

การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ
ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

กอสักดิ์ ศรีน้อย

๑๖ เมษายน ๒๕๖๕

๒ 132230

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม ๒๕๖๗

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ
ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

ก้องศักดิ์ ตรีน้อย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม 2527

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการใช้คำถามเน้นทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ 2) เพื่อเปรียบเทียบการใช้คำถามเน้น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และ การใช้คำถามตามแผนการสอน
สสวท. ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526
โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา กรุงเทพมหานคร จำนวน 105 คน โดยสุ่มอย่างง่ายมา จำนวน
3 ห้องเรียน จากนักเรียนจำนวน 10 ห้องเรียน 415 คน จากนั้นจึงกลั่นนักเรียนทั้งหมด
เข้าด้วยกัน แล้วสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group
Pretest Posttest design ทดลองสอนเป็นเวลา 18 คาบ ๆ ละ 50 นาที
โดยกลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
และกลุ่มควบคุมสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
ได้แก่ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ มีค่า
ความเชื่อมั่น .7681 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
มีค่าความเชื่อมั่น .6211 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test และ F-test

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มทดลองที่ 1
และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่ม
ควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.1 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE USE OF THE EMPHASIZED BASIC AND INTEGRAL SCIENCE
PROCESS SKILL QUESTIONS, IN INQUIRY EFFECTING SCIENTIFIC
CREATIVE THINKING AND ACHIEVEMENT IN SCIENCE OF
MATTAYOM SUKSA III STUDENTS.

AN ABSTRACT
BY
KHOSAK SRINOI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the master of Education degree
at Srinakharinwirot University
June 1984.

The purposes of this study were 1) study in development of Scientific Creative Thinking and Achievement in Science of Mattayom Suksa III students, by using the emphasized Basic and Integral Science Process Skill Questions, 2) attempted to compare Scientific Creative Thinking and Achievement in Science through the use the emphasized Basic and Integral Science Process Skill Questions and the using IPST questions.

The subject were 105 students of Mattayom Suksa III of Donmaung Jaturajinda in 1983 acedemic year. Simple random technique were used to choose 3 classes from 10 classes of about 415 students. By using Simple random sampling again the subject were divided into three groups. . the 2 experimental groups and the control group, with 35 student in each.

The research design of this experiment was the Randomized Control group Pretest Posttest design. Both groups studied for 18 periods (50 minutes per period). The using of the emphasized Basic and Integral Science Process Skill Questions were introduce to the using IPST questions. The rescarch, developed by researcher, were Science Achievement Test (reliability .8211) and one Scientific Creative Test which also used in this research was Created by Miss. Sumalee Kanchanachatree (reliability .7681). The statistical technique used in data analysis were the t -test and F-test

The results indicated that.

1. The pretest and posttest Scientific Creative Thinking and Achievement in Science of the experimental I,II were significantly different at the .01 level

2. The Scientific Creative Thinking of the experimental II with experimental I and control group were significantly different at the .01 level, wheares experimental I and control group were not significantly different at the .01 level.

2.1 The Flexibility of the experimental II with experimental I and control group were significantly different at the .01 level, wheares the experimental I and control group were not significantly different at the .01 level

2.2 The Originality of the experimental II with experimental I and control group were significantly different at the .01 level, wheares the experimental I and control group were not significantly different at the .01 level.

2.3 The Fluency of the experimental I,II and control group were not significantly different at the .01 level.

3. The Achievement in Science of the experimental I,II and control group were significantly different at the .01 level

3.1 The Knowledge of the experimental I and control group was significantly differcnt at the .01 level , wheares the experimental II with experimental I and control group were not significantly different at the .01 level.

3.2 The Comprehension of the experimental I,II and control group were significantly different at the .01 level.

3.3 The Application of the experimental I with experimental II and control group were significantly different

at the .01 level, whereas experimental I and control group were not significantly different at the .01 level.

3.4 The Science Process Skill of experimental II with experimental I and control group were significantly different at the .01 level, whereas experimental I and control group were not significantly different at the .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำวันสี่ตมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญญาฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

...*ดร. วร...* ... ประธาน

.....*ดร. วร*... .. กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

...*ดร. วร...* ... ประธาน

.....*ดร. วร*... .. กรรมการ

...*ดร. วร...* ... กรรมการ
/

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือด้านความคิด คำแนะนำ จาก
อาจารย์ ดร.สุติมา วัฒนศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมสรร วงษ์น้อย ผู้ช่วยศาสตราจารย์
บุญมี ก้อนทอง และ อาจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ ซึ่งได้ให้แนวคิด กำลังใจและตรวจแก้ไข
ปริญญานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยซาบซึ้งในความมีน้ำใจ เมตตาการุณา
และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา อาจารย์ กิติ สมเนตร
อาจารย์ ภาวนา เลิศชัยนที อาจารย์ เสงี่ยม วิไลวัฒน์ และ อาจารย์ วรรณ เลิศชัยนที
ที่ได้อำนวยความสะดวก ให้ความอนุเคราะห์และเป็นกำลังใจในการเก็บรวบรวมข้อมูล
ขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดาที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทการมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2525 ที่ให้ความร่วมมือ
ในการวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ น้ำ และขอบใจน้อง ๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ
และเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

กฤษศักดิ์ ศรีน้อย

สารบัญ

บท

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษา	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	10
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	10
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	16
	เอกสารเกี่ยวกับการจำแนกประเภทคำถาม	21
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม	27
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ และการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	35
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	44
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	45
	กลุ่มตัวอย่าง	45
	แบบแผนการทดลอง	45
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	47
	การสร้างและการทดลองใช้เครื่องมือ	49
	การดำเนินการทดลอง	51
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	52
4	ผลการศึกษาค้นคว้า	55

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	78
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	78
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	78
กลุ่มตัวอย่าง	79
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	80
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	81
อภิปรายผล	83
ข้อเสนอแนะ	90
ข้อเสนอแนะทั่วไป	90
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้า	92
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	102

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงจำนวนนักเรียนในการทดลอง	45
2	แสดงแบบแผนการทดลอง	46
3	คาสถิติพื้นฐานและการทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	56
4	คาสถิติพื้นฐานและการทดสอบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	58
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	60
6	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่าง	61
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง	62
8	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง	63
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง	64
10	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง	65
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มตัวอย่าง	66
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	67

13	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่าง	68
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่าง	69
15	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำ ของกลุ่มตัวอย่าง	70
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่าง	71
17	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ ของกลุ่มตัวอย่าง	72
18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านการนำไปใช้ของกลุ่มตัวอย่าง	73
19	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ ของกลุ่มตัวอย่าง	74
20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	75
21	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	76

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกรุ่มตัวอย่าง	57
2 แสดงพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกรุ่มตัวอย่าง	59

บทนำ

ภูมิหลัง

ในการพัฒนาประเทศจำเป็นต้องพัฒนาเด็กและเยาวชน ซึ่งเป็นประชากรกลุ่มใหญ่ และเป็นพลังที่สำคัญของชาติในอนาคตให้ได้รับการศึกษาเพื่อให้เกิดความเจริญทางค่านิยม สันติภาพ ร่างกายและสติปัญญา ดังที่ พจนี สะเพียรชัย (พจนี สะเพียรชัย 2526 : 3) กล่าวว่า การศึกษาเป็นกิจกรรมของชีวิตเพื่อพัฒนาความเป็นอยู่และคุณภาพของชีวิตให้สูงขึ้น มนุษย์จะพัฒนาได้ก็ด้วยการศึกษา ดังนั้น การจัดการศึกษาแก่ประชากรของประเทศจึงเป็นหน้าที่ที่สำคัญของรัฐ

จากข้อมูลเกี่ยวกับนโยบาย แนวความคิด และวิธีการจัดการศึกษาของไทยจากอดีตจนถึงปัจจุบัน เอกวิทย์ ณ ถลาง (เอกวิทย์ ณ ถลาง 2526 : 6) ให้ข้อคิดเห็นว่า เราได้มีการเปลี่ยนแปลงก้าวหน้าเป็นอันมาก แต่ความจริงประการหนึ่ง คือ ปัญหาของชาติบ้านเมือง ความต้องการต่าง ๆ และลักษณะทางสังคมก็เปลี่ยนไปมาก ถ้าถือว่าการศึกษาเป็นภาระกิจที่สำคัญที่ต้องกระทำต่อเนื่องไม่สิ้นสุดเพื่อแก้ปัญหาของบุคคลและประเทศชาติแล้ว ภาระกิจในการจัดการศึกษาก็ต้องกระทำต่อไปด้วยความเข้าใจอันถ่องแท้ โดยเฉพาะเกี่ยวกับการเรียนการสอน การสอนเน้นเนื้อหาและสอนว่ารู้ในเนื้อหาเท่านั้นเพียงใดคนข้างจะแน่ชัดว่าไร้ประสิทธิภาพ คงต้องแสวงหาวิธีการเรียนรู้กันใหม่ที่เหมาะสมกับวิทยาการที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ในส่วนวิชาวิทยาศาสตร์ นิคา สะเพียรชัย (นิคา สะเพียรชัย 2520 : 3) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ เพราะไม่เพียงแต่หมายถึงความรู้ แต่เป็นกระบวนการที่มีระบบที่นำไปสู่ขอบเขตอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่เขาอาศัยอยู่ และขยายออกไปในกรอบจักรวาล

ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียนและในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

ดีวิตโต (Devitto, 1971-2002) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการมีชีวิตอย่างสร้างสรรค์ ทำงานอย่างสร้างสรรค์ และคิดอย่างสร้างสรรค์ ทำนองเดียวกับ คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund, 1971: 107) ได้เน้นถึงทฤษฎีสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถที่สำคัญหนึ่งของมนุษย์ ที่จะทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้น จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่มีพลังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมายเกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ เป็นความคิดที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาบุคลากรของประเทศ โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทย พินิจ ศรีจันทร์ดี (พินิจ ศรีจันทร์ดี 2525: 110) กล่าวว่า การที่บุคคลจะมีความคิดสร้างสรรค์ หรือจินตนาการอันสูงส่งได้ก็ด้วยการศึกษา จากความสำคัญและแนวคิดดังกล่าว หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ 2520 : 2) จึงกำหนดจุดหมายให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิด และวิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการ และมีความคิดสร้างสรรค์

การเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สุวัฒน์ นิยมคำ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 124) ให้ความคิดเห็นว่าไม่มีการสอนแบบใดดีที่สุด แต่ละวิธีมีส่วนดีส่วนเสียกันทั้งนั้น ในวัตถุประสงค์อย่างหนึ่งก็เหมาะสมกับวิธีสอนอย่างหนึ่ง เมื่อพิจารณาตามวัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตรงตามเจตนาที่แท้จริงของวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง และสอดคล้องกับ ซันด์ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 125 อ้างอิงมาจาก Sund 1969) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการค้นหาความรู้หรือความจริงโดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวความรู้ซึ่งเป็นผลของการค้นคว้า สำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยปัจจุบันเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (ไชศรี อาภรณ์รัตน์ และ เบญจวรรณ กองศิริ 2524 : 5) โดยมีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติผสมผสานกันอยู่ในแต่ละหัวข้อมาตรการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเป็นนักช่างสังเกต ช่างคิดหาเหตุผลเพื่อตอบปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง นักเรียนจะได้ทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลและนำไปสู่ข้อสรุป โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง วิธีการชี้แนะแนวทางเพื่อฝึกให้นักเรียนได้คิดในการสอนแบบ

สืบเสาะหาความรู้โดยใช้คำถาม ซึ่ง ฮันกินส์ (Hunkin. 1972 : 1) กล่าวว่า คำถามเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ และสอดคล้องกับ ธงชัย ชิวปรีชา (ธงชัย ชิวปรีชา 2521 : 1) ที่ว่า คำถามมีบทบาทสำคัญยิ่งในการเรียนการสอน ครูทุกคนย่อมเคยถามคำถามนักเรียนมาแล้ว แต่ส่วนใหญ่ไม่ได้ศึกษาลึกลงไปว่าเราถามคำถามเพื่ออะไร ถามอย่างไร การใช้คำถามมากไม่หมายความว่า เป็นการส่งเสริมความคิดมาก แต่ขึ้นอยู่กับชนิดและคุณภาพของคำถาม คันทิงแฮม (Cunningham. 1971 : 85) ให้ข้อคิดเห็นว่า หากครูถามคำถามด้านความรู้ความจำมาก นักเรียนจะไม่มีโอกาสคิดสร้างสรรค์ จากการศึกษาของ ทาบัว และ เอลซี (Cunningham. 1971 : 85) พบว่า ระดับความคิดของนักเรียนในการตอบคำถามของครูมีความสัมพันธ์กับชนิดของคำถามที่ครูถาม ทำนองเดียวกัน แลมป์ (Lamb. 1976 : 22) พบว่า ถ้าครูใช้คำถามระดับสูงก็จะได้รับคำตอบจากนักเรียนในระดับสูงด้วย

แต่ผลการศึกษาของ ดิลลอน (Dillon. 1983 : 549) พบว่า คำถามของครูในระดับสูงทำให้นักเรียนคิดหาคำตอบในระดับใดก็ได้ นอกจากนี้จากการศึกษาของ จินตนา พุทธินันท์ (จินตนา พุทธินันท์ 2523 : 52 - 53) พบว่า การใช้คำถามโดยเน้นคำถามระดับสูงและคำถามระดับต่ำ ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ เรขา ทองคัม (เรขา ทองคัม 2523 : 48 - 50) พบว่า การใช้คำถามโดยเน้นคำถามแบบกว้างทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าการใช้คำถามโดยเน้นคำถามแบบแคบ

จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามที่ต่างระดับกันมีผลและไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ส่วนการใช้คำถามที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีการศึกษาในเรื่องนี้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงผลการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษากันคว้า

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และชั้นบูรณาการ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นบูรณาการ และคำถามตามแผนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นบูรณาการ และคำถามตามแผนการสอน สสวท

ความสำคัญของการศึกษากันคว้า

1. จากผลการศึกษากันคว้าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ผลการศึกษากันคว้าจะเป็นแนวทางในการให้การอบรมครู นิเทศการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุจุดหมายของหลักสูตร
3. จากผลการศึกษากันคว้าครั้งนี้จะทำให้ได้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแผนการสอนที่เน้นการใช้คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และการศึกษากันคว้า

ขอบเขตของการศึกษากันคว้า

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนคอนเมือง จาตุรจินดา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 415 คน จำนวน 10 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา จำนวน 3 ห้องเรียน 105 คน จากนั้นจึงลดจำนวนนักเรียนทั้ง 3 ห้องเข้าด้วยกัน แล้วสุ่มอย่างง่าย เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง แบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

1 1 กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่สอนตามแผนการสอนการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน

1 2 กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่สอนตามแผนการสอนการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน

2. กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่สอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท. โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1 ตัวแปรต้น การใช้คำถามมี 3 แบบ

- 1.1 การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
- 1.2 การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 1.3 การใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท

2. ตัวแปรตาม

- 2 1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ด้าน
 - 2 1 1 ความยืดหยุ่น (Flexibility)
 - 2 1.2 ความคิดริเริ่ม (Originality)
 - 2 1.3 ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency)

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มี 4 ด้าน

2.2.1 ด้านความรู้ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

2.2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การใช้คำถาม หมายถึง พฤติกรรมทางวาจาของผู้สอนตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน โดยนักเรียนมีการตอบสนองมากกว่า 2 คน ซึ่งมีการใช้คำถามดังนี้

1.1 การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หมายถึง พฤติกรรมทางวาจาของผู้สอนที่ใช้คำถามในการเรียนการสอน ประกอบด้วยคำถามทักษะการสังเกต ทักษะการจำกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ทั้งหมดรวมกันมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของคำถามทั้งหมด

1.1.1 คำถามทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้เวลาสัมผัสอย่างใกล้ชิดอย่างหนึ่งหรือทั้งห้าอย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือประสบการณ์แล้วบรรยายออกมาเพื่อบอกลักษณะ สมบัติ ปริมาณ และการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้

1.1.2 คำถามทักษะการจำกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นคำถามที่นักเรียนนำผลจากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจำกระทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย มาตอบคำถาม เพื่อบอกถึง ตาราง แผนภูมิ กราฟ และสมการที่เหมาะสม

1.1.3 คำถามลงความเห็นจากข้อมูล เป็นคำถามที่นักเรียนต้องอาศัยข้อมูลการสังเกต การวัด หรือการทดลองมาอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบายด้วยการลงความเห็นจากข้อมูล ไม่ได้ทำนายเหตุการณ์ในอนาคต

1.1.4 คำถามทักษะการพยากรณ์ เป็นคำถามที่นักเรียนต้องคาดคะเนคำตอบในสิ่งที่เป็นอย่างใดมากที่สุด หรือแนวโน้ม โดยอาศัยปรากฏการณ์ หลักการ และทฤษฎีมาอธิบาย

1 2 การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หมายถึงพฤติกรรมทางวาจาของผู้สอนที่ใช้คำถามในการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ประกอบด้วย คำถามทักษะการตั้งสมมติฐาน คำถามทักษะการตีความหมายแหล่งสรุป คำถามทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และคำถามทักษะการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร ทั้งหมดรวมกันมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของคำถามทั้งหมด

1.2.1 คำถามทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่นักเรียนต้องคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลอง คาดการณ์ คาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆอย่างมีเหตุผล และสามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง

1 2 2 คำถามทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป เป็นคำถามที่นักเรียนต้องอธิบายลักษณะของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลองตามความคิดเห็นของตนเอง รวมถึงการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรนั้นอย่างมีเหตุผล

1 2 3 คำถามทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นคำถามที่นักเรียนต้องอธิบายความหมาย ขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ โดยระบุการกระทำ สิ่งที่จะสังเกตได้ตามสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถทดลองได้

1 2.4 คำถามทักษะการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่นักเรียนต้องตอบถึงวิธีการทดลอง การเลือกใช้เครื่องมือ รวมทั้งชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม เพื่อทดสอบสมมติฐานหรือปัญหาต่างๆ

1 3 การใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท หมายถึงการใช้คำถามตาม คู่มือครูและแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา

คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา หมายถึงคำถามที่ประกอบด้วยคำถามความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

1 3 1 คำถามความรู้ความจำ หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรูมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1 3 2 คำถามความเข้าใจ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องจำแนกความรู้ หรืออธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ที่แตกต่างออกไป รวมทั้งแปลความหมายจาก สัตว์ตัวหนึ่งไปสู่สัตว์ตัวหนึ่งให้

1 3 3 คำถามการนำไปใช้ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องอธิบายถึงการนำ ความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป ซึ่งส่วนมากจะ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดแบบอนินทรีย์ ซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือ มีความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด

2 1 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีการ แก้ไขหาอีกหลายแนวทาง

2 2 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดสิ่งที่แปลกใหม่และแตกต่าง ไปจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดาและแตกต่างจากบุคคลอื่น

2 3 ความคล่องแคล่วในการคิด หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือ หาคำตอบได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการ แสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการออกแบบและควบคุมตัวแปร

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ คูมาลี กาญจนชาติ

4 การคิดแบบอนินทรีย์ หมายถึง การคิดหาคำตอบของปัญหาต่างๆ หลายแนวทาง ไม่ยึดคำตอบเพียงคำตอบเดียวเป็นข้อยุติ หากแต่จะคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้อื่น ๆ อีกสำหรับ ปัญหานั้น

5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดจากส่วนต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

5.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก เขียนภาพ ประกอบ จับใจความ ขยายความ และแปลความรู้ได้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิด และฝึกฝนปฏิบัติทักษะการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงสรุป การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร การคำนวณ และการทดลอง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้จัดแบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นห้าประเภท คือ

- 1 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
- 2 เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3 เอกสารเกี่ยวกับการจำแนกประเภทคำถาม
- 4 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม
- 5 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คัสแลนด์ และ สโตน (Cusland and Stone. 1969 138 - 159)

ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนโดยครูและนักเรียนได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการและวิญญานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีนิสัย พฤติกรรมแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้ให้บรรลุในเนื้อหาที่ต้องการโดยไม่กำหนดเวลาตายตัว
3. ไม่ควรให้คำตอบที่ถูกหรือผิดแก่นักเรียน เพราะการให้คำตอบที่ถูกหรือผิดไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียน
4. นักเรียนเป็นผู้ที่มีความสนใจอย่างแท้จริงในการหาวิธีการแก้ปัญหา
5. ไม่ควรเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวกับขั้นตอนหรือการเป็นผู้ตาม แม้ว่าในหลักสูตรบางหลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการเรียนไว้ก็ตาม
6. การเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยความสงสัย คำถามเช่นว่า เรามีวิธีการที่จะ

เข้าใจเรื่องนี้ได้อย่างไร จึงเป็นลักษณะที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

7 พยายามทำให้ปัญหามีประเด็น কেনชัดและเคลมลงพอที่จะเห็นวิธีการแก้ปัญหา
ในชั้นเรียน

8. การตั้งสมมติฐานเป็นจุดมุ่งหมายของการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการ
สืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนเกิดความรับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูล การสังเกต และการอ่าน

10 การประเมินผลจะต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการสอน

11 นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างเป็นกลุ่ม ชื่น และเป็นรายบุคคล เพื่อรวบรวม
ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและร่วมกันสรุปตามสมมติฐาน และต้องพยายาม
หาคำตอบอธิบายที่มีเหตุผลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

13 การลงสรุปต้องมีความสัมพันธ์กัน และมีวิธีการชักนำไปสู่วิทยาศาสตร์
มากที่สุด

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 62 - 68) และ
คาซิน และ ซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 98 - 104) ได้ให้ความหมายของ
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การสอนเพื่อให้บุคคลได้กระทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่
หรือมีพฤติกรรมเหมือนนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะมีวิธีการในการทดลองหลาย ๆ
วิธีเพื่อสืบค้นถึงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
มีพื้นฐานมาจากการสอนแบบค้นพบ (Discovery) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองในการคิดซึม
ลึกถึงและหลักการต่าง ๆ เหมาะสำหรับการสอนนักเรียนระดับอนุบาล ประถมศึกษา ในระดับ
มัธยมศึกษาให้นักเรียนจะต้องใช้คำถามเพื่อเลือกสิ่งที่จะเรียนรู้และสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้ง
ทำรายงานเสนอผลการศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อแก้ปัญหา
ที่เขาประสบอยู่ทุกวัน

ลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. การสอนที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสร้างสิ่งก่อกำเนิดโดยตัวผู้เรียนเอง
3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่ได้ประสบความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่งแล้ว
4. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนได้ใช้โอกาสคิด
5. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้อัตโนมัติหรือการบรรยาย แต่จะเน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง
6. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

สุวัฒน์ นิยมคำ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 125) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ยั่วชวนให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาหาความรู้เอง ซึ่งในที่สุดนักเรียนก็จะเป็นผู้ค้นพบความรู้เองและ เป็นความรู้ที่มีค่ามากกว่าการสอนแบบบรรยาย และเป็น การสร้างผู้นำด้วย เป็นการสอนที่ตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์เพราะ นักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ความรู้ก็ใช้กระบวนการคิดหลายอย่าง

ลักษณะของการจัดกิจกรรมสำเร็จรูปสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ครูกำหนดปัญหา
2. เสนอแนะวิธีรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามข้อ 2
4. เมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูบอก
5. ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น
6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา อภิปรายหน้าชั้น

อนันต์ จันทะทวี (อนันต์ จันทะทวี 2523 : 6) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นหาเหตุผล

และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีสามประเภท

- 1 Active Inquiry นักเรียนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าหาความรู้
2. Passive Inquiry ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าหาความรู้
3. Combine Inquiry ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้

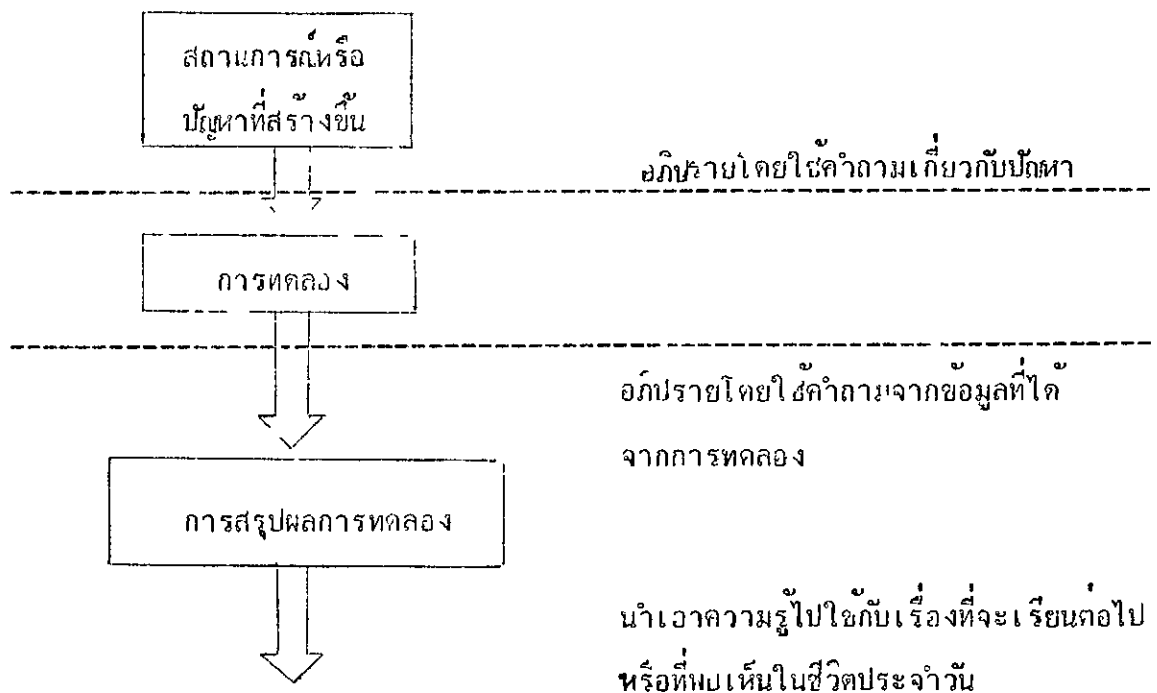
ภัทธา ไชยเวช (ภัทธา ไชยเวช 2521 : 30 - 35) ในการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. การทดลอง
- 2 การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา ใช้คำถาม
 - 2.2 อภิปรายก่อนการทดลอง
 - 2.3 นักเรียนทำการทดลอง
 - 2.4 อภิปรายหลังการทดลอง

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และ เบญจวรรณ กองศิริ (ไชศรี อภรณ์รัตน์ และ เบญจวรรณ กองศิริ 2525 : 5 - 7) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญดังนี้

- 1 การทดลอง การทดลองจะอยู่ในแบบเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
- 2 การใช้คำถาม เป็นวิธีอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนชวนให้คิดได้ ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการปลูกฝังนักเรียนให้รู้จักใช้ความคิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ใจซึ่งอะไรง่ายและลง่าย ส่วนการทดลองเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเห็นแก่นนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ของนักเรียน นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำ และเป็นผู้ตามที่ดีในบางโอกาส เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเดิมเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (ทบทวนมหาวิทยาลัย 2525 . 116 - 11๘)



จะเห็นว่ากิจกรรมการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง อภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนี้ ผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนรู้จักหาคำถามสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจใช้คำถามถามครูหรือนักเรียนด้วยกัน นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อไป หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อเรื่องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

มาเรีย (Maria. 1981 : 624 ea) ได้ประเมินประสิทธิภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 - 6 โดยศึกษาจากครูที่มีความรู้ในวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 11 คน พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

แลต และ แวนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 395 - 400) ได้ศึกษาถึงระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากคำถามของครู เพื่อดูผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครูที่มีระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงและต่ำ จำนวน 40 คน สอนนักเรียน 40 ห้องเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนกับครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ทำได้มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ และได้ผลเช่นเดียวกันกับข้อสอบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงและข้อสอบทั้งสองฉบับ

จากผลการศึกษาดังกล่าว จะเห็นว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ ดังนั้น ในการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ ความสามารถนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหในการเรียนและใช้ในชีวิตประจำวัน

America Association for the Advance of Science ได้ประชุมร่วมกันเพื่อวิเคราะห์วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้ (America Association for the Advance of Science 1970 : 33 - 175)

1 ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ 8 ทักษะดังนี้

1.1 การสังเกต (Observing)

1.2 การวัด (Measuring)

1.3 การใช้ตัวเลข (Using Number Relationship)

1.4 การใช้ความสัมพันธ์สเปซและเวลา (Using Space/Time Relationship)

1.5 การจัดจำพวก (Classifying)

1.6 การสรุปอ้างอิง (Inferring)

1.7 การพยากรณ์ (Predicting)

1.8 การสื่อความหมาย (Communication)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ 5 ทักษะดังนี้

2.1 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operational Definition)

2 3 การตีความหมายของข้อมูลและลงสรุป (Data Processing and Interpreting)

2 4 การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variable)

2 5 การทดลอง (Experimenting)

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานจะเน้นปลูกฝังแก่นักเรียนตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไปจนถึงเกรด 6 และคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถผสมผสานและบูรณาการทักษะกระบวนการขั้นต้นที่มีความสามารถในการบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งเป็นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ ๆ 13 ทักษะดังนี้ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 58 - 129)

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลจากการสังเกตมีสองประการ

1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าอย่าง เช่น

เมื่อใช้ตา มีรูปร่างเป็นรูปไข่ กลม หรือสี่เหลี่ยม สีเหลือง

จมูก มีกลิ่นฉุน หรือกลิ่นกาแฟ

1 2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด มวล อาจจะบอกโดยการกะประมาณ

2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด วัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และสามารถอ่านค่าจากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว ใกล้เคียงความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการแยกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่เพื่อให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์

บางอย่างที่ผู้อื่นกำหนดให้หรือกำหนดเกิดขึ้นมาเอง

4 ทักขะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตินับมิติ และมิตินับเวลา หมายถึง ความสามารถในการกระทำได้ต่อไปนี้

4 1 วาดภาพสามมิติของวัตถุธรรมดาได้

4 2 ชั่งและบอกจำนวนเส้นลวดมาตรของรูปสองมิติ และระนาบสมมาตรของรูปสามมิติได้

4 3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูปสองมิติและสามมิติได้

4 4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันได้อย่างไร

4 5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

4 6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิตินับเวลา คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5 ทักขะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลองมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย บอกกำลังสอง หรือถอดราก เป็นต้น ในการคำนวณจะต้องมีหลักเกณฑ์ในการเขียนตัวเลขให้เหมาะสมดังนี้

5 1 เขียนตัวเลขซึ่งเป็นค่าของการวัดหรือคำนวณ ให้คงตำแหน่งสุดท้ายเฉพาะที่เห็นว่าเป็นค่าคาดคะเนเพียงตำแหน่งเดียว

5 2 การบวกลบควรรีดยตัวเลขที่มีความละเอียดเป็นหลัก แล้วจัดตัวเลขอื่น ๆ ให้มีตำแหน่งที่คาดคะเนเท่ากับตัวเลขที่หยาบที่สุด

5 3 การคูณหรือหารให้แสดงตัวเลขผลคูณหรือหารไว้โดยมีทศนิยมเท่ากับจำนวนทศนิยมที่น้อยที่สุดของจำนวนที่นำมาคูณ หารกัน

6 ทักขะการสื่อความหมาย เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองมาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือสัมพันธ์กันมากขึ้นง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป อาจสื่อความหมายได้หลายรูปแบบ เช่น คำพูด สัญลักษณ์ สมการ ทางวิทยาศาสตร์ ไดอะแกรม แผนที่ แผนภาพ แผนภูมิ ตาราง แอกรัฟ

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอภิปรายข้อมูลที่อยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ดังนั้น การลงความเห็นจากข้อมูลเดียวกัน อาจจะแตกต่างกันก็ได้ เพราะมีประสบการณ์ต่าง ๆ กัน จึงต้องมีการตรวจสอบการให้เหตุผล หรืออาจจะทดสอบความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่รัดกุมต่อไป การลงความเห็น ไม่ทำนายเหตุการณ์ในอนาคต เพียงแต่อธิบายความหมายของข้อมูลโดยอาศัยความรู้และ ประสบการณ์

8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นข้างหน้า โดยอาศัย ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว ๆ หากการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายอาจทำนาย ในขอบเขตของ ข้อมูลและภายนอกขอบเขตของข้อมูล เราสามารถตรวจสอบผลการทำนายได้ โดยการสังเกตปัจจัยครั้งหนึ่ง ซึ่งสังเกตเฉพาะเพียง ๑ การทำนายเอาไว้แล้ว อย่างมั่นใจ ที่สุด เมื่อการทำนายนั้นทำนายการเปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ส่วนตัวแปร อื่น ๆ ถูกควบคุมไว้คงที่ เช่น

9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน สมมติฐานเป็นข้อความที่เป็นไปได้ตั้งขึ้นโดยไม่มีการ ทดสอบรองรับ สามารถอธิบายปัญหาที่พบได้ หรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ สมมติฐานอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ขึ้นอยู่กับ การทดสอบ ยืนยัน ถ้าเป็นความจริงสมมติฐานจะกลายเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี สมมติฐานที่ดีควรมี ขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ สองประการ คือ

10.1 ระบุสิ่งที่วัดสังเกต

10.2 ระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบ หรือจากการทดลอง การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ ควรใช้ภาษาที่ชัดเจนเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร เป็นความสามารถในการแยกประเภทของตัวแปร ต่าง ๆ ว่าเป็นประเภทใด ตัวแปร เหล่านี้แบ่งเป็นสามประเภท คือ

11.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของการศึกษา

11.2 ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

11.3 ตัวแปรควบคุม คือ ตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษา ต้องควบคุมให้คงที่ เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นนั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12 ทักษะการทดลอง การทดลองเป็นกระบวนการที่รวมเอาการออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุ และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ การทดลองนี้จะต้องมีปัญหาก่อน จากปัญหาจะทำให้เราแยกประเภทตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องว่าคืออะไรบ้าง แล้วจึงเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องนั้นมาตั้งสมมติฐาน ต่อจากนั้นจึงถึงขั้นการออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและดำเนินการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป คือ ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปต่าง ๆ รวมทั้งสามารถบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

จากแนวคิดและเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นความรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้น ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของ "วิทยาศาสตร์" เป็นอย่างดี ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เช่น การใช้คำถามกระตุ้นให้คิด การร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในส่วนเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นมีมากมายเกินกว่าที่จะจำได้หมดและเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอไม่สิ้นสุด ส่วนกระบวนการแสวงหาความรู้เป็นส่วนที่สำคัญยิ่งเพราะนักเรียนสามารถที่จะนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ได้ไม่สิ้นสุด ดังนั้น ครูจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการจำแนกประเภทคำถาม

คัมมิงแฮม (Cunningham. 1971 : 86 - 103) ได้จำแนกคำถามเป็นสองประเภท ดังนี้

1. คำถามแบบแคบ (Narrow Questions) ซึ่งประกอบด้วย
 - 1.1 คำถามประเภทความจำ
 - 1.2 คำถามที่มีคำตอบอย่างเดียว
2. คำถามแบบกว้าง (Broad Questions) ซึ่งประกอบด้วย
 - 2.1 คำถามที่มีหลายคำตอบ
 - 2.2 คำถามประเมินค่า

การจำแนกคำถามตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ บลูม (Carin and Sund. 1971 : 53 - 70 Citing Bloom) โดยแบ่งคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ออกเป็นหกประเภท ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ (Knowledge)
2. คำถามความเข้าใจ (Comprehension)
3. คำถามการนำไปใช้ (Application)
4. คำถามการวิเคราะห์ (Analysis)
5. คำถามการสังเคราะห์ (Synthesis)
6. คำถามประเมินค่า (Evaluation)

การจำแนกประเภทคำถามของ ฟราเอนเกล (Fraenkel. 1980 : 151 - 160) ฟราเอนเกล ได้จำแนกคำถามเป็นหกประเภทดังนี้

1. คำถามความรู้ความจำ (Recall Questions)
2. คำถามบรรยาย (Discriptive Questions)
3. คำถามอธิบาย (Explanatory Questions)
4. คำถามตัดสินประเมินค่า (Jusmental Questions)

5. คำถามสังเคราะห์ (Synthesizing Questions)

6. คำถามที่ตอบได้หลายอย่าง (Openended Questions)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จำแนกคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูควรใช้ออกเป็นห้าประเภท ดังนี้ (ธงชัย ชิวปรีชา 2521 . 65 - 67)

1. คำถามเพื่อการสังเกต เป็นคำถามที่ให้นักเรียนต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้ารับรู้สิ่งที่ตนสังเกตเห็นแล้วบรรยายเป็นภาษาที่สื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้

2. คำถามเพื่อการอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีอยู่ ประกอบความรู้เดิมมาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์

3. คำถามเพื่อการสร้างสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้เดิมประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ได้ที่วางหาได้ขณะนั้น

4. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่ต้องการใช้ความสามารถด้านสังเคราะห์ คือ นำเอาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์กันให้เกิดเป็นการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานที่วางการได้

5. คำถามเพื่อการหาความรู้ไปใช้ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาดัดแปลงใช้ ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การจำแนกประเภทคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 . 116 - 117) จำแนกคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแปดประเภทดังนี้

1. คำถามการตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

2. คำถามการสรุปอ้างอิง (Inferring)

3. คำถามการวัด (Measuring)

4. คำถามการออกแบบการทดลองและการทดลอง (Designing and Experiment)

5. คำถามการสังเกต (Observing)

6. คำถามการเขียนกราฟ (Graphing)

7. คำถามการติดตั้งเครื่องมือ (Setting up Equipment)

8. คำถามเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการทดลอง (Reduce Experimental Error)

ในทัศนะของผู้วิจัย เมื่อพิจารณาถึงธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยเนื้อหาหรือตัวความรู้ (Body of Knowledge) และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้คำถามเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนที่สำคัญที่สุด ดังนั้น ครูจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ คำถามที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อาจจำแนกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้สองประเภทดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา เป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาหรือตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 คำถามความรู้ความจำ หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1.2 คำถามความเข้าใจ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องจำแนก อธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างออกไป รวมทั้งแปลความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่งได้

1.3 คำถามการนำไปใช้ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องอธิบายถึงการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป ซึ่งส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบ และสามารถปฏิบัติตามแนวคิดได้ ซึ่งใช้เป็นกระบวนการในการ

แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคำถามที่ถามถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการ

2.1 คำถามเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์โดยอาศัยความสามารถพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์ คิดในสิ่งที่
เป็นรูปธรรม มีประจักษ์พยาน ชัดเจน และผลการทดลองให้เห็นเด่นชัด เพื่อใช้ในการแสวงหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 คำถามเกี่ยวกับการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้เวลา
สังเกตอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งห้วงอย่างเข้าไปสังเกตโดยตรงกับวัตถุหรือกระบวนการ
แล้วบรรยายออกมาเพื่อบอกลักษณะ สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ โดยไม่ใช้
ความรู้สึกรู้สึกของผู้สังเกตลงไป

2.1.1.1 คำถามซึ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาท
สัมผัสได้
ตัวอย่าง ดินน้ำมันก้อนนี้มีลักษณะอย่างไร

2.1.1.2 คำถามบรรยายเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณ
ตัวอย่าง ดินน้ำมันก้อนนี้มียาวประมาณเท่าใด

2.1.1.3 คำถามบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
ตัวอย่าง กองหยกน้ำสีลงในน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.1.2 คำถามเกี่ยวกับการจัดกระทำและสื่อความหมายของมูล หายถึง
คำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ
มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการเรียงความถี่ ลำดับ จัดแยกประเภท จำแนกค่าใหม่ เพื่อให้ผู้
เข้าใจข้อมูลดีขึ้น การถามคำถามการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมุ่งให้นักเรียน
สามารถ

2.1.2.1 เลือกรูปแบบการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
ตัวอย่าง จากข้อมูลที่มีอยู่จะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปอย่างไร จึงจะ
เข้าใจดีขึ้น

2.1.2.1.1 ออกแบบการเสนอข้อมูล
ตัวอย่าง ถ้าจะเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปตารางจะออกแบบอย่างไร

2.1.2 3 บันทึกข้อมูลในตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โดยการพูด

ตัวอย่าง : นักเรียนจะบันทึกข้อมูลลงในตารางได้อย่างไร

2.1 3 คำถามการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมช่วย การถามคำถามลงความเห็นจากข้อมูลเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายหรือสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ตัวอย่าง : จากการทดลองละลายสาร ก. ในที่อุณหภูมิ 60 70,80 องศาเซลเซียส ปรากฏว่า สาร ก ละลายได้ 23,31,39 กรัม ตามลำดับ สาร ก เป็นสารอะไรจึงละลายน้ำได้ก็เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2 1.4 คำถามการพยากรณ์ คือ คำถามที่นักเรียนต้องสรุปคำตอบ สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า หรือแนวโน้มที่เห็นจริงมากที่สุด โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ข้อมูลจากการทดลอง หลักการ ทฤษฎี หรือกฎในเรื่องนั้นมาช่วย อาจจะพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ คำถามพยากรณ์เพื่อให้นักเรียนนำข้อสรุปจากการทดลองที่ผ่านาคาดคะเนคำตอบในเรื่องเดียวกันที่ยังไม่ได้ทดลอง

ตัวอย่าง : เมื่ออุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สาร ก.ละลายได้กี่กรัม

2.2 คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิดในสิ่งที่เน้นนามธรรม าวัยความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ด้านมาผสมผสานกัน เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแก้ปัญหาในการเรียนและชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วยคำถามต่อไปนี้

2.2.1 คำถามทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ ฯลฯ คำถามการตั้งสมมติฐานต้องการให้นักเรียนสามารถ

2.2.1.1 สรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง

ตัวอย่าง : ถ้าเพิ่มปริมาณสาร ก.จะละลายน้ำได้เป็นอย่างไร

2.2.1 2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้
ตัวอย่าง , ถ้าเปลี่ยนของเหลวในสายพลาสติกจากน้ำเป็นน้ำมัน
เมื่อจับปลายทั้งสองขกขึ้น ระดับน้ำมันจะเป็นอย่างไร

2 2.2 คำถามทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงคำถามที่
ให้นักเรียนกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐาน เพื่อการ
เข้าใจตรงกันและสามารถทดลองได้

ตัวอย่าง น้ำสะอาดหมายความว่าอย่างไร

2.2 3 คำถามการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร หมายถึง
คำถามที่ให้นักเรียนกำหนดวิธีการทดลอง การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับตัวแปร รวมทั้ง
ชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหรือปัญหาที่ต้องการแก้ได้
คำถามการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรต้องการให้นักเรียนสามารถ

2.2 3 1 ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้
เหมาะสมกับตัวแปร

2 2 3.2 เลือกใช้เครื่องมือและวิธีการใช้เครื่องมือในการทดลอง
ได้อย่างเหมาะสม

2.2.3.3 ชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้
ตัวอย่าง : ถ้าจะทดลองน้ำระเหยเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับขนาด
ของปากภาชนะจะต้องทำอะไรให้เหมือนกัน

2 2.3 4 กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
ตัวอย่าง . ถ้าจะทดลองน้ำระเหยเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
สิ่งที่จะเปลี่ยนแปลงคืออะไร และสิ่งที่ต้องควบคุมให้คงที่คืออะไร

2 2 4 คำถามการตีความหมายจากข้อมูลและการลงสรุป หมายถึง
คำถามที่นักเรียนต้องบรรยายลักษณะของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง หรือที่อยู่
รวมทั้งบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรนั้น คำถามตีความหมายและลงสรุปต้องการให้
นักเรียนสามารถ

2 3 4 1 บรรยายลักษณะ สมบัติของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
หรือที่ขี้อยู่

2 3 4 2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือที่ขี้อยู่
ในการเรียนการสอนแต่ละเนื้อหาจะต้องประกอบไปด้วยคำถามหลาย ๆ ชนิด คำถาม
แต่ละชนิดต้องการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละอย่าง สำหรับ
ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคำถามแต่ละชนิดมาจัดเป็นกลุ่ม โดยคำถามเน้นทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานประกอบไปด้วยคำถามทักษะการสังเกต คำถามการจัด
กระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามการลงความเห็นจากข้อมูล คำถามการพยากรณ์ร่วมกัน
มากกว่าคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ส่วนคำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
ประกอบด้วย คำถามการตั้งสมมติฐาน คำถามการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คำถามการตีความ
หมายจากข้อมูลและลงสรุป คำถามการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรรวมกันมากกว่า
คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ส่วนคำถามตามแผนการสอน สสวท เป็นคำถามที่ไม่เน้นทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและขั้นพื้นฐาน มักเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นส่วนมาก
เพื่อศึกษาว่าการใช้คำถามทั้งสามลักษณะดังกล่าวจะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้โดยการใช้
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งสามกลุ่ม

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม

การใช้คำถามในการเรียนการสอนได้เริ่มตั้งแต่สมัยโซคราตีส (Socrates) เมื่อ
ประมาณ 2000 ปีมาแล้ว แต่นักการศึกษาได้สนใจเกี่ยวกับการใช้คำถามมากขึ้น
แบริสคาโต (Abruscato. 1982 : 77 - 79) การศึกษาเกี่ยวกับการใช้คำถาม
การตอบคำถามเริ่มครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1912 เพื่อศึกษาแนวการใช้คำถาม จากการศึกษาของ
สกอต (Scott. 1966 : 153) พบว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความสัมพันธ์กันมาก
กับการใช้คำถามของครูและนักเรียน การใช้คำถามในการเรียนการสอนเป็นวิธีการอันหนึ่งเพื่อ
กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด การิน และ ซันด์ (Carlin and Sund. 1971 : 23) ได้อ้าง
งานวิจัยของ เอ็กมัน และคนอื่น ๆ ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนของครู พบว่า ครูใช้

คำถามโดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

- 1 เพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน
- 2 เพื่อประเมินผลการเตรียมตัวของนักเรียนและตรวจสอบความเข้าใจในงาน

ที่มอบหมาย หรือบทเรียนที่ผ่านมา

3. เพื่อวินิจฉัยถึงส่วนที่นักเรียนเรียนได้ดีและเรียนอ่อน
- 4 เพื่อทบทวนและ/หรือสรุปถึงสิ่งที่ได้สัปดาห์
- 5 เพื่อส่งเสริมให้มีการอภิปราย
6. เพื่อชี้แนะนักเรียนให้พบวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา
7. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสวงหาข้อมูลด้วยตนเอง
- 8 เพื่อให้นักเรียนได้สร้างสังกัดกับตนเองในทางที่ถูกต้อง
- 9 เพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการนำสิ่งที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้
- 10 เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเป้าหมายและ จุดประสงค์ของบทเรียน

นอกจากนี้ นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ (นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ 2517 : 30) ได้กล่าวถึง

ประโยชน์ของการใช้คำถามในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

- 1 ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้รู้จักคิด อย่างรู้และเต็มใจเข้าร่วม

กิจกรรมการเรียนการสอน

- 2 ช่วยในการทบทวนและสรุปบทเรียน
3. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 4 ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิดช่างถาม
- 5 ช่วยให้ทราบความถนัดพื้นฐานของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียน
6. ช่วยช่วยให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการของตนเองในการหาความรู้เพิ่มเติม
7. ช่วยในการประเมินผลการเรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด

ในโอกาสต่าง ๆ ดังนี้

1. ระหว่างการอภิปราย
- 2 ระหว่างปฏิบัติการทดลอง

3. ระหว่างสำธิตการทดลอง
4. ในการรายงานผลการทดลองของนักเรียน
5. ระหว่างที่มีการใช้สื่อทัศนวิสัย
6. ใช้ในการประเมินผล

ในการใช้คำถามครูควรใช้คำถามอย่างมีจุดมุ่งหมาย คำถามแต่ละคำถามต้องการให้นักเรียนได้คิดและพัฒนาความถึกไม่เหมือนกัน คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund, 1971 : 111 - 112) การใช้คำถามในการเรียนการสอนของครูควรคำนึงถึงหลักสามประการ

1. ถามคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง
2. หลีกเลี่ยงคำถามเกี่ยวกับความจำ
3. พยายามให้นักเรียนทุกคนมีส่วนเกี่ยวข้องในคำถามให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

การใช้คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่างและเกี่ยวข้องกัน ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แต่ทุกคำตอบมีส่วนถูก จะทำให้นักเรียนมีความพยายามในการคิดสร้างสรรค์ ลักษณะของคำถามที่ทำให้นักเรียนตอบสนองทางความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. คำถามประเมินค่า
2. คำถามการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
3. คำถามการออกแบบวิธีการทดลอง
4. คำถามการตั้งสมมติฐาน
5. คำถามการสรุปอ้างอิง
6. คำถามการทดสอบสมมติฐาน
7. คำถามการนำไปใช้

นอกจากนี้ โชติ เพชรชื่น (โชติ เพชรชื่น 2522 : 98 - 99) ได้กล่าวถึงคำถามในการสอนอย่างสร้างสรรค์ ครูควรถามคำถามในลักษณะที่มีคำตอบได้หลายอย่าง ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

1. การส่งเสริมความคล่องแคล่วในการคิด เป็นการส่งเสริมให้เกิดระดับความคิดออกมาจากคำถามที่ถามในแง่ของปริมาณคำตอบ ใครคิดได้มากแสดงว่ามีความคล่องแคล่วในการคิดมาก

ตัวอย่าง มีวิธีการใดบ้างที่นักเรียนจะทำให้หลอดหนามนี้มองดูแล้วเกิดความรู้สึกขึ้นมา

2 การส่งเสริมความคิดริเริ่ม เป็นการส่งเสริมความคิดที่บ่งบอกลักษณะความแตกต่างของคำตอบ หรือคำตอบแต่ละคำไม่ได้มาจากแนวคิดในทิศทางเดียวกัน

ตัวอย่าง . จงบอกประโยชน์ของไม้แขวนเสื้อในลักษณะที่แตกต่างกันมากที่สุด

3 การส่งเสริมความคิดริเริ่ม ความคิดริเริ่มเป็นเอกลักษณ์ โดยทั่ว ๆ ไป เป็นสิ่งที่แปลกใหม่ของใครเหมือน

ตัวอย่าง . จงบอกวิธีการใช้ไม้แขวนเสื้อให้มากที่สุด โดยพยายามคิดให้ลึกว่าวิธีการเหล่านี้เป็นสิ่งที่แปลกไม่ซ้ำกับของผู้อื่น

4. การส่งเสริมความละเอียด เป็นความคิดที่แสดงองศาให้เห็นถึงรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ ดังนั้นคำตอบของคำถามที่ว่า "จงบอกประโยชน์ของไม้แขวนเสื้อมาให้มากที่สุด" ก็คือ การตัดไม้แขวนเสื้อออกเป็นสามท่อนหรือหกท่อนก็แล้วแต่ต้องการให้มีความยาวแตกต่างกันผูกเข้าด้วยกัน เพื่อแขวนห้อยเป็นสิ่งที่ตกแต่งบ้าน แล้วผู้จรรวดเล็กรวมเข้าไปด้วย"

อาร์โนลด์ และคนอื่น ๆ (Arnold and others. 1973 : 391 - 395) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามด้านความคิดของครูกับการตอบสนองทางด้านความคิดของนักเรียน โดยแบ่งเป็นคำถามประเภทความจำและสูงกว่าความจำ โดยใช้นักเรียนฝึกหัดครู 12 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาในระดับประถมศึกษา พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามของครูและการตอบสนองของนักเรียนมีค่า 77 (Phi Coefficient) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 คำถามแบบความจำจะได้รับการตอบสนองแบบความจำ คำถามที่สูงกว่าความจำจะได้รับการตอบสนองจากนักเรียนเป็นคำถามสูงกว่าความจำ

และในปีต่อมา อาร์โนลด์ (Arnold. 1974 : 11 - 15) ได้ศึกษาทำนองเดียวกัน โดยใช้คำถามตามการจำแนกของ บลูม ศึกษาจากครูที่สอนนักเรียนเกรด 1 - 5 จำนวน 11 คน พบว่า การใช้คำถามของครูและการตอบสนองของนักเรียนต่อคำถามมีความสัมพันธ์กันที่ระดับ 05

คอร์อินเดีย (Corindia. 1982 : 1104-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับคำถามของนักเรียนกับระดับความคิดและระดับคำถามของครู โดยศึกษาจากการสอของครู

3 คน ที่ได้รับเอกสารเกี่ยวกับเทคนิคการใช้คำถามด้วยตนเองในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วสังเกตบันทึกพฤติกรรมการใช้คำถามของครู นักเรียน พบว่า นักเรียนจะถามคำถามระดับเดียวกับคำถามที่ครูถาม คำถามที่นักเรียนถามเกี่ยวกับรูปธรรมจะเปลี่ยนเป็นนามธรรม เมื่อครูได้รับการฝึกการใช้คำถามในระดับสูงมากขึ้น

ดิลลอน (Dillon. 1962 . 540 - 551) ได้ศึกษาความสอดคล้องของการคิดระหว่างคำถาม ประโยคบอกเล่า และการตอบสนองของนักเรียน โดยศึกษาจากนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 27 คน พบว่า ระดับความถี่ของนักเรียน คำถามที่ครูใช้ และการตอบสนองของนักเรียนมีความสอดคล้องกันเพียงครั้งหนึ่ง ซึ่งแสดงว่าการใช้คำถามในระดับสูงของครูอาจจะได้รับการตอบสนองในระดับใดก็ได้ คำถามระดับสูงจะทำให้นักเรียนมีการตอบสนองในระดับต่ำหรือสูงก็ได้

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่าระดับคำถามที่ครูใช้กระตุ้นให้นักเรียนตอบสนองในระดับเดียวกับระดับคำถามที่ครูถาม หรือนักเรียนมีการตอบสนองในระดับที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับคำถามที่ครูถามก็ได้

บั๊กกี (Duggey. 1972 2543-A) ไรอัน (Ryan. 1973 63 - 67) และ เบคเวล (Bodwell. 1975 . 5980 -A) ได้ศึกษาถึงการใช้คำถามระดับสูง และระดับต่ำที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามระดับสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างและสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้คำถามระดับต่ำ

ชี (Chce. 1976 . 5187 -A) ได้ศึกษาผลของคำถามระดับสูงที่มีต่อระดับการตอบสนองและความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน โดยใช้คำถามตามการจำแนกของ แชนเดอร์ คำถามระดับสูงประกอบด้วยคำถามการนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า การตอบสนองอาศัยพื้นฐานการจำแนกของ บลูม พบว่า คำถามระดับสูงมีผลต่อระดับการตอบสนองของนักเรียน แต่ไม่พบว่าคำถามระดับสูงมีผลต่อความสามารถในการคิดให้เหตุผล

โทบิน (Tobin. 1980 . 1520 -A) ได้ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการคอยคำตอบของครู และคุณภาพของคำถามที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พบว่า การคอยคำตอบของครูประมาณ 3 วินาที จะทำให้นักเรียนมีความตั้งใจเรียนสูง มีความสามารถในการลงสรุป เมื่อครูใช้คำถามที่มีความชัดเจน คำถามที่เกี่ยวข้องกัน และการใช้คำถามที่ระดับการคิดแบบต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น อัตราความตั้งใจเรียนของนักเรียนสัมพันธ์กับการจัดการเรียนการสอนที่คืของครู และพฤติกรรมของครูซึ่งให้นักเรียนคิดในระดับสูง นอกจากนี้ยังพบว่าความตั้งใจเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคอยคำถามและคุณภาพขอ คำถามที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้คำถามความคิดระดับสูง ระดับต่ำรวมกันอย่างละเท่า ๆ กัน โดยใช้เวลาคอยคำตอบประมาณ 3 วินาที จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการสูง

ซอง (Song. 1982 : 656-A) ได้ศึกษาระดับความพอใจของการใช้คำถามความคิดของครูและนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดให้เหตุผลของนักเรียน โดยอาศัยคะแนนความพอใจของครูในการใช้คำถามความคิดจำแนกครูเป็นสองประเภท คือ ประเภทพอใจคำถามระดับสูงและต่ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 - 6 โดยแบ่งเป็นกลุ่มพอใจคำถามระดับสูง 30 คน และระดับต่ำ 53 คน พบว่า ระดับความพอใจในการใช้คำถามและต่อคำถามของครูและนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ด้านการคิดให้เหตุผลของนักเรียน เมื่อเข้าสู่ความพอใจในการใช้คำถามของครูและความพอใจในคำถามของนักเรียนมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์ที่สูงมากในกลุ่มของความพอใจในการใช้คำถามระดับสูงของครูและนักเรียน

บาร์นส์ (Barnes. 1982 . 644-A) ได้ศึกษาระดับคำถาม กระบวนการทักษะในการสอน ความแตกต่างของบุคคลและกลุ่มที่มีความสนใจในการเรียนของนักเรียน และประยุกต์ความรู้ใหม่ ๆ หลังการสอน โดยหึ่งสมมติฐานว่า การใช้คำถามและการสอนจะมีผลต่อกระบวนการคิดของนักเรียนซึ่งวัดโดยอาศัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้คำถาม 4 ระดับ คือ ไม่ใช่คำถาม คำถามความจำ 70 เปอร์เซ็นต์ คำถามความจำคำถามการนำไปใช้ และคำถามการนำไปใช้ ส่วนการสอนแบ่งเป็นสองระดับ คือ มีการสอน และไม่มีการสอน พบว่าคำถามมีผลต่อกลุ่มที่ได้รับคำถามความจำอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความจำ

และคำถามโดยอาศัยการสอนมีปฏิสัมพันธ์ต่อคำแนะนำนำไปใช้อย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนที่สอนโดยการให้คำถามการนำไปใช้มีคะแนนรวมแตกต่างและสูงกว่าเมื่อทดสอบด้านการนำไปใช้ การสอนให้ผลที่แตกต่างเมื่อทดสอบความสามารถในการพิสูจน์จากนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอน แต่นักเรียนต้องเรียนหนักกว่าเดิม และพบว่า การสอนอย่างมีระบบรวมกับการฝึกหัดทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดในระดับสูงขึ้น

เรซา ทองคุ่ม (เรซา ทองคุ่ม 2523 46 - 50) ได้ทดลองสอนวิชาชีววิทยา เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเน้นการใช้คำถามแบบขอบและคำถามแบบกว้าง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การสอนโดยใช้คำถามแบบกว้าง ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการใช้คำถามแบบขอบ

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าระดับคำถามที่ครูใช้ในการสอนมีความสัมพันธ์กับระดับคำตอบของนักเรียน และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยคำถามระดับสูง แบบกว้าง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยคำถามระดับต่ำ หรือคำถามแบบขอบ

แต่จากการศึกษาของ ซาเวต (Savage. 1972 : 2245-6) มาติคีน (Martikean. 1973 248) และ ซาเลนเจอร์ (Salenger. 1981 1939-A) พบว่า คำถามที่มีระดับต่างกัน ในสัดส่วนที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน

แมททีส์ (Matteo. 1978 7139-7140-A) ได้ศึกษาถึงผลการใช้โปรแกรมการใช้คำถามเพื่อความเข้าใจในการอ่านที่แตกต่างกันสองแบบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนเกรด 4 พบว่า การใช้คำถามระดับสูง คำถามความรู้ และคำถามปกติตามตำราไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางความเข้าใจในการอ่านของนักเรียน แต่พบว่า การใช้คำถามระดับสูงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นทั้งกลุ่ม

โรส (Rose. 1978 788-9) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับคำถามของครู ความซับซ้อนของกระบวนการคิดของนักเรียนที่มีผลเจตคติของนักเรียนต่อคำถามของครู ตัวครู และบทเรียนที่ใช้สอน โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 330 คน คำถามของครูมีสามระดับ

คือ คำถามกว้างๆ ความเข้าใจ ความแม่นยำและคำถามแบบกว้าง ความซับซ้อนของกระบวนการคิดของนักเรียนมีสามระดับ คือ ระดับต่ำ กลาง และสูง เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า คำถามของครูและความซับซ้อนของกระบวนการคิดของนักเรียนไม่มีผลต่อเจตคติของนักเรียนต่อคำถามของครู การใช้คำถามของครูมีผลต่อเจตคติของนักเรียนต่อครูผู้สอน และบทเรียนที่ใช้สอน

คานน์ (Kann, 1982, 1909-1) ได้ทำการศึกษาถึงผลของตำแหน่งของคำถามและระดับของสิ่งกีดขวางคำถามที่มีผลต่อความเข้าใจและเจตคติของนักเรียนเกรด 9 จำนวน 63 คน พบว่า ตำแหน่งของคำถามไม่มีผลต่อความเข้าใจ เจตคติและความสามารถในการตอบคำถามเพื่อประเมินค่า นอกจากนี้ยังพบว่าคำถามในระดับสูงไม่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ เจตคติและความสามารถในการตอบคำถามเพื่อประเมินค่าสูงกว่าการใช้คำถามระดับต่ำ

อนันต์ จันทะกรวี (อนันต์ จันทะกรวี 2523 : 113 - 135) ได้ศึกษาผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง 32 โรงเรียน ก่อนทดลองได้ใช้ครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการเพื่อเพิ่มทักษะการใช้คำถาม ขณะที่สอนก็ได้ส่งเอกสารการใช้คำถามไปให้ครูอ่าน จำนวน 3 เล่ม พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ม.ศ. 2 สูงกว่า ม.2 ผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านเจตคติพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2

จินตนา พุทธิพันธ์ (จินตนา 2523 : 52 - 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสารโดยใช้คำถามที่ต่างระดับกัน ทำการทดลองกับนักเรียน ม.1 จำนวน 96 คน สอนโดยการใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และการสอนแบบปกติของ สสวท พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และคำถามปกติไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่ผ่านมา กล่าวได้ว่า การฝึกทักษะการใช้คำถามให้แก่ครูเป็นสิ่งที่สามารถกระทำได้ และการใช้คำถามในระดับสูง ระดับต่ำ คำถามที่มีสัดส่วนคำถามระดับสูง ระดับต่ำแตกต่างกัน ไม่มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน

กล่าวโดยสรุประดับคำถามของครูมีความสัมพันธ์กับระดับความคิดของนักเรียน หรือ การตอบสนองของนักเรียน ส่วนการใช้คำถามที่ต่างระดับกันมีผลและไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่องนี้ โดยเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตามอีกตัวแปรหนึ่ง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อควบคุมตัวแปรบางประการที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม เช่น ระยะเวลาการคอยคำตอบ ลักษณะการตอบคำถามของนักเรียน จึงได้กำหนดระยะเวลาการคอยคำตอบในการศึกษาครั้งนี้เป็น 3 - 7 วินาที (Tobin. 1980 : 520-A) และ โจนส์ (Jones. 1980 : 529-A) โดยผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถาม และสนับสนุนให้นักเรียนตั้งคำถามด้วย ดาวาเซห์ (Darwarzeh. 1983 : 2281-M) ใช้คำถามกับกลุ่มนักเรียนตั้งแต่สองคนขึ้นไป เบลดอน (Sheldon. 1980 : 308-M) ส่วนการตอบของนักเรียนให้นักเรียนตอบเป็นรายบุคคลในบรรยากาศการร่วมมือกัน (Evenson. 1981 : 541-M)

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาได้ให้นิยามกำหนดลักษณะและพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ไว้มากมาย ทอแรนซ์ (Carin and Sund. 1971 : 302 citing Torrance. 1962) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการรับรู้ช่องว่างของข้อมูล หรือรับรู้ปัญหาแล้วพยายามรวบรวมความคิดตั้งสมมติฐาน ให้เหตุผล การนำไปใช้ และการทดสอบสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา กิลฟอร์ด (โฮติ เพอร์ซัน 2522 : 95 อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967) ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดหลายทิศทาง ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยความคิดยืดหยุ่น (Flexity) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความกลองแกล้วในการคิด (Conventiveness) พงษ์อยู่ (พูนดิอ พงษ์อยู่ 2521 : 15) ความคิดสร้างสรรค์ คือ

ความสามารถในการตัดแปลงหรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีรูปร่างใหม่ มีหน้าที่ใหม่ หรือใช้ในแง่ใหม่ที่มีประสิทธิภาพกว่าเดิม ริเริ่ม คือความคิดที่อยู่ในสมอง สร้างสรรค์ คือ กระบวนการในการรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์เข้าด้วยกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการใหม่ที่ใช้แก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างสิ่งใหม่

จะเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะที่สำคัญสองประการ คือ

1. กระบวนการคิด ความคิดใหม่ ๆ ที่อยู่ในตัวบุคคล และเป็นความคิดที่ไม่มีใครคิดมาก่อน
2. การกระทำการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลของความคิด เป็นเอกลักษณ์

เฉพาะของบุคคล

ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความเข้าใจสภาพความจริงเกี่ยวกับตนเอง ควรฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้ (Garin and Sund. 1971 : 302)

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของตน แตกต่างจากความคิดผู้อื่น
4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้
5. ความไวในการคิด (Sensitivity) คือ ความสามารถในการมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

ดีวิโต (Devito. 1971 : 208) ได้กำหนดขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. **ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)** เป็นขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ซึ่งส่วนมากเป็นปัญหาต่าง ๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจถึงตัวปัญหาและส่วนประกอบ

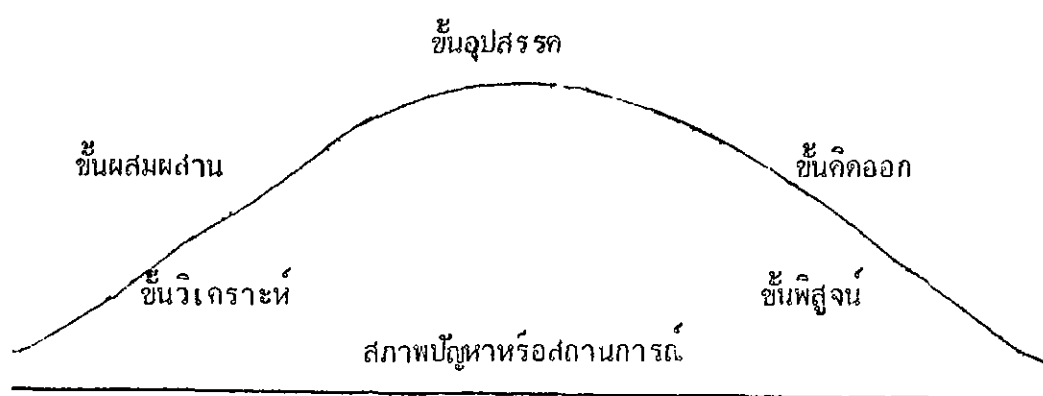
2. **ขั้นผสมผสาน (Manipulate)** หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหาความคิดที่จะแก้ปัญหาก็จะถูกนำมาผสมผสานกัน ซึ่งต้องอาศัยความคืบข้องใจและความเข้าใจในปัญหา

3. **ขั้นพบอุปสรรค (Impasse)** เป็นขั้นที่เกิดข้อขัดแย้งและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางอย่างในการแก้ปัญหานี้ใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา

4. **ขั้นคิดออก (Eureka)** เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ทันทีทันใด หลังจากพบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ

5. **ขั้นพิสูจน์ (Verification)** เป็นขั้นต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออก เพื่อพิสูจน์ ตรวจสอบความคิดเพื่อยืนยันความคิดดังกล่าว

ความคิดสร้างสรรค์ไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนเป็นลำดับตามขั้นตอนดังกล่าว แต่เป็นการคาดคะเนจากเหตุการณ์ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยแผนภูมิดังต่อไปนี้



รูปแบบของขั้นตอนความคิดสร้างสรรค์

การคิดสร้างสรรค์ของบุคคลไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจจะเป็นขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในหกขั้นตอนต่อไปนี้ (บุญลือ ทองอยู่ 2521 : 16)

- ขั้นที่ 1 การคิดสร้างสรรค์ขั้นต้น
- ขั้นที่ 2 ขั้นมีผลผลิตออกมา
- ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์
- ขั้นที่ 4 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดเป็นนามธรรม

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาและกระบวนการ หากนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็จะเป็นผู้ที่มีกระบวนการคิดเพื่อแสวงหาความรู้ ดังนั้น ในการคิดสร้างสรรค์จึงต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นพบความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ ทศนีย์ บุญเต็ม (ทศนีย์ บุญเต็ม 2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการออกแบบและวางแผนการทดลอง

อนันต์ จันทร์ทวี (อนันต์ จันทร์ทวี 2525 : 3 - 10) กวามคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะอันนี้ได้จากการสังเกต พฤติกรรม ตรวจรายงาน หรือโครงงานวิทยาศาสตร์และ/หรือคะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แกร์ทรี (โชติ เพชรชื่น 2522 : 97 อ้างอิงมาจาก Cratte 1971) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ คือ บ้าน โรงเรียน และสิ่งแวดล้อมแต่ละคน จากแนวความคิดดังกล่าวกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จะช่วยสร้างและขยายขอบเขตในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของแอนเดอร์สัน ที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่จัดขึ้น เพื่อให้เกิดภาวะหรือสถานการณ์ที่เหมาะสม

