}{T}$$

7. อัตราเร็วคลื่น (wave speed ,  $v$ ) คือระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เราสามารถคำนวณหาอัตราเร็วคลื่นได้จาก

$$v = f\lambda$$

$v$  = อัตราเร็วของคลื่น (เมตร/วินาที)

$f$  = ความถี่ (เฮิรตซ์)

$\lambda$  = ความยาวคลื่น (เมตร)

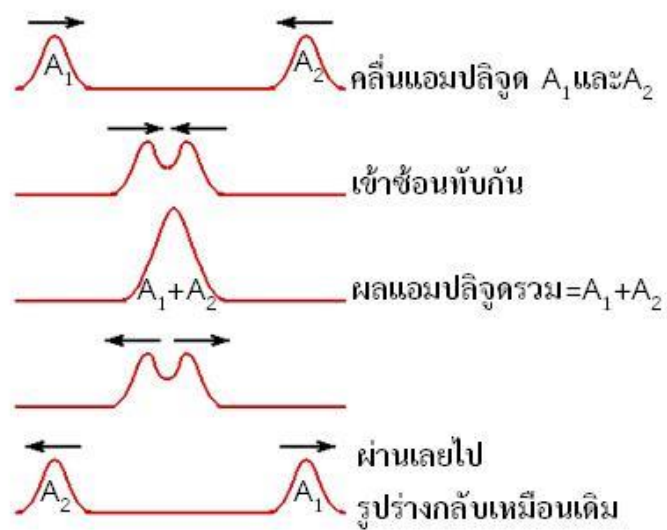
### การซ้อนทับของคลื่น

เมื่อคลื่น 2 ขบวนผ่านมาในบริเวณเดียวกัน มันจะรวมกัน โดยอาศัยหลักการซ้อนทับของคลื่น (Superposition principle) การซ้อนทับกันมี 2 แบบ คือแบบเสริม และแบบหักล้าง

#### การซ้อนทับแบบเสริม

เกิดจากคลื่นที่มีเฟสตรงกัน เข้ามาซ้อนทับกัน เช่น สันคลื่น+ สันคลื่น หรือท้องคลื่น+ ท้องคลื่น ผลการซ้อนทับทำให้แอมพลิจูดเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับผลบวกของแอมพลิจูด คลื่นทั้งสอง



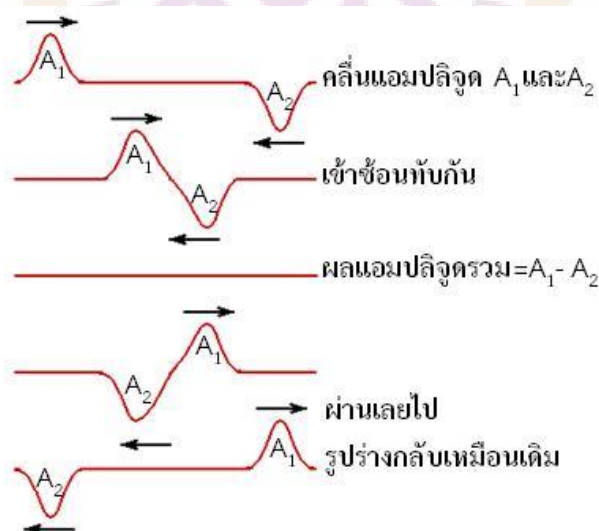


รูปที่ 2 การซ้อนทับแบบเสริม

(ที่มา: [http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post\\_48.html](http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post_48.html))

การซ้อนทับแบบหักล้าง

เกิดจากคลื่นที่มีเฟสตรงกันข้าม เข้ามาซ้อนทับกัน เช่น ล้นคลื่น + ท้องคลื่น ผลการซ้อนทับทำให้แอมพลิจูดลดลง เท่ากับผลต่างของแอมพลิจูด คลื่นทั้งสอง



รูปที่ 3 การซ้อนทับแบบหักล้าง

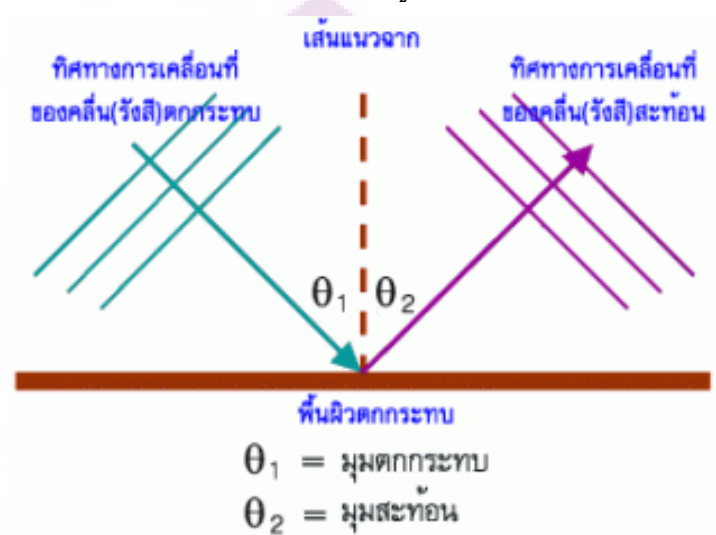
(ที่มา: [http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post\\_48.html](http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post_48.html))



## 4.2 การสะท้อน

การสะท้อนของคลื่นเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญประการหนึ่งของคลื่น ถือได้ว่าเป็นสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ โดยคลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า คลื่นตกกระทบ และคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่าคลื่นสะท้อน การสะท้อนของคลื่นต้องเป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่น ดังนี้

1. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ
2. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน



รูปที่ 4 การสะท้อนของคลื่น

(ที่มา: <https://sumozaza98.wordpress.com/2013/02/28/สมบัติการสะท้อนของคลื่น/>)

ผลของการสะท้อนของคลื่น คือ

1. ความถี่ของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความถี่ของคลื่นตกกระทบ
2. อัตราเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับอัตราเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นตกกระทบ
3. ถ้าการสะท้อนไม่สูญเสียพลังงาน จะได้แอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นตกกระทบ

## การสะท้อนคลื่นในเส้นเชือก

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2 ส่วนหนึ่งของคลื่นจะเกิดการสะท้อนขึ้น สำหรับคลื่นที่เคลื่อนที่ในเส้นเชือกสามารถแบ่ง การสะท้อน ออกเป็น 2 กรณี คือ

### 1. การสะท้อนที่ปลายตรึงแน่น (Fixed End)

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาถึงจุดตรึง คลื่นจะส่งแรงในทิศลงกระทำต่อสิ่งที่ยึดเชือก โดยสิ่งที่ยึดเชือกนี้ไม่เคลื่อนที่ และจะส่งแรง ปฏิกริยากระทำต่อเชือกในทิศทาง ตรงข้าม แรงนี้มีผลทำให้การกระจัดของคลื่นสะท้อนอยู่ในทิศทางตรงข้ามกับ คลื่นตกกระทบ หรืออาจ กล่าวได้ว่า เฟสของคลื่นที่สะท้อนออกมา มีเฟสตรงข้าม กับคลื่นตกกระทบ และถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานในขณะตกกระทบ จะได้ แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองเท่ากัน

### 2. การสะท้อนที่ปลายอิสระ (Free End)

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาถึงปลายอิสระ ซึ่งปลายเชือกนี้สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวตั้ง จะไม่ทำให้เกิดแรงปฏิกริยากระทำกับเส้นเชือก ทำให้การกระจัดของคลื่นสะท้อนอยู่ในทิศทางเดียวกับคลื่นตกกระทบ หรืออาจกล่าวได้ว่า คลื่นสะท้อนมีเฟสเหมือนกับคลื่นตกกระทบ และถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานในขณะตกกระทบ จะได้แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองเท่ากัน

## 5. เครื่องมือในงานวิจัย

### 5.1 แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (test) คือ ชุดของคำถาม งาน หรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้เป็นสิ่งเร้าให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนี้มีความหมายครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย แบบทดสอบ (ข้อสอบ) เป็นเครื่องมือหลักที่ครูต้องใช่วัดผลการเรียนของผู้เรียนมาโดยตลอด

#### หลักในการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบนั้น แบบทดสอบจะถูกสร้างขึ้นโดยใช้หลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดเป็นกรอบการกำหนดเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบจะมีหลักในการสร้างดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยวิเคราะห์ดูว่าเนื้อหาสาระใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ แต่หัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมอะไร จากนั้นผู้วิจัยจะต้องจัดทำตารางวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด

2) ตารางวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด มักจำแนกพฤติกรรมของผู้เรียนตามแนวคิดของบลูมและคณะ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน การสังเคราะห์ และสร้างสรรค์

3) กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด เนื้อหา และระยะเวลา และศึกษาวิธีการสร้าง การหาคุณภาพของแบบทดสอบด้วย

4) ลงมือเขียนข้อคำถามตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยเลือกสถานการณ์และเนื้อหามาเป็นสิ่งเร้าให้ผู้ตอบแสดงพฤติกรรมออกมา

5) นำแบบทดสอบที่เขียนไว้มาทบทวน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

6) พิมพ์แบบทดสอบทั้งฉบับ ตรวจสอบแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้แบบทดสอบในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความง่าย ยานาจจำแนก และความเชื่อมั่น

7) ปรับปรุงแก้ไข พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง แล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตารางวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด มีประโยชน์อย่างมากต่อการสร้างแบบทดสอบในการวิจัยหรือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยหรือครูผู้สอนรู้ว่าจะต้องออกข้อสอบในมาตรฐานนี้กี่ข้อ ตัวชี้วัดนี้กี่ข้อ และต้องออกข้อสอบวัดพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านใดบ้าง จำนวนกี่ข้อ และเมื่อผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงก็จะทำให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิสามารถตรวจสอบได้ว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดตามหลักสูตร มาตรฐาน และตัวชี้วัดหรือไม่ และคำถามในแบบทดสอบนั้น ครอบคลุมเนื้อหา มีสัดส่วนของจำนวนข้อคำถามในแต่ละเนื้อหาตรงตามที่ระบุไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐาน และตัวชี้วัดหรือไม่ และตรวจสอบได้ว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดพฤติกรรมของผู้เรียนทั้ง 6 ระดับ สอดคล้องกับที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ามีก็แสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นอกจากนั้นแล้วในกรณีที่แบบทดสอบบางข้อไม่มีคุณภาพและถูกต้องทั้ง

ผู้วิจัยก็สามารถรู้ว่าข้อนั้นอยู่ในมาตรฐานและตัวชี้วัดใด โดยแบบทดสอบมีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

### ข้อดี

- 1) เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับใช้วัดพฤติกรรมด้านปัญญา หรือด้านพุทธิพิสัยได้ดีกว่าเครื่องมือชนิดอื่น
- 2) แบบทดสอบมีหลายชนิด หลายรูปแบบ ทำให้สามารถเลือกสร้างและใช้ให้เหมาะสมจุดมุ่งหมายที่ต่างกัน
- 3) ใช้ได้สะดวกและประหยัด เนื่องจากสามารถใช้สอบนักเรียนได้จำนวนมากในเวลาเดียวกัน

### ข้อจำกัด

- 1) แบบทดสอบที่มีคุณภาพดี ต้องใช้เวลาสร้างนาน ต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ด้านการวัดผลมาเป็นพื้นฐานในการสร้างจึงจะช่วยให้มีคุณภาพที่เที่ยงตรงดียิ่งขึ้น
- 2) สร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพเป็นมาตรฐานตายตัวไม่ได้ เพราะคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนดเป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมที่ครูผู้สอนนำมา ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงใหม่ได้เสมอไม่มีที่สิ้นสุด
- 3) คะแนนผลการสอบมีความผิดพลาดคลาดเคลื่อนได้เสมอไม่มากนักย่อย ทุกครั้งที่มีการสอบวัดผลจะมีสาเหตุที่ทำให้คะแนนคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงเสมอ เช่น คำถามในแบบทดสอบไม่เป็นตัวแทนที่ดี ความบกพร่องทางเทคนิคการสร้างแบบทดสอบ การดำเนินการสอบไม่รัดกุม สภาพแวดล้อมไม่ดี ตลอดจนผู้สอบขาดความพร้อม

### คุณลักษณะของเครื่องมือการวิจัยที่ดี

เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในการวิจัยที่ดีควรมีคุณลักษณะ ดังนี้ (สลิสนา ศรีสุขศิริพันธ์, 2554)

1. **ความตรง (Validity)** เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นอันดับแรกของเครื่องมือ เพราะถ้าเครื่องมือขาดความตรง ผลที่วัดได้ก็จะไม่ใช่สิ่งที่ต้องการวัด ถึงนำไปวิเคราะห์ก็จะได้ความจริง ความตรงแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความตรงเชิงภาวะสัมพันธ์ฐาน (Construct Validity) และความตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์ (Criterion Related Validity)

2. **ความเที่ยง** (Reliability) เครื่องมือที่ดีต้องวัดได้ผลคงที่ แน่นนอน กล่าวคือ ถ้ามีการวัดซ้ำ แต่ละคนควรได้คะแนนเท่าเดิมหรือใกล้เคียงของเดิม ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเชื่อถือได้

3. **ความยาก** (Difficulty) เครื่องมือที่ดีควรมีความยากเหมาะสมกับระดับของกลุ่มตัวอย่างที่จะนำเครื่องมือไปใช้ ทั้งคำชี้แจงในการตอบและเนื้อหาสาระที่ถาม

4. **อำนาจจำแนก** (Discrimination) เครื่องมือที่ดีควรมีความสามารถในการแยกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะตรงข้ามกันออกจากกันได้ เช่น แยกคนที่มีความรอบรู้และคนที่ไม่มีความรอบรู้ออกจากกันได้ อำนาจจำแนกเป็นคุณสมบัติที่ต้องพิจารณาเป็นรายข้อ

5. **ความเป็นปรนัย** (Objectivity) เครื่องมือที่ดีควรมีความเป็นปรนัยสูง หมายถึง มีความชัดเจนในการใช้ภาษา ทำให้ทุก ๆ คนตีความได้เป็นอย่างเดียวกันทั้งหมด ทั้งในตัวคำถาม คำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน

6. **มีความเฉพาะเจาะจง** (Definite) เครื่องมือที่ดีควรมีความเฉพาะเจาะจง ในหนึ่งข้อคำถามหรือหนึ่งรายการคำถามใด ๆ ควรถามประเด็นที่มีความเฉพาะเจาะจง เพราะการถามที่ไม่เฉพาะเจาะจง จะทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ไม่รู้ว่าคำตอบที่ตอบมาหมายถึงอะไรกันแน่

7. **มีประสิทธิภาพ** (Efficiency) เครื่องมือที่ดีควรมีคุณสมบัติที่สามารถนำไปใช้ได้สะดวก ประหยัด คุ่มค่า กล่าวคือต้องไม่ยุ่งยากในการนำไปใช้

## 5.2 แบบประเมินความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายความหมาย ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า พึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ และพึงใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

ดิเรก (2528) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกหรือทัศนคติที่ดีต่องานที่ทำของบุคคลที่มีต่องานในทางบวก ความสุขของบุคคลอันเกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลเป็นที่พึงพอใจ ทำให้บุคคลเกิดความกระตือรือร้น มีความสุข ความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและมีกำลังใจ มีความผูกพันกับหน่วยงาน มีความภาคภูมิใจในความสำเร็จของงานที่ทำ และสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานส่งผลต่อถึงความก้าวหน้าและความสำเร็จขององค์การอีกด้วย

วีรุฬ (2542) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะมีความคาดหวังกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อยสอดคล้องกับ ฉัตรชัย (2535) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งหรือปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้น หากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

กิตติมา (2529) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจที่มีต่อองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่างๆเมื่อได้รับการตอบสนอง

กาญจนา (2546) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและต้องมีเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

นภารัตน์ (2544) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกทางบวกความรู้สึกทางลบและความสุขที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน โดยความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้สึกทางบวกมากกว่าทางลบ

เทพพนม และสรวง (2540) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นภาวะของความพึงใจหรือภาวะที่มีอารมณ์ในทางบวกที่เกิดขึ้น เนื่องจากการประเมินประสบการณ์ของคนๆหนึ่ง สิ่งที่เขาหายไประหว่างการเสนอให้กับสิ่งที่ได้รับจะเป็นรากฐานของการพอใจและไม่พอใจได้

สง่า (2540) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายหรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

จากการตรวจเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ต้องการ ก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการของตนไม่ได้รับการตอบสนองความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

### ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Kotler and Armstrong (2002) รายงานว่า พฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับเคลื่อน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา(biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตึงเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (recognition) การยกย่อง (esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความตึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์

#### 1. ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation)

อับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow) ค้นหาวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

1.1 ความต้องการทางกาย (physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

1.2 ความต้องการความปลอดภัย (safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

1.3 ความต้องการทางสังคม (social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน



1.4 ความต้องการการยกย่อง (esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม

1.5 ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (self – actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรก ก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็หมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชั้นล้ำสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

