

การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์  
ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปลกรณ์วิทยาศาสตร์  
และที่เรียนตามชุดการเรียน

ปริญญานิพนธ์

ของ

พรรณา หิมารัตน์

12 ส.ค. 2528

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
กันยายน 2527

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์  
ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปลกรณวิทยาศาสตร์  
และที่เรียนตามชุดการเรียน

บทคัดย่อ

ของ

พรรณา หิมารัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
กันยายน 2527

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่มในการทำ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนรู้อเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แต่ไม่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ Randomized Control - Group Posttest - only Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดการเรียน เพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.67 ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ F - test (One - way Analysis of Variance ) และ ทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้ T - method ของ Tukey ทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่ม

ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มที่ทำ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่ทำอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดและด้านความยืดหยุ่น ในการคิดของทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A COMPARATIVE STUDY OF SCIENTIFIC CREATIVE THINKING THROUGH ATTENDING  
SCIENCE CLUB ACTIVITIES AMONG MATTAYOM SUKSA II STUDENTS  
PERFORMING SCIENCE PROJECTS, INVENTING SCIENCE  
MATERIALS AND STUDYING THROUGH  
SCIENCE LEARNING-KITS

AN ABSTRACT

BY

PUNNA HIMARAT

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree  
at Srinakharinwirot University

September, 1984

The purpose of this study was to compare the scientific creative thinking in the aspects of fluency, flexibility and originality through attending science club activities among Mattayom Suksa II students performing science projects, inventing science materials and studying through science learning - kits.

Ninety Mattayom Suksa II students of the first semester in academic year 2527 of Rachineeburana School, Nakorn Pathom were drawn and randomly assigned to three treatment groups performing science projects, inventing science materials, and studying Science learning - kits without performing science projects or inventing science materials. It took 14 periods (50 minutes/period) for each treatment group according to Randomized Control Group Posttest - Only Design.

The instruments of this study were (1) learning kits for performing science projects, (2) learning kits for inventing science materials, and (3) Scientific creative thinking test ( $r = 0.67$ )

F - test was applied to determine hypotheses and the difference of each pair was examined by T - method of Tukey.

The statistical evidence indicated that (1) performing science projects group attained significantly higher scientific creative thinking than science learning - kit group at the .01 level (2) inventing science materials group attained significantly higher scientific creative thinking than science learning - kit group at the .05 level (3) Both performing science projects group and inventing science materials group attained significantly higher originality of thinking than learning - kit groups at the .01 level (4) three treatment groups revealed no significant differences in fluency or in flexibility of thinking.

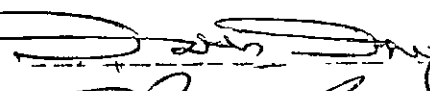
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ใต้พิจารณา  
ปริญญาโทฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญา  
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ



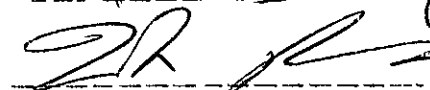
ประธาน



ประธาน



กรรมการ



กรรมการ

ดร. วิทวัส

กรรมการ

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้โดยได้รับความอนุเคราะห์เป็นบางส่วนที่ยังจาก  
รองศาสตราจารย์สมจิต สมัตตพันธ์ รองศาสตราจารย์บุญเชิด ภิญโญนนทพงษ์  
ดร. ชุติมา วัณณะศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ และ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ  
ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลือตลอดเวลา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
ขอขอบพระคุณอาจารย์สุรางค์ ศิวะบุญย อาจารย์กัมภีร์ สุขศรี อาจารย์อุทัย  
บุญมาดี อาจารย์ชัชวัญตา พิพัฒนรัฐติกร อาจารย์เน่งน้อย เพชรรัตน์ และเพื่อนนิสิต  
ปริญญาโทกลุ่มการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ได้คำแนะนำและตรวจชุดการเรียน ตลอดจนให้ความ  
ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

พรรณา ทิมารัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ .....	1
ภูมิหลัง .....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	8
✓ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า .....	9
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....	9
นิยามศัพท์ .....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	15
ชุมชนวิทยาศาสตร์ .....	15
การทำโครงการวิทยาศาสตร์ .....	17
การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ .....	21
ความคิดสร้างสรรค์ .....	25
หลักสูตรการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ...	27
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้ .....	29
คุณค่าของชุดการเรียนรู้ .....	32
✓ สมมติฐานในการวิจัย .....	34
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....	35
1. กลุ่มตัวอย่าง .....	35
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ✓ .....	35
3. เกณฑ์การให้คะแนน .....	39
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง .....	40
5. การดำเนินการทดลอง .....	40

6. แบบแผนการวิจัย .....	42
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	42
4 การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษาค้นคว้า .....	47
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ .....	52
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	52
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า .....	52
วิธีการศึกษาค้นคว้า .....	53
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า .....	54
อภิปรายผล .....	55
ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า .....	57
ข้อเสนอแนะ .....	58
บรรณานุกรม .....	60
ภาคผนวก .....	65
ภาคผนวก ก .....	66
ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ .....	67
ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ .....	86
ภาคผนวก ข แบบทดลองบทความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....	106

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย .....	42
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว .....	44
3 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....	47
4 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเป็นรายคู่ .....	48
5 เปรียบเทียบคะแนนความกลองในการคิด .....	49
6 เปรียบเทียบคะแนนความยืดหยุ่นในการคิด .....	50
7 เปรียบเทียบคะแนนความคิดริเริ่ม .....	50
8 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเป็นรายคู่ .....	51

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ .....	12
2 แฉงสำหรับแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ .....	20

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงทางสังคม สิ่งแวดล้อมและแนวความคิดของคนไทยในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว จึงทำให้การจัดการศึกษาซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของความเจริญทางสังคม เศรษฐกิจและธรรมาภิบาลความมั่นคงของประเทศชาติ จำเป็นต้องจัดให้สอดคล้องกับภาวะการณ์ของสังคมปัจจุบัน คณะกรรมการวางแผนพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษาได้ตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้ จึงได้มีการพิจารณาโครงสร้างของการศึกษาทั้งระบบ และในที่สุดก็มีความเห็นพ้องกันว่า การศึกษาซึ่งจะเป็นผลดีต่อสภาพการณ์ของประเทศไทยในปัจจุบันนั้นควรเป็นการศึกษาที่สร้างเสริมความรู้ ความคิด ความชำนาญ เพื่อให้คนไทยทุกคนรู้จักตนเอง รู้จักใช้ชีวิตและเข้าใจสังคมรวมทั้งสิ่งแวดล้อมที่คนอาศัยอยู่ จะก็สามารถครองชีวิตประกอบการทำงาน ความรู้เท่าทันเหตุการณ์และแก้ปัญหาได้ ทั้งสามารถสร้างสรรค์ชีวิตและสังคมได้อย่างกลมกลืนกับธรรมชาติ (ผกา บุญเรือง 2526 : 1) /

เมื่อจุดมุ่งหมายของการศึกษาเปลี่ยนจากการเรียนการสอนที่มีครูเป็นศูนย์กลางสอนเน้นหนักในทางวิชาการ เฉพาะที่มีอยู่ในห้องเรียนไปเป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติงานร่วมกันอย่างมีระบบ เช่น การทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งเป็นการฝึกให้รู้จักร่วมกันสร้างและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ รู้จักประสานงาน กระบวนการฝึกฝนและการเลือกผู้นำส่งเสริมให้ใช้เหตุผลพิจารณาปัญหาใหญ่ซึ่ง พยายามแก้ไขปัญหาคณะหน้าด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นการฝึกอบรมให้รู้จักใช้สิทธิและหน้าที่ของตน ที่จะต้องเกี่ยวข้องกับผู้อื่น มุ่งอบรมให้ผู้นับรู้จักค้นหาความสามารถของตนเอง คิดเป็น กล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และมีความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ คือ ให้เด็กมีลักษณะที่เหมาะสมกับความเป็นพลเมืองดีในระบอบประชาธิปไตย

ผู้บริหารการศึกษาจะอาศัยเพียงครูหรือระเบียบวิธีสอนเท่านั้นยังไม่ เป็นการเพียงพอที่จะ ทำให้บรรลุผลสำเร็จได้ จำเป็นต้องคำนึงถึงการฝึกฝนและลงมือกระทำจริง เช่น จัด กิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมประสบการณ์ ฝึกฝนทักษะและเพิ่มทัศนคติที่ดีในการทำงานต่าง ๆ โดยจัดให้มีทั้งในและนอกห้องเรียน / (นพว พญ เรื่อง 2526 : 1 - 2)

การเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ได้กำหนดให้นักเรียนทุกคนต้อง เข้าร่วมกิจกรรม 1 คาบต่อสัปดาห์ตลอด 3 ปี โดยมีเวลาเข้าร่วมกิจกรรมนั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาที่กำหนดไว้ สำหรับการจัดกิจกรรมต้องจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความต้องการของนักเรียนโดยยึดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา กิจกรรมที่โรงเรียนต่าง ๆ จัดขึ้นเรียกว่า "กิจกรรมนักเรียน" กิจกรรมนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสนใจ กิจกรรมนักเรียนนี้ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (กรมวิชาการ 2525 : 4) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ กิจกรรมคือการทำงานและการทำทุกอย่างในโรงเรียน กิจกรรมอาจอยู่ในหลักสูตรก็ได้ ถ้ากิจกรรมใดจัดไว้ในหลักสูตร ก็เรียกว่า กิจกรรมในหลักสูตร ถ้ากิจกรรมใดที่มีใ้กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือมิได้บังคับว่าต้องเรียน แต่บุคคลในโรงเรียนร่วมกันจัดให้มีขึ้นโดยมุ่งให้เป็นสิ่งที่ส่งเสริมการเรียน ในชั้นให้มึผลดีกว่าเดิมเรียกว่า "กิจกรรมนอกหลักสูตร" หรือ "กิจกรรมพิเศษ"

กิจกรรมนอกหลักสูตรหรือกิจกรรมพิเศษที่จัดภายในโรงเรียนปัจจุบันมุ่งเน้นเพื่อให้ ผู้เรียนได้รับความรู้ทางานวิชาการต่าง ๆ รวมไปถึงการจัดประสบการณ์ตรงจากบทเรียน นั้น ๆ จึงทำให้โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาได้จัด กิจกรรมนอกหลักสูตรหรือกิจกรรมพิเศษขึ้น ซึ่งกิจกรรมนอกหลักสูตรนี้ นักการศึกษาบางท่านก็เรียกว่า "กิจกรรมเสริมหลักสูตร" เช่น นพพร พานิชสุข (นพพร พานิชสุข 2524 : 12) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมเสริม หลักสูตรว่า เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการ เสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนได้รับประสบการณ์ตรงในค่านต่าง ๆ

ที่นอกเหนือไปจากตำราเรียน อันเป็นผลที่ก่อให้เกิดผลกำไรต่อตัวนักเรียนนั้น ในชั้นแรก ก่อนที่จะย่างก้าวไปสู่การศึกษาในระดับสูงต่อไป จึงอาจกล่าวได้ว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตร ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อมให้แก่ผู้เรียนอย่างมากมาย

กัณฑ์กลาส ไก่กล่าวถึงกิจกรรมเสริมหลักสูตรไว้ดังนี้คือ "กิจกรรมเสริมหลักสูตร" เป็นประสมการณ์ที่ดี เป็นส่วนเสริมสร้างการเรียนการสอนตามประมวลการเรียนในหลักสูตร ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อให้เกิดเจริญงอกงามทุกด้าน กำหนดชีวิตเป็นพลเมืองที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมได้ (นพพร พานิชสุข 2524 : 12 อ้างอิงมาจาก Danglass. 1964 : 158)

ก้อ สวัสดิ์พิพาณิชย์ ให้คำจำกัดความไว้ว่า "กิจกรรมเสริมหลักสูตร" หมายถึง งานซึ่งครูและนักเรียนได้จัดขึ้นเพื่อเสริมสร้างความเจริญเติบโตของเด็กให้เพิ่มพูนจากที่มุ่งหมายเอาไว้ในหลักสูตร (ก้อ สวัสดิ์พิพาณิชย์ มปป. 125 - 127)

คาร์เตอร์ วี กูด ได้ให้นิยามการจัดกิจกรรมนักเรียนไว้ว่า เป็นโปรแกรมและการจัดดำเนินงานซึ่งนักเรียน นักศึกษาหรือสถาบันทางการศึกษาจัดทำขึ้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความสนุกสนาน เพิ่มพูนความรู้ให้โอกาสแสดงความสนใจ ความสามารถ ไม่มีการให้หน่วยกิต ต้องหาเงินเพื่อดำเนินการเอง และอยู่ภายใต้การควบคุมของสถาบันการศึกษา (สุโขทัยธรรมมาราช มหาวิทยาลัย 2526 : 337 อ้างอิงมาจาก Carter V. Good. 1975 : 63)

ด้วยเหตุนี้เองที่กิจกรรมเสริมหลักสูตรจึงได้รับการนิยามให้จัดขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา กันอย่างแพร่หลายทั้งในโรงเรียนส่วนกลางและส่วนภูมิภาค แต่ในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร ที่ปรากฏในปัจจุบันมักมีปัญหาเกิดขึ้นนานาประการ ปัญหาแรกที่จะประสบในเรื่องการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรก็คือ เวลาที่ใช้ในกิจกรรมมีน้อยเกินไป ผลการวิจัยของ จันทรีพร พวงเจริญ (จันทรีพร พวงเจริญ 2516 : 98) พบว่า การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรมีเวลาน้อยเกินไปก็เพราะว่าในโรงเรียนมัธยมศึกษาจัดระบบวิชาเรียนประจำวันในแต่ละวันอย่างเต็มที่ จนกระทั่งไม่มีเวลาเหลือที่จะจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร นอกจากในเวลาเย็น ๆ หลังโรงเรียนเลิกหรือในวันหยุด เช่น วันเสาร์ จึงทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรได้มากเท่าที่ควร นอกจากนี้แล้วปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาก็คือ

ครู อาจารย์ มีชั่วโมงการสอนในชั้นเรียนเป็นจำนวนมาก ทำให้ครู อาจารย์ไม่มีเวลาที่จะเสียสละมาร่วมกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรได้อย่างเต็มที่ ทำให้กิจกรรมเสริมหลักสูตรที่จัดทำขึ้นประสบความสำเร็จล้มเหลว ปัญหาที่ประสบในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรอีกประการหนึ่งก็คือ เรื่องของอุปสรรคในการจัดกิจกรรมมีน้อยจนเกินไป ไม่เพียงพอกับความต้องการของนักเรียน อาทิเช่น ขาดอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ไม่มีสถานที่อำนวยความสะดวกเพียงพอต่อการจัดกิจกรรมดังผลการวิจัยของ ประสิทธิ์ ปริกชิตานนท์ (ประสิทธิ์ ปริกชิตานนท์ 2518 : 98) กล่าวว่า "อุปสรรคในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาสังคมศึกษาที่นักเรียนร้อยละ 54.33 มีความเห็นมากที่สุดคือ การที่อุปกรณ์ที่จะใช้ประกอบการจัดกิจกรรมมีน้อยไม่เพียงพอ..." ปัญหาทางด้านการขาดอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรย่อมก่อให้เกิดการบั่นทอนมิให้มีการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร เป็นไปในลักษณะที่สมบูรณ์มากเท่าที่นักเรียนจะได้รับผลเต็มที่และคุ้มกับเวลาที่ต้องเสียไป อุปสรรคที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่เกิดขึ้นในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาก็คือ เรื่องของเงิน โดยเหตุที่การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรทุกครั้งของอาศัยกำลังเงินเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการจัด ทำให้บางโรงเรียนไม่สามารถจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรได้ก็เท่าที่ควรจะเป็นปัญหาใหญ่ที่มักจะประสบอยู่ประจำในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรก็คือ เรื่องของการขาดความร่วมมือในระหว่างครูกับนักเรียน (ทองสุข รัตนศรีวงศ์ 2506 : 82) ทั้งนี้ก็เพราะเหตุผลที่ว่านักเรียนไม่เห็นความสำคัญในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพราะมีความคิดว่าเสียเวลาเรียนและไม่เกิดประโยชน์ต่อการเรียนมากเท่าใด โดยมากมักจะเกิดขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มุ่งแข่งขันการเรียนเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะในหมู่เด็กที่เรียนหนังสืออยู่ในระดับดีมักจะไม่ค่อยสนใจในการมาเข้าร่วมการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรเท่าที่ควรมักจะมุ่งแต่การเรียนทางด้านวิชาการแต่เพียงอย่างเดียว เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วความร่วมมือกันระหว่างครูกับนักเรียนในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรก็ลดน้อยลง และไม่ประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติงาน ทำให้การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรต้องล้มเหลวอย่างสิ้นเชิงในบางโรงเรียน นอกจากนี้

ทองสุข รัตนศรีวงศ์ (ทองสุข รัตนศรีวงศ์ 2506 : 82) ยังทำการวิจัยพบว่า ในบางครั้งผู้บริหารโรงเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพราะผู้บริหารเหล่านั้นก็มีความเห็นว่า การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรเสียเวลาในการเล่าเรียน ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์อันใดแก่นักเรียนโรงเรียนจึงไม่ให้ความสนับสนุนหรือความร่วมมือใด ๆ ไม่ว่าจะเป็นงบประมาณ บุคลากร สถานที่ ฯลฯ ทำให้การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรประสบปัญหา ไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร ปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ขาดการวางแผนงานเนื่องจากการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรจำเป็นต้องมีการวางแผนงานที่จะทำล่วงหน้าร่วมกันในระหว่างครู อาจารย์ ผู้ควบคุมกิจกรรมกับนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดเอาไว้ ในบางโรงเรียนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรมิได้มีการวางแผนงานการจัดทำล่วงหน้า ทำให้การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรไม่เกิดประโยชน์เอื้ออำนวยหรือส่งเสริมและสนับสนุนกับการเรียนแต่หากกลับเป็นเรื่องที่ไร้สาระและเป็นการแสดงในเรื่องของความสนุกสนานมากกว่าปัญหาอีกด้านหนึ่งที่มีมักจะประสบในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษา ก็คือ เรื่องของ "ทักษะและประสบการณ์" ดังผลการวิจัยของ อัมพร ศีลารังษี (อัมพร ศีลารังษี 2516 : 99) ที่ว่า "เนื่องจากครูมีภาระในการสอนมากไม่อาจจัดกิจกรรมได้เต็มที่ มีปัญหาในด้านการใช้เวลา การเงิน อุปกรณ์ รวมทั้งการขาดทักษะและประสบการณ์ในการจัดกิจกรรม จึงทำให้ครูจัดกิจกรรมซ้ำซากไม่น่าสนใจและไม่ส่งเสริมความรู้ความสามารถ ตลอดจนจนทักษะในการร่วมกิจกรรมของนักเรียนได้เพียงพอ..."

จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรปัญหาที่มีมักจะประสบอยู่อีกประการหนึ่งก็คือ ครูและนักเรียนมักจะขาดทักษะและประสบการณ์ในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่มากเพียงพอ ทำให้ไม่ค่อยเกิดผลประโยชน์ที่จะเอื้ออำนวยให้สอดคล้องกับวิชาการที่เรียนในชั้นเรียน ยิ่งทำให้เกิดการสูญเปล่าและไม่ได้ประโยชน์สมบูรณ์เท่าที่ควร

จากปัญหาต่าง ๆ ที่ประสบในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนั้นการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร ควรคำนึงถึงให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับวิชาในบทเรียนที่เรียนในชั้นให้มากที่สุด ตลอดจนก่อให้เกิดประสบการณ์และพัฒนาบุคลิกภาพของนักเรียนให้พัฒนาที่ยิ่งขึ้นกว่าเดิมที่เป็นอยู่ อาทิเช่น ฝึกให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรับผิดชอบ มีความร่วมมือกัน ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของศูนย์เปล่าไร้ประโยชน์ ตลอดจนไม่ประสบผลสำเร็จที่วางเอาไว้ในวัตถุประสงค์

ในการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรของ นพพร พานิชสุข (นพพร พานิชสุข 2524 : 14) เลือกตัวอย่างประชากรจากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน จากโรงเรียนต่าง ๆ ดังนี้คือ โรงเรียนคอนเมือง โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนสาธิตรามคำแหง โรงเรียนเบญจมราชาลัย และวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ ใ้รับแบบสอบถามคืนร้อยละ 89 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามวิเคราะห์โดยหาค่าตอบออกมาเป็นค่าร้อยละจากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด สรุปผลการสำรวจความคิดเห็นได้ดังนี้คือ

1. กิจกรรมที่โรงเรียนจัดให้เพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน ปรากฏว่าโรงเรียนมีกิจกรรมประเภทต่อไปนี้มากที่สุดคือ กิจกรรมลูกเสือและอนุภาซาค จำนวนร้อยละ 16 และ 19 รองลงมาคือ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ มีจำนวนร้อยละ 12.50 และชุมนุมกีฬา มีจำนวนร้อยละ 11.51 ตามลำดับ

2. กิจกรรมที่นักเรียนสนใจมากที่สุด เรียงตามลำดับคือ ชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนร้อยละ 17.09 ชุมนุมดนตรีเป็นจำนวนร้อยละ 10.27 ชุมนุมทัศนศึกษาเป็นจำนวนร้อยละ 10.26

3. ความคิดเห็นว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตรมีความจำเป็นค่อนักเรียนในระดับมัธยมหรือไม่ ผลการวิจัย ปรากฏว่า มีความจำเป็นคิดเป็นร้อยละ 95.98

ความจำเป็นของชุมนุมวิทยาศาสตร์ซึ่งหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการเขต 1 ได้คัดลอกมาจากรายงานวิชาสัมมนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ของบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ของนางชุมศรี บุญสิทธิ์ เสนอ รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระชัย ปุณณโชติ ปีการศึกษา 2522 กล่าวว่า ปัจจุบันนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วถึงจะเห็นได้ว่า เครื่องอุปโภคบริโภค ยารักษาโรค และเครื่องยนต์กลไกต่าง ๆ ผลผลิตขึ้นมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นประเทศใดที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก้าวหน้า ประเทศนั้นก็ได้รับความสะดวกสบายและเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว เช่น ประเทศอเมริกา เป็นต้น ส่วนประเทศใดที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ล้าหลังอยู่ ประเทศนั้น ๆ ก็จะถูก้าหน้าไปชามาก

จากการสัมมนายังกล่าวว่า การที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะก้าวหน้าหรือล้าหลังนั้นสาเหตุสำคัญอยู่ที่ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ของเด็กในโรงเรียนมีประสิทธิภาพแค่ไหน ชุมมนุม วิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้เด็กสนใจและตั้งใจเรียนวิทยาศาสตร์ โดยไม่เบื่อหน่ายทั้งยังสนุกสนานเพลิดเพลินใ้ความรู้ ใ้ทำการค้นคว้าด้วยตนเองและผลงานเหล่านี้จะทำให้เด็กเกิดความปลื้มปิติ ทำให้เด็กรู้สึกว่าการศึกษาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ค้นคว้าเด็กก็จะเรียนวิทยาศาสตร์ใ้โดยลึ อื่นจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของประเทศก้าวหน้าไปควย

นอกจากนี้ สุวิทย์ โภตรชนู (สุวิทย์ โภตรชนู 2522 : 114) ได้ทำการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสนใจในการร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของพอดเตอร์ (กองวิจัยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2510 : 165 อ้างอิงมาจาก Potter, 1961 : 51) ซึ่งพบว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตรในวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกวาระดับปกติ จึงพอสรุปได้ว่า กิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างยิ่ง

ในปัจจุบันโรงเรียนต่าง ๆ ได้เห็นความสำคัญในการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร โรงเรียนจะจัดกิจกรรม

ชุมนุมวิทยาศาสตร์รูปแบบใดก็ได้แต่ที่นิยมจัดโดยทั่ว ๆ ไปในปัจจุบันนี้ได้แก่ การจัดทำ  
 โครงการงานวิทยาศาสตร์และการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์หรือสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์  
 ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์  
 ก็คือต้องการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (หน่วยศึกษานิเทศก์  
 กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการ เขต 1 2526 : 39 - 49) แต่เนื่องจาก  
 การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรมีปัญหาหลายประการ เช่น เวลาเรียนกิจกรรมเสริมหลักสูตร  
 ครู อาจารย์มีชั่วโมงสอนในชั้นเรียนมากทำให้ครู อาจารย์ไม่สามารถสละเวลามาร่วมกับ  
 กิจกรรมเสริมหลักสูตรได้อย่างเต็มที่ การขาดแคลนอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร  
 การขาดกำลังเงินทำให้บางโรงเรียนไม่สามารถจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรได้ดีเท่าที่ควร  
 ขาดความร่วมมือและขาดการวางแผนงานตลอดจนการขาดทักษะและประสบการณ์ของครูและ  
 นักเรียนในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร เนื่องจากปัญหาต่าง ๆ นี้ทำให้โรงเรียนไม่สามารถ  
 จัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ได้ทุกประเภท ตามที่คู่มือการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์  
 (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา 2523 : 20 - 21) ใ้ระบุไว้ โรงเรียนจึงต้อง  
 เลือกจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ประเภทใดประเภทหนึ่งที่คิดว่าเมื่อจัดกิจกรรมประเภทนี้  
 แล้วจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง  
 อันนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์กับการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ว่ากิจกรรมทั้งสอง  
 ประเภทนี้ ประเภทใดที่เอื้อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้มากกว่า  
 กัน ประโยชน์จากการวิจัยครั้งนี้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเลือกจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์  
 เพื่อให้ได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ความมุ่งหมายของวารศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุม  
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์  
 วิทยาศาสตร์และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนรู้

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจำแนกเป็น ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการวิจัยจะเป็นการเสนอแนะให้ครูวิทยาศาสตร์มีแนวทางในการฝึกนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ผลการวิจัยจะเป็นการเสนอแนะให้มีการนำชุดการเรียนไปใช้ในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นให้แพร่หลายยิ่งขึ้น
3. เป็นการเสริมสร้างแนวความคิดในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนและแก้ปัญหาทางการศึกษา

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ประชากรสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2527
2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน รวมทั้งหมด 3 กลุ่มคือ
  - กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
  - กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
  - กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เวลากลุ่มละ 7 สัปดาห์ ๆ ละ 2 คาบ รวม 14 คาบ (คาบละ 50 นาที)

4. ตัวแปรที่จะศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ประเภทของการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

ได้แก่

4.1.1 การทำโครงการวิทยาศาสตร์

4.1.2 การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ซึ่งแบ่งเป็น

4.2.1 ความคล่องในการคิด

4.2.2 ความยืดหยุ่นในการคิด

4.2.3 ความกikirเริ่ม

### นิยามศัพท์

ในการวิจัยครั้งนี้มีศัพท์บางคำที่ผู้วิจัยใช้ในความหมายที่กำหนดขอบเขตไว้ เฉพาะดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถภายในตัวบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ แต่เดิมให้มีรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย

1.1 ความคล่องในการคิด (fluency) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่วรวดเร็ว และมีจำนวนคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

1.2 ความยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

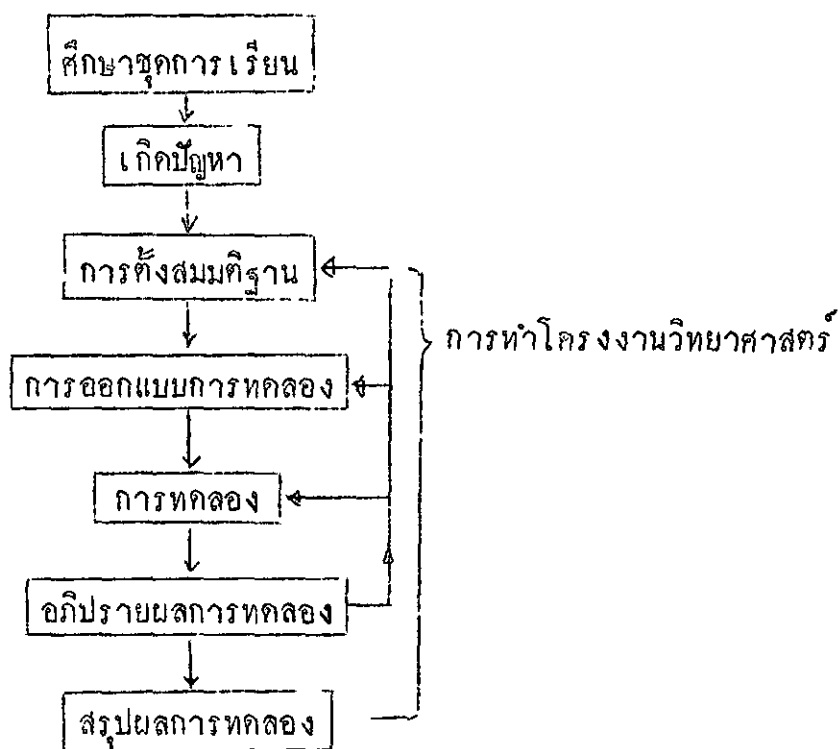
1.3 ความกikirเริ่ม (originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่มีใครในกลุ่ม

2. ความกิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความกลองในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มในการคิดแก้ปัญหาโดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

3. คะแนนความกิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการ คอบแบบทดสอบความกิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของคุณ สุมาลี กาญจนชาติ ซึ่งสร้าง ขึ้นในปี พ.ศ. 2524 คะแนนนี้ได้จากผลบวกของคะแนนความกลองในการคิด คะแนน ความยืดหยุ่นในการคิด และคะแนนความคิดริเริ่ม

4. กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่จัดขึ้นในโรงเรียน เพื่อเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กิจกรรมนี้ ให้นักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์มาทำงานร่วมกัน โดยไม่มีหน่วยกิตหรือคะแนนให้

5. การทำโครงการวิทยาศาสตร์คือกระบวนการค้นคว้าหาความจริง และ ถ่ายทอดให้ผู้อื่นทราบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาศัยการศึกษาค้นคว้าเรียนจำนวน 5 ชุด เพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหา จากปัญหานั้นนำไปสู่ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง ภายผลการทดลองไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ต้องย้อนกลับไปศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่ การตั้งสมมติฐานจนถึงการดำเนินการทดลองเพื่อหาข้อผิดพลาด แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข จนได้ข้อมูลที่ถูกต้องแล้วจึงสรุปผลการทดลองซึ่งเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้คือ



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6. การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คือ การออกแบบนำวัสดุ อุปกรณ์ที่หาง่าย มาปรับปรุงหรือสร้างอุปกรณ์ทดแทนอุปกรณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาจากชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

7. นักเรียนกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ และได้ศึกษาชุดการเรียนเพื่อให้เกิดแนวคิดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และชุดการเรียนเพื่อให้เกิดแนวคิดในการทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

8. ชุดการเรียน หมายถึง ชุดกิจกรรมที่นักเรียนใช้ศึกษาเพื่อให้เกิดแนวคิดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และการทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปแบบของชุดการเรียนนี้ก็เปลี่ยนแปลงรูปแบบของเนลสัน และลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975 : 247) เคอวิตโต และครอกโกเวอร์ (Divito and Krocklover. 1976 : 388)

8.1 ชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดของกิจกรรมที่นักเรียนใช้ศึกษาเพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหาในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบประกอบควย

8.1.1 ชื่อเรื่อง

8.1.2 บัตรคำสั่ง

8.1.3 การให้ความรู้ – กิจกรรมการทดลอง

8.1.4 คำถามจากการให้ความรู้และกิจกรรมการทดลอง

8.1.5 คำถามเพื่อให้เกิดแนวคิดนำไปสู่การเกิดปัญหาในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 5 ชุดคือ เมื่ออากาศไ้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร น้ำอยู่ที่ไหน น้ำหนักของวัตถุ การหายใจและปอดของเรามีความจุเท่าใด

8.2 ชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดของกิจกรรมที่ใช้ศึกษาเพื่อให้ทราบส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบประกอบควย

8.2.1 ชื่อเรื่อง

8.2.2 บัตรคำสั่ง

8.2.3 อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

8.2.4 กิจกรรมนักเรียนให้ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์หรือการ

สร้างอุปกรณ์

8.2.5 คำถามจากกิจกรรมนักเรียน

8.2.6 งานที่มอบหมาย คือ งานที่นักเรียนต้องทำ ถ้ากิจกรรม

นักเรียนที่ให้นักเรียนศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ งานที่มอบหมายคือ การให้นักเรียน ออกแบบและเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมมาทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ถ้ากิจกรรมนักเรียนที่ให้ นักเรียนทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์งานที่มอบหมายคือ การปรับปรุงอุปกรณ์ให้สามารถทำงานได้ดีขึ้น

ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษารังนี้มี 5 ชุด  
คือ ปอดจำลอง สเตทโทสโคปทำงานได้อย่างไร ตัวอย่างไรเพื่อให้เกิดเสียงคนตรีจาก  
ขลุ่ยน้ำ การพาความร้อนของก๊าซและเรามาสร้างรถทดลองกันดีกว่า

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใน  
การทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์  
ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่ไม่ทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ซึ่งมีเอกสารและงาน  
วิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

\* ชุมนุมวิทยาศาสตร์

ชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นที่รวมของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทาง  
วิทยาศาสตร์มาทำงานร่วมกัน ชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมประเภทหนึ่งของกิจกรรม  
วิทยาศาสตร์ ซึ่งแอนเคอร์สัน (สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย 2526 : 338)  
ได้อธิบายถึงการแบ่งประเภทของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนว่าอาจแบ่งออกได้เป็น

3 ประเภทคือ

1. กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์
2. การเสนอผลงานพิเศษต่อครูและเพื่อนร่วมชั้น
3. โครงการวิทยาศาสตร์และนิทรรศการวิทยาศาสตร์ (สุโขทัยธรรมมาธิราช,  
มหาวิทยาลัย 2526 : 338 อ้างอิงมาจาก Hans O Anderson. 1972 : 41)  
ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (สุโขทัยธรรมมาธิราช,  
มหาวิทยาลัย 2526 : 339 - 340) มีดังนี้คือ

1. นักเรียนมีประสบการณ์ตรง ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจใน  
วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ได้เรียนรู้เหตุการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งได้รับเทคโนโลยีสมัยใหม่  
ในชีวิตประจำวัน

3. ใ้เรียนรู้ประโยชน์และโทษทางวิทยาศาสตร์เพื่อสามารถดำรงชีวิตอยู่ใน โลกนี้ได้อย่างสะดวก ปลอดภัย นอกจากนี้ยังมีขอบเขตไกลไปถึงการแก้ปัญหา การป้องกัน ไม่ให้เกิดปัญหาอันเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่อีกด้วย

4. เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งเป็นการทดลองในชีวิตประจำวัน ทำให้มีโอกาสฝึกคิดและเรียนรู้ข้อเท็จจริง นอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน

5. เพื่อใ้เรียนรู้ถึงวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ จากอดีตจนปัจจุบันว่าเป็นมา อย่างไร ใ้เรียนรู้ผลงานของนักวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ตลอดจนความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์และสาขาวิชาอื่น ๆ เพื่อช่วยในการพัฒนาประเทศ

6. เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนใ้แสดงความสามารถของตนเอง

7. เพื่อให้นักเรียนใ้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

8. ใ้ฝึกใ้เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อนตนเองและหมู่คณะ

9. เป็นการฝึกใ้เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

10. เพื่อเป็นศูนย์รวมของนักเรียนที่สนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ซึ่งหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการเขต 1 (หน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการเขต 1 2526 : 15 - 16) ใ้กำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้คือ

\* กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ควรมี

1. กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ (Science Club) ที่จัดขึ้นอาจจะเป็นกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1.1 การจัดบอร์ดวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดมุมวิทยาศาสตร์

1.3 การจัดทัศนศึกษา

1.4 การจัดประกวดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์หรือสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

- 1.5 การจัดค่ายพักแรม (เนนกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์)
- 1.6 การจัด Out door Laboratory เช่น การเพาะชำ เลี้ยงสัตว์
- 1.7 การโต้วาที
- 1.8 การละเล่น (เกมส์วิทยาศาสตร์)
- 1.9 กิจกรรมที่ส่งเสริมวิชาการตามหลักสูตร เช่น ธรรมชาติของสิ่งแวดล้อม

