

507.12  
๒/319 ก  
๕.๒

การศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์  
ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์  
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

๓๔ พ.ค. ๒๕๕๐

ปริญญาโท  
ของ  
ประพจน์ ศีลนิพนธ์

507.12  
๒/312 ก  
๕ ๒

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มีนาคม ๒๕๕๐

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์  
ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์  
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ  
ของ  
ประพนธ์ ศิลปินันท์

507.12  
ม/312 ก  
5.2

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2540

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้าง  
สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยม  
ศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้าง  
สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2  
ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ สมุทรปราการ จำนวน 48 คน  
จับฉลากให้เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 24 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม  
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมเรียนโดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์  
ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Posttest  
Only Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t-test Independen

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครู  
เป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการประดิษฐ์แตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็น  
ผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิด  
คล่องทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติ ที่ระดับ .01 ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติ ที่ระดับ .05

A STUDY OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS ON THE EFFECTS OF USING  
INVENTION ORIENTED ACTIVITIES PACKAGES IN THE SCIENCE CAMP  
TOWARDS INVENTIVE ABILITIES AND SCIENCE CREATIVITY

AN ABSTRACT

BY

PRAPUIT SILPIPUTN

Presented in partail fulfillment of the requirements for the  
Masfer of Education degree in secondary Education  
at Srinakarinwirot University

March 1997

The purpose of this study was to compare Mathayom suksa I students' Scientific Invention and Scientific Creative Thinking Abilities through Scientific Devicing and Teaching through Scientific Invention.

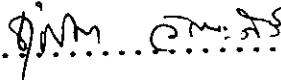
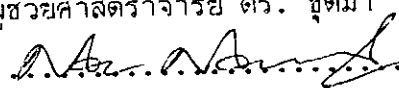
The subjects were 48 Mathayom suksa I students, second semester of the 1996 academic year at Ponnakharachawsatyanon school in Samutprakran Province. The subjects were divided into experimental and control groups, with 24 students in each. The experimental group was taught by Scientific Devicing Activity packages; whereas the control group was taught by the Teacher's Mannual. Randomized control-group posttest only design, t-test Independent design were used for analyzing the data.

The results of this study indicated that:

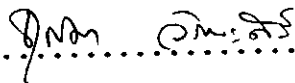
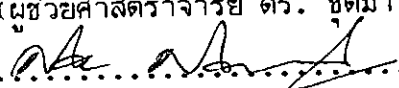
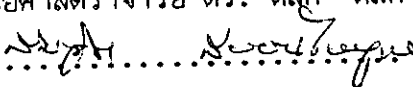
1. The Scientific Invention Ability of the experimental and the control group was significantly different at .01 level.
2. The Scientific Creative Thinking Ability, Scientific Fluency, and Flexibility of the experimental and the control group was significantly different at .01 level; the Originality was significantly different at .05 level.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญาบัตรฉบับนี้แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้


คณะกรรมการควบคุม

.....  ..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนาศิริ)  
.....  ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ตีลก ตีลกานนท์)

คณะกรรมการสอบ

.....  ..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนาศิริ)  
.....  ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ตีลก ตีลกานนท์)  
.....  ..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธน ไนบุญ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาบัตรฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ดร. ศิริฎา พูลสุวรรณ)

วันที่ .13. เดือน .พฤษภาคม. พศ. .2540.

## ประกาศขอบคุณ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ ประธานกรรมการ  
ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติลก ติลกานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต  
สวธนา โนบลีย์ กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง  
ต่าง ๆ ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเป็นที่เรียบร้อย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาการมัธยมศึกษา ที่ประสาทวิชาและให้  
คำแนะนำแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์นิเชษฐ์ ยิ่งตรง อาจารย์วิฑูรย์ บัวปลั่ง อาจารย์เสียงเทียน  
กรนุ้ม และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และตรวจแก้ไข ชุดกิจกรรมสร้าง  
สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมิน  
ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุรียพร อัจฉริยวนิช ผู้อำนวยการโรงเรียนป้อมนาคราชสวาท  
ยานนท์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการทุกท่าน อาจารย์สมัญญา ศรีภักคานนท์ อาจารย์ณรงค์ เกิดโชคชัย  
อาจารย์ตันหยง อิ่มมาก อาจารย์เฉลียว ผดุงวงศ์ อาจารย์กัญญาวดี พึ่งเกตุ อาจารย์เฉลียว  
สุขขำ อาจารย์วินัย นุชอินทร์ อาจารย์ลัดดา สายพานทอง อาจารย์อรุณ มังคละ คณาจารย์  
ในหมวดวิทยาศาสตร์และอาจารย์ทุกท่าน ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทุกคนที่ให้ความ  
ร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ทุกคน เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ที่มีส่วนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำ  
ปริญญานิพนธ์

ความสำเร็จและคุณค่าของปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ และ คณาจารย์  
ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ประนฤติ ศีลนิพนธ์

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>บทนำ .....</span> <span>1</span> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    ภูมิหลัง .....</span> <span>1</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....</span> <span>3</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า .....</span> <span>3</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....</span> <span>3</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    นิยามศัพท์เฉพาะ .....</span> <span>4</span> </div> </div>
2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</span> <span>10</span> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ .....</span> <span>10</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    เอกสารเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ .....</span> <span>13</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์ .....</span> <span>18</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม .....</span> <span>23</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    เอกสารเกี่ยวกับความสามารถและการประเมินการปฏิบัติ .....</span> <span>31</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....</span> <span>36</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</span> <span>45</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    สมมติฐานของงานวิจัย .....</span> <span>49</span> </div> </div>
3	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....</span> <span>50</span> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....</span> <span>50</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....</span> <span>50</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    แบบแผนการวิจัย .....</span> <span>50</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>    ขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....</span> <span>51</span> </div> </div>

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....	52
การสร้างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ .....	52
การสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	55
แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....	55
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	58
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	58
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	59
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	59
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	59
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	65
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	65
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า .....	65
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....	65
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	68
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า .....	68
อภิปรายผลการวิจัย .....	69
ข้อเสนอแนะ .....	73
บรรณานุกรม .....	76
ภาคผนวก .....	89

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	แบบแผนการวิจัย ..... 51
2	เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ 60
3	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง 61
4	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น 62
5	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม 63
6	การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ..... 141
7	คะแนนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา ..... 143
8	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหา สัมประสิทธิ์อัลฟา ..... 146
9	คะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ..... 148
10	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการ เรียนของกลุ่มทดลอง 149
11	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการ เรียนของกลุ่มควบคุม 150

## บทที่ 1

### บทนำ

#### บทสัง

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวางพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาเยาวชนของชาติ ให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการเตรียมเยาวชน ให้ก้าวทันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นผู้นำประเทศไปสู่การพัฒนา โดยเริ่มจากพัฒนาเยาวชนของประเทศให้มีความชอบคั้นคว้า ทดลองคิดค้น ประดิษฐ์ และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักการศึกษาได้ตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าว จึงระบุไว้ในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทุกระดับให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น เช่น หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นระบุไว้ว่า ให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐาน ให้มีทักษะการคิดค้น สามารถแก้ปัญหา สร้างงานสิ่งประดิษฐ์ และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (วิชาการ. 2533 : 33-35) การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ยังไม่สามารถจัดกิจกรรมให้ได้สมบูรณ์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุที่สภาพแวดล้อมและโอกาสทางการศึกษา ยังไม่เปิดให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ พฤติกรรมของครูส่วนหนึ่งยังยึดติดกับการสอนที่ครูเป็นผู้อธิบายสรุป และให้นักเรียนจด เน้นการท่องจำ มากกว่าการคิดหาเหตุผลและค้นคว้าด้วยตนเอง (สมจิต สมัตถพันธ์. 2522 : 61; พะนอม แก้วกำเนิด. 2533 : 6) พฤติกรรมเช่นนี้ส่วนหนึ่งเป็นความต้องการของนักเรียนที่อยากได้เนื้อหาความรู้มาก ๆ เพื่อนำไปใช้ในการสอบแข่งขันเพื่อเข้าศึกษาต่อ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกเป็นจำนวนมาก ได้แสดงให้เห็นถึงสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ที่ควรพิจารณาแก้ไขปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้ผลของการเรียนรู้ บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ในงานวิจัยได้มี

ข้อเสนอแนะการเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูเป็นต้นว่า ครูควรเป็นผู้ตั้งปัญหาให้นักเรียน เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าและทดลองเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนค้นพบปัญหาด้วยตนเอง เป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการใช้ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคำตอบของปัญหาตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 2) ดังนั้นการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ด้านวิชาการเพียงด้านเดียว จึงไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการสอนให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรมาช่วยเสริมความรู้ ความสนใจ และประสบการณ์ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการเสริมหลักสูตรแนวทางหนึ่ง ที่จัดสภาพแวดล้อม และบรรยากาศ ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการคิดค้นสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และเสริมประสบการณ์ ให้นักเรียน โดยการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการ และวัยของนักเรียน ซึ่งอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 11 - 15 ปี ธรรมชาติของนักเรียนวัยนี้ต้องการความเป็นอิสระ มีความอยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้า และอยากทดลอง การจัดกิจกรรมจึงตอบสนองความต้องการของนักเรียน ด้วยการมุ่งเน้นเสริมประสบการณ์ตรง โดยฝึกให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริง ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และฝึกให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีมนุษยสัมพันธ์มีระเบียบวินัย ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รู้จักเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ตลอดจนมีความสามัคคีในหมู่คณะอีกแนวทางหนึ่ง

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรม ที่ฝึกให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ สร้างสิ่งประดิษฐ์และแสดงผลงาน ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้กระบวนการวางแผน การแก้ปัญหา การออกแบบ การกำหนดขั้นตอนการสร้าง ปฏิบัติการสร้าง ปรับปรุงแก้ไขและเสนอผลงาน กิจกรรมฝึกให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ฝึกการนำความรู้มาประยุกต์กับหลักการหรือทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นการคิดค้นประดิษฐ์ชิ้นใหม่ หรือปรับปรุง ดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ด้วยกิจกรรมดังกล่าว จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นในตัวนักเรียน จึงสนใจที่จะทำการทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้าง

สิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นแนวทาง ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในโอกาสต่อไป

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครู เป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

#### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกลุ่มวิชาเลือกเสรี ชั่วโมงกิจกรรม ชุมนุมวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมเสริมหลักสูตร
2. ผลการศึกษาค้นคว้านี้จะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษา ได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

#### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรในการศึกษาค้นคว้า คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 514 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539
2. กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาค้นคว้านี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 .

ปีการศึกษา 2539 ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ให้ได้นักเรียน  
กลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน จัดให้เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน

3. ระยะเวลา การศึกษาค้นคว้าใช้เวลา 3 วัน วันละ 6 คาบ รวม 18 คาบ  
ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่

4.1.1 การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 การสอนโดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

4.2.1 ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นจากวัสดุ  
อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ในการคิด  
ออกแบบ วางแผนขั้นตอนการปฏิบัติ ลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

2. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การให้นักเรียนดำเนิน  
กิจกรรมตามที่กำหนดในชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก  
และให้คำปรึกษา การจัดกิจกรรมมีทั้งกิจกรรมรายบุคคลและรายกลุ่มประกอบด้วย

2.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรมและชื่อกิจกรรม

2.2 สถานการณ์ เป็นส่วนที่ระบุปัญหาให้เกิดการคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์

2.3 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรม โดยเขียนอธิบายเนื้อหา

หลักการ หรือทฤษฎีพื้นฐาน

2.4 รายการอุปกรณ์ ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์และจำนวนในแต่ละกิจกรรม

2.5 กิจกรรมการปฏิบัติ เป็นส่วนที่ระบุว่านักเรียนต้องทำอะไรบ้าง ในกิจกรรม

ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นส่วนที่ให้นักเรียนคิดออกแบบวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดย

เน้นการคิดสร้างสรรค์ ด้านคิดคล่อง ด้านคิดยืดหยุ่น และด้านคิดริเริ่ม ปฏิบัติเป็นรายบุคคล  
 ตอนที่ 2 เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเลือกวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ที่ออกแบบ  
 ไว้จากตอนที่ 1 โดยเขียนภาพประกอบเพื่อนำมาปฏิบัติการสร้างสิ่งประดิษฐ์ในตอนที่ 3  
 ปฏิบัติเป็นรายกลุ่ม

ตอนที่ 3 เป็นส่วนที่ให้นักเรียนร่วมกันดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบ  
 และขั้นตอนที่กำหนดไว้ในตอนที่ 2 ทดลองสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพแล้ว  
 บันทึกผลการปฏิบัติ เกี่ยวกับปัญหา การแก้ปัญหา ผลที่ได้และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน  
 ปฏิบัติเป็นรายกลุ่ม

2.6 เสนอผลงาน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็น  
 ประโยชน์และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ พร้อมอธิบายประกอบการเสนอผลงาน

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำจุดเด่นและข้อดีของกลุ่มต่าง ๆ มาคิด  
 ปรับปรุงดัดแปลงให้มีความแปลกใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดที่จัดไว้สำหรับครู เพื่อเป็นแนวในการจัด  
 กิจกรรมการเรียนการสอน และดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม จุดมุ่งหมาย  
 ข้อเสนอแนะ เนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม/การประเมินผล ดังนี้

3.1 ชื่อกิจกรรม ระบุหมายเลขกิจกรรมและชื่อกิจกรรม

3.2 จุดมุ่งหมาย ระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน หลังจากจบ

กิจกรรม

3.3 ข้อเสนอแนะ บอกสิ่งที่ควรปฏิบัติในกิจกรรม

3.4 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรม โดยเขียนอธิบาย

เนื้อหา หลักการ หรือที่ถุษฐ์พื้นฐาน

3.5 รายการอุปกรณ์ ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์และจำนวนในแต่ละกิจกรรม

3.6 การดำเนินกิจกรรม แนะนำขั้นตอนทั้งหมดในชุดกิจกรรมสร้างสิ่ง

ประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

3.7 การประเมินผล สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

4. การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงการจัด  
 กิจกรรม ให้นักเรียนดำเนินการตามที่กำหนดในชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

#### 4.1 ขั้นนำ

- ครูชี้แจงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ โดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์บอกถึงความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากกิจกรรม

- ครูแจกชุดกิจกรรม พร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้แต่ละกลุ่ม

#### 4.2 ขั้นปฏิบัติ

- ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ เนื้อหาสาระและออกแบบสิ่งประดิษฐ์ให้ได้มากแบบ โดยการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ให้ปฏิบัติเป็นรายบุคคล

- ให้นักเรียนร่วมกันเลือกแบบ จากการออกแบบสิ่งประดิษฐ์รายบุคคลมาปรับปรุง พร้อมเขียนแบบด้วยลายเส้นอย่างง่ายให้สมบูรณ์ และเขียนขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งนักเรียนสามารถวาดภาพประกอบขั้นตอนได้

- นักเรียนลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทดสอบและปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์

- ให้นักเรียนบันทึกปัญหาในการสร้าง การแก้ปัญหาและผลที่ได้

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและบันทึกผล เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่กลุ่มสร้างขึ้นสามารถนำไปปรับปรุงหรือตัดแปลง เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

#### 4.3 ขั้นสรุป

- ให้นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างและการคิดปรับปรุงชิ้นงาน

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม โดยนำข้อดีและจุดเด่นของแต่ละกลุ่มที่ออกมารายงาน นำมาคิดปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ให้ได้สิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือนำไปเล่น พร้อมบันทึกผล

#### 4.4 ขั้นประเมินผล

- สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม

- สังเกตการปฏิบัติงาน

- การเสนอผลงาน

5. การสอน โดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้สอน ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

#### 5.1 ขั้นนำ

- ครูสร้างสถานการณ์ โดยการเล่าเรื่องต่าง ๆ ให้นักเรียนฟัง พร้อมอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เล่า เพื่อให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับการวางแผนปฏิบัติงาน การออกแบบ และการเขียนขั้นตอนการประดิษฐ์
- ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

#### 5.2 ขั้นปฏิบัติ

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์ พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน
- ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ ทำการทดลอง และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์

#### 5.3 ขั้นสรุป

- นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้าง การแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา
- ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุงและแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

#### 5.4 ขั้นประเมินผล

- สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
- สังเกตการปฏิบัติงาน
- การเสนอผลงาน

6. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างผลงานตามแบบ ก่อให้เกิดสิ่งประดิษฐ์แปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์จะวัด 2 ด้าน คือ

6.1 วิธีดำเนินการ (Procedure) หมายถึง ลำดับขั้นตอนของการคิดประดิษฐ์ เป็นกระบวนการเตรียมงานสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดผลผลิตที่มีคุณภาพ ในการวัดวิธีดำเนินการจะวัดคุณภาพของแบบ และการปฏิบัติงาน

คุณภาพของแบบ หมายถึง ความสมบูรณ์ของการออกแบบ ความแปลกใหม่ของแบบ ความยากง่ายของแบบ ความเหมาะสมในการเลือกวัสดุอุปกรณ์ วางแผนขั้นตอน การปฏิบัติงาน ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ การเตรียมวัสดุพร้อมในการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงาน หมายถึง ความคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนการออกแบบ ความสะอาดเรียบร้อยของสถานที่ปฏิบัติงาน ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย การทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด

6.2 ผลงาน (Product) หมายถึง ผลผลิตที่เกิดจากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคุณภาพ และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ และการเสนอผลงาน

คุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ หมายถึง ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน ผลผลิตที่ได้ตรงกับแบบ รูปร่างของสิ่งประดิษฐ์ได้สัดส่วน โครงสร้าง แข็งแรงทนทาน

การเสนอผลงาน หมายถึง ความคล่องแคล่วในการอธิบาย การแสดง ความรู้ในงาน การลำดับชั้นในการนำเสนอ การตอบคำถามถูกต้อง

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการ คิดสร้างสรรค์งานที่แปลกใหม่หรือปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยใช้ ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วย

7.1 ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการ คิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และได้ปริมาณคำตอบจำนวนมากในเวลาที่กำหนด โดยใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ ต่อปัญหาใดปัญหาหนึ่งในเวลาที่กำหนด โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการคิดสิ่งแปลกใหม่ และมีคุณค่าต่อปัญหาใดปัญหาหนึ่งในเวลาที่กำหนด โดยใช้ความรู้

และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

8. ค่ายวิทยาศาสตร์ หมายถึง สถานที่จัดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง  
วิทยาศาสตร์และกิจกรรมนันทนาการ

## บทที่ 2

### เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม
5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถและการประเมินการปฏิบัติ
6. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ✓

#### 1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่ง ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกวิธีการเรียนอย่างมีอิสระ มีการทดลองและสรุปผลการทดลอง มีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ เนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

คณะอนุกรรมการการพัฒนากการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 120) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง กิจกรรมที่สำคัญคือการอภิปรายและทำการทดลอง

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5-7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิด และได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. การทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ของตนเอง
2. การใช้คำถาม เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิด ทำให้เกิดพัฒนาทักษะในด้านต่างๆขึ้น

ซันด์ และ ไทรวริดจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 53-55) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) ออยากรู้อยากเห็น ใจกว้าง

#### ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อนันต์ จันทร์กวี (2523 : 6) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Active Inquiry นักเรียนสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้ถาม ซึ่งครูจะเป็นผู้เฝ้าให้นักเรียนเกิดการซักถาม จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง
2. Passive Inquiry ครูเป็นผู้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนลงสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง
3. Combime Inquiry ครูและนักเรียนร่วมกันใช้คำถาม ตามขั้นต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิด ค้นคว้าหาความรู้ จนนักเรียนสามารถลงสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

#### หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะอนุกรรมการการพัฒนากาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116-120) กล่าวว่า วิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายแบบทุกแบบ มุ่งที่จะสอนให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีหนึ่งในหลายวิธี คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปราย และการทดลองอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญ ถ้าผู้สอนแนะแนวทางที่เหมาะสม จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียน ใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

### ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5-6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย ครูแนะแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ และให้คำแนะนำในการทำการทดลอง
2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลองผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน
3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้น และมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลอง

สมจิต สวณโบลย์ (2535 : 193-145) กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีใจความโดยสรุปว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาจแบ่งออกได้ 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา สรุปเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคล

2. ขั้นตอนการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มีความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณ หรือ จัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนคติ หรือหลักการ

3. ขั้นตอนการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีโอกาส นำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ เป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มุ่งให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง และสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ นำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

## 2. เอกสารเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับวิชาการงานและอาชีพ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตร ได้เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้เลือกเรียนตามความเหมาะสม โดยเฉพาะวิชาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติ มุ่งเน้นให้ได้ผลผลิตหรือสิ่งประดิษฐ์ จะเห็นได้ชัดในรายวิชา ง 015 (งานผลิตภัณฑ์ จากวัสดุท้องถิ่น) รายวิชา ศ 0111 (การออกแบบ) รายวิชา ช 0188 (ช่างประดิษฐ์จำลอง) และ ช 0161 (ช่างประดิษฐ์ของข้าวสวย) วิชาเหล่านี้ มุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวางแผน ออกแบบ ประดิษฐ์ ตกแต่ง และมีความคิดสร้างสรรค์

งานประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น มีอยู่ในวิชา เลือกเสรีทุกรายวิชา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ มีการวางแผน ออกแบบ ตัดแปลง และสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นใหม่ เพื่อให้สนุกเพลิดเพลิน และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2533 : 37-39)

โกศล เพ็ชรสุวรรณ (2529 : 20-29) ได้กล่าวถึง การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ว่า การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่อเราพยายามเรียนรู้ เลียนแบบเทคโนโลยี ได้มีการพัฒนามาแล้วจนเรามีประสบการณ์ที่มีความรอบรู้จนเกิดความมั่นใจ เกิดความคิดเป็นของ

ตนเองที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ และประสบการณ์ที่ได้สะสมมานั่นเอง จะทำให้เกิดการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ขึ้นมา

เย็นใจ เลาหวนิช (2529 : 11) กล่าวว่า การประดิษฐ์เป็นการสร้างสรรค์ที่มีการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีซึ่งเป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากการสร้างสรรค์ต้องอาศัยวงจรการพัฒนามาใช้ เช่นในการสร้างจรวด ก็ต้องเริ่มออกแบบทดลองจนกระทั่งปรับปรุงและสุดท้าย จึงจะได้ของดี ๆ ซึ่งในขั้นตอนเหล่านั้นอยู่ในขั้นการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์คิดค้น ถ้าวางเงื่อนไขไว้ว่าสิ่งที่ทำนั้นเป็นของใหม่ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีใครเคยทำในโลกมาก่อนจะเป็นเรื่องที่ยากที่สุด แต่ในหลายอย่างของประวัติการประดิษฐ์ค้นคว้าจะพบว่า เป็นเรื่องของคนอื่นเคยทำมาแล้ว ถ้านำมาคิดต่อ หรือดัดแปลงปรับปรุง ก็ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จะเห็นได้ว่า หลักสูตรได้พัฒนาให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น โดยเฉพาะวิชาเลือกเสรีต่าง ๆ จะเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดสิ่งประดิษฐ์ จากความรู้และประสบการณ์ โดยการเลียนแบบ หรือปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่เดิม หรือสร้างชิ้นใหม่ จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในการปฏิบัติงาน และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้น

## 2.1 ความหมายของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตสถาน (2525 : 503) ได้นิยามคำว่าประดิษฐ์ ไว้ดังนี้ ถ้าเป็นกริยา หมายถึง ตั้งขึ้น จัดทำขึ้น คิดทำขึ้น สร้างขึ้น แต่งขึ้น ถ้าเป็นคุณศัพท์ หมายถึง ที่จัดทำขึ้น ให้เหมือนของจริง

ไพบูลย์ เจริญกุล (2532 : 713-715) ได้ให้ความหมายการประดิษฐ์ว่า หมายถึง การรู้จักคิดสร้าง หรือจัดทำสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้อง กับความต้องการ หรือจัดทำขึ้น เพื่อความเพลิดเพลินในยามว่าง โดยการนำวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่มีใช้ในท้องถิ่นมาประดิษฐ์ให้มีคุณค่าสามารถนำไปใช้ได้ตามต้องการ

## 2.2 การจัดการสอนสิ่งประดิษฐ์

ไพบูลย์ เจริญกุล (2532 : 715-716) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการสอนงานประดิษฐ์ในโรงเรียนนั้นมุ่งที่จะฝึกและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. การนำเอาวัสดุที่มีในท้องถิ่น มาคิดประดิษฐ์ดัดแปลง ให้เป็นของเล่น ของใช้ ของประดับตกแต่ง ให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถ

2. การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำงานได้เหมาะสมถูกต้องและปลอดภัยตลอดจนรู้จักเก็บรักษาเมื่อใช้เครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3. กระบวนการทำงานของงานต่าง ๆ จะมีการทำงานที่เป็นขั้นตอน ตามลำดับจากง่ายไปหายากได้ถูกต้องและรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา แรงงานและเงินเป็นสำคัญ

4. ทักษะในการทำงาน ได้แก่การฝึกทักษะเพิ่มเติมในเรื่องการใช้เครื่องมือ ความคล่องแคล่วในการทำงานต่าง ๆ ตามวัยของนักเรียน

5. การนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ศิริลักษณ์ ศรีภมม (2532 : 411) กล่าวไว้ว่า การสอนงานประดิษฐ์ และงานช่าง เป็นการสอนให้รู้จักคิด รู้จักทำ รู้จักแก้ปัญหา สามารถช่วยตนเองและสังคมได้ เพราะนักเรียนต้องเริ่มต้นคิดออกแบบลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ซึ่งต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ใช้สอย คิดถึงวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือประดิษฐ์ คิดวางแผน กระบวนการเหล่านี้จะทำให้เด็กนักเรียนคิดเป็น ต่อไปจะลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จึงทำเป็น เมื่อมีการทำงานก็ต้องมีข้อบกพร่อง ผิดพลาด เกิดปัญหา นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาจึงแก้ปัญหาเป็น เมื่อฝึกกระบวนการเหล่านี้บ่อย ๆ ก็สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองอย่างมั่นใจ โดยเสนอแนะวิธีการสอนงานประดิษฐ์ไว้ดังนี้