## 2. ทฤษฎีแรงจูงใจของ فروยด์

ซิกมันด์ فروยด์ ( S. M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากกว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม فروยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจ พูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก ขณะที่ ซาโรน (2535) ได้เสนอทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำสิ่งใด ๆ ที่ให้มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำในสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความยากลำบาก โดยอาจแบ่งประเภทความพอใจกรณีนี้ได้ 3 ประเภท คือ

ความพอใจด้านจิตวิทยา (psychological hedonism) เป็นทรศณะของความพึงพอใจว่ามนุษย์โดยธรรมชาติจะมีความแสวงหาความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใดๆ

ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (egoistic hedonism) เป็นทรศณะของความพอใจว่ามนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป

ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (ethical hedonism) ทรศณะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุข เพื่อผลประโยชน์ของมวลมนุษย์หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์ผู้หนึ่งด้วย



## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

ปัทมา ภูสวาสติ (2553, บทความ) การพัฒนาชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส วิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) ทดลองใช้และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนทุ่งฟ้าวิทยาคม อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1)ชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส จำนวน 3 ชุด 2)แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย t-test dependent สรุปผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.28/76.50 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

นิกรณ นิลพงษ์(2554, บทความ) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องคลื่นกลให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ประชากรได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศิขรภูมิพิสัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 316 คน กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจงจำนวน 132 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 5E ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 5E แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ

76.59/75.85 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

### งานวิจัยต่างประเทศ

Bonnet and Keen(1996) ได้จัดทำชุดกิจกรรมที่กล่าวถึงการพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์จากมุมมองที่สำคัญว่า “วิทยาศาสตร์ควรจะสนุกสนาน น่าสนใจ และกระตุ้นให้เกิดความคิด” จึงสร้างชุดกิจกรรมจำนวน 60 กิจกรรมที่ส่งเสริมการทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมช่วยพัฒนาทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการสังเกต ฟังคิดและบันทึกข้อมูล ผลการใช้พบว่ากิจกรรมต่าง ๆ ช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและพัฒนาข้อมูลที่ค้นคว้าได้ จนกลายเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้



## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น โดยผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
5. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

1. นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 382 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ความก้าวหน้าทางการเรียนและความพึงพอใจของการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 34 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

#### 2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1. ความหมายของคลื่น
2. การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้การศึกษาวิจัย ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน จำนวน 15 ข้อ โดยผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 34 คน
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสทาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสทาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

### 4. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนรู้ เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างดังนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เนื้อหา การวัดและประเมินผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
  - 1.2 ศึกษาหลักการและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจากเอกสาร ตำรา และแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง
  - 1.3 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 14 ข้อ โดยข้อสอบแต่ละข้อ จะเป็นข้อสอบที่สอดคล้องสามวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้
  - 1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข
  - 1.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง วัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ (Index of Item-objective Congruence : IOC) โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้
    - +1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
    - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
    - 1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ถ้าข้อใดมีค่า IOC ไม่ถึงเกณฑ์ .50 แต่มีความจำเป็นต้องใช้คำถามข้อนั้นเพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด อาจทำได้โดยการปรับปรุงคำถามข้อนั้นให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

1.6 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 36 คน โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ข้อที่ตอบถูก                      ข้อละ 1 คะแนน

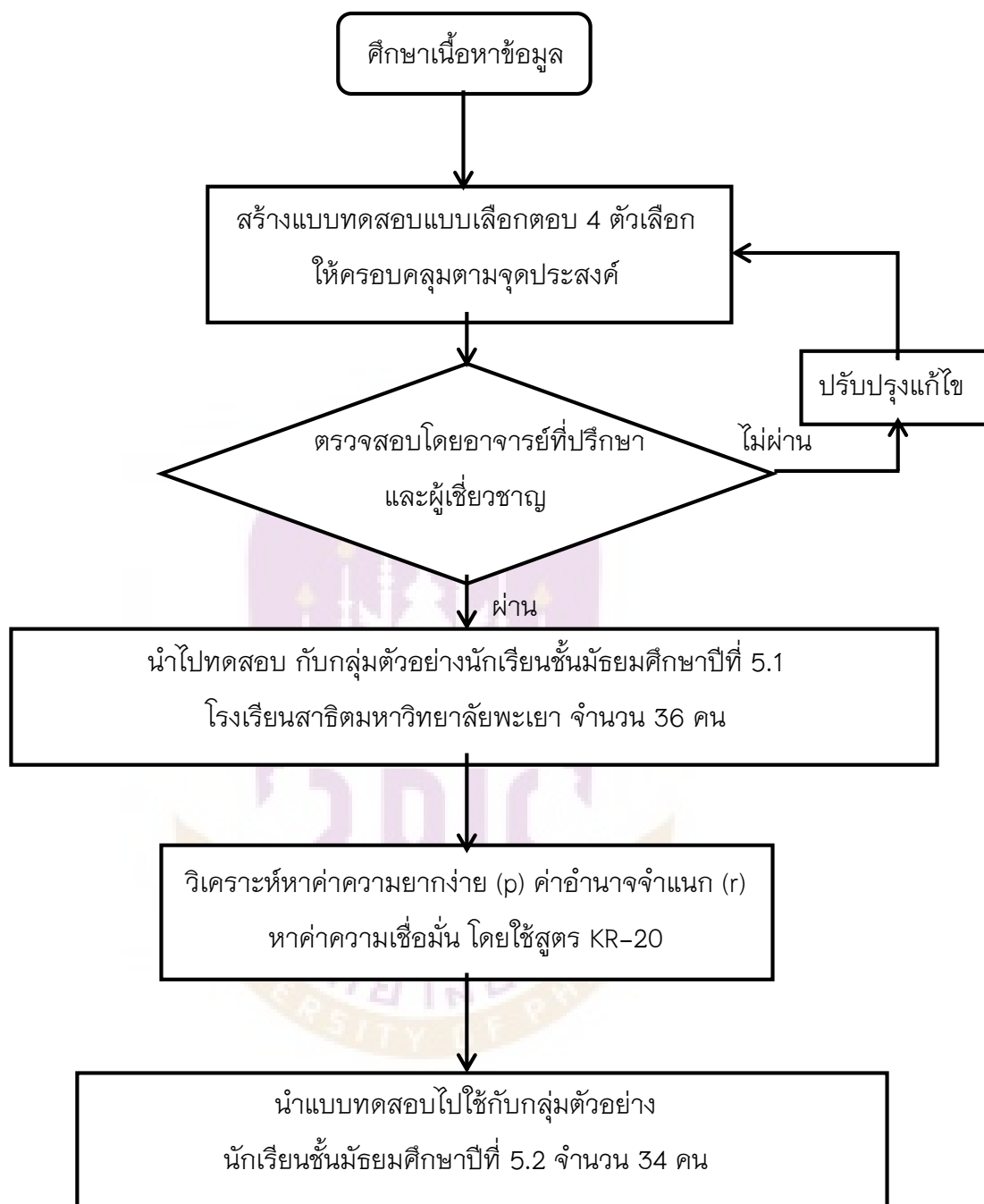
ข้อที่ตอบผิด                      ข้อละ 0 คะแนน

1.7 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) โดยพิจารณาเลือกคำถามที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 13 ข้อ

1.8 หาความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยการหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .73 คือ แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นระดับสูง

1.9 แก้ไขปรับปรุงตามสถิติแบบทดสอบ และเรียบเรียงแบบทดสอบฉบับถูกต้องสมบูรณ์





รูปที่ 5 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนรู้

2. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 แผน รวม 2 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหา ตำรา และเอกสารการ  
สร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาและ  
จุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร

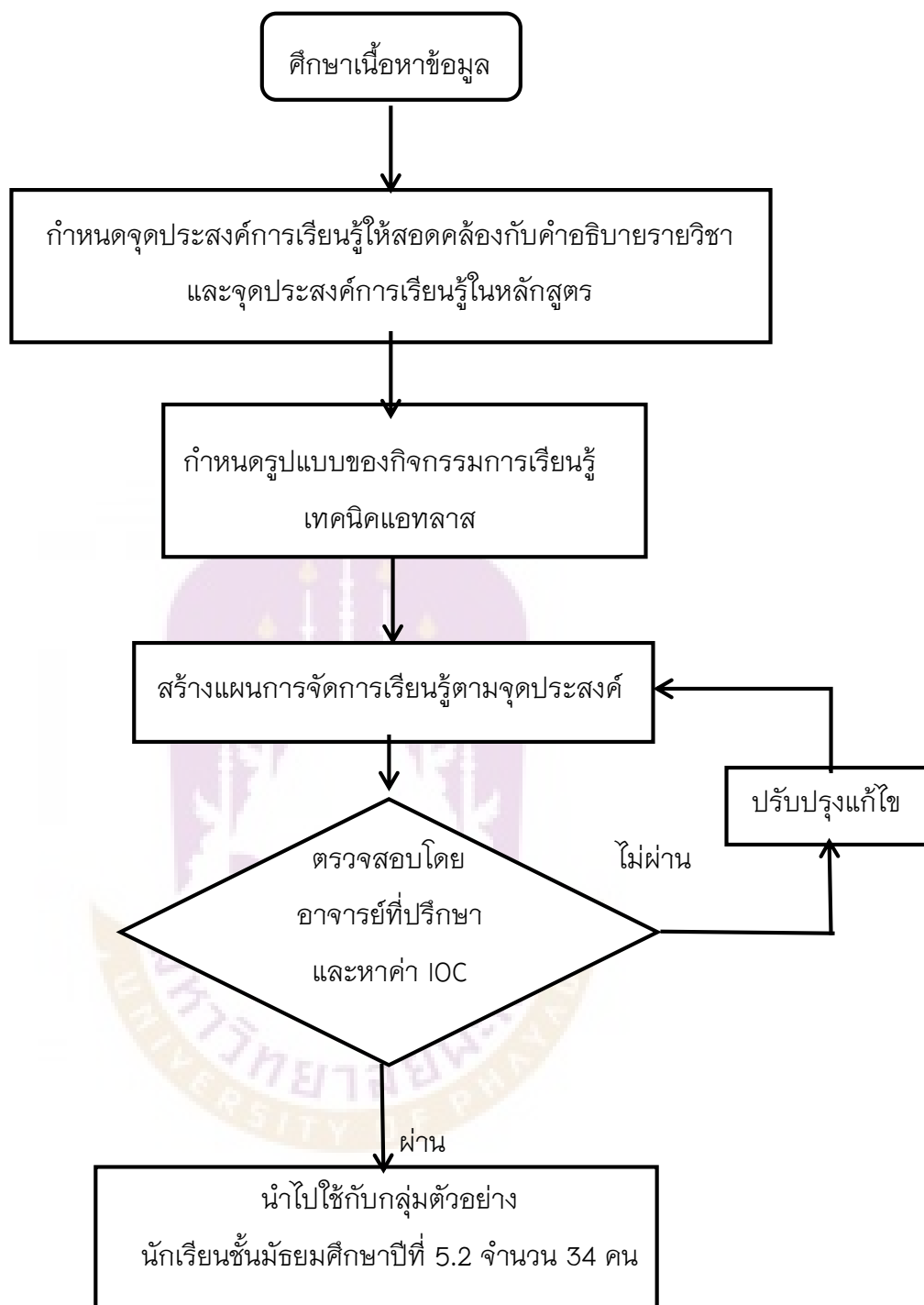
2.3 กำหนดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย กิจกรรมแอดทลาส

2.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บ  
รวบรวมข้อมูลของการวิจัย

2.5 ตรวจสอบแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา  
และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.6 นำแผนจัดการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญหาค่า IOC เพื่อทำการ  
ปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559  
จำนวน 34 คน



รูปที่ 6 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้



3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแอลลาสมิ์ขั้นตอนการสร้างดังนี้

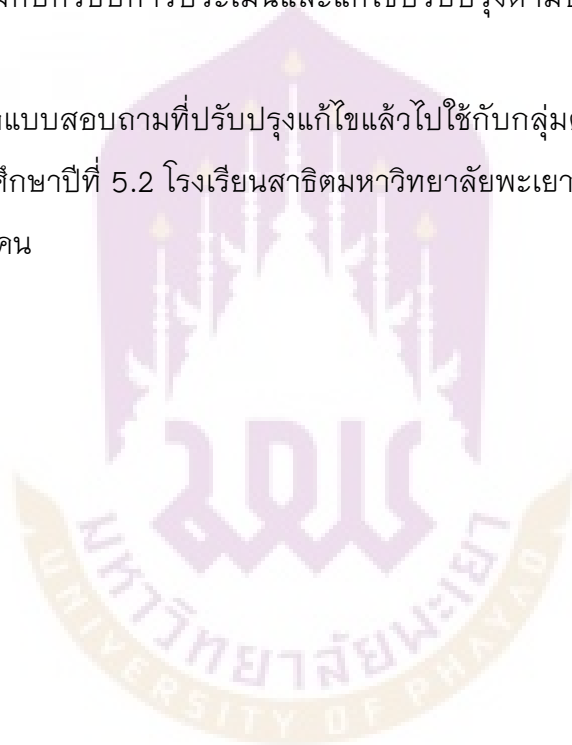
3.1 ศึกษาเอกสารและทฤษฎีความพึงพอใจ

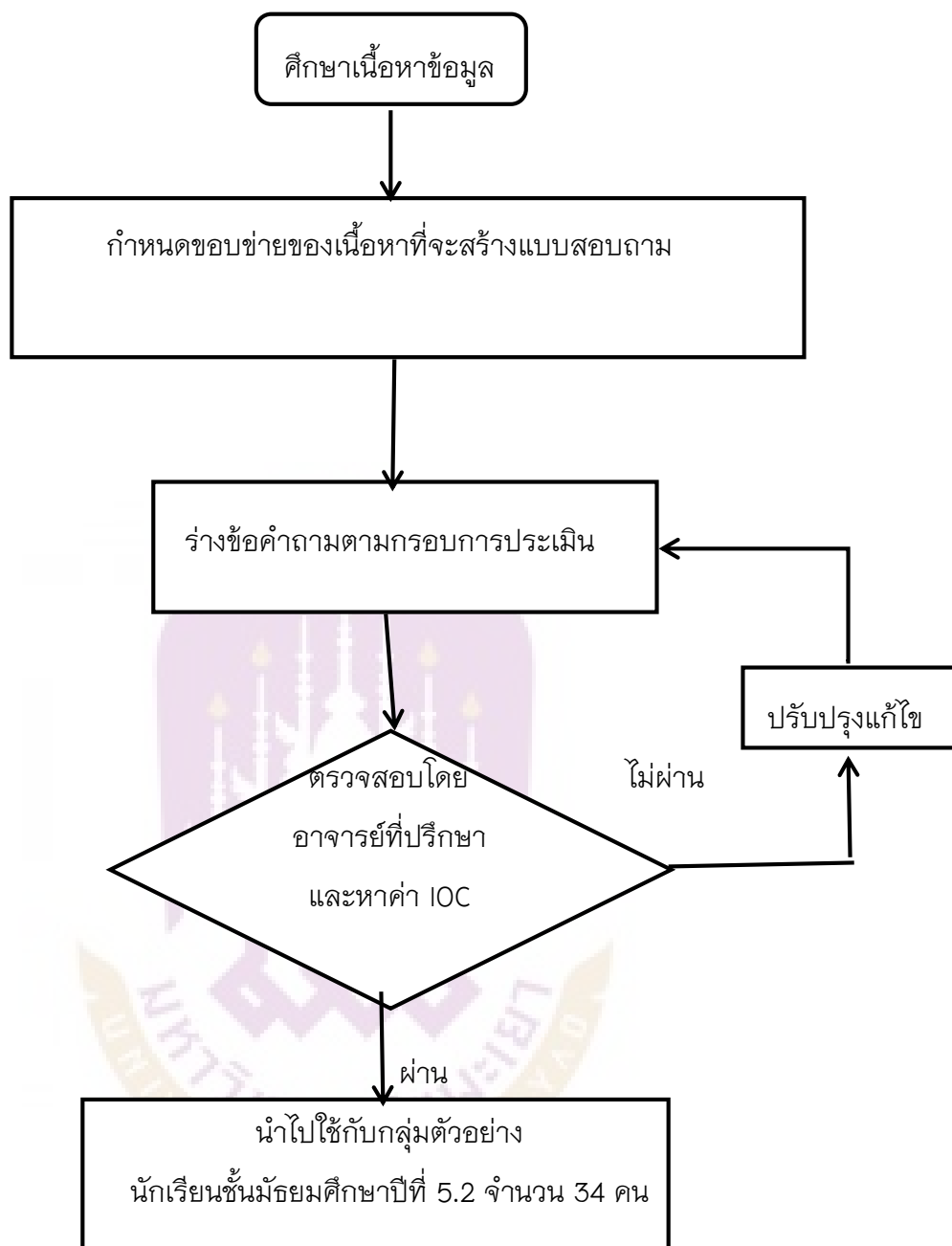
3.2 กำหนดขอบข่ายของเนื้อหาที่จะสร้างแบบสอบถาม

3.3 ร่างข้อคำถามตามกรอบการประเมิน โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตรฐานส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 1 ฉบับ

3.4 นำแบบสอบถามเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับกรอบการประเมินและแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างหลังการเรียนรู้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 34 คน





รูปที่ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิคแอท

ลาส

## 5. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

### 1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ยื่นบันทึกข้อความขออนุญาตการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัย ณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ในวันพุธ ที่ 25 มกราคม 2560