แบลคเจนชิป (Blackenship, 1976 : 7147-4) ได้พิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 1 จำนวน 96 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม โดยฝึกกลุ่มทดลองให้มีความคิดสร้างสรรค์จากกิจกรรม 15 ชนิด ในเวลา 10 ชั่วโมง พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

โชติ เพชรชื่น (โชติ เพชรชื่น 2522 : 97) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องจัดให้เป็นพิเศษออกไป หรือมอบหมายงานที่เป็นโครงการบางอย่างให้นักเรียนทำด้วยตนเอง ประเมินผลด้วยตนเอง ครูอาจใช้คำถามในลักษณะที่นักเรียนตอบได้หลายอย่าง

การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีเทคนิคทั่วไปดังนี้ (สมจิต สมัตถพันธ์ 2522 : 62)

- 1 นักเรียนจะต้องเป็นตัวของเขาเองอย่างสมบูรณ์ในการแก้ปัญหา
 - 2 ครูต้องรู้ว่าอะไร คือ ความคิดสร้างสรรค์ สภาพเช่นใดที่จะเอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์
 - 3 ครูต้องส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อความคิดสร้างสรรค์
 - 4 ครูต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา
- วิธีการทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ (ธารังศักดิ์ หมั่นจักร 2524 : 14)
- 1 พยายามให้เข้าใจและรู้จักนักเรียนว่าเขามีความถนัด ความต้องการ ความสนใจ และมีแนวโน้มของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันเพียงใด เพื่อจัดการเรียนให้เหมาะสม
 - 2 เสนอปัญหาและเนื้อหาที่เหมาะสมกับพัฒนาการ สติปัญญา
 - 3 ควรตระหนักถึงความสามารถและความสนใจของนักเรียนแต่ละคนว่าชอบคิดแก้ปัญหาในแง่มุมเดียว หรือคิดหลายแง่มุม
 - 4 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล
 - 5 ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ

6. การสนใจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นหลัก
7. ควรนำเอาแนวคิดกรรมทางการศึกษามาใช้
8. เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนควรมุ่งการเรียนรู้หลักการที่เป็น "แก่น"

ของวิชาอย่างแท้จริง

กรมการฝึกหัดครู (กรมการฝึกหัดครู 2522 . 48) การสอนเพื่อปลูกฝังและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนมีดังนี้

1. เลิกบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนช่างคิด ช่างสังเกต และสนองตอบคำถามด้วย

ความสนใจ

3. ตั้งใจฟังคำถามแปลก ๆ ของนักเรียน และنب่ดื้อความคิดแปลก ๆ ของ

นักเรียน

4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและมีประโยชน์
5. ยกย่องนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ค้นคว้าอยู่เสมอไม่ว่าด้วยคะแนน
7. กระตุ้นให้มีประสิทธิภาพสร้างสรรค์ ด้วยการ
 - 7.1 ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น
 - 7.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า
 - 7.3 ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง
 - 7.4 จัดความกลัว ความก้าวร้าว แต่สร้างวางเชื่อมั่นและมั่นคงปลอดภัย

คาร์น และ ชันด์ (Carrin and Chand. 1975 . 307 - 308) การสอนที่สนับสนุนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีดังนี้

1. ให้ความไว้วางใจ และลดความหวาดระแวงในตัวนักเรียนในการประคิษฐ์หรือคิดสิ่งใหม่ ๆ รวมทั้งกระตุ้นให้มีการคิด ใจกว้างยอมรับความคิดนั้น ๆ
2. ให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินผลและตัดสินใจด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้มีความเป็นอิสระในการคิด โดยครูคอยเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ

3. ไม่ควรควบคุมกวดขันนักเรียนมากเกินไป

4. สนับสนุนให้นักเรียนมีการติดต่อกันอย่างอิสระ

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของ แมคคอร์แมค (เทตน์ย์ เทกเชลธาร์ 2518 : 20 อ้างอิงมาจาก MacCormac 1969) ซึ่งได้ศึกษาผลของวิธีสอนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์นั้นสามารถสอนให้พัฒนาขึ้นได้โดยไม่เสียผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พงษ์ชัย พัฒนผลไพบูลย์ (พงษ์ชัย พัฒนผลไพบูลย์ 2515 : 76 - 80) สมพงษ์ รุจิวรรณ (สมพงษ์ รุจิวรรณ 2510 : 54) มาลินี เหมะจุลินทร์ (มาลินี เหมะจุลินทร์ 2517 : 54 - 63) และ ลัดดา อุตสาเห (ลัดดา อุตสาเห 2523 : 40) ได้ศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไวทาเกอร์ (Whitaker. 1976 : 703-1) พบว่า วิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ในส่วนตัวของครูต้องเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ และ พินิจ นีวาตะบุตร (พินิจ นีวาตะบุตร 2519 : 31 - 46) พบว่า ครูต้องเป็นผู้ที่ปฏิบัติสัมพันธ์กับนักเรียนแบบประชาธิปไตย

วิท (Theet. 1980 : 1017-A) และ ฟอสเตอร์ (Foster. 1982 : 3039-1) ในการศึกษาให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ การฝึกแบบร่วมมือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือแบบในชั้นเรียนปกติ

แมคนอลลี (McNully. 1981 : 2-1) พบว่า การเกิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงมากเมื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยการให้คำถามและปฏิสัมพันธ์ทางวาจา แตกต่างและสูงกว่าการกระตุ้นด้วยคำถามแต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ทางวาจา

ชัชวาล พรธาดาวิทย์ (ชัชวาล พรธาดาวิทย์ 2524 : 87 - 94) พบว่า การเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยมีความสัมพันธ์กับความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดละออ และแตกต่างจากการเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย แบบเข้มงวดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หน่วยศึกษานิสิตกรรมธิการฝึกหัดครู ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทยในระดับชั้น ป.5 - ม.ศ 3 (กรมการฝึกหัดครู 2522 : 42 - 47) โดยศึกษาจาก

กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้น ป 5 - ม 3 ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking Figural Form A) พบว่า เด็กเรียนระดับ ป 5 ป.6 ความคิดริเริ่มจะพัฒนาสูงขึ้นและสูงมากในชั้น ม ๓ 1 และสูงสุดในชั้น ม.๓ 3 ส่วนความคิดตกแต่งก่อนข้างคงที่ในชั้น ป 5 ป.6 แต่จะสูงในชั้น ม ๓ 1 แต่กลับลดลงในชั้น ม.๓ 2 และจะเพิ่มสูงขึ้นอีกในชั้น ม ๓ 3

พเยาว์ ทักษิณ (พเยาว์ ทักษิณ 2523 : 60- 69) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกการเขียนอย่างอิสระกับแบบฝึกการเขียนที่ครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง พบว่า หลังการฝึกนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แต่จากการศึกษาของ วรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 65 - 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและชายภายหลังการฝึก โดยใช้แบบทดสอบของ สุมาลี กาญจนชาติรี พบว่า ภายหลังการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินทุกครั้งและไม่มีการประเมินผลไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและชายไม่แตกต่างกัน

เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทศนีย์ พุทธิษลธาร (ทศนีย์ พุทธิษลธาร 251๔ : 73 - 76) ได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และหาเกณฑ์การให้คะแนนตามแนวของ ทอแรนซ์ (ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน) จำนวน 3 ข้อ โดยหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่พงษ์ชัย พัฒนาผลไพบูลย์ ดัดแปลงจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ วอลเลซ และ โกลแกน กับแบบทดสอบของ เกทเชล และ เจกสัน พบว่า

สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเป็น 748 แบบทดสอบความตรงเฉพาะหน้า สูง กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญ 10 ใน 12 คนเห็นว่าเป็นว่าแบบทดสอบนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ แบบทดสอบนี้ความเที่ยงตรงรวมสมัยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 05 แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีอำนาจการจำแนกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 01 และข้อสอบแต่ละข้อมีอำนาจการจำแนกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 01

สุมาลี กาญจนชาติ (สุภาลี กาญจนชาติ 2525 51 - 52) ได้ศึกษา พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ในเขต กรุงเทพมหานคร โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ในการหาเกณฑ์การให้คะแนนความตรง อำนาจการจำแนกของแบบทดสอบและศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,220 คน กลุ่มที่ 2 ใช้หาความตรงรวมสมัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 - มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 154 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง ใช้สูตรของ ซอยท์ การหาความตรง ของแบบทดสอบหาความตรงเฉพาะหน้าโดยใช้นักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ประเมินความตรงของแบบทดสอบ และหาความตรงรวมสมัยโดยหาสัมประสิทธิ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์กับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เอง ทั้งนี้ ผลการศึกษพบว่า นักเรียนที่มีอายุต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี หลังจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้นโดยลำดับ นักเรียนชายมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 01 และปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับอายุไม่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากเอกสารและงานวิจัยจะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียน ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ อันได้แก่ สภาพแวดล้อม

ของนักเรียน สภาพการเรียนการสอน ตัวนักเรียน และครู สภาพแวดล้อมของนักเรียนอันได้แก่ การอบรมเลี้ยงดู ฐานะทางเศรษฐกิจ สังคม ฯลฯ ส่วนตัวนักเรียนต้องเป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง ช่างซักช่างถาม ต้องการความเป็นอิสระ และมีความรับผิดชอบ นอกจากนี้ระดับอายุและเพศก็เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ด้วย แต่ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้สนใจศึกษาตัวแปรดังกล่าว ในส่วนเกี่ยวกับการเรียนการสอนและตัวครู ครูต้องเป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ เข้าใจความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างดี และสอนอย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยวิธีการที่ดี เช่น การใช้อุปกรณ์การเรียนการสอน การใช้นวัตกรรม และการใช้คำถาม ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาในการศึกษากันกว่าครั้งนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

- 1 นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ชั้นบูรณาการ มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดีขึ้น
- 2 นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ชั้นบูรณาการ มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น
- 3 นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ชั้นบูรณาการ และแผนการสอนของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน
แตกต่างกัน
- 4 นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ชั้นบูรณาการ และแผนการสอนของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน
แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษากันควา

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนดอนเมืองจุฑารัตนา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 3 ห้องเรียน จำนวน 105 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 10 ห้องเรียน จำนวน 415 คน จากนั้นจึงลดจำนวนนักเรียนทั้งสามห้องเรียน เข้าด้วยกัน แล้วสุ่มอย่างง่าย แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงจำนวนนักเรียนในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	แผนการสอน	จำนวนนักเรียน (คน)
กลุ่มทดลอง 1	แผนการสอนเน้นการถามกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	35
กลุ่มทดลอง 2	แผนการสอนเน้นการถามกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	35
กลุ่มควบคุม	แผนการสอนของ สสวท	35

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัย Randomized Control Group Pretest Posttest Design (เชิดศักดิ์ ไชวาสินธุ์ 2522 : 167)

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม		สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง	ความแตกต่างคะแนน สอบก่อนและสอบหลัง
P	E ₁	T ₁	X ₁	T ₂	DE ₁
R	E ₂	T ₁	X ₂	T ₂	DE ₂
R	C	T _{1c}	$\sim X_1, \sim X_2$	T ₂	DC

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
E ₁ , E ₂	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง 1 และ 2
T ₁	แทน	ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองสอนของกลุ่มทดลอง 1 และ 2
T _{1c}	แทน	ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองสอนของกลุ่มควบคุม
T ₂	แทน	ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสอน
DE ₁ , DE ₂	แทน	ค่าความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองสอนและหลังการทดลองสอนของกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2
X ₁ , X ₂	แทน	การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
$\sim X_1, \sim X_2$	แทน	การใช้คำถามคำถามตามแผนการสอนของ สสวท.
C	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท

DC แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนทดลอง และภายหลังการทดลองสอนของกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการสอนที่ใช้ในการทดลองมีสามแผนการสอนดังนี้

1 1 แผนการสอนเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1 2 แผนการสอนเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1 3 แผนการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครูและแบบเรียนของ สสวท

ในแต่ละแผนการสอนประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 เนื้อหาและสิ่งกบิ

2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3 สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อเรื่อง รูปภาพ และสถานการณ์

โดยใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

4 ใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง

5 นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผล และนำเสนอเพื่ออภิปรายสรุป

6 ใช้คำถามในการอภิปรายผลเพื่อสรุปผลการทดลองและแนวคิดตามเนื้อหา

และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

7. มอบหมายงานให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยไม่มีการประเมินผล

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติรี (สุมาลี กาญจนชาติรี 2525 : 65 - 72)

2.1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวนสามข้อ ดังนี้

2.1.1 "การใช้ประโยชน์" กำหนดสภาพการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้ออกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

2.1 2 "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้ขึ้นมา ประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

2 1.3 "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบ การทดลองเพื่อแก้ปัญหา

2 2 การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งสามข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้าน คือ ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความ คล่องแคล่วในการคิด

2 2 1 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน แต่ละคนตามวิธีคิดที่แตกต่างกันแล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับ ผู้อื่นหรือไม่

2 2.2 ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบของนักเรียน ทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้คะแนน	0	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน	1	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน	2	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน	3	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน	4	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน	5	คะแนน

2 2 3 ความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตาม เงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบ นั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อ ได้จาก ผลรวมของคะแนนความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด คะแนนความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามข้อ

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร โดยวัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

- | | | |
|------------------------------------|-------|--------|
| 1 ด้านความรู้ความเข้าใจ | จำนวน | 14 ข้อ |
| 2 ด้านควมเข้าใจ | จำนวน | 15 ข้อ |
| 3 ด้านการนำไปใช้ | จำนวน | 12 ข้อ |
| 4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | จำนวน | 9 ข้อ |
- การตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 0 คะแนน

การสร้างและการทดลองใช้เครื่องมือ

1. การสร้างแผนการสอน

ในการสร้างแผนการสอนเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และชั้นบูรณาการ ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการสร้างดังต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษาเอกสารการใช้คำถาม การจำแนกคำถาม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.2 เลือกเนื้อหาที่จะใช้สอน เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 1.3 เรียงลำดับความคิดต่อเนื่องของเนื้อหาและสิ่งกัม
- 1.4 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยศึกษาจากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.5 เขียนแผนการสอน จำนวน 18 คาบ ประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังนี้
 - เนื้อหาและสิ่งกัม
 - กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ การนำเข้าสู่บทเรียน การทดลอง และการสรุป
 - คำถามที่ใช้ในแผนการสอน

1.6 นำแผนการสอนปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกคำถาม ความเหมาะสมและถูกต้องของการใช้ภาษา โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อปรับปรุงแผนการสอน

1.7 ทดลองใช้แผนการสอนกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดาจำนวน 2 ห้องเรียน โดยใช้นักเรียนที่ไม่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

1.8 ปรับปรุงแผนการสอนตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผลการทดลองใช้แผนการสอน เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2. แบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาสี กาญจนชาติ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร อยช์ (Hoyt's Anova Procedure) ล้วน สายยศ และ อังกลา สายยศ (2524 : 173) ได้ค่าความเชื่อมั่น 7681

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.1 วิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร โดยใช้ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้สอนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยแบ่งจุดประสงค์เป็น 4 ด้าน คือ

- ด้านความรู้ความจำ
- ด้านความเข้าใจ
- ด้านการนำไปใช้
- ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1.2 นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเล็งได้ข้อสอบจำนวน 77 ข้อ

3.1.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นปรีกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความถูกต้องด้านการใช้ภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.2 การทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2.1 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา จำนวน 100 คน

3.2.2 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ดังนี้

- หากหาความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
กิตเลือกข้อสอบที่มีค่า p ระหว่าง .20 - 80 ไว้
- หากอำนาจการจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ
กิตเลือกข้อสอบที่มีค่า D ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้
- หากหาความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร $K-R$ 20
โกลาความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ .8211

3.2.3 นำข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้มาปรับปรุงบางข้อเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้า มีจำนวน 50 ข้อ เป็นข้อสอบต้นนำไปใช้จริง ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบวัดความรู้ความจำ 14 ข้อ ความเข้าใจ 15 ข้อ การนำไปใช้ 12 ข้อ หักคะแนนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ จึงอาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีคุณภาพพอที่จะเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้

การดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียนเพื่อขอความร่วมมือในการทดลอง
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา

จำนวน 105 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 ห้องเรียน แต่ละจำนวนนักเรียนทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วสุ่มอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

3. ทดสอบก่อนสอน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทดสอบเป็นห้องเรียน

4. ทดลองสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแผนการสอนของ สสวท. เป็นเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที จำนวน 18 คาบ ตามตารางสอนของโรงเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้แผนการสอนเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน

กลุ่มที่ 2 ใช้แผนการสอนเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ

กลุ่มที่ 3 ใช้แผนการสอนของ สสวท

ในทุกกลุ่มการสอน หลังจากครูถามคำถามไปแล้วจะใช้เวลาในการคอยคำตอบแต่ละครั้งประมาณ 3 - 7 วินาที สำหรับการตอบคำถามของนักเรียนให้นักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคลและให้นักเรียนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปเป็นผู้ตอบคำถาม

5. ทดสอบภายหลังการสอน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม

6. วิเคราะห์ผลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ใช้สูตร Hoyt's Anova Precedure (ลัวน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 173)

เมื่อ MS_E คือ คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P คือ คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between People)

2. หาความยากง่ายและอำนาจการจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตาราง จุง - เทห์ ฟาน (Fan. 1954 : 1 - 32)

3. หาค่าความเชื่อมั่นขอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หั้งฉบับ ใช้สูตร K-R 20 (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 169)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum p q}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนคนทำถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนคนทำผิดในแต่ละข้อ

S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 เพื่อหาความแตกต่างของพัฒนาการของกลุ่มทดลอง ใช้ t-test dependent (ผู้ศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 133)

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

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา t-distribution

D คือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n คือ จำนวนคู่

5. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3 และข้อ 4 เพื่อหาความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ (Van Dalen. 1962 : 388-389)

ถ้า $\bar{x}$ มีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนก็เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ต่อไป โดยใช้ Newman Keuls Method (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 153)

บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า

ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแปลผล

- n แทน จำนวนคู่ในกลุ่มตัวอย่าง
 - $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 - S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 - D แทน ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
 - t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
 - F แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F - distribution
 - df แทน ชั้นของความอิสระ
 - N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
 - SS แทน ผลบวกกำลังสองของคะแนน
 - MS แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน
 - q แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาความแตกต่างระหว่างกลุ่มสองกลุ่ม
- กลุ่มทดลองที่ 1 หมายถึง กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
- กลุ่มทดลองที่ 2 หมายถึง กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน
- สสวท.
- ** แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในการเสนอผลการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1 การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

การเปรียบเทียบครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วนำมาหาค่าสถิติพื้นฐานและทดสอบ
คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตาราง

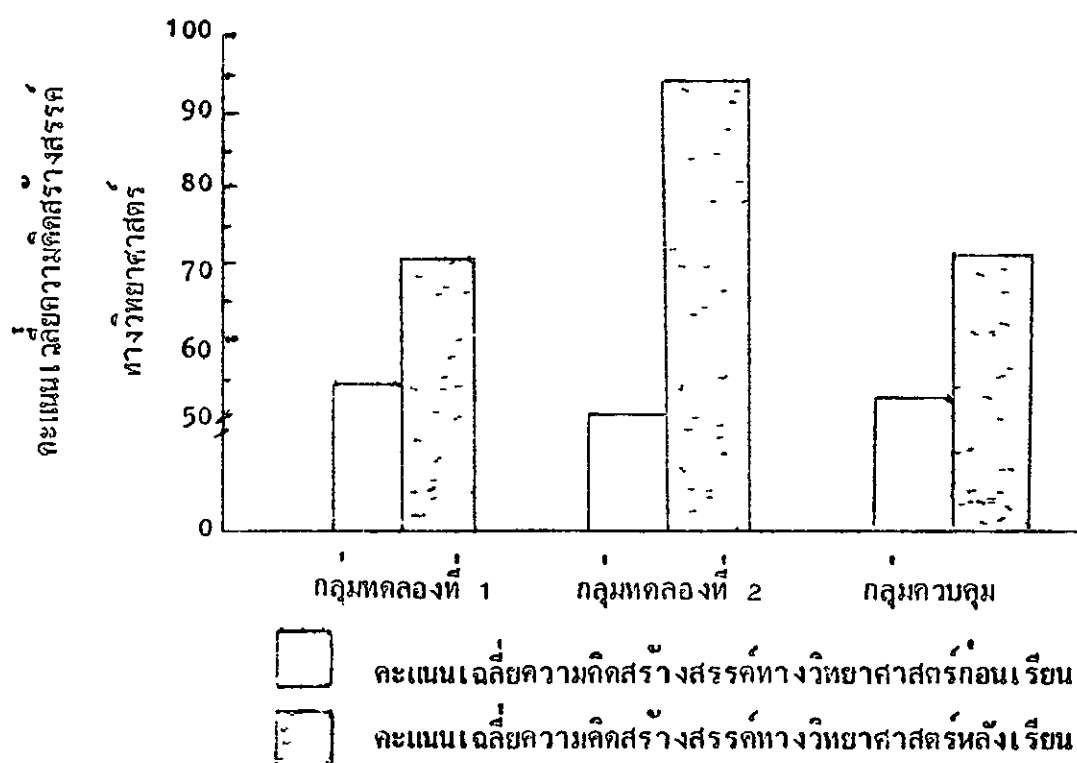
ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานและการทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	การทดสอบ	$\bar{X}$	S^2	t
1	ก่อนเรียน	55.6285	322.9763	5.3611**
	หลังเรียน	71.9142		
2	ก่อนเรียน	51.5714	188.9877	10.3241**
	หลังเรียน	54.3714		

$$t(.01, 34) = 2.75$$

จากตาราง 3 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดย
การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามเน้นทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทำให้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

เพื่อแสดงถึงพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จึงได้นำคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มาเขียนเป็นกราฟ ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาการดีขึ้น กล่าวคือ สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. และการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

การเปรียบเทียบครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วนำคะแนนมาหาค่าสถิติพื้นฐานและทดสอบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตาราง

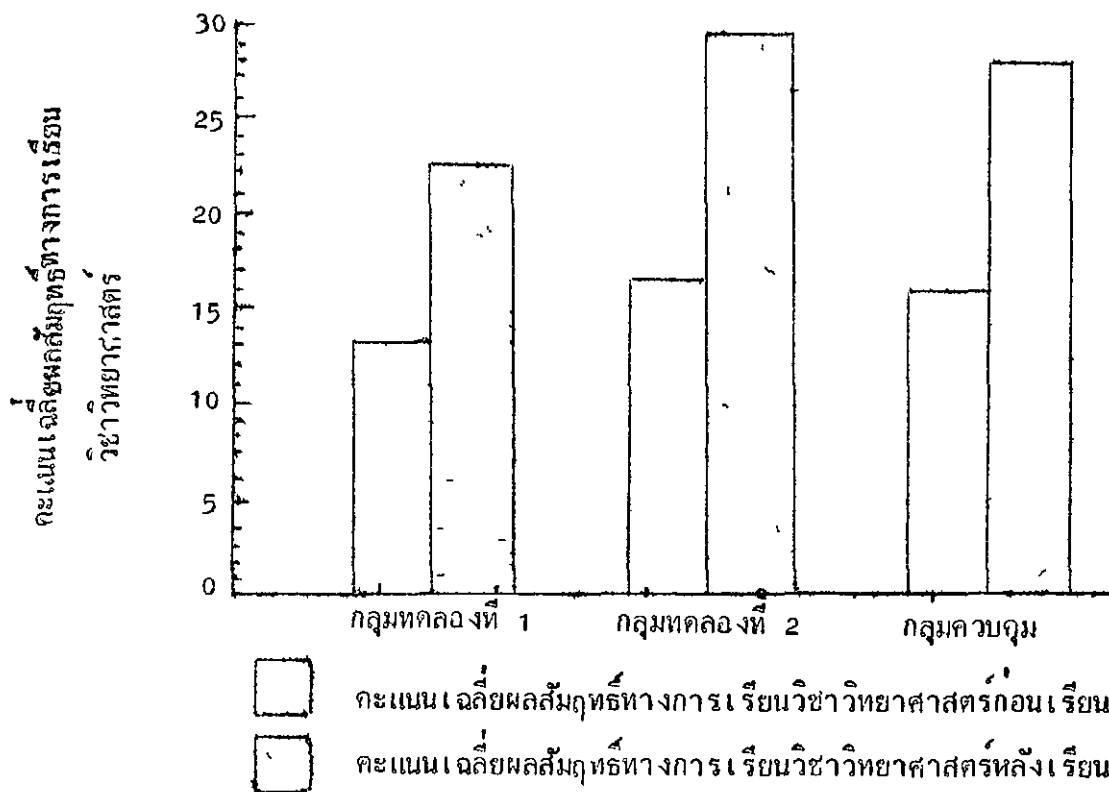
ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานและการทดสอบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	การทดสอบ	$\bar{X}$	D	S^2_t	t
1	ก่อนเรียน	13.5714	11.2571	13.6848	15.1529 ^{**}
	หลังเรียน	22.6571			
2	ก่อนเรียน	18.8857	10.6857	17.3583	11.2395 ^{**}
	หลังเรียน	29.4572			

$$t (.01, 34) = 2.75$$

จากตาราง 4 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เพื่อแสดงถึงพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จึงได้นำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มาเขียนเป็นกราฟ ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากภาพประกอบ 2 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาการดีขึ้น กล่าวคือ สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท และการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้นตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถาม เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

การวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์หลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	11,560.9332	5,780.4666	78.9271 [*]
ภายในกลุ่ม	102	75,470.2843	73.2380	
รวมทั้งหมด	104	87,031.2475		

$$F_{.01}(2,102) = 4.32$$

จากตาราง 5 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสาม กลุ่มหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดยการใช้ คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้านความคิดยืดหยุ่นหลังการเรียนรู้โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถาม
ตามแผนการสอน สสวท.

การวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นหลังการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน
แบบมี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้านความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	1,254.5333	672.2666	13.4862 [*]
ภายในกลุ่ม	102	4,552.3143	48.5521	
รวมทั้งหมด	104	6,206.8477		

$$F_{.01}(2,102) = 4.62$$

จากตาราง 7 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มหลังการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ
สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น
แตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3.3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยึกยุ่น

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด
ยึกยุ่นครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยึกยุ่น
มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยใช้วิธี Newman Keuls บรากฎผลดังตาราง

ตาราง 8 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยึกยุ่น
ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 1			กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 2
	$\bar{X}$	19.2		21.9714	27.5142
กลุ่มทดลองที่ 1	19.2	-		2.7714	8.3142**
กลุ่มควบคุม	21.9714			-	5.5428**
		r		2	3
		q .99 (r, 102)		4.78	3.94
		$\sqrt{\frac{MS_w}{N}}$ q .99 (r, 102)		3.2504	2.6792

จากตาราง 8 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด
ยึกยุ่นของกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยึกยุ่น
ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ
สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทำให้นักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยึกยุ่นแตกต่างและสูงกว่าสอนโดยการใช้
คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

ส่วนเมื่อสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและ การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท, ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม หลังการเรียนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และ การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท

การวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มหลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	3,881.9332	1,940.9666	11.9338**
ภายในกลุ่ม	102	16,589.6287	162.6434	
รวมทั้งหมด	104	20,471.5619		

$$F_{.01}(2,102) = 4.82$$

จากตาราง 9 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มหลังการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน บูรณาการ และ การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3.5 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Newman Keulsปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 10 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2			
	$\bar{X}$	16.6	17.1142	29.7428
กลุ่มทดลองที่ 1	16.6	-	0.5142	13.1482**
กลุ่มควบคุม	17.1142		-	12.6286**
		r	2	3
		q .95 (r ,102)	4.78	3.94
		$\sqrt{\frac{MS_w}{N}} \cdot q .99 (r ,102)$	5.9487	4.9033

จากตาราง 10 แสดงว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดยการใช้อำนาจเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างและสูงกว่าสอนโดยการใช้อำนาจเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและการใช้อำนาจตามแผนการสอน สสวท. ส่วนเมื่อสอน

โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและสอนโดยการให้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิด หลังการเรียนรู้โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

การวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดหลังการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	290.7998	145.3999	1.0200
ภายในกลุ่ม	102	14,539.2573	142.5417	
รวมทั้งหมด	104	14,650.0571		

$$F_{.01}(2,102) = 4.82$$

จากตาราง 11 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มหลังการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 หลังการเรียนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถาม
 เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.
 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ
 มี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	889.6740	444.8370	10.9272**
ภายในกลุ่ม	102	4,152.3200	40.7090	
รวมทั้งหมด	104	5,041.9904		

$$F_{.01}(2,102) = 4.82$$

จากตาราง 12 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
 ทั้งสามกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดยใช้คำถามเน้น
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้เด็กเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

4.1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Newman Keuls ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 13 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 1			
	$\bar{X}$	22.6571	27.9142	29.4571
กลุ่มทดลองที่ 1	22.6571	-	5.2571**	6.8**
กลุ่มควบคุม	27.9142		-	1.5429**
		r	2	3
		q.99 (r, 102)	4.78	3.94
		$\sqrt{\frac{MS_w}{N}} \cdot q.99 (r, 102)$	1.8532	1.5275

จากตาราง 13 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างและต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามความรู้ความจำ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามความรู้ความจำหลังการเรียน โดยการใช้ค่าถ้ามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้ค่าถ้ามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้ค่าถ้ามตามแผนการสอน สสวท ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามความรู้ความจำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	107.2190	53.6095	5.1912 ^{**}
ภายในกลุ่ม	102	1,053.343	10.3268	
รวมทั้งหมด	104	1,160.562		

$$F_{.01}(2, 102) = 4.82$$

จากตาราง 14 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มหลังการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือส่วนโดยการที่ใช้ค่าถ้ามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้ค่าถ้ามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้ค่าถ้ามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำแตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

4.3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำ
มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Newman Keuls ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 15 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของ
กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มควบคุม			
	$\bar{X}$	6.9714	8.0285	8.8285
กลุ่มทดลองที่ 1	6.9714	-	1.0571	1.8571 ^{***}
กลุ่มทดลองที่ 2	8.0285		-	0.8
		r	2	3
		q .99 (r, 102)	4.76	3.94
		$\sqrt{\frac{MS_w}{N}} \cdot q .99 (r, 102)$	1.4922	1.2351

จากตาราง 15 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของกลุ่มทดลอง
ที่ 1 แตกต่างและต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2
กับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ
สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทำให้นักเรียนชั้นมัธยม
ปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำแตกต่างและต่ำกว่าเมื่อสอนโดยการใช้
คำถามตามแผนการสอน สสวท ส่วนการสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำแตกต่างกับการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างไ้มี
นัยสำคัญทางสถิติ

4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านความเข้าใจ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ
หลังการเรียนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถาม
เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.
ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี

1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ
ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	118.4189	59.2094	9.8069**
ภายในกลุ่ม	102	615.8288	6.0375	
รวมทั้งหมด	104	734.2477		

$$F_{0.01}(2, 102) = 4.82$$

จากตาราง 16 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่าง
ทั้งสามกลุ่มหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดย
การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำใ้
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจแตกต่างกัน เป็นไป
ตามสมมติฐานข้อที่ 4

4.5 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจครั้งนี้
ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้
วิธี Newman Keuls ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 17 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของ
กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2			
	$\bar{X}$	6.3714	7.7428	8.9714
กลุ่มทดลองที่ 1	6.3714	-	1.3714	2.6
กลุ่มทดลองที่ 2	7.7428	-	-	1.2286
		r	2	3
		q 99 (r, 102)	4.76	3.94
		$\sqrt{\frac{MS_w}{K}} \cdot q 99 (r, 102)$	1.1409	0.9444

จากตาราง 17 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของกลุ่มทดลองที่ 2
แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
กลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างและต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ
สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนด้านความเข้าใจแตกต่างและสูงกว่าสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท เมื่อสอนโดย
การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แตกต่างและต่ำกว่าสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท

4 C การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ หลังการเรียนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ มี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	54.5277	27.2638	5.6372**
ภายในกลุ่ม	102	493.3199	4.8364	
รวมทั้งหมด	104	547.8476		

$$F_{.01}(2,102) = 4.82$$

จากตาราง 18 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสามกลุ่มหลังการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดย การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้แตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

4.7 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ครั้งนี้
ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้
วิธี Newman Keulsปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 19 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของ
กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2			
	$\bar{X}$	5.0857	6.0	6.6285
กลุ่มทดลองที่ 1	5.0857	-	1.5143 [*]	1.5428 ^{**}
กลุ่มควบคุม			-	0.0285
		r	2	3
		q .99 (r, 102)	4.76	3.94
		$\sqrt{\frac{MS_w}{N}} \cdot q .99 (r, 102)$	1.0214	0.8455

จากตาราง 19 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองที่ 2
กับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.01 กล่าวคือส่วนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทำให้
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างและสูงกว่า
สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และเมื่อสอนโดยการใช้
คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้แตกต่างและ

สูงกว่าสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แต่เมื่อสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	46.5332	23.2666	10.7234
ภายในกลุ่ม	102	221.3144	2.1967	
รวมทั้งหมด	104	267.8477		

$$F_{0.1}(2,102) = 4.82$$

จากตาราง 20 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มหลังการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 กล่าวคือสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

4.9 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Newman Keuls ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 21 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 2
	$\bar{X}$	4.3426	4.65571	5.8867
กลุ่มทดลองที่ 1	4.3426	-	0.3145	1.5431 ^{ns}
กลุ่มควบคุม	4.6571		-	1.2285 ^{ns}
		r	2	3
		q 99 (r, 102)	4.76	3.94
		$\sqrt{\frac{MS_w \cdot q}{N}}$ 99 (r, 102)	0.6830	0.5653

จากตาราง 21 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือสอนโดยการใช้อำนาจเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่า สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ส่วนเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

. ๑๕

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. สรุปลำดับขั้นและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่สอนตามแผนการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น
2. นักเรียนที่สอนตามแผนการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

3. นักเรียนที่สอนตามแผนการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแตกต่างกัน

