

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย  
ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สารนิพนธ์  
ของ  
ดำรงศักดิ์ มีวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ตุลาคม 2552

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย  
ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สารนิพนธ์  
ของ  
ดำรงศักดิ์ มีวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

ตุลาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย  
ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ  
ของ  
ดำรงศักดิ์ มีวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ตุลาคม 2552

ดำรงศักดิ์ มีวรรณ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์:  
รองศาสตราจารย์ ชูติมา วัฒนาศรี.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรปราการ เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน 50 คน ซึ่งได้รับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 12 ชั่วโมง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการแบบแผนการทดลองแบบ One Group Present Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น .57 และแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ค่าความเชื่อมั่น .53 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t - test Dependent Sample

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON MATHAYOMSUKSA V STUDENTS LEARNING ACHIEVEMENT  
AND SCIENTIFIC SOLUTION ABILITY USING SCIENTIFIC SOLUTION  
ACTIVITY PACKAGES

AN ABSTRACT  
BY  
DAMRONGSAK MEEWAN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Education Degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University

October 2009

Damrongsak Meewan. (2009). *A Study on Mathayomsuksa V Students learning Achievement and Scientific Solution Ability Using Scientific Solution Activity Packages*. Master's Project M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Prof Dr.Chutima Vatanakhiri.

The purposes of this research was to study on Mathayomsuksa V Students learning achievement and scientific solution ability using scientific solution activity packages.

The samples Used in this research eere 50 Mathayomsuksa V atudents of Mathayom watsrichanpradit school, Bangpoomai, Samutprakarn, in 1/2009 Semester by simple random sampling. The duration of this research was 12 hours.

This research is experimental research by using One Group Present Design. The instruments are the achievement test that got .57 of reliability value, the scientific solution test that got .53 of reliability value, and data analyses achieved by employing t - test Dependent Sample.

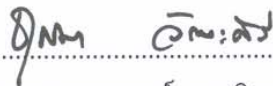
The results of the research were as follow:

1. The achievement of the Mathayomsuksa V Students in Science learning through scientific solution activity was higher than before learning at the .01 level of significance.

2. The scientific solution ability of the Mathayomsuksa V students after being taught through the Scientific Solution activity packages was higher than before learning at the .01 level of Significance

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ  
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด  
แก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรม  
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของ ดำรงค์ศักดิ์ มีวรรณ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของ  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์



(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูดิมา วัฒนาศรี)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร



(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูดิมา วัฒนาศรี)

คณะกรรมการสอบ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูดิมา วัฒนาศรี)

ประธาน



(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

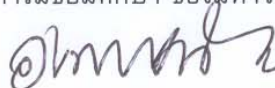
กรรมการสอบสารนิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



(รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

วันที่ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552

## ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความสามารถ และความเมตตาในการให้คำปรึกษาแนะ  
แนวทางในการทำวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี และ  
อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคุณครู พรนิพา พานิชชิวกุล โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ ที่  
คอยให้คำ ปรึกษาแนะนำและให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณครู สหสรีน คำพานิช โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ ที่  
คอยให้คำ ปรึกษาแนะนำและให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณครูสงกรานต์ แสนเกียง โรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์ สีลม ที่ให้  
คำแนะนำช่วยเหลือให้คำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณครู วันนา โตสถาน โรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์ บางรักที่ให้  
คำแนะนำช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ และพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจอย่างมากในการทำ  
วิจัยให้สำเร็จคุณค่าและประโยชน์ใดๆจากสารนิพนธ์นี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา  
มารดาครูอาจารย์ และ ผู้มีพระประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ดำรงศักดิ์ มีวรรณ



# สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ภูมิหลัง .....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	3
ความสำคัญของการวิจัย .....	4
ขอบเขตของการวิจัย .....	4
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....	4
ตัวแปรที่ศึกษา .....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	7
สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า .....	7
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	8
เอกสารเกี่ยวกับความคิดและกระบวนการแก้ปัญหา .....	8
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด .....	14
เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม .....	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม .....	22
เอกสารที่เกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ .....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดต่างประเทศ .....	25
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ .....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ .....	47
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	49
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง .....	49
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย .....	50
การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล .....	54
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	54

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....</b>	<b>58</b>
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	58
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	58
<b>5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>60</b>
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และ วิธีดำเนินการวิจัย .....	60
สรุปผลการวิจัย .....	61
อภิปรายผล .....	61
ข้อเสนอแนะ .....	64
<b>บรรณานุกรม .....</b>	<b>66</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>72</b>
ภาคผนวก ก .....	73
ภาคผนวก ข .....	75
ภาคผนวก ค .....	81
ภาคผนวก ง .....	86
<b>ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์ .....</b>	<b>140</b>

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย .....	49
2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ใช้ ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .....	58
3 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ใช้ โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .....	59
4 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ .....	76
5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .....	77
6 ค่าความยากง่าย (p) อำนาจการจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ .....	78
7 ค่าความยากง่าย (p) อำนาจการจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ .....	79
8 ค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .....	80
9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .....	82
10 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับ หลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ .....	84

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	7
2 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ .....	29

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

ความเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในการคิด การแก้ปัญหาของสังคมและวัฒนธรรมกล่าวคือทำให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อวิถีการดำรงชีวิตของคนในสังคมปัจจุบัน ยุคนี้ได้ชื่อว่าเป็นยุคสังคมข่าวสาร สารสนเทศซึ่งเกิดขึ้นมากมาย และแพร่ กระจายออกไปอย่างรวดเร็วทั่วทุกสังคมของโลกที่ไร้พรมแดน สารสนเทศดังกล่าวจึงมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของบุคคล ในการดำเนินชีวิตประจำวันของคนทุกคนนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกสรรสารสนเทศที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้ในการคิด การแก้ปัญหา การตัดสินใจ แม้จะมีอุปสรรคและปัญหาที่ยุ่ยากซับซ้อนจากกระบวนการเหตุและปัจจัยหนุนเนื่องที่ทำให้เกิดทำทหาย การคิด การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ อย่างมีเป้าหมายด้วยการใช้เหตุผลบนพื้นฐานของข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วนตามความเป็นจริงและกาลเวลาด้วยกระแสของสาเหตุและปัจจัย จึงสามารถคิดและตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ทำให้ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมใหม่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสุข กระบวนการต่อเนื่องว่าอะไร ทำให้เกิดอะไรอะไรทำให้เกิดอะไรต่อเนื่องอย่างไม่มีที่สิ้นสุดนั้น มีพุทธบัญญัติว่า “เพราะสิ่งนี้จึงมี... เพราะสิ่งนี้ไม่มีสิ่งนี้จึงไม่มี” (ประเวศ ะสี. 2544: 27)

การศึกษามีบทบาทและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสังคมปัจจุบันจัดว่าเป็นสังคมในยุค โลกาภิวัตน์ ทรัพยากรที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศคือ ทรัพยากรบุคคล ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ความสามารถและมี ศักยภาพในด้านต่างๆ จากสรุปผล การศึกษาศักยภาพของเด็กไทยพบว่านักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาที่มีศักยภาพต่ำสุด ในทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคตโดยเฉพาะในทักษะด้านการคิด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา ความสามารถของเด็กไทยในวิชาพื้นฐาน คือคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีแนวโน้มต่ำลง และพบว่า สิ่งที่ต้องแก้ไขด่วนคือพื้นฐานการเรียนรู้โลกปัจจุบันและอนาคต กระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาของผู้เรียนทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา นั้น มักเน้นวิธีการสอน หรือเทคนิคกระบวนการสอน ในการสอนของครูเป็นส่วนใหญ่ การศึกษาจึงเน้นบทบาทของครูเป็นใหญ่ และสำคัญที่สุดในห้องเรียน ทำให้สิ่งที่นักเรียนได้รับนั้น เป็นเพียงความรู้เท่านั้น ปัจจุบันจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาททั้งตัวผู้เรียนและผู้สอน เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545 มาตรา 22 ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการศึกษา ต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ จากมาตราดังกล่าวจำเป็นที่ตัวผู้สอนเองจะต้องปรับเปลี่ยนบทบาท และวิธีการถ่ายทอดความรู้ และในการ จัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่าง

ระหว่างบุคคล และให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดจากประสบการณ์จริงให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตลอดเวลา และทุกสถานที่ แม้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ จะเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาค้นคว้าทดลอง และฝึกกระบวนการกลุ่มอยู่แล้ว แต่การจัดกระบวนการเรียนการสอนก็ยังคงมีการยึดครูเป็นศูนย์กลางอยู่มาก เช่น สอนให้จำมากกว่า สอนให้ทำ สอนให้เชื่อมากกว่าสอนให้ขัดแย้ง สอนเนื้อหามากกว่าสอนกระบวนการแสวงหาความรู้ มิได้ดึงศักยภาพของผู้เรียนออกมาใช้ แต่เป็นการปิดกั้นการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนโดยสิ้นเชิง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแบ่งออกเป็น 4 ช่วงชั้น ซึ่งแต่ละช่วงชั้นได้กำหนดสาระการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย, คณิตศาสตร์, วิทยาศาสตร์, สังคมศึกษา และวัฒนธรรม, สุขศึกษาและพลศึกษา, ศิลปะ, การงานอาชีพ และเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ วิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระโดยจัดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ออกเป็น 8 สาระด้วยกันซึ่งในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่กับสาระที่ 5 พลังงาน เป็นสาระที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ซึ่งวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีความสำคัญสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ และสามารถค้นคว้าข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานของการนำไปประยุกต์ในวิชาต่างๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ เป็นต้น ตลอดจนก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีที่ใช้อุตสาหกรรม ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับวิชาพื้นฐานและงานวิจัยขั้นสูงทางฟิสิกส์เป็นอย่างมาก แต่การเรียนการสอนที่ผ่านมาผู้สอนใช้วิธีการสอนที่เน้นการบรรยายและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวเนื้อหามากกว่ากระบวนการ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้มีโอกาสได้ ร่วมรู้ ร่วมคิด ร่วมแก้ปัญหาที่กำลังเรียน การที่ผู้สอนใช้วิธีดังกล่าวเป็นประจำย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และไม่สนใจบทเรียน ผู้เรียนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ ไม่เกิดมโนคติในเรื่องที่เรียนและไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้ได้ถูกต้องทำให้เกิดปัญหาในการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เนื่องจากทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนฟิสิกส์ของผู้เรียนนั้นได้มองว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก ถึงแม้จะตั้งใจเรียนแล้วก็ตามก็ยังไม่เข้าใจ และจากประสบการณ์ของผู้วิจัยเองพบว่าปัญหาที่เกิดจากการสอนฟิสิกส์ในช่วงชั้นที่ 4 นั้น ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของผู้เรียนไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และประสบปัญหาผู้เรียนสอบไม่ผ่านเป็นจำนวนมาก ผู้เรียนขาดจินตนาการในการมองภาพจากทฤษฎี ขาดทักษะด้านการคำนวณ ที่โจทย์ที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างได้ แต่เมื่อเจอโจทย์ที่ซับซ้อนมีการประยุกต์ ก็ไม่รู้ว่าตนเองจะเริ่มอย่างไร ชุดกิจกรรมถือว่ามิใช่ประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ถือว่าเป็นนวัตกรรมการสอนที่ได้รับ ความนิยมอย่างแพร่หลาย และเป็นสื่อที่มีความเหมาะสม ช่วยแก้ความสนใจ รวมทั้งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน และสร้างความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดกิจกรรมมีการจัดระบบการใช้สื่อ ผลิตสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งมีข้อเสนอแนะการใช้สำหรับครูทำให้ครูมีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

จากปัญหาทางการเรียนฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางในการแก้ปัญหาในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์โดยใช้ ชุดกิจกรรม การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของคนทุกเพศ ทุกวัย และทุกสังคม นักการศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร มีความเห็นสอดคล้องกันว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาควรเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญหลักสูตรการคิดเป็นความสามารถที่พัฒนาได้ โดยการฝึกฝนจากระดับง่ายจนถึงระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น ได้แก่ฝึกทักษะการคิด ลักษณะการคิด และกระบวนการคิดตามลำดับ โดยการจัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามระดับวัย วุฒิภาวะของแต่ละบุคคลโดยให้นักเรียนคิดเป็น ให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาและคิดหาทางแก้ไขโดยใช้ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาผสมผสาน จนเกิดความคิดที่จะเลือกตัดสินใจหรือปฏิบัติให้เกิดความพึงพอใจและสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่ง ประเวศ วะสี (2531: 61 - 64) กล่าวว่า การสอนให้นักเรียนมีความรู้ชั้นการคิดเป็นมโนมิตีมีความจำเป็นมาก กระบวนการคิดเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่างๆ ตามหลักการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ มุ่งเน้นกระบวนการเพื่อฝึกให้นักเรียน มีนิสัยในการจัดระบบการคิด

ด้วยเหตุผลดังกล่าวการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิด และสามารถแก้ปัญหาที่พบได้ ผู้วิจัยสนใจรูปแบบการสอนแบบแก้ปัญหาเป็นชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพราะการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ควรปลูกฝัง ในตัวนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์เพราะเป็นการแก้ปัญหาย่างอย่างมีระบบและอยู่บนหลังเหตุผล และผลสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ การสอนแบบแก้ปัญหานี้จะช่วยฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผลต่อตนเอง

จากหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ สมุทรปราการ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์กับผู้เรียนมากที่สุด

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียน และเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เลือกวิธีสอนที่เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพ

2. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้สื่อการสอนประเภทชุดกิจกรรม สำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นแนวทาง ในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนการสอน สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ บางปูใหม่ สมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 88 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ บางปูใหม่ สมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling)

### ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยการสอน 12 คาบๆ ละ 60 นาที

### เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเรื่องนี้ได้แก่ เรื่อง คลื่น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์  
ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้านได้แก่
  - 1.1 ด้านความรู้ – ความ จำ
  - 1.2 ด้านความเข้าใจ
  - 1.3 ด้านการนำไปใช้
  - 1.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



## 2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง โดยใช้ชุดกิจกรรมการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรือเป็นกระบวนการที่จะช่วยบรรลุมิติวัตถุประสงค์นั้นๆ กระบวนการคิดที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่การคิดแก้ปัญหาและชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยได้ยึดขั้นตอนและหลักการสร้างชุดกิจกรรมของ บัทส์ (Butt. 1974: 85) เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson; & Lobeer. 1975: 247) และดีวิตโตและครอกโคเวอร์ (Devito; & Krockover. 1976: 388) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมที่ใช้ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองประกอบด้วย

1.1 ชื่อชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม

1.2 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม

1.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้บรรลุผล

1.4 เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

1.5 เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหาในกรอบความรู้เพิ่มเติม

1.6 สถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายด้วยข้อความรูปภาพ เกม หรือกิจกรรมการทดลอง

1.7 กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ โดยศึกษาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น ชั้นระบุปัญหา ชั้นตั้งสมมติฐาน ชั้นออกแบบการทดลอง และชั้นสรุปผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหา

- นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรม
- นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในการทดลอง

ขั้นที่ 2 ชั้นตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เลือก
- นักเรียนเลือกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาเขียนเป็นสมมติฐานให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือก

ขั้นที่ 3 ชั้นทดลอง

- นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

- นักเรียนปฏิบัติตามการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้

- นักเรียนบันทึกผลการทดลองโดยจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ

- อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม
- ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผล
- นักเรียนอธิบายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้และสรุปผลการทดลองลงในชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
  - นักเรียนตอบคำถามในชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุข้อความหลังจากการปฏิบัติกิจกรรม
- 1.9 คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบท้ายกิจกรรม
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องคลื่น โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้
- 2.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกนำสิ่งที่เรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความตีความ และแปลความโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- 2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ผ่านการปฏิบัติการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิด ความชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากประสบการณ์ทางตรง และทางอ้อมเป็นการแสดงความรู้ ความคิดของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นคือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลอง ขั้นสรุปผล
- 3.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิด และบอกปัญหาภายในขอบเขตข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 3.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดการคาดคะเน และบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับ ตัวแปรตามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ศึกษา
- 3.3 ขั้นทดลอง หมายถึง ความสามารถกำหนดวิธีการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้

3.4 ชั้นสรุปผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้เสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับความคิดและกระบวนการคิดแก้ปัญหา
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและกระบวนการแก้ปัญหา
3. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
7. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

#### 1. เอกสารเกี่ยวกับความคิดและกระบวนการคิดแก้ปัญหา

##### 1.1 ความหมายการคิด

การคิดเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องฝึกฝนอยู่เสมอมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษา (2542: 31) กล่าวว่า การคิด หมายถึง กระบวนการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้า และสภาพแวดล้อม โดยนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

สมจิต สวธนไพบูรณ์ (2541: 38) กล่าวว่า การคิดเป็นการนำปัญญามาใช้ ปัญญา คือ เครื่องมือของการคิด การคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสจัดกระทำกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง

กิลฟอร์ด (Guiford. 1967: 7) ให้ทัศนะว่าการคิดเป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงที่ได้รับการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงๆ นั้น ยังรวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม

เปียเจต์ (Piaget. 1969: 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับเข้ากับประสบการณ์

เดิมที่มีอยู่กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับความจริงที่รับรู้ใหม่บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนเองให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด

ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดเป็นพฤติกรรมภายในที่เกิดจากกระบวนการทำงานของสมอง มีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกจากกันไม่ได้ แต่อธิบายได้ว่า กระบวนการคิด เป็นการใช่วิธีคิดและทักษะการคิด ส่วนการผลผลิต เป็นผลที่เกิดจากการใช้คิดแก้ปัญหา

## 1.2 กรอบของการคิด

จากการสังเคราะห์ข้อมูล และอาศัยความรู้เกี่ยวกับ การคิดที่มีอยู่จำนวนมากมาสามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 12)

1. ทักษะการคิด หมายถึง ความสามารถในการแสดงออก หรือพฤติกรรมของการใช้ความคิด เช่น การสังเกตการณ์เปรียบเทียบ การจำแนกแยกแยะ ขยายความ จัดกลุ่ม ฯลฯ

2. ลักษณะของการคิด หมายถึง คำที่แสดงลักษณะของการคิดซึ่งใช้ลักษณะเป็นคำวิเศษณ์ เช่น คิดกว้าง คิดไกล คิดรอบคอบ ซึ่งคำไม่ได้แสดงออกถึงพฤติกรรมโดยตรง แต่สามารถแปลความไปถึงพฤติกรรม หรือการกระทำประการใดประการหนึ่ง หรือหลายประการรวมกัน เช่น คิดคล่อง หมายถึง พฤติกรรมที่บอกการคิดได้จำนวนมากในเวลาทีรวดเร็ว คิดหลากหลาย ได้จำนวนมากในเวลาทีรวดเร็ว คิดหลากหลาย หมายถึง พฤติกรรมสามารถบอกลักษณะคิดที่มีรูปลักษณะ รูปแบบที่หลากหลาย แตกต่างกันไปจัดเป็นการคิดขั้นกลาง

3. กระบวนการคิด หมายถึง การคิดที่มีความสลับซับซ้อนสูงขึ้น ซึ่งต้องมีพื้นฐานด้านทักษะความคิดหลายๆ ด้านมาผสมกัน กระบวนการคิดจึงมีขั้นตอนมีความแยบยล จึงทำให้พบแนวทางในการแก้ ปัญหา หรือคำตอบของความคิดแต่ละครั้ง กระบวนการคิดถือเป็นการคิดขั้นสูง ประกอบด้วย การคิดที่มี วิจารณ์ คัดปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดรวบยอด คิดตัดสินใจ

ทิสนา แชมมณี และคณะ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 15 - 17; อ้างอิงจากทิสนา แชมมณี และคณะ. ม.ป.ป.) จัดมิติของการคิดไว้ 6 ด้าน เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาความสามารถทางการคิดของเด็กและเยาวชน

มิติของการคิดมี 6 ด้าน คือ

1. มิติข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด

ในการคิด บุคคลไม่สามารถคิดโดยไม่มีเนื้อหาของการคิดได้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการในการคิด จึงจะต้องมีการคิดอะไรควบคู่ไปกับการคิดอย่างไร

2. มิติด้านคุณสมบัติ ที่เอื้อต่อการคิด

ในการพิจารณาใดๆ โดยอาศัยข้อมูลต่างๆ คุณสมบัติส่วนตัวบางประการ มีผลต่อความคิด และคุณภาพของการคิด เช่น คนมีใจกว้าง ย่อมยินดีที่จะรับฟังข้อมูลจากหลายฝ่าย จึงอาจได้ข้อมูลมากกว่าคนที่ไม่ยอมรับฟัง ความรอบคอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความขยัน ความมั่นใจในตัวเองจะช่วยส่งเสริมการคิดให้มีคุณภาพดีขึ้น

### 3. มิติด้านการคิด

บุคคลจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานหลายประการในการดำเนินในการคิด เพื่อพัฒนาทักษะความคิดขั้นสูง

### 4. มิติด้านลักษณะการคิด

ลักษณะการคิดเป็นประเภทของการคิดที่แสดงลักษณะเฉพาะชัดเจน ลักษณะการคิดแต่ละลักษณะจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานบางประการและกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดไม่มากนัก

### 5. มิติด้านกระบวนการคิด

กระบวนการคิด เป็นการคิดที่ประกอบไปด้วย ลำดับขั้นตอนในการคิด ซึ่ง จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความจำเป็นของลักษณะการคิดแต่ละลักษณะ

6. มิติด้านควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง หมายถึง การรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำ หรือประเมินความคิดของตนเอง และใช้ความรู้ที่ควบคุม หรือการกระทำของตนเอง บุคคลที่มีความตระหนักและประเมินความคิดของตนเองได้ จะสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

ทักษะการคิดมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นทักษะขั้นพื้นฐานซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนเพื่อฝึกการคิดอย่างคล่องแคล่ว เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคม ทักษะการคิดมีผู้ศึกษาและกำหนดชนิดของทักษะไว้มีทั้งลักษณะที่คล้ายคลึงและแตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

เฟรนเคิล (Fraenkel. 1980: 172) ได้แบ่งทักษะการคิดออกเป็น 11 ทักษะ คือ

1. การสังเกต (Observing)
2. การบรรยาย (Describing)
3. การเปรียบเทียบ (Comparing and Contrasting)
4. การพัฒนาความคิดรวบยอด (Developing Concepts)
5. การจำแนก (Differentiating)
6. การให้คำจำกัดความ (Defining)
7. การสรุปความ (Generalizing)
8. การทำนาย (Predicting)
9. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)
10. การเสนอทางเลือก (Offering Alternatives)
11. การเสนอทางเลือก (Offering Alternatives)

มีการจำแนกการพัฒนาทักษะการคิด (Higher of Order of Cognitive skills Taxonomy) โดยได้ทำการศึกษาทฤษฎีทางความคิดต่างๆ หลักสูตรต่างๆ ในระดับอนุบาลและประถมศึกษาตลอดจนนวัตกรรมและสื่อการสอน และ โปรแกรมการสอนรวมทั้งสิ้น 64 โปรแกรม หลังจากนั้นจึงจัดกลุ่มทักษะการคิดออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1. ทักษะการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้
2. ทักษะการสื่อความหมาย
3. ทักษะการสังเคราะห์และสร้างสรรค์
4. ทักษะการตัดสินใจและลงความเห็น
5. ทักษะการจัดหมวดหมู่ และเปรียบเทียบ
6. ทักษะการวิเคราะห์ค่านิยมและการตัดสินใจ

อัลเพรชท์ (Albrecht. 1980: 13 - 14) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีคุณภาพของมนุษย์ประกอบด้วยทักษะพื้นฐานทางการคิด 10 ประการ

1. ความตั้งใจ
2. การสังเกต
3. การจำ
4. การให้เหตุผล
5. การสรุปอ้างอิง
6. การตั้งสมมติฐาน
7. การกำหนดทางเลือก
8. การโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิด
9. การกำหนดรูปแบบ
10. การรับรู้และ มัลติสัมพันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540: 29 - 42) แบ่งทักษะการคิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน (Basic Skills) หมายถึงทักษะย่อยที่พื้นฐานเบื้องต้นในการคิดประกอบด้วย

11 ทักษะการสื่อความหมาย (Communication Skills) หมายถึง ทักษะการรับสารของผู้อื่นเข้ามาเพื่อรับรู้ ตีความหมาย จดจำ เพื่อนำมาถ่ายทอดความคิดตนเองให้ผู้อื่น โดยแปลงความคิดให้อยู่ในรูปของภาษาต่างๆ ได้แก่

1.1.1 การฟัง เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การแยกแยะความแตกต่างสิ่งที่ฟัง การจดจำสิ่งที่ได้ยินมา การจดจำข้อความที่มีความหมาย การเข้าใจเรื่องราวที่ฟัง เหตุการณ์ และ/ หรือรายละเอียดที่เล่าตรงๆ การเข้าใจความหมายที่ผ่าน น้ำเสียง สีหน้า ท่าทาง และลีลาการเล่าของผู้พูดการไวต่ออารมณ์หรือความสะเทือนใจ ที่ปรากฏในการพูดหรือ

สิ่งที่พูด การประเมินความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ประกอบการประเมิน มีความเป็นกลาง ไม่ใช่ข้อดี มีการเปิดกว้างข้อมูลที่ต่างไปจากความเชื่อของตัวเอง

1.1.2 การอ่าน (Reading) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถ ในเรื่องการบอกเนื้อหา สาระ และรายละเอียดจากภาพ การอ่านประสมคำ การอ่านอ่านโดยสิ่งชี้แนะ การเข้าใจเรื่องราวที่อ่าน การใช้ประโยชน์จากวิธีการนำเสนอ การทำความเข้าใจเรื่องที่อ่าน การไวต่ออารมณ์ หรืออาการสะท้อนใจ

1.1.3 การพูด (Speaking) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถ ในเรื่องการบอกให้ชัดเจนแน่นอนว่าจะพูด เพื่อถ่ายทอดความเกี่ยวกับอะไร และเพื่ออะไร การจัดโครงสร้างของสิ่งที่พูดได้ถูกต้อง การจัดลำดับตามความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ในการพูด การเรียบเรียงความคิดทั้งหมด และถ่ายทอดออกมาเป็นคำพูด การพูดที่เรียบเรียงไว้ เพื่อนำเสนอความคิดของตนเองออกมา

1.1.4 การเขียน (Writing) เป็นทักษะที่แสดงออกมาในความสามารถ ในเรื่องการบอกให้ชัดเจนแน่นอนว่าจะเขียน เพื่อถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับอะไร และเพื่ออะไร การจัดการโครงสร้างของสิ่งที่เขียนได้ถูกต้องครบถ้วน การจัดลำดับความคิดของเรื่องที่จะเขียนได้ต่อเนื่อง และสอดคล้องกันการเลือกวิธีการนำเสนอ และสำนวนภาษาไทยให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ในการเขียน การเขียนที่มีรายละเอียดครบถ้วน โดยใช้วิธีที่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเกิดการตอบสนองตามผู้เขียนต้องการ

## 1.2 ทักษะการคิดเป็นแกนหรือทักษะพื้นฐานทั่วไป ได้แก่

1.2.1 การสังเกต (Observation) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถ ในเรื่องการรับรู้สิ่งหรือปรากฏการณ์ต่างๆ การรับรู้เห็นหรือบอกได้ถึงคุณสมบัติหรือคุณลักษณะของสิ่งนั้น องค์ประกอบและรายละเอียด หรือโครงสร้างสิ่งของสิ่งนั้น