1.2 จัดทำและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือสำหรับใช้ในการเก็บผลวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความพึงพอใจ

### 2. ขั้นตอนการ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสทาสเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนและประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสทาสโดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนรู้ เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เนื้อหา การวัดและประเมินผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1.2 ศึกษาหลักการและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจากเอกสาร ตำรา และแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง

2.1.3 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 14 ข้อ โดยข้อสอบแต่ละข้อจะเป็นข้อสอบที่สอดคล้องสามวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้

2.1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.1.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง วัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ (Index of Item-objective Congruence : IOC) โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ถ้าข้อใดมีค่า IOC ไม่ถึงเกณฑ์ .50 แต่มีความจำเป็นต้องใช้คำถามข้อนั้นเพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด อาจทำได้โดยการปรับปรุงคำถามข้อนั้นให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2.1.6 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 36 คน โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ข้อที่ตอบถูก ข้อละ 1 คะแนน

ข้อที่ตอบผิด ข้อละ 0 คะแนน

2.1.7 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยพิจารณาเลือกคำถามที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 13 ข้อ

2.1.8 หาความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยการหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .73 คือ แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นระดับสูง

2.1.9 แก้ไขปรับปรุงตามสถิติแบบทดสอบ และเรียบเรียงแบบทดสอบฉบับถูกต้องสมบูรณ์

## 2.2 ขั้นตอนการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

2.2.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน เพื่อเป็นผลก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.2 ผู้สอนจะใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแอสลาส 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation)

1. ผู้สอนเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่องการช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนไว้ล่วงหน้าซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

- ดินน้ำมัน ตะเกียบไม้ แล็คซิ่ง

2. ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม โดยให้นักเรียนเลือกจับสั้ทั้งสี่ที่นักเรียนชอบจากนั้นให้นักเรียนรวมกลุ่มกันตามสีที่นักเรียนเลือก กลุ่มที่ได้จะเป็นกลุ่มเรียนรู้ร่วมกันอย่างถาวรในการเรียนรู้เรื่องการช้ของคลีนและการสะท้อน และให้นักเรียนเลือกประธานและรองประธานกลุ่ม

### ขั้นที่ 2 ขั้นกล่าวนำสั้นๆ (Briefing)

1. ผู้สอนชี้แจงกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่อง การช้ของคลีนและการสะท้อนดังนี้

2. ผู้สอนแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและรูปแบบการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทราบ

3. นักเรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดคลีน โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนดังนี้

- นักเรียนรู้หรือไม่ คลีนเกิดได้อย่างไร
- การเคลื่อนที่แบบคลีนมีลักษณะอย่างไร
- และเมื่อคลีนเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง ตัวกลางนั้นมีลักษณะอย่างไร

2. ผู้สอนทบทวนองค์ประกอบของคลีนและการหาอัตราเร็วของคลีน

### ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

1. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองการช้ของคลีนและการสะท้อนจากอุปกรณ์การทดลองที่จัดเตรียมไว้

2. ผู้สอนให้นักเรียนทดลองการเกิดการช้ของคลีนจากการทดลองแล้วบันทึกผลตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการช้ของคลีนและการสะท้อน

3. ผู้สอนสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4. ผู้สอนอภิปรายผลการทดลองร่วมกับนักเรียนและให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการช้ของคลีนและการสะท้อน และแจกใบความรู้เรื่องการช้ของคลีนและการสะท้อน

5. ผู้สอนให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่องการช้ของคลีนและการสะท้อน

#### ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุป (Debriefing)

1. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันและสรุปความรู้เกี่ยวกับการช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

#### ขั้นที่ 5 ขั้นกิจกรรมหลังการปฏิบัติ (Follow-Up)

1. ให้นักเรียนแต่ละคนสำรวจสิ่งต่างในชีวิตประจำวัน ว่ามีอะไรบ้างที่เป็นคลื่นกล จากนั้นให้นักเรียนบันทึกลงในสมุดหรือวาดภาพประกอบ แล้วอธิบายว่าสิ่งนั้นทำไมถึงเป็นคลื่นกล

2.2.3 ผู้สอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

2.2.4 ผู้สอนให้นักเรียนประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแอสทาลาส

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและทดสอบสมมติฐานตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของการศึกษาค้นคว้าและสรุปผลการวิจัย

### 6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ ดังนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) คือ สัดส่วน เมื่อเทียบกับ 100 สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ตัวเลขที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนทั้งหมด

**1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean)** มีค่าเท่ากับค่าของข้อมูลทั้งหมดรวมกันหารด้วยจำนวนข้อมูล โดยใช้สูตรดังนี้ (มนลัช ลิทธิสมบูรณ์, ม.ป.ป., หน้า 93)

$$\bar{x} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\Sigma X$	แทน	ผลรวมของคะแนนในชุดข้อมูล
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

**1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)** เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการ

กระจายของข้อมูล ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากหมายความว่าข้อมูลชุดนั้นมีการกระจายของข้อมูลมาก ถ้าเป็นคะแนนสอบของนักเรียนก็บ่งบอกว่านักเรียนได้คะแนนต่างกัน แต่ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยหมายความว่าข้อมูลชุดนั้นเป็นข้อมูลที่มีค่าใกล้เคียงกัน ถ้าเป็นคะแนนสอบของนักเรียนก็แสดงว่านักเรียนได้คะแนนใกล้เคียงกันหรือไม่ต่างกันมาก โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\Sigma$	แทน	ผลรวม
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนในชุดข้อมูล
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

## 2. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

**2.1 ดัชนีความสอดคล้อง** ค่าความสอดคล้องหรือดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence: IOC) เป็นการทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่ต้องการจะวัด โดยใช้สูตรดังนี้ (มนลัช ลิทธิสมบูรณ์, ม.ป.ป., หน้า 94)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\Sigma R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

**2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty)** หมายถึง ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ หรือข้อสอบ ซึ่งข้อคำถามที่ดีควรมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 โดยใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{P_H + P_L}{2N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	$P_H$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	$P_L$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

การแปลความหมายของค่าความยากง่าย (p) ใช้เกณฑ์ดังนี้

p = .00-.19	ข้อสอบยากเกินไป
p = .20-.39	ข้อสอบค่อนข้างยาก
p = .40-.59	ข้อสอบยากง่ายเหมาะสม
p = .60-.80	ข้อสอบค่อนข้างง่าย
p = .81-1.00	ข้อสอบง่ายเกินไป

**2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)** หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบ ในการจำแนกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน เป็นต้น ค่าคำถามที่ดี ควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{P_H - P_L}{N}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$P_H$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	$P_L$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน



**2.4 ความเชื่อมั่น (Reliability)** หมายถึง ความคงที่ ความมั่นคง หรือความสม่ำเสมอของผลการวัด โดยใช้วิธีการหาความเป็นเอกพันธ์ภายใน ซึ่งใช้การเก็บข้อมูลครั้งเดียว แล้วคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ดังนี้

$$r_{tt} = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่น KR-20
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมดของเครื่องมือวัด
	$p$	แทน	สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบถูกกับจำนวนทั้งหมด
	$q$	แทน	สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบผิดกับจำนวนทั้งหมด (1-p)
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

เกณฑ์ในการพิจารณาความเชื่อมั่นนั้น Garrett เสนอว่า

ถ้ามีค่าตั้งแต่ .00- .20 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นต่ำมาก

ถ้ามีค่าตั้งแต่ .21- .40 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นต่ำ

ถ้ามีค่าตั้งแต่ .41- .70 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นปานกลาง

ถ้ามีค่าตั้งแต่ .71-1.00 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูง

### 3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**3.1 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน** โดยใช้การทดสอบ Dependent-samples t-test ซึ่งเป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน โดยใช้สูตรดังนี้ (মনসিخ সিথিসম্ভূর্ণ, ম.প.প., পৃষ্ঠা 95)

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าทดสอบ t-test
	$D$	แทน	ผลต่างของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน
	$D^2$	แทน	กำลังสองของผลต่างของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน
	$N$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

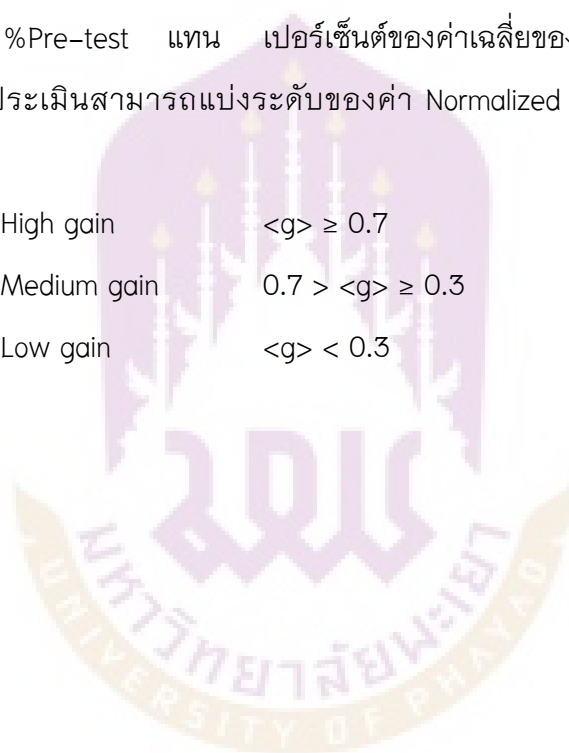
**3.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน** การหาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนแบบรายชั้นและรายเนื้อหา ใช้วิธีการ Average Normalized Gain (Richard R. Hake, 1998) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{(\%Post - test) - (\%Pre - test)}{100\% - (\%Pre - test)}$$

เมื่อ	$\langle g \rangle$	แทน	ค่า Normalized Gain
	%Post-test	แทน	เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน
	%Pre-test	แทน	เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน

การประเมินสามารถแบ่งระดับของค่า Normalized Gain หรือ  $\langle g \rangle$  ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- High gain                       $\langle g \rangle \geq 0.7$
- Medium gain                  $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$
- Low gain                         $\langle g \rangle < 0.3$



## บทที่ 4

### ผลการดำเนินการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในศึกษาวิจัย การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยได้นำเสนอผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบการจัดการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

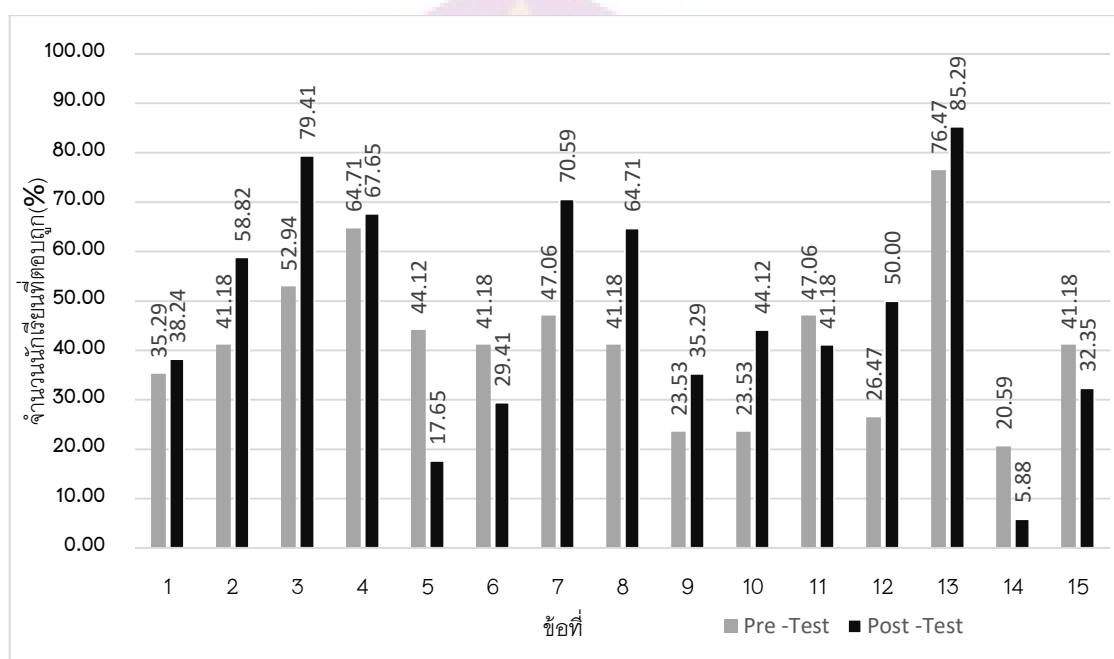
ในรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเป็นสามตอนดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ตอนที่ 2 ศึกษาประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล
- ตอนที่ 3 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

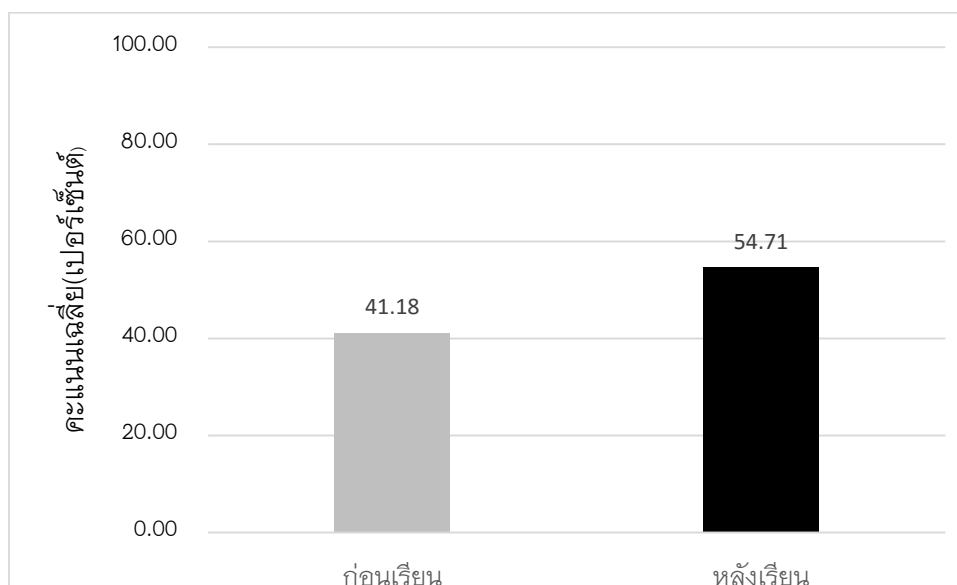
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดการศึกษาระบบเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนขอแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการศึกษาระบบเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 34 คนโดยมีการให้คะแนน เป็น ระบบ 0-1 คือถูกได้ 1 ผิดได้ 0



รูปที่ 8 กราฟแสดงร้อยละเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรายข้อ

จากการวิเคราะห์(ดังรูปที่ 8 )แสดงคะแนนร้อยละเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรายข้อโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการศึกษาระบบเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ในการวิเคราะห์รายข้อจะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างโดยส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้นโดยพิจารณาเปรียบเทียบค่าร้อยละก่อนและหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ (t-test)

การทดสอบ	จำนวน (N)	$\bar{X}$	S.D.	t-test
ก่อนใช้ชุดกิจกรรม	34	6.18	1.54	6.0808*
หลังใช้ชุดกิจกรรม	34	8.21	1.55	

\* $p \leq 0.05$

จาก(ตาราง 2) แสดงให้เห็นว่า ค่า t ของคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ค่า  $t = 6.0808$  เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า  $t$  ที่  $df=(N-1) = (34-1) = 33$  จากการเปิดตาราง (Student't Distribution) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 มีค่าเท่ากับ 1.6924 ค่า  $t$  ที่ได้มีค่ามากกว่าค่า  $t$  ในตาราง แสดงว่าการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงจริง

ตอนที่ 2 ศึกษาประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับ การเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### 2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 จำนวน 34 คน

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน 15 คะแนน	คิดคะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์ 100%	คะแนนทดสอบหลังเรียน 15 คะแนน	คิดคะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์ 100%	ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้รายบุคคล	สรุปผล
1	5	33.33	6	40.00	0.10	Low
2	4	26.67	6	40.00	0.18	Low
3	2	13.33	5	33.33	0.23	Low
4	4	26.67	8	53.33	0.36	Medium
5	8	53.33	11	73.33	0.43	Medium
6	4	26.67	4	26.67	0.00	Low
7	12	80.00	12	80.00	0.00	Low
8	3	20.00	8	53.33	0.42	Medium
9	4	26.67	3	20.00	-0.09	Low
10	8	53.33	10	66.67	0.29	Low
11	5	33.33	10	66.67	0.50	Medium
12	9	60.00	9	60.00	0.00	Low
13	9	60.00	11	73.33	0.33	Medium
14	9	60.00	10	66.67	0.17	Low
15	6	40.00	8	53.33	0.22	Low
16	5	33.33	6	40.00	0.10	Low
17	6	40.00	7	46.67	0.11	Low