4. นักเรียนที่สอนตามแผนการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 3 ห้องเรียน จำนวน 105 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 10 ห้องเรียน จำนวน 415 คน จากนั้นจึงคละนักเรียนทั้ง 3 ห้องเรียนเข้าด้วยกันแล้วสุ่มอย่างง่ายแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี่ดังนี้
 - 1.1 แผนการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
 - 1.2 แผนการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
 - 1.3 แผนการสอนโดยการใช้คำถามตามคู่มือครู และแบบเรียน สสวท.
2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ก่อนเรียน กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยทดสอบเป็นรายกลุ่ม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
2. ทดลองสอน ใช้เวลาในการสอนแต่ละกลุ่ม 18 คาบ ๆ ละ 50 นาที ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้แผนการสอนการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
 - 2.2 กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยใช้แผนการสอนการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
 - 2.3 กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้แผนการสอนการใช้คำถามตามคู่มือครูและแบบเรียนสสว.
3. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
4. นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ $t = t_{obs}$
3. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ

ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติก็เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของคะแนนเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี

Newman Keuls

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และชั้นบูรณาการมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและชั้นบูรณาการมีความสามารถในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.1 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความถนัดหุนของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ความคิดสร้างสรรค์ด้านความถนัดหุนของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 ความกิดสร้างสรรคด้านความกลองเกลวในการคิด ของนักเรียนที่สอน
โดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตรขึ้นพื้นฐาน ขึ้นบูรณาการ และการใช้
คำถามตามแผนการสอน สสวท แตกต่างกันอย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาการาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท แตกต่างและสูงกว่าสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท แตกต่างและสูงกว่าการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกับการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ด้าน

ความเข้าใจของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างและสูงกว่าการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้เมื่อสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างและสูงกว่าการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้เมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งเปรียบเทียบผลการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏผลการศึกษาค้นคว้าส่วนใหญ่เป็นไปตามสมมติฐานแต่บางส่วนไม่เป็นไปตามสมมติฐาน สามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบ ชี้นำวิธีการคิด การแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ แก่นักเรียน ทำให้นักเรียนมีความคล่องแคล่วในการคิด มีความคิดยืดหยุ่น และมีความคิดริเริ่ม อันมีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ แมคนอลตี้ (McNulty, 1981 : 82-A)

แบลคเคนชิป (Blackenship 1976 7147 -A) นอกจากนี้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้ยึดถือวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเคร่งครัด ซึ่งจากการศึกษาของมาเรีย (Maria, 1981 : 64 -A) พบว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ในวิธีสอนดังกล่าวผู้วิจัยใช้วิธีการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ร่วมกันคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันและมีส่วนทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ วิท (Twet, 1980 : 1017-A) และ ฟอสเตอร์ (Foster, 1982 : 3039-A)

2 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น เป็นเพราะในการสอบก่อนเรียนนักเรียนยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา เมื่อได้รับการสอนจึงเกิดการเรียนรู้อำนาจให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้คำถามยังเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนฝึกคิด ฝึกค้นหาคำตอบ และฝึกการปฏิบัติทักษะจนเกิดความคุ้นเคย ทำให้มีความรู้ ความจำ ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ และเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้วัดในรูปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับการศึกษาของ บาร์นส์ (Barnes, 1982 644-A) รวมทั้งวิธีสอนในการศึกษาค้นคว้าวิจัยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเคร่งครัด ซึ่งวิธีสอนดังกล่าวทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ เลด และ แอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson, 1970 395-400, พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ความสอดคล้องของการใช้คำถามในการเรียนการสอนและคำถามในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. ผลการศึกษพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทำให้นักเรียนได้ฝึกตอบคำถามในทักษะที่จำเป็นสำหรับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตีความหมายและลงสรุป การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร คำถามเหล่านี้เป็นคำถามที่มีหลายคำตอบ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำให้นักเรียนกล้าคิด กัดในสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ๆ มีความสนใจในคำถามมากยิ่งขึ้น อันมีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับแนวความคิดของ คาริน และ ซันด์ (Carrin and Sund. 1971 . 111-112=Δ) และ โซติ เพชรชื่น (โซติ เพชรชื่น 2522 . 97)

การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และคำถามตามแผนการสอน สสวท. มีส่วนที่คล้ายคลึงกันมาก เพราะคำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนฝึกคิดในในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Usaha. 1983 : 3405-Δ) เช่น การสังเกต การจำเพาะหาสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ ทักษะเหล่านี้ทำให้นักเรียนคิดในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ คิดในสิ่งที่สังเกตได้ เป็นรูปธรรมช่วยให้เกิดความคล่องแคล่วในการคิด แต่จะมีความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่นน้อย มีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์แตกต่างและต่ำกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

3.1 ผลการศึกษพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่นแตกต่างและสูงกว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ฝึกคิดอย่างมีระบบเพื่อตั้งสมมติฐาน ตีความหมายและลงสรุป

การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร ทำให้นักเรียนมีความคิดหลายทิศทางในการแก้ปัญหา และมีความยืดหยุ่นในการคิดสูง

ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ไม่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนแตกต่างกัน เป็นเพราะในการสอนครั้งนี้ นักเรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในปริมาณที่เท่ากัน ประกอบกับความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และได้รับการฝึกในทำนองเดียวกันอีก จึงไม่ทำให้ความคิดยืดหยุ่นแตกต่างกัน

3.2 ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทำให้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหลายทิศทาง คิดในสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ เช่น การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร นอกจากนี้คำถามเหล่านี้ยังช่วยชี้แนะวิธีการแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบแก่นักเรียน มีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้น

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ไม่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนแตกต่างกัน เป็นเพราะการใช้คำถามทั้งสองแบบมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เช่น คำถามการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล คำถามเหล่านี้ นักเรียนต้องคิดในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ ทำให้ความคิดซ้ำซ้อนกัน ไม่เป็นความคิดที่แปลกใหม่ มีผลทำให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มต่ำ และไม่แตกต่างกัน

3.3 ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ไม่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดแตกต่างกัน เป็นเพราะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากการเรียนในชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 เท่า ๆ กัน ส่วนการฝึกจากการใช้คำถามมีจำนวนน้อยและระยะสั้นทำให้นักเรียนยังคงมีความคล่องแคล่ว

ในการคิดไม่แตกต่างกัน ประกอบกับในการทดสอบความคิดสร้างสรรค์นักเรียนใช้เวลาในการคิดหาคำตอบเท่ากัน กลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต้องใช้เวลาในการคิดหาคำตอบแต่ละข้อมากกว่า (เป็นผลจากการฝึก) แต่เมื่อพิจารณาคำคะแนนเฉลี่ยเป็น 36 1142 , 37 0857 และ 33 1714 จะเห็นว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มทำให้ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดสูงกว่าการใช้คำถามแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนก็เป็นสิ่งสำคัญ นักเรียนส่วนมากจะนำเอาประสบการณ์มาตอบคำถาม และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก็มีประสบการณ์คล้ายคลึงกัน อันมีผลทำให้ความคล่องแคล่วในการคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน

4. ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ส่วนการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างและต่ำกว่าการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ได้ฝึกให้นักเรียนได้ผสมผสานความรู้หลาย ๆ ด้านมาตอบคำถาม การตอบคำถามต้องอาศัยความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ในขณะที่การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน นักเรียนเพียงแต่อาศัยข้อมูล ประจักษ์พยานตรงหน้ามาตอบคำถาม ในทำนองเดียวกันคำถามตามแผนการสอน สสวท. มักจะเป็นคำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน นักเรียนไม่มีโอกาสผสมผสานความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้มาตอบคำถามมากนัก จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เรขา ทองคุ้ม (เรขา ทองคุ้ม 2523 : 48 - 50) และ บักกี

(Buggy. 1972 2543-4)

4.1 ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ความจำ แตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ส่วนการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการไม่มีผลทำ

ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ความจำแตกต่างกับการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. นักเรียนได้ศึกษาคำถามจากแบบเรียน และจดคำตอบไว้ด้วย ทำให้มีโอกาสดทวนความรู้ต่าง ๆ อันมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ความจำสูง นอกจากนี้ความคุ้นเคยของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเองแบบท่องจำก็มีผลด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จินตนา พุทธิพันธ์ (จินตนา พุทธิพันธ์ 2523 : 52 - 53) ซาเวท (Savage. 1972 2245-4) และ ซาเลนเจอร์ (Salenger. 1981 1939-4)

4.2 ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจแตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการนักเรียนต้องอาศัยความเข้าใจเพื่อผสมผสานความรู้มาตอบคำถามมากกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผน สสวท. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ แมททีส์ (Mattes. 1978 7139-7140-4)

ส่วนการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจแตกต่างและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นเพราะการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรวมอยู่ด้วย ทำให้นักเรียนมีโอกาสคิดหาคำตอบจากคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจ อันมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจสูงขึ้นและแตกต่างกัน

4.3 ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้แตกต่างและสูงกว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสามารถชี้แนะแนวทางในการนำเอาสิ่งก้บไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มากกว่า และพัฒนาความคิดของนักเรียนด้านการนำไปใช้ได้ดีกว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้แตกต่างและต่ำกว่า การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท เป็นเพราะการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งไม่สามารถชี้แนะการนำส่งกับไปใช้ได้เท่ากับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท ที่มีคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรวมอยู่ด้วย

การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้แตกต่างกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะคำถามทั้งสองแบบสามารถชี้แนะแนวทางในการนำส่งกับไปใช้ในระดับเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (6.6285) มีแนวโน้มทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนสูงกว่า การใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

4.4 ผลการศึกษาพบว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่า การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. เป็นเพราะ การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นทักษะขั้นสูง นักเรียนต้องอาศัยทักษะขั้นพื้นฐานหลายอย่างมาผสมผสานกันเพื่อคิดหาคำตอบ ทำให้เกิดการเรียนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันและสูงกว่าการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท

การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท เป็นเพราะระดับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของคำถามสองลักษณะอยู่ในระดับเดียวกัน ส่วนมากเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จึงไม่มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การใช้คำถามเป็นพฤติกรรมทางวาจาของครูที่มีการลงทุนน้อย แต่ให้ผลในการพัฒนาความคิดของนักเรียนอย่างมากมาย การเริ่มต้นฝึกการใช้คำถามและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยครูเป็นผู้เริ่มต้นด้วยตนเองหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาเป็นผู้จัดให้มีขึ้น

1.2 การใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรเป็นคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เช่น คำถามการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตีความหมายข้อมูลและลงสรุป การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร คำถามเหล่านี้เป็นคำถามที่มีคำตอบหลายทิศทาง เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น มีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ในการเรียนการสอนครูสามารถเตรียมแผนการใช้คำถามล่วงหน้าได้ และเกิดความคุ้นเคยในโอกาสต่อไป

1.3 ควรใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เมื่อทราบว่านักเรียนยังบกพร่องในทักษะนั้น ๆ และพัฒนาให้สูงขึ้น หากนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแล้ว ควรเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเข้าไปด้วยสำหรับนักเรียนชั้น ม.1 ควรเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ และเพิ่มทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์สำหรับนักเรียนชั้น ม.2 ส่วนนักเรียนชั้น ม.3 ควรเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทั้งนี้ได้ละเอียดแยกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นสิ่งจำเป็น และต้องรีบดำเนินการ จะมีวิธีการอย่างไรให้นักเรียนได้ฝึกพัฒนาความคิด คิดในสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต้องเริ่มต้นจากครู ครูต้องมีความคิดสร้างสรรค์

ในการสอน ฝึกให้นักเรียนกล่าคิด และคิดอย่างมีระบบ หากเริ่มต้นด้วยลักษณะดังกล่าว เชื่อว่าความสำเร็จในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต้องเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

1.5 เพื่อให้การใช้คำถามของครูมีประสิทธิภาพ ครูควรมีหลักเกณฑ์ในการใช้คำถามดังนี้

1 5.1 การใช้คำถามต้องมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิด พฤติกรรม ทักษะ ค่านิยมค่านองหนึ่งของนักเรียน

1 5.2 ให้เวลานักเรียนได้คิดหาคำตอบอย่างเพียงพอ คำถามยากต้องใช้เวลาในการคิด การคอยคำตอบมาก

1.5.3 ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนได้ร่วมคิด ร่วมกิจกรรม ร่วมตอบ สำหรับคำถามนั้น บางคำถามต้องแสดงความคิดเห็นเป็นกลุ่ม

1 5.4 ต้องใช้คำถามที่ต่อเนื่องกัน เริ่มจากคำถามง่ายไปหายาก

1 5.5 ควรสนับสนุนให้นักเรียนฝึกการตั้งคำถามต่อครูหรือนักเรียนด้วยกัน

1.5.6 ควรใช้คำถามที่สอดคล้องกับพัฒนาการของกลุ่มนักเรียน

1.5.7 ควรใช้คำถามหลาย ๆ อย่างผสมผสานกันไป และเป็นคำถามที่มี

คำตอบหลายทิศทาง

1 5.8 ควรเสริมแรงสำหรับนักเรียนที่ตอบคำถามได้ดี อย่างสม่ำเสมอ

1 5.9 ครูไม่ควรรีบตัดสินคำตอบ บอกคำตอบแก่นักเรียน แต่ควรสนับสนุนให้นักเรียนร่วมกันตัดสินว่าถูกหรือผิด หรือให้คนหาคำตอบเอง

1 5.10 ไม่ควรลงโทษนักเรียนโดยการใช้คำถาม แต่ควรสร้างแรงจูงใจ แล้วจึงใช้คำถามจะเหมาะสมกว่า

1.5.11 ไม่ควรถามคำถามที่มีคำตอบ "ใช่" หรือ "ไม่ใช่"

1 5.12 ไม่ควรถามคำถามซ้ำ หลายครั้งในคำถามเดียวกัน จะทำให้นักเรียนที่เข้าใจคำถามเกิดความเบื่อหน่าย และนักเรียนที่ไม่สนใจจะเกิดความคุ้นเคยกับการทวนคำถาม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้า

2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการ กับตัวแปรที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง เช่น การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
ความสนใจในคำถาม พฤติกรรมการแก้ปัญหา หรือตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ เช่น นักเรียนชั้น ม.1 ม.2
ในวิชาสังคม คณิตศาสตร์ ภาษาไทย หรือศึกษากับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน

2.3 ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุ เพศต่างกัน

2.4 ควรศึกษาเปรียบเทียบการใช้คำถามที่มีระยะคอยคำตอบ 1 - 3 , 3 - 5
และ 5 - 7 วินาที สำหรับการใช้คำถามแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิด
สร้างสรรค์

2.5 ควรศึกษาเพื่อวิเคราะห์ระดับคำถามในแบบเรียน แบบทดสอบของวิชาต่าง ๆ

บรรณานุกรม

1

บรรณานุกรม

การฝึกหัดครู, กรม หน่วศึกษาธิการ การวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทย

ระดับ ป.5 - ม.ศ. 3 กรุงเทพฯ 2522, 62 หน้า

ไชตรี อภรณ์รัตน์ และ เบญจวรรณ กองศิริ "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหา
ความรู้" ข่าว สสวท 9(4) . 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2524

จินตนา พุทธิพันธ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติ
ของสาร โดยใช้คำถามระดับที่แตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2524, 180 หน้า อุดรธานี

ชูศรี วงศ์รัตน์ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย กรุงเทพฯ โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล
2525, 252 หน้า

เชิดศักดิ์ โฆวสินธุ์ การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ กรุงเทพฯ

โอเคียนสโตร 2522, 206 หน้า

โชติ เมชรชื่น "ความคิดสร้างสรรค์" วัดผลการศึกษา (2) . 95-103 กันยายน -
ธันวาคม 2522

ทัศนีย์ พุกบชลธาร การสร้างแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 107 หน้า อุดรธานี

ทัศนีย์ บุญเติม "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 37(1) 32 - 33
มกราคม 2526

ธงชัย ชิวปรีชา "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าว สสวท 6(2) . 1-11 มกราคม 2521

_____ "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าว สสวท. 6(3) 60 - 67 เมษายน 2521

_____ "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าว สสวท 6(4) . 6 - 15 กรกฎาคม 2521

ธารรงค์ดี หุ่นจักร์ "สอนให้คิดสร้างสรรค์" ประชาศึกษา 32(10) . 12 - 15

มิถุนายน 2524

นิตา สะเพียรชัย "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าว สสวท. 5(4) :

3 - 8 กรกฎาคม 2520

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์" ประชาศึกษา

30 - 33 ธันวาคม 2517

บุญเลื้อ ทองอยู่ "ความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 20(7) 15 - 18 เมษายน 2521

———— "ความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 20(8) 14 - 16 เมษายน 2521

พงษ์ชัย พิณผลไพบูลย์ ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 104 หน้า อัดสำเนา

พจน์ สะเพียรชัย "ทัศนะทางการศึกษา" จุลสารการศึกษา 7(3) 3 กุมภาพันธ์ 2526

เพชรวิทย์ ทักษิณ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้

แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระ กับครูเป็นผู้กำหนดเรื่อง

ปริชานนิพนธ์ คศ.ม.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 213 หน้า อัดสำเนา

พินิจ นิเวศบุตร ความสัมพันธ์ระหว่างปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนในด้านการสอนกับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ปริชานนิพนธ์ คศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 52 หน้า อัดสำเนา

พินิจ ศรีจันทร์ "ความคิดสร้างสรรค์กับการสอน" รวมคำแหง 8(12) 110 - 113

เล่ม 2/2525

ภัทรา ไชยเวช วิธีสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บางแสน 2521, 124 หน้า

มหาวิทยาลัย, ทบวง ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า

———— ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 2525, 211 หน้า

มาลินี เหมะจุลินทร์ ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3

โรงเรียนเพาะช่าง วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 90 หน้า อัดสำเนา

เรชา ทองคุ้ม เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาโดยเน้นการใช้คำถาม

ประเภทเดียวกับการสอนโดยการใช้คำถามประเภทกว้าง วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย 2523, 168 หน้า อัดสำเนา

อัครดา อุดสาห์ ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2518,96 หน้า อุดสาห์

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2
โรงพิมพ์ทวีกิจการพิมพ์ 2524,237 หน้า

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มี
การประเมินผล วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526,
178 หน้า อุดสาห์

วีรยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กรุงเทพฯ
อำนวยการพิมพ์ 2521,165 หน้า

ศึกษานิเทศการ,กระทรวง กรงวิชาการ ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กรไทยในระดับอนุบาล - ป' 4
บทความวิชาการของกระทรวงศึกษานิเทศการ 2519 - 2524 กรุงเทพฯ
โรงพิมพ์การศาสนา หน้า 13 - 15 2523

ศึกษานิเทศการ ,กระทรวง คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 กรุงเทพฯ
คุรุสภาลาดพร้าว 2521,195 หน้า

———— หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ยุทธศาสตร์ 2521 กรุงเทพฯ จงเจริญการพิมพ์
2520,252 หน้า

———— แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 กรุงเทพฯ คุรุสภาลาดพร้าว 2521,165 หน้า
สมจิต สมัตถพันธ์ "สอนอย่างไรจึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน" ครู 4(3) :
61 - 63 ธันวาคม 2522

สมพงษ์ รุจิวรรณ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมด้านวางแผน
ผู้นำ ความตั้งใจเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516,
61 หน้า อุดสาห์

- สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สสวท. ทักษะและคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เอกสารหมายเลข 5) ย.ป.ท. , ม.ป.ป. 13 หน้า
- สุมาลี กาญจนชาติ การพัฒนาวงกิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 81 หน้า วัตถุประสงค์
- สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด กรุงเทพฯ วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า
- อนันต์ จันทรวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ปรียากานิพนธ์ กค.ค มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า วัตถุประสงค์
- _____ "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้ปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
- วิทยาการ 7(2) : 3 - 10 พฤษภาคม - สิงหาคม 2525
- อุบลพงษ์ วัฒนเสรี "เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิด" ศึกษาศาสตร์ 4(3) : 22 - 27 มิถุนายน - กันยายน 2522
- เอกวิทย์ ณ ถลาง "การศึกษาไทยในอนาคต" สารพัฒนาหลักสูตร ฉบับที่ 19 หน้า 6 - 11 เมษายน 2526
- Abbruscato, Joseph. Teaching Children Science. Englewood Cliff, New Jersey, Prentice-Hall, 1982. 453 p.
- American Association for the Advancement of Science. Science A process approach Commentary for Teacher. Washington D.C. AAAS, 1970 683 p.
- Anderson, Lurt O. "The Effects of Long Wait-Times on High School Physics Pupils' Response Length, Classroom Attitude, Science Attitude and Achievement," Dissertation Abstracts. 39(6) . 3439-A, December, 1973.
- Arnold, Daniel S., Ronald K. Atwood and Virginia M. Roger. "An Investigation of Relationship among Question Level, Response Level and Lapse Time," School Science and Mathematics. 73 501-505, October, 1973.

- Arnold, Daniel S. "Question and Response Levels and Lapse Time Interval," The Journal of Experimental Education. 43 11 - 15, Fall, 1974.
- Barnes, S.J. "A Study of the Relationship between Adjunct Questions and the Development of Cognitive Skills," Dissertation Abstracts. 43(03) . 646-A, September, 1982.
- Bedwell, Lance E. "The Effects of Training Training Teacher in Question Asking Skill on the Achievement and Attitude of Elementary Pupils," Dissertation Abstracts. 35 : 5980-A, 1975
- Blackenship. "A Study of the Effect of Creativity Training upon the Self Concept, Achievement and Creative Performance of First Grade Pupils," Dissertation Abstracts. 36(11) 7147-A, May, 1976.
- Buggey, L.S. "A Study of the Relationship of Classroom Question and Social Studies Achievement of Second-Grade Children," Dissertation Abstracts. 32 2543-A, 1972.
- Carin, M.A. and R.D. Sund. Developing Questioning Technique A Self Concept Approach. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1971. 169 p.
- _____. Teaching Science Through Discovery. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1975. 710 p.
- Chee, Harry Jane. "A study of the Effects of High Level Cognitive Question on the Level of Response and Critical Thinking Abilities in Students of Two Social Problem Classes," Dissertation Abstracts. 36(08) 5187-8A, February, 1978.
- Corindia, H.S. "An Investigation of the Relationship among Students' Questioning Level, Their Cognitive Level and Their Teacher's Question Level," Dissertation Abstracts. 43(04) . 1104-A, October, 1982.
- Cunningham, R.T. "Developing Question-asking Skills," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliff, New Jersey, Prentice-Hall, 1977. 321 p.
- _____. "Questioning Behavior, or How are you at P.R., Implement Teacher Competencies. Englewood Cliff, New Jersey, Prentice-Hall, 1977. 188 p.
- Darwazeh, Amin Nazir. "Student-Generated Versus Teacher Generated Adjunct Question Their Effects on Remember and Application Level Learning," Dissertation Abstract. 43(07) . 2281-A, January, 1983.

- Devito, Alfred. "Recognizing and Assessing Creativity," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliff, New Jersey, Prentice-Hall, 1971. 321 p.
- Dillon, J.T. "Cognitive Correspondence between Question Statement and Response," American Education Research Journal. 19(4) : 540 - 551, 1980.
- Evenson, Louise Lommen. "Effect of High Level Questions on Social Studies Achievement in Cooperative and Competitive Instructional Environments," Dissertation Abstracts. 42(02) 541-A, August, 1981.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing Service, Princeton, 1952. 32 p.
- Foster, Gerald William. "Creativity and the Group Problem Solving Process," Dissertation Abstracts. 42(07) 3039-A, January, 1982.
- Freankel, J.R. Helping Student Think and Value Strategies for Teaching the Social Studies. Englewood Cliff, New Jersey, Prentice-Hall, 1980. 450 p.
- Greenwald, Nina. L. "Beyond Purely Divergent Thinking Another Factor of Creative," Dissertation Abstracts. 42(11) 6703-A, May, 1982.
- Hunkins, J.F. Question Strategies and Techniques. Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1972. 146 p.
- Jones, Newton Alan. "The Effect of Type and Complexity of Teacher Questions on Student Response Wait-Time," Dissertation Abstracts. 41(02) : 529-A, August, 1980.
- Kann, Robert Sharlc. "The Effect of Position and Conceptual Level of Adjunct Question on Ninth-Grade Students' Comprehension and Attitude," Dissertation Abstracts. 43(06) 1909-A, December, 1982.
- Kusland, L.T. and A.H. Stone. Teaching Children Science An Inquiry Approach (Third Printing). California Wadsworth Publishing, Co., 1969. 464 p.
- Lamb, W.C. "Ask a Higher-Level Question Get a Higher Level Answer," Science Teacher. 13(4) : 22 - 23, 1976.

- Ladd, G.T. and A.O. Anderson. "Determining the Level of Inquiry in Teacher Question," Journal of Research in Science Teaching. 7(4) : 395 - 400, 1970.
- Maria, Carl J. "An Evaluation of the Effectiveness of the Use of Inquiry Instruction to Foster Creative in Intermediate Grade Student," Dissertation Abstracts. 42(02) 642-A, August, 1981.
- Martilean, Alexander. "The Level of Questioning and the Effects upon Student Performance above the Knowledge Level of Bloom's Taxonomy of Education Objective," Eric Document Reproduction Service. Ed. 901, Columbus, Ohio, 1973.
- McLennan, Carole M. "The Effect of Two Different Reading Comprehension Questioning Programs upon the Reading Comprehension Achievement of Students at a Fourth Grade Reading Level," Dissertation Abstracts. 38(2) 7139-A, June, 1978.
- Monnelly, Darlene Marionette. "An Examination of the Quality of Fourth Grade Children's Creative Resulting from Three Approaches of Motivation Involving Stimulus Questioning and Verbal Interaction," Dissertation Abstracts. 42(01) 82-A, July, 1981.
- Madougal, S.D. "The Relationship between Question Asked by Nursing Faculty, Wait-Time and Student Responses in Post-Clinical Conferences," Dissertation Abstracts. 40(3) : 1294-A, September, 1977.
- Rose, Randall Arthur. "The Relationship between Teacher Question Level and Student Cognitive Processing Complexity in Affecting Student Attitudes about Teacher Questions and an Instructional Lesson," Dissertation Abstracts. 31(02) : 723-A, August, 1973.
- Salenger, Lyman Kenneth. "The Relationship between the Quality and Quantity of Teacher's Verbal Questions and Student Achievement," Dissertation Abstracts. 42(05) : 1039-A, November, 1981.
- Savage, Tom Verner. "A Study of the Relationship of Classroom Question and Social Studies Achievement of Fifth-Grade Children," Dissertation Abstracts. 33 : 2245-A, 1972.
- Song, Jong-ai. "The Relationship between Elementary School Teacher and Students' Cognitive Questioning Performance and Student Achievement in Critical Thinking," Dissertation Abstracts. 43(03) : 656-A, September, 1982.

Sund, R.D. and L.W. Crowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio, Charles and Merrill Publishing, Co., 1973. 631 p.

Tobin, K.C. "The Effects of Variation in Teacher Wait-Time and Question Quality on Integrated Science Process Achievement for middle School Student of Differing Formal Reasoning Ability and Locus of Control," Dissertation Abstracts. 41(04) 1520-4, 1980

Tweet, Claudie Ann. "The Effects of the Implementation of Creativity Training in the Elementary School Social Studies Curriculum," Dissertation Abstracts. 41(03) 1071, September, 1980.

Usaha, Sutep. "An Analysis of Knowledge Level of Question Appearing at the End of Each Chapter of Science Textbooks in Thai Lower Secondary School," Dissertation Abstracts. 49(07) 3405-4, January, 1983.

Van Dolen, D.D. and William J. Meyer. Understanding Educational Research. New York, St. Louis, McGraw-Hill Book, 1966. 525 p.

Whitaker, Margaret Madson. "The Relationship of Creative in Teachers and the Development of Children's Academic Achievement and Creative Performance," Dissertation Abstracts. 36(12) 7803-4, 1976

๐

ภาคผนวก

๗

๕

๖

๗

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน
ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยนำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของ
กลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	291.2761	145.6380	.3839
ภายในกลุ่ม	102	38,694.9143	379.3619	
รวมทั้งหมด	104	38,986.1904		

$$F_{.01}(2,10) = 4.82$$

จากตาราง 23 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวได้ว่าก่อนเรียน
โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และการใช้
คำถามตามแผนการสอน สสวท. นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ
ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	79.257	39.6285	2.3236
ภายในกลุ่ม	102	1,739.542	17.0543	
รวมทั้งหมด	104	1,818.8		

$$F_{.01} (2, 102) = 4.82$$

จากตาราง 24 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวได้ว่า
ก่อนเรียนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ
และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

การหาความเชื่อมั่นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผล
การวิเคราะห์ดังนี้

$$SS_t = 74^2 + 43^2 \dots + 22^2 + 12^2 - \frac{5230^2}{60 \times 3}$$

$$= 231,425 - 151,960.55$$

$$SS_k = \frac{3181^2 + 1089^2 + 960^2}{60} - \frac{5230^2}{60 \times 3}$$

$$= 203,771.36 - 151,960.55$$

$$= 51,810.81$$

$$SS_p = \frac{114^2 + 70^2 \dots + 81^2 + 57^2}{3} - \frac{5230^2}{60 \times 3}$$

$$= 170,853.45 - 151,960.55$$

$$= 18,892.9$$

$$SS_E = SS_t + SS_k + SS_p$$

$$= 79,462.45 - 51,810.81 - 18,892.9$$

$$= 8,758.74$$

ตารางสรุป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	59	18,892.9	320.2186	4.3140 348.9614
ระหว่างข้อ	2	51,810.45	25,902.225	
ส่วนที่เหลือ	118	8,758.74	74.2266	
รวมทั้งหมด	179	79,462.45		

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

$$= 1 - \frac{74.2266}{320.218}$$

$$r_{tt} = .7681$$

ตาราง 24 แสดงค่า P, r, Δ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	Δ
1.	79	42	9.8
2.	68	49	11.2
3.	80	38	9.6
4.	55	31	12.5
5.	68	21	11.7
6.	54	34	12.6
7.	60	46	12.0
8.	55	31	12.5
9.	91	28	7.6
10.	60	70	12.0
11.	74	64	10.4
12.	52	29	12.8
13.	94	24	6.7
14.	73	32	10.6
15.	61	35	11.9
16.	64	48	11.6
17.	55	31	12.5
18.	58	63	11.2
19.	59	26	12.1
20.	56	52	12.4
21.	70	46	10.9
22.	54	34	12.6
23.	73	40	10.6
24.	52	20	12.8
25.	38	20	14.2

ข้อ	p	r	Δ
26.	69	30	11.1
27.	69	58	11.0
28.	35	20	14.6
29.	35	29	14.6
30.	38	43	14.3
31.	31	22	15.0
32.	43	38	13.7
33.	67	33	11.3
34.	60	46	12.0
35.	82	23	9.3
36.	60	60	12.0
37.	41	41	13.9
38.	37	24	14.4
39.	72	20	10.7
40.	67	60	11.2
41.	55	45	12.5
42.	52	30	12.2
43.	58	41	11.2
44.	27	20	17.0
45.	28	24	15.4
46.	66	45	11.4
47.	50	20	13.0
48.	80	38	9.6
49.	75	38	10.3
50.	50	26	13.0

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

ข้อ 1. ความในข้อใดที่อธิบายคำว่า "คมนาคม" ได้ดีที่สุด

- ก. การขนส่งและการสื่อสาร
- ข. การติดต่อและการค้าขาย
- ค. การสื่อสารและการติดต่อ
- ง. การขนส่งและการค้าขาย
- จ. การไปมาหาสู่และการบรรทุก

ข้อ 2. แรงเสียดทานมีความหมายเหมือนข้อใด

- ก. แรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่
- ข. แรงที่เกิดจากผิวสัมผัส
- ค. แรงที่พุ่งให้วัตถุลอยตัวได้
- ง. แรงที่วัตถุพยายามรักษาสภาพเดิม
- จ. แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ระหว่างผิวสัมผัส

ข้อ 3. ประโยชน์ของ "ล้อ" ในยานพาหนะคือข้อใด

- ก. เพิ่มความเร็ว
- ข. ลดความเสียดทาน
- ค. เพื่อให้รถแล่นได้เรียบ
- ง. เพื่อให้สามารถขับขึ้นได้ทุกแห่ง
- จ. เพื่อช่วยลดจุดศูนย์ถ่วงให้ต่ำลง

ข้อ 4. การลดแรงเสียดทานและความร้อนที่เกิดจากล้อและเพลาควไรใช้วิธีการใด

- ก. หล่อลื่นด้วยจาระบี
- ข. เชื่อมด้วยน้ำมันเครื่อง

ค. ทำให้ผิวของล้อและเพลารเรียบมาก ๆ

ง. ใช้บูชที่มีขนาดใหญ่สวมที่แกนของล้อ-

เพลา

จ. ใช้ระบบลูกบิด น๊ัทหมุนได้กลองอัดด้วย

จาระบี

ข้อ 5. นักเรียนพบว่ารถจักรยานที่ใช้อยู่มีเสียงดังขณะขับขึ้น จะใช้หลักการใดในการแก้ปัญหา

ก. ลดแรงเสียดทาน

ข. ลดน้ำหนักบรรทุก

ค. เพิ่มแรงเสียดทาน

ง. เพิ่มน้ำหนักบรรทุก

จ. ไม่ควรนำมาใช้งานเพราะไม่ปลอดภัย

ข้อ 6. วัสดุใดเมื่อนำไปวางบนโต๊ะแล้วลากให้เคลื่อนที่ จะทำให้เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ก. โฟม

ข. ไม้ขัด

ค. ผ้าใบ

ง. แผ่นกระดาษแข็ง

จ. แผ่นยางดิบ

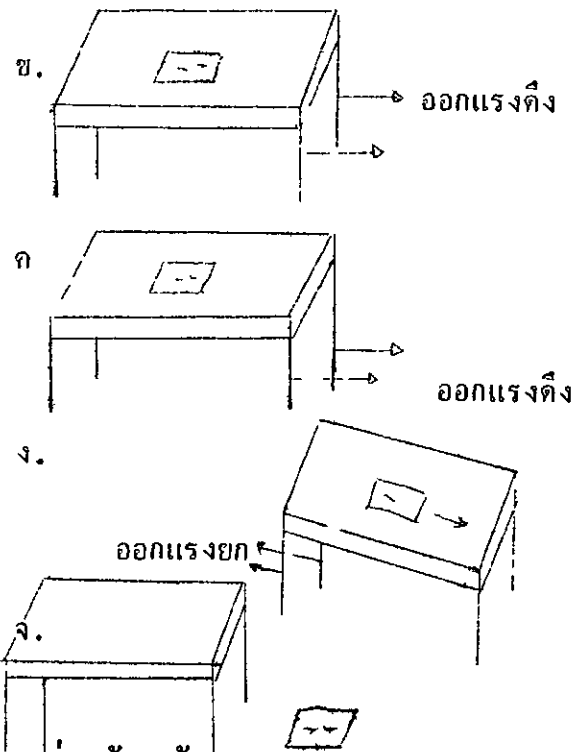
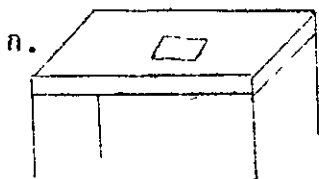
ข้อ 7. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานมีความหมายเหมือนข้อใด

- ก. ผลบวกของแรงกดบนผิวสัมผัส
 ข. ผลบวกของแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่
 ก. ผลคูณของแรงกดและแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่
 ง. ผลหารของแรงเสียดทานกับแรงกดที่บนผิวสัมผัส
 จ. ผลหารของแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่กับแรงที่กดบนผิวสัมผัส

ข้อ 8. ท่อนไม้หนัก 1,000 กรัม เมื่อวางบนโต๊ะ ต้องใช้แรงดึง 450 กรัมจึงจะเคลื่อนที่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างท่อนไม้กับโต๊ะมีค่าเท่าใด

- ก. 0.40
 ข. 0.45
 ค. 0.55
 ง. 2.22
 จ. 2.45

ข้อ 9. เมื่อวางหนังสือบนโต๊ะ รูปใดแสดงให้เห็นว่ามีแรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างโต๊ะกับหนังสือ



เมื่อนำแผ่นไม้อัด ผ้า โฟม กระดาษแข็งและยางคียบขนาดต่าง ๆ กดทับด้วยน้ำหนักแล้วใช้แรงดึงให้เคลื่อนที่บนโต๊ะตัวเดียวกัน ได้ผลการทดลองดังตาราง ให้ตอบข้อ 10 - 13

วัสดุ	ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส (cm ²)	น้ำหนักที่กดทับ (กรัม)	แรงที่ใช้ดึง (กรัม)
ไม้อัด	20×10	300	200
ไม้อัด	10×10	150	105
ไม้อัด	5×10	150	108
แผ่นผ้า	5×10	150	140
โฟม	5×10	150	130
กระดาษแข็ง	5×10	150	100
แผ่นยางคียบ	5×10	150	150

ข้อ 10. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อใช้วัสดุ
ในข้อใดสัมผัสกับโต๊ะ

ก. แผ่นผ้า $5 \times 10 \text{ cm}^3$

ข. แผ่นโฟม $5 \times 10 \text{ cm}^3$

ค. แผ่นยางคิบบ $5 \times 10 \text{ cm}^3$

ง. กระดาษแข็ง $5 \times 10 \text{ cm}^3$

จ. ไม้อัดขนาด $10 \times 10 \text{ cm}^3$

ข้อ 11. จากตารางแรงเสียดทานจะมากหรือน้อย
ขึ้นอยู่กับปัจจัยในข้อใด

ก. ขนาดผิวสัมผัส

ข. ชนิดผิวสัมผัส

ค. แรงที่ใช้ดึงให้วัตถุเคลื่อนที่

ง. น้ำหนักที่กดทับและแรงที่ใช้ดึง

จ. ชนิดของผิวสัมผัสและน้ำหนักที่กดทับ

ข้อ 12. วัสดุใดเมื่อสัมผัสกับพื้นซีเมนต์แล้วจะมีค่า
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสูงที่สุด

ก. โฟม

ข. ไม้อัด

ค. แผ่นผ้า

ง. แผ่นยางคิบบ

จ. กระดาษแข็ง

ข้อ 13. ถ้าต้องการทำพื้นรองเท้าที่เกาะพื้นได้ดี
ควรใช้วัสดุในข้อใด

ก. โฟม

ข. ไม้อัด

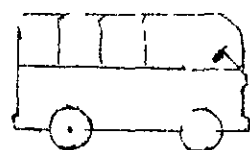
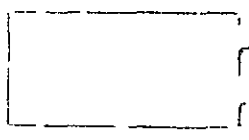
ค. แผ่นผ้า

ง. แผ่นยางคิบบ

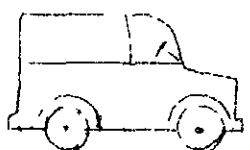
จ. กระดาษแข็ง

ข้อ 14. ภาพยานพาหนะในข้อใดที่มีแรงเสียดทาน
เกิดขึ้นน้อยที่สุดขณะเคลื่อนที่

ก.