พลังงาน การสงวนทรัพยากรธรรมชาติ ฯลฯ

2. โครงงานวิทยาศาสตร์
3. นวัตกรรมวิทยาศาสตร์

### \* การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงนำแนวการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการ เขต 1 (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการ เขต 1 2526 : 42 - 45) ได้ให้แนวการทำโครงงานวิทยาศาสตร์คือ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความจริงโดยวิธีใหม่หรือถ่ายทอดให้ผู้อื่นทราบตามแนวใหม่ ซึ่งกระตุ้นให้มีการศึกษาในเรื่องนั้น ๆ เพิ่มขึ้นซึ่งจะต้องเป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ความสนใจ ความสามารถและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
2. เพื่อกระตุ้นให้สมาชิกสนใจ ค้นคว้าประดิษฐ์และเผยแพร่ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทางวิชาการและการพัฒนาประเทศ

3. เพื่อให้สมาชิกเข้าใจถึงแนวทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และการวางแผนการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองและหมู่คณะ

4. เพื่อให้สมาชิกได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

5. เพื่อฝึกให้สมาชิกเกิดเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดที่จะทำโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 7 แขนงดังนี้คือ

1. ฟิสิกส์

2. เคมี

3. ชีววิทยา

4. คณิตศาสตร์และเครื่องคำนวณ

5. โลกและอวกาศ

6. วิทยาศาสตร์ประยุกต์ทางสุขภาพและอนามัย

7. วิทยาศาสตร์ประยุกต์ทางการเกษตร

การทำเสนอโครงการงานวิทยาศาสตร์มีวิธีการนำเสนอได้ 2 วิธีคือ

1. เสนอด้วยการทดลอง ( Experimental Project )

2. เสนอด้วยคำบรรยาย ( Descriptive Project )

แนวทางในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีดังนี้คือ

1. ศึกษา ค้นคว้าวิจัยเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์

2. การสรุปผลงานซึ่งมีผู้อื่นทำไว้แล้ว

3. การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามลำดับประวัติศาสตร์เปรียบเทียบความเข้าใจ

ในยุคต่าง ๆ

4. การอธิบายเรื่องต่าง ๆ

5. แนวอื่น ๆ ตามความเหมาะสมในการศึกษาค้นคว้า วิจัย เผยแพร่

### การเขียนรายงานมีแบบฟอร์มดังนี้

1. ชื่อเรื่องควรรัดกุมเหมาะสมกับเรื่องที่จะศึกษา
2. บทคัดย่อเป็นข้อความสั้น ๆ เป็นเรื่องย่อ ทำอะไร ใดผลอย่างไร
3. บทนำกล่าวถึงเหตุผลที่จัดทำโครงการนี้ประกอบด้วยเรื่องราวหรือข้อมูลพื้นฐานของเรื่องตลอดจนงานศึกษาคนคว้าที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่บุคคลอื่นทำ
4. อภิปรายหรือวิจารณ์ถึงปัญหาและสมมติฐานของโครงการนี้
5. รายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการศึกษาคนคว้าทดลอง
6. บทรวบรวมข้อมูลและขอสังเกตการทดลอง
7. สรุปผลที่ได้จากการทดลอง
8. ปัญหาที่น่าสนใจที่เกิดขึ้นใหม่ การประยุกต์ใช้งานที่อาจจะเป็นไปได้ แผนงานในอนาคตและอื่น ๆ
9. บรรณานุกรม

### ตัวอย่างหัวข้อการทำรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยได้กำหนดไว้ในการประกวดโครงการงานวิทยาศาสตร์  
เมื่อปี พ.ศ. 2522

ชื่อโครงการ.....  
ผู้จัดทำ.....  
ความมุ่งหมาย .....

ที่ปรึกษา .....

อุปกรณ์ประกอบในแผน .....

วิธีการปฏิบัติการ .....

ข้อมูลจากการทดลอง .....

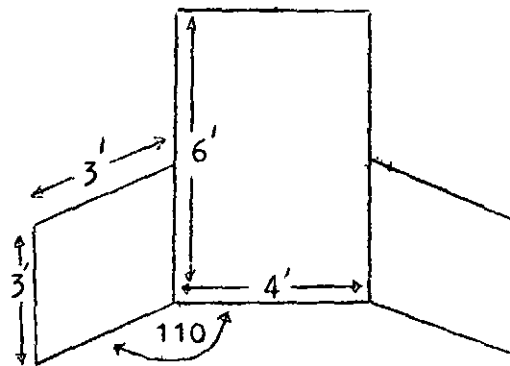
ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการนี้ .....

สรุป.....  
 หนังสือหรือเอกสารอ้างอิง .....

ขนาดกระดาษเขียนรายงานให้ใช้กระดาษเท่ากับกระดาษฟุสส์แก่และควรทำ  
 รายงาน 2 ชุด

### การทำแผนสำหรับแสดงโครงการ

โดยทั่วไป ไม่ใช้ไม้ฉากตามขนาดที่กำหนด กว้าง 4 ฟุต สูงไม่เกิน 6 ฟุต มีปีกยาว  
 สองด้าน ด้านละไม่เกิน 3 ฟุต สูง 3 ฟุต คีบามันพับมีท่วงรับและขอสับท่ามุม 110 องศา  
 กับแนวนกลาง



ภาพประกอบ 2 แผนสำหรับแสดงโครงการวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การตัดสิน สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยได้กำหนดไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่มและความสมบูรณ์ของโครงการ (40 คะแนน)
2. โครงการที่ทั้งแสดงจุดที่ต้องการแสดงให้เห็นชัดเป็นตามลำดับความสมบูรณ์  
 และเข้าใจง่าย (20 คะแนน)
3. รายงานโครงการต้องชัดเจนถูกต้อง (20 คะแนน)
4. การอธิบายโครงการ (20 คะแนน) ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ต้อง  
 สามารถพูดอธิบายสั้น ๆ (4 - 5 นาที) ตอบข้อซักถามของผู้อื่นได้ควย  
 คะแนนเต็ม 100 คะแนน

## การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ . . .

การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย 2525 : 353 - 355) เป็นกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์กิจกรรมหนึ่งที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ได้สัมผัสและได้ปฏิบัติด้วยตนเอง นอกจากนั้นยังช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และรู้จักนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้

### วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อฝึกหัดให้นักเรียนทำอุปกรณ์ง่าย ๆ ได้
2. เพื่อให้นักเรียนรู้จักแหล่งวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการใช้เครื่องมือในการสร้างอุปกรณ์
4. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการประกอบอุปกรณ์
5. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

โซ สาลีฉิน (โซ สาลีฉิน 2522 : 3 - 5) ได้อธิบายว่าการสร้างวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักการในการสร้าง เนื่องจากวัสดุ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นในงานนี้ต้องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีใช้การสร้างขึ้นตามแม่แบบของวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นเท่านั้น วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างควรเป็นวัสดุที่หาง่ายและราคาถูก เมื่อประกอบเป็นอุปกรณ์แล้วของทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย ดังนั้นในการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์จึงต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์และข้อปฏิบัติด้วยกัน 5 ข้อคือ

1. ต้องทราบหลักการทำงานของเครื่องมือที่จะสร้างขึ้นนั้นเสียก่อนว่าจะให้เครื่องมือทำงานอย่างไร เมื่อทราบแล้วจึงดำเนินขั้นที่ 2
2. เลือกวัสดุที่จะใช้ออกแบบสร้าง ต้องเลือกวัสดุที่มีอยู่แล้วหรือที่หาได้ง่าย เพื่อใช้วัสดุชนิดที่เลือกแล้วจะทำให้เครื่องมือทำงานได้ดี สะดวกในการใช้ การปฏิบัติ การเก็บรักษา สะดวกและมีความคงทนถาวร ถ้าเป็นไปได้เมื่อเลือกวัสดุแล้วจึงดำเนินขั้นที่ 3

3. คำเนิการออกแบบร่าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้วก็ต้องนำมาพิจารณาออกแบบ เพื่อที่จะให้เครื่องมือทำงานได้ตามต้องการ จะตัดตรงไหน จะต่อตรงไหน จะเจาะตรงไหน ฯลฯ และทำอะไรต่อไปของวางแผนอย่างรอบคอบ มิเช่นนั้นจะทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ เมื่อออกแบบได้รูปร่างลักษณะที่ค่อนข้างแน่นอนแล้วก็เขียนรูปอย่างคร่าว ๆ ไว้ แล้วพิจารณาดูใหม่หลาย ๆ ครั้งว่าควรจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขปรับปรุงอะไรอีกบ้าง จนได้แบบที่แน่นอนแล้ว จึงเขียนรูปแบบแสดงสัดส่วนและรายละเอียดต่าง ๆ เอาไว้ จากนั้นจึงเริ่มสร้างตามแบบที่เขียนไว้จนเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงดำเนินขั้นที่ 4 ต่อไป

4. ทำการตรวจสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นว่าทำงานได้ผลดีเพียงไร โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นให้ทดลองการทำงานพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลเอาไว้ ทดลองหลาย ๆ ครั้งแล้วเปรียบเทียบผลจากข้อมูลที่บันทึกไว้ของแต่ละครั้งนั้นว่าได้ผลตรงกัน ใกล้เคียงกัน หรือต่างกันมากน้อยเพียงใด ผลที่ได้พอเชื่อถือได้เพียงใด ถ้าได้ผลตรงกันความถูกต้องแสดงว่าการออกแบบเครื่องมือที่ดี ถ้าได้ผลใกล้เคียงกันมากแสดงว่าการออกแบบนั้นดีพอใช้ แต่ถ้าได้ผลต่างกันมาก แสดงว่าการออกแบบนั้นยังไม่ดีจะต้องคิดเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงแก้ไขใหม่โดยดำเนินขั้นที่ 5

5. ทำการปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะได้ผลดี ถ้าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้น เมื่อนำไปทดลองแล้วผลของการทดลองมีความคลาดเคลื่อนมาก ต้องนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขใหม่ หาสาเหตุว่าอะไรบางอย่างอาจจะทำให้ผลของการทดลองมีความคลาดเคลื่อนแล้วลองแก้ไขจุดของสาเหตุนั้นเสียใหม่ เมื่อแก้แต่ละจุดของสาเหตุแล้วก็นำไปทดลองตรวจสอบตามขั้นที่ 4 อีกจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

การสร้างวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ถ้าได้ดำเนินการตามลำดับขั้นทั้ง 5 นี้แล้ว จะทำให้เราได้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพดีตามต้องการ

ลักษณะของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ดี (ไซ สาลี่ฉัน 2522 : 10 - 12) ควรมีลักษณะดังนี้

1. รูปร่างลักษณะของจิตใจแก่บุคคลโดยทั่วไปอันจะเป็นจุดเริ่มของความสนใจอยากรู้อยากเห็นว่าเครื่องมือชิ้นไหนทำอะไรและจะมีผลอย่างไร
2. ท่องทำงานใดก็ตามต้องการ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นทุกชิ้นต้องให้ทำงานตามที่ต้องการ
3. สะดวกในการใช้และปฏิบัติ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนั้นควรสะดวกในการใช้และปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการใช้และปฏิบัติ ไม่เกะกะ ไม่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย มีความปลอดภัย
4. มีความคงทนถาวร ถ้าเราออกแบบสร้างอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความคงทนถาวรก็จะมีอายุการใช้ได้นาน เป็นการประหยัดไม่ของซื้อบ่อย ๆ ทำให้สิ้นเปลืองจึงนับว่ามีความจำเป็น และต้องคำนึงถึงทุกครั้งเมื่อจะออกแบบสร้าง
5. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุที่หาง่าย เพื่อว่าเมื่อออกแบบสร้างแล้วจะได้สร้างได้ทันที ถ้าวัสดุหายไต่ยากหรือหาไม่ได้ก็ไม่มีโอกาสได้สร้าง การออกแบบเครื่องมือนั้นจะสูญเปล่าไม่เกิดประโยชน์แต่อย่างใด ดังนั้นในการออกแบบสร้างนั้นจะต้องหาวัสดุสร้างได้ง่าย
6. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุราคาถูก เป็นการประหยัดเงินและทำให้สร้างอุปกรณ์ได้จำนวนมากควย
7. ควรใช้งานได้หลาย ๆ อย่าง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างขึ้นนั้นควรให้ใช้งานได้หลาย ๆ อย่าง จะทำให้ได้รับประโยชน์มากและคุ้มค่าแก่การออกแบบสร้างทำให้สิ้นเปลืองน้อย ไม่เปลืองที่เก็บรักษา
8. สะดวกในการเก็บรักษา เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนั้นจะคงออกแบบให้มีรูปร่างกระทัดรัดสะดวกในการเก็บรักษา ถ้ารูปร่างสูงใหญ่เกินไปทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่และถ้าสูงมากเกินไป ก็อาจจะนำตั้งเก็บไว้ในตู้ไม่ได้ ทางที่ดีควรทำชิ้นส่วนเป็นชุดและสามารถถอดเก็บใส่สะดวก แต่ไม่ควรมีจำนวนมากเกินไปจะทำให้พกพาได้ง่าย

9. มีเสถียรภาพที่ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ถ้าออกแบบมีเสถียรภาพ ไม่ก็ักจะเป็นเหตุให้ล้มง่าย เครื่องมืออาจชำรุดง่าย ทำให้ไม่คงทนถาวรและจะสิ้นเปลือง เวลาในการซ่อมแซม จึงมีความจำเป็นต้องออกแบบให้มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานตั้งและ ทำใ้กลฐานจึงจะมีเสถียรภาพก็ไม่ล้มง่าย

10. เวลาสาธิตและปฏิบัติการทดลองมองเห็นและสังเกตได้ชัดเจน ขนาดของ รูปทรงต้องไม่เล็กเกินไป ชิ้นส่วนประกอบต้องไม่บึงกัน วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุ โปร่งแสง เช่น แก้ว พลาสติก หรือพีวีซี ฯลฯ เป็นต้น

เมธี ปิณฑนานนท์ และคณะ (เมธี ปิณฑนานนท์ และคณะ 2525 : คำนำ) ได้จัดทำหนังสือ "การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน" โดยได้รับความร่วมมือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรกับสภาคณาบดีแห่งประเทศไทย และ ให้แนวคิดในการผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวัสดุราคาถูกหรือวัสดุเหลือใช้ ผู้จัดทำและคณะ เชื่อว่าการสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์นอกจากการพัฒนาอุปกรณ์ การสอนต่าง ๆ ในโรงเรียนของตนให้มากขึ้น แล้วยังช่วยให้ครูเกิดความกึกก้องสร้างสรรค์ และ ประการสำคัญที่สุดในการจัดทำหนังสือเล่มนี้ ก็เพื่อมุ่งให้ครูนำไปส่งเสริมให้นักเรียน ได้รู้จักทำอุปกรณ์ขึ้นมาทดลองและสังเกตด้วยตนเองในการ เรียนวิทยาศาสตร์อื่นจะส่งเสริม ความคิด การเป็นนักประดิษฐ์และค้นคว้าซึ่งสอดคล้องกับ เย็นใจ เลขาวิช

(เมธี ปิณฑนานนท์ และคณะ 2525 : คำนิยม) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมให้เกิดการศึกษา ค้นคว้า การประดิษฐ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นเป็นการประหยัด และส่งเสริมการพัฒนาความคิดริเริ่มในตัวอาจารย์ผู้สอนตลอดจน ตัวนักเรียนอีกด้วย ถ้านักเรียนได้รับโอกาสให้มีส่วนร่วมในการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือ ดังกล่าวด้วย

ชมิท (Schmidt. 1968 : 4) กล่าวว่าการเล่นที่เด็กได้เล่นและสร้างอุปกรณ์จะ ช่วยให้เด็กเกิดแรงจูงใจและแรงคลใจ แต่แรงคลใจที่จะศึกษาต่อไปจะไม่เกิดในตัวเด็กทันที ทันใดจนกว่าครูจะไขคำตอบที่ตรงจุดและคำถามนี้ต้องสร้างเงื่อนไขให้ถูกต้องเหมาะสมกับ สภาพแวดล้อมจะช่วยให้เด็กเกิดความคิดและเริ่มสงสัย ครูควรมีความรู้ในเรื่องอุปกรณ์เหล่านั้น ด้วย เพื่อช่วยแนะนำและพัฒนาเด็กให้เกิดความคิดและสร้างอุปกรณ์อื่นต่อไปได้

## ความคิดสร้างสรรค์

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2523 : 10) ได้ให้คำจำกัดความของความคิดสร้างสรรค์ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็น ลักษณะความคิดแบบเอนกนัย หรือความคิดหลายทิศทางที่นำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์ สิ่งแปลกใหม่รวมทั้งการคิดและการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จใน การศึกษาค้นพบทฤษฎีต่าง ๆ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ คอลังคม ลักษณะความคิดแบบเอนกนัยประกอบด้วยความคิดริเริ่มอันนับว่าเป็นความคิด แปลกใหม่ไม่ซ้ำและแตกต่างจากผู้อื่น ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทของความคิด ความคิดคล่องตัว คือปริมาณความคิดไม่ซ้ำกันและความคิดละเอียดละเอียดคือความคิดใน รายละเอียดที่ขยายความคิดริเริ่มให้สมบูรณ์ เป็นต้น นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ ศึกษาวิจัยความคิดสร้างสรรค์กันอย่างกว้างขวาง แม้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะเป็นคุณลักษณะ ที่มีอยู่ในทุกคนก็ตาม แต่ถาได้รับการส่งเสริมฝึกฝนอย่างค่อเนื่อง ถูกวิชี และทำในเวลา ที่เหมาะสมก็สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ดังที่สเปียร์แมน (Spearman, C.. 1931) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ อานาจจินตนาการของมนุษย์ในการ ที่จะสร้างผลผลิตใหม่ ส่วนทอแรนซ์ (Torrance, E.P. 1963 : 47) ได้ให้ ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึกลัวต่อปัญหาหรือสิ่ง บกพร่องที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมความคิดทั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูล สุกหาย รายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่หรือความคิดใหม่ว่าเป็น สิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วยกระบวนการของการคิด มี 4 ชั้นคือ