ตาราง 3 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน ทดสอบ ก่อน เรียน 15 คะแนน	คิด คะแนน เป็น เปอร์เซ็นต์ 100%	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน 15 คะแนน	คิด คะแนน เป็น เปอร์เซ็นต์ 100%	ความก้าวหน้า ทางการ เรียนรู้ รายบุคคล	สรุปผล
18	9	60.00	9	60.00	0.00	Low
19	7	46.67	9	60.00	0.25	Low
20	8	53.33	7	46.67	-0.14	Low
21	6	40.00	9	60.00	0.33	Medium
22	4	26.67	5	33.33	0.09	Low
23	6	40.00	6	40.00	0.00	Low
24	5	33.33	5	33.33	0.00	Low
25	5	33.33	11	73.33	0.60	Medium
26	6	40.00	10	66.67	0.44	Medium
27	5	33.33	7	46.67	0.20	Low
28	8	53.33	9	60.00	0.14	Low
29	6	40.00	10	66.67	0.44	Medium
30	8	53.33	11	73.33	0.43	Medium
31	8	53.33	9	60.00	0.14	Low
32	5	33.33	11	73.33	0.60	Medium
33	8	53.33	9	60.00	0.14	Low
34	3	20.00	8	53.33	0.42	Medium
<b>ค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนรู้</b>					0.22	Low

จากตาราง 3 การวิเคราะห์ข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส เรื่อง  
การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนโดยใช้วิธี Average Normalized Gain นักเรียนส่วนใหญ่ มี

ความก้าวหน้าในระดับต่ำ(Low gain) จำนวน 22 คน และยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง

**ตาราง 4 แสดงผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน**

รายการ	ระดับความคิดเห็น(N=70)					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1			
1. สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน	9	18	7	-	-	4.06	0.69	ระดับมาก
2. สร้างความสนใจ ให้เกิดการเรียนรู้	8	19	7	-	-	4.03	0.67	ระดับมาก
3. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	13	12	9	-	-	4.12	0.81	ระดับมาก
4. มีความทันสมัย แปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนปกติ	16	14	4	-	-	4.35	0.69	ระดับมาก
5. มีความเหมาะสมกับวัย และมีระดับความยากง่ายของเนื้อหา	14	12	8	-	-	4.18	0.80	ระดับมาก
6. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	11	14	9	-	-	4.06	0.78	ระดับมาก
7. เพิ่มบทบาทผู้เรียนในการเป็นผู้ปฏิบัติ	13	15	6	-	-	4.21	0.73	ระดับมาก
8. สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	15	11	8	-	-	4.21	0.81	ระดับมาก
9. ช่วยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	10	18	5	-	-	4.09	0.75	ระดับมาก



ตาราง 4(ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น(N=70)					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1			
10. ถ่ายทอดเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม	12	17	5	-	-	4.21	0.69	ระดับมาก
11. ช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง	15	15	4	-	-	4.32	0.68	ระดับมาก
12. เป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม	16	14	4	-	-	4.35	0.69	ระดับมาก

แปลผลการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยประยุกต์ใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้(มนสิข ลิทธิสมบุรณ์, ม.ป.ป., หน้า 91)

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด

จากผลสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการรูปแบบกิจกรรมเทคนิคแอสลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนพบว่า หัวข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจในมากที่สุดคือหัวข้อที่ 4 มีความทันสมัย แปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนปกติ และหัวข้อที่ 12 เป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

## บทที่ 5

### บทสรุป

การศึกษาวิจัย การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรม เทคนิคแอดลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2559 จำนวน 34 คนเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอดลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอดลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอดลาส เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### สรุปผลการวิจัย

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอดลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 34 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียน ( $\bar{X}=8.21$ ) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน ( $\bar{X}=6.18$ ) ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็น ก่อนเรียน เท่ากับ 41.18 และหลังเรียนเท่ากับ 54.71 โดยมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 13.53 และค่า  $t = 6.0808$  เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า  $t$  ที่  $df=(N-1) = (34-1) = 33$  จากการเปิดตาราง (Student't Distribution) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 มีค่าเท่ากับ 1.6924 ค่า  $t$  ที่ได้มีค่ามากกว่าค่า  $t$  ในตาราง แสดงว่าการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้ของทับของคลื่นและการสะท้อนทำให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงจริง

2. ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 34 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้ของทับของคลื่นและการสะท้อน โดยใช้วิธี Average Normalized Gain นักเรียนส่วนใหญ่ มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ(Low gain) จำนวน 22 คน และยังมีนักเรียนจำนวน 12 คนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง(Medium gain)

3. ผลการประเมินพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการรู้แบบกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้ของทับของคลื่นและการสะท้อนพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย 4.18 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยหัวข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจในมากที่สุดคือหัวข้อที่ 4 มีความทันสมัย แปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนปกติ และหัวข้อที่ 12 เป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม

### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้อใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ การจัดการกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้ของทับของคลื่นและการสะท้อน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิคแอทลาสที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งนักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างการกระตือรือร้น โดยในการเรียนมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง โดยเรียนรู้จากสิ่งรอบๆตัวเอง จึงทำให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้จากการเรียนได้ สามารถสรุปองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2546, หน้า 1 อ้างอิงใน ปัทมา ภูสวาสดี, 2553, หน้า 73) ที่สรุปว่า การสร้างโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้เอง

และเป็นเจ้าของหรือมีส่วนเป็นเจ้าของผลงานเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนแบบแอทลาส การใช้เทคนิคนี้ในชั้นเรียน ผู้สอนจึงเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ให้ความรู้ มาเป็นผู้ที่ส่งเสริมและให้กำลังใจผู้เรียนในการเรียนรู้และแสวงหาความรู้ ด้วยตนเองหรือโดยกลุ่ม ผู้สอนจำเป็นต้องมีทักษะในการใช้คำถามช่วยผู้เรียนรวมทั้งการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน แสดงออกซึ่งความคิด และผู้สอนให้คุณค่าต่อความคิด และผลงานของผู้เรียนรวมทั้งการติดตามดูแลความเข้าใจ และการใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ การใช้เทคนิคแอทลาสมีกระบวนการ ผู้สอนที่ใช้เทคนิคนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมาก เทคนิคนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนที่ไม่สนใจวิทยาศาสตร์หันมาเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความสุข และมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้นและผู้ที่ไม่สนใจอยู่แล้วก็จะมีพัฒนาการทางความคิดมากขึ้น ทั้งเหตุผลนี้ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 34 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน โดยใช้วิธี Average Normalized Gain นักเรียนส่วนใหญ่ มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ (Low gain) จำนวน 22 คน และยังมีนักเรียนจำนวน 12 คนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประการแรกแบบทดสอบบางข้อไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ผู้วิจัยได้นำมาใช้เพราะเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนควรได้รับการเรียนรู้ประการที่สองการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อนยังมีข้อจำกัดในการเรียนรู้ในเรื่องของชนิดของคลื่นซึ่งชุดการทดลองสามารถสังเกตเห็นได้เพียงคลื่นชนิดเดียวเท่านั้น ด้วยเหตุผลทั้งสองข้อนี้จึงทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนโดยส่วนใหญ่อยูในระดับต่ำ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาสนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย 4.18 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า เป็นการจัดกิจกรรมมีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนปกติ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมทุกคน ได้ฝึกปฏิบัติที่หลากหลาย อีกทั้งนักเรียนยังมีความสนุกสนาน ได้มีการเรียนรู้ที่ร่วมมือกันในกลุ่มของนักเรียนและเกิดความ

กระตือรือร้นในการเรียนรู้และยังได้ร่วมกระบวนการวางแผน ลงมือปฏิบัติ ตรวจสอบ และการปรับปรุงผลงานร่วมกันภายในกลุ่มจึงทำให้มีความเข้าใจในการเรียนรู้

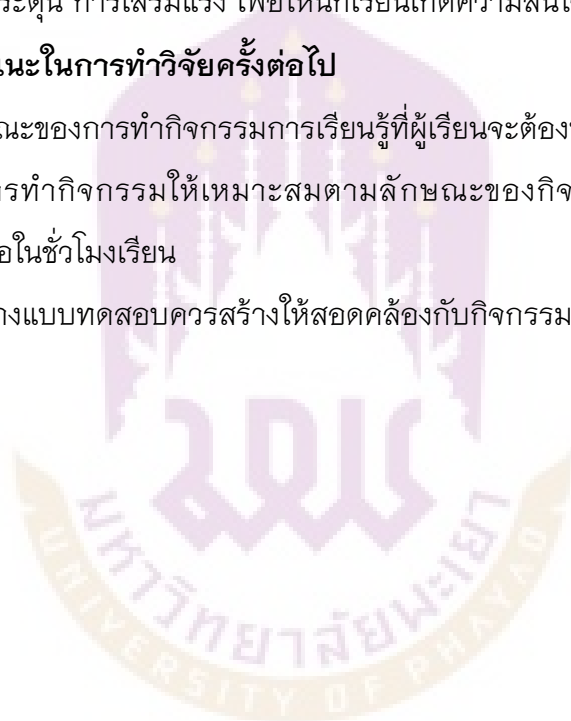
### **ข้อเสนอแนะ**

#### **ข้อเสนอแนะทั่วไป**

1. การใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ควรศึกษามาเป็นอย่างดี เพื่อที่จะอธิบายให้นักเรียนเข้าใจอย่างถูกต้องและชัดเจน
2. มีการกระตุ้น การเสริมแรง เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและสนุกกับการเรียน

#### **ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

1. ในลักษณะของการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมหลายอย่าง ควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมตามลักษณะของกิจกรรม หากเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในชั่วโมงเรียน
2. การสร้างแบบทดสอบควรสร้างให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น



## บรรณานุกรม

- การหาคุณภาพของแบบทดสอบ. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2560, จาก  
[www.sobkroo.com/img\\_news/file/A28626006.pdf](http://www.sobkroo.com/img_news/file/A28626006.pdf)
- เทคนิคการหาคุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2560, จาก  
[https://www.reg.cmu.ac.th/qa\\_new/fileslink/research02\\_1.pdf](https://www.reg.cmu.ac.th/qa_new/fileslink/research02_1.pdf)
- นิกรณ นิลพงษ์. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5  
**เรื่อง คลื่นกล**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ปัทมา ภู่วาสติ. (2553). การพัฒนาชุดกิจกรรมเทคนิคแอสทาส วิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและ  
**พลังงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กค.ม.,  
 มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). **หนังสือ  
 เรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3** (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.  
 ลาดพร้าว
- สลิลนา ศรีสุขศิริพันธ์. (22 กันยายน 2554). **เครื่องมือวิจัย**. สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2560,  
 จาก <https://www.gotoknow.org/posts/462196>
- สิริพร ปาณาวงษ์. (ม.ป.ป.). **Active Learning เทคนิคการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21**.  
 สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2560, จาก  
[http://apr.nsr.u.ac.th/Act\\_learn/myfile/10062014104828\\_3.pdf](http://apr.nsr.u.ac.th/Act_learn/myfile/10062014104828_3.pdf)
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
 กระทรวงศึกษาธิการ.(2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
 พุทธศักราช2551**. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2559, จาก <http://math.ipst.ac.th/wp-content/uploads/2015/PDF/Curriculum%202551.pdf>
- มนสิช สิทธิสมบุรณ์. (ม.ป.ป.). **ชุดฝึกอบรมเหนือตำราการทำวิจัยเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ**  
 (พิมพ์ครั้งที่ 5). ม.ป.พ.

ห้องเรียนฟิสิกส์ครูอรพรรณ. (ม.ป.ป.). **คลื่นกล**. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2559, จาก

<https://orapanwaipan.wordpress.com/%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A/%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%87/%E0%B9%83%E0%B8%9A%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99/>

อนุวัติ คุณแก้ว. (2558). **การวัดและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่**. (พิมพ์ครั้งที่ 1).

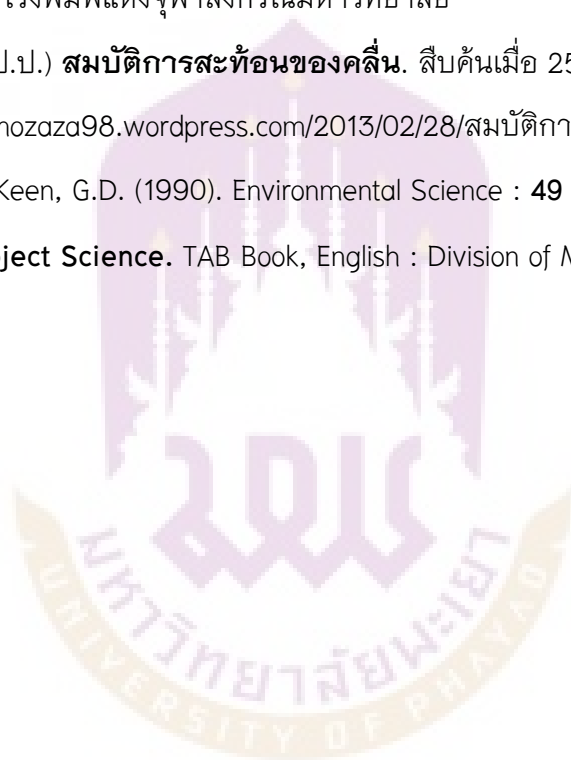
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

sumozaza98. (ม.ป.ป.) **สมบัติการสะท้อนของคลื่น**. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2559, จาก

<https://sumozaza98.wordpress.com/2013/02/28/สมบัติการสะท้อนของคลื่น/>

Bonnet, R.L. and Keen, G.D. (1990). Environmental Science : **49 Science Fair Project**.

**Science Fair Project Science**. TAB Book, English : Division of Mc Graw Hill, Inc.





ภาคผนวก



### ภาคผนวก ก

#### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเทคนิคแอสลาส



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเทคนิคแอสลาส

### 1. ว่าที่ร้อยตรี มนัส ภูทวี

**ตำแหน่ง** รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ และอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

### 2. นายกฤษดา เหลืองทองคำ

**ตำแหน่ง** อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา  
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

### 3. นายเพชรรัช ไชยมงคล

**ตำแหน่ง** อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา  
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

## ภาคผนวก ข.

### เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การชั้นทับของคลื่นและการสะท้อน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้
- แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส

## แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 คลื่นกล

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

เวลา 2 ชั่วโมง

### 1.สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเคลื่อนที่แบบคลื่นเป็นการถ่ายโอนพลังงานจากการรบกวนจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยมีตัวกลางหรือไม่มีก็ได้ ในกรณีที่มีตัวกลางเช่น น้ำ อนุภาคของตัวกลางจะสั่นรอบตำแหน่งสมดุลโดยไม่มีการเคลื่อนที่ไปกับคลื่น ในตัวกลางหนึ่งๆคลื่นมีอัตราเร็วคงตัว ถ้าคลื่นสองขบวนมาพบกันจะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ (superposition) เมื่อคลื่นเคลื่อนที่กระทบสิ่งกีดขวางแล้วเปลี่ยนทิศทางการกลับมาในตัวกลางเดิมเรียกว่า การสะท้อน (reflection) โดยการสะท้อนเป็นไปตามกฎการสะท้อน เมื่อคลื่นสองขบวนมาซ้อนทับกันจะเกิดการแทรกสอด (interference) ซึ่งมีทั้งการแทรกสอดแบบเสริมและหักล้าง ขณะเกิดการแทรกสอดของคลื่นอาพันธ์ คลื่นรวมที่เกิดขึ้นจะปรากฏเสมือนนิ่งอยู่กับที่เรียกว่า คลื่นนิ่ง (standing wave )

### 2.ผลการเรียนรู้ / จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 2.1.ผลการเรียนรู้

- 2.1.1.อธิบายการเคลื่อนที่แบบคลื่น และการเกิดคลื่นกล
- 2.2.1.อธิบายสมบัติของคลื่น ได้แก่ การสะท้อน
- 2.2.3.อธิบายการเกิดคลื่นนิ่ง

#### 2.2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 2.2.1 อธิบายการเกิดคลื่นกลได้ (K)
- 2.2.2 บอกความหมายของคลื่นกลได้(K)
- 2.2.3 อธิบายการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนได้ (K)
- 2.2.4 สังเกตและเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของคลื่นเมื่อผ่านตัวกลางได้ (P)

- 2.2.5 ออกแบบการทดลองเรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนได้ (P)
- 2.2.6 เขียนภาพของคลื่นใหม่ที่เกิดจากการซ้อนทับของคลื่นสองคลื่น (P)
- 2.2.7 หาความยาวคลื่นได้(P)
- 2.2.8 อธิบายการเกิดคลื่นนิ่งได้(K)
- 2.2.9 มีความใส่ใจต่อการเรียน การทำงาน การใฝ่รู้ หรือการแสวงหาความรู้การร่วมแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ (A)

### 3.สาระการเรียนรู้

- 3.1.1.การซ้อนทับของคลื่น
- 3.1.2.การสะท้อน
- 3.1.3.คลื่นนิ่ง

### 4.สมรรถนะของผู้เรียน

- 4.1. มีความสามารถในการคิด
- 4.2.มีความรับผิดชอบ
- 4.3.มีความสามารถในการสื่อสาร

### 5.คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1. มีวินัย
- 5.2. มีความรับผิดชอบ
- 5.3. ใฝ่เรียนรู้
- 5.4. มีความซื่อสัตย์ สุจริต