1.2.2 การตั้งคำถาม (Question) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถ ในเรื่องกำหนดขอบเขตของการศึกษาว่าเกี่ยวกับอะไรบ้าง และระบุวัตถุประสงค์ ที่ต้องการจะศึกษาให้ชัดเจนการรับข้อมูลที่เลือกแล้วว่าเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาเข้ามา โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า แล้วเทียบความรู้เดิมที่เรามีอยู่แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของความแตกต่างหรือความเหมือนของข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่ ความถูกต้องเกี่ยวกับการคาดคะเนของตนเองหลังจากเปรียบเทียบข้อมูลแล้ว รายละเอียดหรือสิ่งที่ยังไม่รู้เกี่ยวกับข้อมูลใหม่ เพราะความจำกัด หรือความแตกต่างระหว่างความรู้เดิม เหตุผลของปรากฏการณ์ที่ความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะอธิบายได้

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นทักษะย่อยที่แสดงถึงความสามารถ ในเรื่องพิจารณาเรื่องที่เรารู้ว่าเกี่ยวกับอะไร และเรารู้เพื่ออะไร เปรียบเทียบวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และสาระที่ต้องการเรียนรู้กับความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อว่ายังไม่รู้อะไร หรือยังพอตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ การจัดระบบสิ่งที่ยังเรียนรู้ไม่รู้พอ การรวบรวมความรู้ใหม่โดยใช้วิธีเก็บรวบรวมความรู้จากแหล่งที่กำหนดไว้มาจัดระบบให้เป็นหมวดหมู่ และตรวจสอบความพอเพียงของข้อมูลเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ



1.2.4 การเปรียบเทียบ (Comparing) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่องการกำหนดมิติที่จะเปรียบเทียบระหว่างสิ่ง 2 สิ่ง การนำของทั้งสองที่จะเปรียบเทียบมาจัดให้อยู่บนพื้นฐานเดียวกัน การตรวจสอบว่าสิ่งใดเกิน หรือเหลือน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ และระบุค่าที่แสดงทิศทางของการเหลือน้อยกว่านั้น

1.2.5 การจัดหมวดหมู่ (Classing) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่องการกำหนดมิติที่จำแนกแยกแยะ การค้นหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่ต่างกัน ในสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้เดิม การกำหนดระดับหรือจำนวนระดับในแต่ละมิติที่กำหนดไว้ การนำสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้จำแนกไปตามระดับที่กำหนดไว้เพื่อให้เกิดเป็นหมวดหมู่ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

1.2.7 การสรุปอ้างอิง (Inferring) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถเรื่อง การจัดระบบข้อมูลที่ได้มาใหม่ การเปรียบเทียบข้อมูลใหม่กับข้อมูลความรู้ในโครงสร้างความรู้เดิม ข้อมูลใหม่ คล้ายคลึงความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับความรู้เดิม ส่วนใหญ่มากที่สุด การใช้หลักเหตุผลสรุปจากความรู้เดิม เพื่ออธิบายคุณสมบัติส่วนที่ยังไม่รู้ เกี่ยวกับข้อมูลใหม่

1.2.8 การระบุ (Identifying) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การกำหนด การคัดเลือกมิติที่เกี่ยวข้องโดยตรง การบอกคุณสมบัติ การทบทวนและตรวจสอบ คำที่ใช้บอกคุณสมบัติสมาชิกว่าถูกต้องชัดเจนตามที่ต้องการหรือไม่

2. ทักษะการคิดขั้นสูงหรือทักษะการคิดซับซ้อน (Higher - ordered More Complicated) หมายถึง ทักษะการคิดที่มีลำดับขั้นตอน ต้องอาศัยทักษะขั้นพื้นฐานในแต่ละขั้น ทักษะการคิดขั้นสูงจะพัฒนาได้ต้องอาศัยการคิดพื้นฐานจนเกิดความชำนาญพอสมควร

ทักษะการคิดขั้นสูงประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ที่สำคัญ คือ

1. การสรุปความ (Drawing Conclusion)
2. การให้คำจำกัดความ (Defining)
3. การวิเคราะห์ (Analyzing)
4. การผสมผสานข้อมูล (Integrating)
5. การจัดระบบการคิด (Organizing)
6. การสร้างองค์ความรู้ใหม่ (Construction)
7. การกำหนดโครงสร้างความรู้ (Structuring)
8. การแก้ไขปรับปรุงโครงสร้างเสียใหม่ (Restructuring)
9. การค้นหาแบบแผน (Finding Patterns)
10. การหาความเชื่อพื้นฐาน (Finding Underlying Assumption)
11. การคาดคะเน / การพยากรณ์ (Predicting)
12. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
13. การทดสอบสมมติฐาน (Testing Hypothesis)
14. การตั้งเกณฑ์ (Establishing Criteria)

15. การพิสูจน์ความจริง (Verifying)

16. การประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying)

### 1.3 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การสนใจหรือไม่ เพียงใด การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนหรือตายตัว การเรียนการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การให้เด็กมีโอกาส ฝึกอยู่เสมอ ย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็ก วิธีการต่างๆ ที่ครูจะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มีดังนี้

กันยา สุวรรณแสง (2532: 23) กล่าวว่า กระบวนการคิดเริ่มมาจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทำให้เกิดรู้สึกขัด อารมณ์ถูกรบกวนเป็นทุกข์ เกิดความตึงเครียด จึงกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อแก้ปัญหาให้ลุล่วงเป้าหมาย โดยมีกระบวนการ สามกระบวนการ ดังนี้

1. เกิดภาพพจน์ของสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ที่เรากำลังคิดคลี่คลายปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดสัญลักษณ์ ได้แก่ การเกิดคำพูด เครื่องหมาย สัญลักษณ์

2. เกิดความคิดรวบยอด คือ กระบวนการสุดท้าย ที่ทำให้เกิดความเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 54) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันต่างตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กิจกรรมต่างๆ ในชั้นเรียนส่วนหนึ่งมาจากความต้องการ และตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้แสดงความคิดเห็นของตน ฝึกให้หัดคิด หัดทำ สิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง แต่ปัญหาที่เกี่ยวกับการพัฒนาของพ่อแม่ครูและอาจารย์ กำลังประสบอยู่คือ การทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไร อันนับเป็นความพยายามอย่างยิ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติตัวผู้เรียน เพื่อหาทางส่งเสริมแนะนำได้อย่างถูกต้อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเอื้ออำนวยต่อการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบมาสร้างสรรค์เทคโนโลยี ฉะนั้น การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดที่นำออกแบบการตัดสินใจที่นิยมกันมาก ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดตัดสินใจความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความคุ้มค่าต่อสังคมและส่งผลกระทบต่อโลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้น

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด

### 2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

แบททิส อีลีเนอร์ และคริสตัล (Battise, Eleanor, & chirstal. 1981) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสอนทักษะการคิด โดยตรงกับการพัฒนาการทางสติปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ นักเรียนเกรด 6 ที่เป็นนักเรียน ที่อยู่ในระดับฉลาดโดยแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมนักเรียนทั้งหมด จะได้รับการทดสอบการคิดเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับ พัฒนาการทางสติปัญญา

กลุ่มทดลองจะได้รับการสอนทักษะการใช้เหตุผล โดยใช้โปรแกรมการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงอุปมาและการอนุมานโดยใช้เวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางสติปัญญาสูงกว่ากลุ่มควบคุมนักเรียนหญิงมีทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์ต่ำกว่าเด็กชาย ส่วน I.Q. และการทดสอบทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

นาบอ (Nabor: 1975) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา กับความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 7 ถึง 11 ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถทางสติปัญญา มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสนับสนุนว่าการพัฒนาหลักสูตรต้องมีการพัฒนาทั้งทางด้านความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถทางสติปัญญา

## 2.2 งานวิจัยในประเทศ

ปราโมทย์ จันท์เรือง (2536: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีต่อทักษะการคิด ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิด ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01 และ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หนึ่งนุช กาพภักดี (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาปรากฏ ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .50

2. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. จากการวิจัยข้างต้นพอสรุปได้ว่า กระบวนการคิด สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้โดยให้ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย ให้อั้วๆ ทำทหาย ที่จะทำให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการพัฒนาการด้านสติปัญญาได้อย่างเต็มที่

### 3. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม

#### 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดการสอนหรือชุดการเรียนมาจากคำว่า Instructional Packages หรือ Learning packages เดิมทีเดิยวมักใช้คำว่าชุดการสอน เพราะเป็นสิ่งที่ครูนำไปใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นศูนย์กลางได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น นักการศึกษาจึงมาเปลี่ยนมาใช้คำว่าชุดการเรียน (Learning Packages) เพราะการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของนักเรียน และการสอนเป็นกิจกรรมของครู กิจกรรมของครูและนักเรียนจะต้องเกิดคู่กัน ดังนั้น ในการนี้ผู้วิจัยจึงขอใช้คำว่า “ ชุดกิจกรรม ” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

วีระ ไทยพานิช (2529: 134) กล่าวว่า ชุดการเรียนมีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น ชุดการสอน (Instructional Packages) ชุดการเรียนแบบเบ็ดเสร็จ (Self - Instructional Packages) ชุดการสอนรายบุคคลซึ่งเป็นชุดสื่อประสม ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้หัวข้อเนื้อ และอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุด หรือกล่องหรือซอง ชุดการเรียนอาจมี รูปแบบ ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่วนมากประกอบด้วยคำชี้แจง หัวข้อ จุดมุ่งหมาย การประเมินผลเบื้องต้น การกำหนดกิจกรรม และการประเมินขั้นสุดท้าย จุดหมายสำคัญ เพื่อการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนนั่นเอง

หนึ่งนุช ภาพภักดี (2543: 14) กล่าวว่าชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนสำเร็จรูปประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิดที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุด โดยพึ่งครูน้อยที่สุด นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างอิสระ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักพึ่งพาตนเองในการศึกษาหาความรู้

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 10) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมว่าเป็นการรวบรวมสื่อการเรียนสำเร็จรูปซึ่งมีส่วนประกอบด้วย คำชี้แจง ชื่อเรื่อง กิจกรรม จุดมุ่งหมาย และการประเมินผล สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนนั้นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

เพชรรัตดา เทพพิทักษ์ (2545: 30) กล่าวว่าชุดกิจกรรม คือชุด การเรียน หรือชุดการสอนนั่นเองซึ่งหมายถึง สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด และองค์ประกอบอื่นเพื่อให้ นักเรียนศึกษาและประกอบปฏิบัติการด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ และมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ในการประกอบการเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ

แคปเฟอร์ และ แคปเฟอร์ (Kapfer; & Kapfer. 1972: 3 – 10) ให้ความหมายว่าชุดกิจกรรมเป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่สื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

จากการศึกษาความหมายข้างต้นดังพอสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม คือ การจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แก้ปัญหาด้วยตัวเอง มีอิสระในการเรียนรู้ โดยใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยครูต้องเป็นผู้วางแผน กำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูมีหน้าที่ให้คำปรึกษา

### 3.2 หลักจิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม

วิชัย ดิสระ (2533: 249 – 250) ได้กล่าวถึงการสอนที่มีคุณภาพตามแนวคิดของ บลูมว่าประกอบด้วย ลักษณะ 4 ประการ

1. การให้แนวทาง คือ การอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้นๆ แล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้
3. การเสริมแรง ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของ การกล่าวชม หรือการเสริมแรงภายในตัวนักเรียนเองเช่น ความอยากรู้อยากเห็น
4. การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการแก้ข้อบกพร่อง จะต้องมีการแจ้งผลการเรียน และข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 119) แนวความคิดซึ่งมาจากจิตวิทยาการเรียนรู้ที่นำมาสู่การผลิตชุดการเรียนรู้มี ดังนี้

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยืดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ด้วยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
3. มีสื่อการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่ช่วยในการเรียนของนักเรียนและช่วยในการสอนของครู
4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนจากครูเป็นผู้มีอิทธิพลไปเป็นยี่ดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

### 3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

เนลสัน และ เลอเบียร์ (Nelson; & Lorbeer. 1975: 247) ได้สร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครู ซึ่งประกอบด้วย กิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมที่ไปใช้ในห้องเรียน หรือใช้เป็นหนังสืออ้างอิงเพิ่มเติม ใช้ฝึกฝนทักษะการทำโครงการในการสร้างชุดการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมประกอบด้วยปัญหาเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมคำถาม การที่มีปัญหาและคำถามจะทำให้ครูเลือกกิจกรรมต่างๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของเด็กๆ ได้คำถามทางด้านความคิดสร้างสรรค์จะรวบรวมไว้ท้ายกิจกรรม คำถามเหล่านั้น จะช่วยชักจูงเด็กแนะนำเด็กและครู เพื่อให้คิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการทดลองกว้างขวางออกไป ถ้านักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นอยู่กับระดับชั้น กลุ่มและความสนใจของเด็ก

ลักษณะของชุดการเรียนรู้กิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม
2. วัสดุ อุปกรณ์

3. วิธีการดำเนินการทดลอง

4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วย การอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์  
แนะนำต่างๆ ในการศึกษาต่อไป

5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กทำให้เกิดการซักถาม  
และคิดหาวิธีการเหล่านั้นเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

1. ชื่อชุด หมายถึง ลำดับที่ของชุดและหัวเรื่อง

2. เวลา หมายถึง กำหนดเวลาเรียนเป็น 50 หรือ 100 นาที ตามหลักสูตร  
กระทรวงศึกษาธิการ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร

4. ข้อชวนคิด หมายถึง การกำหนดคตินิพนธ์ให้คิดนำไปสู่การสร้างจิตสำนึก  
การพึ่งพาตนเอง

5. กิจกรรม หมายถึง การกำหนดการปฏิบัติ การอ่านค้นคว้าจากเอกสาร  
หนังสือเรียน โดยมีวัสดุอุปกรณ์ให้

6. การตรวจสอบบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบข้อความที่สรุปไว้ว่าถูกต้อง  
กับความเข้าใจมากน้อยเพียงไร

7. การทำกิจกรรมสะสมคะแนน หมายถึง การให้นักเรียนเลือกทำกิจกรรม  
ตามลำดับความสนใจ

8. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การกำหนดคำถามตามจุดประสงค์  
ให้นักเรียนตอบ

9. การตรวจคำตอบ หมายถึง การให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง โดยดูจาก  
แบบเฉลยคำตอบที่ให้ไว้

10. แบบประเมินตนเอง หมายถึง แบบฟอร์มให้นักเรียนรอกคะแนนที่ได้จาก  
การประเมินผลด้วยตนเอง

กรณีกา ไผทจันทร์ (2541: 83 - 84) ได้จัดทำชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีวิจัย  
มีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาที่เรียน

2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำให้บรรลุผล  
เมื่อจบกิจกรรม

4. เวลาที่ใช้เป็นส่วนที่ระบุเวลาในการเขียนชุดกิจกรรม

5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการกับชุดกิจกรรมนั้นๆ

6. เนื้อหา เป็นรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

7. กิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดในชุดกิจกรรม

จากการที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้ องค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่สำคัญ ได้แก่ ชื่อกิจกรรม เนื้อหาที่สอน สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เวลาที่ใช้ และการประเมินผู้เรียน

### 3.4 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

บัทท์ส (Butts.1974: 85) เสนอหลักการสร้างไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างต้องกำหนดโครงร่างคร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อะไร
2. ศึกษางานด้วยวิทยาศาสตร์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. กำหนดการประเมินว่าจะประเมิน ผลก่อนหรือหลังเรียน

### 3.5 ชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะยึดขั้นตอนและหลักการสร้างชุดกิจกรรมของบัทท์ส (Butts.1974: 85) เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson; & Lorbeer. 1975: 247) และดีวิตโตและครอกเกอร์ (Devito; & Krockover. 1976: 388) เพื่อเป็นแนวทางการสร้างชุดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาในการเรียนรู้ ซึ่งส่วนประกอบของชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มี ดังนี้

1. ชื่อชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม
3. จุดประสงค์ของกิจกรรมเป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุ
4. เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด
5. สถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่บรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ เกมหรือกิจกรรมการทดลอง
6. กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ โดยศึกษาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น ชั้นระบุปัญหา ชั้นตั้งสมมติฐาน ชั้นออกแบบการทดลอง และ ชั้นสรุปผลการทดลอง โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

### ขั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหา

- นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรม
- นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในการทดลอง

การทดลอง

### ขั้นที่ 2 ชั้นตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เลือก
- นักเรียนเลือกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา เขียนเป็นสมมติฐานให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือก

### ขั้นที่ 3 ชั้นทดลอง

- นักเรียนออกแบบการทดลองแบบการทดลอง โดยระบุวิธีทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น
- นักเรียนปฏิบัติตามวิธีที่ออกแบบไว้
- นักเรียนบันทึกผลการทดลองโดยจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามที่ยกแบบไว้ลงในชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

### ขั้นที่ 4 ชั้นสรุปผลการทดลอง

- นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้และสรุปผลการทดลองลงในชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
  - นักเรียนตอบคำถามในชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
7. อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม
  8. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหาในกรอบของความรู้เพิ่มเติม
  9. คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม
  10. คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบท้ายกิจกรรม

### 3.6 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

อุษา คำประกอบ (2530: 33) ได้กล่าวถึง คุณค่าของชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรมตามแนวคิดของแฮริสเบอร์เกอร์ ไว้ 5 ประการ คือ

1. นักเรียนสามารถทดสอบตัวเองก่อนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใด หลังจากนั้น ก็เริ่มต้นเรียนในสิ่งที่ตนเองไม่ทราบ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลามาเรียนในสิ่งที่ตนเองรู้อยู่แล้ว
2. นักเรียนสามารถนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจไม่จำกัดในเรื่องของเวลาสถานที่
3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบตัวเองได้ทันทีเวลาไหนก็ได้ และได้ทราบการเรียนของตนเองทันทีเช่นกัน



4. นักเรียนมีอากาศได้พบปะกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ครูก็มีเวลาให้คำปรึกษากับผู้มีปัญหาในขณะที่ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง

5. นักเรียนจะได้รับคะแนนอะไรนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเอง ไม่มีคำว่าสอบตกสำหรับผู้ที่เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องเดิมนั้นใหม่ จนผลการเรียนได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

สมจิต สวธไพบุลย์ (2535: 39) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย ความสามารถของแต่ละบุคคล
2. ช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนครู
3. ใช้สอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่เรียนไม่ทัน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ต้องเรียนทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลไม่จำเป็นต้องเรียนพร้อมกัน
7. นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังที่ครูสอน
9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายอุปกรณ์นักเรียนที่มีจำนวนมาก
11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อไรก็ได้ ไม่ต้องคอยฟังผู้สอน
12. การเรียนไม่จำกัดเรื่องของเวลาสถานที่
13. ส่งเสริมความรับผิดชอบแก่ผู้เรียน

จากประโยชน์ของชุดกิจกรรมดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปประโยชน์ของชุดกิจกรรมสรุปได้ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้และสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่พบด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดด้านต่างๆ
3. ผู้เรียนได้ใช้สื่อสารการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้ประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม
4. เรียนรู้ได้ตลอดเวลา และทุกสถานที่
5. ย้ำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้เรียนบังเกิดความไม่เข้าใจก็สามารถนำมาศึกษาเรียนรู้ได้อยู่เสมอ แม้กระทั่งอาจจะลืมเรื่องที่เรียนมาแล้ว
6. ลดบทบาทหน้าที่ในการสอนของครู โดยให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้แทน
7. เป็นการพัฒนาสื่อการสอนของครู โดยจะต้องทันสมัยทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน
8. ลดความกดดันให้กับผู้เรียนที่เรียนรู้ซ้ำไม่ทันเพื่อน
9. ช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพ

## 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

### 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เอดเวิร์ดส (Edward. 1975: 43) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนในเรื่อง “ประสบการณ์ในการสอนแบบจุลภาค” โดยใช้ชุดกิจกรรมเรียนด้วยตนเองและได้รับคำแนะนำจากครูกับการใช้ชุดกิจกรรมเรียนด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีผู้แนะนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ จำนวน 50 คน แบ่งกลุ่มละ 25 คน ผลการวิจัย พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟอร์ด (Ford. 1976: 5698 – A) ได้ศึกษาถึงผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อเด็กสติปัญญาต่ำกว่าปกติ เรียนซ้ำ โดยวิธี New direction in creativity (NCD) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมฝึกแบบต่างๆ โดยทำการวิจัยกับนักเรียนที่มีอยู่ชั้นเรียน สำหรับการศึกษพิเศษในรัฐ Connetieeet ในระดับเกรด 5 จำนวน 30 ห้องเรียน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 18 ห้องเรียน และกลุ่มทดลอง 12 ห้องเรียน โดยเด็กทั้ง 2 กลุ่ม มี IQ ระหว่าง 50 - 80 ผลการศึกษา พบว่านักเรียนที่ผ่านประสบการณ์จากชุดกิจกรรมดังกล่าว ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูง และมีคุณลักษณะในการคิดสร้างสรรค์แบบควบคุม

วีวาส (Vivas. 1985: 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอล่า โดยใช้ชุดกิจกรรมการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้าน คือ ความคิด ความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านซาว์ปัญญา และด้านปรับตัวทางสังคม ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม มีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อม ในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านซาว์ปัญญา และด้านปรับตัวทางสังคมหลังจากรับการสอนด้วยชุดกิจกรรมในทางสร้างสรรค์ดีกว่าควบคุม

### 4.2 งานวิจัยในประเทศ

อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์ (2532: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับกิจกรรมชุมชนวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการเจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .50

สุนทรี วัฒนพันธ์ (2535: 92) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

วนิดา อยู่ยี่น (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พูลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องพืช และสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเจตคติของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมอยู่ใน ระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีขึ้นได้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้ตามความสามารถ ของตนเอง ทั้งที่เป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ทั้งนักเรียนที่มีสติปัญญาปกติ และนักเรียนพิเศษที่มี สติปัญญาต่ำกว่าปกติ ชุดกิจกรรมสามารถช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเองได้ รู้จัก การทำงานเป็นหมู่คณะ มีความรับผิดชอบ มีความคิดสร้างสรรค์ เกิดความรู้เกิดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนต่อไป

## 5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

### 5.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

กาญจนา ลากรวย (2532: 32) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นการดำเนินการ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยต้องอาศัยความรู้ประสบการณ์ และความคิดมาใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่างๆ

รพีพร โตไทยะ (2540: 21) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือการนำเอาความรู้หรือประสบการณ์ เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น และจะสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ จะต้องอาศัยกระบวนการคิด ควบคู่กันไปด้วย

สุมาลี สีมืด (2543: 9) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านสติปัญญา และความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา ที่ประสบใหม่ โดยพิจารณาความสัมพันธ์จากข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

หนึ่งนุช กภาพักดี (2543: 69) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรม แบบแผนหรือวิธีดำเนินการยุ่งยากซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้ความคิด ประสบการณ์ ของปัญหา ที่เกิดขึ้น

สวิตช์ มูลคำ (2547: 15) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาหมายถึง ความสามารถของสมอง ในการจัดสภาวะที่ไม่สมดุล โดยพยายามปรับตนเองและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกลับเข้าสู่ สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

กูด (Good. 1973: 518) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาเป็น แบบแผนหรือวิธีการดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบากยุ่งยาก หรือ อยู่ในสภาวะที่ พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบ สมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบ สมมติฐานนั้นว่าจริงหรือไม่

กาเย่ (Gagna. 1970: 63) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้ อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ ที่เรียกว่าความสามารถด้าน การคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทโมโนมิติ กาเย่ ได้อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของ สิ่งเร้าต่างๆ

## 5.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้แนวคิดและแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาหลายคน ดังนี้

บลูม (Bloom. 1956: 122) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนค้นพบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็น และ เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกย่อยปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับ ปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1976: 31) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา เป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา โดยกระบวนการแก้ปัญหานั้น ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 5 ขั้นตอน

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ คืออะไร

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่า สิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุ สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาและออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 27) ได้สรุปถึงขั้นตอนแก้ปัญหาเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานหรือสาเหตุของปัญหา
3. วางแผนแก้ปัญหา
4. เก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน
6. สรุปผล

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดต่างประเทศ

### 6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

แบททิส อีลีเนอร์ และ คริสตัล (Battiste, Eleanor; & Chirstal. 1981) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสอนทักษะการคิดโดยตรงกับการพัฒนาสติปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ นักเรียนเกรด 6 ที่เป็นนักเรียนอยู่ในระดับฉลาดโดยแบ่งกลุ่มทดลองและควบคุม นักเรียนทั้งหมด จะได้รับการทดสอบการคิดเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกได้ 4 ระดับ พัฒนาการทางสติปัญญา กลุ่มทดลอง จะได้รับการทดสอบการให้เหตุผล โดยใช้โปรแกรมการพัฒนาความสามารถ ในการคิดเชิงอุปมา และอนุมานโดยใช้เวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางสติปัญญาสูงกว่า กลุ่มควบคุมนักเรียนหญิงมีทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์ต่ำกว่าเด็กชาย I.Q. และการทดสอบทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

นาบอ (Nabor. 1975) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา กับความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรนักเรียนเกรด 7 ถึง 11 ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถทางสติปัญญา มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสนับสนุนว่าการพัฒนาหลักสูตรต้องมีการพัฒนาทั้งทางด้านความรู้ และความคิดสร้างสรรค์และความสามารถทางสติปัญญา

แมคโด, พาร์เนสและรีส (Gilhooly. 1982; citing Meadow, Parnes; & Reese. 1959) ได้ทดลองวิธีการแก้ปัญหาโดยการระดมพลังสมองระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเนื้อหาใกล้เคียง ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองใช้วิธีระดมพลังสมองสามารถหาคำตอบที่ต้องการได้ดีกว่า สูงกว่าที่ไม่ได้ใช้วิธีระดมพลังสมอง

เทลเลอร์, เบอร์รี่ และบล็อก (Gilhooly. 1982; citing Taylor, Berry; & Block. 1958) ได้ทำการทดลองเพื่อแก้ปัญหา 3 ข้อ คือ

1. ให้คิดหาวิธีที่เป็นไปได้มากที่สุดในการดึงดูดนักท่องเที่ยวชาวยุโรปให้เข้ามาเที่ยวในสหรัฐอเมริกา
2. จะเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นบ้างถ้าเด็กที่เกิดในวัยศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เขาจัดการทดลองโดยแบ่งกลุ่มสมาชิกกลุ่มละ 4 คน รวม 24 กลุ่ม เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

สมาชิก 12 คน ในกลุ่มแรกให้ใช้วิธีระดมพลังสมอง โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มปรึกษาและเสนอความคิดเห็นร่วมกัน

สมาชิก 12 คน ในกลุ่มหลังให้สมาชิกแต่ละคนเสนอความคิดเห็นของตนเองเป็นอิสระในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาข้างต้นได้ในปริมาณ และคุณภาพที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มเลย ผลจากการศึกษา พบว่า การระดมพลังสมอง แบบให้แต่ละคนแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา มีปริมาณและคุณภาพมากกว่าการระดมพลังสมองแบบมีปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม

ตันเน็ทท์, แคมเบล และจัสตาต (Gilhooly, 1982; citing Dunedtte, Campbel and Jasstad. 1963) ได้ทำการทดลองด้วยการศึกษาในแบบเดียวกันได้ผลลัพธ์เช่นเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าการใช้วิธีระดมสมองแบบให้สมาชิกแต่ละคนคิดอย่างอิสระโดยไม่ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะทำให้ได้ประสิทธิภาพการแก้ปัญหาที่ดีกว่า