1. กระบวนการของความรู้สึกลัวว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น
4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา

ฮัทชินสัน (Hutchinson, 1949 : 42 - 44) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกันอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่อาจจะใช้ระยะเวลาคิดอันรวดเร็วหรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น หรือความคิดสร้างสรรค์ก็คือ การหยั่งรู้ ซึ่งมีลำดับขั้นการคิดดังนี้คือ

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูกและตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่นกระวนกระวาย รู้สึกถึงเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นการเกิดความคิด เป็นระยะการเกิดความคิดฉับพลันขึ้นมาในสมองทันทีทันใดมองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ หรือคลำคำตอบออก
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อที่ว่าคำตอบที่คิดออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

ส่วนกิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 128) ได้ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเขากล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1. ความคล่องในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการศึกษาหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

ถึงแม้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะเป็นคุณลักษณะที่ทุกคนมีก็ตามแต่จะมีความแตกต่างกันตามระดับความมากน้อย ซึ่งทอแรนซ์ (Torrance, 1966 : 5) ได้ให้ความคิดเห็นว่าผลของความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด ดังเช่น การคิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือการสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดกานนามธรรม แต่อาจจะเป็นขั้นหนึ่งขั้นใดใน 5 ขั้นต่อไปนี้ คือ

- ชั้นที่ 1 เป็นชั้นที่แสดงออกมาอย่างอิสระในด้านความคิดริเริ่ม โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
- ชั้นที่ 2 งานที่เป็นผลผลิต ชั้นนี้คืออาศัยทักษะบางอย่าง
- ชั้นที่ 3 เป็นงานประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
- ชั้นที่ 4 เป็นการปรับปรุงงานชั้นที่ 3 ให้ดีขึ้น
- ชั้นที่ 5 เป็นงานที่เกิดจากการคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น การค้นพบทฤษฎีหรือหลักการใหม่ ๆ

### หลักสูตรการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

✓ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มียู่ในทุกคน สามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ ดังที่บลานเคนชิป (Blankenship. 1976 : 7147 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 1 ในรัฐเวอจิเนีย จำนวน 96 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยฝึกให้กลุ่มทดลองได้มีการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กิจกรรม 15 ชนิด ใช้เวลา 10 ชั่วโมง ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการพัฒนาทางด้านความคิดสร้างสรรค์เลย

นอกจากนี้ ฟอร์ด (Ford. 1976 : 6598 - A) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกฝนเพื่อพัฒนาความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็กที่เรียนซ้ำ โดยใช้วิธี New Direction in Creativity (NDC) ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 18 ห้องเรียนและกลุ่มควบคุม 12 ห้องเรียน สอนกิจกรรมที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ให้กลุ่มทดลองสัปดาห์ละ 2 กิจกรรมเป็นเวลา 12 สัปดาห์ แล้วใช้แบบสอบของ Christensen และ Gullford วัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่ผ่านโปรแกรม ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงและมีคุณลักษณะในการสร้างสรรค์ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พิลท์ และซัน ( Piltz and Sund. 1968 : 117) ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่แล้วในตัวเด็กทุกคน แต่จะมีมากน้อยไม่เท่ากัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงความสามารถในการสร้างสรรค์ออกมาในรูปแบบของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์หลายรูปแบบ เพื่อจะเกิดผลตอบสนองในทางสร้างสรรค์

2. การจัดกิจกรรมสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยจินตนาการ การริเริ่ม การตั้งและทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตร ยี่งมีลักษณะในทางสร้างสรรค์มากก็ยิ่งจะกระตุ้นใ้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากขึ้น

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้มีการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ

5. เราสามารถนำวิธีการสอนเป็นคณะมาใช้กับการทดสอบ การประเมินผลและการออกแบบอุปกรณ์การสอนที่สร้างสรรค์ได้

ราฟ ( Raouf. 1974 : 125) ได้ชี้ให้เห็นเทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ว่าควรประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. คำถามหลายแง่มุม

2. การสืบสวนสอบสวน

3. การคิดประดิษฐ์เครื่องมือทดลองจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม

4. ให้เล่นเกมส์ทางวิทยาศาสตร์

5. ให้นักเรียนแสดงบทบาท

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ประมุท ทองพูน (ประมุท ทองพูน 2522 : 19) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศในการเรียนการสอน ไม่เข้มงวด

เกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนมีการค้นคว้าทดลอง เพื่อแก้ปัญหาและควรเน้นที่กระบวนการมากกว่าเนื้อหาวิชาทางวิทยาศาสตร์ และโชติ เพชรชื่น (โชติ เพชรชื่น 2522 : 98) ได้ให้ความเห็นที่คล้ายกันว่า การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาของหลักสูตรและวิธีสอน วิธีสอนควรจะเป็นแบบมีส่วนร่วมหรือการทดลองที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดในการสร้างสถานการณ์การเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูจะต้องเป็นคนที่มีความยืดหยุ่น นอกจากนี้ เซาวนา ยุทธสุริยพันธ์ (เซาวนา ยุทธสุริยพันธ์ 2514 : 12 - 15) ยังพบว่าบรรยากาศในการเรียนการสอนก็มีส่วนสำคัญเช่นเดียวกันในการส่งเสริมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียน

ชุดการเรียนด้วยตนเอง (นิพนธ์ สุขปรีดี 2525 : 74 - 75) คือ การรวบรวมสื่อการเรียนสำเนาไว้รูปเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากชุดการเรียน ด้วยความสะดวกสบาย เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนจะต้องประกอบไปด้วยสื่อต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนโดยอาจจะเป็นสื่อหลายอย่างตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจาก

1. ใช้สื่อที่ตรงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองของผู้เรียนที่คาดหวังว่าจะได้รับ
4. เป็นสื่อที่พอจะจัดหาได้ไม่ยากนัก

อิทเทอร์ส (เซาวนี่ อะยะวงค์ 2524 : 30 อ้างอิงมาจาก Heathers. 1977 : 344) ได้ให้ขั้นตอนสำหรับครูผู้สร้างชุดการเรียนด้วยตนเองคือ

1. ศึกษาหลักสูตร ตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษา แล้วจัดลำดับชั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องกันจากง่ายไปหายาก

2. ประเมินหาความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอนและสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน
4. กำหนดรูปแบบการเรียนรู้
5. กำหนดหน้าที่ของครูผู้ประสานงานหรือจักษอำนวยการช่วยความสะดวกในการเรียน
6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่

กรีน (Green. 1976 : 38 - 47) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กในโรงเรียนมัธยมศึกษา เด็กจะสนใจการสอนของครูเมื่อมีการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เขามาใช้ในการสอน อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับหลักสูตร เป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์คือ การที่ครูสามารถให้เด็กได้ค้นพบความจริงด้วยตนเองโดยการทดลองและการสังเกตหรือการสาธิตมีจุดบกพร่องคือ เวลาในการทดลองมีจำกัด เด็กจำนวนมากไม่ชอบทำงาน และคำอธิบายของบทเรียนไม่ชัดเจน เด็กไม่เข้าใจ สิ่งที่สำคัญสำหรับเด็กทุกคนคือ ใ้ทำงานด้วยตนเองตามความยากง่ายอย่างเหมาะสม การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพจึงควรนำบทเรียนโปรแกรมหรือชุดการเรียนเข้ามาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อนำอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ มาให้เด็กได้เรียน

กรีนได้เสนอรูปแบบการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองซึ่งประกอบไปด้วย

1. บัตรคำถามคำตอบ เพื่อนำไปใช้ก่อนและหลังการเรียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เด็กแน่ใจว่าต้องการศึกษาและเด็กไม่รู้เกี่ยวกับงานที่จะทำมาก่อน จุดมุ่งหมายอีกประการหนึ่งก็คือ เพื่อให้เด็กเกิดความคิดกลาง ๆ วางงานที่ทำเป็นอย่างไร

2. บัตรงานทดลอง ซึ่งจะประกอบไปด้วยปัญหาที่นำไปสู่การทดลอง อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง วิธีดำเนินการทดลอง

บทบาทของครูในการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองในการสอนคือ เป็นผู้ตรวจสอบผลการทดลอง ถ้าผลลัพธ์ไม่ตอบสนองต่อทฤษฎี ครูต้องพยายามให้นักเรียนได้รวมอภิปรายว่าทำไม และถ้าเป็นไปได้ครูต้องแนะนำให้นักเรียนทดลองใหม่เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์

เนลสันและลอเบบี (Nelson and Lorbeer, 1975 : 247) ได้สร้างชุดการเรียงกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครูซึ่งประกอบด้วยการทางคานวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียนหรือใช้เป็นหนังสืออ้างอิงเพิ่มเติม ใช้ฝึกฝนทักษะการทำโครงการ ในการสร้างชุดการเรียงแต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วยปัญหาเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมควยคำถาม การที่มีปัญหาและคำถามจะช่วยให้ครูเลือกกิจกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของเด็ก ๆ ได้ คำถามทางคานความคิดสร้างสรรค์จะรวมไว้ในท้ายกิจกรรมแต่ละกิจกรรม คำถามเหล่านี้จะชักจูงเด็ก แนะนำเด็กและครู เพื่อให้คิดวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการทดลองกว้างขวางออกไป ถ้านักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นครูสามารถขยายกิจกรรมต่าง ๆ ให้ง่ายขึ้นหรือซับซ้อนยากขึ้น ยอมขึ้นอยู่กับระดับชั้นเรียน กลุ่มและความสนใจของเด็ก

ลักษณะของชุดการเรียงกิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม
2. วัสดุ อุปกรณ์
3. วิธีดำเนินการทดลอง
4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และคำแนะนำต่าง ๆ ในการศึกษาต่อไป
5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เด็กเกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กทำให้เกิดการซักถามและคิดหาวิธีการเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

เดอวิตและครอกโกเวอร์ (Devito and Krockover, 1976 : 388)

ได้จัดทำชุดการเรียงกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาอีก ชุดการเรียงนี้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ช่วยให้ครูมีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จ

รูปแบบในการสร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมประกอบควย

1. ปัญหาเพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ซึ่งเป็นการบรรยายหรือกำหนดกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการให้สถานการณ์หรือการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามนี้ไม่มีคำตอบ เด็กจะตอบอย่างไรก็ได้ คำตอบของเด็กอยู่ในรูปการตั้งสมมติฐาน
4. ขอเสนอแนะหรือข้อคิดเพื่อแนะนำเด็กให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก
5. คำถามเพื่อให้เด็กเกิดความคิดและสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

### คุณค่าของชุดการเรียนรู้

นิพนธ์ สุขปรีย์ (นิพนธ์ สุขปรีย์ 2525 : 76 - 77) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ว่า

1. ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ชุดการสอนสำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการสอนนั้น ๆ ด้วยตนเอง ศึกษาและเรียนรู้ตลอดจนตอบคำถามด้วยตนเอง
2. สร้างขึ้นสำหรับการศึกษาต่อเนื่อง ชุดการสอนจะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชา แต่ละวิชาจะถูกแบ่งย่อย ๆ ในแต่ละหน่วย สร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงลำดับกันตั้งแต่ง่ายไปหายากตามลำดับ ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรก แล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อกันไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนในแต่ละสาขาที่ตนชอบได้ตามความพอใจจะเรียนอย่างไรก่อนและอย่างไรทีหลัง และจะให้เรียนก้าวหน้าไปเท่าใดก็ได้ไม่มีขีดจำกัดแต่ละวิชาจะมีหน่วยการสอนเรียงลำดับ เมื่อจบแต่ละหน่วยแล้วมีโอกาสติดตามความต้องการและความสามารถของผู้เรียนนั้น ๆ
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามต้องการของตน

4. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหนเมื่อไหร่ก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนเพียงใดก็ได้

อาภรณ์ ชาทิบุรุษ (อาภรณ์ ชาทิบุรุษ 2517 : 6 - 7) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของการเรียนเป็นรายบุคคล ว่าจะมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถของเด็กแต่ละคนในเรื่อง

1. ความรับผิดชอบในด้านการเรียน ความประพฤติ ความมีวินัยในตนเอง
2. การวัดผลในด้านการรู้อย่างเที่ยงตรง
3. การเฝ้าหาความรู้ซึ่งนำไปสู่ความปรารถนาที่จะศึกษาไม่สิ้นสุด
4. ความคิดสร้างสรรค์ ความกึกในเชิงวิพากษ์วิจารณ์
5. การรู้จักเลือกสรรสิ่งที่เหมาะสมแก่ตนเอง
6. การรู้จักตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ
7. การรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

เขาวนีย์ อะยะวงค์ (เขาวนีย์ อะยะวงค์ 2524 : 22 อ้างอิงมาจาก Grinewald) ได้กล่าววว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองจะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น
2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนและพยายามที่จะศึกษา พิจารณาผลการเรียนของตนเองว่า วัสดุใดบางจะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก
3. สื่อสรต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ
4. ชุดการเรียนมีการแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น
5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้วย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียนอันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือทำกิจกรรมต่อไป

### สมมติฐานในการวิจัย

จากเอกสารและการวิจัยที่เสนอมานำมาเป็นหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มแตกต่างกัน

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการศึกษากันคว่า

### 1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนรจฉิมบูรณะ อำเภอบึงนครปทุม จังหวัดนครปทุม จำนวน 90 คน นักเรียนทั้งหมดนี้ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน รวมทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้คือ

1.1 เปิดรับสมัครนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 ห้องเรียน เพื่อเข้าเป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 90 คน

1.2 นำรายชื่อนักเรียนทั้งหมด 90 คน มาคละและสุ่มอย่างง่าย เพื่อแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 30 คน จำนวน 3 กลุ่ม

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การสร้างชุดการเรียน เพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1.2 ศึกษาการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จากหนังสือ เอกสาร ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

2.1.3 ศึกษาแนวทางการสร้างชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัย

2.1.4 สร้างชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีรูปแบบดังนี้คือ

2.1.4.1 ชื่อเรื่อง -

2.1.4.2 บัตรคำสิ่ง -

2.1.4.3 การให้ความรู้-กิจกรรมการทดลอง -

2.1.4.4 คำถามจากการให้ความรู้-กิจกรรมการทดลอง -

2.1.4.5 คำถามเพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2.1.5 นำชุดการเรียนรู้ที่สร้าง ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และอาจารย์ที่ทำการสอนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความการใช้ภาษา ความเป็นไปได้ในการทำกิจกรรม คำถาม และความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1.6 นำชุดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มย่อย จำนวน 6 คน เพื่อดูความเหมาะสมของข้อความที่ใช้ กิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียนและความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม จำนวน 50 นาที (1 คาบ)

2.1.7 นำชุดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 6 คน โดยไม่ซ้ำกับคนเดิมเพื่อหาข้อบกพร่อง

2.1.8 นำชุดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการวิจัย

2.2 การสร้างชุดการเรียนรู้ให้นักเรียนสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.2.2 ศึกษาหลักการทํางานและโครงสร้างส่วนประกอบของอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ที่มีในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.2.3 ศึกษาแนวทางการสร้างชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัย

2.2.4 สร้างชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์โดยมีรูปแบบดังนี้คือ

2.2.4.1 ชื่อเรื่อง

2.2.4.2 บัตรคำสั่ง

2.2.4.3 อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

2.2.4.4 กิจกรรมนักเรียนโดยให้ศึกษาหลักการทํางานของอุปกรณ์

หรือการสร้างอุปกรณ์

2.2.4.5 คำถามจากกิจกรรมนักเรียน

2.2.4.6 งานที่มอบหมายคืองานที่นักเรียนต้องทำหรือนำมาส่งผู้สอนในสัปดาห์ต่อไป ถ้ากิจกรรมนักเรียนให้นักเรียนศึกษาหลักการทํางานของอุปกรณ์ งานที่มอบหมาย คือการให้นักเรียนออกแบบและเลือกวัสดุ-อุปกรณ์ที่เหมาะสมและหาง่ายมาสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการทํางานของอุปกรณ์ที่นักเรียนศึกษามาสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ถ้ากิจกรรมนักเรียนให้นักเรียนสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ งานที่มอบหมาย คือการปรับปรุงอุปกรณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นให้สามารถทํางานได้ดียิ่งขึ้น

2.2.5 นำชุดการเรียนที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และอาจารย์ที่ทำการสอนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความทางภาษา ความเป็นไปได้ในการทำกิจกรรม คำถาม ความเหมาะสมของชุดการเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2.6 นำชุดการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มย่อยจำนวน 6 คน เพื่อดูความเหมาะสมของข้อความที่ใช้ กิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียนและความ

เหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม จำนวน 50 นาที (1 คาบ)

2.2.7 นำชุดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 6 คน โดยไม่ซ้ำกับคนเดิมเพื่อหาข้อบกพร่อง

2.2.8 นำชุดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการวิจัย

๔ 2.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบของคุณสุมาลี กาญจนชาติ แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้สร้างขึ้นเพื่อทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 – 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร 2524 แบบทดสอบชุดนี้มี 3 ข้อคือ การใช้ประโยชน์ นักประดิษฐ์ และนักคนคว้า เรียงตามลำดับ แบบทดสอบชุดนี้เป็นข้อสอบอัตนัยใช้เวลาทำข้อละ 15 นาที รวมเวลาในการทำแบบทดสอบชุดนี้ 45 นาที

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่า แบบทดสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการคิดได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีแบบฮอยท์ ( Hoyt's ANOVA Procedure ) เท่ากับ 0.5599 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นใหม่ โดยทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จำนวน 100 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการดุ่มอย่างง่าย ปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่น 0.67

ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบชุดนี้อยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ เนื่องจากได้ผ่านการตรวจวิเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 20 ท่าน

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีจำนวน 3 ข้อคือ

1. "การใช้ประโยชน์" กำหนดสภาพการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้บอกการใช้ประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดมาให้

2. "นักประดิษฐ์" กำหนดวัสดุอุปกรณ์ให้ ให้เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้นี้มาประกอบเป็นเครื่องมือ เพื่อใช้ประโยชน์ในกานต่าง ๆ