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคแอสลาส

### ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation)

1. ผู้สอนเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนไว้ล่วงหน้าซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

- ดินน้ำมัน ตะเกียบไม้ แล็คซิ่ง

2. ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม โดยให้นักเรียนเลือกจับสั้ทั้งสี่ที่นักเรียนชอบจากนั้นให้นักเรียนรวมกลุ่มกันตามสีที่นักเรียนเลือก กลุ่มที่ได้จะเป็นกลุ่มเรียนรู้ร่วมกันอย่างถาวรในการเรียนรู้เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน และให้นักเรียนเลือกประธานและรองประธานกลุ่ม

### ขั้นที่ 2 ขั้นกล่าวนำสั้นๆ (Briefing)

1. ผู้สอนชี้แจงกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ดังนี้

1.1 ผู้สอนแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและรูปแบบการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทราบ

1.2 นักเรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดคลื่น โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนดังนี้

- นักเรียนรู้หรือไม่ คลื่นเกิดได้อย่างไร
- การเคลื่อนที่แบบคลื่นมีลักษณะอย่างไร
- และเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง ตัวกลางนั้นมีลักษณะอย่างไร

2. ผู้สอนทบทวนองค์ประกอบของคลื่นและการหาอัตราเร็วของคลื่น

### ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

1. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน จากอุปกรณ์การทดลองที่จัดเตรียมไว้

2. ผู้สอนให้นักเรียนทดลองการเกิดการซ้อนทับของคลื่นจากการทดลองแล้วบันทึกผลตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

3. ผู้สอนลุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนอภิปรายผลการทดลองร่วมกับนักเรียนและให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน และแจกใบความรู้เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน
5. ผู้สอนให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

#### ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุป (Debriefing)

1. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันและสรุปความรู้เกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ข้อสรุปอาจได้ดังนี้

- เมื่อคลื่นสองขบวนเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการรวมกันเป็นคลื่นใหม่ โดยที่คลื่นเดิมซ้อนรูปอยู่ในคลื่นใหม่ ซึ่งคลื่นเดิมจะแสดงคุณสมบัติเดิมออกมาซ้ำเดิมอีกเมื่อคลื่นนั้นเคลื่อนที่ผ่านไป การกระจัดของคลื่นใหม่ที่เกิด ณ ตำแหน่งต่างๆเป็นผลบวกของการกระจัดของคลื่นทั้งสองที่ตำแหน่งนั้น (บวกกันแบบเวกเตอร์)ซึ่งมีผลให้แอมพลิจูดของคลื่นใหม่ = ผลรวมของแอมพลิจูดของคลื่นทั้งสอง

#### การรวมกันของคลื่นสามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

การรวมกันแบบเสริมเป็นการรวมกันชนิดที่ทำให้การ กระจัดของคลื่นลัพธ์(คลื่นลูกใหม่)มีค่ามากขึ้นซึ่งเกิดจากคลื่นทั้งสองมีการกระจัดทิศเดียวกันมารวมกัน อาจเป็นการกระจัดบวกของทั้งสองคลื่น หรืออาจเกิดจากการกระจัดที่เป็นลบของทั้งสองคลื่นก็ได้มีผลให้แอมพลิจูดลัพธ์เพิ่มขึ้น

การรวมกันแบบหักล้างกัน เป็นการรวมกันชนิดที่ทำให้การกระจัดของคลื่นลัพธ์ (คลื่นลูกใหม่) มีค่าลดลง ซึ่งเกิดจากคลื่นทั้งสองมีการกระจัดทิศตรงข้ามมารวมกัน มีผลให้แอมพลิจูดลัพธ์ลดลง

การสะท้อนของคลื่น จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ โดยคลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า คลื่นตกกระทบ และคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่าคลื่นสะท้อน การสะท้อนของคลื่นต้องเป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่น ดังนี้

- 1) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ
- 2) รังสีตกกระทบ เส้นปกติ รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน

คลื่นนิ่งคือการแทรกสอดของคลื่นต่อเนื่อง 2 ขบวนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ซึ่งเคลื่อนที่เข้าหากันในตัวกลางเดียวกัน ทำให้เราเห็นตำแหน่งบัพและปฏิบัพที่เกิดขึ้นมีตำแหน่งที่อยู่คงที่แน่นอนไม่มีการย้ายตำแหน่งจะเห็นว่าบางตำแหน่งไม่มีการสั่นเลย เราเรียกจุดนี้ว่าจุดบัพ (Node) และมีบางตำแหน่งที่สั่นได้มากที่สุดเราเรียกจุดนี้ว่าปฏิบัพ (Antinode)

### ขั้นที่ 5 ขั้นกิจกรรมหลังการปฏิบัติ (Follow-Up)

ให้นักเรียนแต่ละคนสำรวจสิ่งต่างในชีวิตประจำวัน ว่ามีอะไรบ้างที่เป็นคลื่นกล จากนั้นให้นักเรียนบันทึกลงในสมุดหรือวาดภาพประกอบ แล้วอธิบายว่าสิ่งนั้นทำไมถึงเป็นคลื่นกล แล้วนำส่งผู้สอนในคาบถัดไป

## 7. การวัดและประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ตรวจใบกิจกรรม เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน (P)	แบบประเมินใบกิจกรรม เรื่องการซ้อนทับของคลื่น และการสะท้อน	คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
สังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม (A)	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม	ระดับคุณภาพ พอใช้ ผ่าน เกณฑ์
ตรวจใบงานที่ 1 เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน (K)	แบบประเมินใบงานที่ 1 เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน	คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป



## 8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 8.1. สื่อการเรียนรู้

- 8.1.1 หนังสือเรียนฟิสิกส์ รายวิชาเพิ่มเติม เล่ม 3
- 8.1.2 ใบความรู้เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน
- 8.1.3 ใบกิจกรรมเรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน
- 8.1.4 วัสดุอุปกรณ์การทดลองเรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน
- 8.1.5 วีดิโอการเกิดคลื่น Wave Machine Demonstration
- 8.1.6 อินเทอร์เน็ต



### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง การซ้ของค้และการสะท้อน

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้บันทึก นายวรวัฒน์ สมบัติมั่นคง

วันที่บันทึก.....

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ( ) เป็นไปตามแผน ( ) ไม่เป็นไปตามแผน

2. บรรยายภาพระหว่างการเรียน

.....

.....

.....

.....

3. สรุปผลการจัดการเรียนรู้

- ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

.....

- ด้านทักษะกระบวนการ (P)

.....

.....

.....

.....

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

5. สิ่งที่ต้องพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

6. แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นายวรวัฒน์ สมบัติมั่นคง)

ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

1. เป็นหน่วย/แผนการจัดการเรียนรู้ที่  ดีมาก  ดี  พอใช้
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้นำเอาทักษะกระบวนการเรียนรู้
  - ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนอย่างเหมาะสม
  - ที่ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป
3. เป็นหน่วย/แผนการจัดการเรียนรู้ที่  นำไปใช้ในการสอนได้จริง
  - ควรปรับปรุงก่อนนำไปสอน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ตำแหน่ง.....



### แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

กลุ่ม ที่	พฤติกรรม																								รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ	สรุปผลการประเมิน
	ความร่วมมือ				การแสดงความคิดเห็น				การรับฟังความคิดเห็น				ขั้นตอนในการทำงาน				การมีส่วนร่วมในการอภิปราย										
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก	=	4	ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์	90-100%	หรือปฏิบัติบ่อยครั้ง
ดี	=	3	ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์	70-89%	หรือปฏิบัติบางครั้ง
พอใช้	=	2	ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์	50-69%	หรือปฏิบัติครั้งเดียว
ปรับปรุง	=	1	ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์	50%	หรือไม่ปฏิบัติเลย

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

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

## เกณฑ์การประเมิน

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1.ความร่วมมือ	ทุกคนมีส่วนร่วมและช่วยเหลือกันอย่างเต็มที่ ทุกคนสามารถอธิบายรายละเอียดของงานได้	80 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมและช่วยเหลือกัน ส่วนใหญ่อธิบายรายละเอียดของงานได้	60 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมและช่วยเหลือกัน ส่วนใหญ่บอกภาพรวมของงานได้	40 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมและช่วยเหลือกัน ส่วนใหญ่ไม่รู้ภาพรวมของงาน
2.การแสดงความคิดเห็น	ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	80 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	60 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	40 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
3.การรับฟังความคิดเห็น	ทุกคนมีการยอมรับฟังความเห็นของผู้แสดงความคิดเห็น	80 % ของกลุ่มมีการยอมรับฟังความเห็นของผู้แสดงความคิดเห็น	60 % ของกลุ่มมีการยอมรับฟังความเห็นของผู้แสดงความคิดเห็น	40 % ของกลุ่มมีการยอมรับฟังความเห็นของผู้แสดงความคิดเห็น
4.ขั้นตอนในการทำงาน	1. วางแผนการทำงานร่วมกัน 2. แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ 3. ทำความเข้าใจงานก่อนลงมือปฏิบัติจริง 4. เตรียมวัสดุอุปกรณ์พร้อมในการปฏิบัติงาน 5. ปฏิบัติตามแผน	ขาดหรือไม่ชัดเจน 1 ขั้นตอน	ขาดหรือไม่ชัดเจน 2 ขั้นตอน	ขาดหรือไม่ชัดเจน มากกว่า 2 ขั้นตอนขึ้นไป
5.การมีส่วนร่วมในการอภิปราย	ทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลข้อมูลที่ได้มา	80 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลข้อมูลที่ได้มา	60 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลข้อมูลที่ได้มา	50 % ของกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลข้อมูลที่ได้มา

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ดีมาก	= 4	ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์	90-100%	หรือปฏิบัติบ่อยครั้ง
ดี	= 3	ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์	70-89%	หรือปฏิบัติบางครั้ง
พอใช้	= 2	ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์	50-69%	หรือปฏิบัติครั้งเดียว
ปรับปรุง	= 1	ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์	50%	หรือไม่ปฏิบัติเลย

เกณฑ์การผ่าน: ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป

## แบบประเมินใบกิจกรรมเรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายการประเมิน						คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	ผลการประเมิน
		การทดลองตามแผนที่กำหนด	การใช้อุปกรณ์และ/หรือ เครื่องมือ	การบันทึกผล การทดลอง	การจัดทำข้อมูลและการ นำเสนอ	การสรุปผลการทดลอง	การดูแลและการเก็บอุปกรณ์ และ/หรือเครื่องมือ			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

### เกณฑ์การประเมินการทำกิจกรรม

ดี = ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80.00% ขึ้นไป

พอใช้ = ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 60.00-79.99%

ปรับปรุง = ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ ต่ำกว่า 60%

เกณฑ์การผ่าน: ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป





**บันทึกผลการทดลอง**

1. ให้นักเรียนวาดภาพการเกิดการซ้อนทับของคลื่นจากการทดลองดังนี้

- การซ้อนทับของคลื่นเมื่อคลื่นทั้งสองมีการกระจัดในทิศทางเดียวกัน  
คลื่นทั้งสองก่อนพบกัน



คลื่นทั้งสองขณะพบกัน



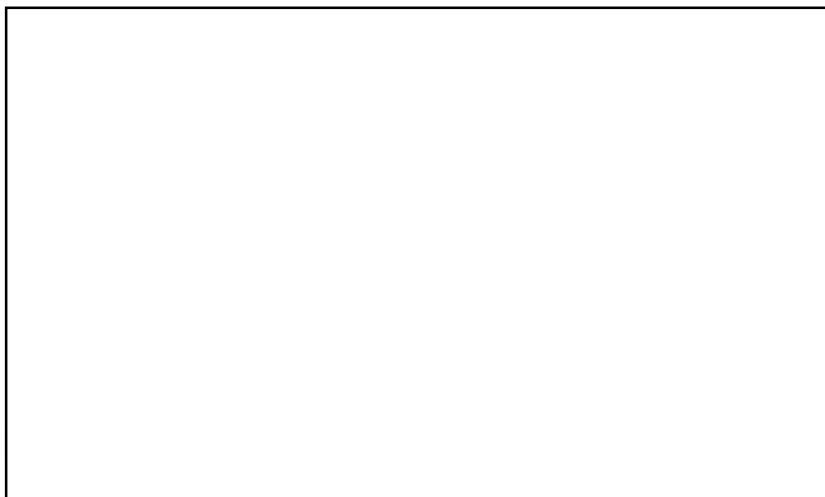
คลื่นคลทั้งสองหลังพบกัน



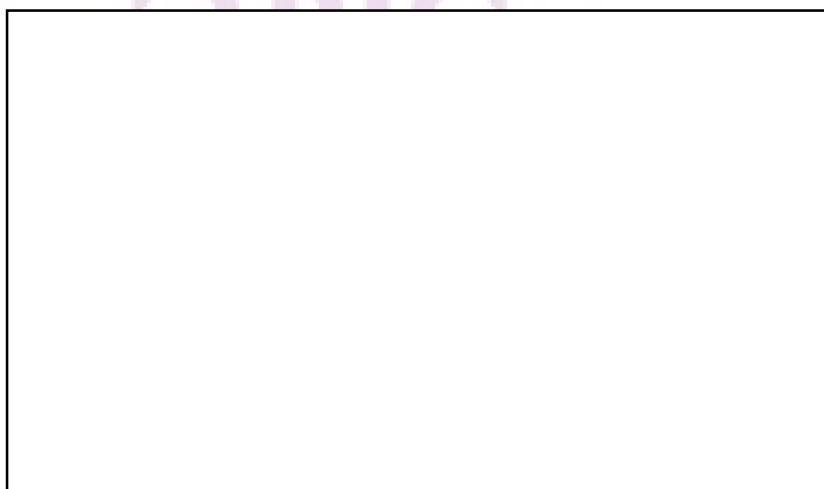
- การซ้อนทับของคลื่นคลเมื่อคลื่นคลทั้งสองมีการกระจัดในทิศทางตรงข้ามกัน  
คลื่นคลทั้งสองก่อนพบกัน



คลื่นคลทั้งสองขณะพบกัน



คลื่นคลทั้งสองหลังพบกัน



- ให้นักเรียนวาดภาพเมื่อนำดินน้ำมันออกจากตัวกลางที่ทำกรทดลอง



- ให้นักเรียนวาดภาพการสะท้อนของคลื่น

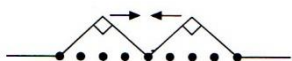




## ใบงานที่ 1 เรื่องการซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

1. จงเขียนรูปร่างของคลื่นที่เกิดจากการซ้อนทับของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้าหากันดังต่อไปนี้ ทุกๆ วินาที เป็นเวลา 5 วินาที กำหนดให้อัตราเร็วของคลื่นเท่ากับ 1 เซนติเมตรต่อวินาที



2. เชื่อกปลายตรึงคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนเป็นอย่างไร

3. ถ้าระยะห่างระหว่างจุดบัพกับจุดบัพที่อยู่ถัดไปของคลื่นนิ่งเป็น 12 เซนติเมตร จงหาความถี่ของคลื่นนิ่ง สมมติว่าคลื่นมีความเร็วเป็น 30 เมตร/วินาที

## แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

1.ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด สิ่งใดที่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น

- ก. ตัวกลาง
- ข. อนุภาคของตัวกลาง
- ค. พลังงาน
- ง. ถูกทุกข้อ

2.คลื่นที่เกิดจากการสั่นเส้นเชือก เป็นคลื่นชนิดใด

- 1) คลื่นกล
  - 2) คลื่นตามยาว
  - 3) คลื่นตามขวาง
- ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 2 และ 3
- ข. ข้อ 2 3
- ค. ข้อ 1 2
- ง. ข้อ 1 3

3.คลื่นในข้อใดเป็นคลื่นกล

- ก. คลื่นเสียง
- ข. คลื่นแสง
- ค. คลื่นวิทยุ
- ง. คลื่นไมโครเวฟ

4.ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ไม่ถูกต้อง

- ก. คลื่นเคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทางการสั่นของอนุภาคตัวกลางเท่านั้น
- ข. คลื่นส่งผ่านพลังงาน
- ค. คลื่นเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิด

ง. แหล่งกำเนิดของคลื่นให้พลังงานมาก แอมพลิจูดของคลื่นจะมาก

5.คุณลักษณะของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง มีสิ่งใดแตกต่างกัน

- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| ก. ทิศการสั่นของอนุภาคตัวกลาง | ค. ประเภทของแหล่งกำเนิด |
| ข. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น   | ง. ความยาวคลื่น         |

6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การรจัด หมายถึง ระยะตั้งฉากจากแนวสมมูลไปยังตำแหน่งบนคลื่น
- 2) ระยะระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกัน หรือท้องคลื่นที่อยู่ติดกัน คือความยาวคลื่น
- 3) ระยะตั้งฉากจากแนวสมมูลไปถึงสันคลื่นหรือท้องคลื่นเรียกว่า แอมพลิจูด

ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 และ 3
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 1 และ 2
- ง. ข้อ 1, 2 และ 3

7. คลื่นกลหมายถึงคลื่นในข้อใด

- ก. คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
- ข. คลื่นที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น
- ค. คลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