1. การสาธิต โดยครูแสดงการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนพร้อมทั้งอธิบายอย่างละเอียด
2. การกำหนดงาน ครูกำหนดงานให้นักเรียนทำ นักเรียนวางแผนปฏิบัติงาน คิดสร้างสรรค์รูปแบบของงานด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนต้องเรียนรู้พื้นฐานของงานมาก่อน
3. ศูนย์การเรียน แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียน ในศูนย์ต่าง ๆ ครูจัดเตรียมบทเรียน หรืองาน วัสดุ อุปกรณ์ แต่ละศูนย์
4. การศึกษาด้วยตนเอง ครูเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ ให้นักเรียนศึกษาตามแนวทางที่ครูจัดไว้ เช่น ค้นคว้ารายงานตามหัวข้อที่กำหนด
5. การศึกษานอกสถานที่ เหมาะสำหรับการให้ความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับงาน เช่น การจัดให้นักเรียนฝึกงานในท้องถิ่น
6. การบรรยายโดยวิทยากร งานประดิษฐ์มีหลายแขนง ครูย่อมไม่ชำนาญทุกงาน การเชิญวิทยากรมาบรรยายจะเปิดโอกาสที่ดีให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นได้

### 2.3 หลักการสร้างสิ่งประดิษฐ์

ไซ สาลีนัน (2534 : 20-21) ได้กำหนดหลักการ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์

ที่ต้องคำนึงและปฏิบัติ 5 ชั้น ดังนี้

1. ศึกษาหลักการทำงาน (Function) ของอุปกรณ์ หรือเครื่องมือ ที่จะสร้างขึ้น เสียก่อนว่า จะให้เครื่องมือชิ้นนั้นทำงานอย่างไร ต้องศึกษาหน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนของสิ่งที่จะสร้างขึ้นนั้นให้เข้าใจเป็นอย่างดี เมื่อทราบแล้วจึงดำเนินการขั้นที่ 2
2. เลือกวัสดุ ที่จะใช้สำหรับออกแบบสร้าง เลือกวัสดุที่มีอยู่แล้ว หรือที่หาได้ง่าย ในท้องถิ่นนั้น เพื่อว่าเมื่อออกแบบเสร็จแล้วจะได้หาวัสดุสร้างได้ง่าย ถ้าใช้วัสดุชนิดที่เลือกแล้ว ควรจะทำให้อุปกรณ์และเครื่องมือทำงานได้ดี สะดวกแก่การใช้ และปฏิบัติเก็บรักษาได้ง่ายและมีความคงทนถาวรถ้าสามารถทำได้
3. ดำเนินการออกแบบและสร้าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้วก็ต้องนำมาพิจารณาออกแบบ เพื่อที่จะให้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ ทำงานได้ตามที่ต้องการ ผู้ออกแบบจะต้องรำลึกถึงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะสร้าง ถ้ามั่นใจว่าได้แบบที่แน่นอนแล้ว จึงเขียนรูปแบบ สัดส่วนและรายละเอียดต่าง ๆ เอาไว้ จากนั้นก็เริ่มดำเนินการสร้างตามแบบที่เขียนรูปแบบไว้ให้สำเร็จเรียบร้อย
4. ทำการทดลอง ตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้ว โดยตรวจสอบ หน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนต่าง ๆ ว่าทุกชิ้นทำงานได้ดีและครบถ้วนหรือไม่
5. ทำการปรับปรุงแก้ไข เมื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สร้างนั้นถูกนำไปทำการทดลอง ให้ผลออกมามีความคลาดเคลื่อนมาก ต้องนำเครื่องมือและอุปกรณ์นั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข ใหม่หาสาเหตุว่าอะไรบ้างที่อาจจะทำให้ผลการทดลองนั้นมีความคลาดเคลื่อน ทำการปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วนำไปทดลองตรวจสอบขั้นที่ 4 ใหม่อีกจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

#### 2.4 หลักการจัดการเวลาให้เหมาะสมกับงาน

การบริหารเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเวลาจำกัดให้เสร็จสมบูรณ์ และเกิดประโยชน์ให้มากที่สุด ต้องมีการวางแผนจัดการเรื่องเวลาให้เหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียหรือนำมาซึ่งปัญหาและอุปสรรคในการดำรงชีวิตประจำวัน (กรมวิชาการ, 2534 : 1-2) จึงกำหนดหลักการจัดการเวลาไว้ดังนี้

1. การวางแผนการทำงาน หมายถึง การกำหนดงาน หรือกิจกรรม ที่จะต้องทำไว้ล่วงหน้า มีหลักในการวางแผนการทำงานดังนี้
  - 1.1 กำหนดลำดับงานที่จะต้องทำก่อนหลัง

- 1.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงาน
- 1.3 วิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นล่วงหน้าเพื่อหาทางป้องกัน
2. การกำหนดเวลา คือ การจัดเวลาให้เหมาะสมกับงานหรือเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานหรือกิจกรรมได้เสร็จสมบูรณ์และเกิดประโยชน์ได้มากที่สุด หลักในการกำหนดเวลามีดังนี้
  - 2.1 จัดเวลาให้เหมาะสมกับความสำคัญของงาน
  - 2.2 ใช้เวลาที่กำหนดไว้ให้เกิดประโยชน์ต่องานมากที่สุด
  - 2.3 ควรกำหนดเวลาให้สามารถยืดหยุ่นได้
3. การปฏิบัติงานตามแผน คือ การลงมือปฏิบัติงานหรือกิจกรรมภายในเวลาที่กำหนดไว้โดยมีหลักในการปฏิบัติงานดังนี้
  - 3.1 ปฏิบัติให้ถูกต้องตามขั้นตอนการทำงาน
  - 3.2 ขณะรอผลการปฏิบัติงานนั้นอยู่ ควรใช้เวลาที่รอนั้นไปทำงานอื่นได้ด้วย
4. การประเมินผลการทำงาน คือ การติดตามผลและตรวจสอบผลงานที่ได้ปฏิบัติแล้วเพื่อหาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่อง โดยมีหลักในการประเมินผลการทำงานดังนี้
  - 4.1 ตรวจสอบการใช้เวลาทุกระยะของการปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้หรือไม่
  - 4.2 ตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้วัสดุอุปกรณ์กับชนิดของงาน
  - 4.3 ตรวจสอบผลสำเร็จของงาน
5. การปรับปรุงการทำงาน คือ การพัฒนาวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีหลักในการปรับปรุงดังนี้
  - 5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผล มาวิเคราะห์หาสาเหตุข้อผิดพลาดหรือบกพร่อง
  - 5.2 หาทางเลือกในการแก้ไขปรับปรุง
  - 5.3 พัฒนาการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า การสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้วัสดุในท้องถิ่น รู้หลักเกณฑ์การสร้างสิ่งประดิษฐ์และรู้หลักการจัดการเวลา จะช่วยให้นักเรียนทำงานเป็นขั้นตอน และงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด

### 3. เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตร

กิจกรรมเสริมหลักสูตร หรือกิจกรรมนอกหลักสูตรหรือที่เรียกว่า Extracurricular activities หรือ Extraclass activities หรือ Out-of-Class activities มีการเรียกชื่อในภาษาไทยแตกต่างกันไป เช่น กิจกรรมร่วมหลักสูตร กิจกรรมนักเรียน กิจกรรมนิสิต กิจกรรมนักศึกษา ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ของกิจกรรมเสริมหลักสูตรไว้ดังนี้

ประภาพรรณ สุวรรณสุข (2526 : 48-49) กล่าวว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตรเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นนอกเหนือไปจากกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อส่งเสริมประสบการณ์ของนักเรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เพื่อช่วยทำให้การเรียนการสอนในหลักสูตรสมบูรณ์ขึ้น และเพื่อให้นักเรียนปรับตัวเข้ากับสภาพสังคม ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งกิจกรรมประเภทนี้จะ ไม่มีการบังคับให้นักเรียนเข้าร่วม แต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนสมัครเข้าร่วม ในกิจกรรมที่ตนสนใจ นอกจากนั้นจะต้อง ไม่มีการให้คะแนน

นพพงษ์ บุญจิตราดุลย์ (2527 : 38) กล่าวว่า กิจกรรมนักเรียน หมายถึง บรรดา กิจกรรมประกอบหรือนอกหลักสูตรทั้งหลาย ที่ให้การศึกษาแก่นักเรียนนอกห้องเรียน จัดขึ้น โดยนักเรียนสมัครใจที่จะเข้าเรียนและดำเนินการเอง โดยความเห็นชอบ และสนับสนุนจาก คณาจารย์และ ไม่มีการให้คะแนนใด ๆ ในอันที่จะส่งเสริมให้เด็กเลื่อนชั้นหรือสำเร็จการศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ (2528 : 13) กล่าวว่ากิจกรรมนักเรียน หมายถึง กิจกรรมที่จัดเพื่อส่งเสริมการเรียน ในหลักสูตรให้กว้างขวางยิ่งขึ้น นอกเหนือจากหลักสูตรกำหนด เนื้อหาวิชาไว้ เพื่อสนองความสนใจและเพื่อส่งเสริมพัฒนาบุคลิกภาพ และอุปนิสัยของนักเรียน

สมหมาย วัฒนาศิริ (2535 : 5) กล่าวว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตรหรือกิจกรรมนักเรียนเป็นกิจกรรมทุกอย่างที่ทาง โรงเรียน แต่เป็นความสมัครใจของนักเรียนเองที่จะเลือก เข้ากิจกรรมตามความสนใจ เพื่อให้ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ซึ่งอาจจะดำเนินงาน โดยนักเรียนหรือครูก็ได้ กิจกรรมดังกล่าวไม่มีคะแนนหรือหน่วยกิตที่จะช่วยให้นักเรียนเลื่อนชั้น การศึกษา

จากความหมายต่าง ๆ ของกิจกรรมเสริมหลักสูตร พอสรุปได้ว่า หมายถึงกิจกรรมที่ดำเนินการ โดยนักเรียน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ส่งเสริมพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ของสมาชิกเป็นการสร้างพื้นฐาน และฝึกการทำงานตามระบอบ

ประชาธิปไตย เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนได้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ โดยไม่คิดคะแนนทางวิชาการ

### 3.2 จุดมุ่งหมายในการจัดทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร

เอล (Held. 1958 : 88-89) ให้ความมุ่งหมายเกี่ยวกับ การจัดทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ว่าจัดเพื่อ

1. ประโยชน์กับตัวนักเรียนเอง
2. ประโยชน์ในแง่ส่งเสริมการเรียนการสอนในหลักสูตร
3. ประโยชน์ที่จะทำให้เกิดการบริหารงานของสถาบันมีประสิทธิภาพมากขึ้น
4. ประโยชน์ที่เกิดกับสังคมส่วนรวม

ประเพณี วิบูลย์ประพันธ์ (2533 : 9-10) ได้กล่าวถึง ความมุ่งหมายเกี่ยวกับการจัดทำกิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อให้นักเรียนพัฒนา ดังนี้

1. เพื่อให้มีระเบียบวินัย
2. เพื่อให้มีความจงรักภักดีต่อสถาบัน ชชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์
3. เพื่อให้มีความเข้าใจ และเลื่อมใสในการปกครองตามระบบประชาธิปไตย

อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

4. เพื่อให้มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่ ภายในขอบเขตของ

กฎหมาย

5. เพื่อให้มีความซาบซึ้งในคุณค่า ดำรงไว้และส่งเสริมเอกลักษณ์วัฒนธรรมอันดี

งามของชาติไทย

6. เพื่อให้เกิดความรัก และสามัคคีในหมู่คณะ

7. เพื่อส่งเสริมทักษะ ความถนัด และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กิจกรรมเสริมหลักสูตรที่จัดให้กับนักเรียน เป็นการส่งเสริมความรู้ความสามารถให้กับนักเรียนตามความถนัดและสนใจ ก่อให้เกิดประโยชน์กับตัวนักเรียน สังคม และประเทศชาติ

### 3.3 ประเภทของกิจกรรมเสริมหลักสูตร

กระทรวงศึกษาธิการ (2528 : 5-6) ได้ระบุ ประเภทของกิจกรรม ที่ควรจัด ในสถานศึกษาสังกัดกระทรวงศึกษาธิการมีดังนี้

1. กิจกรรมลูกเสือหรือเนตรนารี หรือกิจกรรมผู้นำเพื่อประโยชน์
2. กิจกรรมศาสนา
3. กิจกรรมส่งเสริมวัฒนธรรมไทย
4. กิจกรรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์
5. กิจกรรมการใช้ห้องสมุด
6. กิจกรรมส่งเสริมใช้สินค้าไทย
7. กิจกรรมอนุรักษ์ศิลปกรรมและสิ่งแวดล้อม
8. กิจกรรมทัศนศึกษา
9. กิจกรรมนันทนาการ
10. กิจกรรมส่งเสริมวิชาการต่าง ๆ ในหลักสูตร

กิจกรรมเสริมหลักสูตรที่นิยมจัดกัน คือ กิจกรรมส่งเสริมวิชาการในหลักสูตร ในหมวดวิชา และรองลงมา คือ กิจกรรมชุมนุม เพื่อเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เพราะกิจกรรมเสริมหลักสูตร จะช่วยให้นักเรียนเจริญงอกงามเป็นคนโดยสมบูรณ์ และเจริญเติบโตในทุก ๆ ด้าน

### 3.4 ค่ายวิทยาศาสตร์

ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร ที่ส่งเสริมวิชาการต่าง ๆ ในหลักสูตร ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับค่ายวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

บัญชา อุทัยรัตน์และอรรณดิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2527 : 364-365) กล่าวว่า การจัดค่ายพักแรมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ศึกษาภายนอกห้องเรียน ซึ่งสามารถจัดให้นักเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับมัธยมศึกษา กิจกรรมนี้เหมาะสมกับนักเรียน ที่มีอายุระหว่าง 12 -16 ปี เพราะนักเรียนในวัยนี้ชอบสร้างมโนภาพ เป็นวัยที่เริ่มใช้เหตุผล อยากทดลอง อยากค้นคว้า อยากรู้ อยากเห็นและมีความกระตือรือร้นในด้านการศึกษา ประกอบกับความสามารถที่ช่วยตัวเองในด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

ประมวล ศิริวัฒน์แก้ว และคณะ (2528 : 11) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เสริมหลักสูตรชนิดหนึ่ง โดยจัดให้นักเรียนมาเข้าร่วมกิจกรรมกัน ณ. ที่ใดที่หนึ่งในช่วงเวลาที่กำหนดให้

สมหมาย วัฒนาศรี (2533 : 85) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมประเภทหนึ่ง ของการศึกษาวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน ซึ่งจัดให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมภายในโรงเรียนหรือกิจกรรมนอกโรงเรียน ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์นั้นอาจจัดให้นักเรียนพักแรมหรือไม่พักแรม

ในการจัดเตรียมค่ายวิทยาศาสตร์ ควรสำรวจสถานที่ ที่พัก และที่จัดกิจกรรมให้เหมาะสม ควรเตรียมโครงการอย่างละเอียด สำรวจจำนวนนักเรียนที่จะร่วมกิจกรรม ค่ายวิทยาศาสตร์ แล้วแจ้งให้ผู้ปกครองเพื่อขออนุญาตนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม กำหนดตารางจัดกิจกรรม ประชุมอาจารย์ผู้ร่วมงาน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

### 3.5 ความมุ่งหมายค่ายวิทยาศาสตร์

ภพ เลาทไพบูลย์ (2534 : 290) ได้กล่าวถึง ความมุ่งหมายของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้สิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ รู้จักวิถีธรรมชาติ
  2. เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง นอกเหนือจากในห้องเรียน ได้ฝึกการสังเกตเก็บข้อมูล ทำการทดลองและสรุป
  3. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ วิธีการศึกษาธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  4. เพื่อให้นักเรียนรู้จักวิถีเก็บ และรักษาตัวอย่างสิ่งของต่างๆ เช่น พืช สัตว์ ก้อนหินดิน แร่
  5. เพื่อนำเอาประสบการณ์มาใช้ในชีวิตประจำวัน
  6. เพื่อให้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
  7. เพื่อฝึกการอยู่ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรู้จักรับผิดชอบต่อตนเอง
- จากความหมายของค่ายวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นกล่าวพอสรุป ได้ว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยนำนักเรียนมาอยู่รวมกันในสถานที่และเวลาที่กำหนดให้ มีการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน และสร้างเสริมประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

### 3.6 กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

สำหรับขอบเขตและลักษณะของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ประมวล ศิริวัฒน์แก้วและคณะ (2528 : 13-15) ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ด้าน คือกิจกรรมด้านวิชาการและกิจกรรมด้านนันทนาการ พร้อมทั้งได้ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

#### 1. กิจกรรมด้านวิชาการ

กิจกรรมทางด้านวิชาการในค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเสริมจากหลักสูตรปกติ จึงควรเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าแก่นักเรียน มีหลักสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือ ต้องเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถจะจัดได้หรือจัดได้ยากในภาคเรียนปกติ ซึ่งกิจกรรมทางวิชาการของค่ายวิทยาศาสตร์ มีหลายแบบดังนี้

1.1 การศึกษาและดูงานหน่วยงานและสถานที่ต่าง ๆ เป็นการเพิ่มประสบการณ์ตรงสำหรับนักเรียนให้ได้เรียนรู้จากของจริง อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1.1 หน่วยงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์

1.1.2 หน่วยงานที่ผลิตงานทางวิทยาศาสตร์

1.1.3 หน่วยงานที่จัดแสดงผลงานทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ สาขา

1.2 การศึกษาและสำรวจสภาพธรรมชาติ (Field Trip) เป็นการจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียน เน้นไปในเรื่องของการศึกษาระบบนิเวศน์ในธรรมชาติ หรือสภาวะแวดล้อมเป็นหลัก

1.3 การบรรยายทางวิชาการ เน้นบุคคลที่มีผลงานเด่นบุคคลที่มีชื่อเสียงบุคคลที่เคยได้รับรางวัลเป็นบุคคลตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับข้อมูลตรงจากผู้สร้างผลงานเป็นการสร้างเจตคติที่ดีในการศึกษา

1.4 การฝึกงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ เป็นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง

#### 2. กิจกรรมด้านนันทนาการ

การจัดกิจกรรมด้านนันทนาการ เป็นการจัดกิจกรรมที่ถือว่ามี ความจำเป็นอย่างหนึ่ง เพราะมุ่งสนองจุดประสงค์ของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ กิจกรรมด้านนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกร่วมกัน ฝึกให้มีวินัย ความสามัคคี ความมีน้ำใจความเสียสละ และความอดทน ฝึกในเรื่องของการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี แนวทาง

ในการจัดกิจกรรมด้านนันทนาการมีดังนี้

1. กิจกรรมที่จัดควรสนองจุดประสงค์ของ โครงการที่ตั้งไว้
2. กิจกรรมที่จัดควรให้ทั้งด้านสาระและความบันเทิง
3. กิจกรรมที่จัดควรสอดคล้องกับกิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมด้านวิชาการ
4. กิจกรรมที่จัดควรคำนึงถึงความเหมาะสมในแง่ของบุคคลและสถานที่
5. กิจกรรมที่จัดควรจะต้องมีการวางแผนประสานงานและการจัดเตรียมที่ดี ควรมีการกำหนดผู้รับผิดชอบในกิจกรรมย่อย ๆ อย่างชัดเจน
6. การจัดกิจกรรมด้านนันทนาการนั้นสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลง แก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพเหตุการณ์ในแต่ละวัน ได้

จากความหมายและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับค่ายวิทยาศาสตร์ และลักษณะของกิจกรรมที่จัด กล่าวพอสรุปได้ว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน ซึ่งจัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ณ. ที่ใดที่หนึ่ง ในช่วงเวลาที่กำหนด สมาชิกที่เข้าค่ายได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ มีผลทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ และสังคม ดังนั้น เพื่อให้เกิดพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ดังกล่าว กิจกรรมที่จัดในค่ายวิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วย กิจกรรมด้านวิชาการและนันทนาการ ในลักษณะการผสมผสานกัน จึงต้องจัดกิจกรรมทั้งสองด้าน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของ โครงการที่ตั้งไว้

#### 4. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

##### 4.1 ความหมายของชุดการเรียน

ชุดการเรียน (Learning Package) เป็นสื่อการสอน ที่เปลี่ยนมาจากคำเดิมว่า ชุดการสอน (Instructional Package) ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ใช้กันมาตั้งแต่เดิม การใช้คำว่า ชุดการเรียนทำให้เกิดความคิดว่า เป็นสื่อการเรียนที่จัดไว้ให้ครูเป็นผู้ใช้ ในปัจจุบันนักการศึกษา จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า ชุดการเรียนแทน เพื่อเข้าถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนเพื่อศึกษาด้วยตนเอง ชุดการเรียนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนสำเร็จรูป ชุดการสอนรายบุคคล ชุดกิจกรรม ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน (สมปัญญา ศรีภคานนท์. 2535 : 22)

วีระ ไทยพานิช (2529 : 134) กล่าวว่า ชุดการเรียนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น

ชุดการสอน (Instructional Package) ชุดการเรียนเบ็ดเสร็จ (Self-Instruction Package) ชุดการสอนรายบุคคล (Individualized Learning Package) ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi - Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อ เนื้อหาและอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุด หรือกล่อง หรือซอง ชุดการเรียนอาจมีรูปแบบ (Formats) ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วย คำชี้แจง หัวข้อจุดมุ่งหมาย การประเมินผลเบื้องต้น การกำหนดกิจกรรม และการประเมินผลขั้นสุดท้าย

วาสนา ชาวทา (2522 : 32) ได้กล่าวถึง ชุดการเรียนการสอนว่า หมายถึง การวางแผนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อต่าง ๆ ร่วมกัน (Multi media Approach) หรือ หมายถึง การใช้สื่อประสม (Multi Media) เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ อย่างกว้างขวางและเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

#### 4.2 จิตวิทยาที่ใช้ในชุดการเรียน

บลูม (วิชัย ติสสระ. 2533 : 249-250 ; อ้างอิงมาจาก Bloom. 1956) กล่าวไว้ว่า การสอนที่มีคุณภาพ ประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการคือ

1. การใช้แนวทาง (Cues) คือคำอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Participation) กิจกรรมการเรียนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก
3. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของคำชม หรือการเสริมแรงภายใน เช่น ความอยากรู้ อยากรู้เห็น
4. การให้ผลย้อนกลับ และการแก้ไขสิ่งบกพร่อง (Feedback and Correction) การแจ้งผลการสอบย่อยแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองบกพร่องในเรื่องใด และครูต้องสอนซ่อมเสริมตรงไหน

ชียงรงค์ พรหมวงศ์ (2531 : 119) กล่าวไว้ว่า มีแนวคิดจิตวิทยาในการสร้างนวัตกรรมดังนี้คือ

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
3. มีสื่อการเรียนใหม่ ๆ ที่ช่วยในการเรียนของนักเรียน แทนการสอนของครู

4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนจากครูเป็นผู้นำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นนักเรียนเป็นผู้นำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น

#### 4.3 โครงสร้างของชุดการเรียนรู้

ลัดดา ศุขปรีดี (2523 : 32) กล่าวว่าไว้ว่าชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. ข้อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน
3. บัตรแนะนำวิธีการเรียน
4. สื่อการเรียนรู้
5. ข้อทดสอบหลังเรียน

คาร์ดาเรลลี (บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. 2533 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Cradarelli.