3. "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ในวางแผนและออกแบบการทดลอง เพื่อแก้ปัญหา

### 3. เกณฑ์การให้คะแนน

แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ความเงื่อนไขคือ ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีจำนวนคำตอบในปริมาณที่มาก ในเวลาที่จำกัด

คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีคิดที่แตกต่างกัน แล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

✓ คะแนนความคิดริเริ่ม หมายถึง คะแนนความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใครในกลุ่ม พิจารณา โดยหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน	5	ขึ้นไปให้	0	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น	5	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น	4	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น	3	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น	2	ให้	4	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น	1	ให้	5	คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อหาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มสำหรับคะแนน

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทำได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

#### \*4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองใช้เวลากลุ่มละ 7 สัปดาห์ ๆ ละ 2 คาบ รวม

14 คาบ

#### 5. การดำเนินการทดลอง

5.1 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนราชินีบูรณะจำนวน 100 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

5.2 เปิดรับสมัครนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 ห้องเรียน เพื่อเข้าเป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 90 คน เขียนรายชื่อนักเรียนทั้งหมดมาคละแล้วทำการสุ่มอย่างง่ายเพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน และนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้ แต่ละกลุ่มทำการแบ่งกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน รวม 10 กลุ่ม

5.3 ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ไม่มีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งกลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการดังนี้คือ

5.3.1 กลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นในการดำเนินงานคือ

5.3.1.1 ศึกษาเอกสารตัวอย่างและวิธีการทำโครงงาน

วิทยาศาสตร์

- 5.3.1.2 นำเข้าสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษา  
ชุดการเรียนรู้เพื่อเราให้เกิดปัญหา ชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยชุดต่าง ๆ ดังนี้คือ
- 5.3.1.2.1 เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร
  - 5.3.1.2.2 น้ำอยู่ที่ไหน
  - 5.3.1.2.3 น้ำหนักของวัตถุ
  - 5.3.1.2.4 การหายใจ
  - 5.3.1.2.5 ปอดของเรามีความจุเท่าใด
- 5.3.1.3 การเสนอเค้าโครงเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่ง  
ประกอบด้วยภารกิจสัมพันธ์และการออกแบบการทดลอง
- 5.3.1.4 คำเนิการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย  
การทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง
- 
- 5.3.2 กลุ่มนักเรียนทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีลำดับชั้นในการดำเนินงานคือ
- 5.3.2.1 ศึกษาเอกสารซึ่งให้หลักการและแนวคิดในการทำอุปกรณ์  
วิทยาศาสตร์
  - 5.3.2.2 นำเข้าสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์โดยศึกษาชุดการเรียนรู้  
เพื่อให้ทราบหลักการทำงานและเกิดแนวคิดในการทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ประกอบ  
ไปด้วยชุดต่าง ๆ คือ
    - 5.3.2.2.1 ปอดจำลอง
    - 5.3.2.2.2 สเตทโคสโคปทำงานได้อย่างไร
    - 5.3.2.2.3 ทำอย่างไรเพื่อให้เกิดเสียงดนตรีจาก  
ขวดน้ำ
    - 5.3.2.2.4 การพาความร้อนของก๊าซ
    - 5.3.2.2.5 เรามาสร้างรถทดลองกันดีกว่า
- 5.3.2.3 นักเรียนเสนอรูปแบบในการทำอุปกรณ์
- 5.3.2.4 คำเนิการทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และแก้ไขปรับปรุง

5.4 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียน  
กลุ่มที่ท่าโครงการวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน

## 6. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการวิจัยแบบ Randomized  
Control - Group Postest Only Design (ล้วน สายยศ และอังคณา  
สายยศ 2524 : 229) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E R <sub>1</sub>	-	X <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
E R <sub>2</sub>	-	X <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>
CR	-	-	T <sub>2</sub>

## 7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 หากคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยโดยใช้สูตร (ล้วน  
สายยศ และอังคณา สายยศ 2522 : 51)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียน

7.2 หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีแบบฮอยท์ ( Hoyt's ANOVA Procedure ) ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 173 - 177 )

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $MS_E$  แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ( Error )  
 $MS_p$  แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน ( between people )

7.3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ( One - Way Analysis of Variance ) ( วิเชียร เกตุสิงห์ 2521 : 72 )  
 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (between)	$k - 1$	$SS_b$	$MS_b$	$\frac{MS_b}{MS_w}$
ภายในกลุ่ม (within)	$N - K$	$SS_w$	$MS_w$	
รวมทั้งหมด (Total)	$N - 1$	$SS_t$		

เมื่อ  $n$  แทน จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่ม  
 $K$  แทน จำนวนกลุ่ม  
 $N$  แทน จำนวนทั้งหมด (ทุกกลุ่มรวมกัน)

สูตรคำนวณหา SS (Sum of Square)

$$SS_b = \frac{(\sum X)^2_1}{n_1} + \frac{(\sum X)^2_2}{n_2} + \frac{(\sum X)^2_3}{n_3} + \dots + \frac{(\sum X)^2_k}{n_k} - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$SS_w = \left\{ (\sum X^2)_1 + (\sum X^2)_2 + (\sum X^2)_3 + \dots + (\sum X^2)_k \right\} - \left\{ \frac{(\sum X)^2_1}{n_1} + \frac{(\sum X)^2_2}{n_2} + \frac{(\sum X)^2_3}{n_3} + \dots + \frac{(\sum X)^2_k}{n_k} \right\}$$

หาค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง ( Mean Square) ทั้งระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม

$$MS_b = \frac{SS_b}{K-1}$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{N-K}$$

7.4 ถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติของเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้ T - method ของ Tukey (วิเชียร เกตุสิงห์ 2521 : 75 - 77)

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษาค้นคว้า

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ดังนี้

$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$F$	แทน	ค่าสถิติในการวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติเอฟ
$SS$	แทน	ผลรวมของกำลังสอง
$MS$	แทน	ความแปรปรวน
$df$	แทน	ชั้นของความอิสระ
$q$	แทน	สถิติเคนไทค์แรงก์ (Studentized range)
$p$	แทน	ระดับความเชื่อมั่น
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
$X_1$	แทน	นักเรียนที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
$X_2$	แทน	นักเรียนที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
$X_3$	แทน	นักเรียนที่เรียนตามชุดการ เรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง แบ่งตามลำดับชั้นดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการ เรียน
2. เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการ เรียน ซึ่งคะแนน

โดยแยกส่วนประกอบดังนี้ คือ

- 2.1 ความคล่องในการคิด
- 2.2 ความยืดหยุ่นในการคิด
- 2.3 ความคิดริเริ่ม

### การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่ทำ  
โครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนเพื่อ  
ทดสอบสมมติฐานที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์  
และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน  
ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ✓

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	6388.68	3194.34	5.90	>.01
ภายในกลุ่ม	87	47089.11	541.25		
รวมทั้งหมด	89	53477.79			

$$F_{.01} (2, 87) = 4.88$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 ปรากฏว่า นักเรียนที่ทำกิจกรรมต่างกันจะมีความคิด  
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงทดสอบความ  
แตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้ T - method ของ Tukey ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเป็นรายคู่

คะแนนเฉลี่ย	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	1.64	18.64**
$\bar{X}_2$		-	17.00*
$\bar{X}_3$			-
$\sqrt{MS_w/n}$	$q_{.05}(3, 87)$	=	14.26
$\sqrt{MS_w/n}$	$q_{.01}(3, 87)$	=	17.85

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 ปรากฏว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด  
ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่ม

การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด  
 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่มระหว่างกลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์  
 กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ 2  
 นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตาม  
 ชุดการเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกเป็นด้านความคล่องในการคิด  
 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกัน ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนความคล่องในการคิด

แหล่งความแปรปรวน	MS	F	P
	3.14	0.08	<.05
	38.88		
รวมทั้งหมด	89	3388.49	

$$F_{.05} (2, 87) = 3.09$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 ปรากฏว่า นักเรียนที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์  
 อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียนมีความคล่องในการคิด แตกต่างกันอย่าง  
 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 เปรียบเทียบคะแนนความยืดหยุ่นในการคิด 12/21/9

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	68.99	34.49	1.27	< .05
ภายในกลุ่ม	87	2358.67	27.11		
รวมทั้งหมด	89	2427.66			

$$F_{.05} (2, 87) = 3.09$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 ปรากฏว่า นักเรียนที่ท่าโครงการงานวิทยาศาสตร์  
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่าง  
ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 7 เปรียบเทียบคะแนนความคิดริเริ่ม 21/9

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	6532.61	3266.31	14.36	> .01
ภายในกลุ่ม	87	19790.01	227.47		
รวมทั้งหมด	89	26322.62			

$$F_{.01} (2, 87) = 4.88$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 ปรากฏว่า นักเรียนที่ทำกิจกรรมต่างกัน มีความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้ T - method ของ Tukey ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเป็นรายคู่

คะแนนเฉลี่ย	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
X <sub>1</sub>	-	4.4	19.86**
X <sub>2</sub>		-	15.46**
X <sub>3</sub>			-

$\sqrt{MS_w/n} \quad q_{.01} (3, 87) = 11.55$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 ปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการ เรียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้างนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการ วิทยาศาสตร์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้างนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด ในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่ม ในการทำกิจกรรมชุมนุม วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้างนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และ กลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และ กลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิด ในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกัน

## วิธีการศึกษาคนกว่า

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ นครปฐม จำนวน 90 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่ม 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่ม 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

กลุ่ม 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การสร้างชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนแต่ละชุดได้ผ่านการตรวจสอบความเข้าใจภาษา ความเป็นไปได้ในการทำกิจกรรม คำถามและความเหมาะสมของชุดการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และอาจารย์ที่ทำการสอนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน แล้วได้นำชุดการเรียนนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อยจำนวน 6 คน เพื่อดูความเหมาะสมของข้อคำถามที่ใช้ กิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียนและเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม/หลังจากนั้นได้นำชุดการเรียนนี้มาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อยโดยไม่ซ้ำกับคนเดิมเพื่อหาข้อบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ชุดการเรียนที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถทำกิจกรรมนี้ได้

2.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบของสุมาลี กาญจนชาตรี มาใช้ แบบทดสอบชุดนี้มีค่าความเที่ยงตรงเชื่อถือได้และมีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ มีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 เนื่องจากแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในระดับปานกลางคือ 0.5599 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบชุดนี้ไปทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะจำนวน 100 คน ปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความเชื่อมั่น 0.67

3. การดำเนินการทดลอง กระทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527 โดยเปิดรับสมัครนักเรียนจำนวน 90 คน ทำการสุ่มอย่างง่ายเพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์แต่ไม่มีการทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบควมแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับทุกกลุ่ม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์

#### 4. การจักรกระทำขอมูล

ก. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียน โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One - Way Analysis of Variance)

ข. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ โดยใช้ T - method ของ Tukey

#### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้มีความคล่องในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้มีความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
6. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
7. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### อภิปรายผล

การทดลองเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้ได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ผลของการศึกษาคนควาและอภิปรายผลจึงจำกัดอยู่เฉพาะการทดลองนี้เท่านั้น ซึ่งจะกล่าวถึงผลที่ปรากฏตามลำดับสมมติฐานดังนี้คือ

สมมติฐานข้อที่ 1 "นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน" จากการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยนี้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้และสอดคล้องกับ ประทุม ทองพูน (ประทุม ทองพูน 2522 : 19) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้และในวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนมีการค้นคว้าทดลองเพื่อแก้ปัญหาและควรเน้นที่กระบวนการมากกว่าเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ โชติ เพชรชื่น (โชติ เพชรชื่น 2522 : 98) ได้ให้ความเห็นที่คล้ายกันว่า การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน วิธีสอนควรจะเป็นแบบสืบสวนหรือการทดลองที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดในการสร้างสถานการณ์การเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น

3. นักเรียนที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นว่า ผลการวิจัยนี้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้และสอดคล้องกับ เย็นใจ เลหาวิช (เมธี ปิตินานนท์ และคณะ 2525 : คำนิยาม) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมให้เกิดการศึกษาค้นคว้า การประดิษฐ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น เป็นการประหยัดและส่งเสริมการพัฒนาความคิดริเริ่มในทิวอาจารย์ผู้สอนตลอดจนตัวนักเรียนอีกด้วย ถ้านักเรียนได้รับโอกาสให้มีส่วนร่วมในการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือดังกล่าวด้วย นอกจากนั้นผลการทดลองยังสอดคล้องกับราฟ (Raouf 1974 : 125) ที่ได้ชี้ให้เห็น เทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าควรประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ คือ การคิดประดิษฐ์เครื่องมือทดลองจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม สมมติฐานข้อที่ 2 "นักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดค้นความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกัน" จากการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้มีความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งผลการวิจัยนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้จากการวิจัยปรากฏว่ามีความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านความคิดริเริ่มของนักเรียน สามารถพัฒนาให้มีเพิ่มขึ้นได้โดยการ จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์

#### ข้อสังเกตจากกรณีศึกษาคนควา

1. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดและด้านความยืดหยุ่นในการคิดไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนรู้และไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การใช้ชุดการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน คือ นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ได้ศึกษาทั้งชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์และชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

2. นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ แสดงว่ากิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้น เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พบว่า

2.1 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีคะแนนแตกต่างกันมาก แสดงว่ากิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้เป็นบางคนเท่านั้น จะมีนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถพัฒนาได้ สำหรับนักเรียนบางคนที่สามารถพัฒนาได้ กิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ที่มีส่วนในการวิจัยพบว่า การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ อุปสรรคในการทำกิจกรรมนี้คือ นักเรียนขาดประสบการณ์การเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่หลังจากที่นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์แล้วพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีคะแนนไม่แตกต่างกันมาก แสดงว่า กิจกรรมการทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้เกือบทุกคน การขาดประสบการณ์การเรียนรู้มีอุปสรรคที่สำคัญในการทำกิจกรรมนี้ อุปสรรคที่สำคัญคือทักษะในการใช้เครื่องมือและการออกแบบอุปกรณ์ซึ่งอุปสรรคเหล่านี้สามารถแก้ไขและปรับปรุงได้โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ อาจารย์และผู้ที่มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษา

1. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์
4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- ก่อ สวัสดิพิพาณิชย์ "กิจกรรมเสริมหลักสูตร" ประมวลนิเทศการศึกษา กรมวิชาการ  
กระทรวงศึกษาธิการ ม.ป.ป. : 125 - 127 หน้า
- จันทร์พร พ่วงเจริญ กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาสังคมศึกษาของวิทยาลัยครูในกรุงเทพ  
มหานคร วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516, 98 หน้า อักสำเนา
- ✓ เชาวนา ยุทธสุริยพันธุ์ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับชั้น  
ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ  
กรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514,  
118 หน้า อักสำเนา
- \* เชาวนี อະยะวงค์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์  
ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และด้วยครูฝึกในวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4  
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 39 หน้า  
อักสำเนา
- โช สาลีฉิน การประพันธ์และสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์  
ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522,  
202 หน้า
- โชติ เพชรชื่น "ความคิดสร้างสรรค์" วารสารวิจัยผลการศึกษา 1(2) : 93, 2514
- ทองสุข รัตนทวีวงศ์ ปัญหาการวัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายใน  
จังหวัดพระนคร และธนบุรี วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2506,  
102 หน้า อักสำเนา
- \* นพพร พานิชสุข "ข้อคิดการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรในโรงเรียนมัธยมศึกษา" มิตรครู  
1 : 12 - 17, 15 มกราคม 2524
- นิพนธ์ สุขปรีดี เทคโนโลยีทางการศึกษา 2525 : 74 - 77

- ประทุม ทองพูน การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 19 หน้า อักสำเนา
- ประสิทธิ์ ปริกชิตตานนท์ ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาสังคมศึกษาของโรงเรียนมัธยมอาชีวศึกษาในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 98 หน้า อักสำเนา
- พกา บุญเรือง "กิจกรรมนักเรียน" เอกสารประกอบการสอนวิชาแนะแนว 314 กิจกรรมนักเรียน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน 2526 : 1 - 13 หน้า
- เมธี ปิลันธนานนท์ และคนอื่น ๆ การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน 2525, 56 หน้า
- ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ทวีกิจการพิมพ์ 2524, 286 หน้า
- สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิชสาราณราษฎร 2522, 276 หน้า
- วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือการวิจัย สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย กองการวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2521, 75 - 77 หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ รายงานการวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา ผลการวิเคราะห์และบทคัดย่อบางเรื่อง ก.ศ. 1959 - 1961 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2510, 165 หน้า
- ศูนย์พัฒนาหลักสูตร เอกสารบางส่วนเกี่ยวกับกิจกรรม 2525
- สุโขทัยธรรมมาธิราช, ทบวงมหาวิทยาลัย การสอนวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 2525, 337 - 397 หน้า
- สุมาลี กาญจนชาติ การศึกษาค้นคว้าการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.บ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 81 หน้า อักสำเนา

สุวิทย์ โภครณู ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสนใจในกิจกรรม  
เสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522,  
 114 หน้า อักสำเนา

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2523 รายงานการวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์  
ของนักเรียนระดับอุดมศึกษา โรงพิมพ์จุฬินไทย 2524, 10 หน้า

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการเขต 1 คู่มือการจัดกิจกรรม  
นักเรียนชุมนุมวิทยาศาสตร์ 2526, 38 หน้า

อัมพร ศิลารังษี ปัญหาการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาสังคมศึกษาในระดับมัธยมศึกษา  
ตอนต้นของโรงเรียนสาธิต วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516,  
 99 หน้า อักสำเนา

อาภรณ์ ซาคิบุรุษ "การเรียนเป็นรายบุคคล" วารสารครูศาสตร์ 4(1-2) :  
 14 - 16 หน้า

Blankenship, Dallas James. "A Study of the Effect of Creativity  
 Training upon the Self-concept, Achievement and Creative,  
 Performance of the First Grade Pupils," Dissertation Abstracts  
International. 36, May 1976. 7147 - A.

DeVito, Alfred and Krockover, Gerald H. Creative Sciencing Ideas  
Activities for Teacher and Children. Little, Brown and Company  
 (Inc.) 1976. 388 p.