8. ข้อใดไม่ใช่คลื่นกล

- ก. คลื่นเสียง
- ข. คลื่นแสง
- ค. คลื่นในเส้นเชือก
- ง. คลื่นน้ำ



9. ข้อใด **ไม่ใช่** คำอธิบายการสะท้อนของคลื่น

- ก. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ
- ข. คลื่นตกกระทบ คลื่นสะท้อนอยู่ในตัวกลางเดียวกัน
- ค. รังสีสะท้อนทำมุม  $45^\circ$  กับรังสีตกกระทบ
- ง. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน

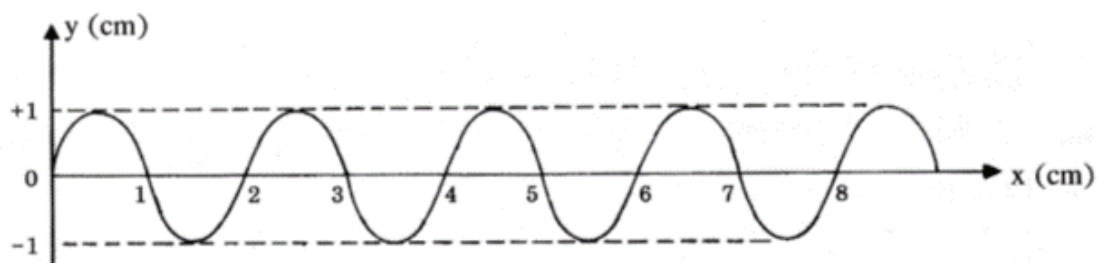
10. เมื่อคลื่นอาพันธ์สองขบวนที่มีแอมพลิจูดเท่ากันเคลื่อนที่เข้าหากัน โดยสันคลื่นพบกันสันคลื่นแอมพลิจูดของคลื่นจะเป็นอย่างไร

- ก. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของแอมพลิจูดเดิม
- ข. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่าเดิม
- ค. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์
- ง. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเป็นสองเท่าของแอมพลิจูดเดิม

11. เมื่อคลื่นอาพันธ์สองขบวนที่มีแอมพลิจูดเท่ากันเคลื่อนที่เข้าหากัน โดยสันคลื่นพบกันท้องคลื่นแอมพลิจูดของคลื่นจะเป็นอย่างไร

- ก. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของแอมพลิจูดเดิม
- ข. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่าเดิม
- ค. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์
- ง. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเป็นสองเท่าของแอมพลิจูดเดิม

12. คลื่นต่อเนื่องขบวนหนึ่งมีความถี่ 50 Hz จากรูปจงหาความยาวคลื่น ความเร็วคลื่น และแอมพลิจูดของคลื่น



- ก. ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.02 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 1 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.01 m  
 ข. ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.2 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 2 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.1 m  
 ค. ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.1 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 1 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.1 m  
 ง. ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.2 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 2 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.02 m

13. คลื่นในเส้นเชือกเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที และมีความถี่ 20 รอบต่อวินาที คลื่นขบวนนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด

- ก. 0.50 เมตร  
 ข. 0.25 เมตร  
 ค. 0.45 เมตร  
 ง. 0.40 เมตร

14. ข้อใด **ไม่ใช่** หลักการซ้อนทับของคลื่นตลสองคลื่นที่มีลักษณะเหมือนกันเคลื่อนที่เข้าหากัน

1. การกระจัดของคลื่นรวม จะเท่ากับผลรวมของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง
2. หลังจากคลื่นซ้อนทับกันแล้ว คลื่นทั้งสองจะสะท้อนกลับ โดยมีลักษณะ

เหมือนเดิม

3. หลังจากคลื่นซ้อนทับกันแล้ว คลื่นทั้งสองจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดิม โดยมี

ลักษณะเหมือนเดิม

- ก. ข้อ 1, 2, 3
- ข. ข้อ 1, 2
- ค. ข้อ 2
- ง. ข้อ 3

15. ข้อใดกล่าวถึงคลื่นนิ่งได้ถูกต้อง

1. เป็นปรากฏการณ์การแทรกสอดของคลื่นอาพันธ์ 2 ขบวนที่วิ่งสวนทางกัน
  2. คลื่นที่จะทำให้เกิดคลื่นนิ่งจะต้องมีแอมพลิจูดเท่ากันเท่านั้น
  3. คลื่นที่จะทำให้เกิดคลื่นนิ่งจะต้องมีความถี่เท่ากันเท่านั้น
- ก. 1 และ 2 เท่านั้น
  - ข. 2 และ 3 เท่านั้น
  - ค. 1 และ 3 เท่านั้น
  - ง. ทั้ง 1 2 และ 3



## ใบความรู้

### คลื่นคืออะไร ?

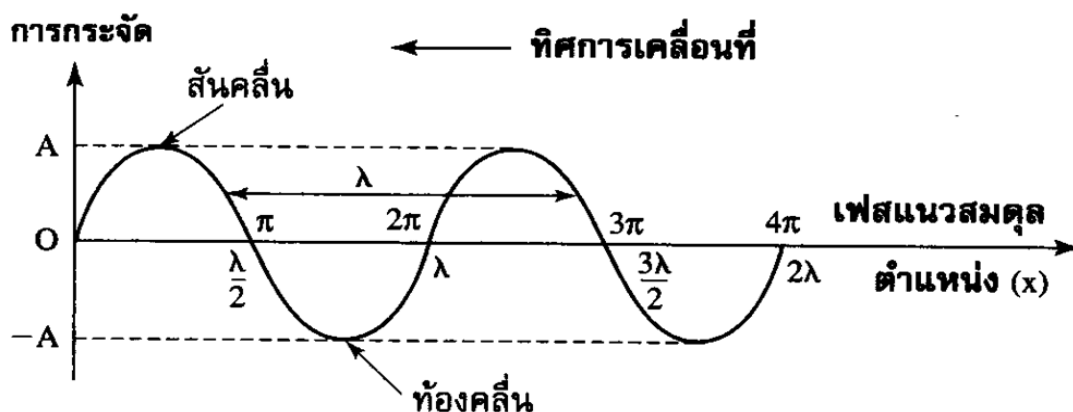
คลื่นตามลักษณะของตัวกลาง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- 1) คลื่นกล (mechanical wave) คือ คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ที่สามารถถ่ายทอดและโมเมนตัมโดยอาศัยความยืดหยุ่นของตัวกลาง เช่น คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้น
- 2) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) คือ คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น แสง คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์

การจำแนกคลื่นตามลักษณะการเคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) คลื่นตามยาว (longitudinal wave) คือ คลื่นที่อนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านมีการเคลื่อนที่ไปกลับ ในทิศทางเดียวกันกับทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่ เช่น คลื่นเสียง คลื่นที่เกิดจากการอัดและขยายของสปริง
- 2) คลื่นตามขวาง (transverse wave) คือ คลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านมีการเคลื่อนที่ไปกลับในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่ เช่น คลื่นในเส้น เชือก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ส่วนประกอบต่างๆ ของคลื่น



- 1) แอมพลิจูด คือ ระยะการกระจัดที่มีค่ามากที่สุดจากแนวสมมูลไปยังสันคลื่น หรือท้องคลื่น (ระยะ A)
- 2) ยอดคลื่น หรือ สันคลื่น คือ ตำแหน่งบนสุดของคลื่นแต่ละลูก
- 3) ท้องคลื่น คือ ตำแหน่งล่างสุดของคลื่นแต่ละลูก
- 4) ความยาวคลื่น คือ ความยาวของคลื่น 1 ลูก เป็นระยะทางที่วัดจากเฟสถึงเฟสเดียวกันของคลื่นลูกถัดไป
- 6) คาบ (period , T) คือเวลาที่คลื่นใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 ลูกคลื่น มีหน่วยเป็น วินาที (s)
- 7) ความถี่ (frequency , f ) คือจำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น ถ้าเกิด คลื่น 3 ลูกในเวลา 1 วินาที เช่นนี้เรียกได้ว่าความถี่คลื่นมีค่า 3 รอบต่อวินาที ความถี่ มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ 1/วินาที หรือสั้นๆ ว่า เฮิรตซ์ (Hz) เราอาจคำนวณหาค่าความถี่ได้จาก

$$f = \frac{\text{เวลาที่เกิดคลื่น}}{\text{จำนวนคลื่นที่เกิด}} \quad \text{หรือ} \quad f = \frac{1}{T}$$

- 8) อัตราเร็วคลื่น (wave speed , v ) คือระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เราสามารถคำนวณหาอัตราเร็วคลื่นได้จาก

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{หรือ} \quad v = f \lambda$$

เมื่อ  $v$  คืออัตราเร็วคลื่น (เมตร/วินาที)

$s$  คือระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้ ( เมตร )

$t$  คือเวลาที่คลื่นใช้ในการเคลื่อนที่ ( วินาที )

$f$  คือความถี่คลื่น ( Hz หรือ รอบ/วินาที )

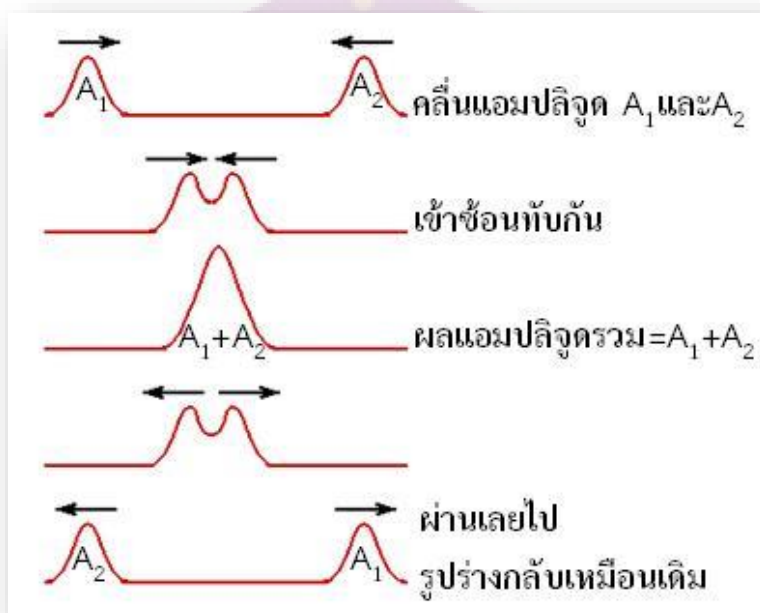
$\lambda$  คือ ความยาวคลื่น ( เมตร )

## การซ้อนทับกันของคลื่นคืออะไร ?

การซ้อนทับกันของคลื่นคือ เมื่อคลื่น 2 ขบวนผ่านมาในบริเวณเดียวกัน มันจะรวมกัน โดยอาศัยหลักการซ้อนทับของคลื่น

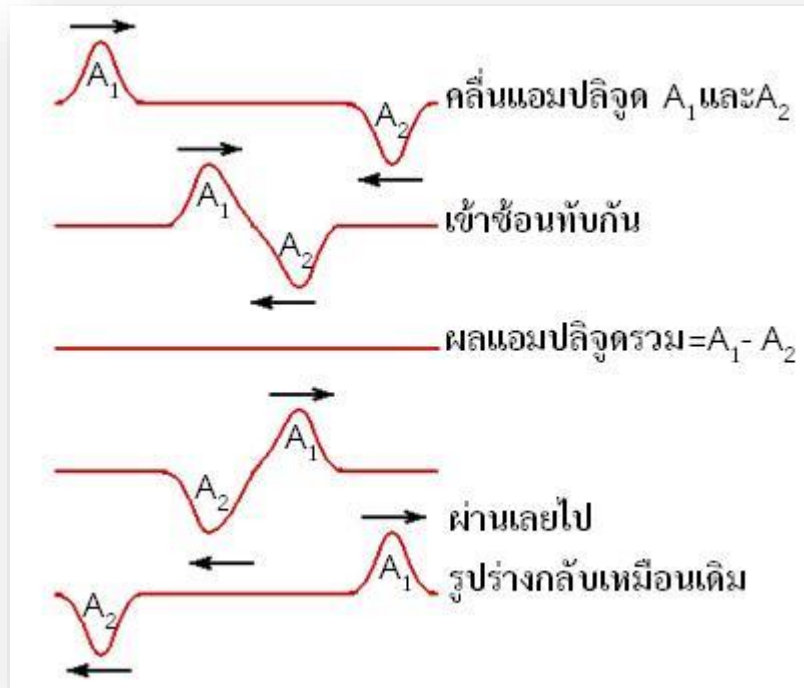
( Superposition principle) การซ้อนทับกันมี 2 แบบ คือแบบเสริม และแบบหักล้าง

1. การซ้อนทับแบบเสริม เกิดจากคลื่นที่มีเฟสตรงกัน เข้ามาซ้อนทับกัน เช่น สันคลื่น+ สันคลื่น หรือท้องคลื่น+ท้องคลื่น ผลการซ้อนทับทำให้แอมพลิจูดเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับผลบวกของแอมพลิจูด คลื่นทั้งสอง



(ที่มา: [http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post\\_48.html](http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post_48.html))

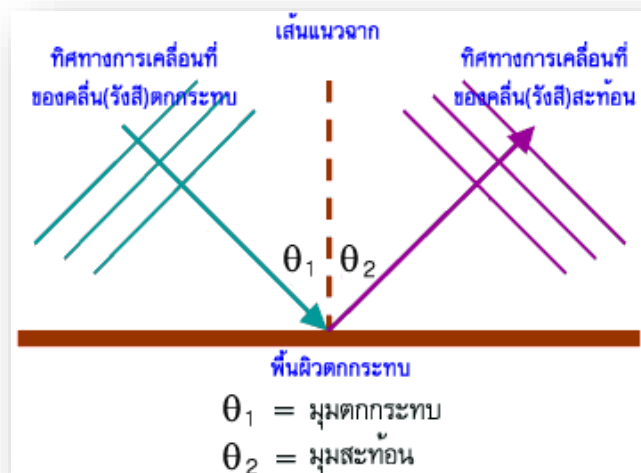
2. การซ้อนทับแบบหักล้าง เกิดจากคลื่นที่มีเฟสตรงกันข้าม เข้ามาซ้อนทับกัน เช่น สันคลื่น+ ท้องคลื่น ผลการซ้อนทับทำให้แอมพลิจูดลดลง เท่ากับผลต่างของแอมพลิจูด คลื่นทั้งสอง



(ที่มา: [http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post\\_48.html](http://kwanruedee11.blogspot.com/2015/08/blog-post_48.html))

### การสะท้อนของคลื่น(reflection)คืออะไร ?

การสะท้อนของคลื่นเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญประการหนึ่งของคลื่น ถือได้ว่าเป็นสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ โดยคลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า คลื่นตกกระทบ และคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่าคลื่นสะท้อน การสะท้อนของคลื่นต้องเป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่น ดังนี้



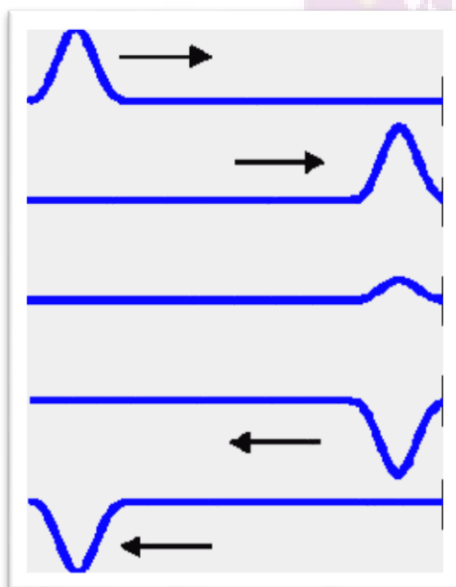
### กฎการสะท้อนคลื่น

1. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ
2. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน

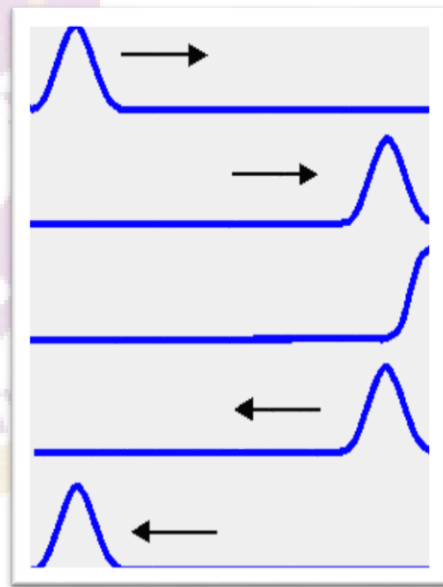
### ผลของการสะท้อนของคลื่นที่ควรทราบ คือ

1. ความถี่ของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความถี่ของคลื่นตกกระทบ
2. อัตราเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับอัตราเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นตกกระทบ
3. ถ้าการสะท้อนไม่สูญเสียพลังงาน จะได้แอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นตกกระทบ

### การสะท้อนคลื่นในเส้นเชือก



ภาพการสะท้อนของคลื่นในเส้น  
เชือกปลายตรึงแน่น



ภาพการสะท้อนของคลื่นในเส้น  
เชือกปลายอิสระ(คล้องปลายไว้  
หลวมๆ

### คลื่นนิ่ง

คือ การแทรกสอดของคลื่นเหมือนกัน 2 ขบวน เคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามโดยคลื่นทั้งสอง จะต้องมีแอมพลิจูด เท่ากัน ความถี่เท่ากัน ความยาวคลื่นเท่ากัน และอัตราเร็วเท่ากัน