1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ว่าประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การทดสอบก่อนการเรียนรู้
6. กิจกรรมการเรียนรู้
7. คำถามทบทวนและแนวทางในการตอบ
8. การทดสอบย่อย
9. การทดสอบขั้นสุดท้าย

ดีวิตโต และครอกโกเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388)

ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีชื่อว่า

"Creative Sciencing : Ideas and Activitie for Teacher and Children"

กิจกรรมที่สร้างขึ้น ได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและให้เกิดกิจกรรมตามมามาก

ชุดกิจกรรมมีรูปแบบดังนี้

1. ปัญหาที่จะนำไปสู่กิจกรรม

2. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยาย หรือกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากสถานการณ์
4. ข้อเสนอแนะให้นักเรียนมีแนวทางในการทำกิจกรรมต่อไป
5. คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดเจตคติ และความสนใจ ที่จะประกอบกิจกรรม หรือ ดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

#### 4.4 คุณค่าของชุดการเรียนรู้

กรินวาลด์ (เชาว์นีย์ อะยะวงค์. 2526 : 32; อ้างอิงมาจาก Grinewald. 1975) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น
2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนและพยายามที่จะศึกษานิยามผลการเรียนของตนเองว่ารู้อะไรบ้าง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรบ้าง
3. สีต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ
4. ชุดการเรียนรู้มีการแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ต้องสมุด เป็นต้น
5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้ว ย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือทำกิจกรรมต่อไป

#### 4.5 ชุดกิจกรรม

การใช้ชุดกิจกรรมในการสอน เป็นนวัตกรรมทางการสอนที่ดีอย่างหนึ่ง เพราะสามารถพัฒนาพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนั้นมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะประกอบด้วยเอกสาร 2 ชุด คือ ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน ใช้เป็นแนวปฏิบัติ กับชุดคู่มือครู สำหรับใช้เป็นแนวทางในการสอน ส่วนรายละเอียดของชุดกิจกรรมแต่ละชุดนั้น มีดังนี้

อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์ (2532) สร้างชุดกิจกรรมขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย โดยชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู และชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู มีไว้เพื่อให้ครูเป็นแนวทางในการจัดการเรียน การสอนและดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรม

1.2 คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะ ของการจัดกิจกรรม เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยกล่าวให้ผู้อ่าน ได้มองเห็นภาพรวม ของกิจกรรม

1.3 จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญในการสร้างชุดกิจกรรม ซึ่ง แบ่งออกเป็น

1.3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป ซึ่งเป็นส่วนที่บ่งบอกจุดหมายปลายทาง โดยทั่วไป ของการจัดกิจกรรม

1.3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงพฤติกรรมที่นักเรียน ต้องทำ เพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม

1.4 แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรม เพื่ออธิบายให้ครูทราบว่า อะไรเป็นสาระสำคัญที่นักเรียนควรได้รับและเข้าใจ จากการเรียนตามกิจกรรม

1.5 เวลาที่ใช้ ระบุเวลาโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้น ๆ ควรใช้เวลาเท่าไร

1.6 สื่อ ระบุถึงวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ครู ทราบว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง ในการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง

1.7 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการเรียนการสอน เพื่อให้ บรรลุจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ดังนี้

    ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน

    ขั้นสอน เป็นส่วนให้ความรู้ และสาธิตประกอบการบรรยาย และให้ นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม

    ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้นำเอาประสบการณ์ ที่ได้รับใน ขั้นสอนมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้เกิดความเข้าใจและแนวทางแก้ปัญหาที่อาจจะ พบในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

    ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ครูและนักเรียนช่วยกันรวบรวมข้อมูลความรู้จากขั้นสอน และขั้นอภิปราย มาสรุปเพื่อให้ได้สาระสำคัญในการทำกิจกรรม

ชั้นวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่ครูต้องการตรวจสอบว่า เมื่อจบกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมแล้ว นักเรียนสามารถทำกิจกรรมบรรลุวัตถุประสงค์ ที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร โดยใช้วิธีสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขณะดำเนินกิจกรรม และประเมินจากแบบฝึกหัดทำยบท หรือผลงานของนักเรียนแต่ละชั้น ที่นักเรียนทำในแต่ละกิจกรรม โดยใช้เกณฑ์ ดี พอใช้ ควร ปรับปรุง และให้ระดับคะแนน 3, 2, 1, ตามลำดับ

ชิ้นส่งงาน เป็นส่วนหนึ่งที่ครูแจ้งให้นักเรียนได้เตรียมตัว และจัดหาวัสดุอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อนำมาใช้ในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

1.8 ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้คำเฉลยของแบบฝึกหัด ความรู้ หรือหลักการต่าง ๆ ในกิจกรรมนั้น ๆ สำหรับครู กิจกรรมสำหรับนักเรียนและแบบฝึกหัดทำยบทกิจกรรมสำหรับนักเรียน และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับครูเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม

2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน มีไว้เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ เป็นส่วนที่ระบุวัตถุประสงค์ที่สำคัญของกิจกรรม

2.2 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุให้นักเรียนได้ทราบช่วงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง

2.3 สิ่งที่นักเรียนต้องเตรียมมา ระบุถึงสิ่งที่นักเรียนจะต้องเตรียมไว้เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมที่กำหนดให้

2.4 กิจกรรมที่นักเรียนต้องทำ ระบุว่านักเรียนต้องทำอะไรบ้างในกิจกรรม

2.5 การประเมินผล ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลรายกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ทราบเกณฑ์ที่ใช้ในกิจกรรมที่กำหนดให้

สมชัย อุมะวรรณ (2532) ได้สร้างชุดกิจกรรม เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม
2. แนวคิดในการจัดกิจกรรม เป็นส่วนที่อธิบาย มโนคติหลักของแต่ละกิจกรรม
3. วัตถุประสงค์ จะบอกความสามารถที่นักเรียนจะเกิดหลังการทำกิจกรรม
4. เวลา บอกเวลาทั้งหมดในการปฏิบัติกิจกรรม
5. อุปกรณ์ บอกรายชื่ออุปกรณ์ และจำนวนที่ใช้ต่อจำนวนทั้งหมด

6. วิธีดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนระบุวิธีการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย
  - ขั้นนำ อธิบายว่าผู้ดำเนินกิจกรรมจะเตรียมเด็กอย่างไร
  - ขั้นดำเนินกิจกรรม จะอธิบายวิธีปฏิบัติของผู้ใช้กิจกรรมตั้งแต่ต้นจนจบ
  - ขั้นสรุป ระบุว่าผู้ใช้ชุดกิจกรรมจะสรุปการปฏิบัติแต่ละกิจกรรมอย่างไร
  - ขั้นประเมินผล เป็นส่วนระบุใช้ชุดกิจกรรมประเมินผลกิจกรรม
7. เอกสารประกอบการทำกิจกรรม เป็นส่วนที่ให้ตัวอย่างเอกสาร ไว้สำหรับให้นักเรียนปฏิบัติ เรียกเอกสารนี้ว่า เอกสารสำหรับนักเรียน
8. ตัวอย่างผลการปฏิบัติกิจกรรม บางกิจกรรมมีตัวอย่างผลของการปฏิบัติกิจกรรมไว้ให้ครูได้ศึกษา และคำแนะนำเพิ่มเติม
  - ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533) ได้สร้างชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในชุดกิจกรรมประกอบด้วย
    1. คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นคู่มือสำหรับครูใช้เป็นแนวทาง ในการดำเนินกิจกรรมประกอบด้วยหัวข้อสำคัญดังนี้
      - 1.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรม และชื่อกิจกรรม
      - 1.2 คำชี้แจง อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของกิจกรรม
      - 1.3 จุดมุ่งหมาย ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมระบุเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนจะทำได้
      - 1.4 สำระสำคัญ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรม เพื่ออธิบายให้ครูทราบว่าอะไรเป็นส่วนสำคัญที่จัดให้นักเรียน
      - 1.5 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาในการทำกิจกรรม
      - 1.6 สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม เพื่อให้ครูทราบว่า จะต้องเตรียมอะไรบ้าง ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง
      - 1.7 การดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม อธิบายวิธีใช้ชุดกิจกรรม การให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูกำหน้าที่อำนวยความสะดวก และให้คำปรึกษา ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรม เมื่อการปฏิบัติกิจกรรมสิ้นสุดลง นักเรียนต้องเอาประสบการณ์ ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม มาอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และแนวทางในการแก้ปัญหา ที่อาจพบ

ในการดำเนินกิจกรรมครั้งต่อไป สุตทำให้นักเรียนร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้สาระสำคัญในกิจกรรม

1.8 การวัดและการประเมินผล เป็นส่วนที่ครูต้องการตรวจสอบว่า เมื่อจบกิจกรรมแล้ว นักเรียนสามารถทำกิจกรรมบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร

2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดที่ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง ประกอบด้วย

2.1 ชื่อกิจกรรม เหมือนในคู่มือครู

2.2 วัตถุประสงค์ เหมือนในคู่มือครู

2.3 เวลาที่ใช้ เหมือนคู่มือครู

2.4 การเตรียมล่วงหน้า เป็นส่วนที่ระบุวัสดุอุปกรณ์ ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรมล่วงหน้ารวมถึงการให้นักเรียนเตรียมความรู้ ในการทำกิจกรรมและการที่ครูแนะนำเอกสารที่จะใช้ในการดำเนินกิจกรรม

2.5 กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นระบุปัญหา

ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน

ขั้นสรุปผล

2.6 สาระสำคัญ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรม เพื่ออธิบายให้นักเรียนทราบว่า อะไรเป็นส่วนที่สำคัญที่นักเรียนจะได้รับและเข้าใจจากการเรียนตามกิจกรรม ในกิจกรรมประกอบด้วย การทดลอง การประดิษฐ์ การแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามข้อความที่ระบุไว้

2.7 การประเมินผล เป็นส่วนที่ระบุเกณฑ์ใช้ในการประเมินผลรายกิจกรรม เพื่อเป็นการประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม

สรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรม เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดสื่อไว้อย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจเรียนตลอดเวลา ทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรม สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการสอนเพื่อฝึกให้เกิดความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

## 5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถและการประเมินการปฏิบัติ

### 5.1 ความสามารถ

ความสามารถเป็นพลังที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลที่จะกระทำ ดัดแปลงปรับปรุงกิจกรรมตามสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เสร็จสมบูรณ์ (Good. 1959 : 1)

ความสามารถทางการเรียนเป็นพลังธรรมชาติ เพื่อรับรูปแบบทางพฤติกรรม เจตคติ และวิธีการต่าง ๆ ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยผ่านกระบวนการทางสมองและร่างกาย เช่น การจำ การใช้เหตุผล การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ (ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยผ่านกระบวนการทางสมองและร่างกาย เช่น การจำ การใช้เหตุผล การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ) ของร่างกาย ซึ่งก่อให้เกิดพฤติกรรมใหม่โดยอาศัยประสบการณ์เดิม (Good. 1973 : 1) บุคคลจะมีความสามารถไม่เท่ากัน ซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถ (Ability Test) โดยวัดระดับสติปัญญาหรือความถนัด (Good. 1973 : 594)

### 5.2 การประเมินผลงานด้านปฏิบัติ

เดตัน (สุวิษ บุตรสุวรรณ. 2524 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Deighton. 1971) ได้นิยามความหมายของทักษะ (Skill) ไว้ว่า เป็นระดับของความคล่องแคล่วที่เกิดขึ้น ในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ หรืองานหลาย ๆ อย่างที่เกี่ยวข้องกัน เดอ เชคโกและครอฟอร์ด (สุวิษ บุตรสุวรรณ. 2524 : 8 - 9 ; อ้างอิงมาจาก De Cecco and Crawford. 1974) ได้ให้นิยามคำว่า ทักษะไว้ว่า คือ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ที่ต่อเนื่องเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน นอกจากนั้นจะต้องอาศัยการประสานงาน ของมือและสายตา สำหรับการเรียนรู้ด้านอวัยวะ และการประสานงานของลิ้นกับฟันในด้านการเรียนรู้ทางภาษา

แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล เป็นการวัดผลรวม (Summative Test) โดยให้ผู้เรียนแสดงการกระทำหรือปฏิบัติงานออกมา ซึ่งจะวัดการปฏิบัติ (Process) และผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ (Product) มาร์แชล (หทัยทิพย์ วิมประภาพรกล. 2533 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Marshall. 1971) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวหรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้ถูกสอบ มาร์แชลได้จัดรูปแบบของแบบทดสอบไว้ 3 ความหมายคือ

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านความคิด ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการสอบทักษะด้านภาษาทางการฟัง การพูด และการกระทำที่เกี่ยวข้องกับความคิด

2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องจักร และเครื่องมือต่าง ๆ ประกอบในการทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ให้ประสบผลสำเร็จ

3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ได้กำหนดให้เกิดจากการทำงานจากสถานการณ์จำลอง เช่นการให้เขียนตัวเลข การพิมพ์

เมท์เรนส์ และเลห์แมน (ทักทิมย์ วิมประภาพรกุล. 2533 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Mehrens and Lehman. 1984) ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า โดยทั่วไปจะเป็นแบบทดสอบ 1 ใน 3 ของประเภทต่อไปนี้

1. แบบทดสอบภายใต้สภาวะการที่จำลองขึ้นมา (Tests Under Simulated Conditions) เช่น การฝึกหัด (Training) ของนักบิน

2. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Tests) เป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ (Reliable) และสมเหตุสมผล (Valid) มากที่สุด เพราะผู้เข้าสอบจะทำการผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมาอย่างแท้จริง

3. การทดสอบการจำได้ (Recognition Tests) ความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ก็คือ เป็นแบบทดสอบ ที่วัดความสามารถของผู้เข้าสอบเกี่ยวกับความสามารถในการจัดลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผลผลิต (Products) และการปฏิบัติได้หรือไม่ หรือวัดความสามารถในการจำแนกแยกแยะ (Identify)

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (2522 : 18) ได้ให้ความหมายของการทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่าเป็นการทดสอบที่มีจุดประสงค์ให้ผู้สอบได้ปฏิบัติ แบบทดสอบนี้ต้องการวัดวิธีการ (Process) หรือผลงาน (Product) ในการปฏิบัติ เช่น การทดสอบภาคปฏิบัติในวิชาศิลปะ งานช่าง และพลศึกษา

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2531 : 156-158) ระบุไว้ว่า การวัดด้านการปฏิบัติ อาจจะเริ่มตั้งแต่การทดสอบทางด้านความรู้ความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติ จนกระทั่งให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ดังนั้นการวัดการปฏิบัติจึงเป็นการเลียนแบบชีวิตจริงในระดับต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความจริงที่กำหนดขึ้น เช่น ระดับความเป็นจริงในการทดสอบ

การปฏิบัติ ทักษะในการนำวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ไขปัญหา ในการแลกเปลี่ยนเงิน  
ทองเงิน ถ้าทำการทดสอบ เพียงแต่เอาปัญหาการซื้อของในร้านค้า มาให้นักเรียนทำ  
ก็เป็นการเลียนแบบที่มีความเป็นจริงต่ำ (Low Realism) แต่ถ้าให้นักเรียนเข้าซื้อของ  
ในร้านจริง ๆ ก็เป็นการเลียนแบบ ที่มีความเป็นจริงสูง (High Realism)

การทดสอบการปฏิบัติ แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ตามระดับความเป็นจริง

1. การทดสอบการปฏิบัติด้วยการเขียนตอบ จะแตกต่างไปจากการสอบโดยทั่วไป  
ไป เพราะการทดสอบนี้จะมุ่งการใช้ความรู้และทักษะ คำถามส่วนใหญ่เป็นการใช้ความรู้ที่เป็น  
ผลมาจากการเรียนรู้ที่ผ่านมา คำกริยา "สร้าง (Construct)" มักจะใช้กับการสอบ  
การปฏิบัติ เช่น ให้นักเรียนสร้างแผนที่อากาศ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงจรรไฟฟ้า แปลนอาคาร  
การออกแบบผ้า แผนการทดลอง จากตัวอย่างดังกล่าว การทดสอบการปฏิบัติจะใช้วัดคุณภาพ  
ของผลงานในการใช้ความรู้และทักษะของนักเรียน

2. การทดสอบเชิงจำแนก (Identification Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กัน  
อย่างแพร่หลายในระดับความเป็นจริงต่าง ๆ เช่น ให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือ หรือชิ้นส่วน  
ของเครื่องมือ ว่าเป็นอะไรบ้าง และแต่ละชิ้นมีหน้าที่อะไร ถ้าเป็นการทดสอบที่ซับซ้อนหรือ  
ยากขึ้นอาจจะมอบงานให้นักเรียน เช่น ให้อายุที่ไฟฟ้าลัดวงจร ให้ระบุเครื่องมือ อุปกรณ์  
และวิธีการที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน และถ้าเป็นคำถามที่สลับซับซ้อนไปอีก เช่น ให้จำแนกการ  
ฟังเสียงการทำงานของเครื่องยนต์ และหาสาเหตุ ทำไมจึงมีเสียงเช่นนั้น และจะแก้ไขให้ดี  
ได้อย่างไร

การทดสอบเชิงจำแนกในบางครั้งจะใช้วัดทักษะการปฏิบัติทางอ้อม เช่น เพื่อที่จะรู้  
ว่าใครมีประสบการณ์ในการทำงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือไม่ ก็จะใช้การทดสอบเชิงจำแนก  
ไปวัดโดยประเมินว่า ผู้ที่สามารถจำแนกเครื่องมือต่าง ๆ ในงานนั้นได้ ก็จะมีประสบการณ์  
ในงานนั้น ถ้าไม่สามารถจำแนกได้ก็ไม่มีประสบการณ์ในงานนั้น การทดสอบเชิงจำแนกยังใช้  
เป็นเครื่องมือในการเตรียมนักเรียน เพื่อการปฏิบัติจริงหรือสถานการณ์จำลอง

3. การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ (Simulated Performance) จะเน้นวิธีการ  
โดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในสถานการณ์ที่เหมือนจริง เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาชีพให้  
ทำการทดลอง โดยการออกแบบเชิงสร้างสถานการณ์ตามงานจริง หรือในการฝึกหัดขับรถยนต์และ  
ฝึกหัดขับเครื่องบินก็จะใช้วิธีการสร้างสถานการณ์ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ จะช่วยป้องกัน

ไม่ให้นักเรียนได้รับอันตราย และไม่ทำให้เครื่องมือราคาแพงเสียหายระหว่างการพัฒนาทักษะในชั้นแรก ๆ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ ในบางครั้งอาจจะนำมาใช้ในการประเมินในขั้นสุดท้ายของทักษะการปฏิบัติ

4. การปฏิบัติงานจริง (Work Sample) ในการทดสอบการปฏิบัติซึ่งมีหลายวิธีการนั้น การปฏิบัติงานจริงถือว่ามีระดับความเป็นจริงสูงสุด นักเรียนจะต้องแสดงตัวอย่างของงานภายใต้สถานการณ์จริง เช่น ในการทดสอบทักษะการขับรถยนต์ นักเรียนจะต้องขับจริง มีสภาพเหมือนการขับรถยนต์โดยทั่ว ๆ ไป มีเครื่องหมายจราจรต่าง ๆ เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ติดไฟแดง ขึ้นสะพาน โดยให้นักเรียนต้องแสดงความสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เผชิญหน้าได้ การปฏิบัติงานจริงยังนำมาใช้ในธุรกิจ และงานอุตสาหกรรม โดยกำหนดตัวอย่างให้ทำ เช่น กำหนดให้นักเรียนทำงานเป็นโครงการ โดยมีขั้นตอนเหมือนกับงานจริง ๆ มีการออกแบบการเลือกใช้วัสดุการก่อสร้าง เป็นต้น

### 5.3 การวัดการปฏิบัติจริง (Work Sample)

การปฏิบัติงานจริง มีสิ่งที่จะต้องวัด 2 ประการคือ ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับการวัดพฤติกรรมของนักเรียน (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2531 : 616- 612) ดังนี้

1. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลการปฏิบัติงาน สามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ วิธีการ (Procedure) และผลงาน (Product)

วิธีการ (Procedure) คือชุดหรือลำดับขั้นตอนของการกระทำของนักเรียน ส่วนผลงาน (Product) ก็คือผลจากการปฏิบัติตามวิธีการนั้น ตัวอย่างเช่น การพิมพ์ติด วิธีการได้แก่ การนั่ง การวางนิ้วบนแป้นให้เหมาะสมก่อนเริ่มพิมพ์ การจับตาอยู่ที่สิ่งพิมพ์มากกว่าตัวอักษรบนแป้น และการเคาะแป้นแต่ละนิ้ว เป็นต้น ส่วนผลงานคือสิ่งที่พิมพ์ได้

ในการวัดวิธีการ เช่น วิธีการใช้เครื่องมือ ในการทดลอง วิธีการแก้ปัญหาผู้วัดจะต้องใช้เวลาในการสังเกตการปฏิบัติทุกขั้นตอน จะต้องตั้งจุดมุ่งหมายว่าจะดูอะไรบ้าง โดยเน้นประสิทธิภาพ และความแม่นยำของการดำเนินงาน ขณะประเมินจะต้องให้ผู้ถูกประเมินอยู่ในสภาวะที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด คือปกติวิสัยแล้วเขาจะปฏิบัติอย่างไร

ส่วนการวัดผลงาน เป็นการวัดที่เป็นอัตนัยมาก และงานแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์

ในการประเมินต่างกันไป ซึ่งจะต้องมีมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ยอมรับในระดับหนึ่ง การตั้งเกณฑ์หรือมาตรฐานจะต้องคำนึงถึงอายุของนักเรียน ระดับวุฒิภาวะและประสบการณ์ของนักเรียน การตัดสินผลงาน ต้องเลือกเกณฑ์ให้เหมาะสมกับผลงานของนักเรียน ไม่ควรเปรียบเทียบกับผลงานที่ผลิตโดยผู้มีวิชาชีพ

2. การวัดทางด้านพฤติกรรมของนักเรียน นอกจากอยากจะรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไร นักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนปฏิบัติได้อย่างไรแล้ว ยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย เช่น ขณะที่อยู่ในห้องเรียนนักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบให้ความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยตนเองหรือไม่

#### 5.4 วิธีการสังเกตการปฏิบัติงานจริง

การสังเกตทำให้สามารถรู้เรื่องราวของนักเรียนแต่ละคนได้จากการปฏิบัติงานจริงอาจใช้วิธีการต่อไปนี้ (ส.วาสนา ประมวลพฤษ์. 2527 : 3-5)

1. การสังเกตโดย (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สังเกตทำให้ได้ข้อมูลที่ดี นักเรียนมีความรอบรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ การสังเกตอาจจะต้องเลือกว่าจะสังเกตตามโครงร่างที่กำหนดไว้ หรือไม่ต้องมีโครงร่าง

2. การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ทำให้รู้ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตอนที่ทำไม่ได้สังเกตด้วยตนเองนั้น เหตุการณ์เป็นอย่างไร การสัมภาษณ์สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น อาจสัมภาษณ์ความคิดของนักเรียน เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างที่อยู่ในสถานการณ์เดียวกัน

3. การเขียนรายงาน (Self - Report) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเอง เหมือนการสัมภาษณ์ เพียงแต่ไม่มีคนคอยตั้งคำถามเท่านั้นเอง

4. นักเรียนสังเกตกันเอง (Peer Review) การเก็บข้อมูล โดยวิธีการนี้จะให้นักเรียนสังเกตกันเอง แล้วรายงานผลการสังเกต โดยการวิจารณ์เปรียบเทียบประโยชน์ของเทคนิคนี้ช่วยประหยัดเวลา และนักเรียนบางคนสามารถปฏิบัติงานได้ดี ถ้ามีอิสระไม่ถูกรบกวน ประโยชน์อีกประการ นักเรียนสามารถจะเรียนรู้ว่าการที่เขาทำสิ่งต่าง ๆ โดยที่มีคนอื่นเฝ้ามองดูเขา ยังจะใช้ทักษะหรือพฤติกรรมเหมือนเดิมหรือไม่

การประเมินผลการปฏิบัติงานจริงจะใช้วิธีสังเกต เพราะการสังเกตทำให้สามารถ

เรียนรู้เรื่องราวของนักเรียนแต่ละคนได้ แต่การสังเกตที่ไม่ได้มีการเตรียมการในรายละเอียดต่าง ๆ หรือใช้วิธีการที่ไม่ดี ก็จะทำให้ขาดความเชื่อมั่น

## 6. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### 6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2523 : 19) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการคิด การกระทำผลงานใหม่ ๆ ที่มนุษย์คิดและประดิษฐ์ขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 4) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถของบุคคลในการแก้ไขปัญหาอย่างลึกซึ้งนอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่มุม หลายมุม ประสมประสานกัน จนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์

กิลฟอร์ด (ฮารี รังลินนท์. 2526 : 29-34; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1950) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย คือคิดหลายแง่มุม คิดกว้างไกล ความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นคิดพบวิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จ ความคิดอเนกนัยจะประกอบด้วย

1. **ความคิดริเริ่ม (Originality)** หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า Wild Idea ต้องเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ ก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น

ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก ความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้องอาศัยความคิดจินตนาการ แต่ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย ดังนั้นความคิดจินตนาการและความพยายามที่จะสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน

2. **ความคิดคล่องตัว (Fluency)** หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น

2.1 **ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency)** เป็นความสามารถ

ในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือสามารถนำคำมาเรียงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแนวทางหรือตัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำนวนและการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่คิดได้รวดเร็ว กว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากกระตุ้นให้เกิดความคิด ซึ่งมีด้วยกัน 4 ชนิดคือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

เทย์เลอร์ (Taylor. 1964 : 108 - 109) ให้ความหมาย ความสามารถทางสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถที่จะคิดย้อนกลับ โดยการนำสิ่งของหรือความรู้ต่าง ๆ ซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความสามารถในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดภายใน เพื่อให้เกิดความคล่องตัวและความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นทำให้พิจารณาปัญหาได้หลายด้าน และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในตัวของบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ

ใหม่ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปใหม่ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ

**6.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์** มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ทัศนีย์ พฤษชลธาร (2517 : 56) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหา โดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

อนันต์ จันทร์กวี (2525 : 3) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธีซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรมตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวณโพบูลย์ (2527 : 11) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการคิดและการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นผลผลิต (Science Products) ของความคิดที่จะต้องมีความคุ้มค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญก้าวหน้า

จุลจักร โนนันท์ (2529 : 36) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความสามารถทางสมองที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง โดยใช้กระบวนการคิด จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนสามารถทำให้ได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ มีคุณภาพและได้มาตรฐานเป็นอย่างดี

สมปัญญา ศรีภักคนานนท์ (2535 : 66) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการแสดงความคิดได้หลาย ๆ แบบเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ในการคิดจะใช้ความรู้พื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบต่าง ๆ

พิลท์ และซันด์ ( Piltz and Sund. 1974 : 4) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึงแนวทางการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มในการพัฒนาการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่แล้ว ยังเน้นถึงควมมีคุณค่าอีกด้วย ผลผลิตจึงเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าใครมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

โมราฟลิก (Moravesik. 1981 : 222-223) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การคิดค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ตามจุดมุ่งหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี
  2. เพื่อสนองความอยากรู้ อยากรเห็น ของมนุษย์ซึ่งพยายามที่จะรู้ และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวได้
  3. เพื่อให้ทราบผลกระทบต่อกันของคนที่มีต่อ โลกและหน้าที่ของเขาที่มีต่อโลก
- จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบโดยใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่แสดงออกใน 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ

### 6.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือการสอนแบบค้นพบ ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพราะการสอนแบบนี้ทำให้ผู้เรียนต้องฝึกตั้งสมมติฐานคาดการณ์ ทำการแก้ปัญหา ล้วนแต่เป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 30-34) ได้สรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ช่วยๆ ลักษณะของสถานการณ์ช่วยๆ อาจประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ อุปกรณ์จริง อุปกรณ์จำลอง ฯลฯ การใช้สถานการณ์ช่วยๆ ประกอบการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น เริ่มแรกครูอาจจะระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์แต่ไม่บอกวิธีแก้ปัญหา การฝึกให้นักเรียนมีทักษะ