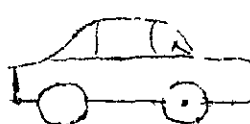
ข.



ค.



ง.



จ.



ข้อ 15. การสร้างยานพาหนะในข้อใดที่ช่วยลด
ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้มากที่สุด

ก. เรือที่มีหัวแหลม

ข. รถที่มีช่วงล้อกว้าง

ค. เรือหัวป้านท้องแบน

ง. บอลลูนรูปทรงกระบอก

จ. เรือคาน้ำรูปสามเหลี่ยม

ข้อ 16 "โมเมนต์" มีความหมายเหมือนข้อใด
 ก. มวลของวัตถุและแรงที่ใช้ดึง
 ข. ความเร็วของวัตถุและแรงปฏิกิริยา
 ค. ผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ
 ง. สัดส่วนระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ
 จ. ผลบวกระหว่างความเร็วและอัตราเร่ง

ข้อ 17 จากถารยัเป็นโหของกองทหารโดยใชักระสุนขนาดต่าง ๆ ได้ผลดังตาราง

ปืนใหญ่	น้ำหนักกระสุน (กิโลกรัม)	ความเร็วกระสุน (เมตร/วินาที)
ก	5	20
ข	10	20
ค	15	15
ง	20	10
จ	20	15

ปืนใหญ่ที่มีอำนาจการทำลายสูงสุด คือข้อใด

- ก ปืนใหญ่ ก.
- ข ปืนใหญ่ ข.
- ค ปืนใหญ่ ค.
- ง ปืนใหญ่ ง.
- จ ปืนใหญ่ จ.

ข้อ 18 เหตุการณ์ในข้อใดแสดงว่าผู้โดยสารมีความเฉื่อย

- ก. ผู้โดยสารยืนนิ่งขณะรถวิ่ง
- ข. ผู้โดยสารขึ้นรถอย่างช้า ๆ
- ค. ผู้โดยสารถลาไปข้างหลังขณะรถเคลื่อนที่
- ง. ผู้โดยสารเมารถขณะรถวิ่งด้วยความเร็ว
- จ. ผู้โดยสารถลาไปข้างหลังขณะรถหยุดอย่างรวดเร็ว

ข้อ 19. ขณะรถแล่นด้วยความเร็วสูงเลี้ยวทางด้านซ้าย ผู้โดยสารจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร

- ก. หายหลัง
- ข. อยู่นิ่งกับที่
- ค. เอียงไปทางซ้าย
- ง. เอียงไปทางขวา
- จ. คมำไปข้างหน้าอย่างแรง

ข้อ 20 วิธีการบรรจุทุกข่งในข้อใดที่ป้องกันความเฉื่อยของข่งได้มากที่สุด

- ก. มัดข่งให้แน่นกับเก้งรถ
- ข. ใส้รถพวงหลาย ๆ ตอน
- ค. มัดข่งให้แน่นกับตัวถังของรถ
- ง. มัดข่งให้แน่นกับตัวรถห่างจากเก้งประมาณ 1 เมตร
- จ. มัดข่งให้แน่นกับตัวรถและมีธงสีแดงติดอยู่ตอนปลายสุด

ข้อ 21. หากต้องการทดสอบว่า "กระทิกบรจุน้ำ" เต็มและไม่บรจุน้ำ มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่เดียวกันหรือไม่ "สิ่งใด (ตัวแปร) ที่ต้องการควบคุมให้เท่ากัน

ก. ฝากระทิก

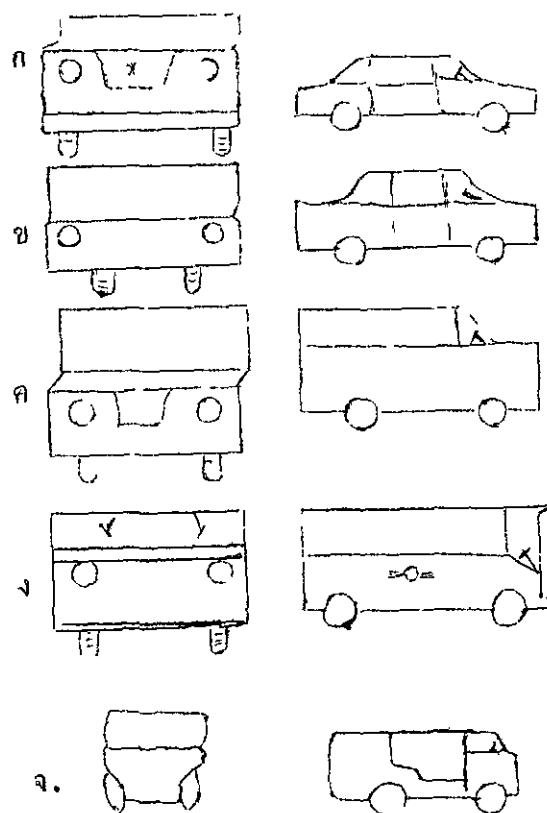
ข. ปริมาตรของน้ำ

ค. น้ำหนักของกระทิก

ง. จุดศูนย์กลางของกระทิก

จ. ขนาดของกระทิกควรวีไซ้ใบเดียวกัน

ข้อ 22. ภาพหน้าตัด ด้านข้าง ของรถยนต์ในข้อใดที่ออกแบบเพื่อให้ทรงตัวได้ดีที่สุด



ข้อ 23. หากจะบรรจุของเป็นกองสูง ๆ ต้องมัดให้แน่น ดังรูป แต่ยังไม่ปลอดภัยเพราะเหตุใด

ก. มีพลังงานจลน์มากเกินไป

ข. มีระยะปฏิกิริยามากเกินไป

ค. จุดศูนย์กลางอยู่สูงพลิกคว่ำได้ง่าย

ง. มีแรงเสียดทานระหว่างล้อและถนนน้อยเกินไป

จ. มีระยะปฏิกิริยาไกลเกินไปแต่ละระยะเบรกไกลเกินไป

จากตารางแสดงระยะหยุดรถเฉลี่ย เมื่อรถวิ่งด้วยความเร็วต่าง ๆ กัน ให้ตอบข้อ 24 - 25

ความเร็ว (กิโลเมตร/ ชั่วโมง)	ระยะ ปฏิกิริยา (เมตร)	ระยะ เบรก (เมตร)	ระยะหยุด รถโต (เมตร)
72	15	28	43
80	18	36	53
88	20	45	63
96	22	55	77
104	22	67	89
112	23	81	104

ข้อ 24. หากรถวิ่งด้วยความเร็ว 104 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีสิ่งกีดขวางอยู่ห่างไปข้างหน้า 100 เมตร ควรเบรกรถเมื่ออยู่ห่างจากสิ่งกีดขวางเท่าใดจึงจะปลอดภัยมากที่สุด

ก. 36 เมตร

ข. 45 เมตร

ค. 55 เมตร

ง. 67 เมตร

จ. 81 เมตร

ข้อ 25 จากตารางระยะปฏิกิริยา ระยะเบรค และความเร็วมอเตอร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ก. ความเร็วสูงระยะปฏิกิริยาไกลระยะเบรคไกล

ข. ความเร็วสูงระยะปฏิกิริยาใกล้ระยะเบรคไกล

ค. ความเร็วสูงระยะปฏิกิริยาใกล้ระยะเบรคใกล้

ง. ความเร็วยิ่งต่ำระยะปฏิกิริยาใกล้ระยะเบรคไกล

จ. ความเร็วยิ่งต่ำระยะปฏิกิริยายิ่งใกล้ระยะเบรคไกล

ข้อ 26. กลจักรภาชีโซลินีใช้สิ่งใดเป็นเชื้อเพลิง

ก. น้ำมันก๊าด

ข. น้ำมันโซล่า

ค. น้ำมันเตา

ง. น้ำมันเบนซิน

จ. ไม้ฟืนและถ่านหิน

ข้อ 27. กลจักรดีเซลมีจังหวะการทำงานเป็นลำดับอย่างไร

ก. ดูด ระเบิด อัด กาย

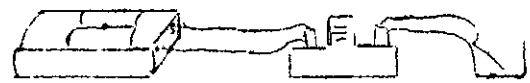
ข. ดูด อัด กาย ระเบิด

ค. ดูด อัด-ฉีด ระเบิด กาย

ง. ระเบิด อัด-ฉีด ดูด กาย

จ. อัด ฉีด ระเบิด ดูด กาย

ข้อ 28. จากรูปแสดงการจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบความต่างศักย์ที่กล่องโลหะกับแบตเตอรี่มีลักษณะอย่างไร



แบตเตอรี่ หม้อแปลง กล่องโลหะ

ก. เมื่อต่อครบวงจรแบตเตอรี่มีความต่างศักย์สูงกว่า

ข. เมื่อต่อครบวงจรกล่องโลหะมีความต่างศักย์สูงกว่า

ค. เมื่อต่อครบวงจรกล่องโลหะและแบตเตอรี่มีความต่างศักย์เท่ากัน

ง. เมื่อตัดต่อวงจรที่ขั้วแบตเตอรี่ความต่างศักย์ที่แบตเตอรี่เท่ากับที่กล่องโลหะ

จ. เมื่อตัดต่อวงจรที่ขั้วแบตเตอรี่ความต่างศักย์ที่กล่องโลหะสูงกว่า

ข้อ29 จากข้อ28 หม้อแปลงทำหน้าที่อะไรในวงจร

ก สะพานไฟ

ข เพิ่มความต่างศักย์

ค ลดความต่างศักย์

ง.ปรับความต่างศักย์ให้เท่ากัน

จ.เปลี่ยนความต่างศักย์ให้สูงขึ้นหรือลดลง

ข้อ30. "หม้อแปลงลง" มีความหมายเหมือนข้อใด

ก หม้อแปลงที่มีขดลวดปฐมภูมิน้อยกว่าทุติยภูมิ

ข หม้อแปลงที่มีขดลวดปฐมภูมิมากกว่าทุติยภูมิ

ค หม้อแปลงที่ไฟฟ้าเข้าน้อยแต่ออกมาก

ง.หม้อแปลงที่ทำให้ความต้านทานลดลง

จ.หม้อแปลงที่เพิ่มความต่างศักย์

ข้อ31. "แรงลอยตัว" หมายถึงข้อใด

ก.แรงดันของของเหลว

ข.แรงที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุ

ค.แรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ

ง.แรงที่วัตถุกระทำเพื่อรักษาสภาพเดิม

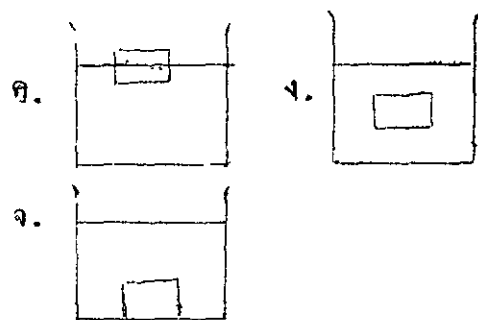
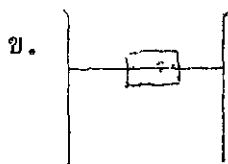
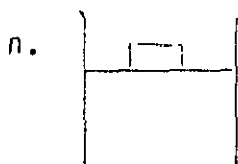
จ.แรงที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุที่หายไป

ในของเหลว

ข้อ32 นำท่อนไม้ท่อนหนึ่งใส่ลงในของเหลว

ชนิดต่าง ๆ ทำให้ท่อนไม้จม ครึ่งรูป ของเหลวใน

ข้อใดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด



ข้อ33. ในการทดลองข้อ32. สิ่งใด (ตัวแปร) ที่ต้องควบคุมให้เท่ากัน

ก ขนาดของภาชนะ

ข. ปริมาตรของของเหลว

ค. ขนาดและชนิดของท่อนไม้

ง. ความหนาแน่นของของเหลว

จ. ถูกตามข้อ ก ข. และ ค

ข้อ34 สมมติฐานที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในข้อ33. คือข้อใด

ก ท่อนไม้มีความหนาแน่นเท่ากัน

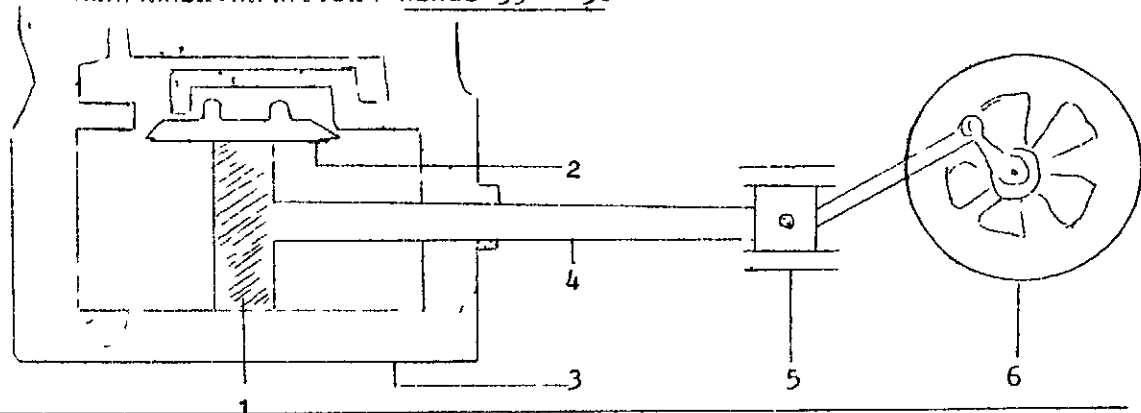
ข. ของเหลวชนิดเดียวกันมีความหนาแน่นเท่ากัน

ค ของเหลวแต่ละชนิดจะมีความหนาแน่นต่างกัน

ง. ท่อนไม้ท่อนเดียวกันจะจมลงเท่ากันในของเหลวชนิดเดียวกัน

จ ความหนาแน่นของของเหลวและท่อนไม้ น่าจะขึ้นอยู่กับมวลและปริมาตร

จากภาพแสดงลักษณะกลจักรไอน้ำ ตอนข้อ 35 - 36



ข้อ 35. "ลูกสูบ" ของกลจักร คือหมายเลขใด

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

ข้อ 36 หมายเลข 6 มีชื่อเรียกอย่างไรและมีประโยชน์อย่างไร

- ก. ลูกสูบ, ไว้ตูดและอัดไอน้ำ
- ข. ลั่นเลื่อน, บังคับไอน้ำเข้าออก
- ค. ก้านสูบ, เป็นข้อต่อระหว่างลูกสูบ-ลั่น
- ง. ข้อเหวี่ยง, ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงมาก
- จ. ล้อต้นกำลัง, เป็นส่วนที่ต่อไปสู่ระบบ

เครื่องกลให้ทำงาน

ข้อ 37. การขุดเจาะไม้ซุงให้เป็นเรือกระทำตามเหตุผลในข้อใด

- ก. เพิ่มมวลของไม้
- ข. ลดปริมาตรของไม้

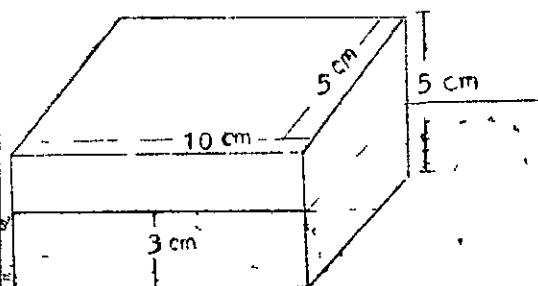
ก. เพิ่มความหนาแน่นของไม้

ง. ลดความหนาแน่นของไม้

จ. ทำให้มีรูปร่างเหมาะสมเพื่อลดแรง

เสียดทาน

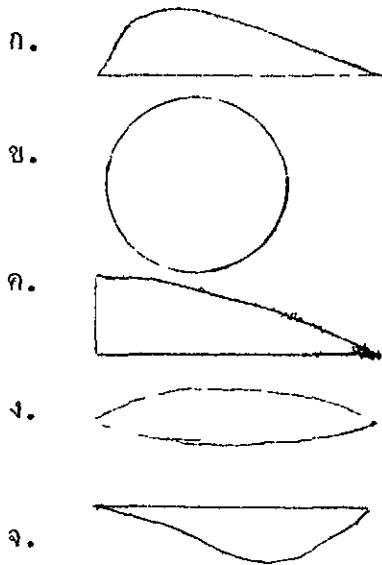
ข้อ 38 เมื่อนำก้อนไม้ขนาด $5 \times 10 \times 5$ cm³ ไปลอยในน้ำที่มีความหนาแน่น 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร บรากลกว่าก้อนไม้จมนลงไป 3 เซนติเมตร ดังรูป



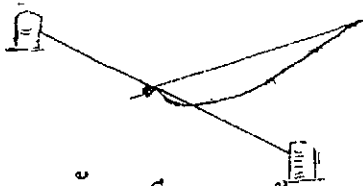
น้ำหนักก้อนไม้ที่หายไปในน้ำมีค่ากี่กรัม

- ก. 300
- ข. 250
- ค. 150
- ง. 100
- จ. 75

ข้อ39 ภาพตัดของปีกเครื่องบินในข้อใดที่ทำให้
เครื่องบินยกตัวขึ้นได้



ข้อ40. เมื่อพับกระดาษให้มีด้านโค้ง แล้วนำไปขึง
กับเชือกโดยเอาด้านโค้งไว้ข้างล่าง ดังรูป แล้ว
ออกแรงเป่าด้านหน้า ปรากฏว่ากระดาษเคลื่อนที่
ลงด้านล่าง เป็นเพราะเหตุใด



- ก. ด้านบนมีความกดดันอากาศต่ำกว่าด้านล่าง
- ข. ด้านบนมีความกดดันอากาศสูงกว่าด้านล่าง
- ค. ด้านบนและด้านล่างมีความกดดันเท่ากัน
- ง. อากาศด้านบนมีความเร็วทำให้มีความกดดันสูง กดกระดาษลงด้านล่าง
- จ. อากาศด้านล่างเคลื่อนที่เร็วทำให้มีความกดดันต่ำกว่าด้านบน กระดาษจึงถูกกดลง

จากตารางแสดงการเพิ่มแรงแม่เหล็กไฟฟ้าด้วย
วิธีการต่าง ๆ เช่น เพิ่มจำนวนรอบ ใช้แกน
ได้ผลดังตาราง ให้ตอบข้อ41

แกน	จำนวนรอบ ของขดลวด (รอบ)	ระยะไกลสุดที่แม่ เหล็กถูกเข็มได้ (เซนติเมตร)
-	50	1
ไม้	50	1
ไม้	100	1.5
เหล็ก	50	2
เหล็ก	100	4
อลูมิเนียม	50	1
อลูมิเนียม	100	2

ข้อ41. จากตารางการเพิ่มแรงแม่เหล็กไฟฟ้า
ทำได้โดยวิธีใด

- ก. เพิ่มระยะไกลสุดที่แม่เหล็กถูกเข็มได้
- ข. ใช้แกนที่เหมาะสมและเพิ่มด้านไฟฉาย
- ค. เพิ่มจำนวนรอบขดลวดและเพิ่มกระแสไฟฟ้า
- ง. ใช้แกนสารแม่เหล็กและเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด
- จ. ใช้เหล็กเป็นแกนและเพิ่มระยะไกลสุดที่แม่เหล็กถูกเข็มได้

ข้อ 42. หากต้องการทดสอบว่า "แม่เหล็กแข็งแรง
ผ่านน้ำเชื่อมได้ดีกว่าน้ำ" นักเรียนจะกำหนด
การทดลองอย่างไร

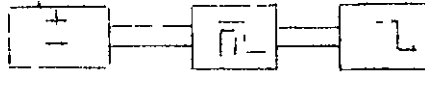
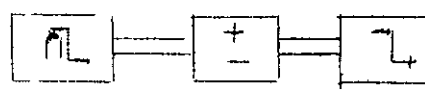
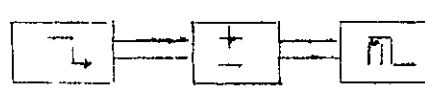
- ก. ใช้น้ำเชื่อมเทากับน้ำและแท่งแม่เหล็ก
- ข. ใช้น้ำเชื่อมเทากับน้ำและแท่งแม่เหล็ก
- ค. แล่นแม่เหล็กในน้ำและน้ำเชื่อมให้ห่างจาก
แม่เหล็กเท่ากัน สังเกตการเคลื่อน
ที่ของเข็ม
- ง. น้ำเชื่อมแม่เหล็กใส่ลงในน้ำ น้ำเชื่อมวาง
เข็มไว้ด้านนอก สังเกตการเคลื่อนที่ของ
เข็ม
- จ. วางแม่เหล็กและ เข็มด้านตรงกันข้าม
ของภาชนะที่ใส่น้ำ น้ำเชื่อม สังเกต
การเคลื่อนที่ของแม่เหล็กและเข็ม

ข้อ 43. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับหลักการ ทำงาน
ของเครื่องรับเครื่องส่งโทรเลข

- ก. เครื่องรับคือสวิตช์ไฟฟ้า
- ข. เครื่องส่งคือแม่เหล็กไฟฟ้า
- ค. เครื่องรับ-ส่งโทรเลขส่งสัญญาณ เสียงได้
- ง. เครื่องส่งโทรเลขสามารถเกาะเป็น
จังหวะต่าง ๆ และแปลสัญญาณออกมาได้
- จ. เครื่องรับ-ส่งโทรเลขทำงานได้ทั้งอาศัย
แม่เหล็กไฟฟ้า สวิตช์ไฟ และกระแสไฟฟ้า

ข้อ 44. ภาพในข้อใดแสดงการต่อวงจรของ
เครื่องรับเครื่องส่งโทรเลข

เมื่อกำหนด  แทนแบตเตอรี่
 แทนเครื่องรับ
 แทนเครื่องส่ง

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

ข้อ 45. ความดังของเสียงจากการบ่นไมโครโฟน
ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบใด

- ก. ขนาดของลำโพง
- ข. ขนาดของไส้ดินสอ
- ค. จำนวนถ่านไฟฉาย
- ง. ความดังของเสียงที่พูด
- จ. ความยาวของสายไฟถ้ายาวมาเสียง
จะดังน้อย

ข้อ 46. ความแตกต่างระหว่างไดนามิกไมโครโฟน
และคาร์บอนไมโครโฟน คือข้อใด

- ก. คาร์บอนไมโครโฟนไม่ต้องใช้ไส้กินสอ
แต่ไดนามิกไมโครโฟนต้องใช้ไส้กินสอ
- ข. คาร์บอนไมโครโฟนไม่ต้องใช้ถ่านไฟฉาย
แต่ไดนามิกต้องใช้ถ่านไฟฉาย
- ค. คาร์บอนไมโครโฟนต้องใช้สายไฟแค่
ไดนามิกไมโครโฟนไม่จำเป็นต้องใช้
- ง. คาร์บอนไมโครโฟนไม่สามารถเปลี่ยน
พลังงานได้ แต่ไดนามิกไมโครโฟน
เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงได้
- จ. คาร์บอนไมโครโฟนเปลี่ยนพลังงานเสียง
เป็นพลังงานไฟฟ้าและเปลี่ยนพลังงาน
ไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง ส่วนไดนามิก
ไมโครโฟนเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็น
พลังงานไฟฟ้า

จากตารางแสดงรหัสโทรเลข ให้ตอบข้อ 48-49

ก - - .	บ - . .	โ - - -
ข - . - .	ลฟ . - . .	ฤ . - . - -
ค - -	ว . - -	ออ - . . . -
กฏ - .	ศสข . . .	. . -
นณ - .	ห	. . - .
ฟ . . - .	อ - . .	. - - - . -
. - .	. .	า . -

ข้อ 48. "สอบนัน" เมื่อเขียนเป็นสัญญาณ
โทรเลขตรงกับข้อใด

- ก. .../-.. -/- ./.-/-./-.
- ข. .../-.. -/- ./.-/-.. -.-
/-./-./.. - /
- ค. .../- ..-/- ./.-/-.. - -/-
/- /- ./.. /
- ง. .../-...-/- ./.-/-.. - -.-/
/- /- / . / ... - . /
- จ. ../-.. -/- ./.-/- - -.-/
/- /-..1. - . /-...-./

ข้อ 49. ถ้ามีสัญญาณโทรเลขเป็นดังนี้

- - ./ . - . ./ . - - , - /
- . / - .. / . - / ... - /
- /- / . - / . - - / . /

เมื่อแปลเป็นข้อความตรงกับข้อใด

- ก. กลับบ้านด่วน
- ข. เกิดเรื่องใหญ่
- ค. กลับมาแล้ว
- ง. กลับมาด่วน
- จ. กลับมาได้

ข้อ 50 ผลการทดลองใช้แม่เหล็กไฟฟ้าที่มีจำนวนขดลวด 50, 100, 150 รอบ วัดเข็มหมุดโดยวัดระยะไกลสุดที่แม่เหล็กส่งแรงไปถึง เมื่อไม่มีแกนเท่ากับ 2, 4, และ 6 เซนติเมตรตามลำดับ และเมื่อนำขดลวดชุดเดิมใส่แกนเหล็กปรากฏว่าระยะไกลสุดที่แม่เหล็กส่งแรงไปถึงเท่ากับ 3, 5 และ 9 เซนติเมตร จากข้อมูลดังกล่าวการวัดตารางบันทึกผลในข้อใดจึงจะเข้าใจได้ง่ายที่สุด

ก.	แม่เหล็ก (รอบ)	ระยะไกลสุด (เซนติเมตร)	ข.		การใช้แกน	การไม่ใช้แกน
	50			ระยะไกล	2	3
	100			สุดที่แม่-	4	5
	150			เหล็กส่งแรง ไปถึง (เซนติ- เมตร)	6	9

ค.	จำนวนรอบ	การใช้แกน (เซนติเมตร)	การไม่ใช้แกน (เซนติเมตร)
	50		
	100		
	150		

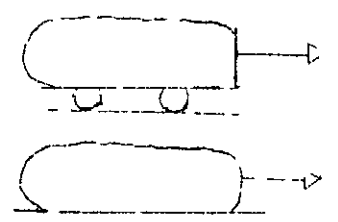
ง.	จำนวนรอบ	ระยะไกล 1 (เซนติเมตร)	ระยะไกล 2 (เซนติเมตร)	จ.	แกน	จำนวนขด ลวด (รอบ)	ระยะไกลสุด (เซนติเมตร)
	50				แกนเหล็ก	50	
	100					100	
	150					150	
					ไม่ใช้แกน	50	
					เหล็ก	100	
						150	

แผนการสอนเรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร เน้นคำถามทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (คาบที่ 1 - 2)

เนื้อหาและสั้กับ

1. การขนส่งและการสื่อสารรวมเรียกว่าการคมนาคม เป็นสิ่งจำเป็นในการติดต่อ ไปมา
หาสู่ และการลำเลียงผลผลิตต่าง ๆ
2. ยานพาหนะในอดีตได้รับการพัฒนาด้านความเร็ว ขนาด และพลังงานที่ใช้
- 3 การเคลื่อนที่ของยานพาหนะจะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้น ซึ่งเป็นแรงที่เกิดระหว่าง
ผิวสัมผัสของวัตถุ ขดวัตถุเคลื่อนที่ ลังของยานพาหนะสามารถช่วยลดแรงเสียดทานได้
จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรสามารถ
 - 1 อธิบายความหมายการคมนาคมได้ถูกต้อง
 - 2 บอกได้ว่าแรงเสียดทานคือ แรงที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งกระทำด้าน
การเคลื่อนที่ของวัตถุ
 - 3 สรุปได้ว่าล้อช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างตัวรถและถนน

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ให้นักเรียนดูภาพแสดง การขนส่งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ การสื่อสารไปรษณีย์ โทรเลข โทรศัพท์ วิทยุ และการสื่อสารดาวเทียม อธิบายสรุปความหมายการคมนาคม ให้นักเรียนดูภาพแสดงการวิวัฒนาการ ของยานพาหนะ	- ตอนเช้านักเรียนเดินทางมาโรงเรียนโดยใ้ ยานพาหนะชนิดใด .. - จากภาพ การลำเลียงผลผลิตทางการเกษตรใ้ ยานพาหนะใด .. - การราย วานผลการสอบคัดเลือกไปยังเพื่่นที่ ต่างจังหวัด ควรใ้การส่งข่าวแบบไหน - จากภาพสรุปว่าการคมนาคมประกอบด้วยอะไรบ้าง. - จากภาพนักเรียนสังเกตเห็นว่ายานพาหนะในอดีต และในปัจจุบัน แตกต่างกันอย่างไร . - ยานพาหนะที่เห็นในปัจจุบันจะมีการเปลี่ยนแปลงต่อ ไปหรือไม่ เพราะเหตุใด .

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u> 3. <u>นักเรียนทดลองเรื่อง</u> ล้อกับยานพาหนะโดยใช้ตุ้มน้ำทรายลากบนโต๊ะที่มีกระดาษรองอยู่ แล้วเติมน้ำในกระป๋องจนตุ้มน้ำทรายเคลื่อนที่ บันทึกปริมาตรของน้ำและน้ำหนักไว้ ทดลองทำนองเดียวกัน แต่เปลี่ยนเป็นใช้ตุ้มน้ำทรายวางบนรถล้อมีนีย	- ยานพาหนะทางบกทุกชนิดมีล้อ ล้อมีความสำคัญอย่างไร. - นักเรียนทดลองเรื่อง ล้อกับยานพาหนะโดยใช้ตุ้มน้ำทรายลากบนโต๊ะที่มีกระดาษรองอยู่ แล้วเติมน้ำในกระป๋องจนตุ้มน้ำทรายเคลื่อนที่ บันทึกปริมาตรของน้ำและน้ำหนักไว้ ทดลองทำนองเดียวกัน แต่เปลี่ยนเป็นใช้ตุ้มน้ำทรายวางบนรถล้อมีนีย
4. <u>สรุปผล</u> ครูอธิบายความหมายแรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสมีลักษณะวัตถุเคลื่อนที่ 	- จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นักเรียนจะเสนอแบบบันทึกข้อมูลวิธีใดจึงจะเข้าใจได้ง่าย - ปริมาตร และน้ำหนักของน้ำในกระป๋องที่ใด ตั้งตุ้มน้ำทรายที่วางบนโต๊ะและวางบนรถ ครั้งไหนมีค่ามากกว่า - การวางตุ้มน้ำทรายบนโต๊ะและวางบนรถอย่างไรใช้แรงดึงมากกว่ากัน - ตุ้มน้ำทรายวางบนโต๊ะและวางบนรถ ครั้งไหนมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นมากกว่า - ตุ้มน้ำทราย 1 ตุ้มน้ำวางบนโต๊ะใช้แรงดึง 150 กรัม ถ้าตุ้มน้ำทราย 2 ตุ้มน้ำวางบนโต๊ะใช้แรงดึงเท่าใดตุ้มน้ำทรายจึงเคลื่อนที่ - จากภาพให้นักเรียนแสดงทิศทางของแรงเสียดทานจากออกแรงลากกระดอมข้าวสาร - แรงเสียดทานเกิดขึ้นได้อย่างไร มีทิศทางอย่างไร - รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน มีแรงเสียดทานเกิดขึ้นบริเวณใดบ้าง . . . - นักเรียนมีวิธีการลดแรงเสียดทานของยานพาหนะอย่างไร.
5. <u>มอบหมายงาน</u> ให้แก่เรียนศึกษา	- ขณะรถโดยสารเคลื่อนที่มีแรงเสียดทานเกิดขึ้นบริเวณใดบ้าง ตอบได้มากข้อตามที่สังเกตได้ .