อ้างอิงจาก Blisset (1978) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเลือกโครงการการศึกษาเกี่ยวกับอาชีพและอาชีพที่จะทำของนักเรียนชั้นปีที่ 12 ของโรงเรียนรัฐ มิสซิสซิปปี กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 356 คน ผลการวิจัย พบว่า บิตามารดา ผู้ปกครองเป็นผู้มีอิทธิพลมากที่สุดในการตัดสินใจของนักเรียนเกี่ยวกับการวางแผนการศึกษาและอาชีพ แต่เหตุผลในการศึกษาต่อ และการตัดสินใจของแต่ละบุคคลจะเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้ เหตุผลและการตัดสินใจอาจจะมีแตกต่างกันไปเป็นต้นว่า อยากมีรายได้สูง อยากมีเกียรติต้องการเป็นบุคคลที่มีชื่อเสียง ต้องการความยกย่องจากสังคมหรือบางคนเลือกตามความต้องการของบิดา มารดา และญาติพี่น้อง ตลอดจนเพื่อนฝูงและ บุคคลที่รู้จัก บางคนเลือกตามความจำเป็น

## 6.2 งานวิจัยในประเทศ

ปราโมทย์ จันทรเรือง (2536: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างนักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ พบว่า แตกต่างกันอย่างมี

### นัยสถิติที่ระดับ.01

หนึ่งนุช กภาพักดี (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัย งานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 193 คน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดแบบมีวิจารณญาณอย่างมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการสรุปความ การตระหนักข้อตกลงเบื้องต้นในการตีความ และการประเมินข้อโต้แย้งมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติชุ่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาในโอกาสตามแนวคิดของทอแรนซ์ ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน ใช้กระบวนการสอนแบบการคิดแก้ปัญหาของทอแรนซ์ จำนวน 18 แผน กลุ่มควบคุมสอนตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 จำนวน 18 แผน ด้วยวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ผลการศึกษา พบว่า คะแนนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

บุษกร คำคง (2542) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิจารณ์ โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มสองขั้นตอน (Two - Stage Random Sampling) จำนวนระดับชั้นละ 126 คน รวมทั้งสิ้น 378 คน ผลการวิจัย พบว่า การทดสอบสมมุติฐานปัจจัยบางประการที่มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิจารณ์ทั้งในแต่ละระดับชั้น และรวมชั้นปี มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดวิจารณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกระดับชั้นปี จนยากจะแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด พบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกุระดับชั้น

จากงานวิจัยในต่างประเทศ และในประเทศ แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้านความคิดประเภทต่างๆ สามารถทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งผลของการวิจัย พบว่า การฝึกด้วยการใช้แบบฝึกทักษะในแต่ละรูปแบบส่งผลต่อการสร้างความคิดทุกรูปแบบ เช่นงานวิจัยของอัลบา โนที่ใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการคิดทั้ง 4 ด้าน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หรือของกานดา ทิววัฒน์ปกรณ์ และยุติพงศ์ ศิริพันธ์ ซึ่งใช้การฝึกแบบการคิด และชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิด ล้วนช่วยพัฒนาการคิดของเด็กให้เกิดขึ้นได้ชัดเจน ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาค้นคว้าว่า หากใช้ทักษะการคิดระดับสูงทั้งหมดมาเป็นแนวทางการทำแบบฝึกทักษะ “กระบวนการคิด” เนื่องจากในชีวิตจริงจะใช้วิธีคิดอย่างใดอย่างหนึ่งย่อมไม่เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันอย่างแท้จริงและการใช้แบบฝึกต้องให้ได้ผลถึงทักษะ และยั่งยืน จึงจะเกิดประโยชน์ต่อชีวิตในอนาคตของนักเรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัย จึงเลือก

ศึกษา ค้นคว้า “กระบวนการคิด” โดยทักษะการคิดระดับสูงมาเป็นแบบฝึกสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ และเพื่อให้เกิดทักษะที่ยั่งยืน คงทน จึงต้องใช้กระบวนการฝึกตลอดหนึ่งปีการศึกษา

## 7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

### 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2535: 1 – 5) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2546)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม

6. เพื่อสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอน และการทำกิจกรรมต่างๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

### 7.2 เอกสารเกี่ยวข้องกับผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (มุสดี ตามไท. 2531: 57)

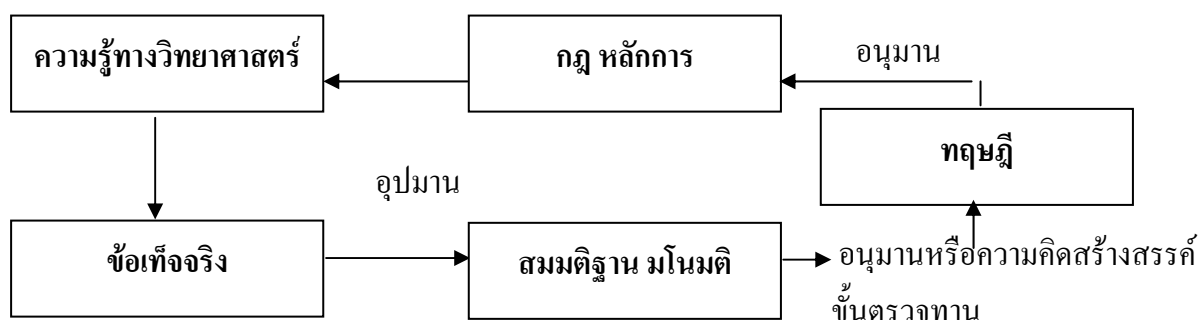
1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์



5. เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิทธิพลของนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2535: 101 – 103) ได้เสนอไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ข้อเท็จจริง (fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบการค้นหาคำตอบ ข้อเท็จจริงต่างๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนตั้งปัญหา ขั้นตอนตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ทดลอง และขั้นสรุปผลและการนำไปใช้

ประวิตร ชูศิลป์ (2524: 21 – 31) กล่าวว่าว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งสองส่วน ดังนั้น ในการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมในการวัด เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึก นำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความตีความ และการแปลความหมายโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิด ความชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

### 7.3 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการวิทยาศาสตร์ (Process of Science) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ค้นคว้าหา องค์ความรู้ (body of knowledge) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญประการหนึ่ง ของกระบวนการวิทยาศาสตร์ ที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ ตระหนักเห็นความสำคัญ และมีความชำนาญเพื่อสามารถค้นหาความรู้ด้วยตนเองได้ การแสวงหาความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติ ของมนุษย์นั้น จะเกิดจากการสังเกตธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติแล้วรวบรวมข้อมูล ผ่านทางประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้ไปจัดจำแนกและคิดพิจารณาเหตุและผล เกิดเป็นความคิด และความเชื่อ นำความคิดความเชื่อไปปฏิบัติก่อให้เกิดการสังเกต การรวบรวมข้อมูลและการคิดเป็นวัฏจักร อย่างนี้ไปเรื่อยๆ

วิธีการคิดทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดลำดับขั้นตอนใน การกระทำต่อเนื่องจนได้ความรู้ออกมาที่ระดับหนึ่ง จึงรวมเรียกวิธีการคิด และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ว่า “กระบวนการทางวิทยาศาสตร์” จัดเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีพื้นฐานมาจากความคิดและความเชื่อทางปรัชญา ความคิด ความเชื่อ และปัญหาทางปรัชญาต่างๆ ที่สืบทอดกันมาซึ่งไม่ได้รับการทดลอง ทดสอบ แก้ปัญหา ยังไม่มีการยืนยันว่าเป็นข้อเท็จจริงตลอดทั้งความขัดแย้งระหว่างความคิดเก่ากับหลักฐาน ที่พบใหม่ต่างๆ เหล่านี้เป็นแหล่งสร้างความสนใจ และสร้างปัญหาขึ้นในจิตใจของผู้ใฝ่หาข้อเท็จจริงใน ธรรมชาติ ผลงานของผู้สนใจเหล่านี้ได้ค่อยๆ เปลี่ยนลักษณะความคิด ความเชื่อ ที่ลึกลับซับซ้อน เต็มไปด้วยความไม่แน่นอนทั้งหลาย มาเป็นระบบความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากความคิด ความเชื่อ และปัญหาทางปรัชญาของคนรุ่นก่อนๆ

องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องมีและใช้ในแต่ละขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เช่น ขั้นตอนการสังเกต การรวบรวมข้อมูลจะต้องมีทักษะในกระบวนการสังเกต การวัด และการเรียบเรียงรวบรวมข้อมูล เป็นต้น ลักษณะที่ถือว่าเป็นหัวใจของการแสวงหาความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์อีกประการหนึ่ง คือ นักวิทยาศาสตร์เชื่อถือในผลของการสังเกตและการทดลอง การสังเกต หมายถึง การพิจารณาปรากฏการณ์ที่ศึกษาอย่างใกล้ชิด ละเอียดชัดเจน โดยการวัด และรวบรวมข้อมูล ส่วนการทดลองนั้นควบคู่มากับการสังเกต เพราะการทดลองในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขตามแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งจะทำให้เกิดปรากฏการณ์อันเป็นแนวทาง เปิดเผยให้ทราบว่า อะไรเป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงในปรากฏการณ์นั้น หรืออีกนัยหนึ่ง การทดลอง เป็นวิธีการถามปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติที่ค่อนข้างจะกะทัดรัดวิธีหนึ่ง

จากลักษณะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบที่เป็นชนวนของการแสวงหาความรู้ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความไม่เชื่อถือ ยึดมั่น และพอใจในความรู้เดิม มีใจกว้างพร้อมที่จะยอมรับ แนวคิดใหม่จากผลการสังเกต การทดลอง และข้อมูลใหม่ๆ เสมอ ความมีอิสระเสรีภาพทางความคิด การสนใจในเหตุการณ์ และการเปลี่ยนแปลงใหม่ๆ นั่นคือองค์ประกอบทาง “เจตคติทางวิทยาศาสตร์” เมื่อเริ่มต้นได้แล้วการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็จะดำเนินต่อไป โดยการสร้างกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (การสังเกต การวัด การรวบรวมข้อมูล การจำแนกประเภท ฯลฯ) กระบวนการแสวงหาความรู้เป็นวิถีทางของการคิดที่สากลสำหรับวิทยาศาสตร์จะแตกต่างกันก็เฉพาะการเริ่มต้น และขั้นตอนในรายละเอียดเท่านั้น และอยู่ในขอบเขตที่เรียกได้ว่าเป็น “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” เช่นเดียวกัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยลำดับขั้นตอนการดำเนินงานรวมทั้งความมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้ศึกษาค้นคว้า จึงจะทำให้ประสบความสำเร็จได้ กระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 7.4 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ มีวิธีการทำงานอย่างมีระบบมีขั้นตอนได้วิวัฒนาการ สืบทอดต่อกันมาตามลำดับจนได้ชื่อว่า เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทำงาน ดังกล่าว เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทำให้การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จ และเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จนถึงปัจจุบันนี้บุคคลต่างๆ ในสาขาอื่นๆ ก็ได้มองเห็นความสำคัญ และประโยชน์จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่า สามารถนำไปใช้กับกระบวนการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมความรู้ทุกสาขาวิชา ดังนั้น วิธีการดังกล่าว จึงไม่ควรเป็นวิธีการเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์ เท่านั้น แต่ควรเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ทั่วไปที่เรียกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) หมายถึง การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีกระบวนการที่เป็นแบบแผน มีขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามได้

#### 7.5 ขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เป็นเครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นกำหนดปัญหา สำคัญที่ว่า การแก้ปัญหาจะต้องคำนึงว่าปัญหาเกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหาเกิดจากการสังเกต การสังเกตเป็นคุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ การสังเกตอาจจะเริ่มจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา อาจจะเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต แม้แต่ อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Alexander Fleming) ได้สังเกตเกี่ยวกับการเจริญของเชื้อแบคทีเรียในจานเพาะเชื้อ พบว่า ถ้ามีราเพนนิซิลเลียม (*Penicillium Notatum*) อยู่ในจานเพาะเลี้ยง เชื้อแบคทีเรียจะไม่เจริญดี ผลของการสังเกตของอเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง นำไปสู่ประโยชน์มหาศาลในวงการแพทย์

การสังเกต จึงเป็นขั้นแรกที่สำคัญนำไปสู่ข้อเท็จจริงบางประการ และมีส่วนให้เกิดปัญหา การสังเกต จึงควรสังเกตอย่างรอบคอบ ละเอียดถี่ถ้วน ดังนั้น ในการตั้งปัญหาที่ดี ควรจะอยู่ในลักษณะที่น่าจะเป็นไปได้ สามารถตรวจสอบหาคำตอบได้ง่าย และยึดข้อเท็จจริงต่างๆ ที่รวบรวมมาได้

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน สมมติฐานมีคำตอบที่อาจเป็นไปได้ และคำตอบที่ยอมรับว่าถูกต้องเชื่อถือได้ เมื่อมีการพิสูจน์ หรือตรวจสอบหลายๆ ครั้ง ลักษณะสมมติฐานที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

2.1 เป็นสมมติฐานที่เข้าใจได้ง่าย

2.2 เป็นสมมติฐานที่แนะลู่ทางที่จะตรวจสอบได้

2.3 เป็นสมมติฐานที่ตรวจได้โดยการทดลอง

2.4 เป็นสมมติฐานที่สอดคล้อง และอยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้

การตั้งสมมติฐานต้องยึดปัญหาเป็นหลักเสมอควรตั้งหลายๆ สมมติฐาน เพื่อมีแนวทางของคำตอบหลายๆ อย่าง แต่ไม่ยึดสมมติฐานใด สมมติฐานหนึ่ง เป็นคำตอบ ก่อนที่จะพิสูจน์ตรวจสอบสมมติฐานหลายๆ วิธี และหลายๆ ครั้ง

3. ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน เมื่อตั้งสมมติฐานแล้ว หรือคาดเดาคำตอบหลายๆ คำตอบไว้แล้ว กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต่อไปคือ ตรวจสอบสมมติฐาน ในการตรวจสอบสมมติฐานจะต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็นหลักเสมอ เนื่องจากสมมติฐานที่ดี ได้แนะลู่ทาง การตรวจสอบและการออกแบบการตรวจสอบไว้แล้ว

วิธีการตรวจสอบสมมติฐาน ได้แก่ การสังเกต และรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อีกวิธีหนึ่งโดยการทดลอง ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด เพื่อทำการค้นคว้าหาข้อมูล รวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบดูว่า สมมติฐานข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในการตรวจสอบโดยการทดลองนั้น ควรจะระบุกระบวนการทดลองที่จะปฏิบัติจริง ควรจะมีการวางแผนลำดับขั้นตอนการทดลองก่อนหลัง ออกแบบการทดลองให้ได้ผลอย่างดี การใช้วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือ มีการควบคุม ดูแล ระมัดระวัง ในการวิเคราะห์ข้อมูลควรวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปได้อย่างไร

กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้ทดลองทางวิทยาศาสตร์จะต้องควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง เรียกว่า **ตัวแปร (Variable)** คือสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง ซึ่งควรมีตัวแปรน้อยที่สุด ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variable) จะกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่ต้องศึกษา ทำการตรวจสอบ และดูผลของมัน เป็นตัวแปรที่เรากำหนดขึ้นมา เป็นตัวแปรที่ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ตัวแปรที่ไม่มีความเป็นอิสระในตัวเอง เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระ เพราะเป็นผลของตัวแปรอิสระ

3.3 ตัวแปรควบคุม (Controlled variable) หมายถึง สิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้น ที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน แต่เราควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง เนื่องจากไม่ต้องดูผลของมัน

ในการตรวจสอบสมมติฐาน นอกจากจะควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง จะต้องแบ่งชุดของการทดลองเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มที่เราใช้ศึกษาผลของตัวแปรอิสระ

กลุ่มควบคุม หมายถึง ชุดของการทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง กลุ่มควบคุมจะแตกต่างจากกลุ่มทดลองเพียง 1 ตัวแปรเท่านั้น คือ ตัวแปรที่เราจะตรวจสอบหรือตัวแปรอิสระ

ในขั้นตอนนี้ จะต้องมีการบินที่ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้อาจจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย ซึ่งจะต้องมีการออกแบบการบันทึกข้อมูลให้อ่านเข้าใจง่าย อาจจะเป็นที่ในรูปแบบตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือ แผนภาพ

4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลอง หรือการรวบรวมข้อมูลหรือข้อเท็จจริง มาทำการวิเคราะห์ผล อธิบายความหมายของข้อเท็จจริง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด

5. ขั้นสรุปผล เป็นขั้นสรุปผลที่ได้จากการทดลอง การค้นคว้ารวบรวมข้อมูล สรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองว่า สมมติฐานข้อใดถูก พร้อมทั้งสร้างทฤษฎีที่จะใช้เป็นแนวทางสำหรับอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่คล้ายกันและนำไปใช้ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้น

## 7.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้ การคิดและกระบวนการคิด เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา การคิดเป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skill) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (psychomotor skill / hand on skill ) เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐานหรือการคิดในระดับต่ำ ตัวอย่างเช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การฟัง การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การบรรยาย การพูด การเขียน เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีทักษะ การสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การใช้ตัวเลข นอกจากการคิดพื้นฐาน แล้วยังมีการคิดระดับสูงหรือการคิดที่ซับซ้อน เช่น ทักษะการจัดระบบความคิด การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การคาดคะเน การพยากรณ์ การให้คำจำกัดความ การตีความหมาย การค้นหาแบบแผน การผสมผสานข้อมูล การสรุปความเป็นต้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี ทักษะการคิด ดังกล่าวข้างต้นมีจำนวนมาก ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญที่ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท

## 1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill)

ประกอบด้วย 8 ทักษะ

- 1.1 การสังเกต
- 1.2 การจำแนกประเภท
- 1.3 การวัด
- 1.4 การใช้ตัวเลข (การคำนวณ)
- 1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และ สเปสกับเวลา
- 1.6 การลงความเห็นจากข้อมูล
- 1.7 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 1.8 การทำนาย (การพยากรณ์)

## 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrate Science Process Skill)

ประกอบด้วย 5 ทักษะ

- 2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.2 การตั้งสมมติฐาน
- 2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
- 2.4 การทดลอง
- 2.5 การตีความหมาย ข้อมูลและการลงข้อสรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกให้มีขึ้นมาใหม่ได้แบ่งออกเป็น

13 ทักษะ ดังนี้

**1. ทักษะการสังเกต (Observing)** คือ การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ผิวกาย ตา หู จมูก และลิ้น เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลอย่างละเอียด ถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ โดยไม่ใช้ความรู้สึก ความคิดของผู้สังเกตเข้าไปเกี่ยวข้อง

การสังเกตเป็นทักษะพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ ต้องเป็นผู้มีความชำนาญ ความละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกต ซึ่งบางครั้งอาจใช้เครื่องมือ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ ช่วยในการสังเกตเพื่อให้เกิดความแน่ชัดและมั่นใจได้มากขึ้น

การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วย ในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของวัตถุและสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดังระดับเสียง และจังหวะของเสียง

การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวกายช่วยในการสังเกตถึงความหมายหรือความละเอียดของเนื้อวัตถุถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่ารสขม เค็ม เปรี้ยว และหวานเป็นอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกต ที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้น แต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

การสังเกต หมายถึง การกระทำ ดังต่อไปนี้

1. ปั่งชี้ และปั่งชี้สมบัติของวัตถุ สถานการณ์หรือปรากฏการณ์โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ผิวกาย ตา หู จมูก และลิ้น

2. รายงานผลการสังเกตออกมาเป็นรูปจำนวนผลของการสังเกตจะออกมาในรูปจำนวนใดต้องเกิดจากการสังเกตที่อ้างอิงไปกับหน่วยต่างๆ เช่น หน่วยวัดขนาดน้ำหนัก ความสูง เป็นต้น

3. อธิบายการเปลี่ยนที่สังเกตของลักษณะสมบัติของวัตถุ หรือสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ การสังเกตมักจะเกี่ยวข้องกับการกระทำอย่างที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่วัตถุ สิ่งที่เราสังเกต คือ ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และลำดับของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

4. ข้อสังเกต ออกจากข้อวินิจฉัยได้

#### วัตถุประสงค์ของการสังเกต

1. เพื่อตรวจสอบลักษณะต่างๆ ของวัตถุ ทั้งปริมาณและคุณภาพ โดยเลือกใช้ประสาทสัมผัสให้ถูกต้องและเหมาะสม

2. เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ หรือสถานการณ์ต่างๆ

3. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ของวัตถุ หรือสถานการณ์ประเภทเดียวกัน แต่ต่างชนิดกัน ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตควรเป็นข้อมูลประเภท

3.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ เช่น สี ลักษณะผิว รูปร่าง กลิ่น รส เสียง ฯลฯ เช่น ลักษณะของลูกโป่งปอง มีสีขาว ผิวเรียบและมีรอยต่อทรงกลม

3.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) เป็นการบอกปริมาณหรือขนาดที่ได้จากการสังเกต โดยไม่ได้ทำการวัด ข้อมูลประเภทนี้จึงเป็นการกะประมาณ จำนวน ความกว้าง ยาว สูง น้ำหนัก อุณหภูมิ ฯลฯ หรือการเปรียบเทียบ เช่น เมื่อนำน้ำตาลทรายไปใส่ถุงขนาด 6 X 8 นิ้ว จนเต็มจะมีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม เป็นต้น

3.3 ข้อมูลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงบอกลักษณะหรือผลการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตข้อมูลประเภทนี้บางครั้งเกิดจากการกระทำของผู้สังเกต จึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เมื่อนำลูกเหม็นไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง สามารถระเหิดได้ เป็นต้น

**พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้**

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาดอุณหภูมิ เป็นต้น
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง

**2. ทักษะการวัด (Measuring)** คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย เครื่องมือสำหรับการวัด ค่าที่ได้จากการวัดต้องเป็นตัวเลข และมีหน่วยกำกับตัวเลขที่ได้จากการวัด สามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้อง และใกล้เคียงความเป็นจริง รูปแบบของการวัดมี 3 แบบ คือ

2.1 การนับจำนวน (Counting Measurement) เป็นการวัดจำนวนของสิ่งต่างๆ ซึ่งจะนับออกมาเป็นจำนวนเต็ม จะมีเศษไม่ได้ ถือว่าเป็นการวัดอย่างง่ายที่สุด

2.2 การวัดโดยตรง (Direct Measurement) เป็นการใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่ง เพียงอย่างเดียวและวัดได้โดยตรง เช่น การวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัด การวัดเวลาโดยใช้นาฬิกา การชั่งมวลวัตถุโดยใช้เครื่องชั่ง การวัดอุณหภูมิร่างกายโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

2.3 การวัดโดยอ้อม (Indirect Measurement) แยก ได้ 2 อย่าง

2.3.1 การวัดโดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งวัด แล้วมีการคำนวณโดยใช้สูตรอีกชั้นหนึ่งจึงจะได้ค่าที่ต้องการทราบ ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีเครื่องมือวัดโดยตรง เช่น การหาพื้นที่ห้องต้องวัดความกว้างและความยาวแล้วนำมาคูณกันจึงจะได้ปริมาณพื้นที่

2.3.2 การวัดที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กมาก หรืออยู่ไกลมากจนไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น ขนาดของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และอะตอม หรือระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ เส้นรอบโลกการวัดสิ่งเหล่านี้โดยใช้การเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทราบค่าแล้ว

2.3.3 สิ่งจำเป็นที่ควรทราบในการวัด ได้แก่

2.3.3.1 วัดออกมาเป็นกลุ่มหรือประเภท (Nominal Scale) เป็นการวัดง่ายที่สุด โดยวัดออกมาเป็นกลุ่ม หมู่ พวก หรือประเภท

2.3.3.2 วัดออกมาเป็นลำดับ (Ordinal Scale) การวัดแบบนี้ จะต้องมีความหมายอยู่ในใจว่าจะวัดอะไร ในแง่ไหน เป็นการเปรียบเทียบความสำคัญ หรือการเรียงลำดับ อย่งมีความหมาย เช่น เงินนำไฟฟ้าได้ดีเป็นอันดับ 1 ทองแดงนำไฟฟ้าได้ดีเป็นอันดับ 2

2.3.3.3 วัดออกมาเป็นเลขจำนวนศูนย์แท้ (Ratio Scale) ได้แก่ การวัด น้ำหนัก ความยาว ความสูง และปริมาตร



2.3.3.4 วัดออกมาเป็นเลขจำนวนศูนย์สมมติ (Interval Scale) หมายถึง ศูนย์ที่สมมติขึ้นไม่ใช่ศูนย์แห่งความว่างเปล่า เช่น นายแดงสอบได้คะแนน 0 ไม่ได้หมายความว่า นายแดงไม่มีความรู้เลย แต่เป็นการออกข้อสอบแบบสุ่มเนื้อหาออกมาออกข้อสอบ

ในการวัดปริมาณใดๆ ต้องใช้เครื่องมือวัด การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสม จะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ดังนั้น ในการที่จะทำการวัดปริมาณใดๆ ผู้ทำการวัดจะต้องสามารถใช้ เครื่องมือวัดเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดย

1. เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับปริมาณที่ต้องการวัด เช่น ต้องการวัดความ กว้างของห้องก็เลือกใช้ตลับเมตรแทนที่จะเลือกใช้ไม้บรรทัด เป็นต้น

2. ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง รู้วิธีการใช้เครื่องมือและข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้

3. อ่านค่าที่วัดได้จาก เครื่องมือพร้อมทั้งระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง ในการอ่าน ค่าจากหน้าปัด ของเครื่องมือวัดใดๆ ควรจะต้องศึกษาก่อนว่าค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นอะไร ต้องเริ่ม อ่านอย่างไร และเข็มของเครื่องมือวัดเริ่มต้นที่ขีดศูนย์หรือไม่ เพื่อให้ค่าที่อ่านออกถูกต้องมากที่สุด ในการอ่านค่าที่ได้จากเครื่องมือวัดสายตาของผู้อ่านจะต้องอยู่ในระดับเดียวกันกับเข็มที่ชี้สเกล หรือ ตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ตรงสเกลของเครื่องมือวัด

4. สามารถคิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่างๆ ในกรณีที่ว่าวัตถุไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดหา ปริมาณได้เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือหรือรูปร่างของวัตถุ เช่น การหาปริมาตรของวัตถุที่มี รูปร่างไม่เป็นทรงเรขาคณิต อาจหาปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ

5. ทำการวัดซ้ำหลายๆ ครั้งด้วยเครื่องมือชนิดเดียวกัน ถ้าค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง แตกต่างกันไป แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ซึ่งอาจ มากกว่าค่าจริงบ้าง น้อยกว่าค่าจริงบ้าง และเมื่อวัดหลายๆ ครั้งแล้วรวมหาค่าเฉลี่ย ผลรวมของ ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มจะหักล้างกันเป็นศูนย์ การทำการวัดหลายๆ ครั้งและนำค่าเฉลี่ยไปใช้ จึงเป็นการแก้ความคลาดเคลื่อนอีกวิธีหนึ่ง

การวัดสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้เสมอความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จากการวัดมี 2 แบบ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ ที่เกิดขึ้นจากการอ่านค่าที่วัดได้ผิดพลาด หรืออ่านค่าที่ได้ถูกต้องแต่บันทึกผิดพลาด กับความคลาดเคลื่อนเป็นระบบ ที่เกิดขึ้นจากการใช้วิธีการ วัดโดยไม่ถูกต้องในการเก็บรวบรวมข้อมูล เราสามารถแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีสาเหตุ ดังนี้

1. จากเครื่องมือที่ใช้วัด เช่น เครื่องมือมีความละเอียดพอที่จะวัดกับสิ่งที่เราจะ วัดได้หรือไม่

2. จากสภาพแวดล้อม ทำให้เกิดความไม่แน่นอน เช่น การวัดความยาวของไม้เส้น ความสูงของต้นไม้ เป็นต้น

3. จากความสามารถของผู้วัดจะต้องมีความชำนาญในการวัดสิ่งของนั้นพฤติกรรม ที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

3.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

- 3.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 3.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 3.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ  
ได้ถูกต้อง
- 3.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

**3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)** คือ การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น ใช้ในการสรุปผลการทดลอง การอธิบาย และทดสอบสมมติฐาน ค่าใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะทำให้สื่อความหมายชัดเจน และเหมาะสมยิ่งขึ้น

**พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณจะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้**

1. คำนวณได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว
2. บอกหรือแสดงวิธีการคิดคำนวณได้
3. ระบุหน่วยที่ใช้ได้อย่างถูกต้อง
4. นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนสิ่งของที่นับได้ถูกต้อง
5. ตัดสิน

**4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)** การจัดจำแนก หมายถึง การจัดจำแนก สิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือแตกต่างกันกับสิ่งของหรือเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์

ทักษะการจำแนกประเภท เป็นความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่ง ที่อยู่ในปรากฏการณ์ และเหตุการณ์เป็นพวกๆ การจำแนกและการเรียงลำดับอาจใช้เกณฑ์ที่กำหนด ขึ้นเองเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทสิ่งของ หรือเหตุการณ์มีอยู่ 3 อย่างได้แก่

1. ความเหมือน
2. ความแตกต่าง
3. ความสัมพันธ์

นอกจากนี้ ยังใช้ความสามารถในการจำแนกประเภท มี 4 กรณี ได้แก่

1. สามารถจำแนกหรือเรียบเรียงลำดับวัตถุ หรือเหตุการณ์ตามที่กำหนดมาให้ได้
2. สามารถบอกเกณฑ์ที่คนอื่นใช้จำแนกหรือเรียบเรียงลำดับวัตถุ หรือเหตุการณ์  
ที่กำหนดให้
3. สามารถจำแนกหรือเรียบเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ที่ตนเองกำหนดขึ้น
4. สามารถเขียนแผนผังจำแนกประเภทได้ทุกกรณี

**ตัวอย่างการจำแนกประเภท เช่น**

1. การแบ่งสัตว์ ใช้กระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ แบ่งสัตว์ออกเป็น สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

2. การแบ่งพีช ใช้ลักษณะของเส้นใบเป็นเกณฑ์ แบ่งพีชเป็นพีชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่

3. การแบ่งตัวกลางของแสง ใช้ลักษณะการให้แสงผ่านเกณฑ์ แบ่งเป็น ตัวกลางทึบแสง ตัวกลางโปร่งแสง ตัวกลางโปร่งใส ฯลฯ

การจำแนกประเภท และการเรียงลำดับขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น การตั้งเกณฑ์ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการจำแนกประเภท ดังนั้น สิ่งของกลุ่มเดียวกันอาจจำแนกประเภทได้หลายวิธี เช่น การจำแนกประเภทของนักศึกษาในกลุ่มเรียนอาจจะใช้ เพศเป็นเกณฑ์ ใช้โปรแกรมวิชาเป็นเกณฑ์ เป็นต้น ซึ่งเมื่อเกณฑ์เปลี่ยนไป จำนวนกลุ่มที่ถูกจำแนกออกก็จะเปลี่ยนไปด้วย นอกจากนี้กลุ่มย่อยที่ได้จำแนกแล้วยังสามารถจำแนกประเภทต่อไปได้อีกหลายๆ ชั้น การจำแนกหมวดหมู่ในทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการศึกษาอย่างยิ่ง เช่น การจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ในตารางธาตุ ทำให้นักเคมีและนักฟิสิกส์สามารถนำตารางธาตุไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้อีกมากมาย การจัดพีชและสัตว์ออกเป็น ไฟล์ม คลาส ออเดอร์ แฟมมีลี ก็เป็นประโยชน์ในการศึกษาทางด้านชีววิทยา เป็นต้น นอกจากนี้ในชีวิตประจำวันของเรา ก็จะพบว่าการจัดหมวดหมู่มีอยู่ทั่วไปในสาขาต่างๆ เช่น การจำแนกประเภทของร้านค้า การจำแนกประเภทของสถานศึกษา การประเมินผลการเรียน การจำแนกประเภทของหนังสือในสำนักวิทยบริการ การจัดแบ่งหน่วยงาน ฯลฯ ซึ่งมีผลต่อการทำงานและการดำเนินชีวิตประจำวันให้สะดวกยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ทักษะการจำแนกประเภทยังมีความหมายรวม ไปถึงการจัดเรียงลำดับสิ่งของ หรือเหตุการณ์ด้วย โดยการกำหนดเกณฑ์และจัดลำดับสิ่งของ หรือเหตุการณ์ตามเกณฑ์ เช่น ใช้ลำดับพยัญชนะเป็นเกณฑ์ในการจัดเรียงรายชื่อ นั่นก็คือให้เรียงรายชื่อจาก อักษร ก. ไปตามลำดับจนถึง ฮ. ใช้ขนาดเป็นเกณฑ์ในการจัดเรียงสิ่งของซ้อนกันโดยให้สิ่งของน้ำหนักมากอยู่ด้านล่างสุด และวางสิ่งของที่น้ำหนักน้อยกว่าซ้อนกันขึ้นไปตามลำดับ ใช้คะแนนสอบในการจัดลำดับผู้สอบเข้าทำงาน เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทต่างๆ จากเกณฑ์ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

**5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space and space space and time relationships) คำว่า สเปส (Space) หมายถึง ลักษณะเกี่ยวกับระยะทาง ขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง ตำแหน่งที่อยู่ การเคลื่อนที่ เป็นต้น สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอง ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง**

ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการสังเกตรูปร่างของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของผู้สังเกต กับการมองในทิศทาง

ต่างๆ กัน โดยการเคลื่อนที่ การผ่า การหมุน การตัดวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงได้ สังเกต การเคลื่อนไหวของวัตถุโดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์เกี่ยวกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติ และภาวะการณ์นั้น หรือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง กับอีกวัตถุ หนึ่งระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

การหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับสเปซ และเวลานั้น มี 3 อย่าง คือ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุ เช่น การดูภาพ 2 มิติ การวาดภาพ 3 มิติ ซึ่งจะต้องประกอบด้วย ความกว้าง ความยาว และความหนา การหารูปร่างของวัตถุ โดยดูจาก ภาพหน้าตัด เช่น ในทางชีววิทยาต้องตัดวัตถุที่จะดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ให้เป็นแผ่นบาง ๆ จะได้ เฉพาะหน้าตัดเท่านั้น วิธีการเช่นนี้ คล้ายกับการหารูปร่างของวัตถุอันหนึ่ง โดยการสังเกตจากเงา หลายๆ เงาของวัตถุนั้น โดยใช้แสงกระทบวัตถุหลายๆ ด้าน

เส้นสมมาตรและระนาบสมมาตร

เส้นสมมาตร คือ เส้นที่ลากผ่านรูปสองมิติโดยที่ถ้าพับรูปสองมิติตามเส้นที่ลาก ผ่านนั้นแล้ว รูปนั้นจะซ้อนกันสนิท รูปสองมิติบางรูปมีเส้นสมมาตรได้หลายเส้น บางรูปก็อาจจะไม่มี เส้นสมมาตรเลยระนาบสมมาตร คือ ระนาบที่แบ่งรูปสามมิติออกเป็นสองส่วนเหมือนกัน โดยเมื่อนำ ส่วนหนึ่งไปวางบนกระจกเงาจะเห็นภาพในกระจกเงาเหมือนกับส่วนที่เหลือรูปฉาย คือ รูปเงาสองมิติ ด้านต่างๆ ของวัตถุสามมิติ เมื่อฉายไฟไปยังวัตถุสามมิติ จะเกิดเงาบนฉาก ถ้าฉายไฟทางด้านหน้า จะเรียกเงาที่เกิดบนฉากว่า รูปฉายด้านหน้า เป็นต้น

รูปคลี่ คือ รูปสองมิติที่แสดงลักษณะของผิวภายนอกของวัตถุรูปทรงเรขาคณิต ต่างๆ รูปคลี่ของวัตถุใดเมื่อพับตามรอยพับแล้วจะได้รูปสามมิติที่มีรูปทรงเหมือนวัตถุนั้น

รูปตัด คือ รูปสองมิติที่แสดงรอยตัดวัตถุสามมิติด้วยระนาบในแนวต่างๆ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เราอาจบอกเวลาได้ โดยใช้ลักษณะของสเปซ เช่น บอกเวลาโดยการดูเงาเสาธง การที่จะบอกเวลาได้จะต้องทราบว่าจะเงาที่ทอดไปในทางตรงข้าม กับต้นกำเนิดของแสงเสมอ และต้องทราบว่าจะเงาที่ทอดในวันออกอยู่ด้านใด เพื่อจะประมาณว่า เมื่อ ดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งนั้น ควรจะเป็นเวลาเท่าใด

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซ กับเวลา จะมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
2. ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

3.1 ระบุรูปทรง 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากหมุนรูป 2 มิติ ได้

3.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ได้

3.3 เขียนรูปฉายจากวัตถุ 3 มิติได้

3.4 เขียนรูป 3 มิติจากรูปฉายได้

3.5 เขียนรูปคลี่ของวัตถุ 3 มิติได้

3.6 เขียนรูปตัดที่เกิดจากการตัดวัตถุรูปทรง 3 มิติ ได้

4. หาเส้นสมมาตรหรือระนาบสมมาตรของวัตถุได้

5. บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยการใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์

6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของ

วัตถุ กับเวลาได้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เราสามารถนำเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2 อย่าง มาสัมพันธ์ได้ เช่น เวลาที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบ สัมพันธ์กับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเองได้ 1 รอบ

**6. ทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Manipulating and Communicating Data)** การจัดการกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การหาความถี่ การแยกประเภท การจัดเรียงลำดับ

การสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูดหรือภาษาท่าทาง เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ในสิ่งที่ต้องการสื่อความหมายให้ชัดเจนและรวดเร็ว องค์ประกอบของการสื่อความหมาย มี 4 ชนิด ได้แก่ ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร สาร ช่องทางรับสาร

ลักษณะการสื่อสารที่ดี ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ถูกต้อง รวดเร็ว ผู้รับสารมีปฏิสัมพันธ์ตรงตามความต้องการของผู้ส่งสาร

การสื่อสารมีหลายรูปแบบ โดยเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล เช่น

1. การบรรยาย

2. การใช้แผนภาพ

3. การใช้ตารางเหมาะกับข้อมูลที่ประกอบด้วยปริมาณต่างๆ หลายๆ จำนวน

โดยเฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวเลข นิยมนำเสนอแบบตาราง เพราะทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและสื่อความหมาย การสร้างตารางไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว ข้อมูลชุดเดียวกันอาจนำเสนอด้วยตารางได้หลายแบบ ตารางแสดงข้อมูลที่ควรเป็นตารางที่กะทัดรัด เหมาะสมกับหน้ากระดาษที่นำเสนออ่านง่าย และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบได้รวดเร็ว องค์ประกอบที่สำคัญของตาราง คือ

3.1 ชื่อตารางเป็นข้อความกะทัดรัดแต่ทำให้ผู้อ่านรู้ว่าตารางนี้นำเสนอเกี่ยวกับอะไร ที่ไหน และเมื่อไร

3.2 หัวตาราง บอกให้รู้ว่าสิ่งที่อยู่ในตารางเป็นปริมาณอะไร ถ้าปริมาณในตารางเป็นตัวเลขก็จะเขียนหน่วยกำกับไว้ที่หัวตารางด้วย

3.3 ตัวเรื่อง ก็คือข้อมูลที่นำเสนอ ข้อมูลที่เป็นตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันจะมีหน่วยเหมือนกัน

3.4 หมายเหตุ เขียนไว้ด้านล่างของตารางเพื่ออธิบายข้อความบางตอนในตารางให้ชัดเจนขึ้น หมายเหตุนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้

3.5 แหล่งที่มา ในกรณีที่น่าข้อมูลมาจากแหล่งอื่นๆ จะต้องบอกแหล่งที่มาของข้อมูลด้วย เพื่อช่วยให้ผู้อ่านสามารถตรวจสอบข้อมูล หรือค้นคว้าเพิ่มเติมได้

4. กราฟใช้สำหรับการนำเสนอข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ โดยใช้แกนอ้างอิงที่ตั้งฉากกัน (แกน X และแกน Y) กราฟที่ใช้แสดงมีหลายประเภท เช่น กราฟรูปภาพ กราฟเส้นตรง กราฟแท่ง

**พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้**

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ได้
3. ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

**7. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)** เป็นความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายหรือการคาดคะเนอาจเป็นการทำนาย

7.1 การพยากรณ์ทั่วไป เป็นการทำนายผลที่จะเกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น เช่น การพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จะเก็บข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศที่ได้วัดปริมาณน้ำฝน ความเร็วและทิศทางลม อุณหภูมิ ความกดอากาศ ฯลฯ แล้วนำมาหาความสัมพันธ์ของลักษณะอากาศในวันนั้นเพื่อพยากรณ์ลักษณะอากาศในวันต่อไป

7.2 การพยากรณ์จากข้อมูล มีสองลักษณะ คือ

7.2.1 การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่ศึกษา เป็นการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

7.2.2 ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่ศึกษา เป็นการทำนายค่าที่น้อยหรือมากกว่าข้อมูลที่มีอยู่ พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

7.2.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

7.2.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

7.2.2.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

**8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)** ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรือปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น การลงความเห็นจากข้อมูลอาจจำแนกประเภทเป็น 2 ประเภท คือ การลงความเห็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในปรากฏการณ์ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลถ้าฝึกจนเป็นความชำนาญจะช่วยพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ อธิบาย หรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยการลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

1. ความละเอียดของข้อมูล
2. ความถูกต้องของข้อมูล
3. ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น
4. ความสามารถในการสังเกต

**9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)** การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้ มักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น สมมติฐานจึงเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นที่ยอมรับ หรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น อาจจะถูก หรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในสถานการณ์ทดลองหนึ่งอาจมี 1 สมมติฐานหรือหลายสมมติฐานก็ได้ การตั้งสมมติฐานมักนิยมเขียนในรูป ถ้า ..... ดังนั้น.....

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าฮอร์โมนมีผลต่อสีของปลาสวยงาม ดังนั้นปลาที่เลี้ยงโดยให้ฮอร์โมนจะมีสีเร็วกว่าปลาที่เลี้ยงโดยไม่ให้ฮอร์โมนในช่วงอายุเท่ากัน
2. ถ้าควินูรีมีผลต่อการเกิดมะเร็ง คนที่สูบบุหรี่ หรือคลุกคลีกับคนสูบบุหรี่ จะมีโอกาสเป็นโรคมะเร็งได้มากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่ หรือไม่คลุกคลีกับคนสูบบุหรี่
3. ถ้าความร้อนมีผลต่อการสุกของผลไม้ ดังนั้นผลไม้ที่ผ่านการอบไอน้ำจะมีอายุการสุกนานกว่าผลไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอบไอน้ำ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. คิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม

2. หาคำตอบล่วงหน้าโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

### 10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Defining of the Variable)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยการบรรยายในเชิงรูปธรรม

หลักสำคัญในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ จะต้องกำหนดนิยามในลักษณะที่ว่า

1. ต้องทำอะไรความสามารถอะไร
2. ต้องปฏิบัติอย่างไร
3. จะสังเกตอะไรจากการทดลองหรือสำรวจ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะแตกต่างจากการกำหนดนิยามทั่วไป เพราะการกำหนดนิยามทั่วไป เป็นการให้ความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้างๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้นๆ เช่น การให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

#### นิยามทั่ว ๆ ไป

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 (ทุกคนเข้าใจตรงกันแต่สังเกต และวัดไม่ได้)

#### นิยามเชิงปฏิบัติการ

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟเมื่อนำก้อนถ่านที่คุแดงแห้งลงไปในก๊าซนั้นแล้วก้อนถ่านนั้นจะลุกเป็นเปลวไฟ (ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัดได้)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตและวัดได้

### 11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Operational Defining of the Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐานหนึ่งๆ การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่จะไปมีผลให้ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อน จึงต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกกลุ่มทดลอง ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องการควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง (ตัวแปรตาม)

การกำหนดและควบคุมตัวแปรเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลองทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนกว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการจะศึกษาหรือไม่ ในสถานการณ์การทดลองหนึ่งๆ ผลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรอาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ) เพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เช่น เราต้องการศึกษาชนิดของดินที่เหมาะสม



ต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบอื่นๆ อีกนอกจากดิน เช่น แสงแดด ปุ๋ย น้ำ การดูแล เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เรายังไม่ต้องการศึกษา จึงต้องมีการควบคุมเพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใด สาเหตุหนึ่งก่อน เพื่อจะสรุปผลจากการทดลองได้ตรงตามสาเหตุที่แท้จริง (ตัวแปรอิสระ)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ ในปรากฏการณ์หนึ่งๆ เราสามารถแบ่งตัวแปร ออกได้ 3 ประเภท ด้วยกัน คือ

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุ ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ ทั้งสิ้น ตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่เรากำหนดขึ้นหรือใส่ลงไปเพื่อดูผลที่จะเกิดขึ้น เช่น ถ้าเราต้องการดูว่าปุ๋ยจะมีส่วนทำให้ต้นกุหลาบเติบโตเร็วหรือไม่ ปุ๋ยก็จะเป็นตัวแปรอิสระ เพราะเป็นสิ่งที่เราจะดูผลของมันที่มีต่อต้นกุหลาบ

2. ตัวแปรตามหรือตัวแปรซึ่งเป็นผลของตัวแปรอิสระ (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ควบคุมโดยตัวแปรอิสระไม่มีความเป็นอิสระในตัวของมันเองต้องเปลี่ยนไปตามตัวแปรอิสระ เพราะมันเป็นผลของตัวแปรอิสระ ดังตัวอย่างข้างต้นนี้ การเจริญของต้นกุหลาบจะเป็นตัวแปรตาม

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้ได้ตลอดการทดลอง เพื่อต้องการดูผลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตามจากตัวอย่างข้างต้น ถ้าเราต้องการดูผลของการใส่ปุ๋ยเราต้องควบคุมดินความเข้มข้นของแสงแดดและอื่นๆ ให้อยู่ในสภาพเหมือนเดิมตลอดการทดลอง

**12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)** หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการดำเนินการทดลอง ผู้ทดลองจะต้องนำเอากระบวนการขั้นอื่นๆ มาใช้ประกอบกันความสำเร็จของการทดลองจึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลองเป็นการวางแผนการปฏิบัติงานก่อนลงมือทดลอง การออกแบบการทดลองจะต้องสัมพันธ์กับสมมติฐานที่จะตรวจสอบในการออกแบบ การทดลองจะต้องกำหนดสิ่งต่อไปนี้

1.1 วิธีทดลอง ต้องระบุตัวแปรอิสระตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม หรือวิธีควบคุม และเขียนวิธีทดลองตามลำดับขั้นตอนการปฏิบัติก่อนหลัง

1.2 วิธีวัดหรือสังเกตผลการทดลองรวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการบันทึกผลแต่ละครั้ง

1.3 ออกแบบบันทึกผลการทดลองให้สอดคล้องกับสิ่งที่วัดได้จากการทดลอง

1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2. ปฏิบัติการทดลองจริงตามที่กำหนดไว้ในวิธีการทดลอง

3. บันทึกผลการทดลองตามแบบบันทึกผลการทดลองที่ได้ออกแบบไว้แล้ว

การออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานและปัญหา การเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับการดำเนินการทดลอง รวมทั้งการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองเป็นการพิสูจน์ความจริงบางอย่างหรือเป็นการพิสูจน์สมมติฐานมีปัญห  
บางอย่างทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่จำเป็นต้องมีการทดลอง ก็สามารถบอกคำตอบได้แต่บางปัญหาต้อง  
มีการทดลอง

พฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะการทดลองจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร
2. ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้
3. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
4. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

### 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and Making conclusion)

การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและ  
สมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ในการตีความหมายข้อมูลจะต้องใช้ทักษะอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น ทักษะ  
การสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็น เป็นต้น ส่วนการลงข้อสรุป เป็นการสรุป  
ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นความสามารถ ในการบรรยายความหมาย  
ของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ส่วนการลงข้อสรุป คือ  
ความสามารถในการตีความหมายข้อมูล แล้วนำสู่การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร  
ศึกษาได้เป็นความรู้ใหม่

พฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจะมีความสามารถ  
ดังต่อไปนี้

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการ  
ตีความหมายข้อมูล)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

จากข้อความที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าการประสานสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทาง  
วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำมาซึ่งการค้นพบ  
ความรู้ในด้านต่างๆ อย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด เป็นหัวใจของกระบวนการแสวงหาความรู้ในด้าน  
ต่างๆ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดการทำงานอย่างมีระบบ มีเหตุมีผล มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์  
สร้างคนให้เสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและมีลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความ  
ชำนาญก่อให้เกิดการกระทำต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด

จากเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคุณลักษณะด้านความรู้  
ความสามารถ มวลประสบการณ์ของบุคคลที่ได้รับจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม หรือการทำ  
กิจกรรมต่างๆ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของ  
เนื้อหาความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานเรียนรู้และผลการเรียนรู้  
ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## 8. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

### 8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม (Willam. 1981: 1605 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง วิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิมกลุ่มควบคุม 43 คน ส่วนแบบเดิมทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คอลลินส์ (Collins. 1990: 2783 - A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซตทั้งสอง

กลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่าง ๆ เช่นจัดภาพยนตร์และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนนซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมิท (Smith.1994: 2528 - A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยายกลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่า การประเมินผลทางวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีปฏิบัติแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

นาบอร์ (Nabor. 1975: 3241 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ของการเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test Of Education Progress: Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

### 8.2 งานวิจัยในประเทศ

วนิดา อยู่ยี่น (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รัตนะ บัวรา (2540: 102) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นุสรุา เอี่ยมนวรรณ์ (2542: บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างนัยสถิติ.01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ.01

สุมาลี โชติชุ่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ เซาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม เซาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเซาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดย ให้มีรูปแบบการสอนที่หลากหลาย จัดกิจกรรมเน้นให้นักเรียนคิด ปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้นักเรียน เกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนอย่างแท้จริงและจะทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ ถนนสุขุมวิท ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมผู้เรียนทั้งหมด 88 คน

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ ถนนสุขุมวิท ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้องเรียน 50 คน ซึ่งได้รับการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (One Group Pretest - Posttest Design) ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

RE	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
T <sub>1</sub>	แทน	การสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
X	แทน	การสอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
T <sub>2</sub>	แทน	การสอบหลังการทดลอง (Posttest)

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

#### ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างชุดกิจกรรมแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการนี้ผู้วิจัยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของทบวงมหาลัย ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ
  - 2.1 การระบุปัญหา
  - 2.2 การตั้งสมมติฐาน
  - 2.3 ขั้นทดลอง
  - 2.4 ขั้นสรุปผลการทดลอง
3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จากคู่มือครูและหนังสือประกอบการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง คลื่น
4. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
5. ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยยึดขั้นตอนและหลักการสร้างชุดกิจกรรมของบัทส์ (Butts.1974: 85) เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson; & Lorbeer. 1975: 247) และดีวิตโตและครอกเกอร์ (Devito; & Krockover. 1976: 388) เพื่อเป็นแนวทางการสร้างชุดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาในการเรียนรู้ ซึ่งส่วนประกอบของชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้
  1. ชื่อชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม
  2. คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่

## อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม

3. จุดประสงค์ของกิจกรรมเป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุ
4. เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด
5. สถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่บรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ เกม หรือกิจกรรมการทดลอง
6. กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ โดยศึกษาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น ชั้นระบุปัญหา ชั้นตั้งสมมติฐาน ชั้นออกแบบการทดลอง และชั้นสรุปผลการทดลอง โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้
  - ขั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหา
    - นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรม
    - นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในการทดลอง
  - ขั้นที่ 2 ชั้นตั้งสมมติฐาน
    - นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เลือก
    - นักเรียนเลือกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาเขียนเป็นสมมติฐานให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือก
  - ขั้นที่ 3 ชั้นทดลอง
    - นักเรียนออกแบบการทดลองแบบการทดลองโดยระบุวิธีทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น
    - นักเรียนปฏิบัติตามวิธีที่ออกแบบไว้
    - นักเรียนบันทึกผลการทดลองโดยจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ลงในชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
  - ขั้นที่ 4 ชั้นสรุปผลการทดลอง
    - นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้และสรุปผลการทดลองลงในชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    - นักเรียนตอบคำถามในชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
7. อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม
8. เนื้อหาเป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหาในกรอบของความรู้เพิ่มเติม
9. คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม
10. คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบท้ายกิจกรรม

### ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน การดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรมมาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายมนุษย์ ความรู้ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ – ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ และ 4) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ตรวจให้คะแนนจากกระดาษคำตอบ โดยข้อที่ถูกให้คะแนนเป็น 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ได้ตอบ หรือตอบเกิน 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยใช้ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ

#### ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ข้อใดหมายถึงคลื่นกลทั้งหมด (ความรู้-ความจำ)
  - ก. คลื่นความร้อน , คลื่นวิทยุ และรังสีเอกซ์
  - ข. รังสีแกมมา, รังสีอัลตราไวโอเล็ต
  - ค. คลื่นเสียง, คลื่นน้ำ และคลื่นในเส้นเชือก
  - ง. คลื่นในสปริง, คลื่นเสียงและแสงเลเซอร์
  - จ. คลื่นแสง, คลื่นเสียง
2. นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ (ความเข้าใจ)
  1. คลื่นวิทยุเป็นคลื่นกลเพราะไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  2. คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่อนุภาคตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการแผ่กระจายของคลื่น
  3. คลื่นในสปริงเป็นคลื่นกลที่เป็นทั้งประเภทคลื่นความขวางและคลื่นตามยาว

#### ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

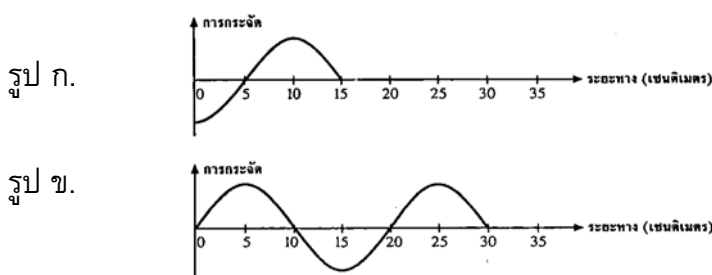
- ก. ข้อ 1 และ 2
  - ข. ข้อ 1 และ 3
  - ค. ข้อ 2 และ 3
  - ง. เฉพาะข้อ 1
  - จ. ข้อ 1 ,2 และ 3
3. ในการเคลื่อนที่แบบคลื่นนั้น พลังงานจากการสับัดปลายเส้นเชือกด้านหนึ่ง จะถ่ายทอดไปยังปลายเชือกอีกด้านหนึ่งได้ แสดงว่า (การนำไปใช้)



- ก. พลังงานถ่ายเทไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของคลื่น  
 ข. พลังงานถ่ายเทหลังจากการเคลื่อนที่ของคลื่นผ่านไปแล้ว  
 ค. พลังงานถ่ายเทไปก่อนที่คลื่นจะเคลื่อนที่มาถึง  
 ง. พลังงานถ่ายเทให้อนุภาคและอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปยังปลายเชือก  
 จ. พลังงานถ่ายเทให้อนุภาคแบบไม่คงที่และมีทิศทางที่แน่นอนไป

ยังเส้นเชือก

4. คลื่นในเส้นเชือกยาวเส้นหนึ่ง ที่เวลาหนึ่งดังรูป ก. หลังจากนั้น 0.5 วินาทีเห็นเป็นดังรูป ข. ความถี่ของคลื่นเป็นกี่ Hz (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)



- ก. 1.5 Hz                      ข. 2.0 Hz  
 ค. 2.5 Hz                      ง. 3.5 Hz  
 จ. 4.5 Hz

4. วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรม เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำ ความถูกต้องทางด้านภาษา ของแบบสังเกตทักษะการปฏิบัติการทดลอง โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม (IC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 117) แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมีค่า IC 0.67 - 1.00 แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ

4.3 นำกระดาษคำตอบที่ผู้เรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% เป็นรายชื่อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความยากง่ายมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ ซึ่งได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร  $K - R.20$  (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น .57

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

### การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้  $t - test$  Dependent Sample or Correlated Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 165 - 167)

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง คลื่น ของมนุษย์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 117)

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

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับลักษณะพฤติกรรม  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็น  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 294 – 296) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของการเรียนการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่น คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน  
 $\sum X$  แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน  
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด  
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน  
 $\sum F$  แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน  
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด  
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.3 การคำนวณหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อเทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6 – 32)

2.4 การหาค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 25 ของกลุ่มสูงต่ำแล้วใช้วิธีการหาค่า  $t$  – distribution (ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2536: 185 – 186)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที
	$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	$S_H^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	$S_L^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	$n_H$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มสูง(เท่ากับกลุ่มต่ำ)
	$n_L$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำ(เท่ากับกลุ่มสูง)

2.5 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณจากสูตร K-R20 ของคูเดอว์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 123)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ $\frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1 - p)
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.6 การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คำนวณจากสูตร การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 125 – 126)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
	$S_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 “ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน” โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for Dependent Sample

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณา t- test for Dependent Sample
	$\bar{D}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลต่างที่เข้าคู่กัน
	$S_{\bar{D}}$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลต่างที่เข้าคู่กัน

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-test แบบ dependent samples
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	50	15.86	3.46	19.22**
หลังเรียน	50	22.08	4.02	

$$t_{(.01, df = 49)} = 2.42$$

จากตาราง 2 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่สอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีทางสถิติ t – test แบบ dependent samples ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่สอน โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	50	16.6	3.95	14.69**
หลังเรียน	50	23.16	3.88	

$$t_{(.01, df = 49)} = 2.42$$

จากตาราง 3 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อที่ 2

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### 2.1 ชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

2.1.2 ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การหักเห

2.1.3 ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเลี้ยวเบน

2.1.4 ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การแทรกสอด

a) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

b) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. วิธีการดำเนินการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้



3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

3.2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

3.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.4 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.5 นำผลทดสอบมาตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์โดยทางสถิติ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการ ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

### สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอน โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สรุปผล ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าได้ ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ในข้อที่ 1 จากผลการวิจัย

ดังกล่าว ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นสื่อวัตกรรมการศึกษาที่มีการวางแผนการเรียนการสอนโดยจัดลำดับขั้นตอนของกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้สื่อต่างๆ ร่วมกันอย่างเป็นระบบ และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ชั้นระบุปัญหา ชั้นตั้งสมมติฐาน ชั้นทดลอง ชั้นสรุปผลการทดลองตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ชั้นระบุปัญหานักเรียนสามารถศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดระบุปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในการทดลอง ชั้นตั้งสมมติฐานนักเรียนสามารถระบุสาเหตุความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาได้ ชั้นทดลองนักเรียนสามารถออกแบบการทดลอง มีการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ชั้นสรุปผลการทดลอง นักเรียนสามารถอธิบาย ถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล และสามารถสรุปผลการทดลอง ในชุดกิจกรรมแก้ปัญหาได้ ซึ่งทักษะกระบวนการทั้งหมดเหล่านี้ นักเรียนต้องค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง มีอิสระในการคิดและการลงมือปฏิบัติ เพื่อหาคำตอบของการแก้ปัญหาของสถานการณ์ต่างๆ ในชุดกิจกรรม โดยที่ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำและเป็นທີ່ปรึกษาเท่านั้น ดังนั้น ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะส่งผลให้นักเรียนต้องใช้ทักษะในด้านการคิด การอ่าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับแนวคิดของนายมังกร ทองสุกดี (2522: 5 -10 ) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบแก้ปัญหานั้น จะช่วยฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอการทำจะช่วยให้มีประสบการณ์มากยิ่งขึ้น นักเรียนมีการทดสอบอยู่เสมอ โดยนักเรียนจะทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อหาคำตอบ ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล และทำให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ จอร์จ ดิวอี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535: 34) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต้อง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติและสอดคล้องกับหลักปรัชญาการศึกษาแบบปฏิบัตินิยมที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่า การเรียนที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีและมีทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรีย์ เสียนบรรจง (2539: บทคัดย่อ) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญยิ่ง วรรณศิริกุล (2540: บทคัดย่อ) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ด้วยเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จึงส่งผลให้นักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

การเรียนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจบทเรียนก็สามารถนำกลับมาทบทวนใหม่ได้ ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพได้เต็มที่ และสามารถประเมินผู้เรียนได้ตามสภาพจริง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อุษา คำประกอบ (2530: 30) ได้กล่าวถึงชุดกิจกรรมตามแนวของแฮริส เบอร์เกอร์ ว่า นักเรียนสามารถทดสอบได้ว่าตัวเองอยู่ในระดับใด นักเรียนสามารถทำบทเรียนที่ใดก็ได้ตามความพอใจ เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้ว ผู้เรียนสามารถทดสอบ

ด้วยตัวเองได้ทันทีและสามารถทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันที เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้ว นักเรียนมีโอกาสมพบปะครูผู้สอนมากขึ้น ครุมีเวลาให้คำปรึกษา นักเรียนได้รับคะแนนอะไร ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนเอง และถ้าไม่ผ่านก็สามารถกลับไปทบทวนได้ใหม่จนผลการเรียนได้มาตรฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลสิทธิ์ จันททาสี (2543: บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครุมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างเมื่อทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีคะแนนทดสอบก่อนเรียนต่ำ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว เป็นนักเรียนที่ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ต่ำ จึงทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ในข้อที่ 2 จากการวิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อหรือนวัตกรรมทางการศึกษาที่ได้เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นตอนทดลอง และการสรุปผลการทดลอง โดยใช้สถานการณ์ในชุดกิจกรรมเป็นตัวกระตุ้นทำให้นักเรียนเกิดความสนใจค้นคว้าด้วยตนเองและกระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบของปัญหาเหล่านั้น โดยใช้กระบวนการคิด ไตร่ตรองสิ่งต่างๆ อย่างรอบคอบและมีเหตุผลส่งผลให้เกิดการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้กับแนวคิดของกันยา สุวรรณแสง (2532: 23) กล่าวว่า กระบวนการคิดเริ่มมาจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ทำให้เกิดรู้สึกขัดอารมณ์ ถูกรบกวนเป็นทุกข์ เกิดความตึงเครียด จึงกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อแก้ปัญหาให้ลุล่วงเป้าหมาย โดยมีกระบวนการ ดังต่อไปนี้ ดังนี้

1. เกิดภาพพจน์ของสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ที่เรากำลังคิดคลี่คลายปัญหาที่เกิดขึ้น เกิดสัญลักษณ์ ได้แก่ การเกิดคำพูด เครื่องหมาย สัญลักษณ์

2. เกิดความคิดรวบยอด คือ กระบวนการสุดท้าย ที่ทำให้เกิดความเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535: 54) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันต่างตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกิจกรรมต่างๆ ในชั้นเรียนส่วนหนึ่งมาจากความต้องการและตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตน ฝึกให้หัดคิด หัดทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง แต่ปัญหาที่เกี่ยวกับการพัฒนาของตัวพ่อแม่ครูและอาจารย์ อุษณีย์ โพธิสุข

(2537: 90 - 100) กล่าวว่าแนวการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การได้รับประสบการณ์ตรง การศึกษาหาความรู้ความจริงด้วยตนเอง การใช้สื่อกิจกรรม เป็นตัวกระตุ้นความคิด การใช้สถานการณ์สมมติ การให้นักเรียนได้เสนอผลงานและการระดมสมอง สิ่งเหล่านี้จะกระตุ้นให้เกิดความคิดแก้ปัญหาได้

นักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกการคิด และการปฏิบัติความคิดของตนเอง ทุกครั้งที่พบสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจะทำให้ให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย และต้องการค้นพบคำตอบของปัญหาหนทาง ซึ่งได้มาเพื่อคำตอบของปัญหามีมากมาย แต่นักเรียนต้องเป็นผู้พิจารณา ไตร่ตรอง ใช้เหตุผลให้ได้มา ซึ่งวิธีแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ถูกต้องและดีที่สุด จนทำให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับแนวคิดของ ดีคาโล (Decaroli. 1973: 67 – 69) ผู้ที่เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี ดังนี้ คือ การนิยามปัญหา การแสวงหาสมมติฐาน การประมวลข่าวสาร การตีความหมาย การใช้เหตุผลและประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ หนึ่งนุช กภาพักดี (2543: 112) พบว่า ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการอตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเหตุผลดังกล่าว นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาวิจัย ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรนำชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาจเลือกเนื้อหาอื่นๆ ที่เหมาะสมมาจัดทำเป็นชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพราะชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้

ครูผู้สอนควรมีการจัดเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง และประโยชน์ของการใช้ชุดกิจกรรม มีการเตรียมสื่ออุปกรณ์ ที่ต้องใช้ให้เหมาะสม

ครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศ การเรียนรู้ที่เหมาะสมและเปิดเวทีให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเองอย่างอิสระ และ แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนนักเรียนเอง

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการจัดทำชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบบทเรียนสำเร็จรูปในรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยสอนในเนื้อหาต่างๆ เพื่อสะดวกในการจัด

การเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำชุดกิจกรรม จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะมีความทันสมัย และ น่าสนใจมากกว่าชุดกิจกรรมแบบปกติ

2.2 ควรมีการจัดทำชุดกิจกรรมแก้ปัญหาเกี่ยวกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีเหตุผล ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรรณิกา ไผ่ถนงค์. (2541). ผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. (2542). คู่มือครูแนวทางจัดทำแผนการสอนพัฒนาศักยภาพโครงการทดลองพัฒนา ศักยภาพของเด็กไทย. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา.
- กันยา สุวรรณแสง. (2532). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา.
- กาญจนา ลามรวย. (2532). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยการสอนแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนแบบสาธิตแบบชี้แนวทาง. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). การปรับปรุงการสอนตามแบบจุฬาย เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติงานตามโครงการอบรมอาจารย์ ครั้งที่ 1 – 4. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2535). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์.
- ทศนา เขมมณี ; และคณะ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด : ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้าน ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- นุสรุา เอี่ยมนวรรณ์. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- บุญยั้ง วรรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจที่ได้รับ การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุษกร คำดง. (2542). ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ประเวศ วะสี. (2531, มิถุนายน – กันยายน). การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อสติปัญญา. วารสารวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. 16(2): 62.
- ประเวศ วะสี. (2544, มิถุนายน). แจงข้อหาอ้อมแมวพันแข่ง. มติชน. หน้า 27.
- ปราโมทย์ จันท์เรือง. (2536). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ คด. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ผุสดี ตามไท. (2531). โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ม.ต้น. กรุงเทพฯ: จันท์เกษม.
- พูลทรัพย์ โพธิ์สุ. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องพืชและสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- เพชรรัตดา เทพพิทักษ์.(2545). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการดำเนินโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มังกร ทองสุกดี. (2522). การวางแผนการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รพีพร โตไทยะ. (2540). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- รัตนะ บัวรา. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.



- วนิดา อยู่เย็น. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรีย์ เลียนบรรจง. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย ดิสระ. (2533). การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วีระ ไทยพานิช. (2529). 57 วิธีการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมจิต สวธนไพบูย์. (2535). ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยพานิช.
- . (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2541). เอกสารประกอบการสอนวิชา กว.571 ประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สุนทรี วัฒนพันธ์. (2535). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี โชติชุ่ม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี สีมืด. (2543). การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาด้วยชุดการฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชนดัดดอมินิก. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- หนึ่งนุช กาพภักดี. (2543). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์. (2532). การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติกเพื่อ พัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อุษา คำประกอบ. (2530). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Albrecht, Karl. (1980). *Brain Power Learn to Improve You Thinking Skills*. Englewood Ciliffs. New Jersey: Prentice – Hall Inc.
- Battiste, Eleanor ; & Chirstal. (1981, July). *The Relationship between Direct Instruction in Thinking Skills and Growth in Cognitive Development*. *Dissertation Abstract International*. 42(6): 3065 – A.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Butt, David P. (1974). *The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide*. New York: Harper & Row Publisher.
- Collins, O.W. (1990, March). The Impact of Computer – Assisted Instruction Upon Student Achievement in Magnet School. *Dissertation Abstract International*. 50: 278 – A.
- Decaroli, J. (1973, January). What Research Say to the Classroom Teacher : Critical Thinking. *Social Education*. 37(1): 67 – 68.
- Devito, Alfred ; & Gerald, H. Krockover. (1976). *Creative Sciencing Ideas Activities for Teacher and Children*. Little: Brown and Company, Inc.
- Edward, Clefford H. (1975, February). Chang Teacher Behavior Through Self- Instruction and Supervised Micro Teaching in a Competency – Based Program. *The Journal of Education Research*. 87(2): 25.
- Farenkel, Jack R. (1980). *Helping Students Think and Value : Strategies for Teaching*. The Social Studies. Englewood Ciliffs. New Jersey: Prentice – Hall.

- Ford, B.C. (1976, April). An Evaluation of Creativity Training Activity with Mentally Related Youngster. *Dissertation Abstracts International*. 36: 6598 – A.
- Gagna, RM. (1970). *The Condition of Learning*. 2nd ed. New York: Holt Rinehart and Winstin, Inc.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Mc Grow Hill.
- Guilford, J.P. (1986). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Joyce, Bruce ; & Marsha, Weil. (1976). *Models of Teaching*. 3 rd ed. London: Prentice – Hall International.
- Kapfer, Philiip ; & Mirian, Kapfer. (1972). *Instructional to Lean Package in American Education*. New Jersey: Education Technology Publishing, Englewood Cliffs.
- Nabor, OG. (1975, December). *A Comparative Study of Academic Achievement and Problem-Solving Abilities of Blank Pupils at the Intermediate Level on Computer-Supported Instruction and Self-contained Instructional Program*. *Dissertation Abstracts International*. 36: 3241 – 3242A.
- Nelson, Leslic W.; & Geoge, C. Lobeer. (1975). *Science Activities for Elementary Children*. Iowa: WM.C. Broom Company Publishers.
- Piajet, J. (1962). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: W.W. Norton.
- Smith, Patty Templeton. (1994, January). Instructional Method Effect on Student Attitude And Achievement. *Dissertation Abstract International*. 54(7): 2528 – 17.
- Thomas, J. W. (1972). *Varieties of Cognitive Skills: Taxonomies and models of the Intellect*. Philadelphia: Research for Better Schools, Inc.
- Vivas, David A. (1985, September). The Design and Evolution of a Course in Thinking Operations for First Grades in Venezuela (Cognitive, Elementary Learning). *Dissertation Abstracts International*. 46(3): 603 – A.
- William, James Metford. (1981, October). A Comparison Study of the Tradition Teaching Procedures on Student Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History. *Dissertation Abstract International*. 42(4): 1905 – A.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นางสาวพรทิพา พานิชชีวะกุล

ครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์

นางสาววันนา โตสถาน

ครู  
โรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์บางรัก

นางสาวสงกรานต์ แสนเกรียง

ครู  
โรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์สีลม

## ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ )  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ )  
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 4 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเทศศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	32	1	0	1	0.67
3	1	1	1	1.00	33	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	36	0	1	1	0.67
7	1	0	1	0.67	37	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	41	1	1	0	0.67
12	1	1	1	1.00	42	1	1	1	1.00
13	1	1	0	0.67	43	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	44	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	45	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	46	1	1	1	1.00
17	1	0	1	0.67	47	1	0	1	0.67
18	1	1	1	1.00	48	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	49	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	50	1	1	1	1.00
21	1	1	1	1.00	51	1	1	1	1.00
22	1	1	1	1.00	52	0	1	1	0.67
23	1	1	0	0.67	53	1	1	1	1.00
24	1	1	1	1.00	54	1	1	1	1.00
25	1	1	1	1.00	55	1	1	1	1.00
26	1	1	1	1.00	56	1	1	1	1.00
27	0	1	1	0.67	57	1	1	1	1.00
28	1	1	1	1.00	58	0	1	1	0.67
29	1	1	1	1.00	59	1	1	1	1.00
30	1	1	1	1.00	60	1	1	1	1.00



ตาราง 5 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง  
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	26	1	1	1	1.00
2	1	0	1	0.67	27	1	0	1	0.67
3	1	1	1	1.00	28	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	29	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	30	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	31	0	1	1	0.67
7	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	33	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	36	1	1	0	0.67
12	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	41	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	42	1	0	1	0.67
18	1	1	1	1.00	43	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	44	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	45	1	1	1	1.00
21	1	1	1	1.00	46	1	1	1	1.00
22	1	1	1	1.00	47	1	1	1	0.67
23	1	1	0	0.67	48	1	1	1	1.00
24	1	1	1	1.00	49	1	1	1	1.00
25	1	1	1	1.00	50	1	1	1	1.00

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) อำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.38	.28	16	.43	.45
2	.48	.52	17	.20	.60
3	.76	.25	18	.20	.60
4	.31	.21	19	.80	.38
5	.31	.50	20	.56	.38
6	.79	.57	21	.73	.32
7	.49	.25	22	.71	.56
8	.27	.23	23	.80	.26
9	.80	.24	24	.69	.30
10	.57	.35	25	.58	.41
11	.80	.38	26	.79	.57
12	.35	.29	27	.43	.60
13	.28	.26	28	.69	.58
14	.31	.21	29	.76	.34
15	.31	.21	30	.20	.43

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ .57

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) อำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.80	.26	16	.20	.60
2	.27	.23	17	.56	.22
3	.67	.60	18	.59	.31
4	.54	.41	19	.62	.50
5	.79	.42	20	.76	.34
6	.69	.39	21	.40	.23
7	.55	.23	22	.35	.29
8	.21	.21	23	.38	.28
9	.20	.43	24	.76	.62
10	.30	.30	25	.20	.43
11	.78	.30	26	.38	.20
12	.77	.44	27	.70	.46
13	.52	.45	28	.80	.24
14	.77	.60	29	.42	.35
15	.55	.23	30	.20	.43

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ค่าเท่ากับ .53

ตาราง 8 ค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คนที่	คะแนนชุดกิจกรรมแต่ละชุด							
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3		ชุดที่ 4	
	E <sub>1</sub> 10 คะแนน	E <sub>2</sub> 10 คะแนน	E <sub>1</sub> 10 คะแนน	E <sub>2</sub> 10 คะแนน	E <sub>1</sub> 10 คะแนน	E <sub>2</sub> 10 คะแนน	E <sub>1</sub> 10 คะแนน	E <sub>2</sub> 10 คะแนน
1	7	8	6	7	7	9	7	9
2	7	8	5	7	7	8	7	8
3	5	7	5	7	7	7	5	9
4	7	8	6	8	7	8	7	9
5	7	9	6	7	7	8	7	8
6	6	8	5	6	7	8	6	9
7	7	7	6	7	7	8	7	8
8	8	9	5	7	6	7	8	8
9	9	10	6	7	6	7	9	8
10	7	8	7	8	7	8	7	9
11	7	9	8	8	6	7	7	9
12	8	9	6	7	8	9	8	9
13	8	9	6	8	7	8	8	8
14	8	9	5	7	7	9	8	7
15	6	8	7	8	7	8	6	6
16	7	9	8	7	8	9	7	9
17	8	8	6	8	8	9	8	9
18	8	9	5	7	8	8	8	8
19	8	9	7	8	7	8	8	9
20	7	7	7	7	8	8	7	8
21	9	10	7	7	8	9	9	8
22	8	9	7	8	8	10	8	9
23	8	9	8	9	8	9	8	10
24	9	10	7	8	7	8	9	9
25	8	7	8	9	8	9	8	9
26	7	8	7	8	8	8	7	8
27	7	8	8	9	8	8	7	8
28	7	8	7	8	8	8	7	9
29	8	9	8	9	7	8	8	9
30	8	8	9	10	8	10	8	9
รวม	224	254	198	231	220	248	224	255
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub>	81	86	80	87	80	88	81	86

## ภาคผนวก ค

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

ตาราง 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

คนที่	Pre – test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
1	15	18	3	9
2	16	19	3	9
3	12	16	4	16
4	10	15	5	25
5	15	20	5	25
6	16	23	7	49
7	11	17	6	36
8	17	23	6	36
9	18	26	8	64
10	13	23	10	100
11	14	20	6	36
12	17	25	8	64
13	19	28	9	81
14	9	16	7	49
15	7	15	8	64
16	9	18	9	81
17	14	19	5	25
18	15	21	6	36
19	16	23	7	49
20	17	22	5	25
21	15	21	6	36
22	14	21	7	49
23	18	27	9	81
24	18	27	9	81
25	19	28	9	81
26	20	28	8	64
27	21	25	4	16
28	14	13	-1	1
29	15	22	7	49
30	16	24	8	64

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	Pre – test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
31	17	25	8	64
32	15	21	6	36
33	17	25	8	64
34	18	27	9	81
35	19	27	8	64
36	16	21	5	25
37	16	20	4	16
38	12	17	5	25
39	7	15	8	64
40	19	26	7	49
41	23	26	3	9
42	21	25	4	16
43	17	21	4	16
44	18	18	0	0
45	18	23	5	25
46	18	23	5	25
47	19	26	7	49
48	17	24	7	49
49	17	24	7	49
50	19	27	8	64
$\Sigma$	793	1104	311	96721
	$\bar{X}_1=15.86$	$\bar{X}_2=22.08$		

$$t = 19.22$$

ตาราง 10 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

คนที่	Pre – test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
1	13	20	7	49
2	15	20	5	25
3	11	18	7	49
4	7	18	11	121
5	16	23	7	49
6	17	23	6	36
7	10	20	10	100
8	18	21	3	9
9	19	24	5	25
10	15	26	11	121
11	18	20	2	4
12	16	26	10	100
13	22	29	7	49
14	8	15	7	49
15	9	17	8	64
16	14	16	2	4
17	17	21	4	16
18	18	24	6	36
19	19	25	6	36
20	18	23	5	25
21	16	24	8	64
22	14	26	12	144
23	19	27	8	64
24	21	27	6	36
25	22	28	6	36
26	20	28	8	64
27	24	25	1	1
28	23	16	-7	49
29	16	24	8	64
30	17	25	8	64



ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	Pre – test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
31	18	26	8	64
32	16	23	7	49
33	18	26	8	64
34	15	23	8	64
35	17	25	8	64
36	17	23	6	36
37	14	16	2	4
38	13	18	5	25
39	8	17	9	81
40	19	27	8	64
41	25	29	4	16
42	22	28	6	36
43	18	23	5	25
44	15	19	4	16
45	17	24	7	49
46	16	25	9	81
47	19	27	8	64
48	18	26	8	64
49	15	26	11	121
50	18	28	10	100
$\Sigma$	830	1158	328	2640
	$\bar{X}_1=16.6$	$X_2=23.16$		

$$t = 14.69$$

## ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- ตัวอย่างชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

### เรื่อง คลื่น

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 30 ข้อคะแนนเต็ม 30 คะแนนเวลา 60 นาที
2. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบนี้
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบโดยเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียง

คำตอบเดียว

1. คลื่นแบบใดที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ (ความรู้-ความจำ)
  - ก. คลื่นน้ำ
  - ข. คลื่นในเส้นเชือก
  - ค. คลื่นสปริง
  - ง. คลื่นแสง
  - จ. คลื่นเสียง
  
2. คลื่นน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่สั่นเร็วขึ้นจะมีอะไรเปลี่ยนแปลงนอกจากความถี่ (ความเข้าใจ)
  - ก. คาบเพิ่มขึ้น
  - ข. ความยาวคลื่นลดลง
  - ค. พลังงานมากขึ้น
  - ง. อัตราเร็วเพิ่มขึ้น
  - จ. ไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง
  
3. ปริมาณใดของคลื่นที่ใช้บอกค่าพลังงานบนคลื่น (ความรู้-ความจำ)
  - ก. ความถี่
  - ข. ความยาวคลื่น
  - ค. แอมพลิจูด
  - ง. อัตราเร็ว
  - จ. เฟสของคลื่น

4. คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่คือ (ความเข้าใจ)

- ก. คลื่นกล
- ข. คลื่นดล
- ค. คลื่นตามยาว
- ง. คลื่นตามขวาง
- จ. คลื่นแสง

5. คลื่นในข้อต่อไปนี้เป็นคลื่นประเภทเดียวกัน (ความเข้าใจ)

- ก. คลื่นเสียง คลื่นวิทยุ คลื่น ไมโครเวฟ
- ข. คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก
- ค. คลื่นดล คลื่นในสปริง
- ง. แสง คลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ รั้งสีแกมมา
- จ. แสง เสียง ไมโครเวฟ

6. เรือลำหนึ่งทอดสมออยู่ ถูกกระทบด้วยคลื่นซึ่งมีความเร็ว 30 เมตร/วินาที สันคลื่นห่าง 150 เมตร  
จงหาเวลาที่คลื่นกระทบเรือ (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 0.2 วินาที
- ข. 1.0 วินาที
- ค. 2.0 วินาที
- ง. 5.0 วินาที
- จ. 6.0 วินาที

7. เชือกเส้นหนึ่งยาว 2 เมตร มีมวล 15 กรัม ถูกดึงให้ตึงด้วยแรง 12 นิวตัน จงหาอัตราเร็วของ  
คลื่นในเส้นเชือก (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 10 เมตร/วินาที
- ข. 20 เมตร/วินาที
- ค. 30 เมตร/วินาที
- ง. 40 เมตร/วินาที
- จ. 50 เมตร/วินาที

8. ข้อเป็นคลื่นตามขวาง (ความเข้าใจ)

- ก. คลื่นเสียง
- ข. คลื่นในสปริง
- ค. คลื่นแม่เหล็ก
- ง. คลื่นเสียง คลื่นในเส้นเชือก
- จ. ทุกคลื่นที่กล่าวมา

9. คลื่นมีความถี่ 600 เฮิรตซ์ มีความเร็ว 400 เมตร/วินาที จุดที่เฟสต่างกัน 45 องศา จะอยู่ห่างกันกี่ เมตร (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 1/30
- ข. 1/24
- ค. 1/18
- ง. 1/12
- จ. 2/20

10. สุรวิทย์ยืนอยู่ริมฝั่งโขงสังเกตเห็นคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่กระทบฝั่ง มีระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่อยู่ถัดไป 10 เมตร และคลื่นมีอัตราเร็ว 5 เมตร /วินาที คลื่นจะกระทบฝั่งนาทีละกี่ลูก(ทักษะกระบวนการ)

- ก. 10 ข. 20 ค. 60 ง. 60 จ. 70

11. คลื่น

น้ำหน้าตรงเคลื่อนที่เข้ากระทบผิวสะท้อน ราบเรียบจะเกิดการสะท้อนขึ้นคลื่นน้ำที่สะท้อนออกมามีเฟสเปลี่ยนไปกี่องศา(การนำไปใช้)

- ก. 0 ข. 90
- ค. 180 ง. 270 จ. 360

12. เมื่อสังเกตคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ ทำให้ผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลง 600 รอบ ใน 1 นาที และระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันวัดได้ 20 cm ในเวลา 1 นาที คลื่นจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด (การนำไปใช้)

- ก. 100 m
- ข. 120 m
- ค. 140 m
- ง. 160 m
- จ. 180 m

13. คลื่นน้ำมีอัตราเร็ว 0.5 m/s มีความยาวคลื่น 0.1 m เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที ผิวน้ำ ณ จุดหนึ่ง จะเฟสเปลี่ยนไปจากเดิมกี่องศา (การนำไปใช้)

- ก. 360
- ข. 270
- ค. 120
- ง. 60
- จ. 30

14. คลื่นผิวน้ำมีอัตราเร็ว 20 cm/s กระจายออกจากแหล่งกำเนิดคลื่น ซึ่งมีความถี่ 5 Hz การกระเพื่อมของผิวน้ำที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด 30 cm และ 48 cm จะมีเฟสต่างกันกี่องศา (การนำไปใช้)

- ก. 45
- ข. 90
- ค. 180
- ง. 360
- จ. 460

15. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากเขตน้ำตื้นเข้าไปในเขตน้ำลึก ถ้าหน้าคลื่นตกกระทบทำมุมกับแนวรอยต่อ 30 องศา อยากทราบว่าหน้าคลื่นหักเหจะทำมุมกับแนวรอยต่อกี่องศา เมื่อความเร็วคลื่นในน้ำลึกเป็น 2 เท่าของความเร็วในน้ำตื้น

- ก. 30
- ข. 45
- ค. 60
- ง. 90
- จ. 120

16. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอาพันธ์อยู่ห่างกัน 10 cm ให้คลื่นความยาวคลื่น 2 cm ที่ตำแหน่งห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองเป็นระยะ 10 cm และ 19 cm จะเป็นบัพหรือปฏิบัพที่ (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 3
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 6
- จ. 7

17. แหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำอาพันธ์ S1 และ S2 อยู่ห่าง กัน 12 cm ถ้าความยาวคลื่นเท่ากับ 4 cm ระหว่าง S1 และ S2 มีปฏิบัพกี่จุด (การนำไปใช้)

- ก. 5
- ข. 7
- ค. 9
- ง. 11
- จ. 13

18. S1 และ S2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำอาพันธ์ ให้คลื่นความถี่ 10 Hz ณ จุดที่ห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่น 12 cm และ 18 cm เป็นบัพลำดับที่ 2 จาแนวกลาง ความเร็วของคลื่นมีค่ากี่ cm/s (การนำไปใช้)

- ก. 40
- ข. 30
- ค. 20
- ง. 10
- จ. 5

19. คลื่นหน้าตรงความยาวคลื่น 2 cm เคลื่อนที่ผ่านช่องแคบเดี่ยวที่มีความกว้าง 5 cm แนวบัพทั้งหมด มีกี่ แนว (การนำไปใช้)

- ก. 8
- ข. 6
- ค. 4
- ง. 2
- จ. 1

20. คลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ผ่านช่องแคบเดี่ยวกว้าง 3 cm เมื่อความถี่ของคลื่น 20 Hz พบว่าจะเกิดแนวบัพ โดยแนวบัพเส้นที่ 2 เบนจากแนวกลางเป็นมุม 30 องศา ความเร็วของคลื่นมีค่ากี่ cm/s (การนำไปใช้)

- ก. 30
- ข. 15
- ค. 10
- ง. 5
- จ. ค

21. S1 และ S2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นผิวหน้าอาพันธ์ สร้างคลื่นวงกลม ความยาวคลื่น 2 cm แหล่งกำเนิดคลื่นห่างกัน 2 cm ถ้าความเร็วของคลื่น 10 cm/s จงหาค่าความถี่เป็นกี่ Hz (การนำไปใช้)

- ก. 20
- ข. 15
- ค. 10
- ง. 5
- จ. 2

22. ข้อใดหมายถึงคลื่นกลทั้งหมด (ความเข้าใจ)

- ก. ความร้อน วิทยุ รังสีเอ็กซ์เรย์
- ข. เลเซอร์ วิทยุ อัลตราไวโอเลต
- ค. เสียง น้ำ สปริง
- ง. น้ำ แสง เสียง
- จ. ไมโครเวฟ คลื่นในเชือก

23. ลูกเสือนายหนึ่งโหนดเชือกในฐานทหารซ่าน ปรากฏว่า โน 2 รอบ ใช้เวลาในการโหนด 4 วินาที อยากทราบว่าคาบเวลาในการโหนด เชือกครั้งนี้เป็นเท่าใด (การนำไปใช้)

- ก. 1 วินาที
- ข. 2 วินาที
- ค. 3 วินาที
- ง. 4 วินาที
- จ. 5 วินาที

24. จากข้อ 23 อยากทราบว่าความถี่ในการโหนดครั้งนี้เป็นเท่าใด (ความเข้าใจ)

- ก. 4.0 รอบ/วินาที
- ข. 2.0 รอบ/วินาที
- ค. 1.0 รอบ/วินาที
- ง. 0.5 รอบ/วินาที
- จ. 0.75 รอบ/นาที



25. ถ้าความถี่ในการสั่นของสายกีตาร์เท่ากับ 20 เฮิรตซ์ แล้วคาบเวลาเท่ากับเท่าใด (ความเข้า)

- ก. 20 วินาที
- ข. 2.0 วินาที
- ค. 0.2 วินาที
- ง. 0.05 วินาที
- จ. 0.025 วินาที

26. รถทดลองมวล 500 กรัมติดอยู่กับสปริง เมื่อออกแรงดึงด้วยแรง 5 นิวตันในทิศขนานกับพื้น จะทำให้ สปริงยืดออก 10 เซนติเมตร เมื่อปล่อยรถจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาบนพื้นเกลี้ยงแบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ด้วยคาบเวลาเท่าไร (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 0.63 s
- ข. 0.67 s
- ค. 1.60 s
- ง. 2.00 s
- จ. 2.5 s

27. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากน้ำตื้นเข้าสู่น้ำลึก ทำมุมตกกระทบ 30 องศา แล้วมุมหักเห 37 องศา ถ้าความยาวคลื่นในน้ำตื้นวัดได้ 6 ซม. ในน้ำตื้น จะมีความ ยาวคลื่นกี่เซนติเมตร (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 6

28. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากน้ำตื้นเข้าสู่น้ำลึก พบว่า อัตราเร็วของคลื่น เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของเดิม ถ้า มุมตกกระทบ 30 องศา จงหามุมหักเห (การนำไปใช้)

- ก. 30 องศา
- ข. 45 องศา
- ค. 60 องศา
- ง. 90 องศา
- จ. 120 องศา

29. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ จากบริเวณน้ำลึกเข้าสู่บริเวณน้ำตื้น พบว่าความยาวคลื่นลดลงเป็น  $\frac{3}{5}$  เท่า ของเดิมจงหามุมวิกฤตมีค่าเท่าใด (การนำไปใช้)

- ก. 30 องศา
- ข. 37 องศา
- ค. 45 องศา
- ง. 60 องศา
- จ. 90 องศา

30. คลื่นน้ำในถาดคลื่นมีอัตราเร็วในน้ำลึกเป็น 2 เท่าของอัตราเร็วคลื่นในน้ำตื้น ถ้าเคลื่อนที่จากน้ำลึกไปสู่น้ำตื้น โดยทำมุมตกกระทบ 60 องศา จงหามุม หักเหของคลื่น (การนำไปใช้)

- ก. 24.5 องศา
- ข. 25.66 องศา
- ค. 28 องศา
- ง. 30 องศา
- จ. 45 องศา

เฉลยแบบทำสดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
เรื่อง คลื่น

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ง  | 2. ง  | 3. ค  | 4. ก  | 5. ข  |
| 6. ง  | 7. ง  | 8. ค  | 9. ง  | 10. ค |
| 11. ก | 12. ข | 13. ก | 14. ค | 15. ง |
| 16. ค | 17. ข | 18. ก | 19. ค | 20. ค |
| 21. ง | 22. ค | 23. ข | 24. ง | 25. ง |
| 26. ก | 27. ง | 28. ง | 29. ข | 30. ข |

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

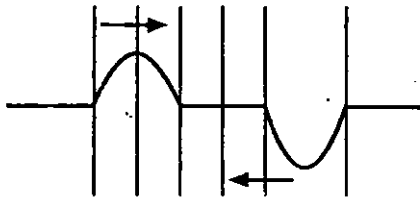
### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 30 ข้อคะแนนเต็ม 30 คะแนนเวลา 60 นาที
2. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบโดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียง

คำตอบเดียว

1. คลื่นลวดสปริงมีคาบการสั่น 0.05 วินาที เคลื่อนที่ ด้วย ความเร็ว 2 cm/s จงหาความยาวคลื่นสปริง
  - ก. 0.05 cm
  - ข. 0.1 cm
  - ค. 1 cm
  - ง. 2 cm
  - จ. 3 cm
  
2. เอาปลายปากกาจุ่มน้ำเป็นจังหวะ 60 ครั้ง ในเวลา 2 นาที คลื่นลูกหนึ่งวิ่งจากปลายปากกาไปบนผิวน้ำถึงขอบภาชนะที่ห่างออกมา 50 cm ในเวลา 10 วินาที คลื่นน้ำลูกนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด
  - ก. 4 cm
  - ข. 6 cm
  - ค. 8 cm
  - ง. 10 cm
  
3. คลื่นจะเกิดการแทรกสอดได้ในกรณีต่อไปนี้
  - ก. คลื่น 2 ขบวน มีเฟสตรงกันและมีความถี่เท่ากันเสมอ
  - ข. คลื่น 2 ขบวน มีความถี่เท่ากันและมีอัตราเร็วเท่ากัน เฟสตรงกันหรือตรงกันข้ามเท่านั้น
  - ค. คลื่น 2 ขบวน มีความถี่เท่ากัน อัตราเร็วเท่ากัน ความต่างเฟสคงที่เท่านั้น
  - ง. คลื่นตั้งแต่ 2 ขบวนขึ้นไป เคลื่อนที่มารวมกันในตัวกลางเดียวกัน

4. คลื่นของขบวน (ดังรูป) กำลังเคลื่อนที่เข้าหากันจะหักล้างกันหมดในขณะเวลาใด



- ก.  $\frac{T}{4}$   
 ข.  $\frac{T}{2}$   
 ค.  $\frac{3}{4}T$   
 ง.  $T$   
 จ.  $\frac{5}{6}T$
5. ถ้า  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ที่มี phase ตรงกัน และ amplitude เท่ากัน แผ่คลื่นน้ำออกไปรอบๆ เป็นวงกลม ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

- ก. ผิวน้ำตามแนวเส้น ปฏิบัพจะสั่นเป็น loop แบบคลื่นนิ่งแต่ผิวน้ำตามแนวเส้นบัพจะอยู่นิ่งไม่สั่นไหว  
 ข. ผิวน้ำตามแนวเส้นปฏิบัพจะสั่นในลักษณะเป็นคลื่นต่อเนื่องวิ่งไปตามแนวเส้นปฏิบัพนั้น โดยที่ amplitude ประมาณ 2 เท่าของคลื่นเดิม ส่วนผิวน้ำตามแนวบัพจะอยู่นิ่งไม่สั่นไหว  
 ค. ผิวน้ำตามแนวเส้นปฏิบัพและแนวเส้นบัพจะสั่นเป็น loop แบบคลื่นนิ่ง  
 ง. ผิวน้ำตามแนวเส้นปฏิบัพและแนวเส้นบัพจะสั่นเป็น loop แบบคลื่นนิ่ง แต่แนวบัพจะมี amplitude เล็กมากจนถือว่าอยู่นิ่ง  
 จ. ผิวน้ำตามแนวเส้นปฏิบัพจะสั่นเป็น loop แบบคลื่นนิ่งแต่ผิวน้ำตามแนวเส้นบัพจะไม่อยู่นิ่ง สั่นไหว

6.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ให้คลื่นความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร จงหาว่า  $|S_1P - S_2P|$  จะมีค่าเท่าไร จึงจะทำให้ P อยู่บนแนวบัพ

- ก. 2 เซนติเมตร  
 ข. 6 เซนติเมตร  
 ค. 10 เซนติเมตร  
 ง. 12 เซนติเมตร  
 จ. 24 เซนติเมตร

7. ถ้าระยะห่างระหว่างจุดบัพกับจุดบัพที่อยู่ถัดไปของคลื่นหนึ่งเป็น 12 เซนติเมตร จงหาความถี่ของคลื่นหนึ่ง คลื่นมีความเร็วเป็น 30 เมตร / วินาที

- ก. 80 Hz
- ข. 100 Hz
- ค. 120 Hz
- ง. 125 Hz
- จ. 225 Hz

8.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่เดียวกันและเฟสตรงกัน อยู่ห่างกัน  $d$  ,  $Q$  เป็นจุดที่คลื่นเสริมตรงกลาง  $P$  เป็นจุดที่คลื่นเสริมกันครั้งแรกจากแนวกลาง ระยะ  $S_1P$  และ  $S_2P$  ยาวกว่า  $d$  มาก ถ้าต้องการให้  $P$  เข้าไปใกล้  $Q$  มากขึ้น เราต้อง

- ก. เพิ่มความถี่ของ  $S_1$  และ  $S_2$  ขึ้นเท่าๆ กัน
- ข. เพิ่มความเฉพาะ
- ค. เลื่อนให้  $S_1$  และ  $S_2$  อยู่ชิดกันมากขึ้น
- ง. เปลี่ยนไปทำในตัวกลางอื่นที่คลื่นสามารถเดินทางได้เร็วขึ้น
- จ. เปลี่ยนไปทำในตัวกลางอื่นที่คลื่นสามารถเดินทางได้ช้าลง

9.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ จุด  $X$  อยู่บนแนว  $N_2$  , โดย  $S_1 x = 12$  เซนติเมตร และ  $S_2 x = 15$  เซนติเมตร จงหาว่าความยาวคลื่นเท่ากับกี่เซนติเมตร

- ก. 1 เซนติเมตร
- ข. 2 เซนติเมตร
- ค. 3 เซนติเมตร
- ง. 4 เซนติเมตร
- จ. 5 เซนติเมตร

10.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์อยู่ห่างกัน 10 เซนติเมตร ให้ความยาวคลื่น 3 เซนติเมตร จงหาจำนวนบัพและจำนวนปฏิบัพระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$

- ก. 6 บัพ , 7 ปฏิบัพ
- ข. 6 บัพ , 5 ปฏิบัพ
- ค. 8 บัพ , 7 ปฏิบัพ
- ง. 4 บัพ , 5 ปฏิบัพ
- จ. 9 บัพ , 10 ปฏิบัพ

11. ในการทดลองเรื่องคลื่นนิ่ง โดยใช้เชือกผูกกับเครื่องเคาะสัญญาณเวลาความถี่คงที่ ข้อใดถูก
- ความตึงเพิ่มขึ้น จำนวนจุดบัพเพิ่มขึ้น
  - ความตึงลดลง จำนวนจุดปฏิบัพเพิ่มขึ้น
  - ความยาวเชือกเพิ่มขึ้น ความเร็วคลื่นในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น
  - ความยาวเชือกลดลง ความเร็วคลื่นในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น
  - ความตึงเพิ่มขึ้น จุดบัพลดลง
12. การเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบเดี่ยวแล้วมีแนวบัพเกิดขึ้นแสดงว่าความกว้างของช่องแคบหรือมากกว่าความคลื่น
- เท่ากับความยาวคลื่น
  - เล็กกว่าความยาวคลื่น
  - มากกว่าความยาวคลื่น
  - เท่ากับความยาวคลื่น
  - ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง
10.  $S_1$  และ  $S_2$  เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์อยู่ห่างกัน 10 เซนติเมตร ให้ความยาวคลื่น 3 เซนติเมตร จงหาจำนวนบัพและจำนวนปฏิบัพระหว่าง  $S_1$  และ  $S_2$
- 6 บัพ , 7 ปฏิบัพ
  - 6 บัพ , 5 ปฏิบัพ
  - 8 บัพ , 7 ปฏิบัพ
  - 4 บัพ , 5 ปฏิบัพ
  - 9 บัพ , 10 ปฏิบัพ
11. ในการทดลองเรื่องคลื่นนิ่ง โดยใช้เชือกผูกกับเครื่องเคาะสัญญาณเวลาความถี่คงที่ ข้อใดถูก
- ความตึงเพิ่มขึ้น จำนวนจุดบัพเพิ่มขึ้น
  - ความตึงลดลง จำนวนจุดปฏิบัพเพิ่มขึ้น
  - ความยาวเชือกเพิ่มขึ้น ความเร็วคลื่นในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น
  - ความยาวเชือกลดลง ความเร็วคลื่นในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น
  - ความตึงเพิ่มขึ้น จุดบัพลดลง

12. การเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบเดี่ยวแล้วมีแนวบัพเกิดขึ้น แสดงว่า ความกว้างของช่องแคบหรือมากกว่าความยาวคลื่น

- ก. เท่ากับความยาวคลื่น
- ข. เล็กกว่าความยาวคลื่น
- ค. มากกว่าความยาวคลื่น
- ง. เท่ากับความยาวคลื่น
- จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

13. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งอยู่ห่างกัน 18 ซม. ให้คลื่นเป็นเฟสตรงกัน มีความถี่ และแอมพลิจูดเท่ากัน ความยาวคลื่น 4 ซม. จะมีแนวบัพกี่แนว

- ก. 4
- ข. 5
- ค. 8
- ง. 9
- จ. 12

14. แหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่ง อยู่ห่างกัน 8 ซม. ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสอง ทำให้เกิดคลื่นน้ำที่มีความถี่เท่ากันและความยาวคลื่นเป็น 2 เท่า บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสอง มีปฏิบัพกี่ปฏิบัพ

- ก. 6
- ข. 7
- ค. 8
- ง. 9
- จ. 10

15. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ จากบริเวณน้ำลึกเข้าสู่บริเวณน้ำตื้น พบว่าความยาวคลื่นลดลงเป็น  $\frac{3}{5}$  เท่าของเดิม จงหามุมวิกฤตมีค่าเท่าใด

- ก. 37.
- ข. 45
- ค. 60
- ง. 37
- จ. 90



16. เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกเข้าสู่บริเวณน้ำตื้น โดยมีหน้าคลื่นขนานกับรอยต่อของน้ำลึก และน้ำตื้น ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ความถี่ลดลง
- ข. ความยาวคลื่นเปลี่ยนแปลง
- ค. อัตราเร็วคงที่
- ง. ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

17. ข้อความใดกล่าวผิด

- ก. การสะท้อนของคลื่นน้ำความยาว คลื่นไม่เปลี่ยน
- ข. การสะท้อนของคลื่นเชือกปลายอิสระเฟสไม่เปลี่ยน
- ค. การหักเหของคลื่นอัตราเร็วไม่ เปลี่ยน
- ง. การหักเหเกิดขึ้นได้ในตัวกลางเดียวกัน

18. จุด A อยู่ห่างจาก  $S_1$  และ  $S_2$  ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์มีเฟสตรงกัน ให้กำเนิดคลื่น ความยาวคลื่น 3 ซม. จุด A นี้ อยู่ห่างจาก  $S_1$  เป็นระยะ 6 ซม. และจะอยู่ห่างจาก  $S_2$  เท่าไร ถ้าจุด A เป็นตำแหน่งบนแนวบัพเส้นแรกถัดจากเส้นกลาง

- ก. 1.5 ซม.
- ข. 3.0 ซม.
- ค. 4.5 ซม.
- ง. 6.0 ซม.

19. ลวดเส้นหนึ่งดึงปลายทั้งสองให้ตึงซึ่งเข้ากับจุดตรึงแน่น 2 จุด ซึ่งห่างกัน 40 ซม. ดัดตรงกลางของลวดให้สัมผัสว่ามี การสั่นขึ้นลง 60 รอบในเวลา 5 วินาที จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่เกิดในลวดเส้นนี้ในหน่วยเมตร/วินาที

- ก. 4.8
- ข. 7.5
- ค. 9.6
- ง. 24.0
- จ. 30.0

20. เมื่อสั้นเชือกเส้นหนึ่งซึ่งยาว 1.6 เมตร ถูกขึงตึงด้วยความถี่ 50 Hz ปรากฏว่าเกิดคลื่นนิ่ง มีลักษณะเป็น Loop 5 Loopพอดี จงหาอัตราเร็วของคลื่นในเชือกเส้นนี้ในหน่วย เมตร/วินาที

- ก. 32
- ข. 50
- ค. 64
- ง. 100
- จ. 150

21. คลื่นนิ่งในเส้นเชือกยาว 0.8 m มีจำนวน 4 Loop อัตราเร็วคลื่น 20 เมตร/วินาที จงหาความถี่คลื่น

- ก. 10 Hz
- ข. 25 Hz
- ค. 50 Hz
- ง. 100 Hz
- จ. 120 Hz

22. ชายคนหนึ่งยืนสังเกตคลื่นน้ำเคลื่อนเข้าหาฝั่ง มีท่อนไม้ 2 ท่อน ลอยขนานกับฝั่ง ลอยห่างกัน 80 ซม. อยู่ห่างจากฝั่ง 25 ซม. ที่ฝั่งเกิดบัพ และปฏิบัพของคลื่น ถ้าระยะระหว่างปฏิบัพแรกเท่ากับ 10 ม. คลื่นน้ำจะมีความยาวคลื่นกี่เมตร

- ก. 0.11
- ข. 0.80
- ค. 1.25
- ง. 2.50
- จ. 2.70

23. แหล่งกำเนิดเสียงอันหนึ่งสั้นด้วยความถี่ 692 Hz วางไว้ในอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อยากทราบว่าคลื่นเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้ จะมีความยาวคลื่นเท่าใด

- ก. 0.5 เมตร
- ข. 0.8 เมตร
- ค. 0.9 เมตร
- ง. 1.5 เมตร
- จ. 2.0 เมตร

24. ถ้าเห็นฟ้าแลบแล้วได้ยินเสียงฟ้าร้องในเวลา 5 วินาที ต่อมา จงหาตำแหน่งที่ฟ้าแลบอยู่ไกลเท่าไร เมื่ออัตราเร็วเสียงในอากาศ 340 เมตร/วินาที

- ก. 1500 เมตร
- ข. 1700 เมตร
- ค. 1900 เมตร
- ง. 2000 เมตร
- จ. 2500 เมตร

25. ถ้าอัตราเร็วเสียงในก๊าซหนึ่งที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส วัดได้ 350 เมตร/วินาที ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไปเป็น 327 องศาเซลเซียส อัตราเร็วเสียงในก๊าซนั้นจะเป็นเท่าไร

- ก. 359 เมตร/วินาที
- ข. 395 เมตร/วินาที
- ค. 459 เมตร/วินาที
- ง. 495 เมตร/วินาที
- จ. 497 เมตร/วินาที

26. ไชเรนอันหนึ่ง มีส่วนประกอบของจานโลหะกลมที่เจาะรูเล็กๆไว้ 40 รู ขณะที่หมุนจานโลหะด้วยอัตราเร็ว 17 รอบ/วินาที ก็เป่าลมเข้าไปทำให้เกิดเสียงไชเรนทุกครั้งที่ลมผ่านรูเล็กๆ นี้ จงหาความถี่ของเสียงไชเรน และถ้าขณะนั้นอากาศมีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เสียงไชเรนมีความยาวคลื่นเท่าไร

- ก. 580 Hz , 0.5 เมตร
- ข. 680 Hz , 0.5 เมตร
- ค. 780 Hz , 0.6 เมตร
- ง. 880 Hz , 0.6 เมตร
- จ. 890 Hz , 0.8 เมตร

27. ลำโพง A และ B วางอยู่ในห้องประชุมที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ลำโพง A ให้กำลังเสียง  $4 \times 10^2$  วัตต์ ลำโพง B ให้กำลังเสียง  $3.5 \times 10^{-2}$  วัตต์ โดยทั้งสองลำโพงกระจายเสียงออกไปโดยรอบอย่างสม่ำเสมอ ถ้าลำโพงทั้งสองสันในเฟสเดียวกันด้วยความถี่ 88 Hz จงหาความแตกต่างของสัญญาณจากลำโพงทั้งสอง ซึ่งห่างจาก A 17 เมตร และห่างจาก B 20 เมตร มีค่ากี่องศา

- ก. 90 องศา
- ข. 150 องศา
- ค. 270 องศา
- ง. 330 องศา
- จ. 340 องศา

28. ชายคนหนึ่งอยู่หน้ากำแพง หันหน้าตะโกนเสียงเข้าหากำแพง ถ้าเขาต้องการให้เกิดเสียงก้อง เขาต้องอยู่ห่างจากกำแพงอย่างน้อยเท่าใด กำหนดให้เสียงมีอัตราเร็วในอากาศ 340 เมตร/วินาที

- ก. 12 เมตร
- ข. 15 เมตร
- ค. 16 เมตร
- ง. 17 เมตร
- จ. 18 เมตร

29. เรือลำหนึ่งลอยนิ่งอยู่ในทะเลได้ส่งคลื่นสัญญาณเสียงลงไปใต้ทะเล และได้รับสัญญาณเสียงนั้น กลับมาในเวลา 0.6 วินาที เมื่ออัตราเร็วของเสียงในน้ำทะเลมีค่า 1500 เมตร/วินาที ทะเลลึกเท่าไร

- ก. 750 เมตร
- ข. 540 เมตร
- ค. 490 เมตร
- ง. 450 เมตร
- จ. 490 เมตร

30. เรือเร็วลำหนึ่งแล่นเข้าหาฝั่งซึ่งมีหน้าผาสะท้อนเสียง เรือแล่นด้วยความเร็ว 12 เมตร/วินาที และเปิดหวูดทุกๆ 1 นาที ถ้าคนบนเรือได้ยินเสียงสะท้อนจากหน้าผาเร็วขึ้น 4 วินาที สำหรับหวูดครั้งที่ 2 จงหาความเร็วของเสียงในอากาศ

- ก. 360 เมตร/วินาที
- ข. 380 เมตร/วินาที
- ค. 460 เมตร/วินาที
- ง. 480 เมตร/วินาที

Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω Ω

# ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

## ชุดที่ 1

### เรื่อง ปราบปรามการฉ้อโกง



กลุ่มที่.....

ชั้น ม. .... / .....

สมาชิกได้แก่

1. ....

.....

2. ....

.....

3. ....

.....

4. ....

.....

5. ....

.....

6. ....

.....

## คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมนี้ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ศึกษา ตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยและหาวิธีการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียน จะต้องศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ ในการปฏิบัติกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมให้เข้าใจเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมแก้ปัญหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ใช้เวลา 2 คาบ 120 นาที
2. นักเรียนจัดกลุ่มกลุ่มละ 5 – 6 คน
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ ของกิจกรรม เนื้อหาประกอบในชุดกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนทดลอง

ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง

5. นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง
6. ขณะที่นักเรียนใช้ชุดกิจกรรมถ้ามีปัญหา หรือมีข้อสงสัย สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกความหมายของคลื่นได้
2. ระบุเกณฑ์ที่ใช้จำแนกคลื่นชนิดต่างๆ ได้
3. จำแนกคลื่นตามเกณฑ์ต่างๆ ได้ถูกต้อง
4. ให้ความหมายขององค์ประกอบคลื่นได้แก่ การกระจัด แอมพลิจูด ความถี่ คาบ ความยาวคลื่นอัตราเร็วคลื่น หน้าคลื่น เฟส และรังสีของคลื่นได้อย่างถูกต้อง
5. บอกความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบคลื่นได้
6. คำนวณเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบคลื่นได้



## รู้ไว้ใช่ว่าใส่บาแบกหาม



คลื่นเกิดจากการรบกวนส่วนใดส่วนหนึ่งหรืออนุภาคใดอนุภาคหนึ่ง ให้เกิดการเคลื่อนที่ไปจากแนวสมดุลเป็นผลทำให้อนุภาคนั้นเกิดการสั่นรอบแนวสมดุลนั้น เรียกว่า แหล่งกำเนิดคลื่น การเคลื่อนที่แบบคลื่น เป็นการถ่ายทอดพลังงานจากแหล่งกำเนิดคลื่นไปยังบริเวณโดยรอบ เช่น คลื่นน้ำเกิดจากการที่โมเลกุลของน้ำถูกทำให้สั่นสะเทือนจากตำแหน่งสมดุล การส่งผ่านพลังงานคลื่นมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. **คลื่นกล (Mechanical Waves)** เป็นคลื่นที่จะต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ได้แก่ คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นเสียง คลื่นในสปริง เป็นต้น

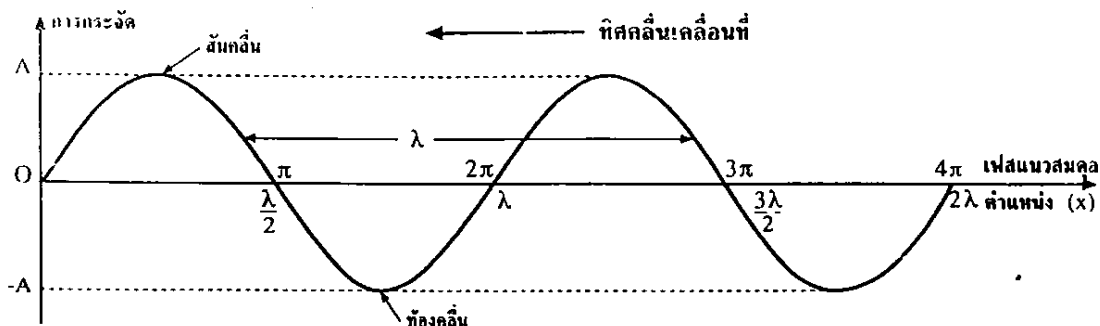
2. **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)** เป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงานได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นแสง คลื่นอินฟราเรด คลื่นรังสีเอกซ์ คลื่นรังสีแกมมา เป็นต้น

นอกจากนี้ เรายังแบ่งคลื่นออก ตามลักษณะของการสั่นของอนุภาคตัวกลาง และการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กสนามไฟฟ้ากับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น ได้แก่ คลื่นตามขวาง และ คลื่นตามยาว

1. **คลื่นตามขวาง (Transverse Waves)** เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น

2. **คลื่นตามยาว (Longitudinal Waves)** เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น

## ส่วนต่างๆ ของคลื่น



พิจารณาคำศัพท์ ณ ขณะใดขณะหนึ่งของคลื่นต่อเนื่องสม่ำเสมอตั้งรูปข้างบน

1. **ยอดคลื่นหรือสันคลื่น (Crest)** หมายถึง ส่วนที่นูนหรือส่วนสันบนสุดของคลื่น และละลอก

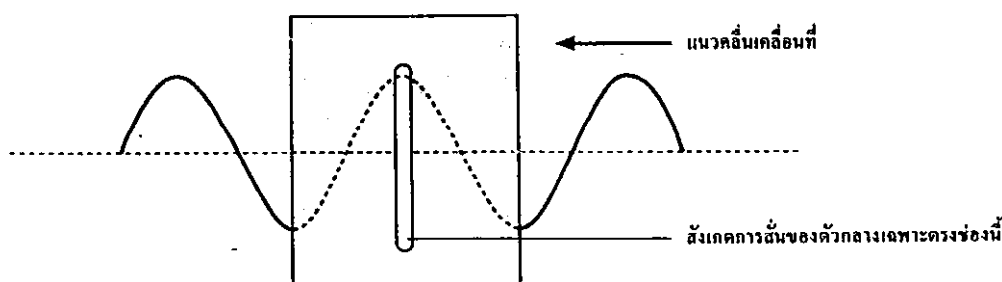
2. **ท้องคลื่น (Trough)** หมายถึง ส่วนล่างสุดของคลื่นแต่ละลูก

3. **การกระจัด (Displacement)** คือ ระยะที่วัดจากแนวกลาง (แนวสมมูล) ไปยังตำแหน่งใดๆ บนคลื่น เราหาการกระจัด ณ เวลาต่างๆ ได้จากสูตรการเคลื่อนที่ของ Simple Harmonics

4. **ช่องกว้างของคลื่น (Amplitude ; A)** คือ ระยะกระจัดที่มีค่ามากที่สุดจากแนวสมมูล ไปยังสันคลื่นหรือท้องคลื่นตั้งรูป คือ ระยะ A นั้นเอง แอมพลิจูดเป็นตัวแสดงพลังงานของคลื่น ถ้าแอมพลิจูดสูง แสดงว่า พลังงานของคลื่นมีค่ามาก ถ้าแอมพลิจูดต่ำ แสดงว่า พลังงานของคลื่นมีค่าน้อย ค่าของแอมพลิจูดขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดคลื่น (พลังงานคลื่น  $\propto A^2$ ) คลื่นน้ำ แอมพลิจูดแสดง ความสูงต่ำของการระเหิมของน้ำ คลื่นเสียง แอมพลิจูดแสดง ความดังค่อยของเสียง คลื่นแสง แอมพลิจูดแสดง ความเข้มของแสง (มืด - สว่าง)

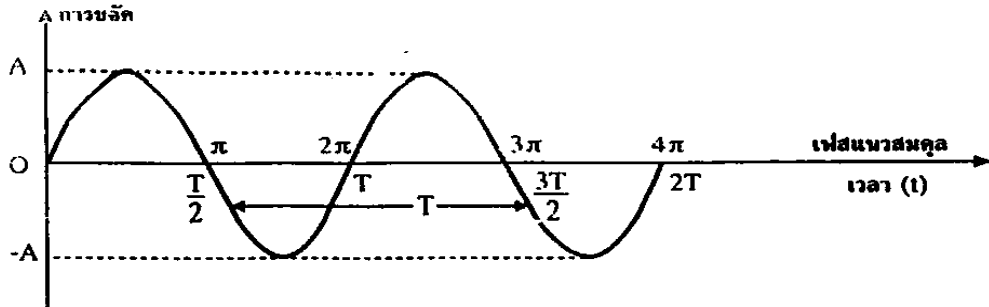
5. **เฟส (Phase)** คือ การเรียกตำแหน่งบนคลื่น โดยมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคลื่น

6. **ความยาวคลื่น (Wave length ;  $\lambda$ )** หมายถึง ความยาว 1 คลื่น เป็นระยะทางที่วัดจากเฟสถึงเฟสเดียวกันของคลื่นถัดไป





ถ้าจับตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใด บนตัวกลางที่คลื่นผ่านมา เขียนกราฟระหว่างการขจัด - เวลาจะได้กราฟรูป sine เช่นกัน

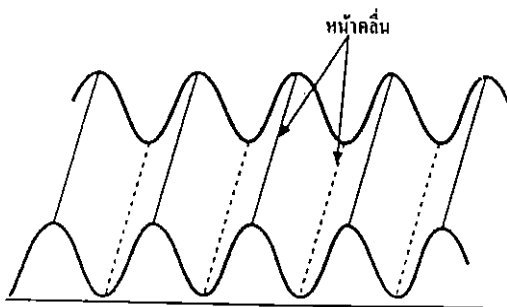


7. **T = คาบ (Period)** คือเวลาของการเกิดคลื่น 1 คลื่น วัดเวลาจากเฟสถึงเฟสของคลื่นที่ต่อเนื่องกัน

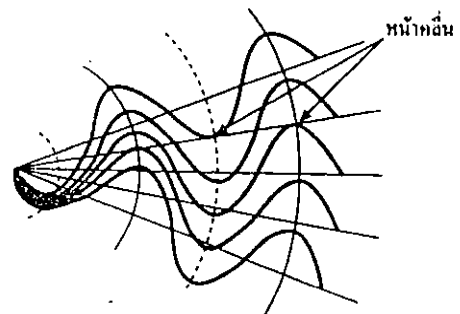
8. **f = ความถี่** หมายถึง จำนวนคลื่นใน 1 หน่วยเวลา

$$f = \frac{1}{T}$$

f - มีหน่วยเป็น  $S^{-1}$  หรือ Hertz (Hz)



รูปแสดงหน้าคลื่นเส้นตรง



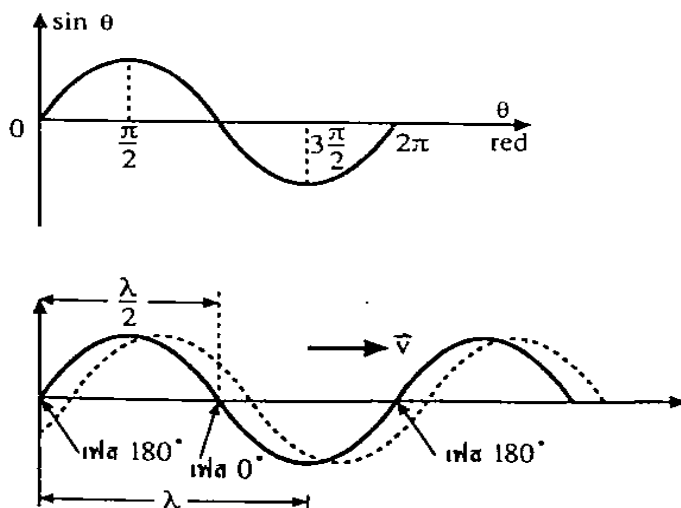
รูปแสดงหน้าคลื่นวงกลม

9. **หน้าคลื่น** คือ แนวต่อกันของคลื่นที่มีเฟสเป็นอย่างเดียวกัน เช่น หน้าคลื่นที่เขียนด้วยเส้นเต็ม คือ หน้าคลื่นที่เป็นสันคลื่น (เฟส  $\frac{\pi}{2}$  หรือ 90 องศา) หน้าคลื่นที่เขียนด้วยเส้นประ คือ หน้าคลื่นที่เป็นท้องคลื่น (เฟส  $\frac{3\pi}{2}$  หรือ 270 องศา) ในคลื่นขบวนหนึ่งอาจมีหน้าคลื่นก็ได้

### เฟสของคลื่น

เฟสของคลื่น คือ การตั้งชื่อเพื่อให้เรียกตำแหน่งต่างๆ บนคลื่น โดยมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคลื่น

การบอกเฟสของคลื่นจากกราฟการกระจัด - ตำแหน่ง ณ จุดที่มีการขจัดเป็น 0 อาจมีเฟสเป็น  $0^\circ$  หรือ  $180^\circ$  (0 หรือ  $\pi$  ก็ได้) มีวิธีพิจารณาดังนี้ คือ ให้พิจารณาการขจัดที่จุดๆ นั้น เมื่อเวลาผ่านไปเล็กน้อย ถ้าจุดนั้นมีการกระจัดเพิ่มขึ้น (เป็น +) ก็ถือว่าจุดนั้นมีเฟสเป็น  $0^\circ$  (0) แต่ถ้าจุดนั้นมีการกระจัดน้อยลง (เป็น -) ก็ถือว่า จุดนั้นมีเฟส ( $180^\circ$ ) ( $\pi$ )



ลองตอบดูจะรู้เอง

1. คลื่นเกิดจากสาเหตุใด .....

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

2. ในปัจจุบันนี้เราสามารถแยกประเภทของคลื่นได้กี่ประเภทอะไรบ้าง .....

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

3. คลื่นกลหมายถึง .....

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

4. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหมายถึง .....

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

5. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง .....

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

6. ยอดคลื่นหรือสันคลื่น (Crest) หมายถึง .....

.....

7. ท้องคลื่น (Trough) หมายถึง .....

.....

8. การกระจัด (Displacement) คือ .....

.....

9. ช่องกว้างของคลื่น (Amplitude ; A) คือ .....

.....

10. เฟส (Phase) คือ .....

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

## เฉลยลองตอบดูซิ

1. คลื่นเกิดจากการรบกวนส่วนใดส่วนหนึ่งหรืออนุภาคใดอนุภาคหนึ่ง ให้เกิดการเคลื่อนที่ไปจากแนวสมดุลเป็นผลทำให้อนุภาคนั้นเกิดการสั่นรอบแนวสมดุลนั้น เรียกว่า แหล่งกำเนิดคลื่น การเคลื่อนที่แบบคลื่น เป็นการถ่ายทอดพลังงานจากแหล่งกำเนิดคลื่นไปยังบริเวณโดยรอบ เช่น คลื่นน้ำเกิดจากการที่โมเลกุลของน้ำถูกทำให้สั่นสะเทือนจากตำแหน่งสมดุล
2. 2ประเภท 1 คลื่นกล (Mechanical Waves) 2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro magnetic Waves)
3. **คลื่นกล(Mechanical Waves)** เป็นคลื่นที่จะต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ได้แก่ คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นเสียง คลื่นในสปริง เป็นต้น
4. **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)** เป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นแสง คลื่นอินฟราเรด คลื่นรังสีเอกซ์ คลื่นรังสีแกมมา เป็นต้น
5. 1) คลื่นตามขวาง (Transverse Waves) เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น 2) คลื่นตามยาว (Longitudinal Waves) เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
6. **ยอดคลื่นหรือสันคลื่น (Crest)** หมายถึง ส่วนที่นูนหรือส่วนสันบนสุดของคลื่นแต่ละลูก
7. **ท้องคลื่น (Trough)** หมายถึง ส่วนล่างสุดของคลื่นแต่ละลูก
8. **การกระจัด (Displacement)** คือ ระยะที่วัดจากแนวกลาง (แนวสมดุล) ไปยังตำแหน่งใดๆ บนคลื่น เราหาการกระจัด ณ เวลาต่างๆ ได้จากสูตรการเคลื่อนที่ของ Simple Harmonics
9. **ช่องกว้างของคลื่น (Amplitude ; A)** คือ ระยะกระจัดที่มีค่ามากที่สุดจากแนวสมดุล ไปยังสันคลื่นหรือท้องคลื่นดังรูป คือ ระยะ A นั้นเอง แอมพลิจูดเป็นตัวแสดงพลังงานของคลื่น
  - ถ้าแอมพลิจูดสูง แสดงว่า พลังงานของคลื่นมีค่ามาก
  - ถ้าแอมพลิจูดต่ำแสดงว่า พลังงานของคลื่นมีค่าน้อย ค่าของแอมพลิจูดขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดคลื่น (พลังงานคลื่น  $\propto A^2$ )
    - คลื่นน้ำ แอมพลิจูด แสดง ความสูงต่ำของการกระเพื่อมของน้ำ
    - คลื่นเสียง แอมพลิจูด แสดง ความดังค่อยของเสียง
    - คลื่นแสง แอมพลิจูด แสดง ความเข้มของแสง (มืด - สว่าง)
10. **เฟส (Phase)** คือ การเรียกตำแหน่งบนคลื่น โดยมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคลื่น



## สถานการณ์



เช้าวันหนึ่งหนูหิ้นได้ไปเที่ยวทะเลกับคุณพ่อคุณแม่ หนูหิ้นได้เที่ยวอย่างสนุกสนานเมื่อเล่นจนเหนื่อยก็เลยนั่งอยู่ริมทะเล สักเกตเห็นว่าคลื่นทะเลพัดเข้าหาฝั่งตลอดเวลา คลื่นบางลูกก็พัดเข้าหาโขดหินแล้วเกิดเป็นคลื่นหลายๆ ลูกที่เกิดขึ้นหลังโขดหิน เลยคิดว่าคลื่นที่เกิดขึ้นในทะเลนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไรและอะไรที่ทำให้เกิดเป็นองค์ประกอบของคลื่นขึ้นมาและนอกจากคลื่นทะเลแล้วยังมีคลื่นชนิดใดอีกบ้างที่เรายังไม่รู้จัก หนูหิ้นจึงเก็บความสงสัยเหล่านี้ไปหาคำตอบที่โรงเรียนตอนเช้า

### 1. ขั้นระบุปัญหา

받은 먹물수록 짜고



**ปัญหา หมายถึง** ข้อสงสัยของเราหรือเพื่อนที่ต้องการคำตอบเขียนอยู่ในรูปแบบของประโยค



นักเรียนร่วมกันช่วยกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ ที่ได้ศึกษา แล้วเลือก เพียง 1 ปัญหาให้ครอบคลุมสถานการณ์ที่กำหนดให้

ปัญหาที่เลือก คือ .....

.....

เหตุผลในการเลือกปัญหานี้ คือ .....

.....

### 2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

**สมมติฐาน หมายถึง** คำตอบที่เราคิด ไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ต้องมีการตรวจสอบทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผลจะนำมาสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้

**ตัวแปรต้น คือ** สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลต่างๆ ตามมา

**ตัวแปรตาม คือ** สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้นเมื่อสาเหตุเปลี่ยนแปลง

ไปเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย



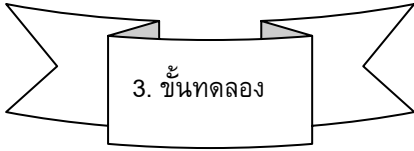
นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุดและสามารถทดสอบได้



สมมติฐานที่เลือก .....

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตามคือ .....



การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริงโดยระบุวิธีทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้

อุปกรณ์ในการทดลอง

กะละมัง เส้นเชือก สปริงเกลียวยาว 2 เมตร สายยาง

อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ .....

นักเรียนออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหา และสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเขียนให้

สามารถปฏิบัติได้

ขั้นตอนการทดลอง



1. ....

2. ....

3. ....

4. ....

5. ....



นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนทดลองที่ออกแบบไว้ให้ครบขั้นตอน แล้วนำเสนอข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง กราฟ การบรรยาย

บันทึกผลการทดลอง .....

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



4. ขั้นสรุป  
ผลการทดลอง



การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การสามารถแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด



นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่  
สรุปผลการทดลองได้ดังนี้ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## คำถามลับสมอง

### เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

คำชี้แจง : เมื่อนักเรียนศึกษาปรากฏการณ์คลื่นจบแล้วให้นักเรียนตอบคำถาม ต่อไปนี้

#### 1. คลื่นหมายถึงอะไรและเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

#### 2. จงอธิบายความหมายของคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

#### 3. จงอธิบายองค์ประกอบของคลื่นและประโยชน์ของคลื่นที่พบในชีวิตประจำวัน

.....

.....

.....

.....

.....





## เจ็ลย

1. คลื่นเกิดจากการรบกวนส่วนใดส่วนหนึ่งหรืออนุภาคใดอนุภาคหนึ่ง ให้เกิดการเคลื่อนที่ไปจากแนวสมดุลเป็นผลทำให้อนุภาคนั้นเกิดการสั่นรอบแนวสมดุลนั้น เรียกว่าแหล่งกำเนิดคลื่น การเคลื่อนที่แบบคลื่น เป็นการถ่ายทอดพลังงานจากแหล่งกำเนิดคลื่นไปยังบริเวณโดยรอบ เช่น คลื่นน้ำเกิดจากการที่โมเลกุลของน้ำถูกทำให้สั่นสะเทือนจากตำแหน่งสมดุล

2. **คลื่นกล (Mechanical Waves)** เป็นคลื่นที่จะต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ได้แก่ คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นเสียง คลื่นในสปริง เป็นต้น **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)** เป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นแสง คลื่นอินฟราเรด คลื่นรังสีเอกซ์ คลื่นรังสีแกมมา เป็นต้น

3. องค์ประกอบของคลื่น มีดังต่อไปนี้

1. **ยอดคลื่นหรือสันคลื่น (Crest)** หมายถึง ส่วนที่นูนหรือส่วนสันบนสุดของคลื่นแต่ละลูก

2. **ท้องคลื่น (Trough)** หมายถึง ส่วนล่างสุดของคลื่นแต่ละลูก

3. **การกระจัด (Displacement)** คือ ระยะที่วัดจากแนวกลาง (แนวสมดุล) ไปยังตำแหน่งใดๆ บนคลื่น เราหาการกระจัด ณ เวลาต่างๆ ได้จากสูตรการเคลื่อนที่ของ Simple Harmonics

4. **ช่องกว้างของคลื่น (Amplitude : A)** คือ ระยะกระจัดที่มีค่ามากที่สุดจากแนวสมดุล ไปยังสันคลื่นหรือท้องคลื่นดังรูป คือ ระยะ A นั้นเอง แอมพลิจูดเป็นตัวแสดงพลังงานของคลื่น

- ประโยชน์ของคลื่นมีมากมายหลายชนิด เช่น ใช้ในการปั่นกระแสไฟฟ้า ใช้ในการโทรคมนาคม ใช้ในการประกอบอาหาร เป็นต้น



## คำถามท้ายกิจกรรม

**คำชี้แจง :**

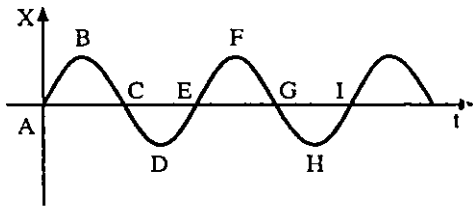
แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดหมายถึงคลื่นกลทั้งหมด
  - ก. คลื่นความร้อน คลื่นวิทยุ และรังสีเอกซ์
  - ข. รังสีแกมมา รังสีอัลตราไวโอเล็ต
  - ค. คลื่นเสียง คลื่นน้ำ และคลื่นในเส้นเชือก
  - ง. คลื่นในสปริง คลื่นเสียงและแสงเลเซอร์
  - จ. คลื่นแสง คลื่นเสียง
  
2. นักเรียนพิจารณาข้อความ ต่อไปนี้
  - 1) คลื่นวิทยุเป็นคลื่นกลเพราะไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
  - 2) คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่อนุภาคตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการแผ่กระจายของคลื่น
  - 3) คลื่นในสปริงเป็นคลื่นกลที่เป็นทั้งประเภทคลื่นความขวางและคลื่นตามยาว

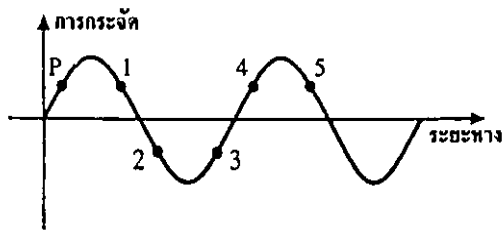
ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 และ 2
  - ข. ข้อ 1 และ 3
  - ค. ข้อ 2 และ 3
  - ง. เฉพาะข้อ 1
  - จ. ข้อ 1, 2 และ 3
- 
3. ข้อใด ถูกต้อง
    - 1) ตำแหน่งสูงสุดของคลื่นเรียกว่า สันคลื่น
    - 2) อัมพลิจูดของคลื่นคือระยะจากสันคลื่นถึงท้องคลื่นถัดไป
    - 3) ระยะจากสันคลื่นหนึ่งไปยังสันคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ถัดไปเรียกว่า ความยาวคลื่น
    - 4) ระยะทาง 1 ความยาวคลื่นต่อเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ (คาบ) คือ อัตราเร็วของคลื่น
      - ก. ข้อ 1, 3
      - ข. ข้อ 1, 2 และ 3
      - ค. ข้อ 1, 3 และ 4
      - ง. ทั้งข้อ 1, 2, 3 และ 4
      - จ. โจทย์ไม่สมบูรณ์ไม่สามารถตอบได้

4. จากรูป ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกับ E คือข้อใด



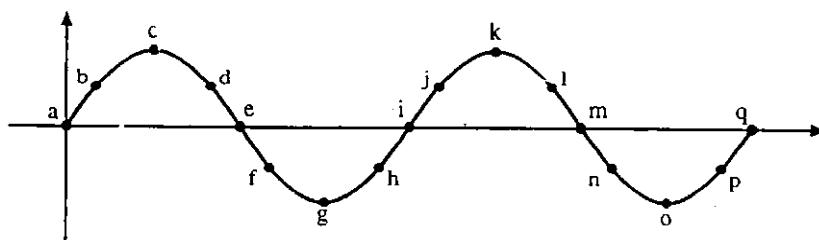
- ก. B , F
- ข. A , C
- ค. C , G
- ง. A , I
- จ. A , T



5. จากรูป จุดบนคลื่นที่มีเฟสต่างจากจุด P เป็น 180 องศา

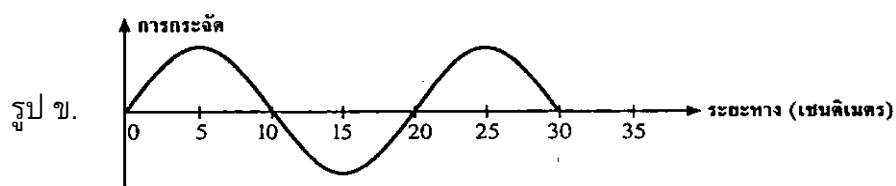
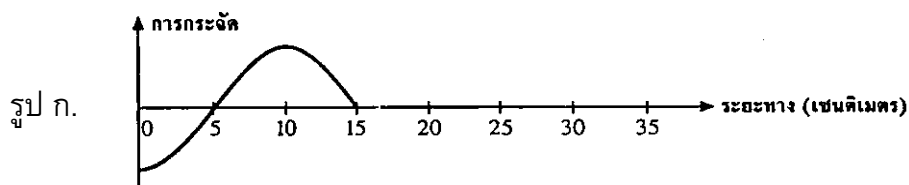
- ก. 5
- ข. 4
- ค. 3
- ง. 2
- จ. 1

6. จากรูป จุดคู่ใดที่มีเฟสต่างกัน  $\frac{3\pi}{2}$  เรเดียน



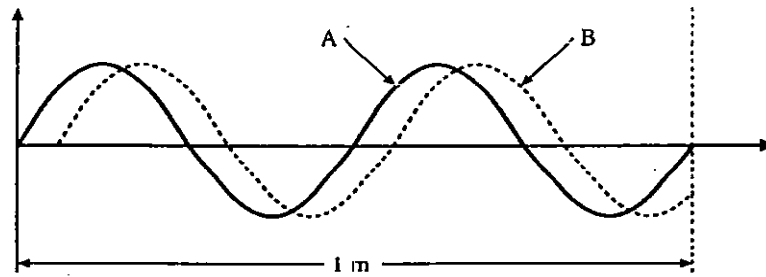
- ก. b กับ f และ g กับ m
- ข. c กับ h และ j กับ o
- ค. a กับ f และ d กับ j
- ง. e กับ k และ j กับ p
- จ. a กับ g และ f กับ b

7. คลื่นในเส้นเชือกยาวเส้นหนึ่ง ที่เวลาหนึ่งดังรูป ก. หลังจากนั้น 0.5 วินาที เห็นเป็นดังรูป ข. ความถี่ของคลื่นเป็นกี่เฮิรตซ์



- ก. 1.5 เฮิรตซ์
- ข. 2.0 เฮิรตซ์
- ค. 2.5 เฮิรตซ์
- ง. 3.5 เฮิรตซ์
- จ. 4.5 เฮิรตซ์

8. คลื่นสองขบวน มีลักษณะดังรูป



- ก. คลื่น A มีความยาวคลื่น 0.5 เมตร คลื่น A และ B มีเฟสต่างกัน  $90^\circ$   
 ข. คลื่น A มีความยาวคลื่น 0.25 เมตร คลื่น A และ B มีเฟสต่างกัน  $90^\circ$   
 ค. คลื่น A มีความยาวคลื่น 0.5 เมตร คลื่น A และ B มีเฟสต่างกัน  $45^\circ$   
 ง. คลื่น A มีความยาวคลื่น 0.25 เมตร คลื่น A และ B มีเฟสต่างกัน  $45^\circ$   
 จ. คลื่น A มีความยาวคลื่น 0.35 เมตร คลื่น A และ B มีเฟสต่างกัน  $90^\circ$

9. เรือลำหนึ่งทอดสมออยู่ ถูกกระทบด้วยคลื่นซึ่งมีความเร็ว 25 เมตรต่อวินาที และมีระยะระหว่างสันคลื่นติดกันห่างกัน 100 เมตร จงหาเวลาที่คลื่นแต่ละลูกวิ่งมากระทบเรือ

- ก. 2,500 วินาที  
 ข. 75 วินาที  
 ค. 4 วินาที  
 ง. 0.25 วินาที  
 จ. 0.75 วินาที

10. ในการเคลื่อนที่แบบคลื่นนั้น พลังงานจากการสับัดปลายเส้นเชือกด้านหนึ่งจะถ่ายทอดไปยังปลายเชือกอีกด้านหนึ่งได้ แสดงว่า

- ก. พลังงานถ่ายทอดไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของคลื่น  
 ข. พลังงานถ่ายทอดหลังจากการเคลื่อนที่ของคลื่นผ่านไปแล้ว  
 ค. พลังงานถ่ายทอดไปก่อนที่คลื่นจะเคลื่อนที่มาถึง  
 ง. พลังงานถ่ายทอดให้อนุภาคและอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปยังปลายเชือก  
 จ. พลังงานถ่ายทอดให้อนุภาคแบบไม่คงที่และมีทิศทางที่แน่นอนไปยังเส้นเชือก



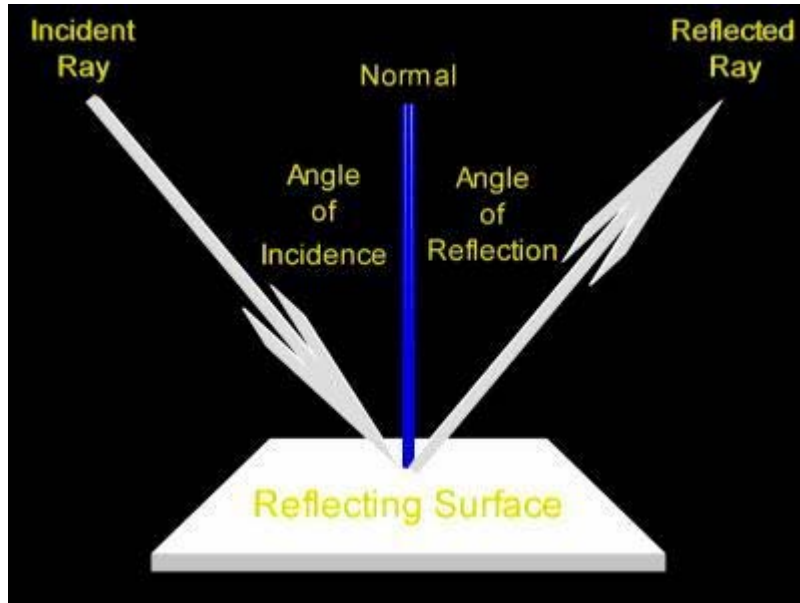
เฉลย

1. ค
2. ก
3. ค
4. ง
5. ง
6. 6
7. ก
8. ก
9. ค
- 10.ง



# ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

## ชุดที่ 2 เรื่อง การสะท้อน



สมาชิก ได้แก่

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....

## คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมนี้ ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ศึกษา ตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัย และหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียน จะต้องศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ ในการปฏิบัติกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมให้เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา และปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมแก้ปัญหา เรื่อง การสะท้อน ใช้เวลา 2 คาบ 120 นาที
2. นักเรียนจัดกลุ่มกลุ่มละ 5 – 6 คน
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ ของกิจกรรม เนื้อหาประกอบในชุดกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ และลงมือปฏิบัติกิจกรรม ตามขั้นตอน ในชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ช้้นทดลอง

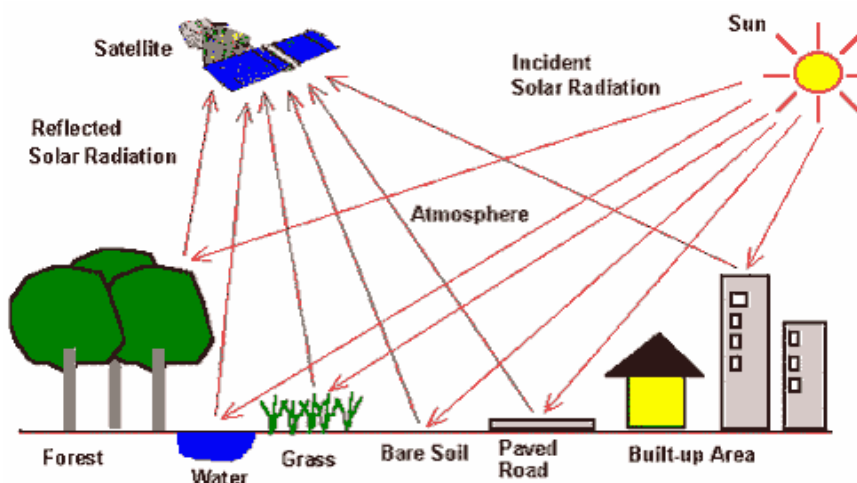
ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง

5. นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง

6. ขณะที่นักเรียนใช้ชุดกิจกรรมถ้ามีปัญหา หรือมีข้อสงสัย สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้

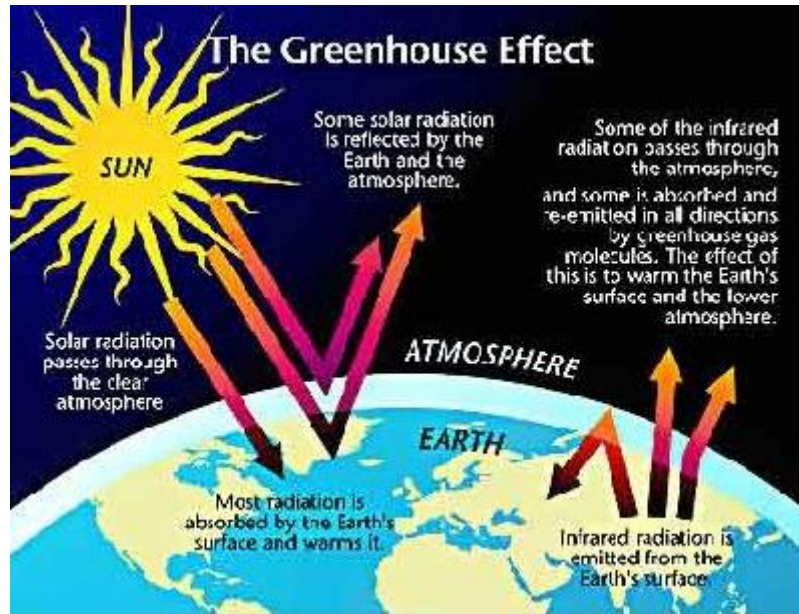
### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกความหมายของการสะท้อนของคลื่นได้
2. ยกตัวอย่างเกี่ยวกับการสะท้อนของคลื่นได้
3. ทำการทดลองเพื่อสรุปเกี่ยวกับกฎการสะท้อนของคลื่นได้
4. คำนวณเพื่อแก้ปัญหการสะท้อนของคลื่นได้



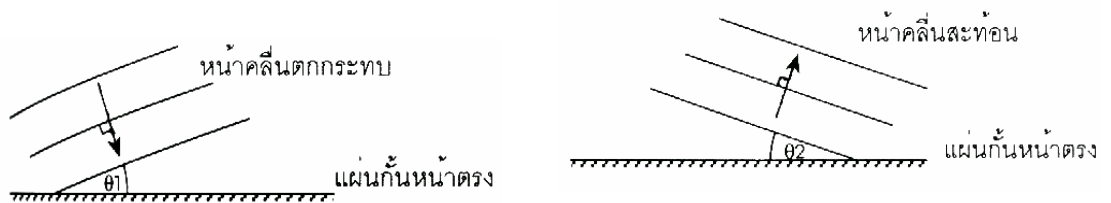


รู้ไว้ใช่ว่าใส่บาแบกหาม



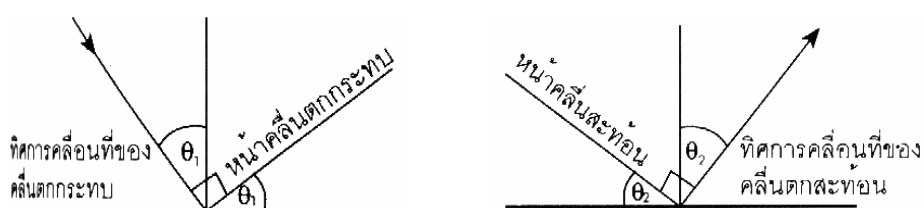
เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ไป จะทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่นขึ้นสั่นลง และเมื่อคลื่นผิวน้ำไปกระทบสิ่งกีดขวางหรือผิวสะท้อน จะเปลี่ยนทิศทางการสั่นสู่ตัวกลางเดิม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “การสะท้อน (Reflection) คลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า ...” คลื่นตกกระทบ” (Incident Wave) ส่วนคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่า “คลื่นสะท้อน” ( Reflected Wave)

จากการทดลองการสะท้อนของคลื่นผิวน้ำเส้นตรง พบว่า ในการสะท้อนแต่ละครั้ง มุมที่หน้าคลื่นตกกระทบทำกับผิวสะท้อน จะเท่ากับมุมที่หน้าคลื่นสะท้อนทำกับผิวสะท้อนเสมอ ดังภาพประกอบ 1



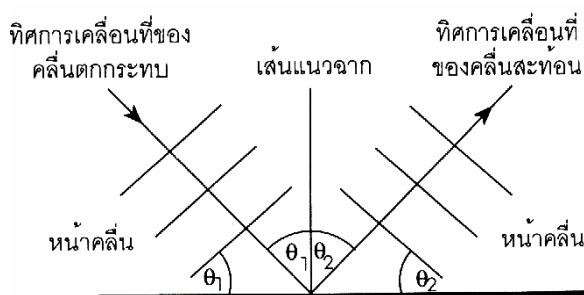
ภาพประกอบ 1 แสดงมุมที่หน้าคลื่นตกกระทบและหน้าคลื่นสะท้อนทำกับแผ่นกั้นหน้าตรง

จากภาพประกอบ 1 สามารถเขียนทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนได้โดยมีทิศตั้งฉากกับหน้าคลื่นตกกระทบและหน้าคลื่นสะท้อนตามลำดับ และที่ตำแหน่งคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อน ลากเส้นตั้งฉากกับผิวสะท้อน ซึ่งเรียกว่า “เส้นแนวฉาก” (Normal Line) ทำให้ได้มุมตกกระทบและมุมสะท้อน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อน

จากภาพประกอบ 2 ถ้าเขียนทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบและทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นสะท้อนขณะเกิดการสะท้อน จะได้ลักษณะดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อน

เมื่อทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบ (รังสีตกกระทบ) คือ แนวที่คลื่นวิ่งเข้าชนตัวสะท้อนก่อนสะท้อน ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นสะท้อน (รังสีสะท้อน) คือ แนวที่คลื่นวิ่งออกจากตัวสะท้อนหลังสะท้อน

เส้นแนวฉาก คือ เส้นที่ลากตั้งฉากกับตัวสะท้อน ณ ตำแหน่งที่คลื่นตกกระทบ

มุมตกกระทบ คือ  $\theta_1$  อาจวัดได้จากมุมที่หน้าคลื่นตกกระทบกับแนวตัวสะท้อน หรือมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉาก

มุมสะท้อน คือ มุม  $\theta_2$  อาจวัดได้จากมุมที่หน้าคลื่นสะท้อนทำกับแนวตัวสะท้อน หรือมุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นแนวฉาก

### กฎการสะท้อนอาจสรุปได้ว่า ...

1. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
2. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบ (รังสีตกกระทบ) เส้นแนวฉาก หรือเส้นปกติ และทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นสะท้อน (รังสีสะท้อน) อยู่ในระนาบเดียวกัน

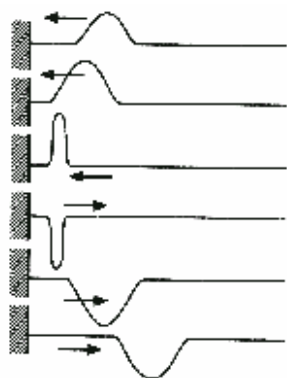
### คุณสมบัติการสะท้อนของคลื่น

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปชนสิ่งกีดขวางหรือเคลื่อนที่ไปถึงปลายสุดของตัวกลางจะทำให้เกิดคลื่นสะท้อนขึ้นมา คลื่นสะท้อนที่เกิดขึ้นมานั้น จะต้องมียุทธสมบัติดังนี้ ...

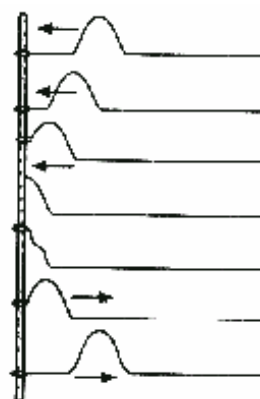
1. ความถี่ของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความถี่ของคลื่นตกกระทบ
2. ความเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นตกกระทบ
3. ถ้าการสะท้อนไม่สูญเสียพลังงาน จะได้แอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นตกกระทบ

### การสะท้อนของคลื่น อาจแบ่งตามลักษณะของตัวสะท้อนได้ 2 แบบ

#### 1. ตัวสะท้อนปลายปิด



#### 2. ตัวสะท้อนปลายเปิด



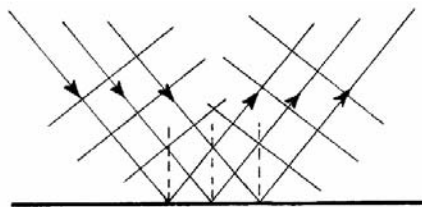
#### \* ข้อควรจำ...

$\mu$  การสะท้อนของคลื่นที่ปลายสุดตรึงแน่น จะทำให้เกิดคลื่นสะท้อนมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบ

$\mu$  การสะท้อนของคลื่นที่ปลายสุดเป็นปลายอิสระ ได้คลื่นสะท้อนมีเฟสเหมือนกับคลื่นตกกระทบทุกประการ

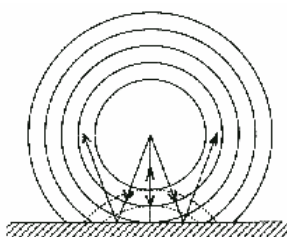
### การสะท้อนของคลื่นน้ำแบบต่าง ๆ

1. คลื่นหน้าตรงสะท้อนจากผิวสะท้อนเรียบตรง จะได้คลื่นสะท้อนหน้าตรง ดังภาพประกอบ 4



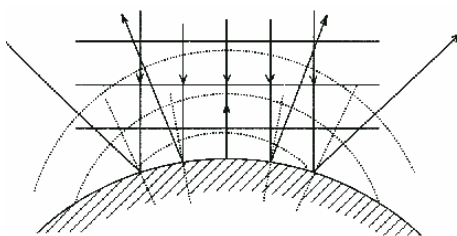
ภาพประกอบ 4 การสะท้อนของคลื่นหน้าตรงจากผิวสะท้อนเรียบตรง

2. คลื่นวงกลมสะท้อนจากผิวสะท้อนเรียบตรง จะได้คลื่นสะท้อนวงกลมเสมือนมีแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมอยู่ด้านหลังของสิ่งกีดขวางดังภาพประกอบ 5



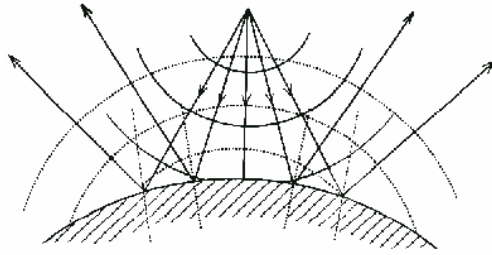
ภาพประกอบ 5 แสดงการสะท้อนของคลื่นหน้าโค้งจากผิวสะท้อนเรียบตรง

3. คลื่นหน้าหน้าตรงสะท้อนจากผิวสะท้อนโค้ง จะได้คลื่นสะท้อนวงกลม ดังภาพประกอบ 6



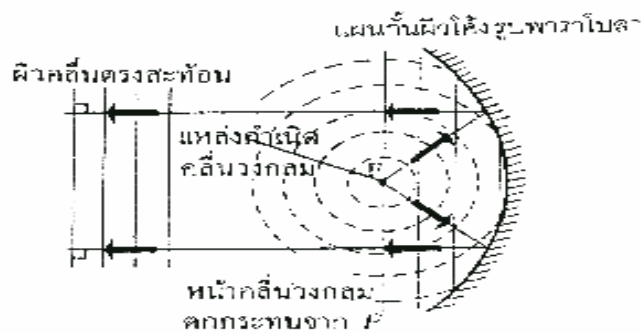
ภาพประกอบ 6 แสดงการสะท้อนของคลื่นหน้าตรงจากผิวสะท้อนโค้ง

4. คลื่นวงกลมสะท้อนจากผิวสะท้อนโค้ง จะได้คลื่นสะท้อนวงกลม ดังภาพประกอบ 7



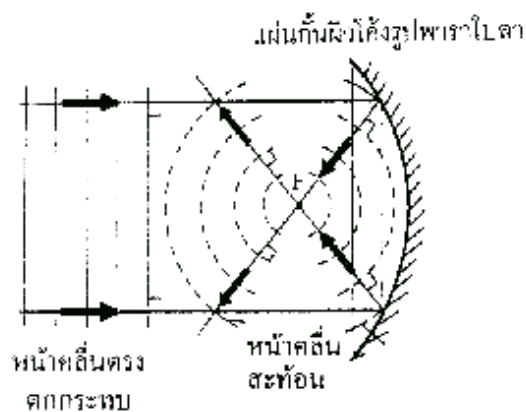
ภาพประกอบ 7 แสดงการสะท้อนของคลื่นหน้าโค้ง จากผิวสะท้อนโค้ง

5. คลื่นวงกลมสะท้อนจากผิวโค้งรูปพาราโบลา เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นอยู่ที่จุดโฟกัสของผิวโค้งรูปพาราโบลา เมื่อคลื่นตกกระทบกับส่วนผิวโค้ง จะได้คลื่นสะท้อนหน้าตรง ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงการสะท้อนของคลื่นวงกลมจากผิวสะท้อนโค้งรูปพาราโบลา

6. คลื่นหน้าตรงสะท้อนจากผิวโค้งรูปพาราโบลา จะได้คลื่นสะท้อนหน้าวงกลมเสมือนมีแหล่งกำเนิดคลื่นอยู่ที่จุดโฟกัส ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แสดงการสะท้อนของคลื่นหน้าตรงจากผิวโค้งรูปพาราโบลา

**ลองตอบดูจะรู้เอง**

1. การสะท้อนหมายถึง .....

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

2. คุณสมบัติการสะท้อนหมายถึงมีทั้งหมดกี่ข้ออะไรบ้าง .....

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

3. กฎการสะท้อนคือ จงอธิบายพร้อมวาดรูปยกตัวอย่าง .....

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

## เฉลยลองตอบคู่มือ

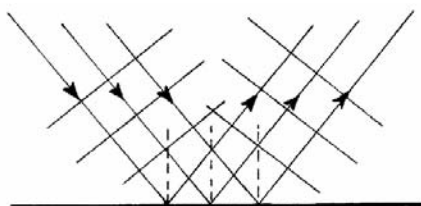
1. เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ไป จะทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่นขึ้นสั่นลง และเมื่อคลื่นผิวน้ำไปกระทบสิ่งกีดขวางหรือผิวสะท้อน จะเปลี่ยนทิศทางกลับสู่ตัวกลางเดิม ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า “การสะท้อน (Reflection) คลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า...” คลื่นตกกระทบ” (Incident Wave) ส่วนคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่า “คลื่นสะท้อน” (Reflected Wave)

2. 3 ข้อ คือ

- 1) ความถี่ของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความถี่ของคลื่นตกกระทบ
- 2) ความเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความเร็วและความยาวคลื่นของคลื่นตกกระทบ
- 3) ถ้าการสะท้อนไม่สูญเสียพลังงาน จะได้แอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นตกกระทบ

3. กฎการสะท้อนมีหลัก 2 ข้อ ดังนี้

- 3.1 มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
- 3.2 ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบ (รังสีตกกระทบ) เส้นแนวฉาก หรือเส้นปกติ และทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นสะท้อน (รังสีสะท้อน) อยู่ในระนาบเดียวกัน





## สถานการณ์



วันหนึ่งหนูดีไปเตะฟุตบอลเล่นกับเพื่อนๆ ที่บริเวณหลังหมู่บ้านใกล้สระน้ำเต๊กกันจนบอลหล่นลงไปใต้น้ำแต่ไม่กล้าว่ายน้ำไปเก็บเพราะกลัวอันตรายจึงลองใช้วิธีเอาก้อนหิน โยนให้โดนลูกบอลแต่กลับมาแต่ปรากฏว่าขณะที่หนูดีโยนก้อนหินลงในสระนั้นสังเกตเห็นว่าคลื่นที่เกิดจากการโยนหินใส่ลูกบอลเมื่อกระทบฝั่งแล้วจะเกิดการสะท้อนของคลื่นกับไปในแนวเดิมที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านมาจึงเกิดความสงสัยและเมื่อถึงรุ่งเช้าในวิชาวิทยาศาสตร์หนูดีเริ่มหาคำตอบในเรื่องนี้

### 1. ชั้นระบุปัญหา



**ปัญหา** หมายถึง ข้อสงสัยของเราหรือเพื่อนที่ต้องการคำตอบเขียนอยู่ในรูปแบบของประโยค



นักเรียนร่วมกันช่วยกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ ที่ได้ศึกษา แล้วเลือก เพียง 1 ปัญหาให้ครอบคลุม สถานการณ์ที่กำหนดให้  
ปัญหาที่เลือก คือ .....



เหตุผลในการเลือกปัญหานี้ คือ .....

### 1. ชั้นตั้งสมมติฐาน

**สมมติฐาน** หมายถึง คำตอบที่เราคิด ไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ต้องมีการตรวจสอบทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผลจะนำมาสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้

**ตัวแปรต้น** คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลต่างๆ ตามมา

**ตัวแปรตาม** คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้นเมื่อสาเหตุเปลี่ยนแปลงไปเป็นสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย







นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุดและสามารถทดสอบได้

สมมติฐานที่เลือก .....

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตามคือ .....



**การออกแบบการทดลอง** หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง โดยระบุวิธีทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้

**อุปกรณ์ในการทดลอง**  
กะละมัง ไฟฉาย เส้นเชือก สปริงยาว1เมตร  
อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ .....

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเขียนให้สามารถปฏิบัติได้

ขั้นตอนการทดลอง



1. ....
2. ....
3. ....
4. ....



นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนทดลองที่ออกแบบไว้ให้ครบขั้นตอน แล้วนำเสนอข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง กราฟ การบรรยาย

บันทึกผลการทดลอง .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4. ชั้นสรุป  
ผลการทดลอง



การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การสามารถแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด



นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่  
สรุปผลการทดลองได้ดังนี้ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



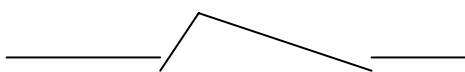
## คำถามลับสมอง

### เรื่อง การสะท้อน

#### คำชี้แจง

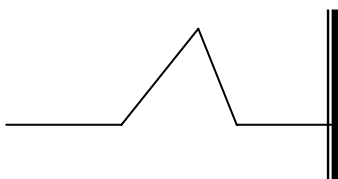
เมื่อนักเรียนศึกษาการสะท้อนของคลื่นจนจบแล้วให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. คลื่นตลตงรูปเคลื่อนที่ตกกระทบผิวสะท้อนอิสระ คลื่นสะท้อนจะมีรูปร่างเป็นอย่างไร



#### คำตอบ

2. จากรูปแสดงถึงคลื่นตกกระทบในเส้นเชือก ซึ่งปลายข้างหนึ่งของเชือกผูกติดอยู่กับกำแพงเมื่อคลื่นตกกระทบกับกำแพง แล้วจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้นมีลักษณะอย่างไร



3. การสะท้อนของคลื่นเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

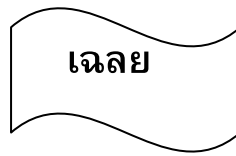
.....

.....

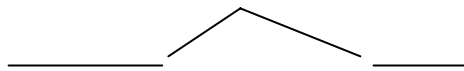
.....

.....



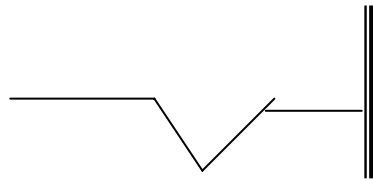


1.



คลื่นในเส้นเชือกจะสะท้อนออกในแนวเดิม เฟสเดียวกัน

2.



การสะท้อนของคลื่นจะเกิดแนวใหม่เฟสตรงข้ามกัน

3. เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ไป จะทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่นขึ้นสั่นลง และเมื่อคลื่นผิวน้ำไปกระทบสิ่งกีดขวางหรือผิวสะท้อน จะเปลี่ยนทิศทางกลับสู่ตัวกลางเดิม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “การสะท้อน (Reflection) คลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า...” คลื่นตกกระทบ” (Incident Wave) ส่วนคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่า “คลื่นสะท้อน” (Reflected Wave)

## คำถามท้ายกิจกรรม

**คำชี้แจง :**

แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

### 1. ข้อความใดกล่าวผิด

- ก. การสะท้อนของคลื่นน้ำความยาวคลื่นไม่เปลี่ยน
- ข. การสะท้อนของคลื่นเชือกปลายอิสระเฟสไม่เปลี่ยน
- ค. การหักเหของคลื่นอัตราเร็วไม่เปลี่ยน
- ง. การหักเหเกิดขึ้นได้ในตัวกลางเดียวกัน
- จ. ผิดทุกข้อที่กล่าวมา

2. ลวดเส้นหนึ่งดึงปลายทั้งสองให้ตึงซึ่งเข้ากับจุดตรึงแน่น 2 จุด ซึ่งห่างกัน 40 ซม. ดัดตรงกลางของลวดให้สัมผัสพบว่าการสั่นขึ้นลง 60 รอบในเวลา 5 วินาที จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่เกิดในลวดเส้นนี้ในหน่วยเมตร/วินาที

- ก. 4.8
- ข. 7.5
- ค. 9.6
- ง. 24.0
- จ. 28.8

3. ชาวประมงส่งคลื่นโซนาร์ไปยังฝูงปลา พบว่าช่วงเวลาที่คลื่นออกไปจากเครื่องส่งจนกลับมาถึงเครื่องเป็น 1.0 วินาทีพอดี จงหาว่า ปลาอยู่ห่างจากเรือเท่าใด กำหนดให้อัตราเร็วของคลื่นในน้ำเป็น 1,540 เมตร/วินาที

- ก. 260 m
- ข. 520 m
- ค. 770 m
- ง. 1,540 m
- จ. 4,200

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นวัตถุประสงค์ของการบุผนังของโรงภาพยนตร์ด้วยวัสดุกันเสียง
- ก. ลดความถี่ของเสียง
  - ข. ลดความดังของเสียง
  - ค. ลดการสะท้อนของเสียง
  - ง. ลดการหักเหของเสียง
  - จ. เพื่อความสวยงาม
5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกฎการสะท้อนของคลื่น
- ก. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
  - ข. จำนวนคลื่นตกกระทบเท่ากับจำนวนคลื่นสะท้อน
  - ค. ขนาดของคลื่นตกกระทบเท่ากับขนาดของคลื่นสะท้อน
  - ง. อัตราเร็วของคลื่นตกกระทบเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นสะท้อน
  - จ. ความถี่ก่อนกระทบมากกว่าความถี่หลังกระทบ



เฉลย

1. จ
2. ค
3. ค
4. ค
5. ก



ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์



## ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นายดำรงศักดิ์ มีวรรณ
วันเดือนปีเกิด	28 มกราคม พ.ศ. 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	99/97 หมู่ 2 ตำบลสะเตียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ข้าราชการ ครู สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรปราการเขต 1 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ 10280 โทรศัพท์ 023239477
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาปีที่ 3 – 6 จาก โรงเรียนวิทยานุกูลนารี จังหวัดเพชรบูรณ์
พ.ศ. 2544	ครุศาสตรบัณฑิต เอกฟิสิกส์ จาก สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
พ.ศ. 2552	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