ในการมองเห็นปัญหานั้น ต้องให้เวลาแก่นักเรียนในการฝึกพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับการสอนที่มีครูช่วยเหลืออยู่มาก หากเร่งรัดหรือคาดหวังที่จะให้ผู้เรียนคิดขั้นสูง ในขณะที่นักเรียนยังไม่พร้อม ย่อมก่อให้เกิดปัญหาหรืออุปสรรคของการจัดการเรียนการสอนได้ การฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาหลายแง่หลายมุม เป็นการฝึกที่นำไปสู่การคิดแบบอเนกนัย หรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

3. การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิด โดยมีภาระกระทำ เช่น บอกปัญหาและกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผน ทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม และนำไปรายงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

4. การจัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยการทำกิจกรรมง่ายไปหายาก เพื่อสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นใคร่ที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้มากยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล เพื่อพัฒนาความสามารถของตน ฝึกความรับผิดชอบความมั่นใจ เพื่อจะได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพของตน

#### 6.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ครูนับว่าเป็นบุคคลที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะแนวทางให้ครูได้จัดการเรียนการสอนเพื่อจะให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายแนวทางดังต่อไปนี้

แคริน และ ซันด์ (Carin and Sund, 1974 : 302) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนของครูเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. วางแผนการสอนระยะยาว พร้อมกำหนดวัตถุประสงค์ให้แน่ชัดว่า สอนให้นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นคิดวิธีสอน สรรพกิจกรรมที่จะส่งเสริมสิ่งดังกล่าว

2. มีการเสริมกำลังใจแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนได้สร้างสรรคงานขึ้น ไม่แสดงอาการเยาะเย้ย หรือดูถูกแนวความคิด หรือข้อสรุปของนักเรียน

3. ยอมรับ สนับสนุน และให้กำลังใจแก่นักเรียน ที่มีความคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในชั้นเรียน

4. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้เขาได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา

5. สร้างทัศนคติให้นักเรียนว่า "พยายามแล้วเกิดการผิดพลาดดีกว่าไม่มีความพยายามเสียเลย"
6. ทำให้ทุกคนตระหนักถึงความสำคัญ ของคำถามเพื่อนในชั้นเรียน
7. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
8. ให้นักเรียนเลือกว่าจะเรียนรู้ในเรื่องใด ทำไม่ถึงต้องการจะเรียนรู้ในเรื่องนั้น และให้ออกแบบทดลองที่เหมาะสม
9. พยายามที่จะเข้าใจในคำพูดของนักเรียน โดยไม่คิดว่าตนเองถูกหลงงม
10. ไม่เน้นที่การกระทำที่เป็นที่มามากเกินไป ให้นักเรียนได้ทำงานตามลำพังบ้าง
11. กระตุ้นให้นักเรียน ได้ฝึกตั้งสมมติฐาน
12. ให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง แทนที่ครูจะบอกทุกสิ่งทุกอย่างให้นักเรียนท่องจำ  
สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527 : 36 - 37) ได้เสนอแนะบทบาทของครู ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนไว้ดังนี้
  1. จะต้องชวนช่วยหาความรู้และเทคนิคใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน
  2. ครูจะต้องตระหนักอยู่เสมอว่า วิธีการสอน กิจกรรม สื่อการสอน อาจไม่เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน ดังนั้นต้องมีเทคนิคการสอนที่หลากหลาย
  3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และพร้อมที่จะรับฟังความคิดเห็นทุกด้าน
  4. สนใจต่อคำถามและปัญหาของนักเรียนอย่างกระตือรือร้นและกระตุ้นให้นักเรียนคิดค้นคว้าหาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
  5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง
  6. สนับสนุนช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองในการทำงานสร้างสรรค์
  7. ยกย่องชมเชย ให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดหรือผลงานทางสร้างสรรค์
  8. เน้นความสนใจและให้คุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบ การวิเคราะห์การตั้งสมมติฐานมากกว่าการจดจำเนื้อหา

9. จัดสิ่งแวดล้อมและวัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียน ได้สืบเสาะหาความรู้
10. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐานและพยากรณ์ตามความเหมาะสม
11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสรรค์ จำเป็นต้องใช้เวลาแก่นักเรียน
12. ให้โอกาสแก่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และยอมรับคำถามของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน
13. ไม่เน้นการทำงานเป็นกลุ่มมากเกินไป ควรให้นักเรียนได้ทำงานตามลำพังบ้าง เพราะบางครั้งภาวะ การสร้างสรรค์อาจเกิดขึ้นในการทำงานตามลำพัง
14. แสดงผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อเป็นการกระตุ้น ให้นักเรียนคนอื่นจะได้พยายามบ้าง
15. พัฒนาทักษะการตั้งคำถามของครู เพราะคำถามที่ใช้ถามนักเรียนนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับการตอบสนองอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

#### 6.5 บรรยากาศการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ครูเป็นบุคคลที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการสร้างคน ให้มีคุณภาพ มีความรู้ ความสามารถในการคิดทำ และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ บรรยากาศในการเรียนการสอนมีส่วนสำคัญอย่างมาก ต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527 : 37-39) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดบรรยากาศในการเรียนการสอน ที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น บุคลิกภาพของครู ควรจะเปี่ยมล้นไปด้วยความรัก ความเมตตา กรุณา ความใจกว้างของครู ความกรุณาต่อนักเรียน การยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเป็นกันเอง รู้สึกอบอุ่นจากบุคลิกภาพดังกล่าว ย่อมก่อให้เกิดสภาพทางจิตวิทยาที่นักเรียนจะรู้สึกชื่นชม เต็มใจและอยากร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนกับครู และกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ซึ่งจะนำไปสู่บรรยากาศของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. บรรยากาศแห่งความปลอดภัย โดยครูจะเคารพในสิทธิ และเสรีภาพของนักเรียนตามขอบเขตที่ควรจะเป็น ปกครองชั้นเรียนแบบประชาธิปไตย การเสริมแรงเพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ ไม่ข่มขู่นักเรียน ไม่ว่าจะเป็คำพูดหรือท่าทางก็ตาม ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกิจกรรมในห้องเรียนบ้าง สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกปลอดภัย ซึ่งโรเจอร์ส (Roger. 1970 : 146) ได้ศึกษาพบว่า ภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ได้แก่ ภาวะที่บุคคลรู้สึกปลอดภัย รู้สึกว่าตนเองมีค่า ได้รับการยอมรับ รวมทั้งภาวะที่มีเสรีภาพในการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์ หรือถูกประเมิน

3. บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพการแสดงออก โดยจัดกิจกรรมที่อาจจะเป็นแบบเล่นปนเรียน อาจใช้เกมประกอบกิจกรรมบ้างก็ได้ ไม่ควรกำหนดแนวทางการแสดงออกของนักเรียน ควรให้นักเรียนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นด้วยท่าทางหรือด้วยวาจาในลักษณะแบบสบาย ๆ เป็นกันเอง ปล่อยให้ให้นักเรียนได้รู้จักค่าของตนเอง ซึ่ง ซัน และ โทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1976 : 349) ได้สรุปว่า ความอิสระเสรีเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการคิดสร้างสรรค์และจะมีผลต่อสุขภาพจิตด้วย

4. บรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการค้นคว้าหาความรู้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบเอง ไม่ควรยึดแบบการเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ แต่ควรแนะนำให้นักเรียนค้นเคย และใช้วิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี คำถามที่ใช้ในห้องเรียนควรเป็นคำถามแบบกว้าง (Broad Question) สนับสนุนให้นักเรียนพยายามคิดทั้งในแนวกว้างและแนวลึก ให้ความแก่นักเรียน ที่จะคิดและพัฒนาความคิด ไม่ควรประเมินผลการคิดของนักเรียน จัดทำเอกสาร ตำรา อุปกรณ์ ไว้ให้นักเรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกเวลาที่ต้องการ ในส่วนตัวครูเองควรจะต้องศึกษาและมีความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครูควรต้องมีการวางแผนระยะยาว สนับสนุนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สนใจกับความคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน การที่ครูหมั่นศึกษาหาความรู้ และสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดีย่อมจะส่งผลไปสู่วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

5. บรรยากาศแห่งการยกย่อง นักเรียนทุกคนย่อมต้องการการยอมรับการยกย่องเอาใจใส่จากครู สนับสนุนให้นักเรียนกระตือรือร้นมีความเชื่อมั่น ในตัวเอง ประสบความสำเร็จในงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าเอง ครูควรนำผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนมายกย่องชมเชย

และแสดงให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้ดู หรือ บางโอกาสก็นำมาจัดเป็นนิทรรศการ

### 6.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

อาร์ รังสินันท์ (2532 : 167) กล่าวว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งอาจใช้ควบคู่กับ แบบสำรวจพฤติกรรม หรือแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูล ใกล้เคียงและถูกต้อง ตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์สร้างขึ้น จากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบมีทั้งภาษา และรูปภาพ ที่ใช้เพื่อช่วยให้เด็กได้แสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบที่นิยมใช้กันมาก และเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษากันอย่าง กว้างขวาง คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford และแบบทดสอบความคิด สรรค์ของทอร์แรนซ์ (อาร์ รังสินันท์. 2532 : 173)

ทอร์แรนซ์ (ทักษิณี พฤษชลธาร. 2517 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965) กล่าวว่า การแสดงความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือ การตั้งทฤษฎี ใหม่หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากลำดับการคิดอย่างปกติ สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุม ผสมผสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมที่สำคัญ 3 ด้าน คือ แรงจูงใจ ความสามารถ และทักษะ ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์ อาจเป็นเพียงขั้นใด ขั้นหนึ่งใน 5 ขั้น ต่อไปนี้

1. เป็นผลผลิตที่แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
2. เป็นผลผลิตที่อาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้ผลผลิตใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
4. ได้ผลผลิต โดยปรับปรุงมาจากขั้นที่ 3
5. เป็นผลผลิตที่แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูงหรือการค้นพบ

หลักการ หรือทฤษฎี

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงมุ่งพิจารณาผลผลิตของความคิด มากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงต้อง ใช้คำถามที่เปิดกว้าง ซึ่งผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง ได้หลายคำตอบ การใช้ธรรมชาติ

แวดล้อมที่นักเรียนรู้จัก และคุ้นเคยเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบคำถามให้ได้มากที่สุด ในเวลาที่กำหนด

## 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### สรุปสาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีผู้ทำการวิจัยไว้หลายรูปแบบทั้ง ในประเทศและต่างประเทศ ดังปรากฏผลดังนี้

วรรณวิทย์ ชัยชาญกุล (2526 : 65 - 72) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมิน กับไม่มีการประเมินและเปรียบเทียบนักเรียนหญิงและนักเรียนชายภายหลังการฝึก โดยใช้แบบทดสอบของ สุมาลี กาญจนชาติรี พบว่า ภายหลังการฝึก ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึก โดยมีการประเมินทุกครั้งและไม่มีการประเมินผล ไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิง และนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

ก่องศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่สอน โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอน โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชูจิต ตันอรธนาวิณ (2527) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 447 คน พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พรรณา ทิมารัตน์ (2527 : 53 - 54) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อนุรักษ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน ผลปรากฏว่าที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อนุรักษ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศิริอร ไชภูนิรัตน์ (2527 : 50 - 52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกระดมพลังสมองและแบบฝึกหัดรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ชุดฝึกการเรียนด้วยตนเอง และการสอนตามคู่มือครูผลปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัมพันธ์ อินทรวง (2529 : 57- 59) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลอง สอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี และกลุ่มควบคุมเรียนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นิตยา กิจโร (2530 : 101) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

วงศ์สถิตย์ วัฒนเสวี (2530) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลั

เกษตรศาสตร์ปีการศึกษา 2529 โดยการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ จำนวน 12 กิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยชุดกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมนี้สามารถนำไปใช้ในการสร้าง และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และยังพบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิง ไม่แตกต่างกัน

วรวิศรา ศรีสวัสดิ์ (2532 : ก - ข) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลเกมคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียน โดยเกมประกอบการสอน มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่เรียน โดยกิจกรรมปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมปัญญา ศรีภคานนท์ (2535) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 48 คน พบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปรีชา กันตรง (2534) ได้ศึกษา เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ทางวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีการฝึกหัดหัวเรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 88 คน ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกหัดเรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธรรม อ่อนคำ (2534) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอน โดยการ ใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือ กลุ่มตัวอย่าง เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมแต่ละกลุ่มมีนักเรียน 40 คน ทั้ง 2 กลุ่มนี้ใช้เนื้อหาในการทดลองเหมือนกันคือเรื่อง ระบบนิเวศ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียน โดยใช้ชุดฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ. 05

ฟอสเตอร์ และเพนิก (Foster and Penick. 1985 : 89 - 98) ได้ศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ ในกลุ่มนักเรียนที่มีความร่วมมือกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 50 คน และนักเรียนเกรด 6 จำนวน 61 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาโดยแบ่งเด็ก ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มย่อยและกลุ่มที่เรียนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยจะเรียนจากกิจกรรมความ คิดสร้างสรรค์ที่ครูจัดให้ ส่วนกลุ่มที่เรียนเป็นรายบุคคลให้เรียนจากสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ โดยเรียนด้วยตนเองและทดสอบด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนระดับ เกรด 5 และระดับเกรด 6 ที่ทำงานในกลุ่มย่อยมีความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคล เมื่อทำการทดสอบด้วยการเขียนภาพวงจรไฟฟ้า

โคห์น (Kuohn. 1985 : 3672) ได้ศึกษากระบวนการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มี ผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความสนใจในการประดิษฐ์กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนเกรด 5, 6 จำนวน 175 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองได้ รับการสอนวิธีการประดิษฐ์ และทำแบบฝึกหัด Rube Goldberg แล้วจึงให้มีการคิดประดิษฐ์ อย่างอิสระ กลุ่มควบคุมให้มีการทำแบบฝึกหัด Rube Goldberg อย่างเดียว และปล่อยให้ ทำการคิดโดยอิสระและทำการทดสอบหลังจากทดลอง ผลการวิจัยพบว่าวิธีสอนการคิดประดิษฐ์ สามารถทำให้เด็กบางคนมีความคิดประดิษฐ์สร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น

จากงานวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่ง ที่สามารถพัฒนาได้จากวิธีการสอน และการจัดรูปแบบของกิจกรรมพิเศษทางวิทยาศาสตร์ เพื่อ ฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดกับผู้เรียน ผู้วิจัยคาดหวังว่ากิจกรรมการสอนด้วยชุดกิจกรรม สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ จะมีส่วนช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ให้แก่ผู้เรียน ได้วิธีหนึ่ง จึง ได้เลือก ใช้วิธีการสอนดังกล่าวนี้มาทดลอง

### สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับครู เป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียน โดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับครู เป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

##### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน  
ป้อมนาคราชสวาทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 514 คน  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539

กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน  
ป้อมนาคราชสวาทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2  
ปีการศึกษา 2539 ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ให้ได้นักเรียน  
กลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน และจัดให้นักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24  
คน โดยการสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง

##### ระยะเวลาที่ใช้ในการค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้ ศึกษาค้นคว้าในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ใช้เวลา 3 วัน  
วันละ 6 คาบ รวม 18 คาบ

##### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัย  
ปรับปรุงแบบการทดลองมาจาก ชูศรี วงศ์รัตน์ (2534 : 363) เป็นรูปแบบการทดลองแบบ  
Randomized Control - Group Posttest Only Design

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ก่อนสอน	ทดลอง	หลังสอน
(R)E <sub>1</sub>	—	X <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
(R)E <sub>2</sub>	—	X <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E<sub>1</sub> แทน กลุ่มทดลอง
- E<sub>2</sub> แทน กลุ่มควบคุม
- X<sub>1</sub> แทน การสอนด้วยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
- X<sub>2</sub> แทน การสอน โดยครู
- T<sub>2</sub> แทน การทดสอบหลังการสอน

#### ขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ทำการทดลอง โดยใช้ชุดกิจกรรมและครูเป็นผู้สอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมทั้ง
  2. กลุ่มดังนี้
    - 2.1 กลุ่มทดลอง สอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
    - 2.2 กลุ่มควบคุม ครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
  2. เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วทำการวัด และประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้
    - 2.1 การประเมินความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
- ใช้แบบประเมินการประดิษฐ์ภาคปฏิบัติ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากสมปัญญา ศรีภคานนท์ (2535)

เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข 3 ระดับ ทำการประเมินนักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยกลุ่มย่อย 8 กลุ่ม สมาชิกกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน บันทึกให้คะแนนโดยผู้วิจัยและอาจารย์วิฑูรย์ บั้วปลั่ง

2.2 การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบเขียนตอบที่กำหนดเงื่อนไขให้เป็นข้อความและรูปภาพ โดยทดสอบเป็นรายบุคคล

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. แผนการสอน
3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### การสร้างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างชุดกิจกรรมผู้วิจัยเป็นผู้สร้าง โดยดัดแปลงและพัฒนาจากเอกสารต่าง ๆ ประกอบด้วยกิจกรรม 9 กิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและรูปแบบการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งด้านกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมนันทนาการ

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

3. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม

เพื่อนำมาประกอบการสร้างชุดกิจกรรม

4. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่ใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษารูปแบบการสร้างชุดกิจกรรม

5. สร้างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การคิดและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนและคู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครูดังนี้

5.1 ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดที่ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการคิด

และสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละชุดประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม สถานการณ์ เนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ กิจกรรมการปฏิบัติ 3 ตอน การเสนอผลงาน และการบันทึก มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ชื่อกิจกรรม ระบุหมายเลขกิจกรรมและชื่อกิจกรรม

5.1.2 สถานการณ์ ระบุปัญหาให้เกิดการคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์

5.1.3 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรม โดยเขียนอธิบายเนื้อหา หลักการ หรือทฤษฎีพื้นฐาน

5.1.4 รายการอุปกรณ์ ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์และจำนวนในแต่ละกิจกรรมกันว่า

5.1.5 กิจกรรมการปฏิบัติ เป็นส่วนที่ระบุว่านักเรียนต้องทำกิจกรรมประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนคิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ แบบจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้เป็นส่วนประกอบหลักในการคิด โดยเขียนเป็นภาพลายเส้นและระบุส่วนประกอบต่าง ๆ ใช้อุปกรณ์ใด กำหนดให้ปฏิบัติเป็นรายบุคคล

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนร่วมกันเลือกแบบสิ่งประดิษฐ์ ที่ออกแบบไว้จากตอนที่ 1 และร่วมกันปรับปรุงแบบที่เลือกให้สมบูรณ์ เขียนลำดับขั้นตอนในการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์กำหนดให้ปฏิบัติเป็นรายกลุ่ม

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนร่วมกันดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบ และขั้นตอนที่กำหนดไว้ในตอนที่ 2 ทดลองสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพ บันทึกผลเกี่ยวกับปัญหา การแก้ปัญหา ผลที่ได้ และการดัดแปลงเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.1.6 การเสนอผลงาน ให้นักเรียนนำเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ประกอบการเสนอผลงาน

นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำจุดเด่นและข้อดีของกลุ่มต่าง ๆ มาคิดปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งประดิษฐ์ให้มีความแปลกใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน บันทึกผลสิ่งประดิษฐ์ ที่กลุ่มคิดปรับปรุงหรือคิดสร้างใหม่

5.2. คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดที่จัดไว้สำหรับครู เพื่อเป็นแนวในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม จุดมุ่งหมาย

ข้อเสนอแนะเนื้อหาสาระ รายการอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม การประเมินผล ดังนี้

5.2.1 ชื่อกิจกรรม ระบุหมายเลขกิจกรรมและชื่อกิจกรรม

5.2.2 จุดมุ่งหมาย ระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังจากจบ

กิจกรรม

5.2.3 ข้อเสนอแนะ บอกสิ่งที่ควรปฏิบัติในกิจกรรม

5.2.4 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรมโดยเขียนอธิบาย

เนื้อหา หลักการ หรือทฤษฎีพื้นฐาน

5.2.5 รายการอุปกรณ์ ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์และจำนวนในแต่ละกิจกรรม

5.2.6 การดำเนินกิจกรรม แนะนำขั้นตอนทั้งหมดในชุดกิจกรรมสร้าง

สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

5.2.7 การประเมินผล สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

6. นำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์นิเทศฯ ยั่งตรง และอาจารย์เสียงเทียน

กรุ่น ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและภาษา

7. แกะไขชุดกิจกรรมแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่  
กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน เพื่อวัดความเข้าใจทางด้านเนื้อหาและเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม

8. นำชุดกิจกรรมไปใช้จริงในการวิจัย

9. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยกิจกรรม 9 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ใครจะร้อนได้ไกลและนาน

กิจกรรมที่ 2 ปืนพลังลม

กิจกรรมที่ 3 โทรศัพท 3 ทางอย่างง่าย

กิจกรรมที่ 4 มาสร้างอุปกรณ์ประหยัดน้ำให้แก่พืช

กิจกรรมที่ 5 ฟองใครจะใหญ่และมากที่สุด

กิจกรรมที่ 6 ปอดใครจะจุกว่ากัน

กิจกรรมที่ 7 อุปกรณ์ตัดแมลงสาบ

กิจกรรมที่ 8 วงจรไฟฟ้าช่วยฝึกสมาธิ

กิจกรรมที่ 9 พาหนะขนส่ง

### การสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินภาคปฏิบัติ
2. ศึกษาเอกสารการประเมินสิ่งประดิษฐ์ของสสวท. ในการประกวดการทำ  
โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของพฤติกรรมที่จะประเมินการสร้างสิ่งประดิษฐ์
4. นำแบบประเมินของสมัชชา ศรีกคนานนท์ มาพิจารณาปรับปรุง ประกอบด้วยแบบ  
ประเมิน 1 ชุดและคู่มือในการประเมิน 1 ชุดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)  
แบบตัวเลขให้ค่าตัวเลข 3 ระดับ
5. นำแบบประเมินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นไว้ให้ ผศ.ดร.ติลก ติลกานนท์,  
ผศ.ดร.สุติมา วัฒนาศรี, อาจารย์วิฑูรย์ บัวปลั่ง, อาจารย์พิเศษยังตรง ตรวจสอบแก้ไขแล้ว  
นำไปปรับปรุง
6. นำแบบประเมินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
7. นำแบบประเมินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ได้รับการปรับปรุง ไปทดลองใช้กับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
8. นำแบบประเมินที่ได้รับการปรับปรุงไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้  
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน บันทึกการให้คะแนน  
โดยผู้วิจัยและอาจารย์วิฑูรย์ บัวปลั่ง แล้วนำผลการประเมินไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยการ  
หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation)  
ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.83

### แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตาม  
ขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงจากแบบ  
ทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของสุมาลี กาญจนชาติ; ชาติชายวิโรจนะ; และอุตร จันท์สร้าง  
จำนวน 3 ข้อดังนี้ ข้อ 1 "ตัดแปลงเพิ่มเติม" ของ อุตร จันท์สร้าง ข้อ 2 "นักประดิษฐ์"

ของ สุมาลี กาญจนชาตรี ข้อ 3 "ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์" ของ ชาติชาย วิโรจนะ

2. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

3. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนไปตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยแต่ละข้อจะตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ ทอร์แรนซ์ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

3.1 ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบและตามนิยามปฏิบัติการ โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ดังนี้

3.1.1 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบวัด ถ้าตอบถูกต้องตามนิยามสมเหตุสมผล ถือว่าเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ให้คะแนน

3.1.2 จำนวนข้อที่ตอบถูกต้องสมบูรณ์สมเหตุสมผล คำตอบ 1 คำตอบให้ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3.1.3 คำตอบที่ไม่สมเหตุสมผลหรือไม่สมบูรณ์ จะไม่ให้คะแนน

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบและตามนิยามปฏิบัติการแล้วจัดกลุ่มคำตอบออกเป็นกลุ่ม ๆ แนวคิดที่เหมือนกันจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วให้คะแนนเท่ากับจำนวนกลุ่มที่จัดได้ เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

3.2.1 จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามแนวคิดที่แตกต่างกัน คำตอบที่มีทิศทางเดียวกัน หรือคล้ายคลึงกันจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

3.2.2 คำตอบที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือทิศทางเดียวกัน แม้จะมีหลายข้อจะ ไม่ได้คะแนนซ้ำ

3.2.3 ให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคนอื่นหรือไม่

3.2.4 ถ้าไม่สามารถจัดคำตอบไว้ในกลุ่มที่จัดไว้ได้ จะตั้งกลุ่มขึ้นใหม่ และให้หมายเลขประจำกลุ่มไปได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะครบตามคำตอบ

3.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียน โดยปฏิบัติดังนี้

3.3.1 บันทึกคะแนนคำตอบของนักเรียน โดยขีดเป็นรอยคะแนน (Tally) จากทุก ๆ คนจนครบทั้งหมด

3.3.2 หาผลรวมของความถี่ในแต่ละคำตอบ

3.3.3 ให้คะแนนคำตอบโดยพิจารณาจากความถี่ ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่ตั้งแต่ 5%ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 5%	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 4%	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 3%	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 2%	ให้	4	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ 1%	ให้	5	คะแนน

4. นำคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบ ไปหาค่าอำนาจจำแนกโดยการแจกแจงค่าที่ (t-distribution) ได้ค่าอำนาจจำแนกดังนี้

	ค่าอำนาจจำแนก
ข้อที่ 1 ดัดแปลงเพิ่มเติม	6.685
ข้อที่ 2 นักประดิษฐ์	5.930
ข้อที่ 3 ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์	8.726

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

	ค่าความเชื่อมั่น
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	0.582
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	0.621
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	0.246
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	0.718

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละกรณีใช้ t-test Independent ในการทดสอบสมมติฐาน

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

- 1.1 ทาค่าเฉลี่ย
- 1.2 ทาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวน
- 1.3 ทาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์จากการประเมินของผู้ประเมิน 2 ท่าน โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534 : 322)
- 1.4 ทาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 170-172)