Ford, Babara Gay. "An Evaluation of Creativity Training Activity with  
 Mentally Retarded Youngster," Dissertation Abstracts International.  
 36, April 1976. 6598 - A.

Good Carter V. Dictionary of Education 3 rd. ed. New York, McGraw-Hill  
 Book Company Inc. 1945.

Green, Eric Towards Independent Learning in Science. Printed in Great  
 Britain by Billing and Sons Limited, Guildford and London 1976.  
 38 - 47 p.

- Guildford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill Book, Inc. 1967. 128 p.
- Hutchinson, E.D. How to Think Creatively. New York Abingdon Press. 1949. 42 - 44 p.
- Nellson, Leslie W. and Lorbeer, George C. Science Activities for Elementary Children. Iowa, W.C. Brown 1955. 153 p.
- Piltz, Albert and Robert Sund Creative teaching of Science in the elementary school. Boston : Allyn and Bacon, Inc. 1968. 117 p.
- Raouf, Al-Ani "Stimulating Creative Thinking in Science Teaching in Junior High School in Iraq," Educational Resources Information Center. 9 : 125 p.
- Schmidt, Victor E. "How Science comes from Toys," Teaching science with everyday things. New York, McGraw-Hill Co. 1968. 167 p.
- Torrance, E.P. Education and the Creative Potential. Minneapolis : the Lund Press, 1963. 47 p.
- \_\_\_\_\_ Torrance of Creativity Thinking : Normes Technical Englewood Cliffs New Jersey : Prentice - Hall, Inc. 1966. 5 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
- ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

- เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร
- น้ำอยู่ที่ไหน
- น้ำหนักของวัตถุ
- การหายใจ
- ปอดของเรามีความจุเท่าใด



เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร

### บัตรคำสั่ง

1. ศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
2. เตรียมอุปกรณ์ตามเอกสารหมายเลข 2
3. ปฏิบัติการทดลองตามเอกสารหมายเลข 3
4. ร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นจากคำถามในเอกสารหมายเลข 4 และ 5

## เอกสารหมายเลข 1

เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร

นักเรียนเคยได้ศึกษาเรื่องการเกิดลมมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
 ดังนั้นนักเรียนคงบอกได้ว่า เมื่ออากาศได้รับความร้อนแล้วจะเป็นอย่างไร  
 อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น และอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า  
 จะเคลื่อนที่เข้ามาแทน ถ้านักเรียนเป่าลมใส่ในภาชนะที่ปิดมิดชิดแล้วให้ความร้อน  
 จะเกิดอะไรขึ้น

## เอกสารหมายเลข 2

## อุปกรณ์

1. ลูกกระพรวนขนาดเท่ากันจำนวน 2 ใบ
2. สายยาว 30 เซนติเมตรจำนวน 3 เส้น
3. ไหมบรรทัด
4. สกอตเทปใส
5. เข็มไซ 1 แท่ง
6. ไม้ขีด 1 กล่อง
7. นาฬิกาจับเวลา

## เอกสารหมายเลข 3

ขั้นตอนในการทดลอง

1. นำสีกอกกเทปใสปิดรอยร้าวของถุงกระดาษเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศ  
รั่วออกเมื่อเป่าลมเข้าไปในถุง
2. เป่าลมใส่ถุงกระดาษทั้ง 2 ใบพร้อมบิคปากถุงให้สนิทด้วยสีกอกกเทปใส
3. นำค้ำยผูกเข้ากับถุงกระดาษทั้ง 2 ใบแล้วแขวนไว้ที่ปลายไม้บรรทัด  
คนละข้าง
4. นำค้ำยมาผูกบริเวณกึ่งกลางไม้บรรทัดให้อยู่ในสภาพสมดุลทั้ง 2 ข้าง  
แล้วนำปลายค้ำยอีกข้างหนึ่งผูกเข้ากับขอบโต๊ะหรือผนังเก้าอี้
5. จุดเทียนไขลงในใต้วงกระดาษ ให้ความร้อนประมาณ 10 นาที สังเกต  
ความสมดุลของคานไม้บรรทัด
6. เมื่อเลิกจุดไฟประมาณ 5 นาที สังเกตความสมดุลของคานไม้บรรทัด  
อีกครั้งหนึ่ง
7. บันทึกผลการทดลองในกระดาษที่แจกให้

## เอกสารหมายเลข 4

## คำถาม

1. เมื่อให้ความร้อนกับอากาศที่บรรจุภายในถุงกระดาษ สภาพสมดุลย์ของคานไม้บรรทัดเป็นอย่างไร ปลายข้างใดที่ถูกยกขึ้น
2. หลังจากหยุดลงไฟประมาณ 5 นาที คานไม้บรรทัดเป็นอย่างไร

## เอกสารหมายเลข 5

เมื่ออากาศภายในถุงกระดาษได้รับความร้อนจะเกิดแรงดันทำให้ถุงกระดาษเคลื่อนที่สูงขึ้น ปลายคานไม้บรรทัดที่ถูกลงไฟจึงถูกยกขึ้น แต่เนื่องจากปลายคานไม้บรรทัดอีกด้านหนึ่งยังมีน้ำหนักของถุงอีกใบหนึ่งดวงอยู่จึงทำให้กานเอียง

หลังจากเลิกลงไฟแล้วสักครู่คานไม้บรรทัดจะกลับสู่สภาพสมดุลย์อีกครั้งหนึ่ง

- ถ้าถุงที่ลงไฟถูกติดไว้กับคานที่ถูกตรึงไม่ให้เคลื่อนที่ผลจะเป็นอย่างไร
- ในการทดลองถ้าเปลี่ยนใช้ถุงกระดาษที่มีสีขาว ดำ หรือสีอื่น ๆ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงนี้หรือไม่ อย่างไร

นำอยู่ที่ไหน

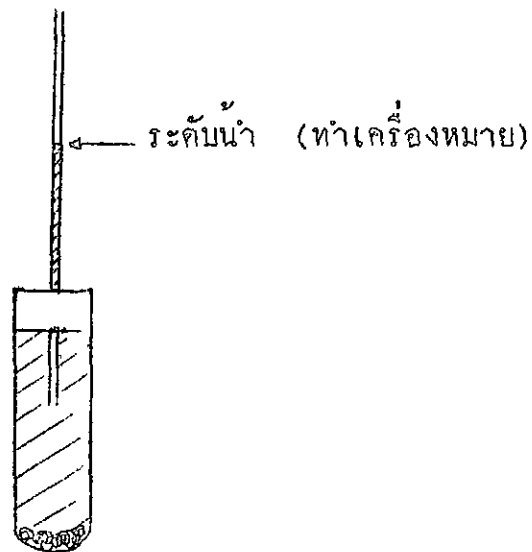
บัตรคำสั่ง

1. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2 และ 3 ตามลำดับ
2. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 2 แล้ว ตั้งสมมติฐาน  
ลงในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้
3. เมื่อศึกษาเอกสารครบทุกแผ่นแล้วรวมอภิปรายและลงสรุป  
ข้อคิดหรือโครงการที่นักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไป

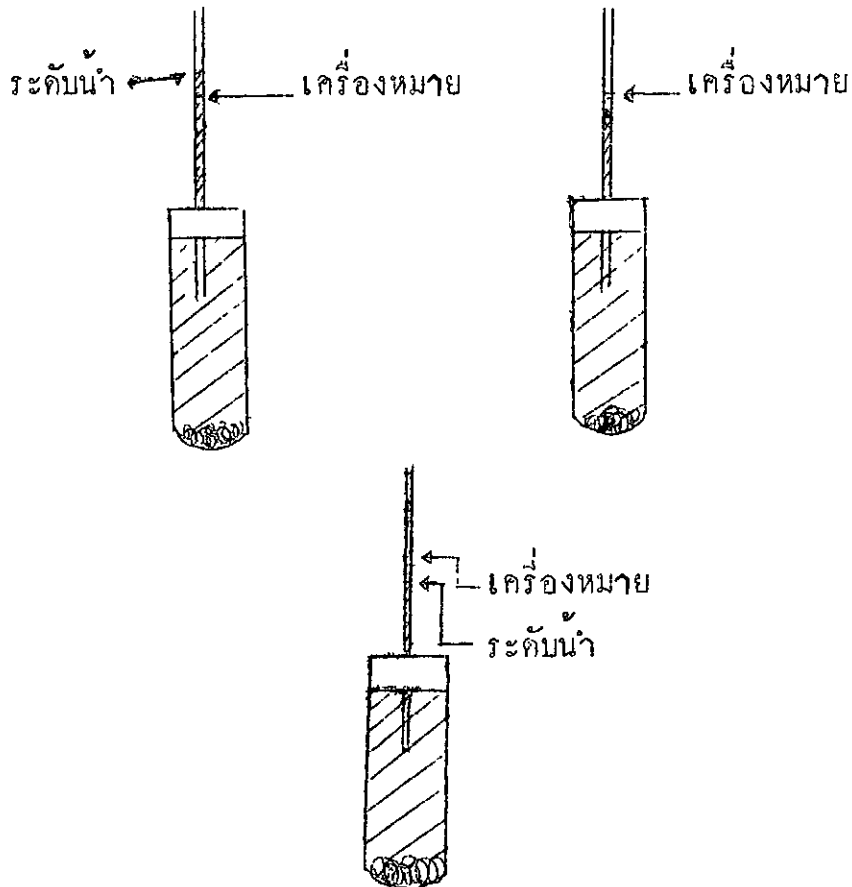
## น้ำอยู่ที่ไหน

นักเรียนเคยนำเกลือใส่ลงในน้ำแล้วสังเกตหรือไม่ ถ้าไม่เคยสังเกต เรา  
มาเล่นสนุกกันดีกว่า

นักเรียนนำเกลือเม็ดจำนวน 20 กรัมใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เติมน้ำ  
อุ่นลงไปในหลอดจนเต็ม แล้วปิดด้วยจุกยางซึ่งมีหลอดนำก๊าซเสียบอยู่ ปิดจุกยาง  
แล้วทำเครื่องหมายของระดับน้ำบนหลอดนำก๊าซดังรูป



## เอกสารหมายเลข 2



เมื่อตั้งหลอดทดลองนี้ไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมงนักเรียนลองตั้งสมมุติฐานดูว่า  
จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง

1. แก้วในหลอดทดลองเป็นอย่างไร
2. ระดับน้ำในหลอดแก้วจะเป็นอย่างไร  
(เป็นไปตามรูปที่ 1, 2 หรือ 3)

นักเรียนต้องการทราบคำตอบหรือไม่ ถ้าต้องการทราบคำตอบลองทำการ  
ทดลองนี้ที่บ้านหรือที่โรงเรียนเมื่อมีเวลาว่าง

## เอกสารหมายเลข 3

จากสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นจากเอกสารหมายเลข 2

- ถ้าระดับน้ำสูงขึ้น (ตามรูป 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเพราะเหตุใด
- ถ้าระดับน้ำต่ำลงกว่าเดิม (ตามรูป 3) นักเรียนให้เหตุผลได้หรือไม่ว่าน้ำหายไปไหน

น้ำหายไปไหน

1. น้ำระเหยกลายเป็นไอไปในอากาศ
2. แก้วดูดซับน้ำไว้

ถ้านักเรียนนำแก้วป่นหรือน้ำตาลมาทำการทดลองในปริมาณเท่ากัน

ผลจะเป็นอย่างไร

หน้าหนักของวัตถุ
------------------

## มีตรค่าตั้ง

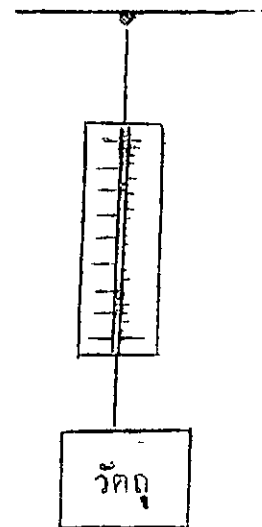
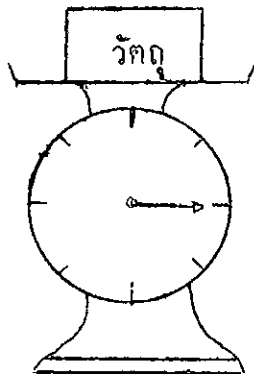
1. ศึกษาเอกสารหมายเลข 1
2. ตอบคำถามจากเอกสารหมายเลข 2
3. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 แล้วรวบรวมอภิปรายพร้อมลงสรุปข้อถก  
หรือโครงการที่นักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไป

## น้ำหนักของวัตถุ

นักเรียนเคยชั่งวัตถุด้วยเครื่องชั่งสปริงหรือไม่ เมื่อนักเรียนชั่งวัตถุด้วยเครื่องชั่งสปริงแล้วสังเกตเห็นเข็มขึ้นบนสเกล พบว่าเข็มชี้จะเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ค่าตัวเลขที่ได้ก็คือ น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งนั่นเอง

น้ำหนักของวัตถุก็คือ แรงที่โลกพยายามดึงดูดวัตถุเข้าหาจุดศูนย์กลางของโลก

ถ้าเปลี่ยนวัตถุที่มีขนาดต่างกันหรือต่างชนิดกัน นักเรียนพอจะบอกได้หรือไม่ ว่าน้ำหนักของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร



## เอกสารหมายเลข 2

คำถาม

1. เมื่อขั้ววัตถุชนิดเดียวกันแต่มีขนาดต่างกัน น้ำหนักของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร
2. ถ้าวัตถุต่างชนิดกัน ขนาดเท่ากัน น้ำหนักของวัตถุที่ขั้วเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

## เอกสารหมายเลข 3

## เคยสงสัยหรือไม่

น้ำหนักของวัตถุโดยทั่ว ๆ ไป เราชั่งกันเมื่อวัตถุอยู่กับที่ ถ้านักเรียนนำไปชั่งบนพื้นที่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น ชั่งบนรถยนต์ ในลิฟต์ หรือ บนยานอวกาศ ขณะที่กำลังเคลื่อนที่

- นักเรียนคิดว่าน้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนไปจากสภาพที่วัตถุอยู่กับที่หรือไม่
- เมื่อรถยนต์ ลิฟต์ หรือยานอวกาศมีความเร็วในการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป น้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร
- นักเรียนจงออกแบบปัญหาวิธีทดสอบความถูกต้องของคำตอบเหล่านี้

การหายใจ
----------

## บัตรคำสั่ง

1. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2 และ 3 ตามลำดับ
2. ศึกษาเอกสารหมายเลข 2 แล้วตอบคำถามในเอกสารหมายเลข 3 ลงในกระดาษคำตอบ
3. เมื่อศึกษาเอกสารครบทุกแผ่นแล้วร่วมอภิปรายและลงข้อสรุปหรือโครงการที่นักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไป

## เอกสารหมายเลข 1

## การหายใจ

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ต่างก็ต้องใช้พลังงานในการดำรงชีวิตในกระบวนการหายใจเข้าพืชและสัตว์รับก๊าซออกซิเจนเพื่อนำไปเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ จนได้พลังงานมาใช้ในการดำรงชีวิต

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาผลาญอาหาร ก๊าซนี้ จะถูกขับถ่ายออกมาทางกระบวนการหายใจออก

## เอกสารหมายเลข 2

ในการเพาะพันธุ์พืชวิธีที่นิยมวิธีหนึ่งก็คือ การนำเมล็ดพืชมาเพาะเพื่อให้ได้ต้นอ่อน เมล็ดพืชบางชนิดสามารถเก็บไว้เพาะไถ่านหลายปี เช่น เมล็ดพืชที่เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง เมล็ดพืชบางชนิดสามารถเก็บไว้เพาะได้ในระยะสั้น ได้แก่ เมล็ดพืชที่เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อน

พวกสัตว์ปีก ตัวอ่อนในระยะที่เป็นไข่จะเจริญเติบโตภายนอกตัวแม่ เช่น ไก่ เป็ด และนกต่าง ๆ เมื่อได้รับการฟัก ไข่พวกนี้จะเจริญเติบโตเป็นตัวออกจากเปลือกไข่ ส่วนไข่เป็ด ไข่ไก่ หรือไข่นกกระทาที่นักเรียนรู้จัก ส่วนใหญ่เป็นไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากน้ำเชื้อตัวผู้ เราเรียกว่า ไข่ลม ไข่ลมจะไม่เจริญเติบโตเป็นตัวอ่อน

พวกแมลง เช่น ผีเสื้อ ไหม ฯลฯ มีวงจรชีวิตเริ่มจากเปลือกไข่ เจริญเติบโตเป็นตัวหนอน คักัก แล้วเจริญเติบโตเต็มที่ เป็นผีเสื้อและตัวไหมในที่สุด

## เอกสารหมายเลข 3

จากเอกสารหมายเลข 2

จงตอบคำถามและรวมอภิปราย

1. เมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ ไข่ของพวกสัตว์ปีก แมลง ตลอดจนจิ้งจกแก่ ของพวกแมลง มีการเจริญเติบโตหรือไม่
2. เมล็ดพืช ไข่และจิ้งจกแก่ มีการหายใจหรือไม่ นักเรียนมีวิธีการทดสอบได้อย่างไร และก๊าซที่ได้เป็นก๊าซชนิดใด

ปกของเรามีความจุเท่าใด

บัตรคำสั่ง

1. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1 และ 2 ตามลำดับ
2. ปฏิบัติตามเอกสารหมายเลข 3
3. ตอบคำถามในเอกสารหมายเลข 4

## เอกสารหมายเลข 1

ปอดของเรามีความจุเท่าใด

เราหายใจเข้าเพื่อสูดอากาศเข้าสู่ร่างกาย และใช้ก๊าซออกซิเจนในการเผาผลาญอาหาร โดยอากาศที่สูดเข้าไปจะอยู่ในถุงลมเล็ก ๆ จำนวนมากมายภายในปอด เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซ เราก็จะหายใจออกมา

นักเรียนคิดว่าปอดของเรามีความจุอากาศได้ปริมาณมากน้อยเท่าใด ลองทำการทดลองต่อไปนี้

## เอกสารหมายเลข 2

## อุปกรณ์

1. ถังน้ำจำนวน 1 ใบ
2. สายพลาสติก 1 เส้นยาวประมาณ 60 เซนติเมตร
3. ขวดหรือแกลลอนพลาสติกจำนวน 1 ใบ
4. น้ำจำนวน  $\frac{3}{4}$  ถัง