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องการ  
พัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส  
เรื่อง การช้อนทัพของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาข้อความดังกล่าวว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่  
โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความคิดเห็น” ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

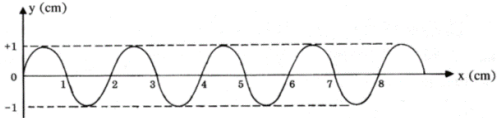
จุดประสงค์ การเรียนรู้	คำอธิบาย	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
4. สังเกตและ เปรียบเทียบ การเคลื่อนที่ ของคลื่นเมื่อ ผ่านตัวกลาง ได้	1. ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ออกจาก แหล่งกำเนิด สิ่งใดที่เคลื่อนที่ไป พร้อมกับคลื่น ก. ตัวกลาง ข. อนุภาคของตัวกลาง ค. พลังงาน ง. ถูกทุกข้อ (ค)				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	คำอธิบาย	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1 อธิบายการ เกิดคลื่นกลได้	2.คลื่นที่เกิดจากการสั่นเส้นเชือก เป็นคลื่นชนิดใด 1) คลื่นกล 2) คลื่นตามยาว 3) คลื่นตามขวาง ข้อใดถูกต้อง ก.ข้อ 1,2 และ 3 ข.ข้อ 2,3 ค.ข้อ 1,2 ง.ข้อ 1,3 (ง)				
2.บอก ความหมาย ของคลื่นกลได้	3.คลื่นในข้อใดเป็นคลื่นกล ก. คลื่นเสียง ข. คลื่นแสง ค.คลื่นวิทยุ ง.คลื่นไมโครเวฟ (ก)				
1 อธิบายการ เกิดคลื่นกลได้	4.ข้อใดต่อไปนี้เป็น <b>ไม่ถูกต้อง</b> ก. คลื่นเคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศ ทางการสั่นของอนุภาคตัวกลาง เท่านั้น ข. พลังงานของคลื่นส่งผ่านตัวกลาง ไปพร้อมกับคลื่น ค. คลื่นเกิดจากการสั่นของ แหล่งกำเนิด ง. แหล่งกำเนิดของคลื่นให้พลังงาน มาก แอมพลิจูดของคลื่นจะมาก(ก)				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	คำอธิบาย	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1.อธิบายการ เกิดคลื่นกลได้	5.คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง มีสิ่งใดแตกต่างกัน ก. ทิศการสั่นของอนุภาคตัวกลาง ข. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ค. ประเภทของแหล่งกำเนิด ง. ความยาวคลื่น (ก)				
	6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1) การกระจัด หมายถึง ระยะตั้งฉากจากแนวสมมูลไปยัง ตำแหน่งบนคลื่น 2) ระยะระหว่างสันคลื่นที่ อยู่ติดกัน หรือท้องคลื่นที่อยู่ติดกัน คือความยาวคลื่น 3) ระยะตั้งฉากจากแนว สมมูลไปถึงสันคลื่นหรือท้องคลื่น เรียกว่า แอมพลิจูด ข้อใด ถูกต้อง ก. ข้อ 1 และ 3 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 1 และ 2 ง. ข้อ 1,2 และ 3 (ง)				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	คำอธิบาย	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2.บอก ความหมาย ของคลื่นกลได้	7.คลื่นกลหมายถึงคลื่นในข้อใด ก. คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางใน การเคลื่อนที่ ข. คลื่นที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ไป พร้อมกับคลื่น ค. คลื่นที่อาศัยตัวกลางในการ เคลื่อนที่ ง. ไม่มีข้อใดถูก (ค)				
	8. คลื่นในข้อใด <b>ไม่ใช่</b> คลื่นกล ก. คลื่นเสียง ข. คลื่นแสง ค. คลื่นในเส้นเชือก ง. คลื่นน้ำ (ข)				
3.อธิบายการ ซ้อนทับของ คลื่นและการ สะท้อนได้	9. ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> คำอธิบายการสะท้อน ของคลื่น ก. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ ข. คลื่นตกกระทบ คลื่นสะท้อนอยู่ ในตัวกลางเดียวกัน ค. รังสีสะท้อนทำมุม $45^\circ$ กับรังสี ตกกระทบ ง. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสี สะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน (ค)				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	คำอธิบาย	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3.อธิบายการ ซ้อนทับของ คลื่นและการ สะท้อนได้	<p>10.เมื่อคลื่นอาพันธ์สองขบวนที่มีแอมพลิจูดเท่ากันเคลื่อนที่เข้าหากันโดยสันคลื่นพบกันสันคลื่นแอมพลิจูดของคลื่นจะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของแอมพลิจูดเดิม</p> <p>ข. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่าเดิม</p> <p>ค. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์</p> <p>ง. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเป็นสองเท่าของแอมพลิจูดเดิม (ง)</p>				
	<p>11.เมื่อคลื่นอาพันธ์สองขบวนที่มีแอมพลิจูดเท่ากันเคลื่อนที่เข้าหากันโดยสันคลื่นพบกันท้องคลื่นแอมพลิจูดของคลื่นจะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของแอมพลิจูดเดิม</p> <p>ข. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่าเดิม</p> <p>ค. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์</p> <p>ง. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่าเป็นสองเท่าของแอมพลิจูดเดิม (ค)</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	คำอธิบาย	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
7.หาความยาวคลื่นได้	<p>12.คลื่นต่อเนื่องขบวนหนึ่งมีความถี่ 50 Hz จากรูปจงหาความยาวคลื่น ความเร็วคลื่น และแอมพลิจูดของคลื่น</p>  <p>ก.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.02 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 1 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.01 m</p> <p>ข.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.2 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 2 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.1 m</p> <p>ค.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.1 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 1 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.1 m</p> <p>ง.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.2 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 2 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.02 m (ก)</p>				
	<p>13.คลื่นในเส้นเชือกเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที และมีความถี่ 20 รอบต่อวินาที คลื่นขบวนนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด</p> <p>ก. 0.50 เมตร</p> <p>ข. 0.25 เมตร</p> <p>ค. 0.45 เมตร</p> <p>ง. 0.40 เมตร (ก)</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	คำอธิบาย	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3.อธิบายการ ซ้อนทับของ คลื่นและการ สะท้อนได้	<p>14.ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> หลักการซ้อนทับของคลื่นดลสองคลื่นที่มีลักษณะเหมือนกันเคลื่อนที่เข้าหากัน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การกระจัดของคลื่นรวม จะเท่ากับผลรวมของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง</li> <li>2. หลังจากคลื่นซ้อนทับกันแล้ว คลื่นทั้งสองจะสะท้อนกลับโดยมีลักษณะเหมือนเดิม</li> <li>3. หลังจากคลื่นซ้อนทับกันแล้ว คลื่นทั้งสองจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดิม โดยมีลักษณะเหมือนเดิม</li> </ol> <p>ก. ข้อ 1, 2, 3    ข. ข้อ 1, 2 ค. ข้อ 2            ง. ข้อ 3 (ง)</p>				
8.อธิบายการ เกิดคลื่นนิ่ง ได้	<p>15.ข้อใดกล่าวถึงคลื่นนิ่งได้ถูกต้อง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เป็นปรากฏการณ์การแทรกสอดของคลื่นอาพันธ์ 2 ขบวนที่วิ่งสวนทางกัน</li> <li>2. คลื่นที่จะทำให้เกิดคลื่นนิ่งจะต้องมีแอมพลิจูดเท่ากันเท่านั้น</li> <li>3. คลื่นที่จะทำให้เกิดคลื่นนิ่งจะต้องมีความถี่เท่ากันเท่านั้น</li> </ol> <p>ก. 1 และ 2 เท่านั้น ข. 2 และ 3 เท่านั้น ค. 1 และ 3 เท่านั้น ง. ทั้ง 1 2 และ 3            (ง)</p>				

## ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....





แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง  
 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสทาส  
 เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาข้อความดังกล่าวว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่  
 โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความคิดเห็น” ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำอธิบายตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าคำอธิบายไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
<b>1. สาระสำคัญ</b>				
1.1 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา				
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>				
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา				
2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน				
2.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอน				
2.4 สอดคล้องกับการประเมินผล				
<b>3. เนื้อหา</b>				
3.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน				
3.2 มีความยากง่ายเหมาะกับผู้เรียน				
3.3 เนื้อหาตรงกับสาระการเรียนรู้เรื่องการ ช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน				
3.4 เนื้อหาชัดเจนกระชับ เข้าใจง่าย				
<b>4. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>				
4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้				

รายการประเมิน	ระดับความ คิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
4.2 สอดคล้องกับความสามารถ และวัยผู้เรียน				
4.3 มุ่งเน้นการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยการสืบค้น ข้อมูล				
4.4 น่าสนใจ จูงใจผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรม				
<b>5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>				
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน				
5.2 เหมาะสมกับวัย ความสนใจ ความสามารถ ของผู้เรียน				
<b>6 การประเมินผล</b>				
6.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
6.2 เครื่องมือในการวัดครอบคลุมเนื้อหา				
6.3 วิธีและประเมินผลตรงกับสภาพจริงและมี ความหลากหลาย				
6.4 เกณฑ์การประเมินเหมาะสมกับเนื้อหาและวัย ของผู้เรียน				

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....



แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส  
เรื่อง การซ้นทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้นทับของคลื่นและการสะท้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงขอความร่วมมือจากนักเรียนเป็นผู้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์

โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจ โดยเกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง น้อย
- 1 หมายถึง น้อยที่สุด

โดยแบบประเมินความพึงพอใจนี้ มีทั้งหมด 3 ตอน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่เสียสละเวลาให้ความอนุเคราะห์ในการทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้

นายวรวัฒน์ สมบัติมั่นคง

ผู้วิจัย

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม**(กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความต่อไป)

1. เพศ  ชาย  หญิง

**ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน**

ที่	ประเด็นวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1	สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน					
2	สร้างความสนใจ ให้เกิดการใฝ่รู้					
3	ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย					
4	มีความทันสมัย แปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนปกติ					
5	มีความเหมาะสมกับวัยและมีระดับความยากง่ายของเนื้อหา					
6	กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด					
7	เพิ่มบทบาทผู้เรียนในการเป็นผู้ปฏิบัติ					
8	สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน					
9	ช่วยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่					
10	ถ่ายทอดเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม					
11	ช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง					
12	เป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....



## ภาคผนวก ค

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- รายละเอียดผลการประเมิน IOC แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
- รายละเอียดผลการประเมิน IOC แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ตารางแสดงค่าความยาก(P) ค่าอำนาจจำแนก(r)
- ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่น KR-20 (Kruder-Richardson Method)
- ข้อมูลและการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2
- วิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเรียนรู้ หาค่า t-test
- ข้อมูลวิเคราะห์ ความก้าวหน้าทางการเรียน รายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2
- ข้อมูลแสดงความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิคแอสลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

ตาราง ค. 1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้  
เรื่อง การช้อนทัพของคลื่นและการสะท้อน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3		
<b>1. สาระสำคัญ</b>	1	1	1	1	ใช้ได้
1.1 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา					
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>	1	1	1	1	ใช้ได้
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา					
2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	1	ใช้ได้
2.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอน	1	1	1	1	ใช้ได้
2.4 สอดคล้องกับการประเมินผล	1	1	1	1	ใช้ได้
<b>3. เนื้อหา</b>	1	1	1	1	ใช้ได้
3.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน					
3.2 มีความยากง่ายเหมาะกับผู้เรียน	0	1	1	0.66	ใช้ได้
3.3 เนื้อหาตรงกับสาระการเรียนรู้เรื่อง การช้อนทัพของคลื่นและการสะท้อน	1	1	1	1	ใช้ได้
3.4 เนื้อหาชัดเจนกระชับ เข้าใจง่าย	0	1	1	0.66	ใช้ได้
<b>4. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>	1	1	1	1	ใช้ได้
4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
4.2 สอดคล้องกับความสามารถ และวัยผู้เรียน	1	1	1	1	ใช้ได้
4.3 มุ่งเน้นการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยการสืบค้นข้อมูล	1	1	0	0.66	ใช้ได้
4.4 น่าสนใจ จูงใจผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และเข้าร่วมกิจกรรม	0	1	1	0.66	ใช้ได้



## ตาราง ค.1(ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3		
<b>5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>	1	1	1	1	ใช้ได้
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน					
5.2 เหมาะสมกับวัย ความสนใจ ความสามารถของผู้เรียน	1	1	1	1	ใช้ได้
<b>6 การประเมินผล</b>					
6.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1	1	1	1	ใช้ได้
6.2 เครื่องมือในการวัดครอบคลุมเนื้อหา	0	1	1	0.66	ใช้ได้
6.3 วิธีและประเมินผลตรงกับสภาพจริงและมีความหลากหลาย	1	1	1	1	ใช้ได้
6.4 เกณฑ์การประเมินเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน	1	1	1	1	ใช้ได้

\*ข้อที่นำไปใช้ได้ คือข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

ตาราง ค. 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบกับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อ	จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
1	สังเกตและ เปรียบเทียบ การเคลื่อนที่ ของคลื่นเมื่อ ผ่านตัวกลางได้	ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ออกจาก แหล่งกำเนิด สิ่งใดที่เคลื่อนที่ ไปพร้อมกับคลื่น ก. ตัวกลาง ข. อนุภาคของตัวกลาง ค. พลังงาน ง. ถูกทุกข้อ (ค)	+1	+1	0	2	0.6	ใช้ได้
2	อธิบายการ เกิดคลื่นกลได้	คลื่นที่เกิดจากการสั่นเส้น เชือก เป็นคลื่นชนิดใด 1) คลื่นกล 2) คลื่นตามยาว 3) คลื่นตามขวาง ข้อใดถูกต้อง ก. ข้อ 1, 2 และ 3 ข. ข้อ 2, 3 ค. ข้อ 1, 2 ง. ข้อ 1, 3 (ง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง ค.2 (ต่อ)

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
3	บอกความหมาย ของคลื่นกลได้	คลื่นในข้อใดเป็นคลื่นกล ก. คลื่นเสียง ข. คลื่นแสง ค. คลื่นวิทยุ ง. คลื่นไมโครเวฟ (ก)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	อธิบายการเกิด คลื่นกลได้	ข้อใดต่อไปนี้เป็น <b>ไม่ถูกต้อง</b> ก. คลื่นเคลื่อนที่ตั้งฉากกับ ทิศทางการสั่นของอนุภาค ตัวกลางเท่านั้น ข. พลังงานของคลื่น ส่งผ่านตัวกลางไปพร้อม กับคลื่น ค. คลื่นเกิดจากการสั่น ของแหล่งกำเนิด ง. แหล่งกำเนิดของคลื่น ให้พลังงานมาก แอมพลิจูด ของคลื่นจะมาก (ก)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5		คลื่นตามยาวและคลื่นตาม ขวาง มีสิ่งใดแตกต่างกัน ก. ทิศการสั่นของอนุภาค ตัวกลาง ข. ทิศการเคลื่อนที่ของ คลื่น ค. ประเภทของ แหล่งกำเนิด ง. ความยาวคลื่น (ก)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง ค.2 (ต่อ)

ข้อ	จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
6	อธิบายการ เกิดคลื่นกลได้	จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1) การกระจัด หมายถึง ระยะตั้งฉากจาก แนวสมมูลไปยังตำแหน่งบน คลื่น 2) ระยะระหว่างสัน คลื่นที่อยู่ติดกัน หรือท้อง คลื่นที่อยู่ติดกัน คือความ ยาวคลื่น 3) ระยะตั้งฉากจาก แนวสมมูลไปถึงสันคลื่นหรือ ท้องคลื่นเรียกว่า แอมพลิจูด ข้อใดถูกต้อง ก.ข้อ 1 และ 3 ข.ข้อ 2 และ 3 ค.ข้อ 1 และ 2 ง.ข้อ 1,2 และ 3 (ง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	บอก ความหมาย ของคลื่นกลได้	คลื่นกลหมายถึงคลื่นในข้อ ใด ก.คลื่นที่ไม่ต้องอาศัย ตัวกลางในการเคลื่อนที่ ข.คลื่นที่อนุภาคตัวกลาง เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น ค.คลื่นที่อาศัยตัวกลางใน การเคลื่อนที่ ง.ไม่มีข้อใดถูก (ค)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

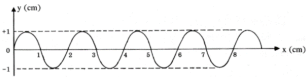
## ตาราง ค.2 (ต่อ)

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
8	บอกความหมาย ของคลื่นกลได้	8.คลื่นในข้อใด <b>ไม่ใช่</b> คลื่น กล ก. คลื่นเสียง ข. คลื่นแสง ค. คลื่นในเส้นเชือก ง. คลื่นน้ำ (ข)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	อธิบายการ ซ้อนทับของคลื่น และการสะท้อน ได้	9.ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> คำอธิบาย การสะท้อนของคลื่น ก. มุมสะท้อนเท่ากับมุม ตกกระทบ ข. คลื่นตกกระทบ คลื่น สะท้อนอยู่ในตัวกลาง เดียวกัน ค. รังสีสะท้อนทำมุม $45^\circ$ กับรังสีตกกระทบ ง. รังสีตกกระทบ เส้นแนว ฉาก รังสีสะท้อนอยู่ใน ระนาบเดียวกัน (ค)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง ค.2 (ต่อ)