#### 2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 - 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถและความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534 : 179)

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ กระทำตามลำดับความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- $N_1$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $N_2$  แทน จำนวนกลุ่มนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนน
- $S^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนน
- $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนที่เรียน โดย ใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอน  
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่ม	$N_2$	$\bar{X}$	$S^2$	t
การสอน โดยใช้ชุดกิจกรรม สร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์	8	58.25	26.79	4.0854
การสอน โดยครูเป็นผู้สอน สร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์	8	46	45.14	

$$t (.01, 14) = 2.977$$

จากตาราง 2 แสดงว่า ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอน  
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่ง  
เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกออกเป็น 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่ม	$N_1$	$\bar{X}$	$S^2$	t
การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	24	30.38	104.568	2.7368
การสอนโดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	24	21	126.94	

$$t (.01, 46) = 2.66$$

จากตาราง 3 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่อง  
ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอน  
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01  
ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อ 2

2.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิด  
ยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์  
กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น  
ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์  
กับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่ม	$N_1$	$\bar{X}$	$S^2$	t
การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม สร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์	24	9.00	12.166	4.8485
การสอนโดยครูเป็นผู้สอน สร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์	24	5.25	2.19	

$$t (.01, 46) = 2.66$$

จากตาราง 4 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น  
ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอน  
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็น  
ไปตามสมมติฐาน ข้อ 2

2.3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิด  
ริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับ  
ครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ปรากฏผล ดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม  
ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์  
กับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่ม	$N_1$	$\bar{X}$	$S^2$	t
การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม สร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์	24	13.13	62.859	2.5175
การสอนโดยครูเป็นผู้สอน สร้างสิ่งประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์	24	8.33	24.39	

$$t (.05, 46) = 2.00$$

จากตาราง 5 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม  
ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอน  
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็น  
ไปตามสมมติฐาน ข้อ 2

### สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสรุปสาระสำคัญ และผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

#### สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครู เป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความแตกต่างกัน

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 514 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนจำนวน 48 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนั้นสุ่มอย่างง่ายอีกครั้ง แยกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 24 คน

## 2. เครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

1. ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนและคู่มือกิจกรรมสำหรับครู มี 9 กิจกรรมดังนี้

- กิจกรรมที่ 1 ใครจะร้อนได้ไกลและนาน
- กิจกรรมที่ 2 ปืนพลังลม
- กิจกรรมที่ 3 โทรศัพท์ 3 ทางอย่างง่าย
- กิจกรรมที่ 4 มาสร้างอุปกรณ์ประหยัดน้ำให้แก่พืช
- กิจกรรมที่ 5 ฟองใครจะใหญ่และมากที่สุด
- กิจกรรมที่ 6 ปอดใครจะจุกว่ากัน
- กิจกรรมที่ 7 อุปกรณ์ตักแมลงสาบ
- กิจกรรมที่ 8 วงจรไฟฟ้าช่วยฝึกสมาธิ
- กิจกรรมที่ 9 พาหนะขนส่ง

### 2. แผนการสอน

- 2.1 แผนการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 แผนการสอน โดยใช้ครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแบบประเมินที่มีมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข กับคู่มือการประเมิน แบบประเมินนี้ นำไปหาค่าความเชื่อมั่นในการประเมิน จากผู้ประเมิน 2 ท่าน โดยใช้การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.83

4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของสุมาลี กาญจนชาตรี; ชชาติชายวิโรจนะ; และอุดร จันทร์สร้าง จำนวน 3 ข้อดังนี้ ข้อ 1 "ตัดแปลงเพิ่มเติม" ของ อุดร จันทร์สร้าง

ข้อ 2 "นักประดิษฐ์" ของ สุมาลี กาญจนชาติรี ข้อ 3 "ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์" ของ ชาติชาย วิโรจนะ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ Alpha Coefficient ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.718

### 3. วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. แนะนำวิธีการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรม และบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

2. ทำการสอนกลุ่มทดลอง โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมสอน โดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ในค่ายวิทยาศาสตร์ ทำการสอน 3 วัน ๆ ละ 6 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวม 18 คาบ

3. ทำการทดสอบ ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียน โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งประกอบด้วย 8 กลุ่มย่อย ภายในกลุ่มย่อยประกอบด้วยสมาชิก 3 คน ทำการประเมินเป็นรายกลุ่มย่อย โดยกำหนดให้นักเรียนออกแบบสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กลุ่มละ 1 ชิ้น การประเมินมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนออกแบบ เขียนแบบ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์ และอุปกรณ์ที่ใช้ ผู้ประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.2 ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนปฏิบัติงาน โดยทำตามแบบที่กำหนดไว้ ผู้ประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.3 ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนเสนอผลงาน โดยครูผู้สอนเป็นผู้ซักถาม นักเรียนตอบคำถามพร้อมแสดงผลงาน ผู้ประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. ทำการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงขึ้น เป็นการทดสอบแบบเขียนตอบจำนวน 3 ข้อ ให้เวลาข้อละ 15 นาที

5. ตรวจสอบผลการทดสอบจากแบบประเมิน ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจ มาวิเคราะห์ ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test Independent

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ t-test Independent

### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาผลของการ ใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ในค่ายวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษานพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

ประการที่หนึ่ง การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนใช้ประกอบการเรียนนั้น ได้วางขั้นตอนให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง จึงได้ชิ้นงาน กล่าวคือชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นจากการศึกษาสถานการณ์เพื่อระบุปัญหา ให้เกิดการคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ แล้วนักเรียนแต่ละคนร่วมกันออกแบบหลาย ๆ แบบ เขียนแบบสิ่งประดิษฐ์ให้เป็นกรอบในการสร้าง จากนั้นนำแบบของแต่ละคนในกลุ่ม มาร่วมกันปรึกษาแล้วตัดสินใจเลือก แบบใด แบบหนึ่ง โดยช่วยกันปรับปรุงแบบที่เลือกให้สมบูรณ์ เขียนขั้นตอนการสร้างให้ละเอียด เขียนภาพประกอบตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ร่วมกัน ดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ทดสอบสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น บันทึกผลการทดสอบสิ่งประดิษฐ์ ถ้ามีปัญหา ให้บอกว่ามี การปรับปรุงแก้ปัญหาอย่างไร จึงได้สิ่งประดิษฐ์นั้นออกมาในขณะเดียวกันเมื่อปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์นั้นแล้วให้นักเรียนเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประโยชน์ และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์พร้อมอธิบายประกอบการนำเสนอผลงาน จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม จะทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาในกิจกรรม และร่วมแก้ปัญหา มีความกระตือรือร้น ในการปฏิบัติกิจกรรม สนุกสนานอยากรู้ อยากเห็น เกิดความรักในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การดำเนินกิจกรรม ผู้เรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ อันสอดคล้องกับธรรมชาติของนักเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ยอมอยากรู้ อยากเห็น อยากเข้าใจ อยากรู้ในสิ่งต่าง ๆ ดังนั้นการจัดกิจกรรม ให้นักเรียน ได้มีส่วนในการเรียน ได้คิดและได้นำไปปฏิบัติ เป็นการจัดโอกาสให้นักเรียน ได้ประสบความสำเร็จในการเรียน (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 34) และ สอดคล้องกับทฤษฎี การเรียนรู้ของธอร์นไคค์ ที่สรุปได้ว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่ว และสามารถทำงานได้ดี (สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์มพรรย์. 2522 : 22) ส่วนการสอน โดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการสอนเช่นเดียวกัน แต่จะแตกต่างกับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ คือ ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวการสอนของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยครูสร้างสถานการณ์เล่าเรื่องให้นักเรียน ฟัง พร้อมอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหา คิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ ครูแนะนำเกี่ยวกับการวางแผน การปฏิบัติงาน การออกแบบ การเขียนขั้นตอนการประดิษฐ์ การสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแผนที่วางไว้ ทำการทดลองสิ่งประดิษฐ์ ปรับปรุงจนได้สิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ และเสนอผลงาน ดังนั้นนักเรียนเพียงแต่ปฏิบัติตาม ก็สามารถหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดได้ไม่น้อย (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 128) และกระบวนการเรียนการสอนทุกขั้นตอน ครูจะมีส่วนร่วมในการอภิปรายกับนักเรียน จึงทำให้นักเรียน ไม่มีอิสระหรือโอกาสที่จะศึกษาได้ด้วยตนเอง จึงมีผลทำให้ความสามารถ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่า การใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์

ประการที่สอง การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทางวิทยาศาสตร์ นั้นนักเรียน ได้มีโอกาสปฏิบัติงานทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมี 3 คน นักเรียนจึงมีโอกาสได้แสดงความสามารถเต็มที่ มีเวลาปฏิบัติกิจกรรมได้ทั่วถึง จึงทำให้ได้ฝึกความชำนาญ ความคล่องแคล่ว อย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน และยังได้โอกาสศึกษา การปฏิบัติงานจากเพื่อนร่วมงานอีกด้วย นอกจากนี้การประเมินความสามารถ ที่เป็น สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีการประเมินคุณภาพของแบบ การปฏิบัติงาน ผลงาน ประสิทธิภาพ และการเสนอผลงาน จึงทำให้นักเรียนสามารถแสดงความสามารถออกมาได้ครบถ้วน ในรูป ความคิด การกระทำและคำพูด เพราะความสามารถบางอย่าง ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด ให้ชัดเจนเท่ากับการกระทำออกมาในรูปของผลงาน การเสนอชิ้นงานที่มีคุณภาพจึงจำเป็นต้อง

วัดจากทักษะการปฏิบัติ ดังนั้นขั้นตอนการเรียนรู้และวิธีการประเมิน ของผู้วิจัยจึงครอบคลุมความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียน มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนาสมรรถภาพขั้นสูงของสมอง (สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2527 : 77)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้ว จึงทำให้ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับมีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์สูงกว่า นักเรียนที่มีครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

2. การศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ในค่ายวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เหตุผลที่เป็นเช่นนี้ เพราะ

ประการหนึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ในค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นชุดที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสของความเป็นอิสระ ผึกคิด ผึกทำกิจกรรม ไม่เคร่งเครียด สอดคล้องกับ สุชาติ โสมประยูร (2523 : 16) และปัญญา อุทัยรัตน์ และอรุณศิษฏ์ สมรรถการอักษรกิจ (2527 : 364-365) ได้เสนอแนะไว้สรุปได้ว่า เด็กวัยรุ่นหรือเด็กที่มีอายุ 13 ปี ถึง 19 ปี เป็นวัยที่เริ่มต้องการเป็นตัวของตัวเอง อยากรู้ อยากเห็น อยากค้นคว้าทดลอง ในบางครั้งต้องการประกอบกิจกรรมที่แปลกใหม่ เพื่อแสดงความสามารถให้เพื่อน ๆ ขอมรับ ดังนั้นเมื่อนำชุดกิจกรรมมาใช้ในรูปแบบของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียน เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินและกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรมพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ในชุดกิจกรรมเป็นผลทำให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง และมีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

ในเรื่องการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ บรรยากาศในการเรียนการสอนชุดกิจกรรมนี้ ผู้วิจัยได้มีการสร้างสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองได้แก่ การให้นักเรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง การเสนอผลงานของนักเรียนยอมรับและสนับสนุนความคิดต่าง ๆ ของนักเรียน สนับสนุนให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ไม่วางเงื่อนไขการทำงานกับนักเรียน ยอมรับในการที่นักเรียนพยายามสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ ไม่เร่งเร้าให้นักเรียนตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ ที่ยังไม่รู้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ อารี รังสินนท์ (2527 : 167) ที่ว่ากิจกรรมการประดิษฐ์เช่น กิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี ส่งเสริมให้เด็กคิดจินตนาการ และสร้างจินตนาการออกมาเป็นผลงาน

ประการที่สอง ชุดกิจกรรมสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ประกอบการเรียนนั้น เป็นชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นจากหลักการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กิจกรรมกำหนดให้นักเรียนมีโอกาสคิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์หลาย ๆ แบบ แล้วจึงเลือกมาประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ 1 อย่าง โดยการระดมความคิด ซึ่งการระดมความคิดนั้นสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังผลการวิจัยของคีริออร์ ใช้กุกูนิรัตน์ (2527) ที่ฝึกให้นักเรียนแบบระดมสมอง โดยให้กำหนดขั้นตอนการประดิษฐ์ด้วยตนเองลงมือปฏิบัติแล้วปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์จนประสบความสำเร็จ โดยทำให้สิ่งประดิษฐ์นั้นสามารถทำงานได้เพื่อนำไปใช้ต่อไป ส่วนการสอนโดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนจะมีครูเป็นผู้แนะนำเกี่ยวกับการวางแผนปฏิบัติงาน การออกแบบ การเขียนขั้นตอนการประดิษฐ์ และการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ตามแผนที่วางไว้ทดลองและเสนอผลงาน นักเรียนจึงไม่มีโอกาสได้พัฒนาความคิด (สวัณท์ นิยมคำ. 2517 : 128) ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ นิลท์ซและซันด์ (Piltz and Sund. 1974 : 220-221) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมให้จินตนาการ โดยการตั้งปัญหา สมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน หลักการตัดสินใจ และสนับสนุนให้ประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ประการที่สาม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ใช้ชุดกิจกรรมเป็นสื่อในการเรียนการสอน เป็นชุดที่เน้นกระบวนการคิดและการปฏิบัติจริง การจัดกิจกรรมในลักษณะเช่นนี้ เป็นการสร้างสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้คิดเป็น กระบวนการจัดกิจกรรมมีลักษณะปลายเปิด ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ สมชัย อุมะวรรณ (2532) ได้สร้างชุดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และจุฑารัตน์ วงษ์ปาน (2533) ได้สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สัญจร เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าเมื่อนำไปใช้กับนักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

ประการที่สี่ ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาทางการประดิษฐ์ เป็นการคิดประยุกต์เอาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นพื้นฐานในการคิดออกแบบดัดแปลงปรับปรุงและสร้างขึ้นใหม่เป็นเนื้อหาในการสร้างสรรค์ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแมน เชื้อบางแก้ว (2532) และอุไรรัตน์ ช่างทรัพย์ (2532) ที่ได้สร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน พบว่าสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และพรรณา ทิมารัตน์ (2527) ได้สร้างชุดการเรียนเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียน พบว่าสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้

ด้วยหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ในค่ายวิทยาศาสตร์ กับที่เรียน โดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความคิดทางสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

#### ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาดังนี้

## 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการศึกษา จะเห็นได้ว่าการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนั้นควรมีการสร้างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเลือกเสรี กิจกรรมคาบอิสระ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ค่ายกลางวัน ค่ายนักแรม หรือการอบรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนการสอน ก่อนจะนำชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ครูควรเตรียมความพร้อมในบทบาทของตนเอง โดยศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีและหลักการของความคิดสร้างสรรค์ วัสดุและอุปกรณ์ที่มีในท้องถิ่น และเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาไปที่ละขั้นตอน เพื่อความเข้าใจในการใช้ชุดกิจกรรม

1.3 การนำชุดกิจกรรมสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ครูควรทดลองสอนในกลุ่มย่อยก่อน เพื่อให้เข้าใจกิจกรรมวิธีการดำเนินกิจกรรม และเมื่อพบปัญหาต่าง ๆ จะได้แก้ปัญหาในตอนสอนจริงในห้องเรียน เพราะการทดลองสอนก่อน จะช่วยให้ทราบขอบเขตของการใช้วัสดุ และอุปกรณ์ของนักเรียน

1.4 ในขณะปฏิบัติกิจกรรม ควรปล่อยให้ให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และให้กำลังใจตลอดเวลาของการปฏิบัติกิจกรรม อย่าปล่อยให้ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมขาดตอน เพราะจะทำให้นักเรียนหันเหความสนใจ ไปกับสิ่งแวดล้อมอื่น

1.5 ควรสร้างแบบประเมินความสามารถด้านปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้ เพื่อวัดความสามารถทางด้านอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดแบบวิทยาศาสตร์ ความสนใจทางวิทยาศาสตร์

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น นักเรียนที่เข้าค่ายวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนปกติ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสนใจทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน เช่น มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน กลุ่มเพศที่แตกต่างกัน เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบกับการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ เช่น กิจกรรมโครงงานทางวิทยาศาสตร์ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ความสามารถในการตัดสินใจ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ગરબાનુકરબ

### บรรณานุกรม

- ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- โกศล เน็ชรสุวรรณ. "เทคโนโลยีกับการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์," วารสาร สสวท. 14(1) : 20-29; ตุลาคม 2528 - มกราคม 2529.
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหา ความรู้," ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2525.
- จุฑารัตน์ วงษ์ปาน. ผลของกิจกรรมวิทยาศาสตร์สัญจรที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.
- จุลจักร โนนพันธ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษย สัมพันธ์ที่ใช้เกมกับวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธที่ใช้การอภิปราย. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "ระบบสื่อการเรียนการสอน," ใน เอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีการศึกษา หน่วยที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธราช, 2531.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- ชาติชาย วิโรจนะ. การศึกษาการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินทิพานันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ชุติมา วัลณะศิริ. กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- ชูจิต ตันอรรณาวิน. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. อัดสำเนา.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
- เชาวนีย์ อะยะวงค์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินทิพานันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- โช สาสีฉิน. เทคโนโลยีพื้นฐานการประดิษฐ์ การสร้างอุปกรณ์การสอน และเครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
- ทวีเกียรติ ไชยงยศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะในการวาดภาพคนโดยวิธีแบบในออกนอกกับวิธีสอนแบบนอกเข้าใน. ปรินทิพานันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- ทัศนีย์ บุญเต็ม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยาศาสตร์. 37(1) : 32 - 33; 2526.
- ทัศนีย์ พงกษชลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.

- ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- นพพงษ์ บุตรจิตราดุลย์. หลักการบริหารการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทเอส. เอ็ม. เอ็ม. , 2527.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ จิตภักดี. "การสอนแบบสร้างสรรค์," วารสารสามัญศึกษา. 17 : 16-19; มิถุนายน - กรกฎาคม 2523.
- บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอน โดยใช้ชุดการสอนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- บุญเรียง ชจรศิลป์. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวางแผนวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525
- ประกาศ แสงเพชร. "การจัดและสอนงานประดิษฐ์," ใน คู่มือการสอนวิชาหัตถศึกษา งานประดิษฐ์เศษวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศกรรมการสามัญศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2517.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

- ประภาพร สุวรรณรัตน์. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้าง โครงงานวิทยาศาสตร์และ บุคคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์โดยครูเป็นผู้สอน โครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ประภาพรรณ สุวรรณสุข. "กิจกรรมเสริมหลักสูตรในโรงเรียนมัธยมศึกษา," ใน นฤติกรรม การสอนมัธยมศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- ประมวล ศิริวัฒน์แก้ว. "การจัดค่ายวิทยาศาสตร์," สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. 13 : 11-33; เมษายน 2528.
- ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่," เอกสารการนิเทศการ ศึกษา. ฉบับที่ 233 ภาคพัฒนาตำราและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู. ม.ป.ท., 2524. อัดสำเนา.
- ประณีต วิบูลย์ประพันธ์. การศึกษาปัญหาการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน มัธยมศึกษาในกรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2533.
- ปัญญา อุทัยรัตน์ และ อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอน วิทยาศาสตร์. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.
- ปานจิตต์ พานิชยานูบาล. กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย เกตรศาสตร์, 2531. อัดสำเนา.
- ปรีชา กันตรง. ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการฝึกคิดหัวข้อเรื่อง โครงงาน วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- นรรณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการทำ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการ วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

พะยอม แก้วกำเนิด. "บทบาทของครูกับความต้องการของหลักสูตร ฉบับปรับปรุง 2534,"

วารสาร สสวท. 70 : 6; เมษายน - มิถุนายน 2533.

ไพบูลย์ เจริญกุล. "งานประดิษฐ์และงานช่างกับการพัฒนาอาชีพ," ใน เอกสารการสอน  
ชุดวิชา การสอนกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่ 13. พิมพ์ครั้งที่ 6.

นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2532.

ภพ เลาทไพบูลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์  
เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล, 2534.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์เล่ม 1. กรุงเทพฯ :  
คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ :  
คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

มงคล บกสกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน  
บ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสาธิต.  
ปริญญาณิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,  
2534. อัดสำเนา.

แมน เชื้อบางแก้ว. การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทแก้ว  
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการเจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์  
สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.  
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.

ยุภา วีระไวทยะ และเบญจมาศ กาญจนวิโรจน์. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง  
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

เย็นใจ เลาทวนิช. "การวิจัยการพัฒนาและการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,"  
ใน จันทร์เกษม. 191 : 4-11; กรกฎาคม - สิงหาคม 2529.

ราชบัณฑิตยสถาน. นวัตกรรมการฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. กรุงเทพฯ :  
อักษรเจริญทัศน์, 2525.

ลัดดา ศุขปรดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ, 2523.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.

หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศึกษาวร, 2534.

วงศ์สถิตย์ วัฒนเสวี. ผลของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกับไม่มีการประเมิน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

วรศรา ศรีสวัสดิ์. อิทธิพลของเกมคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ขอนแก่น : วิทยิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2532.

วาสนา ชาวทา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2522.

วิชัย วงษ์ใหญ่. กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน. กรุงเทพฯ : ภาคหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

วิชัย ดิสรระ. การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : เอกซ์เพรสมีเดีย, 2533.

วิชาการ, กรม. การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2531.

\_\_\_\_\_ . หลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2533). กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2533.

\_\_\_\_\_ . คู่มือการสอน ง 012 การจัดการในบ้านระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2534.

วิวัฒน์ รอดเกิด. การศึกษาผลการฝึกอบรมการทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อของนักเรียนช่างอุตสาหกรรมด้วยการสาธิตโดยใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสาธิตโดยครูผู้สอน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

- วิสุทธิ ตรีเงิน. ผลของกิจกรรมพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์  
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.
- วีระ ไทยพาณิชย์. โสตทัศนศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- ศิริลักษณ์ ศรีกมล "การสอนงานประดิษฐ์และงานช่าง," ใน เอกสารการสอนชุด  
การสอนกลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่ 8. พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี :  
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2532.
- ศิริอร ไช้ภูนิรัตน์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมสมอง  
และแบบฝึกหัดรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ศรีเมกกา เจริญยศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด  
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียน  
โมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการจัดกิจกรรมนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4.  
กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2528.
- ส.วาสนา ประवालพุกษ์, "การสอบการปฏิบัติ," วารสารวัดผลการศึกษา. 6 : 1 ;  
พฤษภาคม-สิงหาคม 2527.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. รายงานการวิจัยการพัฒนารูปแบบวัดผู้มีความ  
สามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์  
ม ป.ท., 2530. อัดสำเนา.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เลือกเสรี  
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ว 013 ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้า. กรุงเทพฯ :  
สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา, 2533.
- สมจิต สมัตถพันธ์ุ. "สอนอย่างไร ? จึงพัฒนาคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน," ครู.  
3 : 61 - 63; ธันวาคม 2522.

- สมจิต สวธนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชา  
หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- \_\_\_\_\_. สมรรถภาพการสอนของครู. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- \_\_\_\_\_. เทคนิคการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยงานพิเศษ  
สำนักงานการศึกษาเอกชน, 2532. อัดสำเนา.
- \_\_\_\_\_. การศึกษาผลของการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์งานวิจัย ปีการศึกษา 2518 - 2534.  
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร,  
2535.
- สมชัย อุมะวรรณ. ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.  
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- สมบูรณ์ ชิตพงษ์. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา  
และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- สมบัติญา ศรีภคานานท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิด  
สร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับ  
ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- สมหมาย วัฒนะศิริ. แนวการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. นนบุรี : สถาบัน  
สงเคราะห์เด็กชายบ้านปากเกล้า, 2535.
- สัมพันธ์ อินทรวง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบ  
จำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- สุจรีต เนียรชอนและสายใจ อินทร์มพรรค. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ :  
ไทยวัฒนานิพนธ์, 2522.

สุชาติ โสภประยูร. "จิตใจและอารมณ์ของเด็กที่ผู้ใหญ่วรรณา," มิตรครู. 7 : 14-16;

ตุลาคม 2523.

สุชีพ ตรีประเคน. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับ  
พฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

สุธรรม อ่อนคำ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

สุนันท์ สังข์อ่อง. "การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่  
ประชาชน," ใน วารสาร สสวท. 14(3) : 16-24; มิถุนายน - กันยายน 2529.

สุภาณี ลีละวัฒนากุล. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับ  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย  
กับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

สุมาลี กาญจนชาติ. การศึกษานักพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
อายุ 11-15 ปี ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

\_\_\_\_\_. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1 - 2.

กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์, 2531.

สุวิษ บุตรสวรรณ. ผลการเรียนรู้ทักษะจากเนื้อหาที่ซับซ้อนและไม่ซับซ้อนในวิชางานไฟฟ้า  
โดยวิธีการสาธิต 2 แบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3). วิทยานิพนธ์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

- สุวิทย์ โคตรธนู. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสนใจในกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม. สงขลา : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2527.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา, กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การประเมินผล การเรียนระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2531.
- เสาวนีย์ เสนาสุ. งานอาสาสมัครและกิจกรรมเยาวชน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา ผู้ใหญ่คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- พัทย์ทิพย์ วิมประภาพรกุล. การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติงานโลหะแผ่นเบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2530 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- อนันต์ จันท์กรวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2. ปรินญาณินท์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- \_\_\_\_\_. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," วิทยาจารย์. 7 : 3 - 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.
- อารี รังสินนท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยา การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- อารี รังสินนท์. รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- \_\_\_\_\_. ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพรววิทยา, 2528.
- \_\_\_\_\_. ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง, 2532.