## เอกสารหมายเลข 3

ขั้นตอนในการทดลอง

1. ตักน้ำใส่ขวดหรือแกลลอนจนเต็ม
2. เอามือปิดปากแกลลอนให้สนิทแล้วคว่ำแกลลอนลงในถังน้ำ มีน้ำอยู่ประมาณ  $\frac{1}{4}$  ถัง
3. ปลดมือที่ปิดปากแกลลอน เอาปลายหนึ่งของสายยางใส่เข้าไปในแกลลอนทิ้งรูป
4. นักเรียนสูดลมหายใจเข้าให้เต็มที่ แล้วนำสายยางอีกข้างหนึ่งใส่ปาก
5. ค่อย ๆ ระบายลมหายใจออกจากปากเข้าสายยางจนหมดอากาศที่สูดเข้าไป
6. สังเกตว่าระดับน้ำในแกลลอนลดลงถึงระดับใด บันทึกผลไว้
7. เปลี่ยนให้เพื่อนทดลองเช่นเดียวกันนี้แล้วบันทึกผลการทดลอง

- หมายเหตุ
1. ถ้าเกรงว่าอากาศจะออกหรือเข้าทางจุก ก็ให้ปิดจุกไว้ด้วย
  2. อาจใช้โรตที่ปลายสายยางโดยใช้คิ้วแฉกอุด

## เอกสารหมายเลข 4

คำถาม

1. อากาศที่นักเรียนแต่ละคนหายใจออกมา มีปริมาณแตกต่างกันหรือไม่
2. ปอดของแต่ละคน มีความจุอากาศต่างกันหรือไม่
3. หลังจากนักเรียนออกกำลังกายมาใหม่ ๆ นักเรียนคิดว่าความจุของปอดจะแตกต่างกับขณะที่นักเรียนอยู่ในสภาพปกติหรือไม่ อย่างไร
4. นักเรียนสามารถวัดความจุของปอดของคนในสภาวะการณ์ใดได้อีก
5. นักเรียนจะมีวิธีดำเนินการทดลองในข้อ 4 ใ้ได้อย่างไร

ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

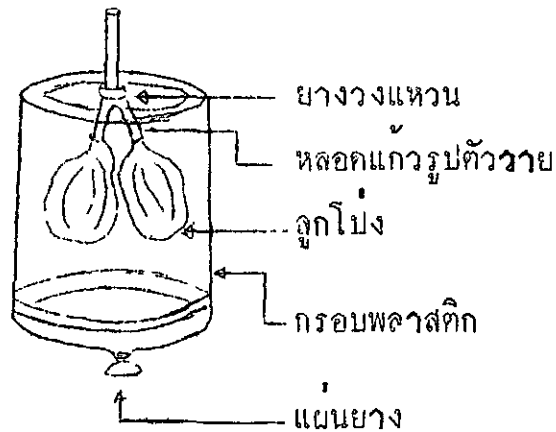
- ปอกจำลอง (๗)
- สเตทโทสโคปทำงานได้อย่างไร
- ทำอย่างไรเพื่อให้เกิดเสียงดนตรีจากขวดน้ำ
- การพาความร้อนของก๊าซ
- เรามาสร้างรถทดลองกันดีกว่า

ปกจำลอง

บัตรคำสั่ง

1. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2 และ 3 ตามลำดับ
2. ในชั่วโมงกิจกรรมครั้งนี้จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1 และ 2
3. ในชั่วโมงกิจกรรมสัปดาห์ต่อไปจงศึกษาและปฏิบัติตามเอกสารหมายเลข 3 แล้วตอบคำถาม

## เอกสารหมายเลข 1



รูปแสดงส่วนประกอบของปอดจำลอง

นักเรียนจงศึกษาส่วนประกอบของปอดจำลองในท้องปฏิบัติการพร้อมดูรูปแสดงส่วนประกอบของปอดจำลองประกอบกัน ไป

ลูกโป่งในเครื่องมือนี้ เปรียบได้กับปอดทั้งสองข้าง หลอดแก้วรูปตัววาย แทนหลอดลม กลองพลาสติกแทนช่องอก แผ่นยางแทนกระบังลม

การเคลื่อนที่ของแผ่นยางที่มีความสัมพันธ์กับการที่ลมเข้าออกในลูกโป่ง คือ เมื่อดึงแผ่นยางลง อากาศจากภายนอกเข้าสู่ลูกโป่งทางหลอดแก้วรูปตัววาย ลูกโป่งจะพองออกเมื่อดึงแผ่นยางขึ้น อากาศภายในลูกโป่งจะถูกแรงดันไล่ออกสู่ภายนอกทางหลอดแก้วรูปตัววาย ลูกโป่งจึงแฟบ

## เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนได้ศึกษาส่วนประกอบของปอดจำลองมาแล้วจงออกแบบและเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหลือใช้ ซึ่งนักเรียนพอจะหาได้มาประกอบเป็นปอดจำลองดังนี้

1. กลองพาสติกขนาด 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หลอดแก้วรูปตัววาย วัสดุที่หามาแทนหลอดแก้วอาจเป็นพลาสติกกลวงทึบแสง
3. ลูกโป่งขนาดเล็ก 2 ใบ
4. แผ่นยางขนาดเท่าปากลองพลาสติก 1 แผ่น

เมื่อนักเรียนเลือกวัสดุ อุปกรณ์ได้แล้ว จงออกแบบสร้างปอดจำลองในลักษณะต่อไปนี้

## เอกสารหมายเลข 3

งานที่มอบหมาย

จงนำวัสดุ อุปกรณ์ที่เตรียมมา สร้างรูปทดลองตามแบบที่นักเรียนได้สร้างไว้ เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ทดลองดูการทำงานโดยดึงแผ่นยางขึ้น - ลง และสังเกตการขยายตัวของลูกโป่งทั้งสองใบที่ทำหน้าที่แทนปอด

สเตทโทสโคปทำงานได้อย่างไร

บัตรคำสั่ง

1. ศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
2. จัดเตรียมอุปกรณ์ตามเอกสารหมายเลข 1
3. ทำกิจกรรมตามเอกสารหมายเลข 2
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 แล้วตอบคำถาม
5. ศึกษางานที่มอบหมายจากเอกสารหมายเลข 4 เพื่อวางแผนงานล่วงหน้า นำมาส่งในครั้งต่อไป

## เอกสารหมายเลข 1

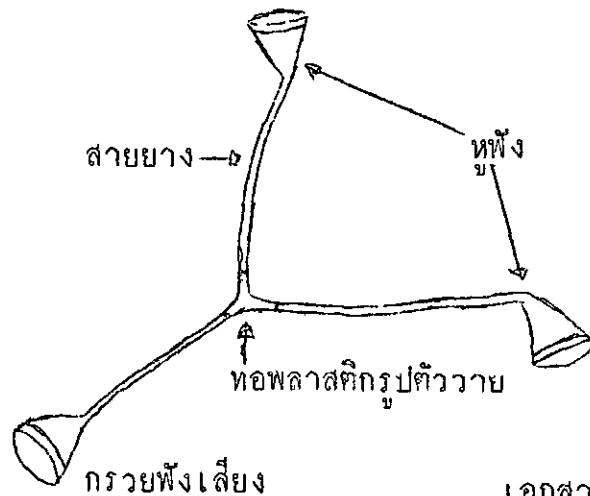
อุปกรณ์

1. สายยางหรือท่อพลาสติกยาว 8 นิ้ว จำนวน 3 เส้น
2. กรวยพลาสติก 3 อันมีขนาดกรวยพอดีกับสายยางหรือท่อพลาสติก
3. ท่อพลาสติกสามขารูปตัววาย
4. แผ่นยางสำหรับปิดปากกรวยจำนวน 3 แผ่น
5. ยางรัดจำนวน 3 เส้น

## เอกสารหมายเลข 2

กิจกรรม

1. นำปลายคานหนึ่งของสายยางสวมเข้ากับกานกรวยพลาสติกทั้ง 3 สาย
2. นำปลายอีกคานหนึ่งของสายยางต่อเข้ากับท่อพลาสติกสามขา รูปตัววาย
3. นำแผ่นยางแต่ละแผ่นปิดปากกรวยและรัศควัยยางทั้ง 3 อัน
4. นำอุปกรณ์นี้ไปไขฟังเสียงการเต้นของหัวใจ



เอกสารหมายเลข 3

เมื่อเรานำปากกรวยไปแตะบริเวณหน้าอกจะได้ยินเสียงการเต้นของหัวใจ เป็นจังหวะชัดเจน เสียงการเต้นของหัวใจนี้เป็นคลื่นเคลื่อนที่มาจากตามสายยางมายังหูของเรา ทำให้เราได้ยินเสียงหัวใจเต้น

- คำถาม
1. นักเรียนสามารถสร้างกรวยและหูฟังให้ทำงานดีขึ้นกว่าเดิมได้หรือไม่ นักเรียนใช้หลักเกณฑ์อย่างไร
  2. จงเปรียบเทียบเครื่องมือที่นักเรียนสร้างขึ้นกับเครื่องมือที่แพทย์ใช้ตรวจการเต้นของชีพจร

เอกสารหมายเลข 4

งานที่มอบหมาย

จูงนำสแตทโคสโคปที่นักเรียนไถ่ทำนี้ไปปรับปรุง  
ให้ทำงานไถ่ดีขึ้น

ทำอย่างไรเพื่อให้เกิดเสียงดนตรีจากขวคน้ำ

### บัตรคำสั่ง

1. ศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
2. จัดเตรียมอุปกรณ์ตามเอกสารหมายเลข 1
3. ทำกิจกรรมตามเอกสารหมายเลข 2
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 แล้วตอบคำถาม
5. ศึกษางานที่มอบหมายจากเอกสารหมายเลข 4 เพื่อวางแผนงานล่วงหน้า นำมาส่งในครั้งต่อไป

## เอกสารหมายเลข 1

อุปกรณ์

1. ขวดแก้วขนาดเท่ากันจำนวน 7 ใบ
2. ฆ้องน้ำจำนวน 1 ใบ
3. กรวยพลาสติก 1 อัน
4. แท่งไม้หรือแท่งคินสอ
5. น้ำ

## เอกสารหมายเลข 2

กิจกรรม

1. ใส่น้ำในขวดใบหนึ่งให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปากขวดเล็กน้อยวักระยะจากปากขวดถึงระดับน้ำ
2. ใส่น้ำในขวดใบที่ 2 ให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปากขวดเป็นระยะ 2 เท่าของขวดใบแรก
3. ใส่น้ำในขวดใบที่ 3 ให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปากขวดเป็นระยะ 3 เท่าของขวดใบแรก
4. ใส่น้ำในขวดใบที่ 4, 5, 6 และ 7 ให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปากขวดเป็นระยะ 4, 5, 6 และ 7 เท่าของขวดใบแรก
5. นำแท่งไม้หรือแท่งคินสอเคาะที่ขวดน้ำแต่ละใบเพื่อเปรียบเทียบระดับเสียง
6. นำขวดทั้ง 7 ใบมาเรียงลำดับเสียงจากเสียงสูงมาถึงเสียงต่ำ

## เอกสารหมายเลข 3

เมื่อนักเรียนนำขวดบรรจุน้ำมาเรียงตามลำดับเสียง เสียงสูงไปหาเสียงต่ำ ก็คือ เรียงขวดที่บรรจุน้ำระดับสูงและระดับน้ำลดต่ำลงมาเรื่อย ๆ จนใบบสุดท้ายมีระดับต่ำที่สุด เมื่อทำการเคาะขวดแต่ละใบก็จะเกิดเสียงดนตรีซึ่งมีระดับเสียงต่าง ๆ กัน

- คำถาม
1. อากาศที่อยู่เหนือระดับน้ำในขวดต่าง ๆ มีผลอย่างไรต่อการเปลี่ยนระดับเสียง
  2. ขวดที่มีรูปร่างเหมือนกันแต่ขนาดต่างกันมีผลอย่างไรต่อความถี่ของเสียง
  3. นักเรียนสามารถนำเศษวัสดุอื่น ๆ มาประดิษฐ์เป็นเครื่องดนตรีใดหรือไม่ จงยกตัวอย่างและวิธีการทำ

## เอกสารหมายเลข 4

งานที่มอบหมาย

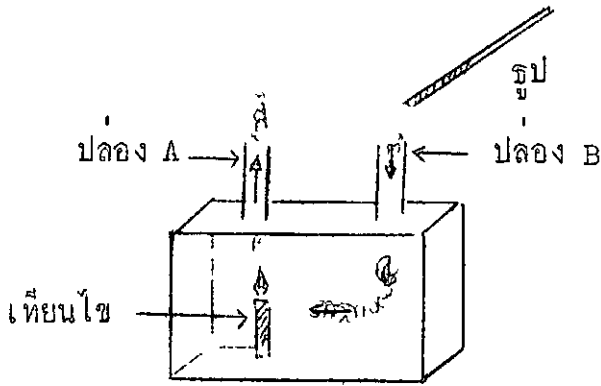
จงนำเศษวัสดุอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถหาได้มาดัดแปลงและสร้างเครื่องดนตรีจำนวน 1 ชุด

การพาความร้อนของก๊าซ
----------------------

## บัตรกำลั้่ง

1. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
2. จงร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามจากเอกสารหมายเลข 1 และ 2
3. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 3 และออกแบบเพื่อสร้างอุปกรณ์ชุดการพาความร้อนของก๊าซ
4. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 4 และเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย

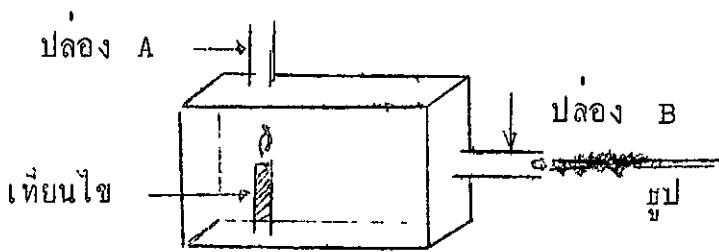
เอกสารหมายเลข 1



รูป 1

จากการทดลองถึงภาพนี้แสดงการเคลื่อนที่ของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน

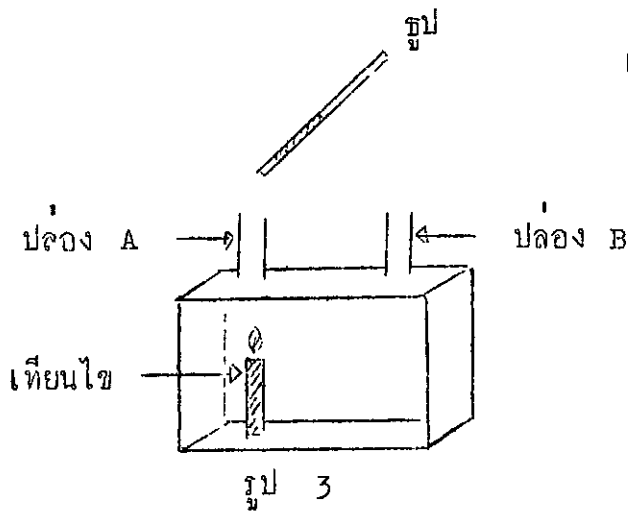
คำถาม - ก๊าซเมื่อได้รับความร้อนมีการเคลื่อนที่อย่างไร



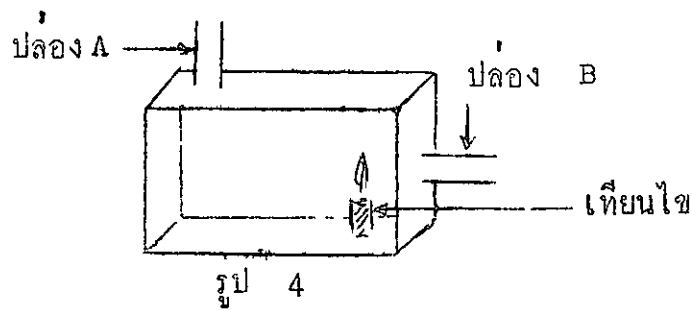
รูป 2

คำถาม - ถ้าเปลี่ยนตำแหน่งของปล่อง B มาไว้ด้านข้างของกล่องดังรูป 2 ครั้นรูปนี้มีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร

เอกสารหมายเลข 2



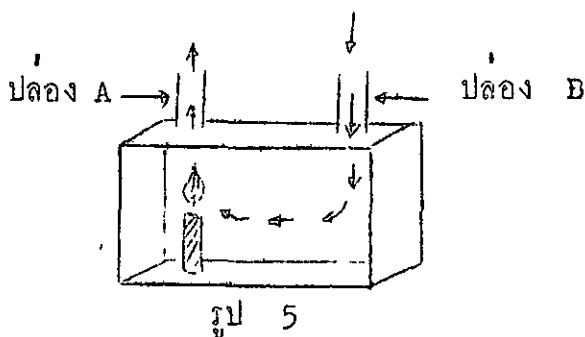
คำถาม - ถ้านำรูปที่จุดไฟติดแล้วมาไว้ตรงปล่อง A การเคลื่อนที่ของควันรูปจะเป็นอย่างไร



คำถาม - ถ้านำรูปที่จุดไฟติดแล้วไว้ตรงปากปล่อง A การเคลื่อนที่ของควันรูปจะเป็นอย่างไร

- ถ้านำรูปที่จุดไฟติดแล้วไว้ตรงปากปล่อง B การเคลื่อนที่ของควันรูปจะเป็นอย่างไร

## เอกสารหมายเลข 3



อุปกรณ์ชุดการพาความร้อนของก๊าซนี้ทำด้วยกล่องไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้างหนึ่งเป็นแผ่นแก้วใสสำหรับปิด - เปิดกล่องไม้ แผ่นแก้วใสช่วยให้เรามองเห็น การเคลื่อนที่ของควันรูป กว้างบนของกล่องมีปล่องแก้วใส 2 ปล่อง ในรูปคือ ปล่อง A และ B