คาบที่ 3 - 4

เนื้อหาและสิ่งกับ

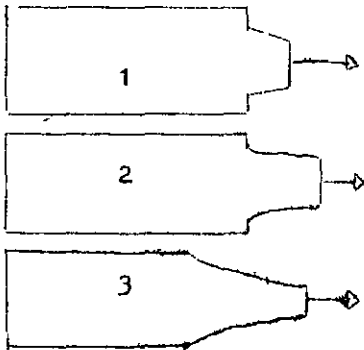
1. สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน คือ แรงกดและลักษณะของผิวสัมผัส
 2. สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน คือ สัดส่วนระหว่างแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่กับแรงกดทับ
 3. แรงเสียดทานเกิดขึ้นได้เมื่อวัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปทั้งในของแข็ง ของเหลว และก๊าซ
- ดังนั้นการสร้างยานพาหนะจึงต้องคำนึงถึงแรงเสียดทาน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรสามารถ

1. บอกได้ว่าสิ่งที่ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างล้อและเพลาคือ ลูกปืน บุช น้ำมันหล่อลื่น
2. บอกความหมายสัมประสิทธิ์ความเสียดทานได้ถูกต้อง
3. สรุปได้ว่าแรงเสียดทานจะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่
4. สรุปได้ว่าแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส และแรงกดระหว่างผิวสัมผัส

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ครูทบทวน เรื่อง แรงเสียดทาน	- จากลักษณะของรถที่มีความเร็ว นักเรียนพบว่ามีความเร็วที่ต่างกันอย่างไร .. . - วิถีลัดความเร็วของรถควรทำอย่างไร - ล้อและเพลามีแรงเสียดทานเกิดขึ้น วิถีลัดแรงเสียดทานควรทำอย่างไร . .
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- ไม้ขีดขนาด $20 \times 10 \text{ cm}^2$, $10 \times 10 \text{ cm}^2$ และ $5 \times 10 \text{ cm}^2$ แผ่นไหนมีพื้นที่มากที่สุด ..
3. <u>นักเรียนทำการทดลอง</u> เรื่อง สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน โดยใช้ไม้ขีดขนาด $20 \times 10 \text{ cm}^2$ วางทับด้วยถุงทราย 1 , 2 ถุง บันทึกปริมาตรของน้ำที่ใส่ไว้ แล้วเปลี่ยนเป็นใช้ไม้ขีดขนาด $10 \times 10 \text{ cm}^2$ และ $5 \times 10 \text{ cm}^2$ บันทึกปริมาตรของน้ำที่ใส่ไว้	- เมื่อใช้ถุงทราย 1, 2 ถุงวางบนไม้ขีดขนาด $20 \times 10 \text{ cm}^2$ แบบไหนใช้แรงดึงมากกว่า.... - เมื่อใช้ไม้ขีดขนาด $20 \times 10 \text{ cm}^2$, $10 \times 10 \text{ cm}^2$ และ $5 \times 10 \text{ cm}^2$ วางถุงทราย 1 ถุงต้องใช้แรงดึงเท่ากันหรือไม่... ..
4. <u>สรุปผล</u>	

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
	- จากผลการทดลองนักเรียนจะออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองให้เข้าใจได้ง่ายอย่างไร - ขนาดของไม้จิ้มมีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ เพราะเหตุใด ... - น้ำหนักที่กดทับมีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ เพราะเหตุใด. - เชื้อไขถูทราย 1,2 ถูก่องไขแรงถึง 110,150 กรัม ถ้าใช้ถูทราย 3 ถูง การไขแรงถึงเท่าใด ... - ขนาดไม้จิ้ม $20 \times 10 \text{ cm}$ $30 \times 10 \text{ cm}$ ผลทำให้แรงเสียดทานเปลี่ยนแปลงอย่างไร ...
<u>ทำการทดลอง</u> ตอนที่ 2 โดยใ้แผ่นไม้จิ้ม กระจกแข็ง และโฟม ขนาด $20 \times 10 \text{ cm}$ วางทับด้วยถูทราย 1 ถูง บันทึกปริมาณของน้ำที่ไหลลง	
สรุปผล	- เมื่อใ้ไม้จิ้ม โฟม กระจกแข็ง ขนาดเท่ากันวางทับด้วยถูทราย 1 ถูง จะต้องใ้แรงถึงกี่กรัม . . - ไม้จิ้ม โฟม กระจกแข็ง มีผลต่อแรงเสียดทานอย่างไร.
ครูสาธิตให้นักเรียนดู โดยเอาหนังสือวางบนโต๊ะแล้วเอียง	- เมื่อวางหนังสือบนโต๊ะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นหรือไม่ . - เมื่อออกแรงดึงหนังสือเคลื่อนที่ มีแรงเสียดทานเกิดขึ้นเพราะเหตุใด . .
ครูอธิบาย สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน คือ สัดส่วนระหว่างแรงดึงและแรงกดทับ	- เมื่อเอียงโต๊ะมาก ๆ มีแรงเสียดทานเกิดขึ้นหรือไม่. - เมื่อวางหนังสือ 1,2 เล่มบนโต๊ะ แล้วทำให้เคลื่อนที่มีแรงเสียดทานเกิดขึ้นเท่ากันหรือไม่
	- ไม้หนัก 1 กิโลกรัม ออกแรงถึง 4 นิวตัน ไม้จึงเคลื่อนที่ จะมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็นเท่าใด . - จากการทดลองถ้าน้ำหนักไม้จิ้ม โฟม กระจกแข็งรวมกัน 250 กรัม เมื่อไม้จิ้มอยู่กลาง สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
ภาพ แสดงบริเวณถนนลื่น  5. มอบหมายงาน ภาพยานพาหนะ 	- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างโฟม และกระดาษ กับพื้นโต๊ะ มีค่าเท่าใด . - สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างคูผิวสัมผัสใดมีค่ามากที่สุด . - พื้นรองเท้าที่นักเรียนสวมอยู่มีลักษณะอย่างไร - เมื่อใช้ไ้นาน ๆ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร . . - เครื่องหมายจราจรดังกล่าว แสดงว่าความเสียดทานบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อฝนตก - นักเรียนขับรถผ่านบริเวณดังกล่าวช่วงหน้าฝนควรปฏิบัติตนอย่างไร . - ยานพาหนะแบบใด จะเกิดแรงเสียดทานมากที่สุด และน้อยที่สุด . . - ยานพาหนะแบบใดวิ่งเร็วที่สุด สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุด

คาบที่ 5 - 6

เนื้อหาและสิ่งกบ

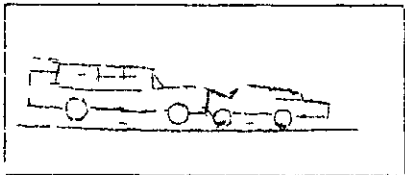
1 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะขึ้นอยู่กับ ความเร็ว น้ำหนักบรรทุก จุดศูนย์ถ่วง ความเฉื่อย และระยะหยุดรถที่ปลอดภัย

2. ความเร็วและน้ำหนักของยานพาหนะทำให้มีค่าโมเมนตัมสูง

3 ยานพาหนะความเร็วสูงและมีน้ำหนักบรรทุกมากจะมีค่าโมเมนตัมสูง
จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมาย"โมเมนตัม"ได้ถูกต้อง

2. สรุปได้ว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม วัตถุมีโมเมนตัมมากจะมีพลังงานมาก

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม								
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนเกี่ยวกับแรงเสียดทาน ลักษณะรูปร่างของยานพาหนะที่ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง <table border="1" data-bbox="259 1165 647 1354"> <tr> <td>นน รถ</td><td>กรัม</td></tr> <tr> <td>จำนวนผู้โดยสาร</td><td>กน</td></tr> <tr> <td>นน บรรทุก</td><td>กิโลกรัม</td></tr> <tr> <td>รวม</td><td></td></tr> </table>	นน รถ	กรัม	จำนวนผู้โดยสาร	กน	นน บรรทุก	กิโลกรัม	รวม		- นักเรียนสังเกตบริเวณข้าง ๆ รถบรรทุก พบว่ามีข้อความอะไรอยู่บ้าง - จากภาพรถบรรทุกและรถเก๋งชนกัน รถไหนมีความเสียหายมากกว่า เพราะเหตุใด 
นน รถ	กรัม								
จำนวนผู้โดยสาร	กน								
นน บรรทุก	กิโลกรัม								
รวม									
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- แรงในการเข้าชนของรถขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง.. .								
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง การกระทบกันของวัตถุ โดยใช้วัตถุรูปทรงลูกตุ้มมี 5 ลูก ยกลูกตุ้ม 1 เสมอจุดแขวน สูงกว่าจุดแขวน และพอกดน้ำหนักนั้น สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอื่น ๆ นักเรียนบันทึกผลการทดลอง	- ขณะยกลูกตุ้ม 1 แล้วปล่อยลงมาจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร . - เมื่อปล่อยลูกตุ้ม 1 จากจุดแขวนให้ตกลงมาลูกตุ้มใดใดเคลื่อนที่ สูงประมาณเท่าใด . .								
4. <u>สรุปผล</u>									

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน				คำถาม
ตัวอย่าง ตารางบันทึกผล				
ลูกตุ้ม	ระดับที่ปล่อย	ลูกตุ้มที่เคลื่อนที่	ความสูง (เซนติเมตร)	
				- เมื่อปล่อยลูกตุ้ม 1 ที่มีดินน้ำมันติดอยู่ ลูกตุ้มไถเคลื่อนที่และเคลื่อนที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าเมื่อปล่อยลูกตุ้ม 1 ไม่ติดดินน้ำมัน ... - เมื่อปล่อยลูกตุ้ม 1 สูงกว่าจุดแขวน ลูกตุ้มไถเคลื่อนที่สูงประมาณเท่าใด ... - เมื่อปล่อยลูกตุ้ม 1,2 ลูกตุ้มไถเคลื่อนที่.. - จากผลการทดลองนักเรียนจะออกแบบบันทึกข้อมูลอย่างไร จึงจะเข้าใจได้ง่าย - เมื่อดินน้ำมันกับลูกตุ้ม 1,2 ลูกตุ้มไถจะเคลื่อนที่สูงประมาณเท่าใด ... - เมื่อปล่อยลูกตุ้ม 1,2 ลูกตุ้มที่ 4,5 เคลื่อนที่เพราะเหตุใด. - หากใช้ลูกตุ้มชุดละ 7 ลูก เมื่อปล่อยลูกตุ้ม 1 ให้ตกลงมา ลูกตุ้มไถจะเคลื่อนที่ . .. - ลูกตุ้ม 1 และลูกตุ้ม 1 ติดดินน้ำมัน ปล่อยในระดับเสมอจุดแขวน อย่างไรให้มีโมเมนตัมมากกว่า.. .. - ลูกตุ้ม 1 ปล่อยจากระดับเสมอจุดแขวน และสูงกว่าจุดแขวน อย่างไรให้มีโมเมนตัมมากกว่า - รถยนต์หนัก 3,000 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด .. - รถหนัก 3,000 กิโลกรัมวิ่งด้วยความเร็ว 50 และ 120 กิโลเมตร/ชั่วโมง หากวิ่งชนกันรถคันไหนเสียหายมาก . - วิเคราะห์และเพิ่มโมเมนตัม เพื่อความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ ควรใช้วิธีการใด ..

ครูอธิบาย โมเมนตัม คือ พลังงานที่ใช้ในการชนของวัตถุ

โมเมนตัม = มวล $\times$ ความเร็ว

5. มอบหมายงาน

คาบที่ 7 - 8

เนื้อหาและสิ่งกั

1 ความเฉื่อย คือ ความพยายามคงสภาพเดิมของวัตถุขณะที่เคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว หรือหยุดอย่างรวดเร็ว

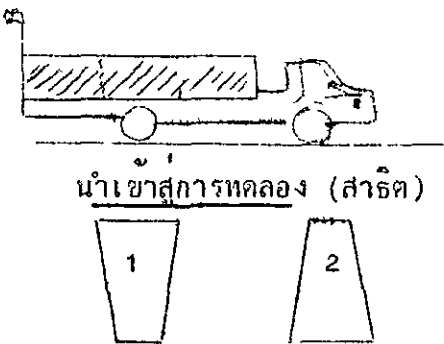
2 จุดศูนย์กลาง คือ จุดที่แนวแรงจากทุกส่วนของวัตถุหักกัน วัตถุจะทรงตัวได้ดีเมื่อจุดศูนย์กลางต่ำ

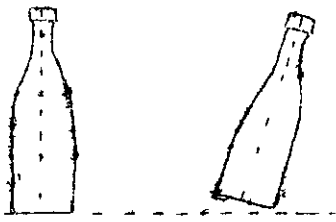
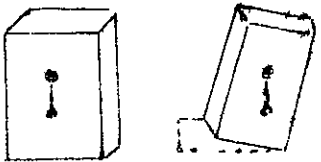
3 เมื่อรถวิ่งด้วยความเร็วสูงระยะเบรกและระยะปฏิกิริยาจะไกล ระยะหยุดรถที่ปลอดภัยขึ้นอยู่กับระยะเบรกและระยะปฏิกิริยา

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรสามารถ

1. อธิบายความหมาย "ความเฉื่อย" ได้ถูกต้อง
2. อธิบายไ้ว่าการที่วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือข้างหลังขณะรถหยุดหรือออกกรกอย่างรวดเร็ว เกิดจากวัตถุนั้นมี ความเฉื่อย
3. นำหลักการเกี่ยวกับความเฉื่อยไปใช้ในการบรรทุกของบนรถได้อย่างปลอดภัย
4. ทำการทดลองเพื่อหาจุดศูนย์กลางของวัตถุรูปทรงต่าง ๆ ได้
5. ทำการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าวัตถุจะล้มเมื่อแนวคิ่งจากจุดศูนย์กลางออกนอกฐาน

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. นำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ ความเร็ว น้ำหนักที่บรรทุกและ ไ้गेเมนดั้ม	- จากภาพรถยนต์คันใดเครื่องเสีย - ถ้ารถทั้งสองคันวิ่งและรถคันที่ 1 หยุดอย่างรวดเร็ว เหตุการณ์ใดจะเกิดขึ้น . - ถ้ารถคันที่ 1 ออกวิ่งอย่างรวดเร็ว รถคันที่ 2 จะมีการเคลื่อนที่อย่างไร ..
2. นำเข้าสู่การทดลอง	
3. ทำการทดลอง เรื่องความเฉื่อยของวัตถุ โดยวางท่อนไม้บนรถอูมีเนียม ค่อย ๆ ผลักรถให้เคลื่อนที่ ผลักอย่างแรง และค่อย ๆ ใช้ไม้บรรทัดหัก และกันอย่างรวดเร็วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของท่อนไม้ บันทึกผลการทดลอง	

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
4. <u>สรุปผล</u> ครูอธิบาย ความเฉื่อย คือ ความพยายามคงสภาพเดิมของวัตถุ  นำเข้าสู่การทดลอง (สำริด) ครูอธิบาย จุดศูนย์กลาง คือจุดที่แนวแรงจากทุกส่วนของวัตถุผ่าน	- เมื่อออกแรงผลักดันให้เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ท่อนไม้ที่อยู่บนรถมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร - การออกแรงผลักดันให้รถเคลื่อนที่อย่างแรง ท่อนไม้ที่อยู่บนรถมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร - การหยุดรถอย่างช้า ๆ และหยุดรถอย่างรวดเร็ว ท่อนไม้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร - จากข้อมูลที่ได้อจากการทดลองนักเรียนจะมีวิธีการเสนอข้อมูล (บันทึก) ให้เข้าใจได้ง่ายอย่างไร - การเปลี่ยนแปลงของท่อนไม้ตอนไหนที่ท่อนไม้มีความเฉื่อย. - เมื่อโดยสารรถประจำทางขณะที่รถหยุดหรือออกอย่างรวดเร็ว ตัวนักเรียนจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร - เมื่อรถคันหนึ่งเสียจะต้องมีรถอีกคันหนึ่งมาลากจูงควรให้ที่ระยะห่างระหว่างรถทั้งสองคันเป็นเท่าใด - ขณะที่รถคันที่ลากจูงหยุดแต่รถคันที่ถูกลากไม่หยุด เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพราะเหตุใด - จากรูป ความปลอดภัยในการบรรทุกสิ่งมีหรือไม่มี สัมผัสจากส่วนใด . . . - จากรูปการวางตัวของวัตถุทั้งสองรูป แตกต่างกันอย่างใด. - ถ้าออกแรงผลักวัตถุใดจะลื่นง่ายกว่า - จุดศูนย์กลางของรูป 1 และ 2 อยู่ที่เดียวกันหรือไม่..
ทำการทดลอง หาจุดศูนย์กลางของวัตถุ โดยใช้กระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมคางหมูไม่เท่า และก้อนดินน้ำมันรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผูกเชือกหาจุดตัดของแนวแรงของกระดาษและก้อนดินน้ำมัน	

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอบ	คำถาม
 นำเข้าสู่การทดลอง (สาธิต) ทำการทดลอง เรื่อง การหาจุดศูนย์กลางของวัตถุตอนที่ 2 โดยใช้ท่อนไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้าใช้ด้านกว้างเป็นฐาน ชิดขนาดของฐานไว้ ใช้ก้นดินน้ำมันผูกเชือกจากจุดศูนย์กลางมายังฐาน แล้วเอียงท่อนไม้ สังเกตการล้มขอ ท่อนไม้ บันทึกผล	- แนวเส้นค้ำยันทั้ง 3 เส้นบนกระดาษแข็งตัดกันที่จุดเดียวกันหรือไม่ . . . - แนวเข็มหมุดที่ปักบนก้นดินน้ำมันตัดกันที่จุดเดียวกันหรือไม่ - จุดศูนย์กลาง ของกระดาษและก้นดินน้ำมันอยู่บริเวณใด . - ถ้าจะหาจุดศูนย์กลางของท่อนไม้รูปสี่เหลี่ยมค้ำยันไม้เท้า จะมีวิธีการอย่างไร - จุดศูนย์กลางของลูกทรงกลมอยู่ที่ไหน - หากต้องการหาจุดศูนย์กลางของขวดจะใช้วิธีเดียวกับการหาจุดศูนย์กลางของก้นดินน้ำมันได้หรือไม่ - เมื่อเอียงขวดขวดจะล้มเมื่อจุดศูนย์กลางอยู่ลักษณะใด .
สรุปผล 	- เมื่อเอียงท่อนไม้แนวเส้นเชือกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร . - เมื่อเอียงท่อนไม้ให้แนวเส้นเชือกอยู่ในฐานและออกนอกฐาน ท่อนไม้จะมีการเคลื่อนที่อย่างไร - ท่อนไม้มันเป็นเพราะสาเหตุใด . . . - ท่อนไม้ด้าน $5/3\text{cm}^2$ และ $8/3\text{cm}^2$ เป็นฐานลักษณะใดจะลงง่ายกว่ากัน - ระหว่างรถประจำทางและรถแท็กซี่ใดมีจุดศูนย์กลางอยู่สูงกว่า และรถชนิดใดมีความปลอดภัยมากกว่า . . . - ข้อแตกต่างระหว่างรถบรรทุก และรถแข่งเกี่ยวกับ

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
ครูอธิบาย ระยะเวลาหยุดรถที่ปลอดภัย ประกอบด้วยระยะเบรกและระยะปฏิบัติ	ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง ความเร็ว ความปลอดภัย และโมเมนตัมมีอะไรบ้าง .. . - ระยะเบรกและระยะปฏิบัติมีความหมายอย่างไร . - การหยุดรถที่ปลอดภัยระยะเบรกและระยะปฏิบัติเป็นอย่างไร - ผู้ขับรถที่วิ่งบนระยะเบรกและระยะปฏิบัติจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร . .
ตารางแสดงระยะหยุดรถที่ปลอดภัย	- ระยะปฏิบัติและระยะเบรกของคนปกติและคนเมาสุราแตกต่างกันอย่างไร - รถความเร็วสูงและความเร็วต่ำระยะหยุดรถได้ปลอดภัยแตกต่างกันอย่างไร - ถ้ารถแล่นด้วยความเร็ว 120 กิโลเมตร/ชั่วโมง คนขับเห็นสิ่งกีดขวางในระยะ 100 เมตร จังหวะเบรกรถจะชนสิ่งกีดขวางหรือไม่ เพราะเหตุใด .. . - การข้ามถนนบนทางม้าลายมีความปลอดภัยสูง เพราะระยะเบรกและระยะปฏิบัติมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร . - ถนนบางสายมีการกำหนดความเร็ว ความสูงและน้ำหนักของรถไว้ เพื่อเหตุผลใด ... - ความปลอดภัยในการขับขี่ยานพาหนะ และการโดยสารมีอะไรบ้าง

คาบที่ 9 - 10

เนื้อหาและสิ่งกั๊

1. กลจักรแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ กลจักรสันดาปภายนอกและกลจักรสันดาปภายใน
2. กลจักรไอน้ำเป็นกลจักรสันดาปภายนอก พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงทำให้ไอน้ำกลายเป็นไอน้ำทำให้เกิดพลังงาน กลจักรไอน้ำมี 2 แบบ คือ กลจักรไอน้ำแบบกังหันและแบบลูกสูบ ทั้งสองแบบมีส่วนประกอบและการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรสามารถ

1. บอกความแตกต่างของกลจักรสันดาปภายนอกและสันดาปภายใน
2. อธิบายหลักการทำงานของกลจักรไอน้ำได้ถูกต้อง
3. บอกตำแหน่งและหน้าที่ของกระบอกสูบ ลูกสูบ ก้านสูบ ข้อเหวี่ยง และล้อต้นกำลัง

ขั้นตอนและกิจกรรมการเริ่มการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกลจักรที่รู้จัก	นักเรียนเคยรู้จักกลจักรอะไรบ้าง จัดแบ่งได้กี่ประเภท. - ในการจัดแบ่งประเภทกลจักร นักเรียนใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์ - การสันดาปภายนอกและภายใน มีความหมายอย่างไร...
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u> (สำคัญ)	- ขณะต้มน้ำในกาจนเดือด ฝาภาหมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง ไอน้ำทำงานได้อย่างไร โดยต้มน้ำในหลอดทดลอง แล้วเสียบหลอดนำก๊าซเข้ากับหลอดฉีดยา สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดฉีดยาเมื่อน้ำเดือด และศึกษาแบบจำลองของกลจักรไอน้ำ	
4. <u>สรุปผล</u>	- ขณะต้มน้ำในหลอดทดลองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร. - ขณะน้ำเดือดหลอดฉีดยามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร . - การเคลื่อนที่ของก้านหลอดฉีดยาเป็นเพราะเหตุใด .. - หากปล่อยไอน้ำเข้าไปสู่ท่อพักอากาศของแบบจำลองกลจักรไอน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

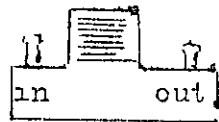
ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
ครูอธิบายการจำแนกประเภทของ มลพิษทางอากาศ 2 ประเภท คือ แบบกัมมันต์ และแบบลูกสูบ ให้นักเรียนศึกษาภาพมลพิษทางอากาศ แบบลูกสูบ และแบบกัมมันต์	- เมื่อสูบลมเข้าไปในท่อพักอากาศของมลพิษทางอากาศ ลูกสูบมีการเคลื่อนที่หรือไม่ . - เมื่ออากาศเข้าทาง ก. ลูกสูบ ล้อต้นกำลัง และลิ้นเลื่อนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร .. - เมื่ออากาศเข้าไปปะทะกับใบพัดทำให้ลิ้นเลื่อนและแกนมีการเคลื่อนที่อย่างไร .. . - ข้อแตกต่างระหว่างมลพิษทางอากาศแบบกัมมันต์และแบบลูกสูบลมมีอะไรบ้าง
5. <u>นักเรียนร่วมกันอภิปราย</u>	- ข้อดี ข้อเสีย และประโยชน์ในการใช้งานของมลพิษทางอากาศแบบกัมมันต์และแบบลูกสูบลมมีอะไรบ้าง

คาบที่ 11 - 12

เนื้อหาและสั้กัป

1. กลจักรกาซโซลีนเป็นกลจักรสันดาปภายใน เมื่อเชื้อเพลิงได้รับความร้อนจะมีการเผาไหม้ทำให้เกิดพลังงานกล
 2. หม้อแปลงเพิ่มความต่างศักย์ในวงจรทำให้เกิดประกายไฟฟ้าที่เขี้ยวหัวเทียนเกิดการเผาไหม้กับเชื้อเพลิงในระบบสูบ ทำให้ลูกสูบ ขั้วเหวี่ยงและลั้ตันท้าลั้งเคลื่อนที่
 3. กลจักรกาซโซลีนมีการทำงาน 4 จั้งหะ คือ ดูด อัด ระเบิด และคาย
 4. กลจักรดีเซลเป็นกลจักรสันดาปภายในมีการทำงาน 4 จั้งหะ ดูด อัด-ดีด ระเบิด คาย
- จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรู้สามารถ
1. อธิบายหลักการทำงานของกลจักรกาซโซลีน ดีเซล และบอกความแตกต่างของกลจักรกาซโซลีน และกลจักรดีเซลได้
 2. อธิบายหลักการทำงานและหน้าที่ของหม้อแปลง
 3. บอกความหมายของขดลวดปฐมภูมิ ทุติยภูมิ หม้อแปลงขึ้นและหม้อแปลงลงได้

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนกลจักรสันดาปภายนอก สันดาปภายในและกลจักรไอน้ำ	- รดยนต์โดยสารที่นักเรียนใช้โดยสารใช้น้ำมันอะไร เครื่องยนต์มีส่วนประกอบที่สังเกตได้อะไรบ้าง
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- กลจักรกาซโซลีนมีหลักการทำงานอย่างไร
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง การจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า โดยใช้หม้อแปลงต่อกับกล่องโลหะและแบตเตอรี่ ใช้สายไฟจากหม้อแปลงเชื่อมขั้วไฟฟ้าสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่กล่องโลหะ ใช้ส้าลั้ชุบน้ำมันเบนซินวางในกล่องโลหะแล้วเชื่อมสายไฟกับขั้วแบตเตอรี่ สังเกตการเปลี่ยนแปลง	
4. <u>สรุปผล</u>	- เมื่อต่อครบวงจรมีการเปลี่ยนแปลงที่กล่องโลหะอย่างไร. - เมื่อเชื่อมสายไฟกับขั้วแบตเตอรี่มีการเปลี่ยนแปลงที่กล่องโลหะอย่างไร

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
ให้นักเรียนดูหม้อแปลง  ครูอธิบายเกี่ยวกับ คอยล์ หัวเทียน วงจรไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ ส่วนประกอบกลจักร กาซีโซลีน และดีเซล	- เมื่อวางสายลึซุบน้ำมันเบนซินลงในกล่องโลหะ แล้วเชื่อมกับขั้วแบตเตอรี่ สายลึซุบน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร. - สายลึซุบน้ำมันเบนซินติดไฟเพราะเหตุใด..... - จากการทดลองนักเรียนจะเขียนวงจรการทำงานของแบตเตอรี่ หม้อแปลง และกล่องโลหะได้อย่างไร.... - อุปกรณ์ที่ต่อระหว่างแบตเตอรี่และกล่องโลหะมีประโยชน์อย่างไร - หม้อแปลงที่มีขดลวดต้านกระแสไฟเข้ามากกว่าขดลวดต้านกระแสไฟออกเป็นหม้อแปลงชนิดใด - หากให้กระแสไฟเข้าทางต้านout และออกต้าน in หม้อแปลงจะการทำงานเหมือนเดิมหรือไม่..... - กระดิ่งไฟฟ้าใช้กระแส 15 โวลต์ ถ้าใช้กับกระแสไฟภายในบ้าน ควรใช้หม้อแปลงชนิดใด - ส่วนที่ทำหน้าที่หม้อแปลงในรถ ก็อะไร - หัวเทียนเปรียบได้กับส่วนใดในอุปกรณ์ชุดจุดเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟฟ้า - การตัดวงจรเกิดขึ้นบริเวณใดของรถ .. . - กลจักรไอน้ำ ดีเซล กาซีโซลีน มีหลักการทำงานแตกต่างกันอย่างไร - รถแทรกเตอร์ รถแทรลเลอร์ รถสิบล้อ รถแข่ง เรือบิน ควรใช้กลจักรชนิดใด. ...
5. มอบหมายงาน	- ข้อดีและข้อเสียของกลจักรไอน้ำ กาซีโซลีน ดีเซล มีอะไรบ้าง

คาบที่ 13 -14

เนื้อหาและสิ่งกบ

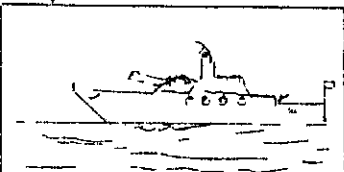
1. แรงลอยตัวของวัตถุขึ้นอยู่กับมวล ขนาด และรูปร่างของวัตถุ รวมทั้งความหนาแน่นของของเหลวที่วัตถุนั้นลอยอยู่

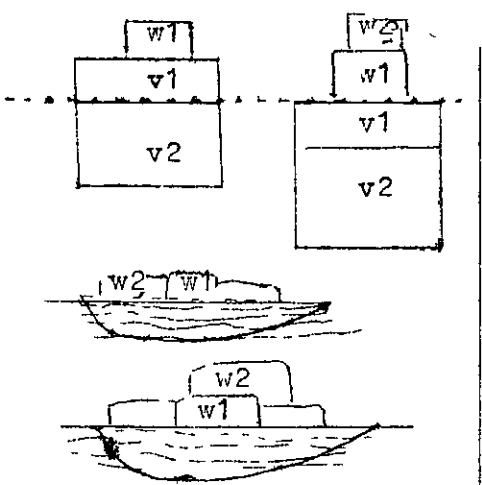
2. น้ำหนักของวัตถุที่หายไปในของเหลวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมของวัตถุนั้น ซึ่งเป็นหลักของอาร์คิมิดีส

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรสามารถ

1. บอกความหมายของแรงลอยตัวได้
2. สรุปได้ว่าเมื่อชั่งวัตถุในของเหลวต่าง ๆ กันจะได้น้ำหนักไม่เท่ากัน ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงพยุงมากกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย
3. นำเอาหลักการของอาร์คิมิดีสมาอธิบายการลอยตัวของเรือได้
4. สรุปได้ว่าขณะที่วัตถุลอยในของเหลว น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนการขนส่งทางบก กลจักรไอน้ำ กาซโซลีน และกลจักรดีเซล	- กลจักรที่มีกำลังมากเหมาะสำหรับใช้กับเรือ ควรใช้กลจักรชนิดใด - สิ่งมีชีวิตตอนตายใหม่ ๆ จะจมหรือลอยน้ำ และเมื่อตายนานแล้วจะจมหรือลอยน้ำ
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- เรือลอยน้ำได้เพราะเหตุใด..... - น้ำหนักของเรือเมื่อชั่งบนบกและในน้ำเท่ากันหรือไม่.
3. <u>นำการทดลอง</u> เรื่อง น้ำหนักของวัตถุจะเพิ่มหรือลดเมื่อชั่งในน้ำ โดยใช้ดินน้ำมันผูกเชือกเข้ากับตาชั่งสปริง บันทึกน้ำหนัก นำไปจมน้ำชั่งน้ำหนักและหาปริมาตรน้ำที่ล้นออกมา เปลี่ยนเป็นใช้ดินน้ำมันครึ่งก้อนทดลองทำนองเดียวกัน บันทึกผล	- น้ำหนักของดินน้ำมันทั้งก้อนเมื่อชั่งในน้ำและในอากาศมีค่าเท่าใด

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้	คำถาม
นำเข้าสู่การทดลอง ให้นักเรียนดูภาพเรือในมหาสมุทร  ทำการทดลอง เรือ ทำอย่างไรดินน้ำมันจึงลอยน้ำได้ นำก้อนดินน้ำมันไปชั่ง แล้วปั้นเป็นรูปถ้วยลอยน้ำ ซึ่งน้ำหนักถ้วยในน้ำ และหาปริมาตรด้วยถ้วยเรกา บันทึกผล หย่อนลูกเหรี๊จนถ่วงดินน้ำมันจม ทำเช่นเดิมแต่ปั้นด้วยดินน้ำมันให้เส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเดิม บันทึกผลสรุปผล	- เมื่อชั่งดินน้ำมันในน้ำ น้ำหนักของดินน้ำมันเปลี่ยนแปลงอย่างไร - ปริมาตรของดินน้ำมันทั้งก้อนมีค่าเท่าใด - ปริมาตรของดินน้ำมันทั้งก้อนมีค่าเท่ากับผลต่างของน้ำหนักของดินน้ำมันทั้งก้อนเมื่อชั่งในน้ำและในอากาศหรือไม่ . . - จากผลการทดลองจะเสนอข้อมูลให้เข้าใจได้อย่างไร . - เมื่อชั่งดินน้ำมันครึ่ง ก้อนในน้ำและในอากาศมีค่าเท่าใด . . - ผลต่างของน้ำหนักของดินน้ำมันครึ่งก้อนเมื่อชั่งในอากาศและชั่งในน้ำมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับดินน้ำมันครึ่งก้อนหรือไม่ - การทดลองโดยใช้ดินน้ำมันทั้งก้อนและครึ่งก้อนให้ผลการทดลองเหมือนกันหรือไม่ - เมื่อจุ่มดินน้ำมันลงไปลงในน้ำและน้ำเกลือดินน้ำมันจะจมในของเหลวใดมากกว่า - น้ำจืด มีความหนาแน่น 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำเค็มมีความหนาแน่น 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร เรือจะจมในน้ำจืดหรือน้ำเค็มได้มากกว่ากัน - เรือสร้างด้วยวัสดุใด มีความหนาแน่นเท่าใด - ทำไมเรือจึงลอยน้ำได้ ดินน้ำมันกลมตันจะลอยหรือจมน้ำ