- อุตร จันทรส์ร้าง. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างนักเรียนระดับจังหวัดระดับอำเภอและระดับตำบล ในเขตจังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.
- อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์. การสร้างชุดกิจกรรมประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- อำนาจ เจริญศิลป์. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชานิลิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครุธนบุรี, 2523.
- Bloom, B.S. and others. Taxonomy of Educational objective : Book I Cognitive Domain. Longman Inc., 1956.
- Carin, AA. and R.B. Sund. Developing Questioning Technique : A Self Concept Approach. Ohio : Charles E. Merrill Publishing, 1974.
- Devito, Alfred and Gerald H. Krockover. Creative Sciencing Ideas: Activities for Teacher and Children Little. Brown and Company, Inc., 1976.
- Dimock, H.S. Administration of the Modern Camp. 3d ed. New York : Association Press, 1952.
- Foster, G.W. and J.E. Penick. "Creativity in a Cooperative Group Setting," Journal of Research in Science Teaching. 22 : 89 - 98 ; January, 1985.
- Good, C.V. Introduction to educational research New York : Application Century Crofts, 1959.
- \_\_\_\_\_. Dictionary of education. 3rd ed. New York : McGraw - Hill, 1973.

- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1976.
- Held, Warren H. "What are the Aim, Objectives, and Power of the Student Council?," The Bulletin of the NASSP. XLII. April, 1958.
- Kuohn, C. "The Analysis of Fifth and Sixth Grade Students' Acquisition of the Process of Inventing (Science)," Dissertation Abstracts International. 46 : 3672 - A ; January, 1985.
- Moravesik, M.J. "Creativity in Science Education," Science Education. 65 : 221-227 ; 1981.
- Piltz, A. and B.R. Sund. Creative Teaching of Science in the Elementary School. 2nd ed. Boston Allyn and Bacon, Inc., 1974.
- Roger, Virginia and O.L. David. "Varying the cognitive Levels of Classroom Question : An Analysis Student Teachers' Questions and Achievement in Elementary Social Science," Eric Document Reproduction Service. Washington D.C.: 039-189 ; 1970.
- Sund, B.R. and J.W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry. 2nd ed. Columbus, Ohio : Charles Merrill Publishing Company, 1976.
- Taylor, Calvin W. Creativity Progress and Potential. New York : McGraw - Hill, Book Company, 1964.
- Torrance E. Paul. Education and the Creative Potential. The University of Minnesota, 1964.
- \_\_\_\_\_. Guiding Creative Talent. EnglewoodCliffs, N.J. : Prentice - Hall, Inc., 1965.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

## แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### คำแนะนำในการตอบแบบทดสอบ

1. นักเรียนจะได้คะแนนมาก ถ้าตอบได้มาก ตอบได้หลายแนวทาง ตอบได้แปลกกว่าคนอื่น  
ตอบในสิ่งที่คนอื่นนึกไม่ถึง ตอบในสิ่งที่ไม่ได้เรียนปกติ
2. คำตอบทุกคำตอบจะ ไม่ผิด แต่คำตอบที่จะ ได้คะแนนต้อง เป็นคำตอบที่ใช้หลักการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
3. คำตอบที่จะ ได้คะแนนต้อง เป็นคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำตอบในแต่ละข้อ นักเรียนต้องอ่านคำสั่งให้เข้าใจ
4. ผลการตอบของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
5. แบบทดสอบแต่ละข้อให้นักเรียนตอบชั้ละ 15 นาที โดยครูจะบอกสัญญาณหมดเวลา
6. ให้ตอบคำถามในแบบทดสอบนี้

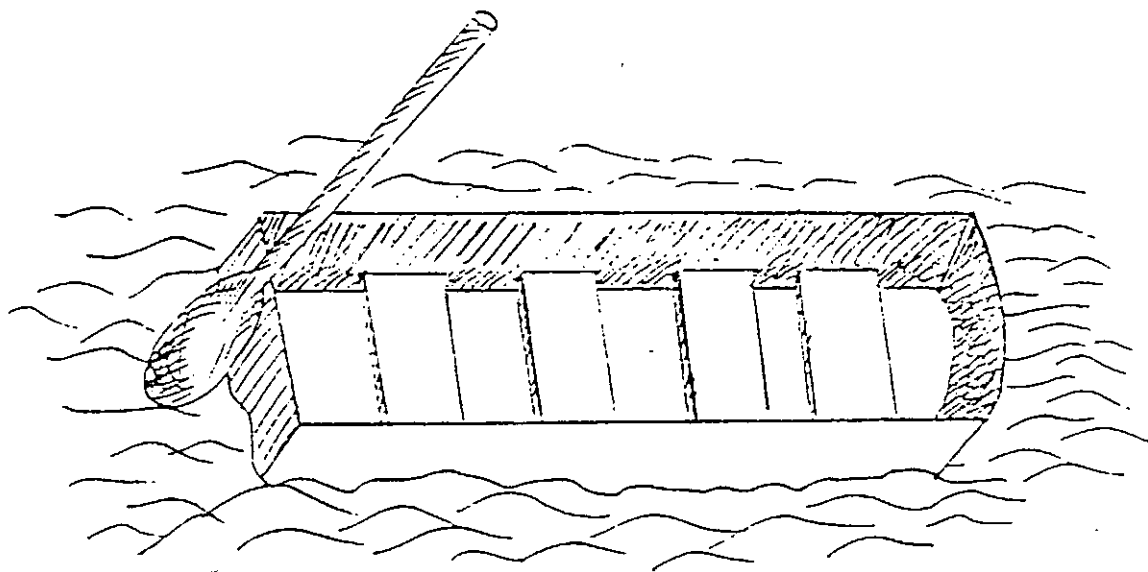
ชื่อ..... ชั้น.....

กลุ่ม.....

509.12  
ป 3/27  
ร. 2

## แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### 1. "ตัดแปลง-เพิ่มเติม"



จากภาพ เรือลำนี้ เจ้าของเรือได้มอบหมายให้นายช่างต่อเรือคิดตัดแปลงลักษณะหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรก็ได้ เพื่อให้เรือลำนี้วิ่งได้เร็ว มีลักษณะแปลกใหม่ และมีอุปกรณ์ประกอบเรือที่ทันสมัย โดยไม่ต้องกังวลถึงราคาในการตัดแปลงหรือเพิ่มเติม และในการเพิ่มเติมจะใช้อุปกรณ์ใดมาเพิ่มเติมก็ได้

ถ้านักเรียนเป็นนายช่างต่อเรือดังกล่าว ซึ่งจะต้องพยายามคิดรายการที่จะตัดแปลงลักษณะหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรือให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เพื่อที่จะให้ได้เรือซึ่งมีคุณสมบัติตามที่เจ้าของเรือต้องการ

นักเรียนคิดว่า จะมีรายการตัดแปลงลักษณะของเรือหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรบ้าง *(เขียนในกล่อง)*

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

- 4. ....
- 5. ....
- 6. ....
- 7. ....
- 8. ....
- 9. ....
- 10. ....
- 11. ....
- 12. ....
- 13. ....
- 14. ....
- 15. ....
- 16. ....
- 17. ....
- 18. ....
- 19. ....
- 20. ....
- 21. ....
- 22. ....
- 23. ....
- 24. ....
- 25. ....
- 26. ....
- 27. ....
- 28. ....
- 29. ....

## 2. " นักประดิษฐ์ "

ให้นักเรียนเลือกวัสดุ ใช้น้ำที่กำหนดให้มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น

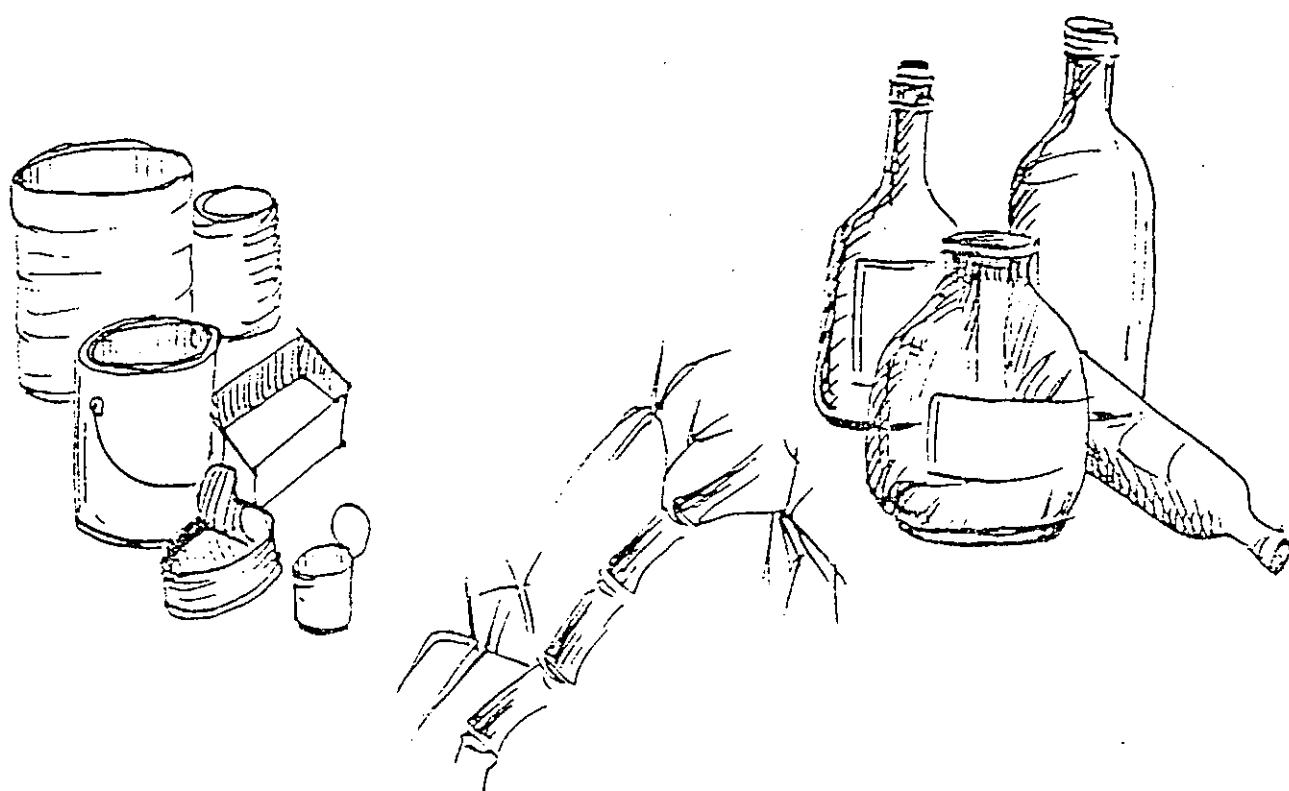
- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้นี้กี่ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้อุปกรณ์ซ้ำ ๆ กันก็ได้และอาจจะดัดแปลงวัสดุที่กำหนดให้ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนต้องการก็ได้

นักเรียนจะใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น มี กรรไกร มีด กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูป หรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่นักเรียนคิดได้อย่างย่อ ๆ ในตารางข้างล่างนี้ (ดูตัวอย่างประกอบ)

อุปกรณ์ที่กำหนดให้



ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้ อย่างย่อ ๆ

เครื่องมือชุดที่ 1 1. เหลาไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอยาวประมาณ 1 ฟุต

2. ใช้เชือกผูกฝากระป๋องตรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ฝากระป๋องขนาดเท่ากันทั้ง 3 ฝา เจาะรูระยะห่างเท่ากันฝาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากัน

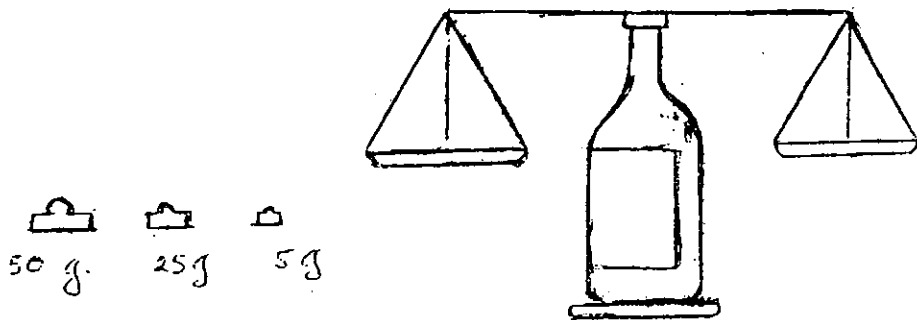
3. รวบปลายเชือกแล้วผูกกับปลายทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่

4. นำไม้ไผ่นั้นมาวางบนปากขวด ให้ปลายทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากัน ใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น

การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องซึ่งอย่างง่าย)

หรือ : การวัดรูปเครื่องมือหรือของใช้

เครื่องมือชุดที่ 1



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องซึ่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2 .....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 3 .....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 4 .....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 5 .....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 6 .....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 7 .....

.....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 8 .....

.....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 9 .....

.....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 10 .....

.....

.....

การนำไปใช้ .....

เครื่องมือชุดที่ 11 .....

.....

.....

การนำไปใช้ .....

### 3. "ประโยชน์ของวัสดุอุปกรณ์"

ถ้านักเรียนมีลูกฟุตบอลพลาสติกอยู่ 1 ลูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร นักเรียนจะนำมาใช้อะไร ได้บ้าง และมีวิธีการทำอย่างไร จงอธิบายหรือวาดภาพมาให้เข้าใจโดยต้องคำนึงว่าสิ่งที่ทำ ใช้หลักการหรือเป็นงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะใช้ อุปกรณ์อื่น ๆ ช่วยก็ได้ หรือนำไปประกอบกับสิ่งอื่น ๆ ก็ได้

1. ใช้ทำ .....

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

2. ใช้ทำ .....

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

3. ใช้ทำ .....

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

4. ใช้ทำ .....

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

5. ใช้ทำ .....  
วิธีทำ .....

6. ใช้ทำ .....  
วิธีทำ .....

7. ใช้ทำ .....  
วิธีทำ .....

8. ใช้ทำ .....  
วิธีทำ .....

9. ใช้ทำ .....  
วิธีทำ .....

## คู่มือแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินชุดนี้มีชื่อว่าแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีประเมินการสอบเป็นรายกลุ่ม ผลของการวัดจะทำให้ทราบว่านักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดควรปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนใด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนต่อไป

### ลักษณะของแบบประเมิน

ลักษณะทั่วไปของแบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินการปฏิบัติที่ใช้กับนักเรียน ผู้ที่ทำการประเมินจะต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญในการประเมิน เพราะจะต้องสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียนทั้งขั้นตอนการวางแผนออกแบบ การปฏิบัติงาน และการเสนอผลงาน

### วิธีการประเมิน

การประเมินจะแบ่งขั้นตอนการประเมินเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การประเมินการออกแบบและวางแผน จะตรวจให้คะแนนตามแผนงานที่นักเรียนเขียนไว้โดยให้คะแนนในช่วงก่อนการปฏิบัติงานในขั้นที่ 2 เพื่อป้องกันการแก้ไขแผนงาน

ขั้นที่ 2 การประเมินการปฏิบัติ จะให้คะแนนขณะที่นักเรียนปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 3 การประเมินคุณภาพและการเสนอผลงาน จะต้องให้นักเรียนจัดแสดงผลงาน แล้วผู้ประเมินเป็นผู้ซักถามนักเรียนพร้อม ๆ กับดูผลงานสิ่งประดิษฐ์ด้วย

## ตัวอย่างแบบประเมิน

ให้ทำเครื่องหมาย / ตรงกับช่องที่มีเลขที่นักเรียนมีความสามารถ และผลงานมีคุณภาพ  
โดยใช้เกณฑ์ตามคู่มือการประเมิน

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
<p><b>ตอนที่ 1 คุณภาพของแบบ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การออกแบบมีความสมบูรณ์ลำดับขั้นตอนการสร้างชัดเจน</li> <li>2. การออกแบบมีแนวความคิดใหม่</li> <li>3. ความยากง่ายของแบบสิ่งประดิษฐ์</li> <li>4. นำเศษวัสดุมาดัดแปลงแก้ปัญหา</li> <li>5. การเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะกับสมบัติของวัสดุ</li> <li>6. นำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา</li> <li>7. มีการเตรียมพร้อมในการปฏิบัติงาน</li> </ol>			
<p><b>ตอนที่ 2 การปฏิบัติงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. การใช้เครื่องมือคล่องแคล่ว</li> <li>9. ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย</li> <li>10. สถานที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย</li> <li>11. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผน</li> <li>12. การปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา</li> </ol>			

รายการพฤติกรรม	ความสามารถและคุณภาพ		
	3	2	1
<p>ตอนที่ 3 ผลงาน ประสิทธิภาพ และการเสนอผลงาน</p> <p>13. ผลผลิตตรงกับแบบและการวางแผน</p> <p>14. โครงสร้างของสิ่งประดิษฐ์แข็งแรง</p> <p>15. รูปร่างสิ่งประดิษฐ์ได้สัดส่วน</p> <p>16. เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสม</p> <p>17. มีความประณีตในการประดิษฐ์</p> <p>18. ตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ได้สวยงาม</p> <p>19. ผลผลิตมีความสมบูรณ์</p> <p>20. การเสนอผลงานจัดระบบเรื่องราวดี</p> <p>21. การสื่อความหมายในผลงานถูกต้อง</p> <p>22. เสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว</p> <p>23. แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในผลงาน</p>			
รวมคะแนน			

## เกณฑ์การประเมิน

### ตอนที่ 1 คุณภาพของแบบสิ่งประดิษฐ์

1. การออกแบบมีความสมบูรณ์ลำดับขั้นตอนการสร้างชัดเจน
  - 3 คะแนน เมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ได้ชัดเจน ละเอียดถี่ถ้วน ปฏิบัติตามได้ง่าย
  - 2 คะแนน เมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ละเอียด แต่อ่านแล้วเข้าใจ
  - 1 คะแนน เมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ละเอียด อ่านไม่เข้าใจ
2. การออกแบบมีแนวความคิดใหม่
  - 3 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่มาก
  - 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์ดัดแปลงบางส่วน
  - 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์ เป็นการลอกเลียนโดยตรง
3. ความยากง่ายของแบบสิ่งประดิษฐ์
  - 3 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์ยากกว่าความรู้ในระดับชั้น
  - 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์ เป็นความรู้ในระดับชั้น
  - 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งประดิษฐ์ง่ายเกินไปกับระดับชั้น
4. นำเศษวัสดุมาคิดดัดแปลงแก้ปัญหา
  - 3 คะแนน เมื่อมีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือ โครงสร้าง ใหม่ก่อนการประดิษฐ์ เป็นส่วนมาก
  - 2 คะแนน เมื่อมีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือ โครงสร้าง ใหม่บ้าง เล็กน้อย ก่อนการประดิษฐ์
  - 1 คะแนน เมื่อ ไม่มีการดัดแปลง วัสดุอุปกรณ์ก่อนการประดิษฐ์
5. การเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะกับสมบัติของวัสดุ
  - 3 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาประดิษฐ์ตรงและ เหมาะกับสมบัติของ วัสดุ เป็นส่วนมาก
  - 2 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาประดิษฐ์ตรงและ เหมาะกับสมบัติของ วัสดุน้อยขึ้น
  - 1 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาประดิษฐ์ไม่ตรงและไม่ เหมาะกับสมบัติของ วัสดุ

6. นำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา
- 3 คะแนน เมื่อใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการประดิษฐ์และสามารถอธิบายได้
- 2 คะแนน เมื่อใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการประดิษฐ์แต่ไม่สามารถอธิบายได้
- 1 คะแนน เมื่อไม่มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการประดิษฐ์หรือบอกไม่ได้ว่ามีหรือไม่
7. มีการเตรียมพร้อมในการปฏิบัติงาน
- 3 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ครบทุกชิ้น และวางเป็นระเบียบก่อนปฏิบัติงาน
- 2 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ครบทุกชิ้น แต่จัดวางไม่เป็นระเบียบก่อนปฏิบัติงาน
- 1 คะแนน เมื่อเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ไม่ครบทุกชิ้นและจัดวางไม่เป็นระเบียบก่อนปฏิบัติงาน

#### ตอนที่ 2 การปฏิบัติงาน

8. การใช้เครื่องมือคล่องแคล่ว
- 3 คะแนน เมื่อจับเครื่องมือต่าง ๆ ใช้อย่างคล่องแคล่วไม่ติดขัดเคอะเขิน
- 2 คะแนน เมื่อจับเครื่องมือ เลือกเครื่องมือไม่ค่อยเหมาะกับงานที่ทำ
- 1 คะแนน เมื่อใช้เครื่องมือไม่เป็น หรือไม่เหมาะสม
9. ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย
- 3 คะแนน เมื่อทำงานด้วยความระมัดระวังไม่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน
- 2 คะแนน เมื่อทำงานประมาทเกือบทำให้เกิดอุบัติเหตุในขณะทำงาน
- 1 คะแนน เมื่อทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน หรือเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ
10. สถานที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย
- 3 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานทำความสะอาดเครื่องมือ โต๊ะปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย
- 2 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานทำความสะอาดเครื่องมือแต่โต๊ะปฏิบัติงานไม่สะอาดเรียบร้อย
- 1 คะแนน เมื่อหลังปฏิบัติงานไม่ทำความสะอาดเครื่องมือและ โต๊ะปฏิบัติงาน  
ไม่สะอาดเรียบร้อย
11. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผน
- 3 คะแนน เมื่อปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผนทุกขั้นตอน
- 2 คะแนน เมื่อมีการปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผน ไม่ครบถ้วน
- 1 คะแนน เมื่อไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผน คู่มือสับสนวุ่นวาย  
หรือเมื่อเขียนลำดับขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ละเอียด อ่านไม่เข้าใจ

## 12. การปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา

- 3 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จก่อนหรือเสร็จตามเวลาที่กำหนด
- 2 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 10 นาที
- 1 คะแนน เมื่อทำงานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 10 นาที หรือทำไม่สำเร็จ

## ตอนที่ 3 ผลงาน ประสิทธิภาพ และการเสนอผลงาน

### 13. ผลผลิตตรงกับแบบและการวางแผน

- 3 คะแนน เมื่อผลงานที่ได้เหมือนกับที่ออกแบบไว้
- 2 คะแนน เมื่อผลงานที่ได้มีส่วนเหมือนกับที่ออกแบบไว้
- 1 คะแนน เมื่อผลงานที่ได้ไม่เหมือนกับที่ออกแบบไว้

### 14. โครงสร้างของสิ่งประดิษฐ์แข็งแรง

- 3 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้แข็งแรง แน่นหนาไม่โยกเยกเมื่อจับต้องดู
- 2 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มีการโยกเยกบ้างไม่ค่อยแน่นหนา
- 1 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้หลุดเสียหายได้ง่าย

### 15. รูปร่างสิ่งประดิษฐ์ได้สัดส่วน

- 3 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มองดูสมส่วนทั้งความกว้าง ความยาว ความสูง
- 2 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มีทั้ง ได้สัดส่วน และ ไม่ได้สัดส่วน
- 1 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ ไม่ได้สัดส่วน มองดูขัดตา

### 16. เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสม

- 3 คะแนน เมื่อหาวัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมเป็นส่วนมาก
- 2 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์บางส่วนไม่เหมาะสม
- 1 คะแนน เมื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์ไม่เหมาะสมกับงานและสมบัติ

### 17. มีความประณีตในการประดิษฐ์

- 3 คะแนน เมื่อการต่อ การตัด การติดกาว หรือความเรียบของผิวดีมาก
- 2 คะแนน เมื่อการต่อ การตัด การติดกาว หรือความเรียบของผิวมีบางส่วนที่ไม่ดี
- 1 คะแนน เมื่อการต่อ การตัด การติดกาว หรือความเรียบของผิวหยาบมาก

## 18. ตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ได้สวยงาม

- 3 คะแนน เมื่อมีการตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ให้สวยงามขึ้นแต่ไม่ผิดแบบมาก
- 2 คะแนน เมื่อมีการตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ให้สวยงามขึ้นผิดแบบมาก
- 1 คะแนน เมื่อไม่มีการตกแต่งสิ่งประดิษฐ์ให้สวยงามขึ้นเลย

## 19. ผลผลิตมีความสมบูรณ์

- 3 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ครบถ้วน สมบูรณ์ ใช้ประโยชน์ได้
- 2 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ต้องปรับปรุงหรือพัฒนาขึ้น ใช้ประโยชน์ได้
- 1 คะแนน เมื่อสิ่งประดิษฐ์ที่ได้ไม่สมบูรณ์ปรับปรุงไม่ได้หรือไม่ใช้ประโยชน์

## 20. การเสนอผลงานจัดระบบเรื่องราวดี

- 3 คะแนน เมื่อการอธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนดีทำให้เข้าใจง่าย
- 2 คะแนน เมื่อการอธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนที่สับสนบ้างแต่สามารถทำให้เข้าใจได้
- 1 คะแนน เมื่อการอธิบายผลงานลำดับขั้นตอนไม่ดีทำให้เข้าใจยาก

## 21. การสื่อความหมายในผลงานถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อใช้ภาษาในการเสนอผลงานได้เข้าใจ ถูกต้อง ชัดเจน
- 2 คะแนน เมื่อเสนอผลงานได้เข้าใจ แต่ใช้ภาษาไม่ค่อยถูกต้อง ชัดเจน
- 1 คะแนน เมื่อภาษาในการเสนอผลงานไม่เข้าใจ ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่

## 22. เสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว

- 3 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานได้อย่างชัดเจน คล่องแคล่ว ไม่ติดขัด
- 2 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ชัดเจน แต่คล่องแคล่ว ไม่ติดขัด
- 1 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ชัดเจน ไม่คล่องแคล่ว ติดขัด

## 23. แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในผลงาน

- 3 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้ถูกต้อง ผิดน้อยมากหรือไม่ผิดเลย
- 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้บ้าง ผิดบ้าง
- 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามไม่ได้ไม่ถูกต้องและตอบผิดมาก

## ภาคผนวก ข

1. ตัวอย่างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างคู่มือชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
3. แผนการสอน