เมื่อให้ความร้อนภายในกล่องไม้ที่ปล่อง A อากาศบริเวณนี้ เมื่อได้รับความร้อนจะเคลื่อนที่สูงขึ้นและออกมาทางปล่อง A อากาศตรงบริเวณปล่อง B ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศบริเวณปล่อง จะเคลื่อนที่ตามทิศทางของลูกศรในรูป 5 ออกสู่ภายนอกกล่องทางปล่อง A

จากการศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2 และ 3 นักเรียนงักได้แนวคิด ในการสร้างอุปกรณ์ชุดการพาความร้อนของก๊าซบ้างแล้ว นักเรียนลองออกแบบ และเลือกวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาสร้างอุปกรณ์ชุดการพาความร้อนของก๊าซนี้

## เอกสารหมายเลข 4

งานที่มอบหมาย

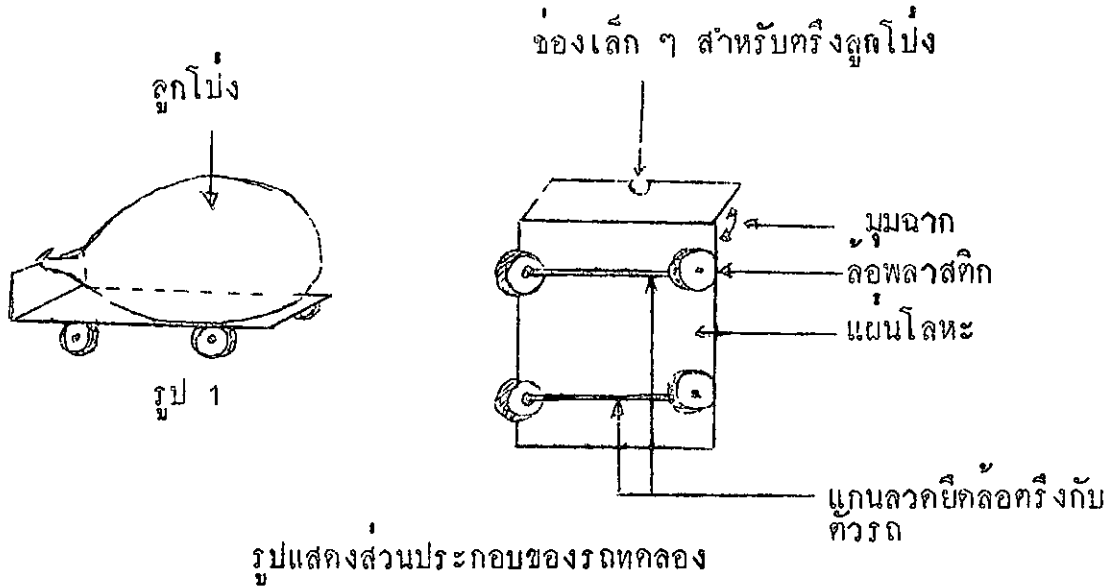
- ในสัปดาห์ต่อไปให้นักเรียนนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ได้เลือกไว้มาร่าง  
อุปกรณ์ชุดการพาความร้อนของก๊าซ
- เมื่อนักเรียนสร้างอุปกรณ์ชุดการพาความร้อนของก๊าซเสร็จแล้ว  
นักเรียนนำรูปและเขียนมาทำการทดลองเพื่อสังเกต การเคลื่อนที่  
ของควันรูปเมื่อได้รับความร้อน
- ทำการปรับปรุงอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพที่

เรามาสรางรถทดลองกันก็กัว่า

บ้๓รกำสั่ง

1. จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1, 2 และ 3 ตามลำดับ
2. ในชั่วโมงกิจกรรมครั้งนี้จงศึกษาเอกสารหมายเลข 1 และ 2
3. ในชั่วโมงกิจกรรมสัปดาห์ต่อไปจงศึกษาและปฏิบัติตามเอกสารหมายเลข 3 แล้วตอบคำถาม

เอกสารหมายเลข 1



รูปแสดงส่วนประกอบของรถทดลอง

นักเรียนจงศึกษาส่วนประกอบของรถทดลองในห้องปฏิบัติการพร้อมดูรูปแสดงส่วนประกอบของรถทดลองประกอบกันไป

ตัวรถทำด้วยแผ่นโลหะซึ่งส่วนหัวพับทำมุมฉากกับตัวรถ เพื่อทำหน้าที่ยึดลูกโป่งให้ติดกับตัวรถ โดยเจาะช่องเล็ก ๆ ตรงขอบด้านบนส่วนที่พับ

ลวดทำด้วยพลาสติกรูปร่างกลมขนาดเท่ากัน 4 อัน ล้อมพลาสติกแต่ละคู่ตรึงให้ติดกันโดยลวด การตรึงให้ติดกันช่วยให้ลวดทั้ง 2 ข้างเคลื่อนที่ไปพร้อมกัน แกนลวดทั้ง 2 ที่ติดที่ติดกับตัวรถของหมุนไถอย่างอิสระจึงทำให้รถเคลื่อนที่ได้

## เอกสารหมายเลข 2

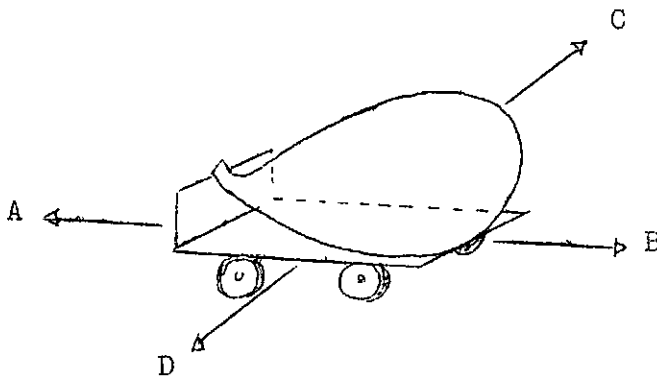
นักเรียนได้ศึกษาหลักการทำงานของส่วนประกอบของรถทดลองแล้ว  
ลองออกแบบและเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่เหลือใช้ซึ่งนักเรียนพอจะหาได้มาประกอบ  
รถทดลองดังนี้

1. ตัวรถอาจเป็นแผ่นโลหะ กระจก ฝาพลาสติก ฯลฯ
2. ล้อ 4 ล้อ
3. ลวดหรือแท่งไม้
4. ลูกโป่ง 1 ใบ

เมื่อนักเรียนเลือกวัสดุ อุปกรณ์ได้แล้ว จึงออกแบบเพื่อสร้างรถทดลอง  
ในสัปดาห์ต่อไป

## เอกสารหมายเลข 3

งานที่มอบหมาย จงนำวัสดุ อุปกรณ์ที่เตรียมมา สร้างรถทดลองตามแบบที่นักเรียน  
ได้สร้างไว้ เมื่อสร้างเสร็จแล้วทดลองดูการทำงานโดยเป่าลูกโป่ง  
ให้ติดกับตัวรถดังรูป



คำถาม เมื่อเป่าลูกโป่งติดกับรถดังรูป รถทดลองเคลื่อนที่ตามทิศ A, B, C หรือ D

จากการทดลองรถเคลื่อนที่คล่องตัวหรือไม่ ถ้ารถทดลองเคลื่อนที่ไม่คล่องตัว  
จงทำการปรับปรุงแล้วทดลองเป่าลูกโป่งติดกับรถทดลองอีกรถหนึ่ง เพื่อสังเกตความ  
คล่องตัวในการเคลื่อนที่

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ - สกุล ..... เพศ ..... ชั้น .....

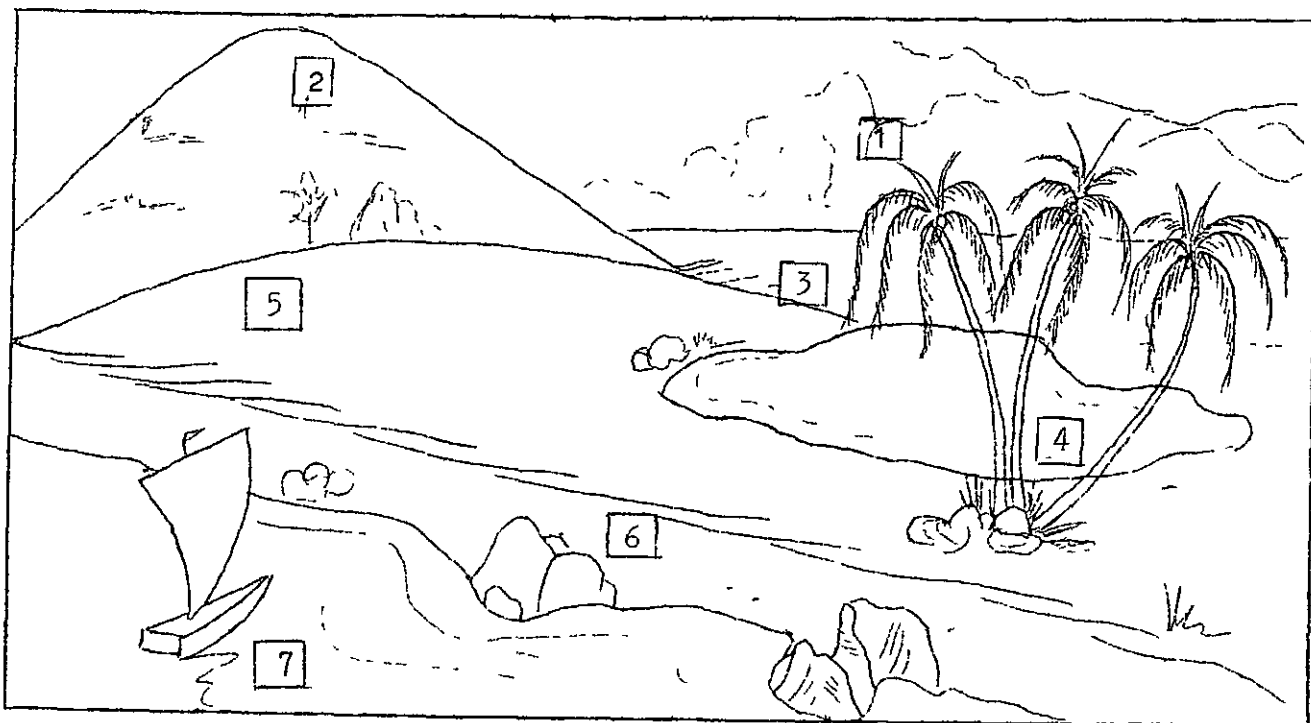
อายุ.....ปี.....เดือน

---

คำแนะนำในการใช้แบบทดสอบ

1. เขียนชื่อ - สกุล เพศ ชั้น อายุ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ
2. แบบทดสอบทั้งหมดมี 3 ข้อ
3. แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียนของนักเรียนแต่ประการใด
4. นักเรียนจะไ้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คุณอื่นคิดไม่ถึง
5. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนไ้ยินสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันทีแล้วเตรียมทำข้อต่อไป

## ข้อที่ 1 "การใช้ประโยชน์"



หมายเลข 1 ภูเขาที่มีต้นไม้

หมายเลข 2 ภูเขาที่ไม่มีต้นไม้ (อาจมี  
หญ้าหรือพืชขนาดเล็ก)

หมายเลข 3 ที่ราบ

หมายเลข 4 หนองน้ำ (น้ำจืด)

หมายเลข 5 ที่เนิน

หมายเลข 6 หาดทราย

หมายเลข 7 ทะเล

ถ้านักเรียนมีที่ดินเป็นของตนเองและมีลักษณะดังปรากฏในภาพข้างบนนี้  
นักเรียนคิดว่าจะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง

นักเรียนอาจจะคิดการใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณใด บริเวณหนึ่งซ้ำ ๆ  
กันก็ได้



## ข้อที่ 2 "นักประดิษฐ์"

ให้นักเรียนเลือกวัสดุชิ้นหนึ่งที่กำหนดให้นี้ มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ในคานต่าง ๆ เช่น

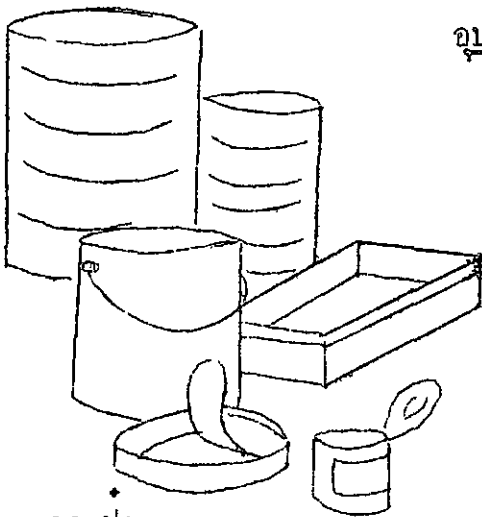
- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุที่กำหนดให้นี้กี่ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้วัสดุซ้ำ ๆ กันก็ได้และอาจจะคิดแปลงวัสดุที่กำหนดให้นี้ ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนต้องการก็ได้

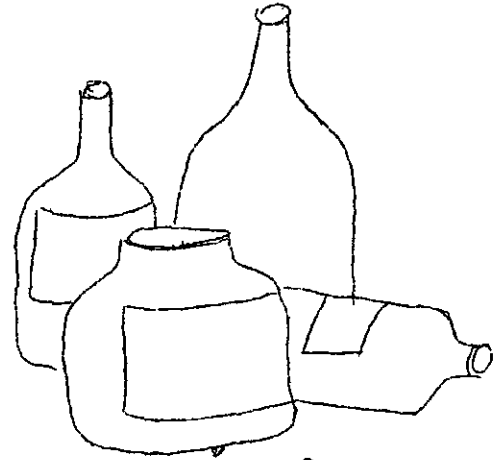
นักเรียนจะใช้วัสดุ - อุปกรณ์ เช่น มีด กรรไกร ฆอน กาว เทป ตัดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มาก วิธีที่สะดวกที่จะทำได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูป หรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่นักเรียนคิดได้อย่างย่อ ๆ ในตารางข้างล่างนี้ (คู่มืออย่างประกอบ)

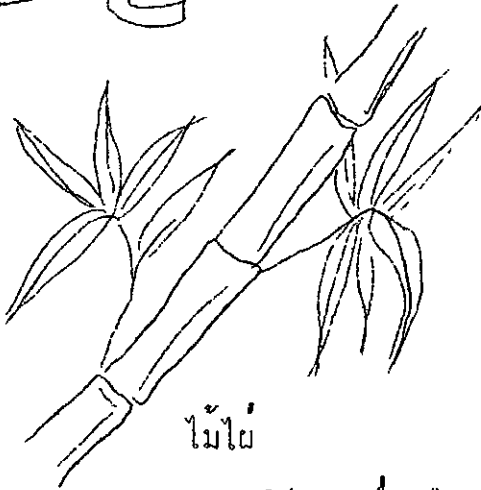
## อุปกรณ์ที่กำหนดให้



กระป๋อง



ขวด (พร้อมฝาปิด)



ไม้ไผ่

ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้ต่างๆ

เครื่องมือชุดที่ 1 1. เหล่าไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอ

ประมาณ 1 ฟุต

2. ใช้เชือกผูกฝากระป๋องทรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ฝากระป๋องเท่ากัน 2 ฝา เจาะรูระยะห่างเท่ากันฝาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้น มีความยาวเท่ากัน

3. รวบรวมปลายเชือกมาขมวดแล้วผูกกับปลาย

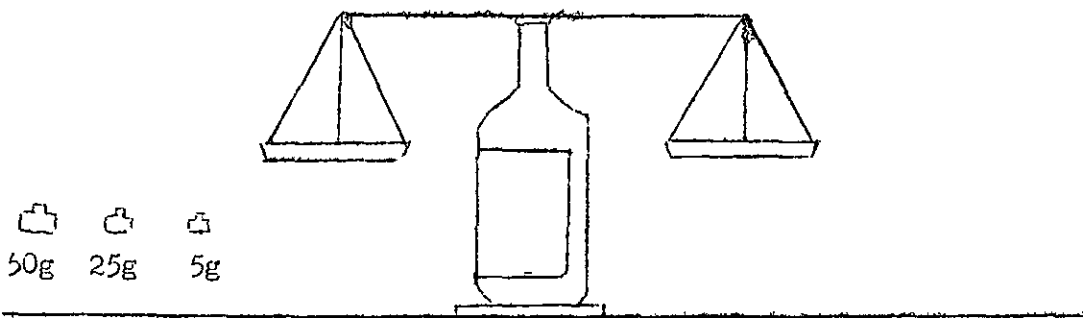
ทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่

4. นำไม้ไผ่นี้มาวางบนปากขวด ให้ปลาย

ทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากันใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น

5. เมื่อทำตามข้อ 1 - 4 จะได้เครื่องชั่ง

อย่างง่ายดังรูป



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 3

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 4

การนำไปใช้  
เครื่องมือชุดที่ 5

การนำไปใช้  
เครื่องมือชุดที่ 6

การนำไปใช้

### ข้อที่ 3 "น้กก้นควา"

นักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่งขึ้นอยู่รอบ ๆ แอ่งน้ำจึงเกิดความสนใจและได้สำรวจแอ่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกันอีก 3 แห่ง พบว่าพืชชนิดนี้ขึ้นอยู่เฉพาะรอบ ๆ บริเวณแอ่งน้ำเท่านั้น ห่างจากแอ่งน้ำ 5 เมตรจะไม่มีพืชชนิดนี้เลย และจากการศึกษาพบว่า บริเวณนั้นจะไคร้แสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นจึงได้นำ ต้นกล้า กิ่งใบ ผลพร้อมทั้งเมล็ด ของต้นไม้ชนิดนี้มาประมาณอย่างละ 10 กิโลกรัม เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป

สมมติว่านักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์ท่านนั้น ให้นักเรียนกikirวิธีทดลอง เพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- ด้านวิทยาศาสตร์
- ด้านการเกษตร
- ด้านอุตสาหกรรม
- อื่น ๆ

นักเรียนพยายามกikirวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลอง ประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีหรือเครื่องมืออื่นใดประกอบควยก็ได้

#### วิธีที่ 1

#### วิธีที่ 2

วิทย์ 3

วิทย์ 4

วิทย์ 5

วิทย์ 6

วิทย์ 7

วิทย์ 8

2509<sup>254</sup>

2510<sup>254</sup>