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
ให้นักเรียนดูภาพ  5. มอบหมายงาน	- ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปถ้วยและดินน้ำมันกลมตันแบบไทย มีความหนาแน่นมากกว่ากัน ... - น้ำหนักของถ้วยดินน้ำมันเมื่อชั่งในอากาศและในน้ำมีค่าเท่าไร - น้ำหนักของถ้วยดินน้ำมันที่หายไปในน้ำมีค่าเท่าใด... - เมื่อลอยถ้วยดินน้ำมันเส้นผ่าศูนย์กลาง 3,4 เซนติเมตร ในถ้วยยูเรกา น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาเป็นเท่าใด.. - ถ้วยดินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3,4 เซนติเมตร บรรทุกลูกเหล็กได้กี่ลูก ... - ถ้าใช้ถ้วยดินน้ำมันเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร จะบรรทุกลูกเหล็กได้กี่ลูก ... - จากรูป เมื่อเพิ่มน้ำหนัก w_1, w_2 ทำให้วัตถุจมลงคือน้ำหนัก w_1, w_2 มีค่าเท่ากับน้ำหนักของเหลวปริมาตรเท่าใด - น้ำหนัก w_1 มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า w_2 อย่างไร . - จากรูป เมื่อเรือลอยในแม่น้ำจะรับน้ำหนักได้มากที่สุดเท่าใดเรือจึงจะไม่จมน้ำ - ถ้าเรือลำนี้ลอยในน้ำทะเลส่วนที่ลอยพ้นน้ำจะมากหรือน้อยกว่านี้อย่างไร เพราะเหตุใด - เมื่อเรือบรรทุกน้ำหนัก w_1, w_2 ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของเรือทั้งสองลักษณะจะอยู่ที่เดิมหรือไม่ - ให้นักเรียนออกแบบเรือที่บรรทุกได้มาก วิ่งได้เร็ว สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย จะใช้วัสดุใด ก็ได้

ตอนที่ 15 - 16

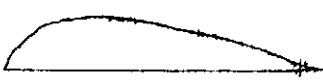
เนื้อหาและสิ่งกบ

1. อากาศที่มีความเร็วสูงจะมีความกดดันต่ำทำให้อากาศที่มีความเร็วต่ำซึ่งมีความกดดันสูงเข้ามาแทนที่ เป็นหลักการของเบอร์นูลลีที่ใช้ในการอธิบายการลอยตัวของเครื่องบิน
2. การสื่อสารในปัจจุบันได้มีการวิวัฒนาการโดยใช้เครื่องมือสื่อสารที่อาศัยการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้การสื่อสารรวดเร็ว
3. แรงแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการเพิ่มกระแสไฟฟ้า จำนวนรอบของขดลวด และการใช้แกนสารแม่เหล็ก

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนควรสามารถ

1. อธิบายหลักการของเบอร์นูลลี เมื่อความเร็วอากาศเพิ่มความดันจะลดลง
2. นำเอาหลักการของเบอร์นูลลีมาอธิบายการลอยตัวของเครื่องบินในอากาศได้
3. ทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถส่งแรงผ่านน้ำและอากาศได้
4. สรุปได้ว่าแรงแม่เหล็กไฟฟ้าเพิ่มได้ด้วยการเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด การใช้แกนสารแม่เหล็ก

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนยานพาหนะขนส่งทางบก ทางน้ำและอากาศ	- การลอยตัวของนก วาว เครื่องบินในอากาศเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร . . .
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศได้เพราะเหตุใด . . . - จากรูปปีกของเครื่องบินมีลักษณะอย่างไร . . .
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศได้เพราะเหตุใด โดยใช้กระดาษขนาดเท่ากัน 2 แผ่น พับแบนและพับโค้งด้านบน ซึ่งด้วยเชือกที่ยึดติดระหว่างก้นคินนัมมัน 2 ก้อน แล้วใช้หลอดพลาสติกเป่าคานหน้า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษทั้งสองแผ่นบันทึกผล	
4. <u>สรุปผล</u>	- เมื่อเป่าลมผ่านกระดาษทั้งสองแผ่นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
 นำเข้าสู่การทดลอง ทบทวน การสื่อสารแบบต่าง ๆ	- ด้านบนและด้านล่างของกระดาษโค้ง ด้านไหนมีความยาวมากกว่ากัน ... - ถ้ามลื่นที่เคลื่อนที่จากด้านหน้าถึงด้านหลังใช้เวลาเท่ากัน ลมที่ผ่านกระดาษโค้งด้านบนและด้านล่าง ด้านไหนจะมีความเร็วมากกว่ากัน ... - กระดาษโค้งด้านบนสามารถลอยตัวขึ้นได้เพราะเหตุใด... - แผ่นกระดาษที่มีส่วนโค้งด้านบนเปรียบได้กับส่วนใดของเครื่องบิน - เครื่องบินลอยตัวอยู่ในอากาศได้ ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง .. - การสื่อสารมีความหมายอย่างไร - แม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยอะไรบ้าง มีหลักการทำงานอย่างไร
<u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง แรงแม่เหล็กเพิ่มได้อย่างไร โดยใช้ขดลวดทองแดงที่พันรอบแกนพลาสติกจำนวน 50 รอบ ต่อกับหม้อตอร์ เอาตะปูผูกค้ายแขวนไว้ใกล้ ๆ สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู ใช้แท่งเหล็ก อลูมิเนียม เป็นแกน ใช้ขดลวด 100 รอบ หดลองเช่นเดิม จุ่มตะปูลงในน้ำวางไว้ใกล้แม่เหล็กไฟฟ้า สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู บันทึกผลการทดลอง	
<u>สรุปผล</u>	- เมื่อขดลวดทองแดงกับขั้วแบตเตอรี่ ตะปูเคลื่อนที่อย่างไร. - แกนเหล็ก อลูมิเนียมอย่างไรจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กมากกว่ากัน - การใช้ขดลวด 50 และ 100 รอบตะปูมีการเคลื่อนที่แตกต่างกันอย่างไร - จากผลการทดลองนักเรียนจะเขียนตารางบันทึกผลที่บรรจุข้อมูลทั้งหมดและเข้าใจได้ง่ายอย่างไร

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
5. มอบหมายงาน	- ถ้าเพิ่มขดลวดเป็น 50 รอบ โดยใช้แกนเหล็ก แม่เหล็กจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร - จากการทดลอง การเพิ่มแรงแม่เหล็กไฟฟ้าทำได้ โดยวิธีการใดบ้าง - เมื่อเอาตะปูแขวนไว้ในน้ำ วางไว้ใกล้แม่เหล็กไฟฟ้า แม่เหล็กดูดตะปูได้ เพราะเหตุใด - อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ที่นักเรียนเคยใช้ หรือสังเกต มีอะไรบ้าง

คาบที่ 17 - 18

เนื้อหาและสัปดาห์

1. เครื่องรับและเครื่องส่งโทรเลขเป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งที่สำคัญหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าในเครื่องรับ และสวิตช์ไฟในเครื่องส่ง การตัดต่อวงจรไฟฟ้าทำให้เกิดแรงแม่เหล็กในเครื่องรับจะดูดแผ่นเหล็กลงมาทำให้มีเสียงดังตามจังหวะการกด สามารถแปลความออกมาได้

2. โทรเลขแบบคันเคาะได้พัฒนาเป็นเครื่องโทรพิมพ์ สามารถส่งข่าวเป็นตัวอักษรได้

3. โทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ประกอบด้วยลำโพงและไมโครโฟน

4. ไมโครโฟนมี 2 ชนิด คือ การ์บอนไมโครโฟนซึ่งมีการ์บอนและถ่านไฟฉายเป็นส่วนประกอบ ส่วนไดนามิกไมโครโฟนไม่ต้องมีการ์บอน เป็นไคทั้งไมโครโฟนและลำโพง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนควรสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องรับเครื่องส่งโทรเลขได้ถูกต้อง

2. อธิบายหลักการทำงานของโทรศัพท์ไดนามิกไมโครโฟนได้

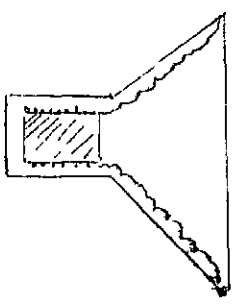
3. สรุปได้ว่าการ์บอนไมโครโฟนจะทำงานได้ต้องอาศัยถ่านการ์บอน และแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ถ้าพลังงานไฟฟ้ามากเกินไปเสียงจะดังมาก

4. ทดลองต่อวงจร เกาะสัญญาณและแปลงสัญญาณเครื่องรับ-ส่งโทรเลขได้

5. เปรียบเทียบหลักการทำงานของคาร์บอนไมโครโฟนและไดนามิกไมโครโฟนได้

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนหลักการ ทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า การเพิ่ม อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า	- เครื่องมือสื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้ามีอะไรบ้าง... - เครื่องรับส่งโทรเลขมีหลักการทำงานอย่างไร ..
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง หลักการของเครื่องรับ-ส่งโทรเลข ต่อวงจรเครื่องรับ เครื่องส่งโทรเลข เข้ากับแบตเตอรี่ กดคันเคาะ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เครื่องรับ ใช้สายไฟที่ยาวมาก ๆ กดคันเคาะสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เครื่องรับ กดคันเคาะตามรหัสที่ต้องการ ผู้รับบันทึกรหัส	- เมื่อต่อวงจรแล้วกดคันเคาะเครื่องรับมีการเปลี่ยนแปลง อย่างไร .. - จังหวะการกดคันเคาะและเสียงที่เกิดจากเครื่องรับ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร .. - เมื่อต่อวงจรโดยใช้สายไฟยาวกว่าเดิม เสียงที่เครื่องรับ เหมือนเดิมหรือไม่อย่างไร .. - นักเรียนจะเขียนแผนภาพแสดงวงจรเครื่องรับ-ส่ง โทรเลขอย่างไร - รหัสคำว่า "วิทยาศาสตร์เป็นหนทางสู่ความจริง" มีลักษณะอย่างไร - นักเรียนมีวิธีการส่งโทรเลข "สวัสดีปีใหม่" ได้อย่างไร ..
4. <u>สรุปผล</u>	
ภาพแสดงรหัสโทรเลข	
อธิบายวิวัฒนาการของโทรเลข	
เป็นโทรพิมพ์	
<u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	
	- การสื่อสารโทรเลขสามารถพูดโต้ตอบกันระหว่างผู้ส่ง และผู้รับได้หรือไม่ ..

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
<u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง โทรศัพท์อย่างง่าย โดยใช้ไมโครโฟนที่ใช้ใส่ดินสอ ต่อเข้ากับถ่านไฟฉาย และลำโพง ขยับใส่ดินสอฟังเสียงจากลำโพง ม้วนกระดาษจอบริเวณใส่ดินสอแล้วพูดฟังเสียงจากลำโพง ทำเช่นเดิมแต่เปลี่ยนเป็นใช้ถ่านไฟฉาย 2,3 และ 4 ก้อน บันทึกผลการทดลอง	- โทรศัพท์ที่หลักการทำงานอย่างไร
<u>สรุปผล</u>	- เมื่อขยับใส่ดินสอเบา ๆ จะมีเสียงที่ลำโพงหรือไม่... - เมื่อพูดที่ปลายม้วนกระดาษ เสียงจากลำโพงเปลี่ยนแปลงอย่างไร ... - เมื่อต่อถ่านไฟฉายและไม่ต่อถ่านไฟฉายเสียงที่ได้ยินจากลำโพงแตกต่างกันหรือไม่ - เมื่อต่อถ่านไฟฉาย 2,3 และ 4 ก้อน เสียงที่ได้ยินจากลำโพงแตกต่างกันอย่างไร .. . - นักเรียนจะมีวิธีการเสนอข้อมูลจากการทดลองครั้งนี้ให้เข้าใจได้ง่ายอย่างไร - เมื่อต่อถ่านไฟฉายเพิ่มเป็น 5 ก้อน เสียงที่ลำโพงเปลี่ยนแปลงอย่างไร - จากการทดลองจะสรุปการเกิดเสียงจากคาร์บอนไมโครโฟนได้อย่างไร - นักเรียนจะเขียนไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนพลังงานในคาร์บอนไมโครโฟนได้อย่างไร .. .
<u>นำเข้าสู่การทดลอง</u> (สาริต)	- โทรศัพท์ที่คาร์บอนไมโครโฟน เมื่อเอาถ่านไฟฉายออกจากวงจร มีเสียงดังที่ลำโพงหรือไม่ .. - โทรศัพท์ที่ไม่ต้องใช้ถ่านไฟฉายอยู่ในวงจรเรียกว่าอะไร - โทรศัพท์ใดนามักไมโครโฟนมีหลักการทำงานอย่างไร...

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
ทำการทดลอง เรื่อง โทรศัพท์ที่ใช้ไดนามิกไมโครโฟน ต่อสายไฟระหว่างลำโพงตัวที่ 1 และตัวที่ 2 สับเปลี่ยนกันพูดและฟัง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเสียงจากลำโพง <u>สรุปผล</u> อธิบายลักษณะของลำโพง 	- การต่อวงจรไดนามิกไมโครโฟนมีแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าหรือไม่ - ลำโพงเสียงด้านผู้พูดและผู้ฟังเหมือนกันหรือไม่ - เมื่อพูดผู้ฟังได้ยินเสียงเป็นคำพูดหรือไม่ และเมื่อสลับกันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร - นักเรียนจะเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนพลังงานของไดนามิกไมโครโฟนอย่างไร . . - จากการทดลองเสียงที่ลำโพงทั้งสองข้างเกิดขึ้นเพราะเหตุใด .. . - ลำโพงมีการเปลี่ยนพลังงานอย่างไร .. . - การเปลี่ยนพลังงานของไดนามิกและคาร์บอนไมโครโฟนแตกต่างกันอย่างไร - เหตุใดวงจรไดนามิกไมโครโฟนจึงไม่ต้องมีถ่านไฟฉาย - ขณะที่พูดลงไปในไดนามิกไมโครโฟน กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลำโพงมีค่าคงที่หรือไม่ เพราะเหตุใด ... - ส่วนที่เหมือนกันและแตกต่างกันในเครื่องรับ เครื่องส่ง โทรเลข และ ไดนามิกไมโครโฟน กับคาร์บอนไมโครโฟนมีอะไรบ้าง . . .
5. <u>มอบหมายงาน</u>	

แผนการลอน เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร เน้นคำถามทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (คาบที่ 1 - 2)

เนื้อหาและสิ่งกั

1. การขนส่งและการสื่อสารรวมเรียกว่าการคมนาคม เป็นสิ่งจำเป็นในการติดต่อ
ไปมาหาสู่ และการลำเลียงผลผลิตต่าง ๆ

2. ยานพาหนะในอดีตได้รับการพัฒนาด้วยความเร็ว ขนาด และพลังงานที่ใช้

3. การเคลื่อนที่ของยานพาหนะจะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้น ซึ่งเป็นแรงที่เกิดระหว่าง
ผิวสัมผัสของวัตถุ ขณะวัตถุเคลื่อนที่ ล้อของยานพาหนะสามารถช่วยลดแรงเสียดทานได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรสามารถ

1. อธิบายความหมาย การคมนาคม ได้ถูกต้อง

2. บอกได้ว่าแรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งกระทำ
ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

3. สรุปได้ว่าล้อช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างตัวรถและถนน

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
1. นำเข้าสู่บทเรียน ให้นักเรียนดูภาพ แสดงการขนส่งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ การสื่อสารโทรเลข โทรเลข โทรศัพท์ วิทยุ และการสื่อสารดาวเทียม อธิบายสรุปความหมาย การคมนาคม ให้นักเรียนดูภาพแสดงการวิวัฒนาการ ของยานพาหนะ	- ตอนเข้านักเรียนเดินทางมาโรงเรียนโดยใช้ ยานพาหนะชนิดใด .. - ถ้าต้องการรายงานผลการสอบคัดเลือกไปยัง เพื่อนต่างจังหวัด การใช้บริการส่งข่าวแบบไหน.. - จากภาพสรุปว่าการคมนาคมประกอบด้วยอะไรบ้าง. - ถ้านำรถสมัยโบราณกับปัจจุบันที่มีอายุการใช้งาน เท่ากัน มาวิ่งในระยะทางเท่ากัน แบบไหนจะวิ่ง ถึงก่อน . - การทดสอบความคิดตั้งกล่าว สิ่งใด(ตัวแปร)ที่ต้อง ควบคุมให้คงที่ . - ยานพาหนะสมัยโบราณและปัจจุบันแตกต่างกันอย่างไร..

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้	คำถาม
2 <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- ยานพาหนะทางบกทุกชนิดมีล้อ ล้อมีความสำคัญอย่างไร - ถ้าต้องการลากกระสอบทรายบนโต๊ะ ให้พอนแรงมากที่สุด นักเรียนมีวิธีการอย่างไร . . . - คำว่า "พอนแรง" สังเกตหรือวัดได้อย่างไร - การวางถุงทรายบนโต๊ะ และวางบนรถ อย่างไหนใช้แรงถึงมากที่สุด
3 <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง ล้อกับยานพาหนะ โดยใช้ถุงทรายลากบนโต๊ะที่มีกระเบื้องรอง อยู่ แล้วเพิ่มน้ำในกระเบื้องจนถุงทรายเคลื่อนที่ บันทึกปริมาณของน้ำและน้ำหนักไว้ ทดลองทำเองเดียวกัน แต่เปลี่ยนเป็นใช้ถุงทรายวางบนรถล้อมีเนียม	
4 <u>สรุปผล</u> อธิบายความหมายของแรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุเคลื่อนที่	- จากการวางถุงทรายบนรถและบนโต๊ะเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่ใช้ได้อย่างไร . . . - ในการทดลองนี้นักเรียนคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า (สมมติฐาน) ว่าอย่างไร . . . - ถ้าไม่ใช้การหาปริมาณของน้ำในกระเบื้อง นักเรียนจะวัดแรงได้อย่างไร . . . - แรงดึงของน้ำและแรงเสียดทานมีผลต่อกัน (สัมพันธ์) กันอย่างไร . . . - จากภาพ ให้นักเรียนแสดงทิศทางของแรงเสียดทานจากการลากกระสอบข้าวสาร . . . - แรงเสียดทานเกิดขึ้นได้อย่างไร มีทิศทางอย่างไร . . . - โต๊ะ ตู้ เติียงควรสร้างอย่างไร จึงสะดวกในการเคลื่อนย้าย . . .
5 <u>มอบหมายงาน</u>	- ถ้าโลกเราไม่มีแรงเสียดทาน เหตุการณ์ใดจะเกิดขึ้นบ้าง ตอบได้มากข้อตามที่นักเรียนสามารถคาดคะเนได้.

คาบที่ 3 - 4

เนื้อหาและสิ่งกับ

1. สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน คือ แรงกดและลักษณะผิวสัมผัส
2. สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน คือ สัดส่วนระหว่างแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่กับแรงกดทับ
3. แรงเสียดทานเกิดขึ้นได้เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปทั้งในของแข็ง ของเหลว และกาซ

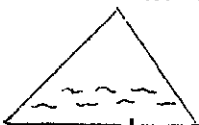
ดังนั้นการสร้างยานพาหนะจึงคำนึงถึงแรงเสียดทาน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. บอกได้ว่าสิ่งที่ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างล้อและเพลลา คือ ลูกปืน พูช น้ำมันหล่อลื่น
2. บอกความหมายสัมประสิทธิ์ความเสียดทานได้ถูกต้อง
3. สรุปได้ว่าแรงเสียดทานจะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่
4. สรุปได้ว่าแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และแรงกดระหว่างผิวสัมผัส

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ครูทบทวน เรื่อง แรงเสียดทาน	- ถ้ารถที่นักเรียนใช้อยู่มีความเร็วมาก เป็นเพราะเหตุใด . - วิธีลดความเร็วของรถควรทำอย่างไร . . - ล้อและเพลามีแรงเสียดทานเกิดขึ้นการลดแรงเสียดทานด้วยวิธีการใด ...
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- แผ่นไม้ขนาดใหญ่ กลาง เล็ก เมื่อบรรทุกน้ำหนักเท่ากัน แผ่นใดต้องใช้แรงดึงมากที่สุด ท่อนไม้จึงเคลื่อนที่ . - แผ่นไม้อื่นเดียวกัน ถ้าวางทับด้วยตุ้มน้ำทราย 1,2 ถุง แล้วออกแรงดึง จะต้องใช้แรงดึงต่างกันอย่างไร . - แรงดึง มีความหมายอย่างไร มีวิธีวัดอย่างไร ...
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง สิ่งที่มีผลต่อแรงเสียดทาน โดยใช้ไม้ัดขนาด $20 \times 10 \text{ cm}^2$ วางทับด้วย ตุ้มน้ำทราย 1,2 ถุง บันทึกปริมาตรของน้ำที่ไหลลง แล้วเปลี่ยนเป็นใช้ไม้ัดขนาด $10 \times 10 \text{ cm}^2$ และ $5 \times 10 \text{ cm}^2$ บันทึกปริมาตรของน้ำที่ไหลลง	
4. <u>สรุปผล</u>	- เมื่อใช้ตุ้มน้ำทราย 1,2 ถุง วางทับบนแผ่นไม้ัดขนาด $20 \times 10 \text{ cm}^2$ ต้องใช้แรงดึง 110, 150 กรัม นักเรียน

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน			คำถาม
			กำลังตรวจสอบสมมติฐานใด
			- ถ้าจะทดลองว่าแผ่นไม้ขนาดต่างกัน จะต้องใช้แรงดึงเท่ากันหรือไม่ตอนไม้จึงเคลื่อนที่ ตัวแปร(สิ่งใด) ที่ต้องควบคุมให้คงที่
ตารางบันทึกผล			
พื้นที่ผิวสัมผัส (ตารางเซนติเมตร)	จำนวนถุงทราย (ถุง)	น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	- จากตารางบันทึกข้อมูล ความสัมพันธ์ของแรงดึง
			- และพื้นที่ผิวสัมผัส มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ...
20x10	2	150	- จากผลการทดลอง แรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง . .
20x10	1	100	- กระดาษแข็ง โฟม ขนาดเท่ากัน วางทับด้วยถุงทราย
10x10	1	110	1 ถุง ต้องใช้แรงดึงเพื่อลากให้เคลื่อนที่เท่ากันหรือไม่.
5x10	1	90	- ถ้าตรวจสอบความถูกต้องกล่าว สิ่งใด (ตัวแปร) ที่ต้องควบคุมให้คงที่ . .
ทำการทดลอง ตอนที่ 2 โดยใช้แผ่นไม้อัด กระดาษแข็ง และโฟมขนาด 20x100 วางทับด้วย			
ถุงทราย 1 ถุง บันทึกปริมาตรของน้ำที่ใช้วาง			
สรุปผล			- แรงเสียดทานเมื่อไม้อัด กระดาษแข็ง และโฟมสัมผัสกับโต๊ะมีค่าเท่ากันหรือไม่ . .
			- ถ้าขนาดของผิวสัมผัส ชนิดผิวสัมผัส และจำนวนถุงทรายแตกต่างกัน จะมีผลต่อแรงเสียดทานอย่างไร. . .
			- แรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปร(สิ่งใด)บ้าง
ครูสาธิตให้นักเรียนดู โดยเอา			- เมื่อวางหนังสือบนโต๊ะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นหรือไม่ . .
หนังสือวางบนโต๊ะแล้วเอียง			- เมื่อเอียงโต๊ะ 60 องศา หนังสือจะเคลื่อนที่หรือไม่..
			- เมื่อหนังสือเริ่มเคลื่อนที่บนโต๊ะ แรงเสียดทานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร . . .

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน				คำถาม
ครูอธิบาย สัมประสิทธิ์ความเสียหาย- คือ สัดส่วนระหว่างแรงดึง และ แรงกดทับ				ท่อนไม้หนัก 1 กิโลกรัม ออกแรงดึง 4 นิวตันท่อนไม้ จึงเคลื่อนที่ จะมีสัมประสิทธิ์ความเสียหายเป็นเท่าใด - วาดตาราง สัมประสิทธิ์ความเสียหายจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง.. .
แรงกด (กรัม)	แรงดึง (กรัม)	วัสดุผสม	สปีส.	
250	-	ไม้อัด/โต๊ะ	-	- จากตาราง สัมประสิทธิ์ความเสียหายจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
250	-	โฟม/โต๊ะ	-	
250	-	กระดาษ/ โต๊ะ	-	
ภาพแสดงบริเวณถนนลื่น  ถนนลื่น				- ถ้าพื้นรองเท้าที่นักเรียนสวมอยู่ ไม่มีดอก หรือลื่นเลย เมื่อเดินบนพื้นซีเมนต์เหตุการณ์ไถจะเกิดขึ้น - ถ้าวิ่งด้วยความเร็วสูงผ่านบริเวณดังกล่าว คาดว่า เหตุการณ์ไถจะเกิดขึ้น - บริเวณดังกล่าวในช่วงฤดูฝน ฤดูร้อน ตอนไหนจะมี แรงเสียดทานน้อยที่สุด . .. - หากต้องการออกแบบรองเท้าที่มีความเร็วสูง สั้นเปรี๊ยะ เชื้อเพลิงน้อย ควรมีลักษณะอย่างไร (เขียนภาพ)

5. มอบหมายงาน

5. มอบหมายงาน

คาบที่ 5 - 6

เนื้อหาและสัปดาห์

1. ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะขึ้นอยู่กับความเร็ว น้ำหนักบรรทุก จุดศูนย์กลางความเฉื่อย และระยะหยุดรถที่ปลอดภัย

2. ความเร็วและน้ำหนักของยานพาหนะทำให้ค่าโมเมนตัมสูง

3. ยานพาหนะความเร็วสูงและน้ำหนักบรรทุกมากจะมีค่าโมเมนตัมสูง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรู้ว่า

1. บอกความหมาย "โมเมนตัม" ได้ถูกต้อง

2. สรุปได้ว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม วัตถุมีโมเมนตัมมากจะมีพลังงานมาก

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> พบพานเรื่อง เสียหาย ลักษณะรูปร่างของ ยานพาหนะ ที่ทำให้สิ้นเปลือง เชื้อเพลิง	- รถวิ่งด้วยความเร็วสูงและความเร็วต่ำ เมื่อเกิด อุบัติเหตุอย่างไหนจะเสียหายมากกว่ากัน. . . - รถที่มีน้ำหนักมากและน้ำหนักน้อย เมื่อชนกัน อย่างไหนจะเสียหายมากกว่ากัน .
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- ถ้าจะตรวจสอบว่าวัตถุที่มีมวลต่างกัน ความเร็วต่างกัน พุ่งเข้าชนฉากกันอย่างไรจะมีแรงชนมากกว่ากัน ต้องควบคุมตัวแปร(สิ่งใด)ให้คงที่. - แรงชน หรือ แรงกระทบ มีความหมายอย่างไร วัดได้อย่างไร . . .
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง การกระทบกันของวัตถุ โดยใช้อุปกรณ์ลูกตุ้มมี 5 ลูก ยกลูกตุ้ม 1 เสกจุดแขวน สูงกว่าจุดแขวน และพอกินน้ำมัน สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอื่น ๆ นักเรียนบันทึกผลการทดลอง	- ลูกตุ้มแต่ละลูกมีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่ จะตรวจสอบ อย่างไร . . . - จากตารางปล่อยลูกตุ้ม 1 และลูกตุ้ม 1 ตีคติน้ำมัน ลูกตุ้ม 5 เคลื่อนที่สูงเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด .
4. <u>สรุปผล</u>	

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน				คำถาม
ตารางบันทึกผลการทดลอง				
ลูกตุ้ม	ระยะสูงที่ปล่อย	ลูกตุ้มที่เคลื่อนที่	ความสูง	
1	เสมอจุดแขวน	5	-	- ลูกตุ้ม 1 และลูกตุ้ม 1 ติดดินน้ำมัน ปลอยจากที่สูงเท่ากัน สิ่งใด(ตัวแปร)คงที่ และไม่คงที่
1/2 ดินน้ำมัน	เสมอจุดแขวน	5	-	- ลูกตุ้ม 1 ปลอยจากที่สูง 10,15 เซนติเมตร สิ่งใด(ตัวแปร)คงที่และไม่คงที่ . . .
1	สูงกว่าจุดแขวน	5	-	- เมื่อปลอยลูกตุ้ม 1 จากระดับเสมอจุดแขวน และสูงกว่าจุดแขวน ลูกตุ้ม 5 เคลื่อนที่สูงไม่เท่ากัน สิ่งใด(ตัวแปร)ที่ทำให้ลูกตุ้ม 5 เคลื่อนที่สูงไม่เท่ากัน. ...
1,2	เสมอจุดแขวน	4,5	-	- นำหนักลูกตุ้ม, ระดับที่ปลอย และความสูงของลูกตุ้มที่เคลื่อนที่สัมพันธ์กันอย่างไร .
ครูอธิบาย โมเมนตัม คือพลังงานที่ใช้ในการชนของวัตถุ โดย โมเมนตัม = แรง $\times$ ความเร็ว				- ถ้าเอาลูกตุ้ม 3 ออกแล้วปลอยลูกตุ้ม 1,2 ลูกตุ้ม 5 จะเคลื่อนที่หรือไม่ . .
				- หากใช้ชุดลูกตุ้ม 7 ลูก เมื่อปลอยลูกตุ้ม 1 จะทำให้ลูกตุ้มใดเคลื่อนที่ . .
				- โมเมนตัมจะมีค่ามากที่สุดขึ้นอยู่กับตัวแปรใด . . .
				- ลูกตุ้ม 1 ต้องปลอยลักษณะใดจึงจะมีโมเมนตัมมากที่สุด . . .
				- รถยนต์หนัก 3000 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที จะมีค่าโมเมนตัมเท่าใด .
				- รถยนต์หนักเท่ากันวิ่งด้วยความเร็ว 60,120 กิโลเมตร/ชั่วโมง เมื่อชนกันรถคันไหนจะเสียหายมากกว่า..
				- วิธีลดและเพิ่มโมเมนตัมของรถเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ควรใช้วิธีการใด .
				- นักเรียนจะออกแบบสร้างปืนใหญ่ให้มีลักษณะอย่างไร จึงจะมีอำนาจการทำลายสูง,ยิงได้ไกล. . .

ภาพที่ 7 - 8

เนื้อหาและสิ่งก้ำ

1. ความเฉื่อยคือ ความพยายามคงสภาพเดิมของวัตถุขณะที่เคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว หรือหยุดอย่างรวดเร็ว
 2. จุดศูนย์กลาง คือ จุดที่แนวแรงจากทุกส่วนของวัตถุตัดกัน วัตถุทรงตัวได้ดีเมื่อจุดศูนย์กลางต่ำ
 3. เมื่อรถวิ่งด้วยความเร็วสูงระยะเบรคและระยะปฏิกิริยาจะไกล ระยะหยุดรถที่ปลอดภัยขึ้นอยู่กับระยะ เบรคและระยะปฏิกิริยา
- จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรสามารถ
1. อธิบายความหมาย"ความเฉื่อย"ได้ถูกต้อง
 2. อธิบายได้ว่าการที่วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือข้างหลังขณะรถหยุดหรือออกกรดอย่างรวดเร็ว เกิดจากวัตถุนั้นมีความเฉื่อย
 3. นำหลักการเกี่ยวกับความเฉื่อยไปใช้ในการบรรทุกของบนรถได้อย่างปลอดภัย
 4. ทำการทดลองเพื่อหาจุดศูนย์กลางของวัตถุรูปทรงต่าง ๆ ได้
 5. ทำการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าวัตถุจะล้มเมื่อแนวคิ่งจากจุดศูนย์กลางออกนอกฐาน

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนความ- ปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ ความเร็ว น้ำหนักที่บรรทุกและ โมเมนตัม	- การลากจูงรถเกรื่องเสียควรทำอย่างไร .. . - - รถบรรทุกท่อนไม้ขณะ เคลื่อนที่ออกและหยุดอย่างรวดเร็ว ท่อนไม้บนรถมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร.....
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- การเคลื่อนที่ออกและหยุดอย่างรวดเร็วมีความหมาย อย่างไร และมีวิธีการสังเกตอย่างไร . . - การทำให้รถดูล้มเ็นขมเคลื่อนที่ออกและหยุดอย่างรวดเร็ว ควรทำอย่างไร .

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

คำถาม

3. ทำการทดลอง เรื่อง ความเฉื่อยของวัตถุ โดยวางท่อนไม้บนรถล้อมิเนียม ค่อย ๆ ผลักรถให้เคลื่อนที่ ผลักรถอย่างแรง และค่อย ๆ ใช้ไม้บรรทัดกั้น และกั้นอย่างรวดเร็ว สังเกตการเปลี่ยนแปลงของท่อนไม้ บันทึกผลการทดลอง

4. สรุปผล

ครูอธิบาย ความเฉื่อย คือความพยายามคงสภาพเดิมของวัตถุ

นำเข้าสู่การทดลอง (สาธิต)

อธิบายจุดศูนย์กลาง คือจุดที่แนวแรงจากทุก ส่วนของวัตถุผ่าน

- ขณะที่ผลักรถและหยุดรถในลักษณะต่าง ๆ สิ่งใด(ตัวแปร) ที่ต้องควบคุมให้คงที่ ...
- การผลักรถอย่างรวดเร็วท่อนไม้จะถอยมาด้านหลัง ส่วนการผลักรถอย่างช้า ๆ ท่อนไม้ไม่เคลื่อนที่ สิ่งใด(ตัวแปร) ที่ทำให้ท่อนไม้เปลี่ยนแปลง ...
- การหยุดรถอย่างช้า ๆ และการหยุดรถอย่างรวดเร็ว ทำให้ท่อนไม้ไม่มีการเคลื่อนที่และเคลื่อนที่ไปข้างหน้า สิ่งใด (ตัวแปร) ที่ทำให้ท่อนไม้เปลี่ยนแปลง
- การออกรถและการหยุดรถเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของท่อนไม้บนรถอย่างไร .. .
- ความเฉื่อยของท่อนไม้เกิดขึ้นเมื่อใด และสัมพันธ์กับการออกรถและการหยุดรถอย่างไร
- ระยะในการลากจูงรถที่เครื่องเสียเป็น 5 เมตร ขณะที่รถคันลากจูงหยุด เหตุการณ์ใดน่าจะเกิดขึ้น....
- จากความรู้เรื่องความเฉื่อย จะมีวิธีการบรรทุกหีบบนรถให้ปลอดภัยได้อย่างไร
- ถ้าวอกแรงเท่า ๆ กันผลักรถที่วางคานปากขวดและคานก้นไว้นบนโต๊ะ การวางขวดลักษณะใดจะล้มได้ง่ายกว่า.. .
- "จุดศูนย์กลาง"นักเรียนจะกำหนดความหมายที่ตรวจสอบได้อย่างไร

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้	คำถาม
<u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง การหาจุดศูนย์กลางของวัตถุ โดยใช้กระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า และก้อนดินน้ำมันรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผูกเชือกหาจุดตัดของแนวแรงของกระดาษ และก้อนดินน้ำมัน <u>สรุปผล</u>	- ขวดที่วางด้านปากและด้านก้นบนโต๊ะ มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่เดียวกันหรือไม่ ถ้าจะทดลองควรตั้งสมมติฐานอย่างไร - แนวเส้นค้ำยันทั้ง 3 เส้นบนกระดาษแข็งตัดกันที่จุดเดียวกันหรือไม่ ... - หากเจาะรูกระดาษแข็งเพิ่มอีก 1 รู แล้วหาแนวเส้นค้ำยันบนกระดาษแข็ง จะตัดกันที่จุดเดิมหรือไม่ ... - น้ำหนักของกระดาษแข็งที่อยู่ซีกซ้ายและขวาของเส้นแนวแรงที่ลากผ่านจุดตัดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร... - แนวเข็มหมุดที่ปักบนก้อนดินน้ำมันตัดกันที่จุดเดียวกันหรือไม่ - น้ำหนักของก้อนดินน้ำมันด้านซ้ายและขวาของเส้นแนวแรงที่ลากผ่านจุดตัดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ... - จากจุดตัดบนกระดาษและก้อนดินน้ำมัน จุดศูนย์กลางของกระดาษและก้อนดินน้ำมันนี้อยู่บริเวณใด ... - ถ้าจะหาจุดศูนย์กลางของขวดจะมีวิธีการอย่างไร..... - จุดศูนย์กลางของรูปทรงกลมอยู่ที่ใด - ลูกฟุตบอลที่มีลมเต็มและสูบลมออกจนหมดแล้ว มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่เดียวกันหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร . . - เมื่อเอียงท่อนไม้ โดยแนวเส้นทะแยงมุมตั้งฉากกับพื้น และเลขแนวตั้งฉากกับพื้น ลักษณะใดจะทำให้ท่อนไม้ล้มง่าย .

นำเข้าสู่การทดลอง (สาริต)



ทำการทดลอง เรื่อง การหาจุดศูนย์กลางของวงรี ตอนที่ 2 โดยใช้ท่อนไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ด้านกว้างเป็นฐาน ชีตขนาดของฐานไว้ ใช้ก้านคิน้ำมันผูกเชือกจากจุดศูนย์กลางมายังฐาน แล้วเอียงท่อนไม้ให้แนวเส้นเชือกอยู่ในฐาน และอยู่นอกฐาน สังเกตการล้มของท่อนไม้



5. มอบหมายงาน

อธิบายความรู้เกี่ยวกับระยะหยุดรถ ที่ปลอดภัย ประกอบด้วยระยะเบรค และระยะปฏิกิริยา

ตารางแสดงระยะหยุดรถ ที่ปลอดภัย

- เมื่อเอียงท่อนไม้โดยให้แนวเส้นเชือกอยู่ในฐาน และ อยู่นอกฐาน ลักษณะใดจะทำให้ท่อนไม้ล้ม . . .
- การล้มของท่อนไม้ขึ้นอยู่กับสิ่งใด (ตัวแปร).....
- ข้อแตกต่างระหว่างรถบรรทุกและรถแข่งเกี่ยวกับ จุดศูนย์กลาง ความปลอดภัย ความเร็ว แรงเสียดทาน และโมเมนตัมมีอะไรบ้าง.....
- หากต้องการสร้างรถที่มีความเร็วสูง ทรงตัวได้ดี และ มีความปลอดภัย ควรมีลักษณะอย่างไร
- ระยะเบรคและระยะปฏิกิริยามีความหมายอย่างไร..
- การหยุดรถที่ปลอดภัย ระยะเบรคและระยะปฏิกิริยา เป็นอย่างไร
- ผู้ขับรถส่วนบุคคล ระยะเบรคและระยะปฏิกิริยาเป็นอย่างไร.
- หากเปรียบเทียบระยะเบรคและระยะปฏิกิริยาของคนปกติ กับคนเมาสุรา จะแตกต่างกันอย่างไร . . .
- รถความเร็วสูงและตัวระยะหยุดรถใดแตกต่างกันอย่างไร
- จากตารางถารถแล่นด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง จนขับเห็นสิ่งกีดขวางในระยะ 20 เมตร คาดว่า เหตุการณ์ใดจะเกิดขึ้น
- ระยะเบรคและระยะปฏิกิริยาบริเวณทางม้าลายเปลี่ยนแปลง อย่างไร
- ถ้านักเรียนขับรถ จะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้เกิด
- ความปลอดภัยแก่ตนเอง และผู้โดยสาร

ภาพที่ 9 - 10

เนื้อหาและสิ่งกบ

1. กลจักรแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ กลจักรสันดาปภายนอกและกลจักรสันดาปภายใน
2. กลจักรไอน้ำเป็นกลจักรสันดาปภายนอก พลังงานความร้อนจาก เชื้อเพลิงทำให้ไอน้ำกลายเป็นไอทำให้เกิดพลังงาน กลจักรไอน้ำมี 2 แบบ คือ แบบกังหันและแบบลูกสูบ ทั้งสองแบบมีส่วนประกอบและการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. บอกความแตกต่างของกลจักรสันดาปภายนอกและสันดาปภายใน
2. อธิบายหลักการทำงานของกลจักรสันดาปภายนอกได้ถูกต้อง
3. บอกตำแหน่งและหน้าที่ของกระบอกสูบ ลูกสูบ ก้านสูบ ขั้วเหวี่ยง และล้อต้นกำลัง

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกลจักรที่รู้จัก	- นักเรียนเคยรู้จักกลจักรอะไรบ้าง จัดแบ่งได้กี่ประเภท. - ในการจัดแบ่งประเภทกลจักร นักเรียนใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์. - การสันดาปภายนอกและสันดาปภายในมีความหมายอย่างไร . . .
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- เมื่อต้มน้ำจนเดือดแล้วเอากังหันกระดาดไปอังที่พวยกา จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร . - การทดลองดังกล่าวนักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร.
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง ไอน้ำทำงานได้อย่างไร โดยต้มน้ำในหลอดทดลองแล้วเสียบหลอดนำก๊าซเข้ากับหลอดฉีดยา สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดฉีดยา เมื่อน้ำเดือด และศึกษาแบบจำลองของกลจักรไอน้ำ	
4. <u>สรุปผล</u>	- เมื่อน้ำในหลอดทดลองเดือด ก้านหลอดฉีดยาจะเคลื่อนที่ออก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดเพราะเหตุใด ..

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
ครูอธิบายการจำแนกประเภทของ กลจักรไอน้ำมี 2 แบบ คือ แบบกังหัน และแบบลูกสูบ	- ขณะน้ำในหลอดทดลองเดือด แต่ไม่มีไอน้ำออกมา และ ก้านหลอดติดยาก็ไม่เคลื่อนที่ จะแก้ไขอย่างไร - ถ้าปล่อยไอน้ำไปยังท่อพักอากาศของแบบจำลองกลจักร ไอน้ำแทนการสูบลมลูกสูบจะเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร.. - เมื่อสูบลมเข้าไปในท่อพักอากาศ ลูกสูบ กระบอกสูบ ล๊อตนกำลังมีการเคลื่อนที่ เพราะเหตุใด ... - ลำดับการเปลี่ยนแปลงของลูกสูบ ก้านสูบ ล๊อตนกำลัง เคลื่อนที่ความสัมพันธ์กันอย่างไร - หากให้ไอน้ำเข้าทาง ก. และออกทาง ข. ในกลจักร ไอน้ำแทนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร - ข้อแตกต่างระหว่างกลจักรไอน้ำแบบกังหันและแบบลูกสูบ มีอะไรบ้าง . .
5. <u>นักเรียนร่วมกันอภิปราย</u>	- กำหนดกลจักรไอน้ำ 1 แบบ 1 เครื่อง มาให้ นักเรียน จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม การศึกษาอย่างไรบ้าง ตอบได้มากข้อ... .

เนื้อหาและสิ่งกบ

1. กลจักรกาซโซลีนเป็นกลจักรสันดาปภายใน เมื่อเชื้อเพลิงได้รับความร้อนจะมีการเผาไหม้ทำให้เกิดพลังงานกล
 2. หม้อแปลงเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรทำให้เกิดประกายไฟที่เขี้ยวหัวเทียนเกิดการเผาไหม้กับเชื้อเพลิงในกระบอกสูบ ทำให้ลูกสูบขยับเหวี่ยง และล้อต้นกำลังเคลื่อนที่
 3. กลจักรกาซโซลีนมีการทำงาน 4 จังหวะ คือ , ดูดอัด ระเบิด และคาย
 4. กลจักรดีเซลเป็นกลจักรสันดาปภายในมีการทำงาน 4 จังหวะ ดูดอัด-ฉีด ระเบิด คาย
- จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของกลจักรกาซโซลีน ดีเซล และบอกความแตกต่างของกลจักรกาซโซลีนและกลจักรดีเซลได้
2. อธิบายหลักการทำงานและหน้าที่ของหม้อแปลง
3. บอกความหมายของขดลวดปฐมภูมิ ทุติยภูมิ หม้อแปลงขึ้น และหม้อแปลงลงได้

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนกลจักรสันดาปภายนอก สันดาปภายในและกลจักรไอ้	- รถยนต์โดยสารที่นักเรียนใช้โดยสารใช้น้ำมันอะไร เครื่องยนต์มีส่วนประกอบที่สังเกตได้อะไรบ้าง. . . - กลจักรกาซโซลีนมีหลักการทำงานอย่างไร ...
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง จุกเชื้อเพลิงด้วยประกายไฟ โดยใช้หม้อแปลงต่อกับกล่องโลหะและแบตเตอรี่ ใช้สายไฟเชื่อมขั้วไฟฟ้า สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่กล่องโลหะ ใช้สำลีสุดน้ำมันเบนซินวางในกล่องโลหะแล้วเชื่อมสายไฟกับขั้วแบตเตอรี่ สังเกตการเปลี่ยนแปลง	
4. <u>สรุปผล</u>	- เมื่อต่อสายไฟครบวงจรกับเมื่อเชื่อมสายไฟกับขั้วแบตเตอรี่ปรากฏว่าไม่มีและมีความประกายไฟเกิดขึ้นที่กล่องโลหะ สิ่งใด(ตัวแปร) ที่ทำให้เกิดประกายไฟ . . . - การเชื่อมสายไฟกับขั้วแบตเตอรี่ทำให้วงจรไฟฟ้ามีการเปลี่ยนความต่างศักย์อย่างไร

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
ให้นักเรียนดูหม้อแปลง  ครูอธิบายเรื่อง คอยล์ หัวเทียน วงจรไฟแรงสูงแรงต่ำ ส่วนประกอบ กลจักรดีเซล และ ก๊าซโซลีน	- เมื่อวางสว่าลิชูปน้ำมันเบนซินแล้วเชื่อมต่อสายไฟกับหัวแบตเตอรี่ สว่าลิชูปไฟ จะสรุปการทดลองนี้อย่างไร... - แบตเตอรี่ หม้อแปลง กลองโลหะ กับการต่อครบวงจร และการตัดต่อวงจรมีผลต่อกันอย่างไร - หากไม่มีหม้อแปลงในอุปกรณ์ชุดนี้จะเกิดประกายไฟหรือไม่ . - จะออกแบบการทดลองความคิดดังกล่าวยังไง ... - หากกระแสไฟเข้าทางด้าน out และออกด้าน in จะทำให้หม้อแปลงนี้เป็นหม้อแปลงชนิดใด - ถ้าจะตรวจสอบว่าหม้อแปลงที่มีขดลวดทั้งสองด้านเท่ากัน เป็นหม้อแปลงขึ้นหรือลง ตัวแปรใดต้องควบคุมให้คงที่. - กระดิ่งไฟฟ้าใช้ไฟ 15 โวลต์ ถ้าต้องการใช้กับไฟภายในบ้าน ควรใช้หม้อแปลงชนิดใด - ส่วนที่ทำหน้าที่หม้อแปลงในรถคืออะไร - หัวเทียนเปรียบได้กับอุปกรณ์ใดในชุดจุดเชื้อเพลิง... - การตัดต่อวงจรในรถเกิดขึ้นบริเวณใด - กลจักรไอน้ำ ก๊าซโซลีน ดีเซลมีหลักการทำงานแตกต่างกันอย่างไร - ถ้าใช้น้ำมันเบนซินกับกลจักรดีเซล และน้ำมันโซลากับกลจักรก๊าซโซลีน กลจักรทำงานได้หรือไม่..... - รถแทรกเตอร์ รถแทรกเตอร์ รถสิบล้อ รถแข่ง เครื่องบิน ควรใช้กลจักรชนิดใด....

5. มอบหมายงาน - มีอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้นักเรียนนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร
หม้อแปลง หลอดไฟ สายไฟ มอเตอร์ แบตเตอรี่ นาฬิกาจับเวลา หลอดทดลอง

ตอนที่ 13 - 14

เนื้อหาและสิ่งกบ

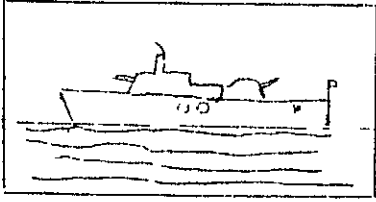
1. แรงลอยตัวของวัตถุขึ้นอยู่กับมวล ขนาด และรูปร่างของวัตถุ รวมทั้งความหนาแน่นของของเหลวที่วัตถุนั้นลอยอยู่ด้วย

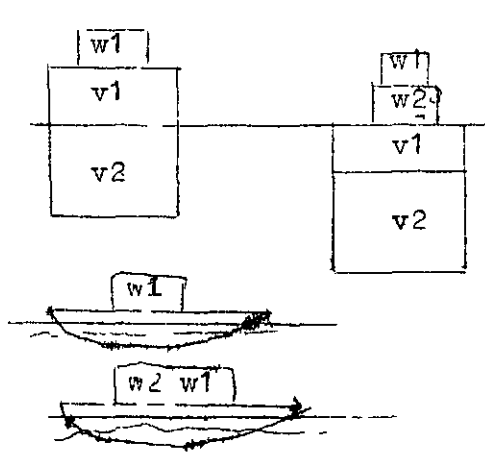
2. น้ำหนักของวัตถุที่หายไปของเหลวใดจะ เท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมของวัตถุนั้น ซึ่งเป็นหลักของอาร์คิมิดีส

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรสามารถ

1. บอกความหมายของแรงลอยตัวได้ถูกต้อง
2. สรุปได้ว่าเมื่อซึ่งวัตถุในของเหลวต่าง ๆ กันจะได้น้ำหนักไม่เท่ากัน ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงพยุงมากกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย
3. นำเอาหลักการของอาร์คิมิดีสมาอธิบายการลอยตัวของเรือได้
4. สรุปได้ว่าขณะที่วัตถุลอยในของเหลว น้ำหนักของวัตถุที่ซึ่งในอากาศจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> พบหวนการขนส่งทางบก กลจักรไอน้ำ ก๊าซโซลีน และกลจักรดีเซล	- กลจักรที่ให้กำลังมากเหมาะสำหรับใช้กับเรือ ควรใช้กลจักรชนิดใด
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- เมื่อลอยอยู่ในน้ำน้ำหนักตัวเราขณะนั้นกับน้ำหนักจริงเท่ากันหรือไม่
	- ถ้าจะตรวจสอบความคิดดังกล่าว จะให้ข้อหวัข้อการตรวจสอบอย่างไร . . .
	- ตัวแปรใดที่ต้องการวัด และควบคุมให้คงที่ ...
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง น้ำหนักของวัตถุจะเพิ่มหรือลดเมื่อซึ่งในน้ำ โดยใช้ดินน้ำมันผูกเชือกเข้ากับตาซึ่งสปริง บันทึกน้ำหนัก นำไปจมน้ำซึ่งน้ำหนักและหาปริมาตรน้ำที่ล้นออกมา เปลี่ยนเป็นใช้ดินน้ำมันครึ่งก้อนทดลองทำนองเดียวกัน บันทึกผล	

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้	คำถาม
 นำเข้าสู่การทดลอง ให้นักเรียนดูภาพเรือในมหาสมุทร	- น้ำหนักของดินน้ำมันในอากาศและในน้ำแตกต่างกันอย่างไร - น้ำหนักของดินน้ำมันที่หายไปไหนเกี่ยวข้องกับปริมาตรของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับดินน้ำมันทั้งก้อนอย่างไร ... - นักเรียนมีวิธีการหาน้ำหนักและปริมาตรของดินน้ำมันครึ่งก้อนได้อย่างไร - น้ำหนักดินน้ำมันครึ่งก้อนเมื่อชั่งในน้ำและในอากาศมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับดินน้ำมันครึ่งก้อนอย่างไร - น้ำหนักดินน้ำมันที่หายไปไหนมีความหมายอย่างไรวัดได้อย่างไร - เมื่อเอาดินน้ำมันก้อนเดียวกันจุ่มในน้ำและน้ำเกลือ นักเรียนคาดคะเนว่าดินน้ำมันจะจมในของเหลวใดมากกว่า - จากความกีดต้งกล่าวต่อวัตถุตัวแปรใด และควบคุมตัวแปรใดให้คงที่ .. . - เหล็กและน้ำมีความหนาแน่นเท่าใด - ทำไมเรือเหล็กจึงลอยน้ำได้ ...
<u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง ทำอย่างไรดินน้ำมันจึงลอยน้ำได้ นำก้อนดินน้ำมันมาซึ่ง แล้วปั้นเป็นรูปถ้วยลอยน้ำ ซึ่งน้ำหนักถ้วยในน้ำ และหาปริมาตรด้วยถ้วยเรกา บันทึกผล หย่อนลูกเหล็กจนถ้วยจม น้ำ ทำเช่นเดิมแต่ปั้นดินน้ำมันให้เส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเดิม บันทึกผล <u>สรุปผล</u>	- ดินน้ำมันทรงกลมจมน้ำ แต่ดินน้ำมันรูปถ้วยลอยน้ำได้ - รูปทรงของดินน้ำมันมีผลต่อการทรงตัวในน้ำอย่างไร.. - เมื่อลอยถ้วยดินน้ำมันน้ำที่ล้นออกมามีค่าเท่ากับน้ำหนักของดินน้ำมันทั้งก้อนหรือไม่

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
 จากภาพ  5. <u>มอบหมายงาน</u>	- ถ้วยดินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3,4 เซนติเมตร บรรทุกลูกเหล็กได้ 8,12 ลูก ขนาดของถ้วยมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการบรรทุกอย่างไร - ดินน้ำมันก้อนเดียวกันปั้นเป็นรูปทรงกลม รูปถ้วย รูปทรงกระบอกกลวง รูปทรงใดมีความหนาแน่นมากที่สุด ... - หากนำไปลอยในน้ำบรรทุกลูกเหล็กรูปทรงใดบรรทุกได้มากที่สุด - ถ้วยดินน้ำมันที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกันสามารถบรรทุกได้ไม่เท่ากัน ถ้าตรวจสอบความคิดดังกล่าว จะต้องวัดสิ่งใด และควบคุมสิ่งใด(ตัวแปร)ให้คงที่... - เมื่อเพิ่มน้ำหนัก w_1 วัตถุจมลงไป v_2 เมื่อเพิ่ม w_2 วัตถุจมลงไป v_1 v_2 จะเขียนสมการสรุปความสัมพันธ์ได้อย่างไร - วัตถุที่ลอยในน้ำจมนเพียงแค่ว่า v_2 ใดแก่อะไรบ้าง - เรือที่ลอยในน้ำจืดและน้ำเค็มจะมีปริมาตรส่วนที่จมนแตกต่างกันอย่างไร - จากรูป เมื่อเรือบรรทุกน้ำหนัก w_1 และบรรทุกน้ำหนัก $w_1 \neq w_2$ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของเรือจะอยู่ที่เดิมหรือไม่ - ให้นักเรียนคิดประดิษฐ์เรือให้มากขึ้น และแปลกๆใหม่ๆ โดยจะเลือกใช้วัสดุใด ๆ ก็ได้ เรือที่ออกแบบจะต้องเป็นเรือที่บรรทุกได้มาก วิ่งเร็ว และใช้เชื้อเพลิงน้อย..

คาบที่ 15 - 16

เนื้อหาและสิ่งกบ

1. อากาศที่มีความเร็วสูงจะมีความกดดันต่ำทำให้อากาศที่มีความเร็วต่ำซึ่งมีความกดดันสูงเข้ามาแทนที่ เป็นหลักการของเบอร์นูลลีที่ใช้ในการอธิบายการลอยตัวของเครื่องบิน
2. การสื่อสารในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการใช้เครื่องมือสื่อสารที่อาศัยการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้การสื่อสารรวดเร็ว
3. แรงแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการเพิ่มกระแสไฟฟ้า จำนวนรอบของขดลวด และการใช้แกนสารแม่เหล็ก

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนควรสามารถ

1. อธิบายหลักการของเบอร์นูลลี เมื่อความเร็วอากาศเพิ่มขึ้นความกดดันจะลดลง
2. นำเอาหลักการของเบอร์นูลลีมาอธิบายการลอยตัวของเครื่องบินในอากาศได้
3. ทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าแรงแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถส่งผ่านน้ำและอากาศได้
4. สรุปได้ว่าแรงแม่เหล็กไฟฟ้าเพิ่มได้ด้วยการเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด การใช้แกนสารแม่เหล็ก

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
1. นำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนยานพาหนะขนส่งทางบก ทางน้ำและทางอากาศ	การลอยตัวของนก วาฬ เครื่องบินในอากาศเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร - เครื่องบินลอยตัวในอากาศได้เพราะเหตุใด .. .
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u> พื้กระดาษให้นักเรียนดู	- กระดาษพื้เรียบและพื้ให้มีส่วนโค้งคานบน เมื่อลมพื้ผ่าน แบบไหนจะลอยตัวได้ดีกว่า .. . - หากจะตรวจสอบความคิดดังกล่าว ต้องกำหนดสิ่งใดให้เท่ากัน .
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศได้เพราะเหตุใด โดยใช้กระดาษขนาดเท่ากัน 2 แผ่นพื้แบนและพื้โค้งคานบน ซึ่งเอียงให้ยึดติดกับดินน้ำมัน 2 ก้อน แล้วใช้หลอดพลาสติกเป่าด้านหน้า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษทั้งสองแผ่น บันทึกผล	

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
รูป  นำเข้าสู่การทดลอง ทบทวนเรื่อง การสื่อสารแบบต่าง ๆ	- เมื่อเป่าลมผ่านกระดาษพับเรียบและกระดาษโค้งด้านบน กระดาษจะลอยตัวและไม่ลอยตัว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากสิ่งใด (ตัวแปร) - ความเร็วของลมด้านบนและด้านล่างของกระดาษโค้งด้านบนเท่ากันหรือไม่ จะทดสอบอย่างไร ... - แรงยกตัวที่ทดลองผ่านมามีความหมายอย่างไร ... - ความเร็วของลม ความกดดันอากาศและลักษณะของกระดาษมีผลต่อกันอย่างไร - หากวางกระดาษเอาก้นโค้งไวกลาง กระดาษจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร ... - ในการทดลองนี้อุปกรณ์ใดไม่จำเป็นต้องใช้ หรือใช้วัสดุอย่างอื่นแทนก็ได้ ... - จะออกแบบปีกเครื่องบินให้มีลักษณะอย่างไรจึงจะมีแรงยกตัวได้มาก .. - การสื่อสารมีความหมายอย่างไร ... - แม่เหล็กไฟฟ้ามีหลักการทำงานและส่วนประกอบอะไรบ้าง - แม่เหล็กไฟฟ้าที่มีขดลวด 50 และ 100 รอบแบบไหนจะมีอำนาจแม่เหล็กมากกว่า .. - จะกำหนดวิธีการตรวจสอบความกีดตังกล่าวอย่างไร .. - แม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้แกนและไม่ใช้แกนแบบไหนจะมีอำนาจแม่เหล็กมากกว่ากัน

ทำการทดลอง เรื่อง แรงแม่เหล็กเพิ่มได้อย่างไร โดยใช้ขดลวดทองแดงที่พันรอบแกนพลาสติกจำนวน 50 รอบต่อกับแบตเตอรี่ เอาตะปูผูกด้วยเชวนไว้ใกล้ ๆ สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู ใช้แท่งเหล็ก อลูมิเนียม เป็นแกน ใช้ขดลวด 100 รอบทดลองเช่นเดิม จุ่มตะปูลงในน้ำ วางไว้ใกล้แม่เหล็กไฟฟ้า สังเกตการเคลื่อนที่ของตะปู บันทึกผลการทดลอง

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
5. มอบหมายงาน	- เมื่อเอาขดลวดต่อเข้ากับแบตเตอรี่ ตะปูจะเคลื่อนเข้าหาขดลวด และเมื่อเอาตะปูก้อนในน้ำใกล้ ขดลวด ตะปูก็ดึงเคลื่อนที่เข้าหาขดลวด สรุปการทดลองนี้อย่างไร.. - การใช้แกนเหล็ก อลูมิเนียม และไม้ใช้แกนทำให้การเคลื่อนที่ของตะปูเข้าหาขดลวดต่างกัน การใช้แกนกับอำนาจแม่เหล็กสัมพันธ์กันอย่างไร - แรงดูดของแม่เหล็ก หรือ อำนาจของแม่เหล็ก นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร - เมื่อใช้ขดลวด 50 และ 100 รอบ อำนาจของแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร - ถ้าต้องการเพิ่มแรงแม่เหล็กไฟฟ้า จะมีวิธีการอย่างไร.. - ให้นักเรียนกำหนดควาสัญ รูปแบบ และการใช้ประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้าตามความคิดของนักเรียน

ภาพที่ 17 - 18

เนื้อหาและสิ่งกบ

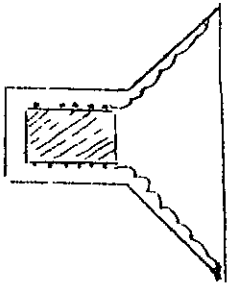
1. เครื่องรับและเครื่องส่งโทรเลขเป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าในเครื่องรับ และสวิตช์ไฟในเครื่องส่ง การตัดต่อสวิตช์ไฟทำให้เกิดแรงแม่เหล็กในเครื่องรับจะดูดแผ่นเหล็กกลมาทำให้มีเสียงดังตามจังหวะการกด สามารถแปลความออกมาได้
2. โทรเลขแบบคันเคาะได้พัฒนาเป็นเครื่องโทรพิมพ์ สามารถส่งข่าวเป็นตัวอักษรได้
3. โทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ประกอบด้วยลำโพงและไมโครโฟน
4. ไมโครโฟนมี 2 ชนิด คือ คาร์บอนไมโครโฟนซึ่งมีคาร์บอนและถ่านไฟฉายเป็นส่วนประกอบ ส่วนไดนามิกไมโครโฟนไม่ต้งมีคาร์บอน เป็นไคทั้งไมโครโฟนและลำโพง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนควรรู้ว่า

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องรับเครื่องส่งโทรเลขได้ถูกต้อง
2. อธิบายหลักการทำงานของโทรศัพท์ไดนามิกไมโครโฟนได้
3. สรุปได้ว่าคาร์บอนไมโครโฟนจะทำงานได้ต้องอาศัยด้านคาร์บอนและแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ถ้าพลังงานไฟฟ้ามากเกินไปเสียงจะดังมาก
4. ทดลองต่อวงจร เคาะสัญญาณและแปลสัญญาณเครื่องรับ-ส่งโทรเลขได้
5. เปรียบเทียบหลักการทำงานของคาร์บอนไมโครโฟนและไดนามิกไมโครโฟนได้

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
1. <u>นำเข้าสู่บทเรียน</u> ทบทวนหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า การเพิ่มอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า	- เครื่องมือสื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้ามีอะไรบ้าง.... - เครื่องรับส่งโทรเลขมีหลักการทำงานอย่างไร . - การปิด-เปิดวงจรไฟฟ้าทำให้แม่เหล็กไฟฟ้ามีอำนาจแม่เหล็กสม่ำเสมอหรือไม่ . .
2. <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- นักเรียนจะออกแบบทำให้เกิดเสียงดังจากการดูดของแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างไร . .
3. <u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง หลักการของเครื่องรับ-ส่งโทรเลข ต่อวงจรเครื่องรับ เครื่องส่งโทรเลข เข้ากับแบตเตอรี่ กดคันเคาะ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เครื่องรับ ใช้สายไฟที่ยาวมาก ๆ กดคันเคาะ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เครื่องรับ กดคันเคาะตามรหัสที่ต้องการ ให้ผู้รับบันทึกรหัส	
4. <u>สรุปผล</u>	- เมื่อกดคันเคาะจะมีเสียงเกิดขึ้นที่เครื่องรับทั้งสองอย่างมีความสัมพันธ์กันอย่างไร . . - เมื่อใช้สายไฟสั้นและยาว เสียงที่เครื่องรับยังคงเหมือนเดิม จะสรุปการทดลองนี้ได้อย่างไร . . - หากใช้สวิตช์ไฟแทนเครื่องส่งและใช้หลอดทองแดงเป็นเครื่องรับ เมื่อต่อครบวงจร จะเกิดเสียงดังหรือไม่ . - รหัส"วิทยาศาสตร์เป็นหนทางสู่ความจริง" มีลักษณะอย่างไร
ภาพตารางแสดงรหัสโทรเลข	

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	คำถาม
ครูอธิบาย วิจารณ์การของโทรเลข เป็นโทรพิมพ์ <u>นำเข้าสู่การทดลอง</u>	- นักเรียนมีวิธีการส่งรหัส "สวัสดีปีใหม่" ได้อย่างไร... - อุปกรณ์สื่อสารชนิดใดที่ผู้รับและผู้ส่งสามารถพูดโต้ตอบกันได้ในพื้นที่ทันใด .. - โทรศัพท์มีหลักการทำงานอย่างไร
<u>ทำการทดลอง</u> เรื่อง โทรศัพท์อย่างง่าย โดยใช้ชุดไมโครโฟนที่ใส่ดินสอด่เข้ากับ ถาดไฟฉายและลำโพง ขยับใส่ดินสอด่จาก ม้วนกระดาษจ่อเข้าบริเวณใส่ดินสอด่ แล้วพูดฟัง เสียงจากลำโพง ทำเช่นเดิมแต่ใช้ถาดไฟฉาย 2 , 3 และ 4 ถาด บันทึกผลการทดลอง	- เมื่อขยับใส่ดินสอด่และเมื่อพูดที่ปลายม้วนกระดาษรอกที่ใส่ดินสอด่จะมีเสียงดังที่ลำโพง เสียงที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุใด . . . - หากไม่มีใส่ดินสอด่ระหว่างใบมีด เมื่อพูดที่ปลายม้วนกระดาษจะมีเสียงดังทางลำโพงหรือไม่ - หากไม่ใช้ใส่ดินสอด่ระหว่างใบมีดของไมโครโฟนจะเปลี่ยนเป็นอะไรแทน - เมื่อใช้ถาดไฟ 1, 2, 3 และ 4 ถาด เสียงที่ดังจากลำโพงสัมพันธ์กับจำนวนถาดไฟฉายอย่างไร - จากการทดลอง จำนวนถาดไฟฉาย ไมโครโฟนและลำโพงเกี่ยวข้องกันอย่างไร .. .
<u>นำเข้าสู่การทดลอง</u> (สำธิต)	- โทรศัพท์แบบคาร์บอนไมโครโฟน ถ้าเอาถาดไฟฉายออกจากวงจรจะมีเสียงดังที่ลำโพงหรือไม่ ควรออกแบบการทดลองอย่างไร . . - โทรศัพท์ที่ไม่ต้องใช้ถาดไฟฉายในวงจรเรียกว่าอะไร. .

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	คำถาม
ทำการทดลอง เรื่อง โทรศัพท์ที่ใช้ไดนามิกไมโครโฟน ต่อสายไฟระหว่างลำโพงตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 สลับเปลี่ยนกันพูดและฟัง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเสียงจากลำโพง <u>สรุปผล</u> อธิบายลักษณะของลำโพง 	- โทรศัพท์ที่ใช้ไดนามิกไมโครโฟนมีหลักการทำงานอย่างไร - เมื่อต่อวงจรลำโพง 2 ตัวเข้าด้วยกัน ผู้ฟังได้ยินเสียง เมื่อสลับผู้ฟังเป็นผู้พูด ผู้ฟังก็ยังคงได้ยินเสียงผู้พูด ลำโพง ทั้งสองตัวทำหน้าที่อะไร - หากต่อถ่านไฟฉายเข้ากับวงจร จะได้ยินเสียงที่ลำโพง หรือไม่อย่างไร - จากการทดลองเสียงที่พูดที่ไมโครโฟนและเสียงที่ได้ยิน จากลำโพง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร - ลำโพงมีการเปลี่ยนแปลงหลังงานอย่างไร - การเปลี่ยนพลังงานของไดนามิกไมโครโฟนและคาร์บอน ไมโครโฟนแตกต่างกันอย่างไร - เหตุใดวงจรโทรศัพท์แบบไดนามิกไมโครโฟนจึงไม่ต้อง ต่อถ่านไฟฉายก็เกิดเสียงดัง - ขณะที่พูดลงไปในไดนามิกไมโครโฟน กระแสไฟฟ้าผ่าน ลำโพงมีค่าคงที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

5. มอบหมายงาน

- นักเรียนจะมีวิธีการสื่อสารต่อไปอย่างไร
 1. ผู้ส่งข่าวพูด ให้เป็นตัวอักษรให้ผู้รับอ่าน
 2. ผู้ส่งข่าวเขียนเป็นตัวอักษรผู้รับได้ยินเสียง
- นักเรียนคิดคำตอบได้หลาย ๆ วิธี จะใช้อุปกรณ์ใด เข้าช่วยก็ได้