ข้อ	จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
10	อธิบายการ ซ้อนทับของ คลื่นและการ สะท้อนได้	เมื่อคลื่นอาพันธ์สองขบวนที่มี แอมพลิจูดเท่ากันเคลื่อนที่ เข้าหากัน โดยสันคลื่นพบกัน สันคลื่นแอมพลิจูดของคลื่น จะเป็นอย่างไร  ก. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เท่ากับครึ่งหนึ่งของแอมพลี จูดเดิม  ข. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เท่าเดิม  ค. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เท่ากับศูนย์  ง. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เป็นสองเท่าของแอมพลิจูด เดิม (ง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11		11.เมื่อคลื่นอาพันธ์สองขบวนที่ มีแอมพลิจูดเท่ากันเคลื่อนที่ เข้าหากัน โดยสันคลื่นพบกัน ท้องคลื่นแอมพลิจูดของคลื่น จะเป็นอย่างไร  ก. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เท่ากับครึ่งหนึ่งของแอมพลี จูดเดิม  ข. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เท่าเดิม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง ค.2 (ต่อ)

ข้อ	จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
		ค. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เท่ากับศูนย์ ง. แอมพลิจูดของคลื่นมีค่า เป็นสองเท่าของแอมพลิจูด เดิม (ค)						
12	หาความยาว คลื่นได้	12.คลื่นต่อเนื่องขบวนหนึ่งมี ความถี่ 50 Hz จากรูปจงหา ความยาวคลื่น ความเร็วคลื่น และแอมพลิจูดของคลื่น 						
		ก.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.02 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 1 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.01 m ข.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.2 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 2 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.1 m ค.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.1 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 1 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.1 m ง.ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.2 m ความเร็วคลื่นเท่ากับ 2 m/s แอมพลิจูดเท่ากับ 0.02 m (ก)		+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง ค.2 (ต่อ)

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
13	หาความยาวคลื่น ได้	13.คลื่นในเส้นเชือก เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที และมึ ความถี่ 20 รอบต่อวินาที คลื่นขบวนนี้มีความยาว คลื่นเท่าใด ก. 0.50 เมตร ข. 0.25 เมตร ค. 0.45 เมตร ง. 0.40 เมตร (ก)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	อธิบายการ ซ้อนทับของคลื่น และการสะท้อน ได้	14.ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> หลักการ ซ้อนทับของคลื่นดลสอง คลื่นที่มีลักษณะเหมือนกัน เคลื่อนที่เข้าหากัน 1. การกระจัด ของคลื่นรวม จะเท่ากับ ผลรวมของการกระจัด ของคลื่นทั้งสอง 2. หลังจาก คลื่นซ้อนทับกันแล้ว คลื่น ทั้งสองจะสะท้อนกลับ โดยมีลักษณะเหมือนเดิม 3. หลังจาก คลื่นซ้อนทับกันแล้ว คลื่น ทั้งสองจะเคลื่อนที่ไปใน ทิศทางเดิม โดยมีลักษณะ เหมือนเดิม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้



## ตาราง ค.2 (ต่อ)

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบ (คำตอบ)	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ความ หมาย
			1	2	3			
		ก. ข้อ 1, 2, 3 ข. ข้อ 1, 2 ค. ข้อ 2 ง. ข้อ 3 (ง)						
15	อธิบายการเกิด คลื่นนิ่งได้	ข้อใดกล่าวถึงคลื่นนิ่งได้ ถูกต้อง 1. เป็น ปรากฏการณ์การแทรก สอดของคลื่นอาพันธ์ ขบวนที่วิ่งสวนทางกัน 2. คลื่นที่จะทำ ให้เกิดคลื่นนิ่งจะต้องมี แอมพลิจูดเท่ากันเท่านั้น 3. คลื่นที่จะทำ ให้เกิดคลื่นนิ่งจะต้องมี ความถี่เท่ากันเท่านั้น ก. 1 และ 2 เท่านั้น ข. 2 และ 3 เท่านั้น ค. 1 และ 3 เท่านั้น ง. ทั้ง 1 2 และ 3 (ง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง ค. 3 ผลการวิเคราะห์ การหาค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของ  
แบบทดสอบเรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

ข้อ	ค่าความ ยาก (p)	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	แปลผล	สรุป
1	0.50	ยากง่าย เหมาะสม	0.78	สูงมาก	นำไปใช้ได้
2	0.56	ยากง่าย เหมาะสม	0.44	สูงมาก	นำไปใช้ได้
3	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.67	สูงมาก	นำไปใช้ได้
4	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.67	สูงมาก	นำไปใช้ได้
5	0.50	ยากง่าย เหมาะสม	0.56	สูงมาก	นำไปใช้ได้
6*	0.39	ค่อนข้างยาก	0.11	ต่ำ	ควรตัดทิ้ง
7	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.67	สูงมาก	นำไปใช้ได้
8	0.56	ยากง่าย เหมาะสม	0.67	สูงมาก	นำไปใช้ได้
9	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.78	สูงมาก	นำไปใช้ได้
10	0.39	ค่อนข้างยาก	0.56	สูงมาก	นำไปใช้ได้
11	0.44	ยากง่าย เหมาะสม	0.44	สูงมาก	นำไปใช้ได้
12	0.50	ยากง่าย เหมาะสม	1.00	สูงมาก	นำไปใช้ได้
13	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.78	สูงมาก	นำไปใช้ได้
14	0.28	ค่อนข้างยาก	0.33	สูง	นำไปใช้ได้
15*	0.28	ค่อนข้างยาก	-0.11	ตรงกันข้าม	ควรตัดทิ้ง

ข้อสอบที่ใช้ได้ คือ ข้อสอบที่มีค่าความยาก 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20ขึ้นไป โดยการคัดเลือกต้องพิจารณาสองค่านี้ จากการวิเคราะห์ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 13 ข้อ คือข้อ 1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14

**\*หมายเหตุ :** ข้อที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ผู้สอนมีเจตจำนงนำมาใช้ในข้อสอบเนื่องจาก ข้อสอบมีความสำคัญและเป็นพื้นฐานที่นักเรียนควรรู้ อีกทั้งยังครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้



ตาราง ค. 4 แสดงการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

คนที่	ข้อที่															X	X <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13	169
2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	13	169
3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12	144
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	12	144
5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12	144
6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12	144
7	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11	121
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	11	121

ตาราง ค.4 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่															X	X <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
11	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	5	25
12	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	5	25
13	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	9
14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	9
15	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9
16	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
18	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	36
19	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	6	36
20	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	7	49
21	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	7	49

ตาราง ค.4 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่															X	X <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
22	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7	49
23	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	7	49
24	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	8	64
25	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	8	64
26	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	8	64
27	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	8	64
28	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	8	64
29	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	9	81
30	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	9	81
31	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	10	100
32	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	9	81

ตาราง ค.4 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่															X	X <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
33	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	10	100
34	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	10	100
35	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	10	100
36	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	10	100
รวม	21	23	28	25	18	9	29	26	21	13	14	18	25	6	14	290	2686
p	0.6	0.6	0.8	0.7	0.5	0.3	0.8	0.7	0.6	0.4	0.4	0.5	0.7	0.2	0.4	$\sum pq = 3.20$	
q	0.4	0.4	0.2	0.3	0.5	0.8	0.2	0.3	0.4	0.6	0.6	0.5	0.3	0.8	0.6		
pq	0.24	0.23	0.17	0.21	0.25	0.19	0.16	0.20	0.24	0.23	0.24	0.25	0.21	0.14	0.24		

การคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

การคำนวณหาความแปรปรวน

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

$$S^2 = \frac{36(2686) - 290^2}{36(36 - 1)}$$

$$S^2 = 9.99$$

เมื่อ	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้ทั้งหมด
	$N$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบ
	$X^2$	แทน	กำลังสองของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right)$$

$$r_{tt} = \left(\frac{15}{15-1}\right)\left(1 - \frac{3.20}{9.99}\right)$$

$$r_{tt} = 0.73$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมด
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (หาได้จากจำนวนผู้ที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนทั้งหมด)
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (เท่ากับ $1 - p$ )

ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.73

กล่าวคือแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นระดับสูง



ตาราง ค. 5 แสดงข้อมูลและการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้

คนที่	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	$X_1$	$X_1^2$	$X_2$	$X_2^2$
1	5	25	6	36
2	4	16	6	36
3	2	4	5	25
4	4	16	8	64
5	8	64	11	121
6	4	16	4	16
7	12	144	12	144
8	3	9	8	64
9	4	16	3	9
10	8	64	10	100
11	5	25	10	100
12	9	81	9	81
13	9	81	11	121
14	9	81	10	100
15	6	36	8	64
16	5	25	6	36
17	6	36	7	49
18	9	81	9	81
19	7	49	9	81
20	8	64	7	49
21	6	36	9	81
22	4	16	5	25
23	6	36	6	36
24	5	25	5	25

ตาราง ค.5 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	$X_1$	$X_1^2$	$X_2$	$X_2^2$
25	5	25	11	121
26	6	36	10	100
27	5	25	7	49
28	8	64	9	81
29	6	36	10	100
30	8	64	11	121
31	8	64	9	81
32	5	25	11	121
33	8	64	9	81
34	3	9	8	64
รวม	$\Sigma X_1 = 210$	$\Sigma X_1^2 = 1458$	$\Sigma X_2 = 279$	$\Sigma X_2^2 = 2463$
	$\bar{X}_1 = 6.18$	S.D. <sub>1</sub> = 2.21	$\bar{X}_2 = 8.21$	S.D. <sub>2</sub> = 2.29

ตาราง ค. 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการ  
เรียนรู้

คนที่	คะแนนก่อน เรียน	คะแนนหลัง เรียน	ผลต่างของ คะแนน (D)	กำลังสองของผลต่าง ของคะแนน (D <sup>2</sup> )
1	5	6	1	1
2	4	6	2	4
3	2	5	3	9
4	4	8	4	16
5	8	11	3	3
6	4	4	0	0
7	12	12	0	0
8	3	8	5	25
9	4	3	-1	1
10	8	10	2	4
11	5	10	5	25
12	9	9	0	0
13	9	11	2	4
14	9	10	1	1
15	6	8	2	4
16	5	6	1	1
17	6	7	1	1
18	9	9	0	0
19	7	9	2	4
20	8	7	-1	1
21	6	9	3	9
22	4	5	1	1
23	6	6	0	0
24	5	5	0	0

ตาราง ค.6 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลต่างของคะแนน (D)	กำลังสองของผลต่างของคะแนน (D <sup>2</sup> )
25	5	11	6	36
26	6	10	4	16
27	5	7	1	1
28	8	9	4	16
29	6	10	4	16
30	8	11	3	9
31	8	9	1	1
32	5	11	6	36
33	8	9	1	1
34	3	8	5	25
<b>รวม</b>	210	279	<b>ΣD=69</b>	<b>ΣD<sup>2</sup>=265</b>

การคำนวณหาค่า t-test และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบบุคคล

การคำนวณหาค่า t-test

จากข้อมูลที่ได้ สามารถคำนวณหาค่า t-test ได้จากสูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}}$$

$$t = \frac{69}{\sqrt{\frac{34(265) - (69)^2}{34 - 1}}}$$

$$t = 6.0808$$

เมื่อหาค่า  $t$  จากการคำนวณได้เท่ากับ 6.0808 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า  $t$  ในตารางที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ที่ค่า  $df = N-1$  หรือ  $34-1 = 19$  จะได้เท่ากับ 1.6924 พบว่า ค่า  $t$  ที่ได้มีค่ามากกว่า ดังนั้นแสดงว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

แสดงว่าการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบเทคนิคแอทลาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อน ทำให้นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นจริง



ตาราง ค. 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.2

นักเรียน คนที่	คะแนน ทดสอบ ก่อน เรียน 15 คะแนน	คิดคะแนน เป็น เปอร์เซ็นต์ 100%	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน 15 คะแนน	คิดคะแนน เป็น เปอร์เซ็นต์ 100%	ความก้าวหน้า ทางการ เรียนรู้ รายบุคคล	สรุปผล
1	5	33.33	6	40.00	0.10	Low
2	4	26.67	6	40.00	0.18	Low
3	2	13.33	5	33.33	0.23	Low
4	4	26.67	8	53.33	0.36	Medium
5	8	53.33	11	73.33	0.43	Medium
6	4	26.67	4	26.67	0.00	Low
7	12	80.00	12	80.00	0.00	Low
8	3	20.00	8	53.33	0.42	Medium
9	4	26.67	3	20.00	-0.09	Low
10	8	53.33	10	66.67	0.29	Low
11	5	33.33	10	66.67	0.50	Medium
12	9	60.00	9	60.00	0.00	Low
13	9	60.00	11	73.33	0.33	Medium
14	9	60.00	10	66.67	0.17	Low
15	6	40.00	8	53.33	0.22	Low
16	5	33.33	6	40.00	0.10	Low
17	6	40.00	7	46.67	0.11	Low
18	9	60.00	9	60.00	0.00	Low
19	7	46.67	9	60.00	0.25	Low
20	8	53.33	7	46.67	-0.14	Low
21	6	40.00	9	60.00	0.33	Medium
22	4	26.67	5	33.33	0.09	Low

ตาราง ค.7 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน ทดสอบ ก่อน เรียน 15 คะแนน	คิด คะแนน เป็น เปอร์เซ็นต์ 100%	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน 15 คะแนน	คิด คะแนน เป็น เปอร์เซ็นต์ 100%	ความก้าวหน้า ทางการ เรียนรู้ รายบุคคล	สรุปผล
23	6	40.00	6	40.00	0.00	Low
24	5	33.33	5	33.33	0.00	Low
25	5	33.33	11	73.33	0.60	Medium
26	6	40.00	10	66.67	0.44	Medium
27	5	33.33	7	46.67	0.20	Low
28	8	53.33	9	60.00	0.14	Low
29	6	40.00	10	66.67	0.44	Medium
30	8	53.33	11	73.33	0.43	Medium
31	8	53.33	9	60.00	0.14	Low
32	5	33.33	11	73.33	0.60	Medium
33	8	53.33	9	60.00	0.14	Low
34	3	20.00	8	53.33	0.42	Medium
ค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนรู้					0.22	Low

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5.1 นักเรียนส่วนใหญ่ มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ จำนวน 22 คน และยังมี  
นักเรียนส่วนน้อยที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง

ตาราง ค. 8 ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบการจัดกิจกรรมเทคนิค  
แอสทาส เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน

รายการ	ระดับความคิดเห็น(N=70)					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1			
13.สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เรื่อง การช้อนทับของคลื่นและการสะท้อน	9	18	7	-	-	4.06	0.69	ระดับมาก
14.สร้างความสนใจ ให้เกิดการเรียนรู้	8	19	7	-	-	4.03	0.67	ระดับมาก
15.ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	13	12	9	-	-	4.12	0.81	ระดับมาก
16.มีความทันสมัย แปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนปกติ	16	14	4	-	-	4.35	0.69	ระดับมาก
17. มีความเหมาะสมกับวัย และมีระดับความยากง่ายของเนื้อหา	14	12	8	-	-	4.18	0.80	ระดับมาก
18. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	11	14	9	-	-	4.06	0.78	ระดับมาก
19. เพิ่มบทบาทผู้เรียนในการเป็นผู้ปฏิบัติ	13	15	6	-	-	4.21	0.73	ระดับมาก
20. สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	15	11	8	-	-	4.21	0.81	ระดับมาก
21. ช่วยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	10	18	5	-	-	4.09	0.75	ระดับมาก
22. ถ่ายทอดเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม	12	17	5	-	-	4.21	0.69	ระดับมาก



ตาราง ค.8 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น(N=70)					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1			
23. ช่วยให้นักเรียนได้ ข้อสรุปที่ถูกต้อง	15	15	4	-	-	4.32	0.68	ระดับมาก
24. เป็นสื่อที่มีการ ประยุกต์ใช้ได้อย่าง เหมาะสม	16	14	4	-	-	4.35	0.69	ระดับมาก

จากผลสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการรูปแบบกิจกรรมเทคนิคแอสทาส เรื่อง การซ้อนทับของคลื่นและการสะท้อนพบว่า หัวข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจในมากที่สุดคือหัวข้อที่ 4 มีความทันสมัย แปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนปกติ และหัวข้อที่ 12 เป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

ภาคผนวก จ

ภาพประกอบการจัดกิจกรรม



รูปที่ 10 แสดงการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียน



รูปที่ 11 แสดงการเตรียมนำก่อนการทำกิจกรรม



รูปที่ 12 แสดงการวางแผนการศึกษาของนักเรียน



รูปที่ 13 แสดงการศึกษาทดลองการซ้อนทับของคลื่นของนักเรียน

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายวรวัฒน์ สมบัติมั่นคง
วันเดือนปี ที่เกิด	วันที่ 1 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2537
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคม อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์
พ.ศ. 2553	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคม อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 172/1 หมู่ 1 ตำบลท่าจิว อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ รหัสไปรษณีย์ 60180
เบอร์ติดต่อ	089-2662350
อีเมล(E-mail)	worawatchuichai@gmail.com