ตัวอย่างชุดกิจกรรม

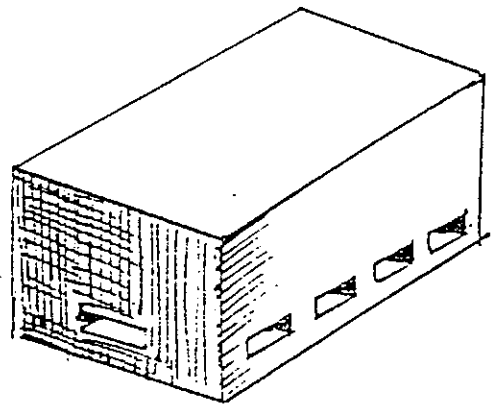
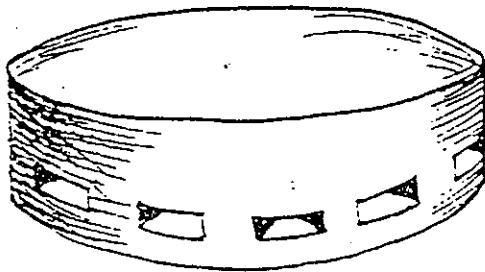
สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

## ตัวอย่างชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน

### กิจกรรมที่ 7 อุปกรณ์ดักแมลงสาบ

#### สถานการณ์

บ้านของแดงอยู่ในย่านชุมชนแออัด จึงประสบปัญหาคัล้ายเพื่อนบ้านคือแมลงสาบมักกัดแทะหนังสือและสิ่งของต่างๆ นอกจากนั้นยังเหม็นกลิ่นสาบ ก่อให้เกิดความรำคาญแก่แดงเป็นอย่างยิ่งจึงคิดหาหนทางกำจัดแมลงสาบ โดยซื้อสารเคมีที่โฆษณาในสื่อต่างๆ มาโรยในอาหารปรากฏว่าแมลงสาบตายเกลื่อน บางส่วนตายตามซอกเล็กซอกน้อย ต้องรื้อของทำความสะอาด บางส่วนต้องแะออกจากร่องแดงจึงคิดหาวิธีการที่จะดักแมลงสาบให้อยู่ในภาชนะเพื่อสะดวกในการทำความสะดวก นักเรียนคงต้องออกแรงช่วยแดงอีกเหมือนเดิม



#### เนื้อหาสาระ

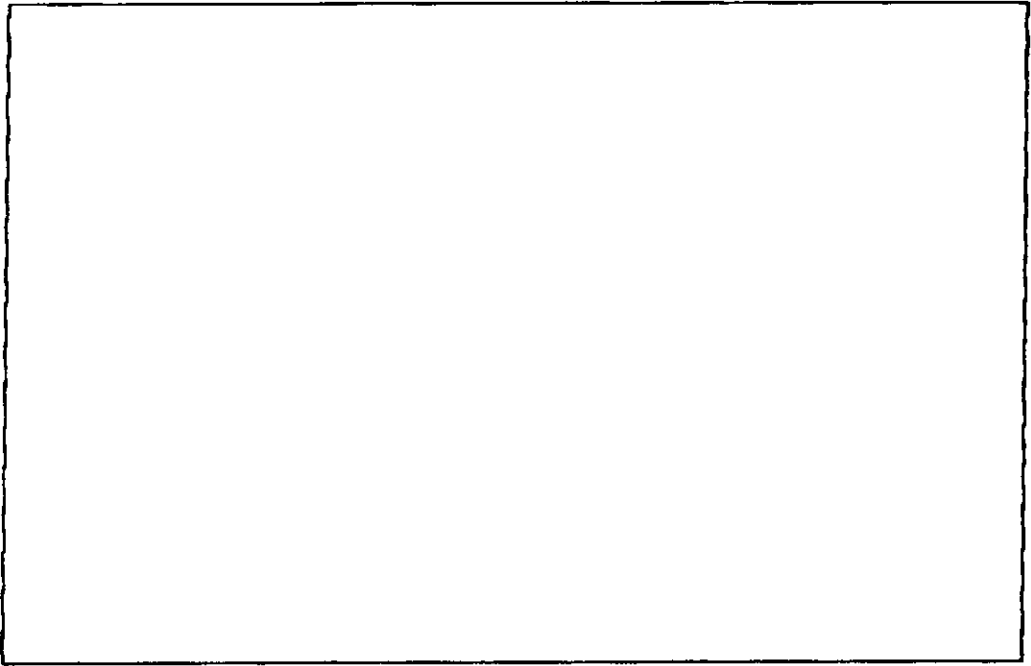
แมลงสาบเป็นสัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางคืน ซอบที่มีดจึงควรนำที่ดักไว้ในที่มีดตามมุมที่คาดว่าแมลงสาบชอบผ่าน โดยใช้ถั่วลิสงป่นเป็นเหยื่อล่อหรือใช้เศษอาหารที่เหลือ ช่องทางที่เจาะไว้ให้แมลงสาบมุดเข้าควรมีหลายทิศทาง และให้เข้าได้แต่ออกไม่ได้

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. ขวดพลาสติก	2 ใบ
2. กล้องนม (450 cc.)	4 กล้อง
3. เทปใสม้วนเล็ก	1 ม้วน
4. มีดเล็ก	1 เล่ม
5. กรรไกร	1 ด้าม
6. คีม	1 อัน
7. กระจกป้องกันอันตราย	1 ใบ
8. ลวด	1 เส้น (30 cm.)
9. กาวตราช้าง	1 หลอด
10. ไม้เสียบลูกชิ้น	6 อัน

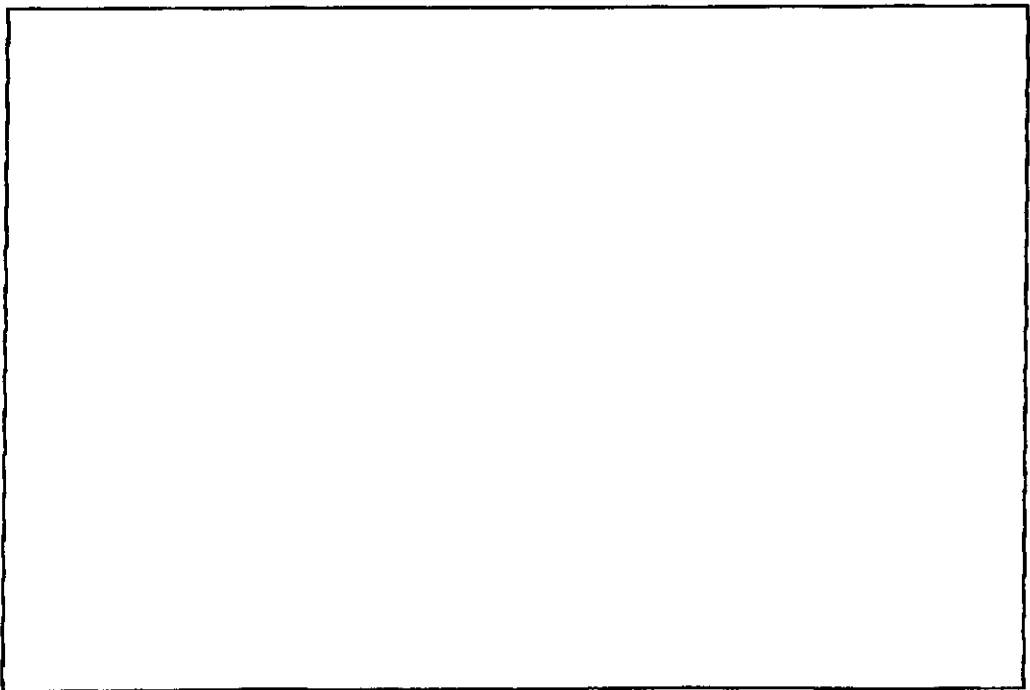
### กิจกรรมการปฏิบัติ

ให้แต่ละกลุ่มช่วยแต่งคิดออกแบบ และสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถถักแมลงสาบให้ได้มาก ๆ สะดวกในการทำความสะดวกเพื่อนำกลับมาใช้ต่อ โดยลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

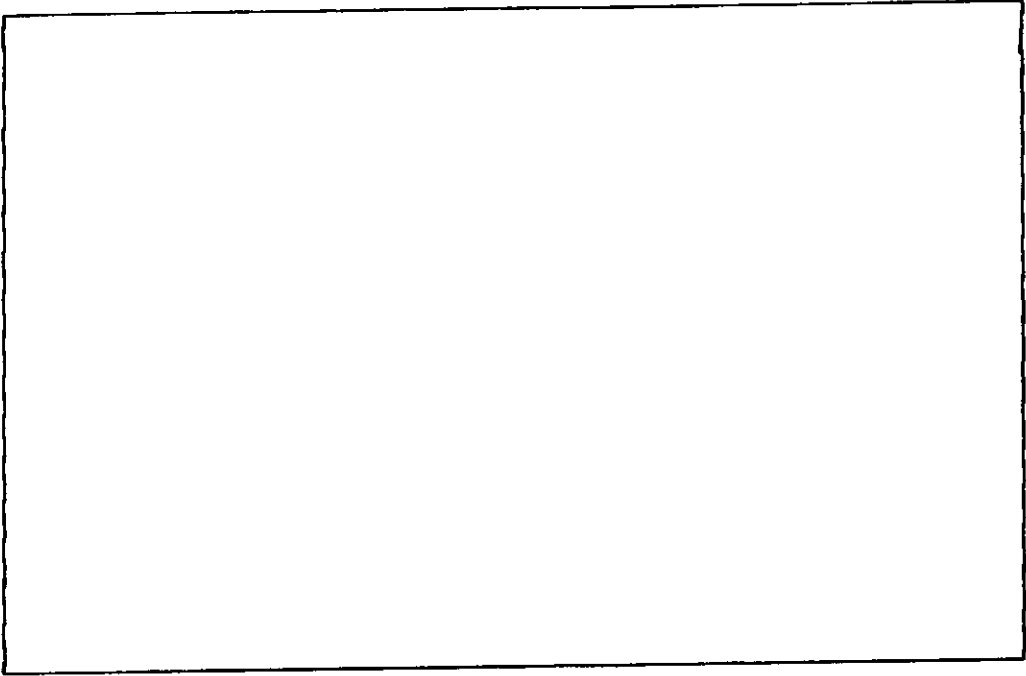
ตอนที่ 1 ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้เป็นพื้นฐานในการคิด ไม่ต้องคำนึงว่าจะสร้างยากหรือไม่ ต้องการเพียงให้นักเรียนแต่ละคนสื่อความคิด และออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่อยู่ในจินตนาการให้ได้มากที่สุด มีความแปลกและใหม่ โดยเขียนเป็นภาพลายเส้นให้พอเข้าใจ และให้ชี้แสดงด้วยว่าส่วนใดในแบบทำด้วยอุปกรณ์ใด (งานเดี่ยว เวลา 15 นาที)



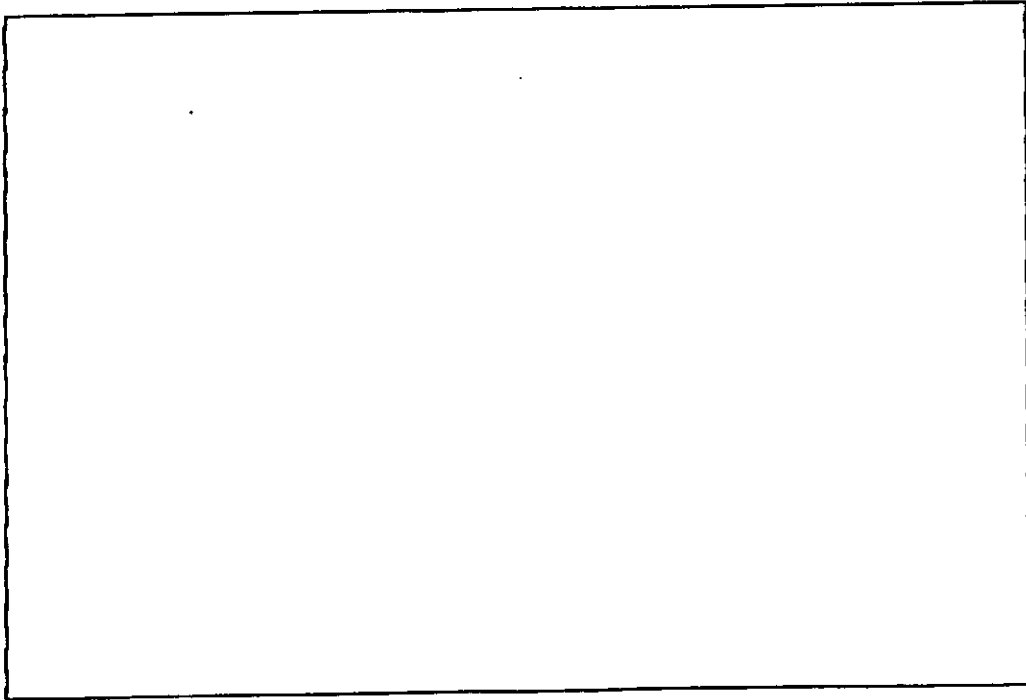
1 תמונה



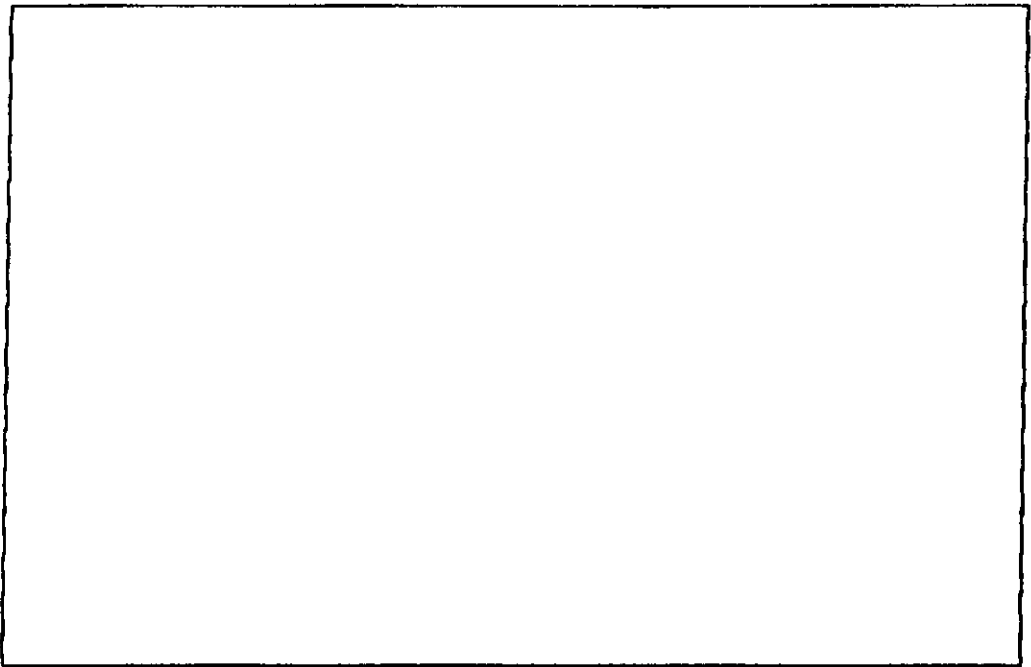
2 תמונה



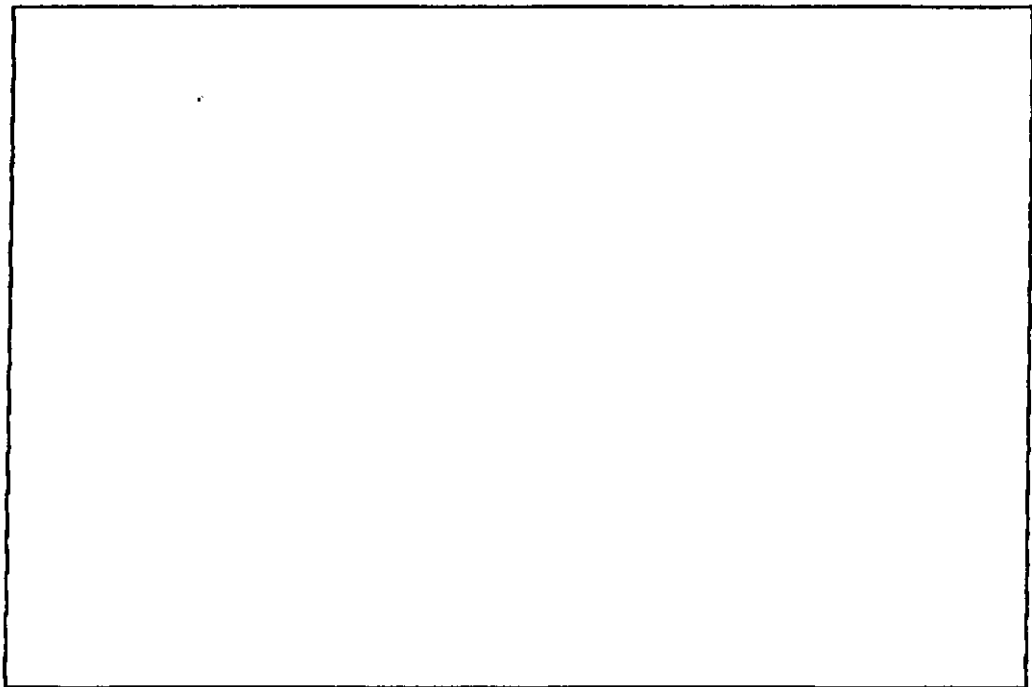
3 תמונה



4 תמונה

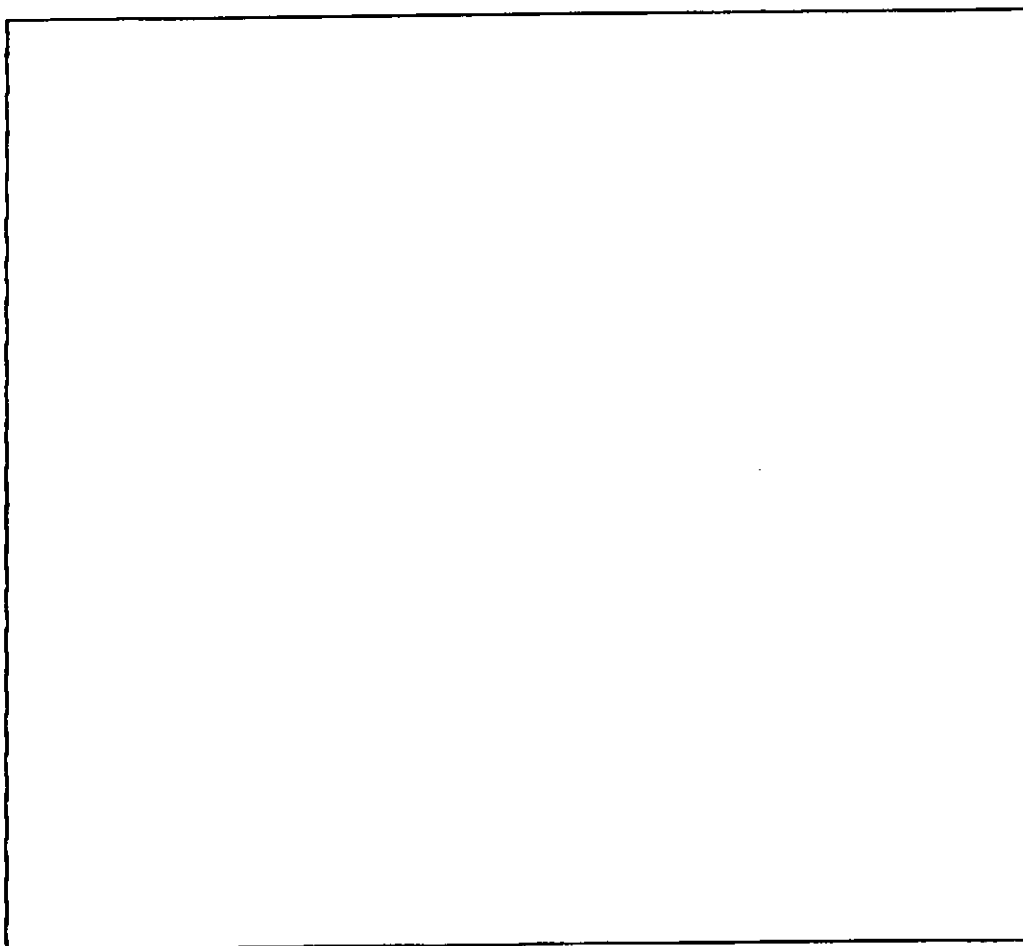


ແນວທີ່ 5



ແນວທີ່ 6

ตอนที่ 2 ให้นำแบบของแต่ละคนในกลุ่มมาร่วมกันปรึกษา แล้วตัดสินใจเลือกเอาแบบใดแบบหนึ่ง โดยช่วยกันปรับปรุงแบบที่เลือกให้สมบูรณ์ เขียนขั้นตอนการสร้างให้ละเอียดว่าจะทำอะไรก่อนหรือหลัง อาจเขียนภาพประกอบขั้นตอนได้ เพื่อให้คนอื่นเข้าใจยิ่งขึ้น เมื่อได้แบบที่คิดว่าดีที่สุดแล้วให้ตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ (งานกลุ่ม เวลา 20 นาที)



แบบที่เลือก

ชื่อสิ่งประดิษฐ์ \_\_\_\_\_



ตอนที่ 3 ร่วมกันดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแบบ และตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ทดลองสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นถ้ายังใช้ไม่ได้ หรือประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ให้ปรับปรุงจนมี ประสิทธิภาพ โดยบันทึกผลการปฏิบัติงานไว้ด้วยว่า มีปัญหาใดบ้าง และได้ปรับปรุงแก้ปัญหามา อย่างไร จึงได้สิ่งประดิษฐ์นั้น (งานกลุ่ม เวลา 40 นาที)

ปัญหาที่พบในการสร้าง

---



---



---



---



---

การแก้ปัญหาและผลที่ได้

---



---



---



---



---

นักเรียนคิดว่าสิ่งประดิษฐ์ที่กลุ่มสร้างขึ้น ถ้าดัดแปลงหรือเพิ่มเติมบางส่วนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง ได้อย่างไร

---



---



---



---



---



---



---



---



---



**ตัวอย่างคู่มือครูชุดกิจกรรม**

**สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**

## คู่มือครูชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

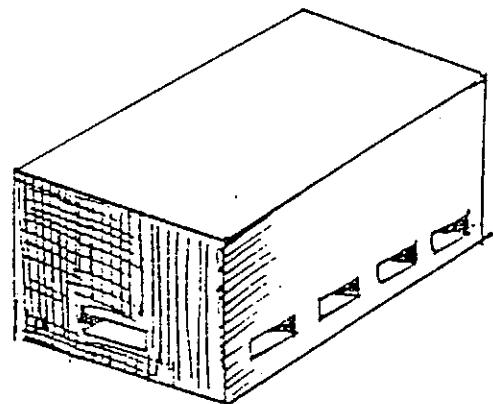
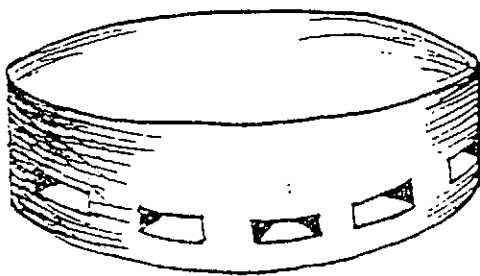
### กิจกรรมที่ 7 อุปกรณ์ดักแมลงสาบ

#### จุดประสงค์

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถดักแมลงสาบได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

#### สถานการณ์

บ้านของแดงอยู่ในย่านชุมชนแออัด จึงประสบปัญหาคล้ายเพื่อนบ้านคือแมลงสาบมักกัดแทะหนังสือและสิ่งของต่างๆ นอกจากนั้นยังเหม็นกลิ่นสาบ ก่อให้เกิดความรำคาญแก่แดงเป็นอย่างมากยิ่งจึงคิดหาหนทางกำจัดแมลงสาบ โดยซื้อสารเคมีที่โฆษณาในสื่อต่าง ๆ มาโรยในอาหารปรากฏว่าแมลงสาบตายเกลื่อน บางส่วนตายตามชอกเล็กชอกน้อย ต้องรีบทำความสะอาด บางส่วนต้องแฉะออกจากร่องแดงจึงคิดหาวิธีการที่จะดักแมลงสาบให้อยู่ในภาชนะเพื่อสะดวกในการทำความสะดวก นักเรียนคงต้องออกแรงช่วยแดงอีกเหมือนเดิม



#### เนื้อหาสาระ

แมลงสาบเป็นสัตว์ที่หากินในเวลากลางคืน ชอบที่มืดจึงควรนำที่ดักไว้ในที่มืดตามมุมที่คาดว่ามีแมลงสาบชอบผ่าน โดยใช้ถั่วลิสงป่นเป็นเหยื่อล่อหรือใช้เศษอาหารที่เหลือ ช่องทางที่เจาะไว้ให้แมลงสาบมุดเข้าควรมีหลาย ๆ ทาง และให้เข้าได้แต่ออกไม่ได้

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. ขวดพลาสติก	2 ใบ
2. กล้องนม (450 cc.)	4 กล้อง
3. เทปใสม้วนเล็ก	1 ม้วน
4. มีดเล็ก	1 เล่ม
5. กรรไกร	1 อัน
6. คีม	1 อัน
7. ครอบน้ำอัดลม	1 ใบ
8. ลวด	1 เส้น (30 cm.)
9. กาวตราช้าง	1 หลอด
10. ไม้เสียบลูกชิ้น	6 อัน

### การดำเนินงานกิจกรรม

#### ขั้นนำ

ครูแจกชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

#### ขั้นปฏิบัติ

- ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาสถานการณ์ เนื้อหาสาระและออกแบบสิ่งประดิษฐ์ให้ได้มากแบบ
- ให้นักเรียนร่วมกันเลือกแบบจากข้อ 1. ปรับปรุงแบบที่เลือกให้สมบูรณ์และเขียนขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์
- นักเรียนลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทดสอบและปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์
- ให้นักเรียนบันทึกปัญหาในการสร้าง การแก้ปัญหาและผลที่ได้
- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและบันทึกเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่กลุ่มสร้างขึ้น สามารถนำไปคิดแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างไร

### ขั้นสรุป

1. ให้นักเรียนเสนอผลงาน
2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม โดยนำข้อดีและจุดเด่นของแต่ละกลุ่มที่ออกมารายงาน ในการคิดปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ให้ได้สิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือนำไปเล่นได้ พร้อมบันทึกผล

### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตการปฏิบัติงาน
3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 1 ใครจะร้อนได้ไกลและนาน คาบที่ 1-2 เวลา 100 นาที**

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการเคลื่อนที่ไปในอากาศได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. กระดาษกล่อง (15 X 25 cm)	1 แผ่น
2. คัทเตอร์ตัดกระดาษ	1 ด้าม
3. ไม้บรรทัด	1 อัน
4. ดินสอดำ	1 แท่ง
5. เทปใส	1 ม้วน
6. ลวดเสียบกระดาษ	6 อัน

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน โดยใช้เกมจับภาพสัตว์ต่าง ๆ ที่เหมือนกัน อยู่กลุ่มเดียวกัน
2. ครูสร้างสถานการณ์โดยการเล่าเรื่องเกี่ยวกับเครื่องร่อนจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาเกี่ยวกับเครื่องร่อน และคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์เครื่องร่อน
3. ครูแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนปฏิบัติงาน การออกแบบ และการเขียนขั้นตอนการประดิษฐ์ โดยเขียนเป็นภาพลายเส้นอย่างง่าย ซึ่งนักเรียนสามารถวาดภาพประกอบขั้นตอนได้

#### 4. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้

##### ขั้นปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน

2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ทำการทดลอง และปรับปรุง สิ่งประดิษฐ์

##### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา

2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

##### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตการปฏิบัติงาน
3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 2 ปืนพลังลม**                      **คาบที่ 3-4 เวลา 100 นาที**

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการของแรงดันอากาศ
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

**เวลาที่ใช้ 100 นาที**

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. ปากกา	1 ด้าม
2. ตะเกียบไม้	1 อัน
3. กระดาษหนังสือพิมพ์	1 แผ่น
4. กล้อง ใส่ยาสี้นขนาดใหญ่	1 กล้อง
5. เทปใส	1 ม้วน
6. น้ำเปล่า	1/2 ถ้วย

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูสร้างสถานการณ์ โดยการเล่าเรื่องเกี่ยวกับปืนพลังลม ที่ใช้ยิงตุ๊กตาในงานวัดใช้หลักการแรงดันของอากาศ
2. ให้นักเรียนนำหลักการแรงดันของอากาศคิดสร้างปืนพลังลม พร้อมเป้าฝึกยิง
3. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

**ขั้นปฏิบัติ**

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้างและตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน

2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ทำการ ทำการทดลอง และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์  
ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา

2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน  
ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตการปฏิบัติงาน
3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 3 โทรทัศน์ 3 ทางอย่างง่าย คาบที่ 5-6 เวลา 100 นาที**

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถสื่อสารพร้อมกันได้ 3 ทาง
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. ถ้วยกระดาษ	1 ใบ
2. เชือกยาว 15 เมตร	3 เส้น
3. หนัวยางวงเล็ก	10 เส้น
4. ไม้จิ้มฟัน	1 อัน
5. เทปใส	1 ม้วน

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูสร้างสถานการณ์ โดยให้นักเรียนดูภาพข้างติดตั้งเสาโทรทัศน์ ให้นักเรียนระบุปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารของช่างที่ต้องสื่อสารพร้อมกัน 3 ทาง และให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยในการสื่อสารพร้อมกัน 3 คน

2. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

**ขั้นปฏิบัติ**

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์ พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้างและตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน

2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ ทำการทดลอง และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์

#### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา

2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

#### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตการปฏิบัติงาน
3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 4** อุปกรณ์ให้น้ำแก่พืชอย่างประหยัด คาบที่ 7-8 เวลา 100 นาที

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ให้น้ำพืชอย่างประหยัดได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. สายยาง	1 เส้น (ยาว 50 cm.)
2. ขวดพลาสติก	2 ใบ
3. ปลอกปากกา	1 อัน
4. กระจกใส่น้ำ	1 ใบ
5. กระจกน้ำอัดลม	2 กระจก
6. มีดเหลาดินสอ	1 อัน
7. เทปใสม้วนเล็ก	1 ม้วน
8. เศษพลาสติกก้อน	1 ชิ้น
9. ดินน้ำมัน	1 ก้อน
10. ไม้ขีดไฟ	1 กล่อง
11. เทียนไข	1 เล่ม
12. ไม้เสียบลูกชิ้น	1 อัน

## การดำเนินกิจกรรม

### ขั้นนำ

1. ครูสร้างสถานการณ์เล่าเรื่องเกี่ยวกับน้ำ ให้เห็นความสำคัญของการประหยัดน้ำ โดยให้นักเรียนระบุปัญหา จากการขาดแคลนน้ำ และให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ ที่ช่วยประหยัดน้ำแก๊นซ์

2. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

### ขั้นปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน

2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ทำการทดลอง และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์

### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา

2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม

2. สังเกตการปฏิบัติงาน

3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 5 ใครง้อร่นได้ไกลและนาน คาบที่ 9-10 เวลา 100 นาที**

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ทำให้เกิดฟองสบู่ขนาดใหญ่และจำนวนมากได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

**เวลาที่ใช้ 100 นาที**

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. หลอดพลาสติก (หลอดกาแฟ)	3 หลอด
2. ลวดยาว	1 เมตร
3. กรวยพลาสติก	1 ใบ
4. ด้ายยาว	1 เมตร
5. กรรไกร	1 อัน
6. ขวดพลาสติก	1 ใบ
7. น้ำสบู่ตามต้องการ	
8. ใต้นจาก	5 ใบ

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูสร้างสถานการณ์โดยการเป่าฟองสบู่ให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถให้ฟองสบู่ได้ครั้งละจำนวนมาก ๆ และมีขนาดใหญ่
2. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

### ขั้นปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน
2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ทำการทดลอง และปรับปรุง สิ่งประดิษฐ์

### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา
2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตการปฏิบัติงาน
3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 6 ใครจะร้อนได้ไกลและนาน คาบที่ 11-12 เวลา 100 นาที**

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถวัดความจุอากาศของปอดได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

**เวลาที่ใช้ 100 นาที**

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. ขวดพลาสติกใส	1 ใบ
2. สายยาง (Ø 1 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร)	1 เส้น
3. กระดาษ	1 แผ่น
4. ปากกา	1 ด้าม
5. ไม้บรรทัด	1 อัน
6. บีกเกอร์ ( 500 cc.)	1 ใบ
7. ชั้นพลาสติก	1 ใบ
8. แก้วพลาสติก	2 ใบ
9. น้ำ	1 ลิตร

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูสร้างสถานการณ์โดยการเล่าเรื่องเกี่ยวกับการแข่งขันดำน้ำให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถวัดความจุของอากาศได้
2. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

### ขั้นปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์ พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน

2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ ทำการทดลองและปรับปรุง สิ่งประดิษฐ์

### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา

2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม

2. สังเกตการปฏิบัติงาน

3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 7 วิศวกรุ่นได้ไกลและนาน** คาบที่ 13-14 เวลา 100 นาที  
*อุปกรณ์และวัสดุ*

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถดักแมลงสาบได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. ขวดพลาสติก	2 ใบ
2. กล่องนม (450 cc.)	4 กล่อง
3. เทปใสม้วนเล็ก	1 ม้วน
4. มีดเล็ก	1 เล่ม
5. กรรไกร	1 อัน
6. คีม	1 อัน
7. กระป๋องน้ำอัดลม	1 ใบ
8. ลวด	1 เส้น (30 cm.)
9. กาวตราช้าง	1 หลอด
10. ไม้เสียบลูกชิ้น	6 อัน

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูสร้างสถานการณ์โดยเล่าเรื่องเกี่ยวกับแมลงสาบและการสร้างปัญหาของแมลงสาบ ให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถดักจับแมลงสาบได้
2. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

### ขั้นปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์ พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน
2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ ทำการทดลองและปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์

### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา
2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตการปฏิบัติงาน
3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 8 อุปกรณ์ฝึกสมาธิ คาบที่ 15-16 เวลา 100 นาที**

**จุดประสงค์**

1. นำวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ฝึกสมาธิได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. ไม้แขวนเสื้ออะลูมิเนียม	1 อัน
2. สายไฟแดงดำ ยาว 30 เซนติเมตร	2 เส้น
3. แบตเตอรี่ขนาด 9 โวลท์ พร้อมขั้ว	1 ชุด
4. ออก 9 โวลท์	1 ตัว
5. หลอดไฟฉาย 6 โวลท์ พร้อมขั้ว	1 ชุด
6. ลวดหนึบกระดาษ	1 อัน
7. ปากกา	1 ด้าม
8. มีด	1 เล่ม
9. ฝาพลาสติก (Ø 15 เซนติเมตร)	1 แผ่น
10. เทปใส	1 ม้วน

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูสร้างสถานการณ์โดยให้นักเรียนดูแผงวงจรไฟฟ้าและการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่นำวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย มาดัดแปลงสร้างเครื่องเล่นที่ใช้ฝึกสมาธิ

2. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

#### ขั้นปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์ พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน

2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ ทำการทดลองและปรับปรุง สิ่งประดิษฐ์

#### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา

2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

#### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม

2. สังเกตการปฏิบัติงาน

3. การเสนอผลงาน

**แผนการสอนชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์**  
**กิจกรรมที่ 9 นาทะชนสง ค่ำที่ 17-18 เวลา 100 นาที**

**จุดประสงค์**

1. สร้างสิ่งประดิษฐ์จำลองที่สามารถเป็นนาทะชนสงคนหรือสิ่งของได้
2. สามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนได้
3. สามารถร่วมกันแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพใช้งานได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. กลองนม	1 กลอง
2. ขวดน้ำพลาสติก	2 ใบ
3. ฝาน้ำอัดลม	6 ฝา
4. หลอดกาแฟ	2 หลอด
5. เทียน	1 เล่ม
6. ลวด	1 เส้น
7. ปากกาหมึกหมด	1 ด้าม
8. มีด	1 เล่ม
9. ไม้ไผ่ (ไม้เสียบลูกชิ้น)	4 อัน
10. เทปใส	1 ม้วน

**การดำเนินกิจกรรม**

**ขั้นนำ**

1. ครูสร้างสถานการณ์ โดยการเล่าเรื่องเกี่ยวกับวิวัฒนาการของยานนาทะชนสงที่ใช้ในการขนส่ง ให้นักเรียนคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์จำลอง ที่สามารถใช้เป็นนาทะชนสง โดยใช้พลังงานไอน้ำขับเคลื่อน

2. ครูแจกใบงานพร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้

#### ขั้นปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์ พร้อมเขียนขั้นตอนการสร้าง และตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์ในใบงาน

2. ให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่เขียนไว้ ทำการทดลองและปรับปรุง สิ่งประดิษฐ์

#### ขั้นสรุป

1. นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างการแก้ปัญหา และผลจากการแก้ปัญหา

2. ครูชี้แนะส่วนที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

#### ขั้นประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม

2. สังเกตการปฏิบัติงาน

3. การเสนอผลงาน

#### ภาคผนวก ค

1. การหาคุณภาพแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
2. การหาคุณภาพแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 6 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินจากผู้ประเมิน 2 ท่าน ด้วยวิธีการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation)

คนที่	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (X)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
1	29	27	841	729	783
2	41	35	1681	1225	1435
3	45	37	2025	1369	1665
4	31	39	961	1521	1209
5	38	31	1444	961	1178
6	27	28	729	784	756
7	48	44	2304	1936	2112
8	44	38	1936	1444	1672
9	29	31	841	961	899
10	38	31	1444	961	1178
11	43	37	1849	1369	1591
12	29	29	841	841	841
13	45	38	2025	1444	1710
14	45	40	2025	1600	1800
15	29	30	841	900	870
16	46	42	2116	1764	1932
17	40	38	1600	1444	1520
18	46	43	2116	1849	1978
19	32	30	1024	900	960
20	40	42	1600	1764	1680
21	43	36	1849	1296	1548
22	44	36	1936	1296	1584

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (X)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
23	47	42	2209	1764	1974
24	48	42	2304	1764	2016
25	47	39	2209	1521	1833
รวม	994	905	40750	33407	36724

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \\
 &= \frac{(25 \times 36724) - (994 \times 905)}{\sqrt{[25 \times (40750) - (994)^2] [25 \times (33407) - (905)^2]}} \\
 &= \frac{18530}{22271.75} \\
 &= 0.83
 \end{aligned}$$

ตาราง 7 แสดงคะแนนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient)

คนที่	ข้อที่ 1				ข้อที่ 2				ข้อที่ 3				รวม 3 ข้อ
	คิด คลัง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	รวม ข้อ 1	คิด คลัง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	รวม ข้อ 2	คิด คลัง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	รวม ข้อ 3	
1	11	3	3	17	6	3	11	20	4	4	6	14	51
2	6	1	5	12	5	2	6	13	2	1	3	6	31
3	10	2	2	14	4	3	0	7	2	4	2	8	29
4	5	2	0	7	3	2	0	5	1	4	0	5	17
5	7	2	4	13	6	4	10	20	5	1	5	11	44
6	5	1	0	6	3	2	1	6	2	3	0	5	17
7	10	4	2	16	9	4	3	16	7	2	0	9	41
8	8	3	9	20	4	2	6	12	3	1	0	4	36
9	9	2	5	16	3	2	1	6	1	4	0	5	27
10	13	3	12	28	5	5	0	10	2	1	0	3	41
11	11	2	1	14	3	1	0	4	1	1	2	4	22
12	9	2	6	17	3	4	1	8	2	1	3	6	31
13	3	1	0	4	4	1	0	5	4	3	2	9	18
14	5	2	2	9	8	3	2	13	3	2	0	5	27
15	4	1	0	5	6	2	1	9	2	4	0	6	20
16	20	6	17	43	7	5	1	13	10	5	7	22	78
17	5	3	4	12	3	4	1	8	7	2	2	11	31
18	6	3	5	14	4	2	2	8	4	1	0	5	27
19	14	5	10	29	5	7	2	14	5	3	2	10	53
20	2	1	0	3	3	2	0	5	2	1	0	3	11
21	9	2	3	14	8	2	2	12	4	2	0	6	32
22	15	4	7	26	7	3	3	13	3	5	9	17	56

ตาราง 7 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่ 1				ข้อที่ 2				ข้อที่ 3				รวม 3 ข้อ
	คิด คลอง	คิด ยึดหยุ่น	คิด วิเวม	รวม ข้อ 1	คิด คลอง	คิด ยึดหยุ่น	คิด วิเวม	รวม ข้อ 2	คิด คลอง	คิด ยึดหยุ่น	คิด วิเวม	รวม ข้อ 3	
23	4	1	1	6	12	2	1	15	3	1	8	12	33
24	6	2	1	9	8	4	0	12	4	2	0	6	27
25	3	1	0	4	4	1	1	6	2	1	0	3	13
26	13	3	4	20	4	2	1	7	2	4	13	19	46
27	9	2	3	14	13	3	1	17	2	3	10	15	46
28	7	2	2	11	4	1	0	5	5	3	0	8	24
29	11	5	3	19	7	3	3	13	3	3	3	9	41
30	4	1	0	5	6	2	1	9	3	4	0	7	21
31	7	2	1	10	4	4	9	17	2	2	1	5	32
32	6	2	1	9	3	2	0	5	4	4	0	8	22
33	17	7	13	37	13	10	15	38	5	3	2	10	85
34	13	3	2	18	9	4	3	16	2	4	13	19	53
35	6	2	1	9	7	3	2	12	1	1	0	2	23
36	5	2	11	18	4	2	6	12	2	4	0	6	36
37	4	1	0	5	3	2	1	6	2	2	0	4	15
38	7	3	2	12	2	4	13	19	4	5	6	15	46
39	6	2	1	9	3	1	0	4	2	1	1	4	17
40	7	2	1	10	4	3	7	14	7	2	0	9	33
41	8	3	4	15	3	3	5	11	2	1	1	4	30
42	12	5	3	20	5	5	1	11	5	3	0	8	39
43	3	1	0	4	6	1	1	8	2	3	1	6	18
44	4	1	0	5	6	2	0	8	1	1	0	2	15
45	12	4	2	18	10	8	7	25	5	3	2	10	53

ตาราง 7 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่ 1				ข้อที่ 2				ข้อที่ 3				รวม 3 ข้อ
	คิด คลัง	คิด ยืดหยุ่น	คิด รีเวิร์ม	รวม ข้อ 1	คิด คลัง	คิด ยืดหยุ่น	คิด รีเวิร์ม	รวม ข้อ 2	คิด คลัง	คิด ยืดหยุ่น	คิด รีเวิร์ม	รวม ข้อ 3	
46	8	3	15	26	5	2	1	8	3	2	4	9	43
47	5	3	2	10	3	1	0	4	4	2	0	6	20
48	9	4	2	15	12	6	3	21	2	2	5	9	45
49	7	2	10	19	4	1	6	11	1	3	3	7	37
50	5	1	1	7	2	1	0	3	2	1	0	3	13
51	14	6	7	27	5	2	3	10	10	2	9	21	58
52	8	3	3	14	3	2	1	6	3	1	3	7	27
53	4	1	2	7	4	7	0	11	2	1	1	4	22
54	7	3	1	11	4	1	0	5	2	1	0	3	19
55	8	2	4	14	8	4	1	13	8	7	4	19	46
56	5	2	3	10	3	2	1	6	2	2	1	5	21
57	16	7	5	28	10	9	14	33	4	3	7	14	75
58	4	1	0	5	6	1	0	7	3	1	0	4	16
59	6	2	3	11	4	2	9	15	5	2	5	12	38
60	7	3	4	14	2	3	7	12	1	3	3	7	33
รวม	474	155	215	844	324	181	177	682	198	148	149	495	2021
$\bar{X}$	7.90	2.58	3.58	14.06	5.40	3.02	2.95	11.36	3.30	2.47	2.48	8.25	33.68
S.D.	3.85	1.49	3.90	8.17	2.75	1.99	3.78	6.61	2.05	1.36	3.31	4.92	16.07
$S^2$	14.79	2.21	15.18	66.80	7.57	3.95	14.31	43.63	4.21	1.85	10.98	24.19	258.25

ตาราง 8 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา

ข้อที่	ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	N	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$	$S^2$	Alpha( $\infty$ )
1.	ความคิดคล่อง	60	474	4632	7.90	14.79	0.718
	ความคิดยืดหยุ่น	60	155	533	2.58	2.21	
	ความคิดริเริ่ม	60	215	1681	3.58	15.18	
	รวมทั้งข้อ	60	844	6846	14.07	66.80	
2.	ความคิดคล่อง	60	324	2204	5.40	7.57	
	ความคิดยืดหยุ่น	60	181	783	3.02	3.95	
	ความคิดริเริ่ม	60	177	1381	2.95	14.31	
	รวมทั้งข้อ	60	682	4368	11.37	43.63	
3.	ความคิดคล่อง	60	198	906	3.30	4.21	
	ความคิดยืดหยุ่น	60	148	476	2.47	1.85	
	ความคิดริเริ่ม	60	149	1029	2.48	10.98	
	รวมทั้งข้อ	60	495	2411	8.25	24.19	
	รวมทั้งฉบับ						
	ความคิดคล่อง	60	996	7742	16.60	43.401	
	ความคิดยืดหยุ่น	60	484	1792	8.07	13.662	
	ความคิดริเริ่ม	60	541	4091	9.02	60.283	
	รวมทั้งฉบับ	60	2021	13625	33.68	258.25	

### ภาคผนวก ง

1. แสดงคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์หลังการเรียน
2. แสดงคะแนนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน

ตาราง 9 แสดงคะแนนความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ หลังการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	56	45
2	49	39
3	61	52
4	54	40
5	65	56
6	60	40
7	63	53
8	58	43
รวม	$\Sigma X = 466$	$\Sigma Y = 368$
$\bar{X}$	58.25	46
S.D	5.18	6.72
$S^2$	26.79	45.14

ตาราง 10 แสดงคะแนนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนของกลุ่มทดลอง

คน ที่	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			ข้อที่ 3			รวม	รวม	รวม	รวม ทั้ง 3 ข้อ	
	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม		
1	10	3	3	3	6	8	2	2	2	13	15	11	13	39
2	15	2	2	3	1	1	4	4	7	14	22	7	10	39
3	28	2	3	7	2	3	9	3	3	15	44	7	9	60
4	29	5	13	10	3	1	3	2	3	12	42	10	17	69
5	13	4	4	4	1	1	2	4	13	11	19	9	18	46
6	20	1	5	8	4	12	2	1	10	16	30	6	27	63
7	24	2	2	10	1	0	8	4	5	10	42	7	7	56
8	11	10	3	4	5	1	2	3	1	6	17	18	5	40
9	13	3	9	5	2	6	4	1	1	5	22	6	16	44
10	13	6	15	11	4	12	8	5	6	1	32	15	33	80
11	11	1	6	3	1	0	2	2	0	2	16	4	6	26
12	21	2	2	8	4	13	7	4	4	3	36	10	19	65
13	27	3	2	7	2	0	9	1	4	4	43	6	6	55
14	27	1	3	6	4	1	3	3	1	7	36	8	5	49
15	15	3	4	8	1	2	2	2	0	17	25	6	6	37
16	29	4	4	9	4	3	6	4	1	8	44	12	8	64
17	15	5	6	8	3	3	0	1	0	18	23	9	9	41
18	17	3	2	8	2	1	1	3	1	2	26	8	4	38
19	16	1	2	9	4	3	5	0	6	9	30	5	11	46
20	23	1	4	9	5	7	7	1	2	19	39	7	13	59
21	29	7	18	13	6	6	10	4	3	20	52	17	27	96
22	18	6	17	4	2	7	2	1	1	21	24	9	25	58
23	15	2	5	3	3	5	9	5	3	23	27	10	13	50
24	13	1	4	5	5	0	5	3	4	24	23	9	8	40
รวม	452	78	138	165	75	96	112	63	81	729	216	315	1260	
$\bar{X}$	18.83	3.25	5.75	6.88	3.13	4.00	4.67	2.63	3.38	30.38	9.00	13.13	52.50	
$S^2$	41.06	5.02	23.19	7.78	2.53	15.75	8.81	1.98	9.98	104.57	12.17	62.86	233.50	
S.D	6.407	2.241	4.815	2.789	1.589	3.969	2.967	1.409	3.160	10.226	3.488	7.928	15.281	

ตาราง 11 แสดงคะแนนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

คนที่	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			ข้อที่ 3			รวม	รวม	รวม	รวมทั้ง 3 ข้อ
	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	คิด คล่อง	คิด ยืดหยุ่น	คิด ริเริ่ม	
1	24	3	1	4	1	1	4	2	0	32	6	2	40
2	7	5	9	4	1	0	3	2	1	14	8	10	32
3	28	3	1	5	2	6	5	1	1	38	6	8	52
4	22	2	1	13	1	8	7	2	1	42	5	10	57
5	6	5	8	8	3	3	0	2	4	14	10	15	39
6	11	2	1	7	3	3	5	1	5	23	6	9	38
7	9	1	2	8	2	1	1	2	1	18	5	4	27
8	3	2	5	6	2	1	4	0	2	13	4	8	25
9	14	3	7	5	1	4	4	1	5	23	5	16	44
10	8	2	5	3	2	1	4	2	9	15	6	15	36
11	3	1	0	6	2	1	1	2	0	10	5	1	16
12	21	3	1	7	1	7	4	1	2	32	5	10	47
13	5	2	1	6	2	0	3	1	1	14	5	2	21
14	10	1	3	5	1	3	1	1	0	16	3	6	25
15	24	1	5	7	1	4	5	1	3	36	3	12	51
16	11	1	1	5	1	0	2	1	0	18	3	1	22
17	12	2	4	2	2	1	4	2	1	18	6	6	30
18	5	1	3	3	3	3	3	1	2	11	5	8	24
19	4	2	2	6	1	4	2	2	5	12	5	11	28
20	1	1	1	2	3	2	3	1	1	6	5	4	15
21	6	2	3	3	1	0	3	2	0	12	5	3	20
22	24	2	5	12	2	5	10	2	1	46	6	11	63
23	20	3	8	12	1	10	7	1	2	39	5	20	64
24	11	1	5	8	1	2	4	2	1	23	4	8	35
รวม	289	51	82	147	40	70	89	35	48	525	126	200	851
$\bar{X}$	12.04	2.13	3.42	6.13	1.67	2.92	3.71	1.46	2.00	21.88	5.25	8.33	35.46
$S^2$	62.96	1.28	6.74	8.61	0.56	6.99	4.62	0.33	4.58	126.94	2.19	24.39	197.66
S.D	7.935	1.130	2.597	2.934	0.745	2.644	2.150	0.576	2.141	11.267	1.479	4.939	14.059

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายประพจน์ ชื่อสกุล ศีลนิพัฒน์

เกิดวันที่ 3 เดือน มิถุนายน พุทธศักราช 2499

สถานที่เกิด จังหวัดสมุทรปราการ

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ต.ในคลองบางปลากด  
อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ

## ประวัติการศึกษา

- |           |   |
|-----------|---|
| พ.ศ. 2515 | มศ.3 โรงเรียนสมุทรปราการ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ  |
| พ.ศ. 2517 | ป.กศ. จากวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา<br>กรุงเทพมหานคร                                      |
| พ.ศ. 2520 | ป.กศ. สูง (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป)<br>จากวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ จังหวัดปทุมธานี     |
| พ.ศ. 2526 | ค.บ. จากวิทยาลัยครูธนบุรี กรุงเทพมหานคร   |
| พ.ศ. 2539 | กศ.ม. (วิชาเอกการมัธยมศึกษาสาขาการสอนวิทยาศาสตร์)<br>จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสามมิตร |