

ผลของการใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

EFFECT OF PROBLEM SOLVING'S TRAINING PACKAGE EMPHASIZE  
MIND MAPPING TECHNIQUE ON THE CHEMISTRY ACHIEVEMENT  
OF MATTAYOM SUKSA FOUR STUDENTS

ศรินทร์ บุนสุ  
SIRINTORN BUNSU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-234-8

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

EFFECT OF PROBLEM SOLVING'S TRAINING PACKAGE EMPHASIZE  
MIND MAPPING TECHNIQUE ON THE CHEMISTRY ACHIEVEMENT  
OF MATTAYOM SUKSA FOUR STUDENTS



ศิรินทร บุญสุ

SIRINTORN BUNSU

เลขหน้.....  
เลขทะเบียน 47630  
วัน, เดือน, ปี 1 ส.ค. 2546

.b.....  
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (เคมี)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2546

ISBN 974-324-284-8

**EFFECT OF PROBLEM SOLVING'S TRAINING PACKAGE EMPHASIZE  
MIND MAPPING TECHNIQUE ON THE CHEMISTRY ACHIEVEMENT  
OF MATTAYOM SUKSA FOUR STUDENTS**

**SIRINTORN BUNSU**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (CHEMISTRY)  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2003**

**ISBN 974-324-284-8**

**COPYRIGHT 2003**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**


**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

-----

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
EFFECT OF PROBLEM SOLVING'S TRAINING PACKAGE EMPHASIZE MIND MAPPING TECHNIQUE ON THE CHEMISTRY ACHIEVEMENT OF MATTAYOM SUKSA FOUR STUDENTS

ชื่อนักศึกษา นางสาวศิรินทร บุญสุ  
รหัสประจำตัว 41064267  
ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์  
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์  
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.อรสา โกศลานันทกุล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.ผดุงชัย	ภูพัฒน์	
ผศ.ดร.อรสา	โกศลานันทกุล	
รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	
ดร.คมสร	วงษ์รักษา	
ดร.ฉันทนา	โหมดมณี	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 21 กุมภาพันธ์ 2546 เวลา 16.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว  
  
 (รศ.ดร.บุญวัฒน์ อุตชู)  
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....๒1.....เดือน.....๒๕๔๖.....พ.ศ.....๒๕๔๖.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
นักศึกษา	นางสาวศิรินทร บุญสุ
รหัสประจำตัว	41064267
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.อรสา โกศลนันทกุล

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาในวิชาเคมี
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังสอน โดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา
3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญากับวิธีสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จ.สมุทรสาคร จำนวน 100 คน , 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม, กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองซึ่งนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งนักเรียนได้รับการสอนแบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test independent และ t-test dependent)

### ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนทางปัญญา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. คะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

<b>Thesis title</b>	Effect of Problem Solving's Training Package Emphasize Mind Mapping Technique on the Chemistry Achievement of Mattayom Suksa four students
<b>Student</b>	Sirintorn Bunsu
<b>Student ID.</b>	41064267
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Programme</b>	Science Education (chemistry)
<b>Year</b>	2003
<b>Thesis Advisor</b>	Dr.Phadungchai Papat
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistance Professor Dr.Orasa Kosalanuntakul

### **ABSTRACT**

The purposes of this research were to construct and find out the efficiency of Problem Solving's Training Package by Mind Mapping Technique, compare the Chemistry Achievement and progress score of pretest – posttest.

The samples were 100 students of Mattayom Suksa four in 2 classrooms of Samutsakornburana School, in Samutsakorn Province. The samples were separated into two groups, each groups consisted of 50 students. The first group were assigned to be the experimental group and the second group were assigned to be the control group.

The research instruments consisted of the use Problem Solving's Training Package by Mind Mapping Technique and achievement test. The statistical used were arithmetic mean, standard deviation, t-test dependent and t-test independent.

The results of this research were as followed

1.The efficiency of the use Problem Solving's Training Package by Mind Mapping Technique was 80/80 which was at efficiency based on the criteria of 80/80

2.The Chemistry Achievement of student by the use Problem Solving's Training Package by Mind Mapping Technique posttest were higher than pretest at .05 significant level.

3.The progress score of pretest – posttest of students by the use Problem Solving's Training Package by Mind Mapping Technique were statistically higher than traditional teaching method at .05 significant level.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีตามเป้าหมาย ด้วยความอนุเคราะห์ในการให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ และยังให้การสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจจากคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนร่วมรุ่นและเพื่อนร่วมงาน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.อรสา โกศลนันทกุล และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละเวลาและช่วยเหลือตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณทุกท่านในบัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และน้องที่ได้ให้กำลังใจและดูแลช่วยเหลือทุก ๆ เรื่องในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่ง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

ศรินทร บุญสุ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง .....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย .....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย .....	8
2.2.1 จุดประสงค์.....	8
2.2.2 โครงสร้าง.. ..	9
2.2.3 คำอธิบายรายวิชา .....	10
2.2 เทคนิคแผนผังทางปัญญา .....	11
2.2.1 คุณลักษณะสำคัญของแผนงาน .....	11
2.2.2 กฎเกณฑ์ของแผนผังทางปัญญา .....	12
2.2.3 สารสำคัญของแผนผังทางปัญญา .....	13
2.2.4 ขั้นตอนในการสร้างแผนผังทางปัญญา .....	14
2.2.5 การนำแผนผังทางปัญญามาใช้ในงานต่าง ๆ .....	15
2.2.6 รูปแบบการฝึกใช้แผนผังทางปัญญา .....	18

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	23
2.3.1 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	24
2.3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	24
2.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ .....	27
2.4 ประสิทธิภาพของแบบฝึก .....	32
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>36</b>
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	36
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	37
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	42
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	34
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>48</b>
4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิค แผนผังทางปัญญา .....	48
4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองก่อนและหลังการสอน .....	50
4.3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้า.....	51
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>52</b>
5.1 วัตถุประสงค์ .....	52
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	52
5.3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	53
5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	53
5.5 สรุปผลการวิจัย .....	53
5.6 อภิปรายผลการวิจัย .....	54
5.7 ข้อเสนอแนะ .....	56

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก .....	63
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ .....	63
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ .....	63
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล .....	73
ภาคผนวก ง แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา .....	94
ภาคผนวก จ แผนการสอนและตัวอย่างชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์ .....	111
ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	124
ประวัติผู้เขียน .....	133

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 อธิบายรูปแบบการฝึกใช้แผนผังทางปัญญา .....	20
3.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ .....	39
3.2 เนื้อหาแบบฝึกและจำนวน โจทย์ปัญหา .....	41
4.1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้น เทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่องกฎของบอดลีย์ .....	48
4.2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้น เทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่องกฎของชาร์ลส์ .....	49
4.3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้น เทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่องกฎรวมก๊าซ .....	49
4.4 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้น เทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่องสมการก๊าซอุดมคติ .....	49
4.5 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ก่อนและหลังการสอนของนักเรียนกลุ่มทดลอง .....	50
4.6 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนน แบบทดสอบก่อนและหลังการสอน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	73

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 รูปแบบการฝึกใช้แผนผังทางปัญญาที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย.....	19

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ยอมรับกันว่าในปัจจุบันนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทและอิทธิพลต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น ซึ่งในการพัฒนาประเทศนั้นจะต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานที่สำคัญ ดังคำกล่าวของดำเนิน ยาทั่วม (2537 : 1) ที่กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศ เป็นอย่างยิ่ง ผู้ที่จะคิดค้นและสร้างเทคโนโลยีต้องเป็นบุคคลที่มีนิสัยชอบค้นคว้าหาความรู้ คิดหาวิธีการทดลองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่เสมอ ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ควรได้รับการปลูกฝังตั้งแต่วัยศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อสังคมจะเป็นคุณลักษณะประจำตัวไปจนถึงผู้ใหญ่อันจะทำให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพเพื่อจะช่วยเหลือพัฒนาประเทศชาติต่อไป” ดังเช่นในประเทศสหรัฐอเมริกามีการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยมีเป้าหมายที่สำคัญคือ การทำให้ประชาชนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ สิ่งนี้มีความจำเป็นต่อประเทศไทยด้วยเช่นกัน เพราะความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่ผูกพันกับรูปแบบชีวิตประจำวันของบุคคลและก่อให้เกิดประเด็นปัญหาใหม่ ๆ ขึ้นมาในสังคมอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้หากประชาชนไม่มีความรู้ ความเข้าใจ การแก้ปัญหาและการจัดการชีวิตจะไม่เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง (พงษ์จันทร์ จันทยศ. 2543 : 15-16)

การสอนวิทยาศาสตร์เป็นหลักสูตรที่บรรจุอยู่ในทุกระดับชั้น โดยในระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลายแบ่งเป็นแขนงความรู้ที่มีความแตกต่างกันเป็น เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์จะมีการพัฒนาการเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันยอมรับให้เห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับประชาชน (อัญชลี สิริรินทร์ รววงศ์. 2543 : 1-2)

ซึ่งในการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ได้กำหนดเป้าหมายที่สำคัญในการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน (ชมรมกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2544 : 94) ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สนใจและไม่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในปัจจุบันนี้อาจกล่าวได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษายังไม่ประสบความสำเร็จเป็นที่น่าพึงพอใจ ปัญหาที่สำคัญได้แก่ กระบวนการสอนของครูไม่สามารถนำนักเรียนไปถึงเป้าหมาย แห่งความสำเร็จของการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับนานาชาติได้ ผลสัมฤทธิ์ที่ปรากฏจากการประเมินชี้ให้เห็นความจำเป็นที่ต้องมีการปฏิรูปการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง โดยพัฒนาครูให้มีความรู้ ความเข้าใจกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อัญชลี สิรินทร์วรารังค์. 2543 : 14)

นอกจากนี้ยังมีข้อมูลของสมาคมนานาชาติ เพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ซึ่งจัดทำโดยสมาคม IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Advancement) พบว่าความสามารถทางวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของเด็กไทย ทำคะแนนอยู่อันดับท้ายทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา และเมื่อพิจารณาการจัดอันดับความเข้มแข็งของประเทศในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย Braun และคณะ ในปี 1995 ก็พบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 48 จาก 50 ประเทศในโลกและวิชาที่คนไทยมีความรู้ความสามารถน้อยมาก คือ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมีวิเคราะห์ และเทคโนโลยีชีวภาพ (รุ่ง แก้วแดง. 2541 : 73-74)

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นกระบวนการคิด อย่างมีเหตุผลมุ่งให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง และในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกคิดโดยใช้ความคิดของตนให้มากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 38)

หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ (อัญชลี สิรินทร์วรารังค์. 2543 : 11 – 12) มีหลักการสอนดังนี้

1. ครูควรให้ความสำคัญแก่นักเรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้หรือที่เรียกว่า “การสอนที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center)

2. ครูควรหาวิธีการกระตุ้นเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ ความสงสัยใคร่รู้ มีความชื่นชอบ ค่านิยม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนมีสัมฤทธิ์ผลในการเรียนรู้ได้ดีที่สุด
3. ครูควรให้นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ครูควรวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นขั้นต่อเนื่องและแนะนำนักเรียนให้ดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไปให้ไกลที่สุด เพื่อให้ นักเรียนมีสัมฤทธิ์ผลด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัยมากที่สุด

5. การประสมประสานวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบต่าง ๆ (Science Teaching Methods) ที่มีปรากฏอยู่มากมายหลายวิธีเข้าไปในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม นับเป็นกลยุทธ์สำคัญที่ครูควรพิจารณาปฏิบัติ

ดังนั้นหน้าที่ที่สำคัญของครูผู้สอน คือ หาวิธีทางที่ถูกต้องและเหมาะสมในการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ด้วยการค้นหาความรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้น ซึ่งจากปัญหาและแนวคิดของนักการศึกษาเห็นว่าการนำแนวการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ ๆ มาใช้ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยโดยชี้ให้เห็นว่าการสอนโดยวิธีสอนและเทคนิคใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านใดด้านหนึ่งดีกว่าวิธีสอนและเทคนิคแบบเดิม (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 60)

โดยเฉพาะเนื้อหาในวิชาเคมีที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณ นักเรียนต้องใช้ทั้งความจำและความเข้าใจ และต้องมีกระบวนการนำความรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วมาจัดเป็นลำดับเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ นักเรียนส่วนใหญ่จะมีปัญหาในการเรียงลำดับความคิดเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นผลทำให้ไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาในโจทย์นั้น ๆ ได้

โดยจากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการสอนวิชาเคมี จะพบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำในเนื้อหาวิชาเคมีที่เป็นการคำนวณ และการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ ซึ่งมักจะเกิดมาจากตัวนักเรียนที่ไม่สามารถประมวลความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ในการคำนวณได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิควิธีการสอนใหม่ ๆ เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ในการคำนวณได้ และผู้วิจัยได้พบว่าปัจจุบันมีเทคนิคหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ คือ เทคนิคแผนผังทางปัญญา (Mind Mapping Technique) ซึ่ง Buzan (1970 : 12) เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาโดยพยายามจำลองการทำงานของสมองลงบนแผ่นกระดาษซึ่งเขาเชื่อว่าการคิดของมนุษย์มีการเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหทุกทิศทุกทางไม่มีที่สิ้นสุดเป็นการคิดแบบรอบทิศ (Radiant Thinking) ในการใช้เทคนิคดังกล่าวอาศัยการกำหนดสัญลักษณ์ (Symbol) คำสำคัญหรือคำหลัก (Keywords) และเชื่อมโยงสิ่งเหล่านี้เข้าด้วยกัน รวมทั้งมีการขยายความคิดได้ทุกทิศทุกทางในปริมาณไม่จำกัดตามต้องการ การใช้เทคนิค แผนผังทางปัญญาสามารถใช้ประโยชน์ในกิจกรรมที่หลากหลาย อาทิเช่น การจดบันทึก การวางแผนงาน การตัดสินใจ และการแก้ไขปัญหา เป็นต้น ผู้วิจัยจึงสนใจกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์

จำนวนที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาเพื่อให้นักเรียนคิดได้รอบทิศและนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี มาแก้ไขปัญหาโจทย์ได้มากขึ้น ซึ่งในประเทศไทยยังไม่ค่อยนำเทคนิคแผนผังทางปัญญานี้มา ใช้ในด้านการศึกษาโดยเฉพาะการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์จำนวนที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่องกฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนและนำผลที่ได้จากการวิจัยไปพัฒนาการสอนวิชาเคมีต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์จำนวนที่เน้นเทคนิค แผนผังทางปัญญาในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์จำนวนที่เน้นเทคนิคแผนผัง ทางปัญญา

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้า วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์จำนวนที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา กับวิธี การสอนแบบปกติ

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์จำนวนที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญามีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์ จำนวนที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาหลังการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าก่อน การสอน

1.3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์จำนวนที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีคะแนนความก้าวหน้าวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ ได้รับ การสอนแบบปกติ

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ได้ใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคแผนผังทางปัญญาที่ Buzan เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะคือ

1.4.1 ประเด็นที่สนใจถูกสร้างขึ้นภายในภาพตรงกลาง

1.4.2 หัวข้อหลักของประเด็นอยู่รอบภาพตรงกลางทุกทิศทาง เปรียบเสมือนภาพกิ่งก้านของต้นไม้

1.4.3 กิ่งก้านประกอบด้วยภาพหรือคำสำคัญที่เขียนบนเส้นที่โยงใยกัน ส่วนคำอื่น ๆ ที่มีความสำคัญรองลงมาจะถูกเขียนในกิ่งก้านที่แตกออกในลำดับต่อ ๆ ไป

1.4.4 กิ่งก้านจะถูกเชื่อมโยงกันในลักษณะที่แตกต่างกันตามตำแหน่งและความสำคัญ

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จำนวน 100 คน 2 ห้องเรียน และทำการสุ่มอย่างง่ายแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน

กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 วิธี คือ วิธีสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาและวิธีสอนแบบปกติ

1.5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี

1.5.3 ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย โดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาในครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว031 เรื่อง กฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่

#### 1.5.4 ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองนี้จะทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โดยใช้เวลาในการสอนแบบปกติ 8 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 2 สัปดาห์ สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง การทำชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา จำนวน 4 ชุด ใช้เวลาในการทำชุดฝึกชุดละ 30 นาที

### 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา หมายถึง ชุดแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น โดยให้นักเรียนสะท้อนความคิดของนักเรียนออกมาในลักษณะของแผนภูมิตามลักษณะของเทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งเป็นลำดับขั้นตอนและคิดได้หลากหลายวิธี เพื่อให้สามารถแก้โจทย์คำนวณ ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีจำนวน 4 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 1 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง กฎของบอลลี

ชุดที่ 2 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง กฎของชาร์ลส์

ชุดที่ 3 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง กฎรวมก๊าซ

ชุดที่ 4 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง สมการก๊าซอุดมคติ

1.6.2 วิธีสอนแบบปกติ หมายถึง การเรียนการสอนโดยใช้เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนในเอกสารประกอบการสอนของครู(คู่มือครู)ในรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว 031 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

1.6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย คือ ความสามารถของผู้เรียนทางด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ โดยเน้นด้านการคำนวณ เรื่อง กฎของบอลลี, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ วัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ

1.6.4 คะแนนความก้าวหน้า หมายถึง ความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)

1.6.5 ประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา หมายถึง คุณภาพของชุดฝึกซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการทำชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาของผู้เรียน ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของการทำชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา จำนวน 4 ชุด

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

1.6.6 นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จ.สมุทรสาคร

1.6.7 กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

1.6.8 กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ โดยสรุปเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
  - 2.1.1 จุดประสงค์
  - 2.1.2 โครงสร้าง
  - 2.1.3 คำอธิบายรายวิชา
- 2.2 เทคนิคแผนผังทางปัญญา
  - 2.2.1 คุณลักษณะสำคัญของแผนงาน
  - 2.2.2 กฎเกณฑ์ของแผนผังทางปัญญา
  - 2.2.3 สาระสำคัญของแผนผังทางปัญญา
  - 2.2.4 ขั้นตอนในการสร้างแผนผังทางปัญญา
  - 2.2.5 การนำแผนผังทางปัญญามาใช้ในงานต่าง ๆ
  - 2.2.6 รูปแบบการฝึกใช้แผนผังทางปัญญา
- 2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3.1 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.4 ประสิทธิภาพของแบบฝึก

## 2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

### 2.1.1 จุดประสงค์

นับตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 เป็นต้นมา กรมวิชาการได้ติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรดังกล่าวตลอดมาเป็นระยะ ๆ และได้้นำข้อมูลต่าง ๆ มาพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรในรายละเอียดปลีกย่อยตลอดเวลา จนเป็นหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้หลักสูตรในโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศตั้งแต่ปีการศึกษา 2534 เป็นต้นมา

จุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 (กรมวิชาการ. 2535 : 111) มีดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

### 2.1.2 โครงสร้าง

โครงสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนที่เน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

#### วิชาบังคับ

##### วิชาบังคับเลือก

ว 421	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 431	เคมี	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 441	ชีววิทยา	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้

##### วิชาเลือกเสรี

ว 021	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 022	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 023	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 024	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 025	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 031	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 032	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 033	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 034	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 035	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 041	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 042	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 043	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 044	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 045	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 046	หลักการเบื้องต้นใน เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1 หน่วยการเรียนรู้
ว 041	ความรู้พื้นฐานทาง เทคโนโลยีชีวภาพ	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1 หน่วยการเรียนรู้

### 2.1.3 คำอธิบายรายวิชา วิชาเคมี ว031

ศึกษาสถานะของสารกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ศึกษาและทดลองการแพร่ของก๊าซ ทดลองและฝึกคำนวณหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรของก๊าซ ศึกษาการระเหย การเดือดและทดลองเปรียบเทียบความดันไอของของเหลว ศึกษาการหลอมเหลว การระเหิด การจัดเรียงอนุภาคของของแข็งและทดลองเตรียมผลึกของสาร ศึกษาทฤษฎีจลน์ของก๊าซ และการนำไปใช้อธิบายสมบัติต่าง ๆ ของสารทั้ง 3 สถานะ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับก๊าซ ของเหลวและของแข็ง

ศึกษาสมบัติบางประการของธาตุ 20 ธาตุแรก ศึกษาและทดสอบสมบัติของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของธาตุ 20 ธาตุแรก ทดลองเตรียมสารประกอบและออกไซด์ของธาตุบางธาตุ ศึกษาสมบัติของก๊าซเฉื่อย การจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ของนักเคมียุคต่าง ๆ จนถึงตารางธาตุปัจจุบัน แนวโน้มของสมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ

ศึกษาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมภายใน โมเลกุล การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะและการคำนวณหาพลังงานพันธะ ฝึกเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ศึกษาและทดลองรูปร่างของโมเลกุล สภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ศึกษาการเกิดพันธะไฮโดรเจน พันธะโลหะ พันธะไอออนิก ฝึกเขียนสูตรและเรียกชื่อสารไอออนิก ศึกษาและทดลองสมบัติบางประการของสารไอออนิก

เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมีกับสมบัติของธาตุและสารประกอบ

จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ซึ่งแบ่งเป็นวิชา ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา แล้วจำเป็นที่จะต้องจัดกิจกรรมให้สัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ และเป็นไปตามจุดเน้นของหลักสูตรด้วย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 ดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเพื่อให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถ

นำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนจึงต้องศึกษาค้นหา เทคนิควิธีสอนที่เหมาะสมเพื่อนำมาทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักการ จุดหมาย จุดเน้น และจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 )

## 2.2 เทคนิคแผนผังทางปัญญา (Mind Mapping Technique)

เทคนิคแผนผังทางปัญญา ( Mind Mapping Technique ) เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นโดย Buzan (1997 : 26-57) ซึ่งเขาได้อธิบายว่าในสมองของมนุษย์มีเซลล์ประสาทในสมองกว่าสิบล้านเซลล์ และแต่ละเซลล์มีความเชื่อมโยงกันด้วยส่วนที่เรียกว่า dendrite ที่ยื่นออกไปรอบทิศทางเพื่อรับข้อมูลจากเซลล์ประสาทเซลล์อื่น ๆ และ axon ที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยังเซลล์ประสาทเซลล์อื่น ๆ ทั้ง dendrite และ axon มีการโยงใยกันอยู่ในสมองอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งการทำงานในสมองมนุษย์ดังกล่าวนี้ เรียกว่า การคิดรอบทิศทาง (Radiant Thinking) เป็นโครงสร้างและกระบวนการที่อยู่ภายในสมอง

แผนผังทางปัญญา (Mind Mapping) เป็นเสมือนกระจกที่สะท้อนเงาการคิดรอบทิศทาง (Radiant Thinking) ของเรามาให้ได้รับรู้ ทำให้เข้าใจระบบความคิดของตนเองและทำให้เกิดอิสระในการคิด ลักษณะของแผนผังทางปัญญาเป็นการเขียนได้รอบทิศทาง ไม่สิ้นสุด (Buzan, 1997 : 31) ในการสร้างแผนผังทางปัญญาจะต้องสร้างขึ้นอาศัยการทำงานประสานกันของสมองทั้งสองซีก ทั้งซีกขวาที่มีความเกี่ยวข้องของภาพ สัญลักษณ์ จินตนาการ และซีกซ้ายที่เป็นการใช้เหตุผล และการคิดเชิงตรรกะ (Gelb .1995 : 52 ; Wycoff . 1991 : 68) ดังมีการอธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะสำคัญ กฎเกณฑ์ในการสร้างแผนผังทางปัญญา สำคัญๆ ขั้นตอนการสร้างและการใช้ประโยชน์ สรุปได้ดังต่อไปนี้

### 2.2.1 คุณลักษณะสำคัญของแผนผังทางปัญญา

Buzan (1997 : 59) ได้สรุปคุณลักษณะเฉพาะของแผนผังทางปัญญาไว้ 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ประเด็นที่สนใจถูกสร้างขึ้นภายในภาพตรงกลาง
2. หัวข้อหลักของประเด็นอยู่รอบภาพตรงกลางทุกทิศทาง เปรียบเสมือนกิ่งก้านของต้นไม้
3. กิ่งก้านประกอบด้วยภาพ หรือคำสำคัญที่เขียนบนเส้นที่โยงใยกัน ส่วนคำอื่น ๆ ที่มีความสำคัญรองลงมาจะถูกเขียนในกิ่งก้านที่แตกออกในลำดับต่อ ๆ ไป

4. กิ่งก้านจะถูกเชื่อมโยงกันในลักษณะที่แตกต่างกันตามตำแหน่ง และความสำคัญ

### 2.2.2 กฎเกณฑ์ของแผนผังทางปัญญา

การสร้างแผนผังทางปัญญามีกฎเกณฑ์กำหนดลักษณะพื้นฐานไว้ดังต่อไปนี้ (Buzan, 1997 : 97 – 105)

1. เทคนิค (Techniques) แผนผังทางปัญญาเป็นเครื่องมือที่อาศัยเทคนิคที่ช่วยให้ประสิทธิภาพในการคิดเพิ่มขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะพื้นฐานที่ต้องมีในแผนผังทางปัญญาทุกแผนผัง โดยแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะดังนี้

1.1 ใช้การเน้น (Use Emphasis) ผู้สร้างแผนผังทางปัญญาจะใช้การเน้นถึงความสำคัญของความคิดในแผนผังโดยผ่านทางองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่

1.1.1 การใช้รูปภาพตรงกลาง และใช้สีตั้งแต่ 3 สีขึ้นไป

1.1.2 การใช้รูปภาพ และคำที่มีมิติแตกต่างกัน

1.1.3 การใช้คำหรือรูปภาพที่สามารถรับรู้และเข้าใจได้ง่าย

1.1.4 การใช้คำ เส้น และรูปภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน

1.1.5 การเว้นระยะระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนผังที่เหมาะสม

1.2 ใช้การเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Use Association) ในการสร้างแผนผังทางปัญญาต้องอาศัยความเชื่อมโยงของความคิดที่ผู้สร้างสามารถถ่ายทอดออกมาด้วยการใช้เทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 การใช้สีเดียวกันในการแสดงความเชื่อมโยงของความคิด

1.2.2 การใช้รหัสหรือสัญลักษณ์ ในการแสดงความเชื่อมโยงความคิด

1.3 มีความชัดเจน (Be Clear) แผนผังทางปัญญาจะต้องมีความชัดเจนในประเด็นต่อไปนี้

1.3.1 ใช้คำในการแสดงความคิดเพียง 1 คำต่อเส้น 1 เส้นเท่านั้น

1.3.2 เขียนคำทุกคำที่เป็นการแสดงถึงความคิดของผู้สร้างแผนผัง ลงบนแผนผังทางปัญญาโดยคำที่ใช้สั้นกะทัดรัด และตำแหน่งบนแผนผังแสดงถึงความสำคัญ

1.3.3 เขียนคำเหนือเส้น

1.3.4 ลากเส้นให้มีความยาวเท่ากับความยาวของคำ

1.3.5 ลากเส้นหลักเพื่อเชื่อมโยงรูปภาพตรงกลางกับความคิดหลัก

1.3.6 แสดงความเชื่อมโยงเส้นแต่ละเส้นกับเส้นอื่น ๆ

1.3.7 ลากเส้นหลักให้หนากว่าเส้นอื่น ๆ

1.3.8 สร้างแผนผังทางปัญญาให้มีลักษณะรวมเป็นหนึ่งเดียว

ไม่ขาดตอนออกจากกัน

1.3.9 วาดรูปภาพให้มีความชัดเจนที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

1.3.10 พยายามวางกระดาษในการสร้างแผนผังให้อยู่ในแนวนอน

1.3.11 เขียนคำไม่ให้กลับหัว

1.4 มีการพัฒนารูปแบบของตนเอง แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องรักษากฎเกณฑ์พื้นฐานของแผนผังทางปัญญาด้วย (Develop a personal style while maintaining the mind map laws) การสร้างแผนผังทางปัญญาเป็นการแสดงถึงลักษณะความคิดที่เป็นส่วนตัวของผู้สร้างแผนผัง แต่ก็ต้องรักษากฎเกณฑ์พื้นฐานของแผนผังทางปัญญาไว้ให้ครบถ้วนด้วย

2. แบบแผนของแผนผัง (Layout) การสร้างแผนผังทางปัญญานอกจากใช้เทคนิคต่าง ๆ ช่วยให้แผนผังมีประสิทธิภาพแล้วยังต้องอาศัยการวางรูปแบบของแผนผังที่สื่ออีกด้วย ได้แก่

2.1 การใช้การเรียงลำดับชั้นของการคิด (Use Hierarchy) ในการสร้างแผนผังทางปัญญาต้องมีการเรียงลำดับการคิดก่อนและหลังในเรื่องต่าง ๆ

2.2 การใช้การเรียงลำดับเกี่ยวกับตัวเลข (Use Numerical Order) การสร้างแผนผังทางปัญญาในงานบางอย่าง เช่น การพูด การเรียงความ และการตอบข้อสอบต้องมีลำดับชั้นในการเขียน หรือการพูด ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์ที่จะอ้างอิงถึงขั้นตอนได้เป็นอย่างดี

ทั้งนี้ก็มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแผนผังทางปัญญาที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. แผนผังทางปัญญาไม่มีความยุ่งเหยิง ถึงแม้จะมีการแตกแขนงของความคิดมากแต่ผู้อ่านแผนผังก็สามารถเข้าใจถึงความคิด และขั้นตอนของความคิดที่แสดงในแผนผังทางปัญญาได้โดยไม่สับสน

2. รูปภาพ และคำมีความหมายที่ชัดเจน และมีความเป็นรูปธรรมมาก สามารถเข้าใจได้ง่ายและใช้เวลาสั้น

### 2.2.3 สารสำคัญของแผนผังทางปัญญา (Mind Mapping Elements)

2.2.3.1 การเริ่ม ( Start ) ในการเริ่มสร้างแผนผังทางปัญญาต้องอาศัยการเริ่มจากคำหรือมโนทัศน์ที่จะเป็นประเด็นหลักของการทำแผนผังทางปัญญา

2.2.3.2 การใช้ ( Use ) แผนผังทางปัญญาจะใช้ 3 องค์ประกอบย่อยดังนี้

คำสำคัญ (Keyword) เป็นคำที่จะแสดงถึงสิ่งซึ่งต้องการเชื่อมโยง หรือเกี่ยวข้องกับคำหรือมโนทัศน์ที่เป็นประเด็นหลัก โดยคำสำคัญไม่จำกัดว่า จะเป็นคำที่มีความเป็นนามธรรมหรือรูปธรรมมากเท่าใด

การเชื่อมโยง (Connect) ในการทำแผนผังทางปัญญาต้องแสดงถึงความเชื่อมโยงของคำสำคัญที่ปรากฏอยู่บนแผนผัง จะทำให้ความคิดมีความต่อเนื่อง และคำสำคัญมีความหมายมากขึ้น โดยการเชื่อมโยงนั้นสามารถใช้วิธีการได้หลายวิธี เช่น การแสดงด้วยลักษณะของเส้น ลูกศรแบบต่าง ๆ หรือใช้รหัสก็ได้

การเน้นความสำคัญ (Emphasis) เป็นการทำให้ผู้ทำแผนผังทางปัญญา สามารถลำดับความคิดให้เป็นระบบ รู้ถึงความสำคัญมากขึ้น หรือลำดับก่อนหลังได้ โดยวิธีการนี้สามารถทำได้หลายวิธีเช่นกัน เช่น การใช้ขนาดของตัวอักษร สีต่าง ๆ กัน หรืออาจใช้ตัวหนังสือที่มีมิติแตกต่างกัน

2.2.3.3 การเขียน (Point) การทำแผนผังทางปัญญา ต้องมีการเขียนในลักษณะแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ของผู้สร้าง ซึ่งไม่มีเพียงตัวหนังสือ หรือคำเท่านั้น ควรต้องมีภาพประกอบหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อทำให้เกิดความหมายมากยิ่งขึ้น

## 2.2.4 ขั้นตอนในการสร้างแผนผังทางปัญญา

ขั้นที่ 1 เริ่มด้วยสัญลักษณ์ หรือรูปภาพลงบนกลางกระดาษ

ขั้นที่ 2 ระบุคำสำคัญหลัก

ขั้นที่ 3 เชื่อมโยงคำอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำสำคัญหลัก ด้วยเส้นโยงจากคำสำคัญหลักตรงกลางออกไปทุกทิศทาง

ขั้นที่ 4 เขียนคำที่ต้องการ 1 คำต่อ 1 เส้น และแต่ละเส้นควรเกี่ยวข้องกับเส้นอื่น ๆ ด้วย

ขั้นที่ 5 ขยายคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 6 ใช้สี รูปภาพ ลักษณะของเส้น เป็นการระบุถึงลักษณะความเชื่อมโยงการเน้นหรือลำดับ

สำหรับอุปกรณ์ในการสร้างแผนผังทางปัญญานั้นควรมีปากกาสีต่าง ๆ กัน (อย่างน้อย 4 สี) เพื่อใช้ในการทำแผนผังทางปัญญาที่มีความหลากหลายและสะดวก และพื้นที่ที่จะใช้ในการทำแผนผังทางปัญญา ต้องมีขนาดกว้างพอสมควร อาจจะเป็นกระดาษขนาดใหญ่ หรือกระดานดำก็ได้

## 2.2.5 การนำแผนผังทางปัญญามาใช้ในงานต่าง ๆ

Buzan (1997 : 175 – 283) ได้เสนอไว้ว่า แผนผังทางปัญญานั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ ได้มากมาย ได้แก่

### 1. การจดบันทึก (Note Taking)

การจดบันทึกโดยทั่วไป คนส่วนใหญ่มักใช้การจดแบบตามแนวนอน หรือแนวตั้งทางเดียวตามส่วนของภาษานั้น ๆ ทำให้การไม่ได้ประโยชน์จากการจดบันทึกอย่างเต็มที่ เนื่องจากไม่เห็นถึงจุดสำคัญ และความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างชัดเจน แต่หากเปลี่ยนรูปแบบการจดบันทึกเป็นแบบแผนผังทางปัญญา จะทำให้ผู้จดบันทึกเห็นถึงจุดสำคัญ และความเชื่อมโยงของเนื้อหา มีความเป็นอิสระ จนเกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ มากขึ้น

Wycoff ( 1991 : 65 – 68 ) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดบันทึกจากการฟังไว้ดังนี้  
 ขั้นที่ 1 การฟัง (Listen) เป็นขั้นที่รับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่ภายในบุคคล โดยมี  
 ข้อแนะนำดังนี้

1. ควรเรียนรู้ที่จะมีความอดทนและเงียบ (Learn to tolerate silence)  
 เพราะบ่อยครั้งหากไม่อดทนฟังหรือพูดในขณะที่ฟังก็จะพลาดข้อมูลที่สำคัญได้
2. ควรถามคำถาม (Ask Question) ควรใช้คำถามปลายเปิด เพื่อได้รับ  
 ข้อมูลที่มากกว่าการใช้คำถามปลายปิด
3. ควรฟังด้วยความคิดในเชิงบวก และเสริมแรง (Be positive and  
 reinforcing) การเปิดใจรับข้อมูลจากการฟังนั้นจะทำให้ผู้พูดรู้สึกผ่อนคลาย และให้ข้อมูลได้  
 ตรงจุด

4. หลีกเลี่ยงการตัดสิน (Avoid Judgments) ไม่ควรทำการตัดสินข้อมูลที่  
 ได้รับจากผู้พูดจะทำให้สามารถรับข้อมูลได้มากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวม (Organize) เป็นขั้นที่ผู้จัดบันทึกทำการเน้นไปยังสาระ  
 สำคัญของเรื่องราวที่ได้รับจากขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสื่อสาร (Telegraph) เป็นขั้นที่ผู้จัดบันทึกนำสาระสำคัญนำมาเขียน  
 ให้เกิดความหมาย

## 2. การตัดสินใจ (Decision Making)

ในการตัดสินใจทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยปกติมักจะไม่สามารถเห็นถึงผลดี หรือ  
 ผลเสียได้ชัดเจน ทำให้การตัดสินใจในบางครั้งเกิดความผิดพลาดเกิดผลเสียมากมากับตนเอง  
 และส่วนรวมได้ แต่ถ้าใช้แผนผังทางปัญญาประกอบการตัดสินใจ จะทำให้เห็นถึงผลดีหรือผลเสีย  
 อันเนื่องมาจากการตัดสินใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้โอกาสตัดสินใจผิดพลาดมีน้อยลงด้วย

## 3. การเสนอผลงาน (Presentation)

การเสนอผลงานที่ทำโดยทั่วไป บางครั้งทำให้ผู้ที่รับสารไม่เข้าใจ ไม่เห็นภาพรวม  
 หรือองค์ประกอบของสิ่งที่กำลังแสดง รวมไปถึงความเชื่อมโยงขององค์ประกอบย่อยอีกด้วย แต่  
 ถ้าใช้แผนผังทางปัญญาในการเสนอผลงาน จะทำให้เห็นภาพรวมของสิ่งที่ต้องการแสดง รวมไปถึง  
 ทั้งการเชื่อมโยงขององค์ประกอบ และมีการเน้นความสำคัญ ทำให้การเสนอผลงานเกิดประสิทธิ  
 ภาพมากยิ่งขึ้น

## 4. การแก้ปัญหา (Problem solving)

เมื่อบุคคลพบกับปัญหาแล้วไม่สามารถแก้ไขได้ เป็นเพราะไม่ทราบถึงสาเหตุที่  
 แท้จริง และไม่สามารถคิดกระบวนการที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ แต่ถ้าใช้แผนผังทางปัญญาในการ  
 แก้ปัญหา ก็จะทำให้ผู้แก้ปัญหาสามารถรู้ถึงสาเหตุที่แท้จริงง่ายขึ้น และยังเชื่อมโยงสาเหตุกับ

ปัญหาได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถสร้างทางเลือกที่หลากหลายและยังสามารถลำดับวิธีการแก้ปัญหาได้สะดวกขึ้น

Buzan (1997 : 185 –186) ได้เสนอขั้นตอนในการใช้แผนผังทางปัญญาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมพร้อมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว (Preparation of your environment) เป็นขั้นสำรวจด้วยตนเองเกี่ยวกับทรัพยากรที่มีอยู่รอบ ๆ ที่มีอยู่ที่จะใช้ได้สะดวก และสามารถสนับสนุนการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนผังทางปัญญา (Creation of the mind maps) เป็นขั้นที่ดำเนินการสร้างแผนผังทางปัญญา ซึ่งจะพยายามระดมความคิดให้มีปริมาณให้มากที่สุด โดยคำนึงถึง 3 หลักที่ควรพิจารณาได้แก่ สิ่งที่ไม่ชอบ (Dislike) เป็นสิ่งที่พิจารณาจะเป็นสิ่งที่มาขัดขวางการแก้ปัญหาบ้าง สิ่งที่ชอบ (Like) เป็นสิ่งที่ส่งเสริมในการคิดแก้ปัญหาได้สะดวก การแก้ปัญหา (Solution) เป็นการแยกแยะและดำเนินการวางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การอภิปรายอย่างเป็นทางการ (Formal Discussion) เป็นขั้นที่นำแผนผังทางปัญญาที่ได้สร้างขึ้นมาอภิปรายสรุปเพื่อเลือกกระบวนการในการแก้ปัญหา

#### 5. การวางแผน (Planing)

การวางแผนที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงานต่างๆ ที่จะดำเนินการ อาทิเช่น จุดประสงค์ บุคคลที่เกี่ยวข้อง สถานที่ เวลาที่เหมาะสม เป็นต้น เพราะฉะนั้นหากใช้แผนผังทางปัญญาในการวางแผนก็จะทำให้วิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวได้ง่าย และครบถ้วน ทำให้การวางแผนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Wycoff (1991 : 81 – 82) ได้เสนอหลักการในการวางแผนของการ ทำโครงการ โดยนำการเริ่มดำเนินการควรมีช่วงที่เรียกว่า “การกระตุ้นความคิด” (brain burst) เป็นช่วงที่ผู้ร่วมทำงานช่วยกันระดมความคิดที่จะหาประเด็นหรือชื่อของโครงการ โดยช่วงเวลา ดังกล่าวจะใช้เวลาประมาณ 5 นาที ส่วนสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการทำโครงการ ได้แก่ W W W W W H S มีความหมายดังต่อไปนี้

Who (ใคร) โดยคำนึงถึงว่า ใครบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการในด้านการตัดสินใจ การได้รับผลประโยชน์ หรือเสียผลประโยชน์และใครบ้างที่ต้องปฏิบัติงาน

What (อะไร) ต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการอันได้แก่ อะไรบ้างที่ต้องรู้ อะไรบ้างที่เป็นทรัพยากรที่ต้องใช้ อะไรบ้างที่มีอยู่แล้วหรือมีอะไรที่ขาดแคลน สุดท้ายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากการทำโครงการ

When (เมื่อไร) เป็นการคำนึงถึงเวลาที่ต้องใช้ในการดำเนินโครงการและเมื่อใดที่ต้องการให้โครงการเสร็จสิ้น

Where (ที่ไหน) เป็นสิ่งที่ต้องแสวงหาว่า ที่ใดเป็นสถานที่ของการทำโครงการหรือเป็นสถานที่ที่สามารถนำทรัพยากรมาใช้ได้

Why (ทำไม) เป็นการหาว่าทำไมจึงต้องทำโครงการดังกล่าว โครงการนี้มีความสำคัญอย่างไร

How (อย่างไร) เป็นการตั้งคำถามเพื่อหาวิธีการที่จะทำให้โครงการสำเร็จเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งเอาไว้

Money (งบประมาณ) เป็นการคำนวณถึงมูลค่าที่ต้องทำการลงทุนในการทำโครงการรวมไปถึงผลกำไรด้วย

Gelb (1995 : 156) ได้เสนอสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการวางแผนเพื่อจัดการประชุม การจัดสัมมนา หรือการจัดงานเลี้ยงไว้ดังนี้

Purpose (วัตถุประสงค์) เป็นการกำหนดเป้าหมายที่ทำการดำเนินการจัดงานดังกล่าวอย่างเฉพาะเจาะจง

Place (สถานที่) เป็นการจัดสถานที่ หรือสภาพให้เหมาะสมกับ องค์ประกอบอื่น ๆ อันได้แก่ จุดประสงค์ ผู้เข้าร่วมงาน เป็นต้น

People (บุคคล) เป็นการมุ่งไปถึงบุคคลต่าง ๆ ที่เข้าร่วมในงานที่ จะดำเนินการจัดขึ้น  
Preparation (การเตรียมตัว) เป็นการสำรวจว่าต้องมีการเตรียมการสิ่งใดบ้างสำหรับการจัดงานในครั้งนี้

Program (โปรแกรม) เป็นการวางแผนถึงประเด็น หรือสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการจัดงาน โดยต้องมีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกันอีกด้วย

Process (ขั้นตอน) เป็นการกำหนดขั้นตอนในการทำงานเพื่อดำเนินการในการจัดงานดังกล่าว โดยอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่า การทำแผนผังทางปัญญานั้น สามารถทำได้หลายระดับ (Wycoff,1991 ; Buzan,1997) ได้แก่

แผนผังทางปัญญาส่วนบุคคล (Individual Mind Mapping) บุคคลทุกคนสามารถทำแผนผังทางปัญญาของตนเอง เพื่อใช้ในงานส่วนตัวได้ หรือเรียกว่า Mini Mind Mapping)

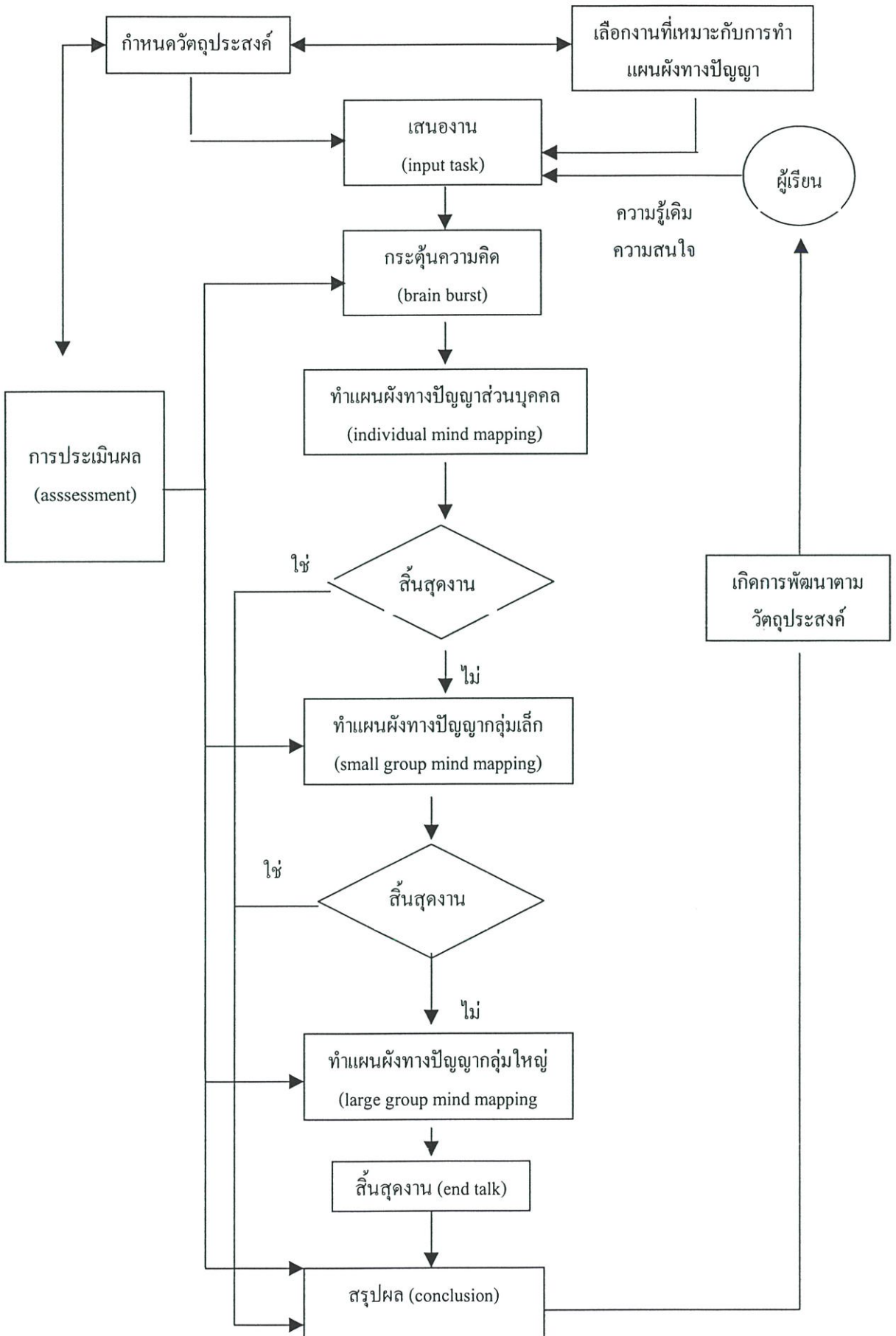
แผนผังทางปัญญากลุ่มเล็ก (Small Group Mind Mapping) หากต้องการทำงานในกลุ่มเล็ก เช่น ประมาณ 3 – 5 คน ก็สามารถทำแผนผังทางปัญญาได้ เพื่อทำให้งานบรรลุเป้าหมาย

แผนผังทางปัญญากลุ่มใหญ่ (Larg Group Mind Mapping) เมื่อมีการประชุมกลุ่มใหญ่ก็สามารถทำแผนผังทางปัญญาได้ เช่นเดียวกัน มักเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการลงข้อสรุปในการทำงานต่าง ๆ

จากการศึกษางานวิจัยของสมาน ถาวรรัตนวิชิ พบว่าผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดได้รอบทิศทางมากขึ้นและมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคแผนผัง

ทางปัญญามาศึกษาเพื่อพัฒนามาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนพัฒนาความคิดและการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเทคนิค ดังกล่าว มีลักษณะเป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ นับว่าเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมให้ ผู้สร้างแผนผังมีความอิสระในการคิด และได้เห็นความคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ ซึ่งการฝึกใช้สามารถทำแบบฝึกโจทย์คำนวณเคมี โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

#### 2.2.6 รูปแบบการฝึกใช้แผนผังทางปัญญา (สมาน ถาวรรัตนวิช. 2541 : 55-56)



ภาพที่ 2.1 รูปแบบการฝึกใช้แผนผังทางปัญญาของสมาน ถาวรรัตนวิช ที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 2.1 อธิบายรูปแบบการฝึกใช้แผนผังทางปัญญา

ชั้น/องค์ประกอบ	คำอธิบาย	หมายเหตุ
ผู้เรียน	ในการทำการฝึกต้องมีการวิเคราะห์ ผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ วัย เพศ ระดับการศึกษา รวมถึงทัศนคติและความสนใจเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ	การดำเนินการอาจใช้การสัมภาษณ์หรือแบบสำรวจ
เลือกงานที่เหมาะสมกับการทำแผนผังทางปัญญา	การเลือกงานนั้นต้องทำการตรวจสอบว่างานดังกล่าวสามารถใช้เทคนิค แผนผังทางปัญญาได้หรือไม่ รวมทั้งเหมาะกับผู้เรียนในด้านความสนใจ และความรู้เดิมที่มีอยู่	
กำหนดวัตถุประสงค์	การกำหนดวัตถุประสงค์ จำเป็นต้องมีความสอดคล้องกับงานที่เลือกโดย จุดประสงค์เพื่อให้งานดังกล่าวสำเร็จ ลุล่วงโดยใช้แผนผังทางปัญญา เป็นเครื่องมือ	
เสนองาน	ชั้นเสนองานเป็นการกำหนดภาระกิจหรืองานที่ผู้เรียนต้องทำให้สำเร็จลุล่วง โดยจะพยายามให้ผู้เรียนเรียนรู้และ มีส่วนร่วมกับงานนั้น ๆ ให้มากที่สุด	
กระตุ้นความคิด	ชั้นกระตุ้นความคิด เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนเริ่มรู้สึกคุ้นเคยกับการที่ต้องใช้ร่วมกิจกรรมที่จะต้องใช้ความคิดที่หลากหลาย (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)	
ทำแผนผังทางปัญญาส่วนบุคคล	ขั้นนี้ผู้เรียนทุกคนจะต้องใช้เทคนิค แผนผังทางปัญญาในงานที่ได้รับ มอบหมาย (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที)	หากงานสิ้นสุดลงในขั้นนี้ก็จะดำเนินการสรุปผล

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้น/องค์ประกอบ	คำอธิบาย	หมายเหตุ
ทำแผนผังทางปัญญากลุ่มเล็ก	หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำแผนผังทางปัญญาของตนเองแล้วก็จะนำแผนผังดังกล่าวมาอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มของตนเอง (3 คน) เพื่อทำแผนผังทางปัญญาของกลุ่ม	หากงานสิ้นสุดลงในขั้นนี้ก็จะดำเนินการสรุปผล
ทำแผนผังทางปัญญากลุ่มใหญ่	เป็นขั้นที่ทุกคนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อทำแผนผังทางปัญญาของชั้นเรียน โดยใช้ข้อสรุปจากแผนผังทางปัญญาของแต่ละกลุ่ม	
สรุปผล	เมื่องานสำเร็จลุล่วง ครูและผู้เรียนร่วมกัน สรุปถึงผลงานที่ได้ รวมถึงประโยชน์ที่ได้รับ	
การประเมินผล	การประเมินผลจะเป็นการตรวจสอบเพื่อปรับปรุง แก้ไข เกี่ยวกับการทำงานที่รับมอบหมาย รวมทั้งการทำแผนผังทางปัญญาในชั้นต่าง ๆ ด้วย ซึ่งในการประเมินผลครูจะใช้วิธีการสังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนในการทำ กิจกรรมการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม ส่วน การประเมินแผนผังทางปัญญาในเรื่องของขยายความคิด การใช้สี สัญลักษณ์ และความปราณีตของแผนผังทางปัญญา	

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัย พบว่า ในปัจจุบันงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญามาใช้ในการเรียนการสอนยังมีจำนวนน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการศึกษา

สมาน ถาวรรัตนวิช (2541) ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการฝึกใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า

1. คะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองของนักเรียนที่มีลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง ปานกลาง และต่ำ ในกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนที่มีลักษณะในระดับเดียวกันในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. คะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองของนักเรียนที่มีลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง ปานกลาง และต่ำ ในกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนทดลองในทุกระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากงานประดิษฐ์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

Bay (1985) ได้ทำการศึกษาด้วยการนำ Astute Activities นำมาใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาภาษาอังกฤษ กิจกรรมดังกล่าวประกอบด้วย การระดมสมอง การทำแบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์โดยใช้บุคลิกลักษณะ รวมทั้งเทคนิคแผนผังทางปัญญาด้วย ผลปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานของนักเรียน ทั้งการพูด และการเขียนสูงขึ้นรวมทั้งความสามารถทางภาษาในการเขียนและความตระหนักต่อประเด็นปัญหาต่าง ๆ ดีขึ้นด้วย

Mcclain (1986) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเทคนิคแผนผังทางปัญญามาใช้ในการอธิบายโครงสร้างของเนื้อหาของวิชา ก่อนทำการสอนซึ่งทำการศึกษากับนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย พบว่าเทคนิคแผนผังทางปัญญาช่วยให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์ได้ดีขึ้น รวมทั้งยังพบว่ามีส่วนช่วยในการจดการบรรยาย พัฒนาคุณภาพในการระดมสมองของนักศึกษา ทำให้การจดบันทึกชัดเจน นักศึกษามีความคิดที่เป็นอิสระมากขึ้น รวมทั้งยังช่วยเพิ่มความเข้าใจได้ด้วย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลได้ดีอีกด้วย

Rege(1993) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำทฤษฎีในการเรียนแบบบูรณาการตามแนวคิดของปีเตอร์ ไคลน (Peter Kline's theory of integrative learning) และการใช้ทฤษฎีทางพุทธิปัญญา ของการ์ดเนอร์ (Howard Gardner's multiple intelligence theory) มาจัดเป็นชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการพัฒนาสมองด้านขวา ทั้งหมด 12 กิจกรรม ยกตัวอย่างเช่น เทคนิคละลายพฤติกรรม (Ice – Breaker) รวมทั้งเทคนิคแผนผังทางปัญญาด้วย ผลปรากฏว่าชุดกิจกรรมดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีระดับความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น และในงานวิจัยดังกล่าว ยังเสนอว่าต้องมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิด หรือผลงานได้อย่างเต็มที่ก็จะทำให้ชุดกิจกรรมดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Oldfather and other (1994) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเทคนิคแผนผังทางปัญญามาใช้เตรียมการสอน และพัฒนาหลักสูตรของครูที่สอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ในระดับมหาวิทยาลัย ด้วยการนำมาเป็นเครื่องมือช่วยใน 4 กิจกรรมได้แก่

1. นำมาใช้อธิบายความหมายและโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจนขึ้น
2. แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในบทเรียน
3. ใช้แสดงรายละเอียดของการพัฒนาหลักสูตรให้เป็นรูปธรรมและการปฏิบัติ
4. เพื่อนำมาแสดงความคิดของตนเองให้กับครูผู้สอนคนอื่นได้เข้าใจ

พบว่า ทำให้ช่วยในการวางแผนมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากครูทุกคนที่ร่วมโครงการสามารถมองเห็นภาพรวมของหลักสูตร และความเชื่อมโยงของเนื้อหา ทำให้สามารถร่วมกันเตรียมการสอนและพัฒนาหลักสูตร ได้ดีขึ้น

### 2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสมรรถภาพของสมองในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2521 : 13) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีเจตจำนงที่ต้องอาศัยความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใด โดยเฉพาะ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 30-31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมหรือความสามารถที่เป็นผลการเรียนของการเรียนการสอน เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนาออกมา ขึ้นมาจากการฝึกอบรม สั่งสอนโดยตรง คือ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนของเด็กนั่นเอง ซึ่งได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การนำไปใช้ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

อารมณี เพชรชื่น (2527 : 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้สึก ค่านิยม และจริยธรรมต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (อ้างใน ฌรงค์ คล่องดี, 2533 : 58) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า

.....หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่งอันเป็นผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถของร่างกายหรือสมอง นับว่าเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล ตัวชี้บ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่อาศัยหรือไม่อาศัย การทดสอบก็ได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนอกจากจะเป็นเรื่องพิจารณาความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียนแล้วยังแสดงถึงคุณค่าของหลักสูตร ผู้บริหาร และผู้สอนอีกด้วย.....

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึกรู้สีก และค่านิยมต่าง ๆ

### 2.3.1 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการจัดการเรียนการสอน สิ่งที่สำคัญคือการ การทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้มากที่สุด ซึ่งองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้นมีหลายประการ ดังที่นักการศึกษาหลายท่าน เช่น Travers , Bloom , Bowman , ทองประเจียดและคณะ (อ้างในสุริย์ ประกายจันทร์ , 2532 : 17) ได้กล่าวโดยสรุปว่า

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับสติปัญญาเพียงด้านเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่น ๆ ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ความถนัด และพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทศนคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน และระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอน ซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำถูกต้องหรือไม่

กล่าวโดยสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย คุณลักษณะของตัวผู้เรียน คุณภาพการสอนของครู และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คือ คุณลักษณะของตัวผู้เรียน ส่วนองค์ประกอบอื่นจะมีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

### 2.3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งจำเป็นของการเรียนการสอน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการพัฒนาการ ความสำเร็จของผู้เรียนภายหลังการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมุ่งที่จะวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการเป็นส่วนใหญ่ และมักจะเป็นคำถามที่ตอบด้วยกระดาษและดินสอกับที่นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งเรียกว่าข้อสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งแบ่งลักษณะข้อสอบได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา หรือโจทย์คำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นเองและสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ ซึ่งอาจจะใช้เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียน ใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นความรู้เดิม วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการหรือวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่าที่ครูสร้างขึ้นเอง เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วก็มีการนำไปทดสอบ และนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น มีความเป็นมาตรฐานซึ่งสามารถใช้เป็นหลักสำหรับวัดและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอน และเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล แพร์ตกุล ( อ่างในณรงค์ คล่องดี. 2533 : 62 ) ได้กล่าวถึง ลักษณะข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้โดยให้ผู้สอบเขียนตอบยาว ๆ ผู้เข้าสอบต้องมีความรู้ในปัญหานั้น ๆ มากน้อยเพียงใดก็เขียนออกมาให้หมดภายในเวลาที่กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบแล้วแต่ผู้เข้าสอบจะถนัด

2. แบบปรนัยหรือตอบแบบสั้น ๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือแบบกำหนดให้เลือกตอบ ได้แก่ แบบถูก-ผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะวัดว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับนั้นผู้เรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชามากน้อยเพียงใด และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับนั้นได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่วางไว้ได้หรือไม่ เพื่อการปรับปรุงและการค้นคว้า อันจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนนั้น ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่ามักจะเป็นข้อสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ซึ่งแบบทดสอบนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์หาค่าระดับความยาก (Level of Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) จึงจะเป็นข้อสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพในการหาค่าดังกล่าวนี้สามารถทำได้ดังนี้

1. หาค่าระดับความยาก (Level of Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (วิเชียร เกตุสิงห์, 2530 : 97 - 104)

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P คือ ระดับความยากของข้อสอบ

$R_H$  คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.81 - 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 - 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.40 - 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ
0.20 - 0.39	เป็นข้อสอบค่อนข้างยาก
0.00 - 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

2. หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (วิเชียร เกตุสิงห์, 2530 : 97 - 104)

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ หรือ } N_L}$$

เมื่อ	r	คือ	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$R_H$	คือ	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_L$	คือ	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	$N_L$	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ขอบเขตของค่า r และความหมาย

0.40 ขึ้นไป	มีอำนาจจำแนกสูง
0.30 - 0.39	มีอำนาจจำแนกปานกลาง
0.20 - 0.29	มีอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
0.21 - 0.19	มีอำนาจจำแนกต่ำ

3. หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 (วิเชียร เกตุสิงห์, 2530 : 106)

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

เมื่อ	$r_{tt}$	คือ	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ
	n	คือ	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	p	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
pq	คือ	ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ
$S_t^2$	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

### 2.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

Bloom (1956 : 6-8) ได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods)
4. ทักษะคิดและความสนใจ (Attitude and Interests)
5. ทักษะปฏิบัติการ (Manual Skill)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 3-16) ได้นำการวัดผลด้านพุทธิพิสัยมาใช้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Klopfer (1971 : 120) มาปรับปรุง โดยได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็นลำดับขั้นดังนี้

1. ด้านความรู้ ความจำ (Knowledge)
2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension)
3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)
4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application)

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 21-31) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งสองส่วนในการประเมิน ผู้วิจัยจึงได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และ ทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างกันไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 63 – 69 ) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับขั้น คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์ การสรุปผลและการนำไปใช้

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและใฝ่หาคำตอบหรืออาจกล่าวได้ว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนการสอน สำหรับการวัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และจุดประสงค์ของหลักสูตร ได้แก่ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการและสามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อการสอนและวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ถนอมจิตต์ เสนมา (2525) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูและนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พญาไท 2 ห้อง ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และความคิดเห็นของกลุ่มนักเรียนที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน ส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการเรียนแบบนี้อยู่ในระดับปานกลาง

พรพิมล ชาญชัยเซาว์วิวัฒน์ (2525) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อภิรดี สุวีรานนท์ (2532) ได้ศึกษาผลการฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนทรี วัฒนพันธ์ (2535) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญสม เลิศพิเชฐ (2536) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง “ระบบการหมุนเวียนเลือดในคน” ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุษณีย์ ธนารุณ (2536) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนด้วยวิธีการสอนแบบสื่อประสมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เจตคติต่อการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุ ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสื่อประสม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประกาศิต จันทศ (2537 : 135-141) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ด้วยโมเดลวัฏจักรการเรียนรู้ประยุกต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรประยุกต์กับการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเจตคติต่อการสอนในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 58.82 และ 100.00 ตามลำดับ การแจกแจงระดับพัฒนาการทางสถิติปัญญาการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน เหมือนกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มณีรัตน์ เกตุไสว (2540) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Wolfson (1973) ได้ทำการทดลองโดยใช้แบบวิเคราะห์กิจกรรมร่วมทางวาจา ของแฟลนเดอร์ สังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งในนครนิวยอร์ก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 11 ที่เรียนวิชาเคมีจำนวน 160 คน และนักเรียนเกรด 8 และเกรด 9 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 160 คน ครั้นสิ้นปีการศึกษาได้ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเหล่านี้ ได้ผลคือ นักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางอ้อมสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย นักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางตรงสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หลังจากนั้นอีก 4 เดือน ทำการทดสอบใหม่ด้วยข้อสอบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางอ้อมสูง สามารถจำเนื้อหาที่เรียนไปแล้วได้ดีกว่านักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางตรงสูง

Dawson (1975) ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยแบบแรกนักเรียนจะได้รับคำแนะนำบอกรายละเอียดวิธีทำปฏิบัติการให้ทั้งหมด แบบที่สองครูจะสอนว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร และช่วยออกแบบการทดลองให้ด้วย ใช้นักเรียนเข้าร่วมในการทดลอง 372 คน จำนวน 16 ห้องเรียน ครู 76 คน ระหว่างการสอนมีการสังเกตพฤติกรรมการสอน โดยการสังเกตบันทึกแบบระบบการศึกษาห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (The Science Classroom Assessment System) และการวิเคราะห์คำถาม เพื่อทดสอบว่า ครูที่สอนนักเรียนคนละวิธีนี้สอนภาคทฤษฎีเหมือนกัน การวัดผลใช้แบบสอบประเมินความคิดวิเคราะห์ของ Watson-Glaser (Critical Thinking Appraisal) ทดสอบตอนเริ่มเรียน และตอนสิ้นภาคการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างในด้านการคิดวิเคราะห์ และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน 2 วิธีต่างกันใน นอกจากนี้นี้ยังไม่ปรากฏความแตก

ต่างในด้านพฤติกรรมในห้องเรียนของนักเรียน จำนวนคำถามที่ครูใช้ถามนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาวิชาของนักเรียนอีกด้วย

Marek (1978) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาสติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะการสืบเสาะหาความรู้และไอคิว (I.Q.) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 4 นี้ โดยการสอนโครงการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ (The Inquiry Role Approach Program) ซึ่งใช้สอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยม 92 คน เลือกโดยสุ่ม ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดการพัฒนาความรู้ความเข้าใจความรู้ด้านเนื้อหาวิชาทักษะในการสืบเสาะหาความรู้และไอคิว (I.Q.) ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทำให้การพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสืบเสาะหาความรู้และไอคิว (I.Q.) สูงขึ้น และตัวแปรทั้ง 4 ด้านนี้มีความสัมพันธ์ต่อกันในระดับต่าง ๆ กัน

Anderson (1978) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอน ลักษณะของนักเรียนในวิชามนุษยศาสตร์และสังคมวิทยา ผู้วิจัยใช้นักเรียนตั้งแต่เกรด 9 ถึง 12 จำนวน 105 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยสุ่มมาร้อยละ 15 คน จากจำนวน 7 ห้องเรียน ตัวแปรที่ศึกษาคือประเภทของวิธีสอน ความถนัดทางวิชาการ อัตมโนทัศน์ทางวิชาการเป็นตัวแปรอิสระ และความสนใจและตั้งใจเรียนเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรด้านวิธีการสอนนั้นแบ่งเป็น 5 วิธี คือ (1) วิธีบรรยาย (2) วิธีถามคำถามและตอบสนองของครู (3) วิธีทำงานเป็นรายบุคคล (4) วิธีทำงานเป็นกลุ่ม (5) วิธีใช้โสตทัศนูปกรณ์ผลการวิจัยพบว่าวิธีสอนของครูที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนที่มีความถนัดต่างกัน มีความสนใจและตั้งใจเรียนแตกต่างกันเช่นที่พบว่าวิธีสอนโดยใช้โสตทัศนูปกรณ์มีผลทำให้นักเรียนที่มีความถนัดระดับสูงมีความสนใจและตั้งใจเรียนมากที่สุด และช่วยทำให้นักเรียนที่มีความถนัดระดับต่ำมีความสนใจและตั้งใจเพิ่มขึ้น สำหรับวิธีบรรยาย วิธีถามคำถาม และตอบสนองของครู วิธีทำงานเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียนพอ ๆ กัน ซึ่งความสนใจและตั้งใจเรียนนี้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอีกด้วย

Olarinoye (1979) ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนวิชาฟิสิกส์ 3 วิธีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในประเทศไทยในจังหวัดบุรีรัมย์ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยกลุ่มควบคุมสอนตามตำรากลุ่มทดลองที่หนึ่ง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะทาง กลุ่มที่สองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

Mulopo (1980) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีบรรยายและวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 11 ใน Zambia จำนวน 120 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม มี 60 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีพัฒนาการขั้นนามธรรมนั้น นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหา

ความรู้ ได้คะแนนสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง สำหรับนักเรียนที่มีพัฒนาการขั้นรูปธรรมพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่างกัน วิธีการสอนแบบบรรยายเหมาะกับการสอน ความรู้ ข้อเท็จจริง และหลักการสอนวิธีสืบเสาะหาความรู้เหมาะกับการพัฒนาความเข้าใจวิทยาศาสตร์ และพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

Philips (1990) ได้ศึกษาการประเมินผลความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ซึ่งเป็นผลเปลี่ยนมาจากการพัฒนาวิธีการเรียนการสอน โดยครูที่กำลังทำงานเพื่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในเขตหุบเขาสีเขียวนา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความเข้าใจและการนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบลงมือปฏิบัติจริง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 2.4 ประสิทธิภาพของแบบฝึก

ชัยขงค์ พรหมวงค์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2532 : 494) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือแบบฝึก หลายประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตแบบฝึก เป็นการประกันคุณภาพของแบบฝึกว่าอยู่ในชั้นสูงเหมาะสมที่จะผลิตออกมาจำนวนมาก หากไม่มีกรทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว ผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ก็จะต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้แบบฝึก แบบฝึกจะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้นก่อนนำแบบฝึกไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เรามีแบบฝึกที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตแบบฝึก การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดแบบฝึกง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการและ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2$  ใช้เกณฑ์ในเนื้อหาเป็นทักษะไว้ 80/80

ชัยขงค์ พรหมวงค์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2532 : 495) เสนอวิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้วิธีการคำนวณดังนี้

$E_1$  ได้จากการเอาคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย เทียบ ส่วนเป็นร้อยละ

$E_2$  ได้จากการเอาคะแนนผลการสอบหลังการทดลองของผู้เรียนทั้งหมดรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย เทียบส่วนเป็นร้อยละ

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

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

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแบบฝึก คิดเป็น ร้อยละจากการทำแบบฝึก

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละหลังจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังเรียน

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึก

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึก

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

ชัยงค์ พรหมวงศ์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช. 2532 : 495) กล่าวว่า การกำหนด เกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ควรพิจารณาตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80 , 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น เมื่อกำหนดเกณฑ์แล้วนำไปทดลองจริง อาจได้ผลไม่ตรงตามเกณฑ์ แต่ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เกินร้อยละ 5

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตชุดการสอนหรือแบบฝึกเพื่อเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้ (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2532 : 496)

1. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 แบบเดี่ยว เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คน กำหนดหา ประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้ คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

2. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 10 แบบกลุ่ม เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน กำหนดหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น

3. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 100 ภาคสนาม เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40 –100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากเกณฑ์การพิจารณาประสิทธิภาพของแบบฝึกคั่งที่กล่าวมา ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี ที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งเป็นลักษณะการแก้ปัญหาโจทย์โดยให้นักเรียนแสดงขั้นตอนกระบวนการคิดแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดประสิทธิภาพของแบบฝึกไว้ตามเกณฑ์ 80/80

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ก่อนข้างจะมีมาก ส่วนใหญ่จะเป็นแบบฝึกทางด้านคณิตศาสตร์ และทำชุดการสอน ส่วนทางด้านวิทยาศาสตร์จะเน้นไปทางด้านฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างงานวิจัย

รุ่งชีวา สุขดี (2531) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถนอมศรี ดุขดิชธรรม (2532) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จ.นครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเพิ่มเติมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะเพิ่มเติม มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสูงชันกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

อภิรดี สุวีรานนท์ (2532) ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชุลีพร แจ่มถนอม (2541) ได้ศึกษาการสร้างแบบฝึกที่ใช้ในการฝึกการคิดโจทย์คำนวณเคมี เรื่องสมบัติของก๊าซ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึก

การคิดโจทย์คำนวณเคมี เรื่องสมบัติของก๊าซของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และเมื่อนำแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกการคิดโจทย์คำนวณเคมี ไปทดลองฝึกภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังฝึกสูงกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกการคิดโจทย์คำนวณ โดยเฉพาะในวิชาเคมีนั้นยังมีน้อย และจะเห็นได้ว่าการที่จะให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมีได้นั้น นักเรียนจะต้องสามารถเข้าใจถึงกระบวนการคิดได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งในการเรียนการสอนในปัจจุบันนักเรียนยังมีความเข้าใจ และการลำดับความคิดได้ไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการสร้างชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 100 คน และทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลากแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 คือ นักเรียนห้องที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ จำนวน 50 คน

กลุ่มที่ 2 คือ นักเรียนห้องที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวน 50 คน

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประเภทของเครื่องมือ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

3.2.1 แผนการสอนวิชาเคมี ว031 เรื่อง กฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ จำนวน 8 คาบ (3 คาบ/สัปดาห์)

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคำนวณตามกฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.2.3 ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ซึ่งจะแบ่งเป็น 4 ชุด คือ

ชุดที่ 1 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง กฎของบอยล์

ชุดที่ 2 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง กฎของชาร์ลส์

ชุดที่ 3 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง กฎรวมก๊าซ

ชุดที่ 4 ชุดฝึกการคำนวณ เรื่อง สมการก๊าซอุดมคติ

### 3.2.1 สร้างแผนการสอนวิชาเคมี

แผนการสอนวิชาเคมี ว 031 เรื่องกฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ จำนวน 8 คาบ โดยในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนแต่ละคาบเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.2.1.1 กำหนดเนื้อหา ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่องกฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาเคมี บทที่ 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 คาบ

3.2.1.2 ศึกษาหลักสูตรวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบเรียนวิชาเคมีและคู่มือครูเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 รหัสวิชา ว031 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2.1.3 สร้างแผนการสอน โดยใช้วัตถุประสงค์ และกิจกรรมการเรียนการสอน จากคู่มือครู ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้เนื้อหาเรื่องกฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติจากแบบเรียนวิชาเคมี ซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1	ความสัมพันธ์ตามกฎของบอยล์	จำนวน 2 คาบ
หน่วยที่ 2	ความสัมพันธ์ตามกฎของชาร์ลส์	จำนวน 2 คาบ
หน่วยที่ 3	ความสัมพันธ์ตามกฎรวมก๊าซ	จำนวน 2 คาบ
หน่วยที่ 4	ก๊าซในอุดมคติ, สมการก๊าซอุดมคติ	จำนวน 2 คาบ

แผนการสอนประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เวลาที่ใช้สอน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู การประเมินผล และข้อเสนอแนะ

### 3.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเนื้อหาในวิชา เคมี ว031 เรื่องการคำนวณตามกฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และแบบเรียนวิชาเคมี ว031 เรื่อง กฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตลอดจนเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการวัดผล การเขียนข้อสอบ และการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

3.2.2.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและเทคนิคการวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3.2.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ในรายวิชาเคมี ว 031 เรื่อง กฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ โดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียน ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์นั้น ๆ ดังตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

หน่วย ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวน ข้อสอบ	จำนวน ข้อออกเกิน	รวม
1	ความสัมพันธ์ ตามกฎของ บอยล์	1. บอกสมบัติของก๊าซได้ 2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและ ความดันของก๊าซเมื่อมวลและอุณหภูมิ คงที่ได้ 3. คำนวณความสัมพันธ์ตามกฎของบอยล์ ได้	6	4	10
2	ความสัมพันธ์ ตามกฎของ ชาร์ลส์	4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและ อุณหภูมิของก๊าซเมื่อมวลและความดัน คงที่ได้ 5. คำนวณความสัมพันธ์ตามกฎของชาร์ลส์ ได้	6	4	10
3	ความสัมพันธ์ ตามกฎรวมก๊าซ	6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร อุณหภูมิ และความดันของก๊าซ เมื่อมวล คงที่ได้ 7. คำนวณความสัมพันธ์ตามกฎรวมก๊าซได้	10	5	15
4	ก๊าซในอุดมคติ สมการก๊าซ อุดมคติ	8. อธิบายความหมายของก๊าซในอุดมคติได้ พร้อมทั้งสรุปสมบัติของก๊าซในอุดมคติได้ 9. บอกความสัมพันธ์ของสมการก๊าซใน อุดมคติได้ 10. คำนวณหาปริมาตร ความดัน และ อุณหภูมิ เมื่อทราบความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณเหล่านั้น โดยใช้สมการ ก๊าซอุดมคติได้	18	7	25
รวม			40	20	60

3.2.2.4 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมกรการเรียนรู้  
ในเรื่องการคำนวณตามกฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ  
เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก วัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้  
และการวิเคราะห์ จำนวน 60 ข้อ แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

3.2.2.5 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่สร้างขึ้น จำนวน 60 ข้อ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยวิธีหาค่า Index of Congruency (IOC) หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 249) ดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความตรงเชิงเนื้อหา

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความตรงเชิงเนื้อหา

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นจึงเลือกข้อสอบข้อที่มีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 ไปแก้ไข แล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจอีกครั้งหนึ่ง เพื่อปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$  คือ ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ

3.2.2.6 นำแบบทดสอบที่สร้างไปทดสอบหาคุณภาพกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.2.2.7 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ถูก 1 คะแนน ข้อที่ผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ และข้อที่ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

3.2.2.8 นำมาวิเคราะห์หาค่าระดับความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ให้ได้จำนวน 40 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.77 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (0.20-0.80) แสดงว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายพอเหมาะสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือวัดในงานวิจัยได้

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.54 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (0.20 ขึ้นไป) แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือวัดในงานวิจัยได้

3.2.2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี จำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย จ.ราชบุรี ซึ่งไม่ได้เป็นตัวอย่างประชากร เพื่อวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) โดยวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) โดยใช้สูตร Kuder – Richardson Formular 20 (KR – 20) ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.71 และนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของการวิจัยนี้

### 3.2.3 สร้างชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการฝึกการคิด โจทย์คำนวณเคมีโดยมีลักษณะเป็นโจทย์คำนวณ หรือเงื่อนไขที่ให้นักเรียนหาคำตอบโดยนักเรียนจะต้องฝึกทำและแสดงขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาโจทย์ โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาในการแก้ปัญหาโจทย์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบฝึกดังนี้

3.2.3.1 ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู วิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเนื้อหาเรื่องกฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ

3.2.3.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างชุดฝึกและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก

3.2.3.3 ศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

3.2.3.4 สร้างชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่องการคำนวณตามกฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ เพื่อให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโจทย์ โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วยชุดฝึกจำนวน 4 ชุด ในแต่ละชุดจะประกอบด้วยโจทย์ในการคำนวณ มีจำนวนข้อดังแสดงในตาราง 3.2

ตารางที่ 3.2 เนื้อหาชุดฝึกและจำนวนโจทย์ปัญหา

ชุดที่	เนื้อหา	จำนวนข้อ	จำนวนข้อที่ออกเกิน
1	การคิด โจทย์คำนวณตามกฎของบอยล์	10	5
2	การคิด โจทย์คำนวณตามกฎของชาร์ลส์	10	5
3	การคิด โจทย์คำนวณตามกฎรวมก๊าซ	10	5
4	การคิด โจทย์คำนวณสมการก๊าซอุดมคติ	10	5
รวม		40	20

3.2.3.5 นำชุดฝึกไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยนำชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณ ที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของบอยล์ , กฎของชาร์ลส์ , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ จำนวน 4 ชุด ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณา แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา ของชุดฝึกและจุดประสงค์การเรียนรู้ และตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เน้นเทคนิคแผนผัง ทางปัญญา บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ นำไปแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจอีก ครั้งหนึ่ง

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ใช้เวลาในการทดลอง 2 สัปดาห์ แบ่งการเก็บ รวบรวมข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ

#### 3.3.1 การทดลองชุดฝึก

ในการทดลองชุดฝึกนี้ เป็นการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณ ที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่ไม่ได้ เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย มี ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1.1 นำชุดฝึกที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นทั้ง 4 ชุด ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ได้ เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยครั้งที่ 1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) นำชุดฝึกไป ทดลองกับนักเรียน 1 คน ขณะทดลองผู้วิจัยบันทึกปัญหาการใช้ชุดฝึกและข้อบกพร่องเพื่อนำมา ปรับปรุงและแก้ไข

3.3.1.2 ทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) นำชุดฝึกที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก 5 คน บันทึกเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยข้อละ 5 นาที ปัญหาที่พบส่วน ใหญ่ คือ ข้อบกพร่องในการเปลี่ยนหน่วย และการหาความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสาร หรือปริมาตร ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปเน้นกับนักเรียนในการทดสอบภาคสนาม

3.3.1.3 ทดสอบภาคสนาม (Field Testing) นำแบบฝึกที่ผ่านการทดลองครั้งที่ 2 และปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อ ทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยให้นักเรียนทำชุดฝึกครบทั้ง 4 ชุด แล้วตรวจให้คะแนนในแต่ละ ชุดฝึก หลังจากที่นักเรียนทำชุดฝึกครบทั้ง 4 ชุดแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เพื่อนำคะแนนของแต่ละชุดฝึกและคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนมาหาประสิทธิภาพของชุดฝึก โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 คือ

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของการทำชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาจำนวน 4 ชุด

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80/80 (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2532 : 495)

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

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

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแบบฝึก คิดเป็น ร้อยละจากการทำแบบฝึก

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละหลังจากการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึก

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์หลังการเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึก

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

### 3.3.2 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแก่นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จำนวน 100 คน โดยมี ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

3.3.2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับฉลาก แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 50 คน ซึ่งนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 50 คน ซึ่งนักเรียนได้รับการสอนแบบปกติ

3.3.2.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้ผ่านการหาคุณภาพแล้ว มาทำการทดสอบก่อนการเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

3.3.2.3 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

นักเรียนกลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 50 คน มีการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยวิธีการสอนแบบปกติ (ตามคู่มือครู) และมีการใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา จำนวน 4 ชุด โดยระยะเวลาที่ใช้ในการทำชุดฝึกทั้ง 4 ชุดนี้ คือ ช่วงเวลา 16.00 – 16.30 น. ในวันจันทร์ – ศุกร์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยได้แจ้งจุดประสงค์ของการใช้ชุดฝึกและหลังจากการใช้ชุดฝึกแต่ละชุดแล้วจะให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน

นักเรียนกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 50 คน มีการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ (ตามคู่มือครู) และมีการฝึกการคำนวณแต่ไม่เน้นในการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาในการแก้ปัญหาโจทย์

3.3.2.4 หลังจากทำการสอนและทำชุดฝึกครบตามเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบฉบับเดียวกับการวัดผลก่อนการเรียนแต่สลับข้อกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

3.3.2.5 แล้วนำคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนและหลังสอน (Pre-test และ Posttest) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไปทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 3.4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ได้วิเคราะห์หาค่าดังนี้

## 3.4.1.1 ค่าเฉลี่ย หรือมัชฌิมเลขคณิต (Mean)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  = คะแนนเฉลี่ย หรือมัชฌิมเลขคณิต

$\Sigma X$  = ผลของคะแนนทุกคน

$n$  = จำนวนคนทั้งหมด

## 3.4.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

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

เมื่อ S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\Sigma X^2$  = ผลรวมกำลัง 2 ของคะแนนแต่ละคน

$(\Sigma X)^2$  = ผลรวมของคะแนนของทุกคนยกกำลังสอง

$n$  = จำนวนคนทั้งหมด

## 3.4.2 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทำการวิเคราะห์หาค่า

ดังนี้

## 3.4.2.1 ค่าความยากง่าย (Level of Difficulty) (วิเชียร เกตุสิงห์, 2530 : 97-

104)

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ  $P$  คือ ระดับความยากของข้อสอบ

$R_H$  คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

### 3.4.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ( วิเชียร เกตุสิงห์, 2530 : 97-104)

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ หรือ } N_L}$$

- เมื่อ  $r$  คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 $R_H$  คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง  
 $R_L$  คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ  
 $N_H$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง  
 $N_L$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

### 3.4.2.2 ค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตร KR - 20 ของ Kuder - Richardson ( วิเชียร เกตุสิงห์, 2530 : 106)

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

- $r_{tt}$  คือ สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ  
 $n$  คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก  
 $q$  คือ สัดส่วน ผู้ที่ตอบผิด  
 $pq$  คือ ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ  
 $S_t^2$  คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

### 3.4.3 สถิติที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังสอน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยสถิติทดสอบค่าที ( t - test dependent )

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

- เมื่อ  $D$  = ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่  
 $\sum D$  = ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$$\sum D^2 = \text{ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง}$$

$$n = \text{จำนวนคู่}$$

### 3.4.4 สถิติที่ใช้เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้า ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test Independent แบบ Difference Score) (Scott , 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{S_{MD_1 - MD_2}}} , df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

และ

$$S_D^2 = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution

$MD_1$  แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน ของกลุ่มทดลอง

$MD_2$  แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน ของกลุ่มควบคุม

$D_1$  แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

$D_2$  แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

$S_D^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการเรียน และก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$\sum X^2$  แทน ผลรวมกำลัง 2 ของคะแนนแต่ละคน

$(\sum X)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนของทุกคนยกกำลังสอง

$n_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง

$n_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มควบคุม

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำการวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณ ที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาของนักเรียนกลุ่มทดลอง

4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา กับวิธีสอนแบบปกติ

#### 4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน แล้วนำคะแนนจากการทำชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณ และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก จำนวน 4 ชุดฝึกได้ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของบอลลีย์

รายการ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D	ประสิทธิภาพ
คะแนนแบบฝึกหัด	50	20	16.92	1.95	84.60
คะแนนแบบทดสอบ	50	10	8.12	0.77	81.20

จากตาราง 4.1 พบว่า ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของบอลลีย์ มีประสิทธิภาพของกระบวนการกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 84.60/81.20

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิค  
แผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของชาร์ลส์

รายการ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D	ประสิทธิภาพ
คะแนนแบบฝึกหัด	50	20	17.22	1.69	86.10
คะแนนแบบทดสอบ	50	10	8.02	0.59	80.20

จากตาราง 4.2 พบว่า ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของชาร์ลส์มีประสิทธิภาพของกระบวนการกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 86.10/80.20

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิค  
แผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎรวมก๊าซ

รายการ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D	ประสิทธิภาพ
คะแนนแบบฝึกหัด	50	20	17.18	1.78	85.90
คะแนนแบบทดสอบ	50	10	8.04	0.78	80.40

จากตาราง 4.3 พบว่า ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาเรื่อง กฎของรวมก๊าซมีประสิทธิภาพของกระบวนการกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 85.90/80.40

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิค  
แผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎรวมก๊าซ

รายการ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D	ประสิทธิภาพ
คะแนนแบบฝึกหัด	50	20	17.14	1.88	85.70
คะแนนแบบทดสอบ	50	10	8.00	0.78	80.00

จากตาราง 4.4 พบว่า ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาเรื่อง สมการก๊าซอุดมคติ มีประสิทธิภาพของกระบวนการกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 85.70/80.00

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการสอน โดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

หลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง โดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญากับกลุ่มทดลอง ครบทั้ง 4 ชุดฝึกแล้ว ได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกับคะแนนการทําแบบทดสอบก่อนเรียน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการสอนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

รายการ	n	$\bar{X}$	S.D	t
ก่อนใช้ชุดฝึก	50	14.80	2.91	56.75 *
หลังใช้ชุดฝึก	50	32.18	1.86	

$$t (df = 49 , \alpha = .05) = 2.684$$

จากตาราง 4.5 พบว่าก่อนสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญามีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.8 และ 2.91 ตามลำดับ และหลังจากสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 32.2 และ 1.86 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังสอน โดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 4.3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน และหลังการสอนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาทำการวิเคราะห์คะแนน ความก้าวหน้าได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนน แบบทดสอบก่อนและหลังการสอน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนสอน		หลังสอน		MD	$S_{MD - MD}$	t
		$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D			
กลุ่มทดลอง	50	14.80	2.91	32.18	1.86	17.38		
กลุ่มควบคุม	50	14.64	2.87	26.58	3.02	11.93	0.40	3.96*

$$t(df=98, \alpha=.05) = 2.370$$

จากตาราง 4.6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ ที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาของ นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 14.8 และ 32.18 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังสอน โดยวิธีสอนแบบปกติของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีค่า เท่ากับ 14.64 และ 26.58 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกการ แก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญามีคะแนนความก้าวหน้าสูงกว่า นักเรียนที่ ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญากับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยเป็นลำดับดังนี้

### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาในวิชาเคมี

5.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาเคมี ระหว่างก่อนและหลังสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

5.2.3 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาเคมี ระหว่างวิธีสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา กับวิธีการสอนแบบปกติ

### 5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.2.1 ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

5.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาหลังการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี สูงกว่าก่อนการสอน

5.2.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีคะแนนความก้าวหน้าในวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

### 5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ที่เรียนในรายวิชาเคมี ว031 เรื่อง กฎของบอยล์, กฎของชาร์ลส์, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 100 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ใช้เวลาในการทดลอง 2 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังการสอนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

### 5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.4.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปร โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t – test dependent)

5.4.3 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญากับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t – test Independent แบบ Difference Score)

### 5.5 สรุปผลการวิจัย

5.5.1 ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง กฎของบอยล์, กฎของชาร์ล, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

5.5.2 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.5.3 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีคะแนนความก้าวหน้าสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 5.6 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา ผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจากผลการศึกษาค้นคว้าสามารถอภิปรายผลตามลำดับของสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

5.6.1 จากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วย 4 ชุด ได้แก่ การคำนวณตามกฎของบอยล์ , กฎของชาร์ล , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ ปรากฏว่าเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญานี้ ผู้วิจัยได้ผ่านผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและปรับปรุงคุณภาพของชุดฝึกเป็นระยะตามลำดับขั้นตอน จากทดลองกับนักเรียน 1 คน ไปจนถึงนักเรียนกลุ่มใหญ่ขึ้น นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้เสริมแรงโดยเริ่มจากโจทย์ที่ง่ายก่อน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้โจทย์คำนวณ โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา แล้วจึงถ่ายโยงการเรียนรู้ด้วยวิธีเดียวกัน ไปใช้กับโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น และเมื่อนักเรียนทำถูกต้องก็จะได้คะแนนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณเคมีในขั้นที่สูงขึ้น

5.6.2 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดฝึกการแก้โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้มีโอกาสทำแบบฝึกหัดทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังที่ วิจิตร เสงี่ยมพันธ์ (2542 : 59) กล่าวว่าในการสอนวิทยาศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถนั้น ในการสอนการหาโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดในการแก้ปัญหาล่าง ๆ รวมทั้งโจทย์ แบบฝึกหัด และการให้นักเรียนได้ค้นคว้า เรียนรู้อย่างน้อยบางส่วนด้วยตนเองเป็นสิ่งสำคัญความรู้ ความเข้าใจที่นักเรียนได้โดยวิธีดังกล่าวจะเป็นความสามารถที่อยู่ในตัวนักเรียน จะทำให้นักเรียนมีโอกาสแก้โจทย์ใหม่ที่ไม่เคยพบได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้เป็นการแก้โจทย์คำนวณโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งเป็นการจำลองสมองของมนุษย์ โดยเป็นการคิดได้รอบทิศทาง ทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดมากขึ้น ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการที่จะทำให้นักเรียนเห็นความคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับ Buzan (1997) กล่าวว่า “บุคคลที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้เพราะไม่ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงและไม่สามารถคิดกระบวนการที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ แต่ถ้าใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาจะทำให้สามารถทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงและยังสามารถลำดับวิธีการแก้ปัญหาค้นคว้าขึ้น” ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุติพร แจ่มถนอม (2541) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกการคิดโจทย์คำนวณเคมี เรื่อง สมบัติของก๊าซ โดยเมื่อนำไปทดสอบ

ภาคสนามกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแล้วได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังฝึกสูงกว่าก่อนการฝึก เป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนได้มีการทำแบบฝึกทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่หลากหลายได้มากขึ้น

ดังนั้นในการสอนโดยใช้ ชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5.6.3 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิค แผนผังทางปัญญามีคะแนนความก้าวหน้าสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

จากผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณ ที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีคะแนนความก้าวหน้าสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณของนักเรียนนั้น นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์คำนวณได้เนื่องจากนักเรียนไม่ทราบถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อจะนำไปใช้ในการหาคำตอบและที่สำคัญไม่สามารถมองทะลุไปถึงกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการฝึกการคิดแก้ปัญหา โจทย์ โดยได้ศึกษางานวิจัยของ สมาน ถาวรรัตนวิช (2541 : 110) พบว่าการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาสามารถส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาและความสามารถในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคการใช้ แผนผังทางปัญญา (Mind Mapping Technique) ตามที่ Buzan ได้กล่าวว่า แผนผังทางปัญญา เป็นเสมือนกระจกที่สะท้อนเงาการคิดรอบทิศทาง (Rading Thinking) ของเรา ออกมาให้ได้รับรู้ ทำความเข้าใจระบบความคิดของตนเองและทำให้เกิดอิสระในการคิด ลักษณะของแผนผังทางปัญญาเป็นการเขียนได้รอบทิศทางไม่สิ้นสุด (Buzan , 1997 : 31) นอกจากนั้นลักษณะพื้นฐานของแผนผังทางปัญญาหรือกฎของแผนผังทางปัญญา (mind map laws) เน้นการเชื่อมโยง (association) ของความคิดจากความคิดหนึ่งไปยังความคิดอื่น ๆ (Buzan,1997:97 – 105) ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงเน้นให้นักเรียนใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาในการแก้ปัญหา โจทย์ โดยให้นักเรียนเขียนเป็นแผนผังความคิดจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา และกระบวนการคิดแก้ปัญหา โจทย์นั้น ๆ จึงเป็นผลทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหา โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

## 5.7 ข้อเสนอแนะ

### 5.7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณ โจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ดังนั้นในการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี โดยเฉพาะในเรื่องซึ่งมีการคำนวณ น่าจะให้นักเรียนได้รับการฝึกการคำนวณ โจทย์โดยใช้แบบฝึก และในการฝึกควรจะใช้ระยะเวลาที่ต่อเนื่องเป็นประจำ และโจทย์ที่นำมาใช้เป็นแบบฝึกควรเป็น โจทย์ที่เริ่มจากระดับง่าย ๆ ก่อน เพื่อเป็นแรงจูงใจในการทำแบบฝึกแล้วจึงค่อย ๆ ยากขึ้น และก่อนที่จะเริ่มดำเนินการฝึก โจทย์คำนวณเคมี โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาในการแก้ปัญหาคำนวณ โจทย์นั้น ควรจะมีการให้คำแนะนำ และทำความเข้าใจกับสาระสำคัญ หลักการ และประโยชน์ของเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อน

### 5.7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.7.2.1 ควรจะมีการศึกษาวิจัยถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา สอดแทรกในกระบวนการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ เพิ่มเติม

5.7.2.2 ควรจะมีการศึกษาวิจัยการใช้แบบฝึก โจทย์คำนวณเคมี โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาในการแก้ปัญหาคำนวณ โจทย์ในหัวข้อการคำนวณเรื่องอื่น ๆ เช่น โมล การหาความเข้มข้นของสารละลาย เป็นต้น

5.7.2.3 ควรจะมีการศึกษาวิจัยถึงผลการใช้แบบฝึก โจทย์คำนวณเคมี โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาในการแก้ปัญหาคำนวณ โจทย์ กับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนแตกต่างกัน เช่น ศึกษาเปรียบเทียบในกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. 2533. นโยบายการใช้และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน และแนวการใช้สื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2524 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ .2533. ประมวลศัพท์ทางวิชาการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ .2533. คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2533. พระนคร. โรงพิมพ์การศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ .2533. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- จิตฐิพร ศิริदानนท์. 2542. “การศึกษาผลของการประเมินด้วย Portfolio ที่มีต่อความรับผิดชอบ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ชวาล แพรัตกุล. 2536. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ชมรมกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2544. แนวทางการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2528. ชุดการสอนในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชวลีพร แจ่มถนอม. 2526. “การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกการคิดโจทย์คำนวณเคมี เรื่องสมบัติของก๊าซ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เชาวนี อະยะวงส์. 2526. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชื่นจิตร สังข์คงเมือง. 2530. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์กับกลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกหน่วยการเรียน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- คำเนิน ยาทั่วม. 2537. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้กับการสอนตามแนวทางการสอนของ สสวท.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ณรงค์ คล่องดี. 2533. “ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถนอมจิตต์ เสนมา.2526. “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีการสอนเปรียบเทียบการอภิปรายผลระหว่างครูกับนักเรียน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถนอมศรี คุณยติธรรม. 2532. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเพิ่มเติม กับกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. 2535. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์. **ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ ฯ : ทพวงมหาวิทยาลัย.
- ทิพย์อาภา บุญรัตน์.2531. “การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีการศึกษา 2518-2529.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางขัน. 2530. “การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัลดดา วงศ์มันคงสิน. 2529 “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะทางการเรียนกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะทางการเรียน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุปผา อนันตรศิริชัย. 2532. “การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับนักเรียนร่วมชั้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- บุญสม เลิศพิเชฐ. 2536. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู.” ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ประวิตร ชูศิลป์. 2544. **หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่.** กรุงเทพฯ ฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2526. “การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์.” การสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1 – 7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชัน.
- พகามาศ วรานุสันติกุล. 2530. “ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2536. “วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.” การสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1–7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชัน.
- ไพศาล หวังพานิช. 2531. “การสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน.” **พัฒนาวิถผล 14.** สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ระจิต ตีรพุทธรัตน์. 2534. **เคมีสำหรับครูระดับมัธยมศึกษา.** ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รุ่ง แก้วแดง. 2541. **ปฏิวัติการศึกษาไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ : พิมพ์เจตน์ ตั้งเซ็นเตอร์.
- รุ่งชีวา สุขดี. 2531. “การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ. 2539. **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ ฯ : สุวีริยาสาสน์.
- วัลย์รัตน์ องค์ศรีมงคล. 2533. “ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิเชียร เกตุสิงห์. 2534. **หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.** กรุงเทพฯ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วิจิตร เส็งหะพันธุ์. 2542. “การสอนวิทยาศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถ.” เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการระดมความคิดครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวิสัยทัศน์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยุคหลังปี ค.ศ.2000 ณ หอประชุมพุทธมณฑล จ.นครปฐม.

- วิโรจน์ เฉลยสุข. 2541. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง กับการสอนแบบปกติ.” ปริญญาโทศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ประสานมิตร.
- วีระพงษ์ แสงชูโต. 2532. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนกับการสอนปกติ.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524. หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 ว031. กรุงเทพฯ ฯ : ครูสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524. คู่มือครู วิชาเคมี เล่ม 2 ว031. กรุงเทพฯ ฯ : ครูสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. (เอกสารสำเนา).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2537. เอกสารสำเนา 4 แนวทางการ พัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (เอกสาร สำเนา).
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงานรัฐมนตรี. 2540 . แผน พัฒนาการศึกษ แห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544). กรุงเทพฯ ฯ : อรรถพลการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543. การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศ สหรัฐอเมริกา โดย รศ.ดร. พงษ์จันทร์ จันทยศ. กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ ศึกษา สกศ.
- สันติ ศรีประเสริฐ. 2526. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์กับกลุ่มที่มีการทดสอบ ย่อยทุกหน่วยการเรียน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศรี เจ็ิงไพจิตร. 2532. “ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมด้านจิตพิสัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหา บัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมาน ถาวรรัตนวิช. 2541. “ผลของการฝึกใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อความคิดสร้าง สรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

- สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2532. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8.
- สุวิมล เขียวแก้ว. 2537. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2540. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- อภิรดี สุวีรานนท์. 2532. “การศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อัญชลี สิริจันทร์วรารังค์. 2543. สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรในระดับมัธยมศึกษา. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุษณีย์ ธนารุณ. 2536. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2535 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสื่อประสม.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Anderson, H.H. 1959. **Creativity and its cultivation**. Newyork : Happer Q Row, Publishers.
- Anderson, Ronald D. 1970. **Developing children’s thinking through science**, Prentics Hall.
- Bay, L.M.Z. 1985. “Astute Activities : Increasing Cognitive and Creative Development in the Language Arts Classroom.” Master’s thesis, Colorado State University.
- Burns, Sandra Flynn. 1972. “The Development of a test to Measure Performance of Elementary Education Majors on the American Association for the Advancement of Science’s Integrated Process Skill of Science.” **Dissertation Abstracts International**. 40(33) : 2783 A.
- Buzan, Tony, and Buzan , Barry. 1997.**The Mind Map Book : Radant Thinking**. London : BBC Books.
- Buzan, Tony. 1989. **Use Booth Sides of your Brain**. 3 rd ed. New York : Peguin.
- Dillashaw, F.Gerald and Okey, James R. 1980. “Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Science Student.” **Science Education**. 42(64) : 601-608.
- Gelb, Michael J. 1996. **Thinkking for a Change**. London : Aurum Press.

- Haukoos, Gerry d. , and Penick, John E. 1983. "The Influence of classroom climate on science process and content achievement of community college students." **Journal of Research in Science Teaching**. 50(20) : 1409 A.
- Ilyas, Mohammad. 1983. "Relationship Between Science Process Skills Instruction and Secondary School Teachers' Performance, Use and Attitudes Toward Using these Skills." **Dissertation Abstracts International**. 48(44) : 1409 A.
- Klopfer ; Leopold E. 1991. "Evaluation of Learning in Science." **In Hand Book on Formation and Summative Evaluation of Student Learning Edited by Benjamin S. Bloom, etal**. New York : McGraw – Hill Book Co.
- Mcclain, Anita. 1996. Improving Lectures : Challenge Both Sides of the Brain. **The National Conference of the Association of optanetric Contact Lens Educators** : 150 – 164.
- Perez, Corolina Villarin. 1989. "The Development and Evaluation of a Test of Science Process for use in the Phillippines." **Dessertation Abstracts International**. 21 (31) : 3496A.
- Rilley, Joseph Philip. 1995. " The Effects of Science Process Training on Preservice Elementary Teachers' Process Skill Abilities, Understanding of Science, and Attitudes Toward Science and Science Teaching." **Dissertation Abstracts International**. 31(5) : 5152 A – 5153 A.
- Scharmman, Lawrence, Harty, Arnold, and Holland, James. 1986. "Development and Partial Validation of an Instrument to Examine Presservice Elementary Teachers' Process Orientation to Science." **Science Education**. 25(70) : 375 – 387.
- Sund, Robert B, and Trowbridge, Leslie W. 1976. **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**. Chio : Charles E. Merrill Publishing Co.,
- The American Assosiation for the Advancement of Science. 1970. **Science a Process Approach Commentary for Teacher**. Washington D.C. : AAAS,
- Wycoff, Joyce. 1991. **Mindmapping : Your Personal Guide to Exploring Creativity and Problem – solving**. New York : Berkley Books.

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ



คำสั่งคณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ที่ ๑๐๙ / 2544

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ  
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของนางสาวศิรินทร บุญสุ

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นางสาวศิรินทร บุญสุ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย  
และมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์  
ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ดร.ผดุงชัย	ภูพัฒน์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ผศ.ดร.อรสา	จรรยาธรรม	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	ประธานกรรมการ
ดร.คมสร	วงษ์รักษา	กรรมการ
ดร.ผดุงชัย	ภูพัฒน์	กรรมการ
ผศ.ดร.อรสา	จรรยาธรรม	กรรมการ
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑/ พฤษภาคม พ.ศ. 2544

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ชินะตระกูล )

คณบดี

(16  
1/5/44



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวศิรินทร บุญสุ รหัสประจำตัว 41064267 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (EFFECTS OF MIND MAPPING TECHNIQUE ON THE CHEMISTRY ACHIEVEMENT OF MATTAYOM SUKSA FOUR STUDENTS)" โดยมี ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.อรสา จรุงธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 16 มิถุนายน 2544

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ.2544

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัดชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1504 / 2905

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ กรกฎาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวสิรินทร บุญสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิชาสาสตร์  
จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ ผลของการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี  
ของนักเรียนชั้น ม.4 ”

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแผนการสอน แบบ  
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสม มากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจ  
ของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางสาวสิรินทร บุญสุข มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ ทั้งจากท่านด้วยดีและ ขอขอบพระคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายฉรงค์ พิเมธ )

รองคณบดีฝ่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ทม 1504/ 2905

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ กรกฎาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.จินตนา แสงชูโรจน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวสิรินทร บุญสุ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ ผลของการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม.4 ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแผนการสอน แบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจ ของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางสาวสิรินทร บุญสุ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายฉรงค์ พิมาตร )

รองคณบดีฝ่ายวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ทม 1504 / 2905

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ กรกฎาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พรชัย เปรมไกรสร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวสิรินทร บุญสุ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ ผลของการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม. 4 ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแผนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางสาวสิรินทร บุญสุ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ จากท่านด้วยดีและ ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายตรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ทม 1504/ 2905

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ กรกฎาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์คม พริยะวุฒิกรอุดม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวศิรินทร บุญสุ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาสาตร์ จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ ผลของการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม.4 ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแผนการสอน แบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจ ของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางสาวศิรินทร บุญสุ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ ขอขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ทม 1504 / 2905

คณะกรรมการ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ กรกฎาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์वासนา มานอก

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวศรินทร บุญสุ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิชาสาสตร์  
จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ ผลของการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี  
ของนักเรียนชั้น ม. 4 ”

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแผนการสอน แบบ  
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจ  
ของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางสาวศรินทร บุญสุ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมพ์สาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

**ภาคผนวก ข.**  
**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ**

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้านเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และการสร้างชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้น เทคนิคแผนผังทางปัญญา

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. ดร.ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช       | ศึกษานิเทศก์เขตการศึกษาที่ 5 จ.ราชบุรี                                 |
| 2. ผศ.จินตนา แสงชูโรจน์      | สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จ.ราชบุรี                                   |
| 3. อาจารย์พรชัย เปรมไกรสร    | อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยสยาม                           |
| 4. อาจารย์คม พิริยวุฒิกรอุดม | อาจารย์ 1 ระดับ 6<br>โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย จ.ราชบุรี         |
| 5. อาจารย์ว่าสนา มานอก       | อาจารย์ 1 ระดับ 6<br>โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติศรีนครินทร์<br>จ.สมุทรสาคร |

## ภาคผนวก ก.

### การวิเคราะห์ข้อมูล

- ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
- คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทดสอบภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ
- คะแนนชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณ
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการสอนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- แสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึก
- การคำนวณการทดสอบที

ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)  
ของแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	หมายเหตุ
1	0.86	0.09	
2	0.59	0.27	คัดลอกไว้
3	0.72	0.12	
4	0.50	0.45	คัดลอกไว้
5	0.95	0.10	
6	0.50	0.27	คัดลอกไว้
7	0.68	0.45	คัดลอกไว้
8	0.72	0.36	คัดลอกไว้
9	0.68	0.27	คัดลอกไว้
10	0.90	0.11	
11	0.63	0.54	คัดลอกไว้
12	0.31	0.27	คัดลอกไว้
13	0.40	0.27	คัดลอกไว้
14	0.27	0.18	
15	0.68	0.27	
16	0.59	0.27	คัดลอกไว้
17	0.54	0.36	คัดลอกไว้
18	0.63	0.18	
19	0.59	0.45	คัดลอกไว้
20	0.45	0.18	
21	0.86	0.10	
22	0.68	0.45	คัดลอกไว้
23	0.15	0.48	
24	0.77	0.09	
25	0.63	0.36	คัดลอกไว้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	หมายเหตุ
26	0.81	0.18	
27	0.59	0.27	คัดลอกไว้
28	0.54	0.36	คัดลอกไว้
29	0.54	0.54	คัดลอกไว้
30	0.22	0.27	คัดลอกไว้
31	0.77	0.27	คัดลอกไว้
32	0.68	0.54	คัดลอกไว้
33	0.59	0.27	คัดลอกไว้
34	0.54	0.36	คัดลอกไว้
35	0.31	0.09	
36	0.68	0.27	คัดลอกไว้
37	0.22	0.27	คัดลอกไว้
38	0.27	0.12	
39	0.45	0.36	คัดลอกไว้
40	0.63	0.36	คัดลอกไว้
41	0.77	0.27	คัดลอกไว้
42	0.22	0.19	
43	0.36	0.36	คัดลอกไว้
44	0.04	0.10	
45	0.22	0.27	คัดลอกไว้
46	0.04	0.10	
47	0.27	0.36	คัดลอกไว้
48	0.31	0.45	คัดลอกไว้
49	0.54	0.18	
50	0.27	0.36	คัดลอกไว้
51	0.63	0.36	คัดลอกไว้
52	0.54	0.54	คัดลอกไว้
53	0.22	0.27	คัดลอกไว้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	หมายเหตุ
54	0.36	0.54	ตัดเลือกไว้
55	0.31	0.45	ตัดเลือกไว้
56	0.77	0.10	
57	0.77	0.45	ตัดเลือกไว้
58	0.27	0.36	ตัดเลือกไว้
59	0.54	0.12	
60	0.36	0.36	ตัดเลือกไว้

คะแนนแบบทดสอบที่ใช้ในการทำแบบฝึกโจทย์คำนวณเคมี  
การทดสอบภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวแรก

ลำดับ	กฎของบอยล์ 20 คะแนน	กฎของชาร์ล 20 คะแนน	กฎรวมก๊าซ 20 คะแนน	สมการก๊าซอุดมคติ 20 คะแนน
1	19	19	18	19
2	16	17	16	17
3	15	17	15	16
4	14	15	15	15
5	14	15	14	16
6	15	16	18	16
7	15	17	16	16
8	16	16	18	17
9	18	18	17	18
10	18	19	19	19
11	16	17	17	16
12	17	18	17	18
13	17	18	18	18
14	16	17	17	16
15	17	18	18	18
16	17	18	18	18
17	17	19	17	18
18	15	16	16	16
19	14	17	16	16
20	14	17	16	17
21	17	18	18	18
22	16	18	18	18
23	18	18	18	19
24	19	19	19	18

ลำดับ	กฎของบอยล์ 20 คะแนน	กฎของชาร์ล 20 คะแนน	กฎรวมก๊าซ 20 คะแนน	สมการก๊าซอุดมคติ 20 คะแนน
25	19	19	18	19
26	18	18	18	19
27	18	19	19	19
28	18	18	19	19
29	17	15	16	16
30	16	15	15	14
31	16	14	16	15
32	18	17	18	17
33	18	18	17	18
34	17	18	17	16
35	18	17	16	16
36	18	19	19	18
37	18	18	18	18
38	17	17	16	16
39	17	16	16	15
40	17	17	17	16
41	16	16	15	15
42	18	19	19	18
43	17	15	16	18
44	16	15	16	15
45	17	17	16	16
46	19	18	19	19
47	18	17	19	18
48	19	18	19	18
49	18	17	18	18
50	18	17	18	18
<b>รวม</b>	<b>846</b>	<b>861</b>	<b>859</b>	<b>857</b>

คะแนนแบบฝึกโจทย์คำนวณเคมี  
การทดสอบภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลัง

ลำดับ	กฎของบอยล์ 10 คะแนน	กฎของชาร์ล 10 คะแนน	กฎรวมก๊าซ 10 คะแนน	สมการก๊าซอุดมคติ 10 คะแนน
1	8	9	8	9
2	7	7	8	7
3	7	8	7	8
4	9	8	8	8
5	9	8	8	7
6	9	8	7	7
7	7	8	8	9
8	9	8	7	7
9	8	9	8	9
10	7	9	8	8
11	9	8	9	7
12	8	9	8	10
13	8	8	8	7
14	8	8	8	8
15	8	7	7	7
16	9	8	7	8
17	7	8	9	7
18	7	8	7	6
19	9	8	8	8
20	8	7	9	9
21	7	7	8	7
22	9	8	9	9
23	6	7	8	7
24	8	8	8	8

ลำดับ	กฎของบอยล์ 10 คะแนน	กฎของชาร์ล 10 คะแนน	กฎรวมก๊าซ 10 คะแนน	สมการก๊าซอุดมคติ 10 คะแนน
25	9	9	8	8
26	9	8	9	8
27	9	8	10	8
28	8	8	9	9
29	7	8	8	9
30	8	8	9	8
31	8	8	8	8
32	9	8	8	8
33	9	8	8	9
34	8	8	7	8
35	7	8	9	8
36	8	8	7	8
37	9	9	9	8
38	8	8	8	8
39	8	8	7	8
40	8	9	10	8
41	8	8	8	8
42	9	8	8	8
43	8	7	7	7
44	8	7	8	9
45	9	8	8	8
46	8	7	8	8
47	8	9	8	9
48	8	9	9	9
49	9	8	7	8
50	8	8	7	8
รวม	406	401	402	400

## คะแนน Pretest และ Posttest กลุ่มทดลอง (ห้อง 4/1)

คะแนนเต็ม 40 คะแนน

ลำดับ	คะแนน Pretest	คะแนน Posttest	X <sup>2</sup> Pretest	X <sup>2</sup> Posttest	D	D <sup>2</sup>
1	20	34	400	1156	14	196
2	13	29	169	841	16	256
3	15	30	225	900	15	225
4	20	33	400	1089	13	169
5	17	32	289	1024	15	225
6	11	31	121	961	20	400
7	13	32	169	1024	19	361
8	12	31	144	961	19	361
9	16	34	256	1156	18	324
10	15	32	225	1024	17	289
11	17	33	289	1089	16	256
12	19	35	361	1225	16	256
13	14	31	196	961	17	289
14	15	32	225	1024	17	289
15	11	29	121	841	18	324
16	15	32	225	1024	17	289
17	12	31	144	961	19	361
18	9	28	81	784	19	361
19	21	33	441	1089	12	144
20	18	33	324	1089	15	225
21	14	29	196	841	15	225
22	21	35	441	1225	14	196
23	12	28	144	784	16	256
24	13	32	169	1024	19	361

ลำดับ	คะแนน Pretest	คะแนน Posttest	X <sup>2</sup> Pretest	X <sup>2</sup> Posttest	D	D <sup>2</sup>
25	19	34	361	1156	15	225
26	19	34	361	1156	15	225
27	19	35	361	1225	16	256
28	16	34	256	1156	18	324
29	14	32	196	1024	18	324
30	14	33	196	1089	19	361
31	15	32	225	1024	17	289
32	15	33	225	1089	18	324
33	14	34	196	1156	20	400
34	16	31	256	961	15	225
35	13	32	169	1024	19	361
36	13	31	169	961	18	324
37	15	35	225	1225	20	400
38	13	32	169	1024	19	361
39	14	31	196	961	17	289
40	14	35	196	1225	21	441
41	15	32	225	1024	17	289
42	14	33	196	1089	19	361
43	10	29	100	841	19	361
44	16	32	256	1024	16	256
45	11	33	121	1089	22	484
46	10	31	100	961	21	441
47	14	34	196	1156	20	400
48	18	35	324	1225	17	289
49	13	32	169	1024	19	361
50	13	31	169	961	18	324
รวม	740	1609	11368	51947	869	15333

## คะแนน Pretest และ Posttest กลุ่มควบคุม (ห้อง 4/2)

คะแนนเต็ม 40 คะแนน

ลำดับ	คะแนน Pretest	คะแนน Posttest	$X^2$ Pretest	$X^2$ Posttest	D	$D^2$
1	14	29	196	841	15	225
2	21	30	441	900	9	81
3	11	23	121	529	12	144
4	18	26	324	676	8	64
5	10	25	100	625	15	225
6	19	30	361	900	11	121
7	14	28	196	784	14	196
8	10	25	100	625	15	225
9	12	26	144	676	14	196
10	16	27	256	729	11	121
11	13	22	169	484	9	81
12	14	24	196	576	10	100
13	16	30	256	900	14	196
14	11	25	121	625	14	196
15	14	26	196	676	12	144
16	15	30	225	900	15	225
17	17	30	289	900	13	169
18	18	31	324	961	13	169
19	13	25	169	625	12	144
20	14	26	196	676	12	144
21	14	24	196	576	10	100
22	11	23	121	529	12	144
23	18	30	324	900	12	144
24	13	23	169	529	10	100

ลำดับ	คะแนน Pretest	คะแนน Postest	X <sup>2</sup> Pretest	X <sup>2</sup> Postest	D	D <sup>2</sup>
25	21	32	441	1024	11	121
26	10	20	100	400	10	100
27	15	23	225	529	8	64
28	18	29	324	841	11	121
29	18	30	324	900	12	144
30	19	31	361	961	12	144
31	16	27	256	729	11	121
32	10	22	100	484	12	144
33	15	25	225	625	10	100
34	14	26	196	676	12	144
35	13	25	169	625	12	144
36	12	24	144	576	12	144
37	16	26	256	676	10	100
38	16	28	256	784	12	144
39	12	23	144	529	11	121
40	14	26	196	676	12	144
41	14	27	196	729	13	169
42	15	26	225	676	11	121
43	11	23	121	529	12	144
44	18	31	324	961	13	169
45	18	30	324	900	12	144
46	14	26	196	676	12	144
47	11	22	121	484	11	121
48	15	30	225	900	15	225
49	16	29	256	841	13	169
50	15	30	225	900	15	225
รวม	732	1329	11120	35773	597	7285

## สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของชุดฝึกการคำนวณ

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

- ชุดที่ 1 การคำนวณ เรื่อง กฎของบอยล์

$$\bar{X} = \frac{406}{50} = 8.12$$

- ชุดที่ 2 การคำนวณ เรื่อง กฎของชาร์ลส์

$$\bar{X} = \frac{401}{50} = 8.02$$

- ชุดที่ 3 การคำนวณ เรื่อง กฎรวมก๊าซ

$$\bar{X} = \frac{402}{50} = 8.04$$

- ชุดที่ 4 การคำนวณ เรื่อง สมการก๊าซอุดมคติ

$$\bar{X} = \frac{400}{50} = 8.00$$

## 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดฝึก

สูตร

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

- ชุดที่ 1 การคำนวณ เรื่อง กฎของบอยล์

$$S.D = \sqrt{\frac{50(3326) - (406)^2}{50(50-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{166300 - 164836}{2450}}$$

$$= 0.77$$

- ชุดที่ 2 การคำนวณ เรื่อง กฎของชาร์ลส์

$$S.D = \sqrt{\frac{50(3233) - (401)^2}{50(50-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{161650 - 160801}{2450}}$$

$$= 0.59$$

- ชุดที่ 3 การคำนวณ เรื่อง กฎรวมก๊าซ

$$\begin{aligned}
 S.D &= \sqrt{\frac{50(3262) - (402)^2}{50(50-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{163100 - 161604}{2450}} \\
 &= 0.78
 \end{aligned}$$

- ชุดที่ 4 การคำนวณ เรื่อง สมการก๊าซอุดมคติ

$$\begin{aligned}
 S.D &= \sqrt{\frac{50(3230) - (400)^2}{50(50-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{161500 - 160000}{2450}} \\
 &= 0.78
 \end{aligned}$$

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และ หลังเรียน (Posttest) ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

นักเรียนกลุ่มทดลอง

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{740}{50} \\ \bar{X} &= 14.80\end{aligned}$$

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

$$S.D = \sqrt{\frac{50(11368) - (740)^2}{50(50-1)}}$$

$$S.D = 2.91$$

นักเรียนกลุ่มควบคุม

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ \bar{X} &= \frac{732}{50} \\ \bar{X} &= 14.64\end{aligned}$$

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

$$S.D = \sqrt{\frac{50(11120) - (732)^2}{50(50-1)}}$$

$$S.D = 2.87$$

## 3.2 แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)

นักเรียนกลุ่มทดลอง

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{1609}{50}\end{aligned}$$

$$\bar{X} = 32.18$$

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

$$S.D = \sqrt{\frac{50(51947) - (1609)^2}{50(50-1)}}$$

$$S.D = 1.86$$

นักเรียนกลุ่มควบคุม

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{329}{50}\end{aligned}$$

$$\bar{X} = 6.58$$

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

$$S.D = \sqrt{\frac{50(35773) - (329)^2}{50(50-1)}}$$

$$S.D = 3.02$$

## การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ( $E_1 / E_2$ )

สูตร

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

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

ชุดที่ 1 การคำนวณ เรื่อง กฎของบอยล์

$$E_1 = \frac{\frac{846}{50} \times 100}{20}$$

$$E_1 = 84.6$$

$$E_2 = \frac{\frac{406}{50} \times 100}{12}$$

$$E_2 = 81.2$$

ชุดที่ 2 การคำนวณ เรื่อง กฎของชาร์ลส์

$$E_1 = \frac{\frac{861}{50} \times 100}{20}$$

$$E_1 = 86.1$$

$$E_2 = \frac{\frac{401}{50} \times 100}{10}$$

$$E_2 = 80.2$$

ชุดที่ 3 การคำนวณ เรื่อง กฎรวมก๊าซ

$$E_1 = \frac{\frac{859}{50} \times 100}{20}$$

$$E_1 = 85.9$$

$$E_2 = \frac{\frac{402}{50} \times 100}{10}$$

$$E_2 = 80.4$$

ชุดที่ 4 การคำนวณ เรื่อง สมการก๊าซอุดมคติ

$$E_1 = \frac{\frac{857}{50} \times 100}{20}$$

$$E_1 = 85.7$$

$$E_2 = \frac{\frac{400}{50} \times 100}{10}$$

$$E_2 = 80.0$$

### การคำนวณการทดสอบที (t-test)

1. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังสอนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ใช้ t-test dependent

$$H_0 : \mu_d = 0$$

$$H_1 : \mu_d > 0$$

$$\alpha = .05$$

$$d_f = n - 1 = 50 - 1 = 49$$

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

$$= \frac{869}{\sqrt{\frac{50(15333) - (869)^2}{50 - 1}}}$$

$$= \frac{869}{15.3124}$$

$$t = 56.75$$

เมื่อเปิดตารางดูค่าวิกฤตพบว่า ค่าวิกฤตที่  $d_f = 49$  และค่า  $\alpha = .05$  มีค่า = 2.684 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า t ที่คำนวณได้ 56.75 เมื่อ ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตาราง จึงต้องยอมรับ  $H_1$  และปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. สถิติที่ใช้เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญากับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ใช้ t-test independent แบบ Difference Score

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

$$d_f = n_1 + n_2 - 2 = 50 + 50 - 2 = 98$$

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

ซึ่ง

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{50(15333) - (869)^2}{50(49)} + \frac{50(7285) - (597)^2}{50(49)}}$$

$$= 0.4 \text{ แทนค่า ใน } t$$

$$t = \frac{17.38 - 11.94}{0.4}$$

$$t = 3.96$$

เมื่อเปิดตารางดูค่าวิกฤตพบว่า ค่าวิกฤตที่  $d_f = 98$  และค่า  $\alpha = .05$  มีค่า = 2.370 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า  $t$  ที่คำนวณได้ 3.96 เมื่อ ค่า  $t$  ที่คำนวณได้มากกว่าค่า  $t$  จากตารางจึงต้องยอมรับ  $H_1$  และปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ คะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ภาคผนวก ง.**  
**แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา**

## แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

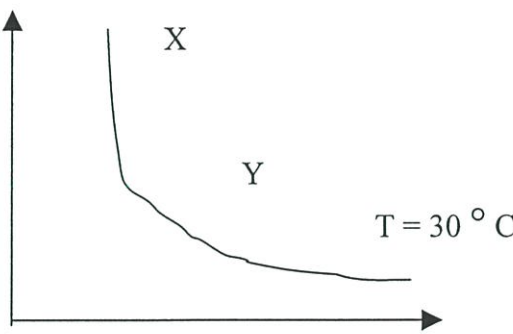
เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

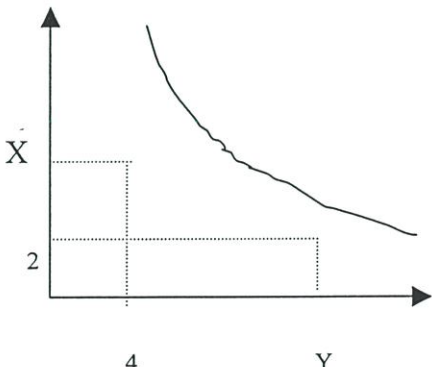
- +1 หมายถึง ท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา
- 0 หมายถึง ท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา
- 1 หมายถึง ท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา

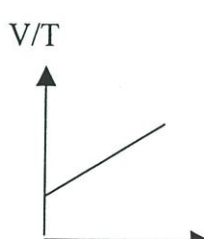
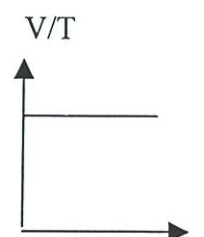
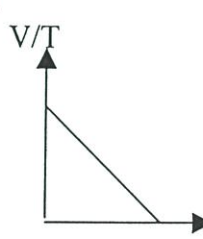
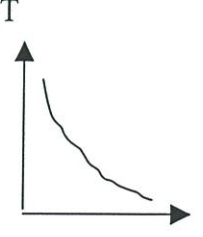
## แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

ตารางแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ว 031

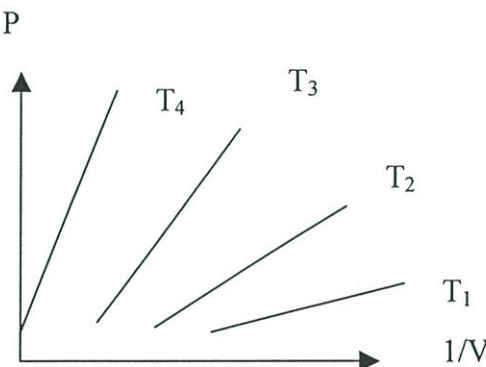
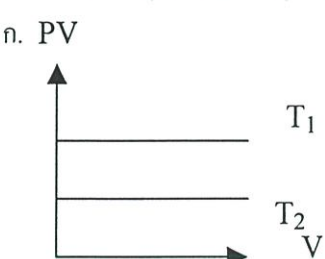
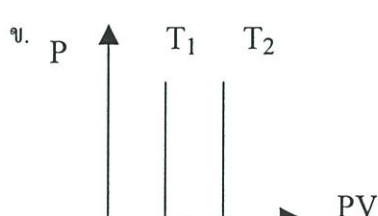
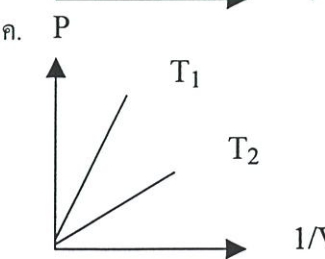
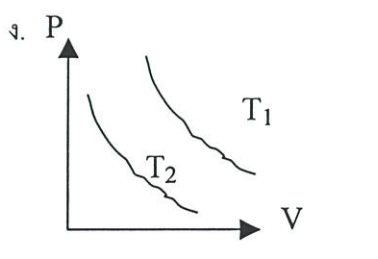
เรื่องกฎของบอยล์, กฎของชาร์ล, กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
		+ 1	0	- 1
1.บอกสมบัติของก๊าซได้	1. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของก๊าซ ก. อนุภาคอยู่ห่างกันมากทำให้พลังงานจลน์ภายในอนุภาคมีค่าน้อย ข. นำก๊าซไปใส่ในภาชนะปริมาตรเท่าใดก็จะมีปริมาตรเท่ากับภาชนะนั้น ค. ก๊าซมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลวแต่น้อยกว่าของแข็ง ง. ปริมาตรของก๊าซจะคงที่ถึงแม้อุณหภูมิและความดันจะเปลี่ยนแปลง			
	2. ก๊าซส่วนใหญ่โดยทั่วไปจะมีลักษณะโปร่งใส ยกเว้น ก๊าซ $Cl_2$ , $NO_2$ และ $F_2$ ข้อใดเรียงลำดับสีของก๊าซดังกล่าวได้ถูกต้อง ก. เขียวอ่อน น้ำตาลแดง เหลือง ข. น้ำตาลแดง เขียวอ่อน เหลือง ค. เขียวอ่อน เหลือง น้ำตาลแดง ง. น้ำตาลแดง เหลือง เขียวอ่อน			
2.บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของก๊าซเมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่ได้	จากกราฟต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 3 – 4   3. ผลคูณของ P กับ V ที่จุด X และ y มีค่าเป็นอย่างไร ก. ผลคูณของ P กับ V ที่จุด X มีค่ามากกว่าที่จุด Y ข. ผลคูณของ P กับ V ที่จุด X มีค่าน้อยกว่าที่จุด Y ค. ผลคูณของ P กับ V ที่จุด X และ Y มีค่าเท่ากัน ง. ไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ			
	4.จากกราฟถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ผลคูณของ P และ V จะเป็นอย่างไร ก.น้อยลง      ข.เพิ่มขึ้น      ค.เท่าเดิม      ง.คงที่ที่ STP			

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
		+1	0	-1
	<p>5.เมื่อนักเรียนกดก้านหลอดคลีดยา จะทำให้ปริมาตรและความดันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร</p> <p>ก.ปริมาตรเพิ่มขึ้นและความดันลดลง</p> <p>ข.ปริมาตรลดลงและความดันเพิ่มขึ้น</p> <p>ค.ปริมาตรและความดันเพิ่มขึ้น</p> <p>ง.ปริมาตรและความดันลดลง</p>			
3.คำนวณความสัมพันธ์ตามกฎของบอยล์ได้	<p>6.ก๊าซชนิดหนึ่งมีปริมาตร <math>v_1</math> <math>\text{cm}^3</math> ที่ความดัน 1 atm อุณหภูมิ <math>27^\circ\text{C}</math> เมื่อลดปริมาตรของก๊าซลง <math>3/4</math> ของปริมาตรเดิม โดยอุณหภูมิและมวลคงที่ วัดความดันได้ 5 atm จงคำนวณหาว่า ความดันที่วัดได้คลาดเคลื่อนไปจากค่าความดันที่เป็นไปตามกฎของบอยล์กี่บรรยากาศ</p> <p>ก.1                      ข.1.5                      ค.3.5                      ง.4</p>			
	<p>7.ภาชนะ 2 ใบ ต่อกันด้วยท่อปิดเปิดขนาดเล็ก ด้านหนึ่งบรรจุก๊าซ He ปริมาตร 5 ลิตร ความดัน 3.6 atm อุณหภูมิ <math>30^\circ\text{C}</math> ส่วนอีกด้านหนึ่งภาชนะมีขนาด 3 ลิตร เมื่อเปิดท่อให้ภาชนะทั้ง 2 เชื่อมต่อกันที่อุณหภูมิเดิม ความดันสุดท้ายในภาชนะทั้ง 2 จะมีค่าเท่าใด</p> <p>ก.6                      ข.5.76                      ค.2.25                      ง.0.16</p>			
	<p>8. </p> <p>จากกราฟค่า X และ y มีค่าเท่าใดเมื่อผลคูณของ P และ V มีค่าเท่ากับ 30</p> <p>ก. <math>X = 15</math>, <math>y = 7.5</math>                      ข. <math>X = 120</math>, <math>y = 60</math></p> <p>ค. <math>X = 7.5</math>, <math>y = 15</math>                      ง. <math>X = 60</math>, <math>y = 120</math></p>			
	<p>9.ก๊าซ c มีความดัน 2280 mm.Hg ปริมาตร <math>200\text{ cm}^3</math> ถ้าลดความดันลง 2 atm ปริมาตรจะมีค่ากี่ <math>\text{cm}^3</math></p> <p>ก.800                      ข.600                      ค.300                      ง.100</p>			

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น																	
		+ 1	0	- 1															
	<p>10. นาย ก ทำการทดลองวัดปริมาตรของก๊าซ ซึ่งมีมวลคงที่ ที่ความดันต่าง ๆ โดยอุณหภูมิคงที่ ผลการทดลองแสดงในตาราง</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ครั้งที่</th> <th>ปริมาตร (cm<sup>3</sup>)</th> <th>ความดัน (mm.Hg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>X</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>180</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>144</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>120</td> <td>y</td> </tr> </tbody> </table> <p>ถ้าการทดลองนี้ไม่เกิดการผิดพลาดในการทดลอง X และ y ควรมีค่าเท่าใดตามลำดับ</p> <p>ก. 200 , 1020                      ข. 240 , 1020</p> <p>ค. 200 , 1200                      ง. 240 , 1200</p>	ครั้งที่	ปริมาตร (cm <sup>3</sup> )	ความดัน (mm.Hg)	1	X	600	2	180	800	3	144	1000	4	120	y			
ครั้งที่	ปริมาตร (cm <sup>3</sup> )	ความดัน (mm.Hg)																	
1	X	600																	
2	180	800																	
3	144	1000																	
4	120	y																	
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิของก๊าซเมื่อมวลและความดันคงที่ได้	<p>11. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซชนิดหนึ่งเป็น 2 เท่าของอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน จะทำให้ปริมาตรของก๊าซเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร</p> <p>ก. เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของปริมาตรเดิม</p> <p>ข. เพิ่มขึ้นอีก 1/2 เท่าของปริมาตรเดิม</p> <p>ค. ลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาตรเดิม</p> <p>ง. ลดลงอีก 2 เท่า ของปริมาตรเดิม</p>																		
	<p>12. เมื่อมวลและความดันคงที่ สามารถเขียนกราฟแสดงอัตราส่วนระหว่าง V/T ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ได้ดังข้อใดถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>																		

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น											
		+ 1	0	- 1									
	<p>13. ก๊าซจริง (Real gas) ไต ๆ ก็ตาม จะมีปริมาตรเป็นศูนย์หรือไม่มีปริมาตรเลขที่อุณหภูมิที่เคลวิน</p> <p>ก.0                      ข.100                      ค.273                      ง. - 273</p>	.....	.....	.....									
5.คำนวณความสัมพันธ์ตามกฎของชาร์ลได้	<p>14. ค.ช. ก และ ค.ช. ข วัดอุณหภูมิ และปริมาตรของก๊าซ A ที่ความดัน 1 atm โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ได้ผลดังนี้</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ปริมาตร (cm<sup>3</sup>)</th> <th>อุณหภูมิ (°C)</th> <th>V/T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>310</td> <td>37</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>1500</td> <td>Y</td> <td>Z</td> </tr> </tbody> </table> <p>Y มีค่าเท่าใด</p> <p>ก. 179                      ข. 273                      ค. 1227                      ง. 1500</p>	ปริมาตร (cm <sup>3</sup> )	อุณหภูมิ (°C)	V/T	310	37	X	1500	Y	Z	.....	.....	.....
	ปริมาตร (cm <sup>3</sup> )	อุณหภูมิ (°C)	V/T										
	310	37	X										
	1500	Y	Z										
	<p>15. ก๊าซออกซิเจน 10 ลิตร ที่อุณหภูมิ 819 °c ความดัน 1 atm จะมีปริมาตรเป็นเท่าใดที่ STP</p> <p>ก. 2.5                      ข. 3.3                      ค. 25                      ง. 33</p>	.....	.....	.....									
	<p>16. ก๊าซไนโตรเจนจำนวนหนึ่งวัดปริมาตรได้ 100 cm<sup>3</sup> ที่ 27 °c ความดัน 700 mm.Hg ถ้าทำให้ระบบนี้มีอุณหภูมิเป็น 40 °c จะมีปริมาตร(cm<sup>3</sup>) เท่าใดถ้าความดันคงที่</p> <p>ก.50.05                      ข.75.0                      ค.104.3                      ง. 112.1</p>	.....	.....	.....									
<p>17. จากข้อ 16 ถ้าทำให้ปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนลดลง 40 cm<sup>3</sup> ที่ความดันเดิมจะต้องทำที่อุณหภูมิเท่าใด</p> <p>ก. - 93                      ข. - 153                      ค.120                      ง.180</p>	.....	.....	.....										
<p>18. ก๊าซ X มีปริมาตร 11.2 dm<sup>3</sup> ที่ STP ถ้าต้องการทำให้ก๊าซ X มีปริมาตรเพิ่มขึ้นเป็น 5 เท่าของปริมาตรเดิม จะต้องเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอีกกี่เคลวิน โดยความดันและมวลคงที่</p> <p>ก. 1365                      ข. 1092                      ค.842                      ง.530</p>	.....	.....	.....										
<p>19. จะต้องใช้ค่าใดไปคูณปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิ 27 °c เพื่อให้ได้ปริมาตรที่อุณหภูมิ 127 °c โดยมวลและความดันคงที่</p> <p>ก. 4.7                      ข. 1.33                      ค. 0.75                      ง. 0.21</p>	.....	.....	.....										

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
		+ 1	0	- 1
	<p>20. ก๊าซ X <math>2.5 \text{ dm}^3</math> ที่ <math>1 \text{ atm}</math> <math>30^\circ\text{C}</math> จะต้องลดอุณหภูมิลงเหลือที่เท่าใดจึงจะทำให้ก๊าซ X มีปริมาตรลดลงเหลือ <math>300 \text{ cm}^3</math></p> <p>ก. 26.5      ข. 30.3      ค. 36.4      ง. 34.6</p>			
<p>6. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร , อุณหภูมิ และ ความดันของ ก๊าซเมื่อมวล คงที่ได้</p>	<p>21. ถ้านำกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลมารวมกันจะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง P, V และ T จัดเป็นกฎรวมก๊าซ ดังแสดงความสัมพันธ์ตามข้อใด</p> <p>ก. <math>V = K/P</math>                      ข. <math>PV = KT</math></p> <p>ค. <math>P/V = K/T</math>                      ง. <math>V/PT = K</math></p>			
	<p>22. เมื่อเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับส่วนกลับของปริมาตรที่ อุณหภูมิต่าง ๆ ของการทดลองกับก๊าซชนิดหนึ่งได้ดังภาพ</p>  <p>ถ้า <math>T_1, T_2, T_3</math> และ <math>T_4</math> แทนอุณหภูมิที่ทำการทดลองกับก๊าซชนิดนั้น ลำดับอุณหภูมิที่ทำการทดลองนี้เป็นไปตามข้อใดถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. <math>T_1 &gt; T_2 &gt; T_3 &gt; T_4</math>                      ข. <math>T_4 &gt; T_3 &gt; T_2 &gt; T_1</math></p> <p>ค. <math>T_1 &gt; T_4 &gt; T_3 &gt; T_2</math>                      ง. <math>T_1 &gt; T_4 = T_2 &gt; T_3</math></p>			
	<p>23. กราฟในข้อใดถูกต้องเมื่อ <math>T_1 &gt; T_2</math></p> <p>ก. <math>PV</math></p>  <p>ข. <math>P</math></p>  <p>ค. <math>P</math></p>  <p>ง. <math>P</math></p> 			



จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
		+ 1	0	- 1
	30.จะต้องใช้ก๊าซออกซิเจนกี่ $\text{cm}^3$ ที่อุณหภูมิ $10^\circ\text{C}$ ความดัน 700 mm.Hg เพื่อทำปฏิกิริยาพอดีกับก๊าซไฮโดรเจนซึ่งมีอยู่ 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ $30^\circ\text{C}$ ความดัน 350 mm.Hg ก. 83                      ข. 167                      ค. 233                      ง. 466			
	31.ก๊าซชนิดหนึ่งมีปริมาตร $4 \text{ dm}^3$ บรรจุในภาชนะภายใต้ความดัน 1140 mm.Hg อุณหภูมิ $273^\circ\text{C}$ ปริมาตรของก๊าซนี้ที่ STP เท่ากับกี่ $\text{dm}^3$ ก. 1.5                      ข. 3                      ค. 6                      ง. 9			
	32.X เป็นก๊าซชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิ $-33^\circ\text{C}$ ความดัน 380 mm.Hg ก๊าซ X 16.26 กรัม มีปริมาตร $320 \text{ dm}^3$ ถ้าเปลี่ยนสถานะเป็นที่ STP ก๊าซ X จำนวนนั้นจะมีปริมาตรกี่ $\text{dm}^3$ ก. 182                      ข. 475.73                      ค. 830                      ง. 1323.64			
	33.นำก๊าซไนโตรเจน $1.2 \text{ dm}^3$ ที่ STP มาบรรจุในถังขนาด $500 \text{ cm}^3$ ความดัน 4 atm จะอ่านอุณหภูมิได้กี่องศาเซลเซียส ก. 182                      ข. 455                      ค. 728                      ง. 4550			
	34.ก๊าซออกซิเจนมีปริมาตร $233 \text{ cm}^3$ อุณหภูมิ $15^\circ\text{C}$ ความดัน 775 mm.Hg ที่ STP ก๊าซนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ก. 220                      ข. 225                      ค. 230                      ง. 242			
	35.จากข้อ 34 เมื่อนำก๊าซออกซิเจนที่ STP ไปใส่ในภาชนะขนาด 0.5 ลิตร ที่ $27^\circ\text{C}$ อยากทราบว่าความดันสุดท้ายจะมีค่าเป็นเท่าใด ก. 0.05                      ข. 0.5                      ค. 4.94                      ง. 494			
8.อธิบายความหมายของก๊าซในอุดมคติพร้อมทั้งสรุปคุณสมบัติของก๊าซในอุดมคติ (Real gas) ได้	36.ที่ภาวะมาตรฐาน (STP) มี $\text{H}_{2(g)}$ 0.5 mol และ $\text{He}_{(g)}$ 1.0 mol ก๊าซทั้ง 2 จะมีสมบัติตรงกับข้อใดที่อุณหภูมิเดียวกัน ก.พลังงานจลน์เฉลี่ยโมเลกุลเท่ากัน                      ข.โมเลกุลมีความเร็วเท่ากัน ค.ปริมาตรเท่ากัน                      ง.มีความดันเท่ากัน			
	37.อุณหภูมิและความดันข้อใดที่แสดงว่าก๊าซคลอรีนมีพฤติกรรมเหมือนก๊าซสมบูรณ์มากที่สุด ก. $100^\circ\text{C}$ , 10 atm                      ข. $0^\circ\text{C}$ , 0.5 atm ค. $200^\circ\text{C}$ , 0.5 atm                      ง. $-100^\circ\text{C}$ , 10 atm			



จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
		-1	0	1
	<p>44. ก๊าซไฮโดรเจน 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 27 °C ความดัน 700 mm.Hg จะวัดปริมาตรได้กี่ <math>\text{dm}^3</math></p> <p>ก. 6.67                      ข. 13.36                      ค. 15.20                      ง. 17.20</p>	.....	.....	.....
	<p>45. ก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจในอากาศมีความดัน 160 ทอร์รี่ ปริมาตรโดยเฉลี่ยของปอดผู้ใหญ่เมื่อขยายเต็มที่ มีขนาด 6 ลิตร อุณหภูมิร่างกายเท่ากับ 37 °C จงคำนวณหาปริมาตรของก๊าซออกซิเจนที่บรรจุในปอดขนาด 6 ลิตร ความดัน 160 ทอร์รี่ ที่อุณหภูมิร่างกาย</p> <p>ก. 0.8                      ข. 1.0                      ค. 1.2                      ง. 1.6</p>	.....	.....	.....
	<p>46. ถ้าก๊าซไนโตรเจนเกิดจากการสลายตัวของแอมโมเนียมไนไตรต์ (<math>\text{NH}_4\text{NO}_2</math>) 0.512 กรัม ดังสมการ</p> $\text{NH}_4\text{NO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{N}_2(\text{g})$ <p>ก๊าซนี้ถูกบรรจุในภาชนะจุ 100 ml ที่อุณหภูมิ 15 °C ความดันของก๊าซไนโตรเจนในภาชนะนี้มีค่าเท่าใด (atm)</p> <p>ก. 1.89                      ข. 2.00                      ค. 2.50                      ง. 2.56</p>	.....	.....	.....
	<p>47. ความหนาแน่นของก๊าซ <math>\text{NO}_2</math> ที่อุณหภูมิ 0 °C ความดัน 1 atm มีค่าเท่าใด</p> <p>ก. 1.02 g/l                      ข. 2.05 g/l                      ค. 2.55 g/l                      ง. 3.12 g/l</p>	.....	.....	.....
	<p>48. ความดันของไอน้ำร้อน 18 กรัม ที่อยู่ในภาชนะขนาด 18 ลิตร ที่ 100 °C มีค่าเท่ากับกี่ atm</p> <p>ก. 1                      ข. 1.5                      ค. 1.7                      ง. 2.1</p>	.....	.....	.....
	<p>49. ก๊าซชนิดหนึ่งหนัก 1 กรัม มีปริมาตร 2 ลิตร อุณหภูมิ 27 °C ความดัน 1 atm ถ้านำก๊าซนี้มา 2 กรัม จะมีปริมาตรเท่าใดถ้าวัดที่ความดัน 608 mm.Hg อุณหภูมิ 57 °C</p> <p>ก. 4.5                      ข. 5.5                      ค. 7                      ง. 8.5</p>	.....	.....	.....
	<p>50. ก๊าซ A 0.2 atm จำนวน 820 <math>\text{cm}^3</math> ที่ 27 °C จะมีจำนวนโมเลกุลเท่าใด</p> <p>ก. <math>4 \times 10^{21}</math>                      ข. <math>3.2 \times 10^{21}</math>                      ค. <math>4 \times 10^{22}</math>                      ง. <math>3.2 \times 10^{22}</math></p>	.....	.....	.....

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
		+ 1	0	- 1
	<p>51. ก๊าซต่อไปนี้ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซตัวใดมีความหนาแน่นมากที่สุด</p> <p>ก. <math>\text{CO}_2</math>                      ข. <math>\text{NH}_3</math>                      ค. <math>\text{CH}_4</math>                      ง. <math>\text{SO}_2</math></p>	.....	.....	.....
	<p>52. ก๊าซ A มีความหนาแน่นเป็น 2 เท่าของก๊าซ B ที่สภาวะเดียวกัน ก๊าซ A และ B ควรเป็นข้อใดตามลำดับ</p> <p>ก. <math>\text{SO}_2, \text{O}_2</math>                      ข. <math>\text{O}_2, \text{CO}_2</math></p> <p>ค. <math>\text{CH}_4, \text{O}_2</math>                      ง. <math>\text{CO}, \text{O}_2</math></p>	.....	.....	.....
	<p>53. ก๊าซ <math>\text{CO}_2</math> ปริมาตร <math>2800 \text{ cm}^3</math> ที่อุณหภูมิ <math>0^\circ\text{C}</math> ความดัน <math>1520 \text{ mm.Hg}</math> จะมีมวลกี่กรัม</p> <p>ก. 11                      ข. 22                      ค. 44                      ง. 88</p>	.....	.....	.....
	<p>54. สาร B 0.5 กรัม ทำให้เป็นไอวัดปริมาตรได้ <math>200 \text{ cm}^3</math> ที่ <math>27^\circ\text{C}</math> ความดัน 4 บรรยากาศ ถ้ามีสาร B 61.5 กรัม จะมีกี่โมล</p> <p>ก. 1                      ข. 2                      ค. 3                      ง. 4</p>	.....	.....	.....
	<p>55. นำก๊าซชนิดหนึ่งมา 0.26 กรัม ที่ <math>27^\circ\text{C}</math> ความดัน <math>1520 \text{ mm.Hg}</math> มีปริมาตร <math>100 \text{ cm}^3</math> จงคำนวณว่ามวลโมเลกุลของก๊าซมีค่าเท่าใด</p> <p>ก. 16                      ข. 20                      ค. 28                      ง. 32</p>	.....	.....	.....
	<p>56. ที่ STP <math>\text{He}_{(g)}</math> 1.2 mol มีปริมาตร 26.88 ลิตร <math>\text{CH}_{4(g)}</math> ปริมาตรเท่ากันจะมีกี่กรัมที่ <math>-17^\circ\text{C}</math> ความดัน 0.08 atm</p> <p>ก. 1.68                      ข. 6.72                      ค. 19.22                      ง. 26.88</p>	.....	.....	.....
	<p>57. ที่อุณหภูมิ <math>0^\circ\text{C}</math> ความดัน 1 atm และปริมาตร <math>11.2 \text{ dm}^3</math> ก๊าซในข้อใดมีมวลเท่ากัน</p> <p>ก. <math>\text{SO}_2</math> และ <math>\text{CO}_2</math>                      ข. <math>\text{NO}</math> และ <math>\text{CO}</math></p> <p>ค. <math>\text{O}_2</math> และ <math>\text{NO}</math>                      ง. <math>\text{N}_2</math> และ <math>\text{CO}_2</math></p>	.....	.....	.....
	<p>58. ก๊าซ X 1 mol หนัก 70 กรัม ที่ STP ถ้า X มีปริมาตร <math>300 \text{ cm}^3</math> ที่อุณหภูมิ <math>27^\circ\text{C}</math> และความดัน 1 atm จะหนักกี่กรัม</p> <p>ก. 0.85                      ข. 0.94                      ค. 1.03                      ง. 2.33</p>	.....	.....	.....

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
		+ 1	0	- 1
	59. ที่ $27^{\circ}\text{C}$ และ $1\text{ atm}$ ความหนาแน่นของก๊าซไฮโดรคาร์บอน เท่ากับ $1.22\text{ g/l}$ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนนี้ควรเป็นก๊าซใด ก. $\text{CH}_4$ ข. $\text{C}_2\text{H}_4$ ค. $\text{C}_2\text{H}_6$ ง. $\text{C}_3\text{H}_8$	.....	.....	.....
	60. ก๊าซในข้อใดมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ STP ก. $\text{Cl}_2$ ข. $\text{SO}_3$ ค. $\text{N}_2\text{O}$ ง. $\text{PF}_3$	.....	.....	.....

## ภาคผนวก จ.

แผนการสอนและตัวอย่างชุดฝึกการแก้ปัญหาคำนวณ  
ที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญา

## แผนการสอนที่ 1

วิชา เคมี ว031  
เรื่อง กฎของบอยล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เวลา 2 คาบ

### 1. สาระสำคัญ

กฎของบอยล์ กล่าวว่า “ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของก๊าซที่มีมวลคงที่ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับความดันของก๊าซนั้น”

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกสมบัติของก๊าซได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และความดันของก๊าซเมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่ได้
3. กำหนดความสัมพันธ์ตามกฎของบอยล์ได้

### 3. เนื้อหา

1. ศึกษาสมบัติของก๊าซ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และความดันของก๊าซ เมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่
3. กำหนดการหาปริมาตรและความดันของก๊าซตามกฎของบอยล์

### 4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ก๊าซ โดยมีการทบทวนด้วยการทำกิจกรรม 23 คำถาม โดยให้นักเรียนจับคู่กัน และครูแจกกระดาษ A4 ให้นักเรียนเขียนชื่อตัวเองและชื่อเพื่อนที่เป็น Buddy ลงในกระดาษที่แจกให้และเขียนข้อ 1-23 โดยเขียนข้อละ 1 บรรทัด

#### ขั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม 23 คำถาม โดยครูจะวางบัตรกิจกรรมบนโต๊ะเป็นวงกลมรอบห้อง ให้นักเรียนแต่ละคู่ยื่นประจำคำถามคู่ละ 1 คำถาม หลังจากนั้นให้นักเรียนเปิดคำถามและช่วยกันตอบคำถาม ซึ่งในแต่ละคู่ปรึกษากันได้และเขียนคำตอบลงในกระดาษตามข้อที่ระบุไว้ในคำถาม โดยครูจะให้เวลาข้อละ 2 นาที เมื่อหมดเวลาครูจะบอกและให้นักเรียนแต่ละข้อเลื่อนไปทางขวาอีก 1 ข้อ และตอบคำถามทำอย่างนี้ไปจนครบ 23 คำถาม

2. เมื่อแต่ละคู่ทำครบทั้ง 23 คำถาม ครูจะเฉลยคำตอบและให้นักเรียนตรวจและร่วมกันอภิปรายเรื่องของสถานะของสาร โดยเฉพาะเรื่องก๊าซ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องสมบัติของก๊าซ พร้อมทั้งแจกใบงานการทดลองที่ 4.1 เรื่องสมบัติของก๊าซ และให้นักเรียนลงมือทำการทดลองโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการอภิปรายสรุปลงในใบงาน

4. ครูสุ่มตัวอย่างผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองมา 2 กลุ่ม ให้มาอภิปรายหน้าชั้นเรียน ครูสรุปผลการทดลองอีกครั้งหนึ่ง

5. ให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงานการทดลอง

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทดลอง

#### ขั้นสรุปและวัดผล

1. ครูให้นักเรียนสรุปสมบัติของก๊าซ

2. ครูอธิบายสรุปกฎของบอยล์และยกตัวอย่างการคำนวณโจทย์

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน ว31

### 5. สื่อและอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนวิชาเคมี ว 031

2. อุปกรณ์การทดลองที่ 4.1

3. ใบงานการทดลองที่ 4.1

4. แผนภาพสรุปสมบัติของก๊าซ

### 6. กิจกรรมเสนอแนะ

1. ในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มของนักเรียนครูต้องช่วยกระตุ้น ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกันให้มากที่สุด และควรมีการสรุปหลังจากทำกิจกรรมทุกครั้ง

2. ในการจัดกลุ่มนักเรียนควรมีสมาชิกไม่เกิน 5 คน เพื่อสะดวกในการทำการทดลอง

### 7. การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากผลงานในการอภิปรายของแต่ละกลุ่ม

2. สังเกตจากการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและการตอบคำถาม

3. การทำใบงานการทดลองและแบบฝึกหัด

## กิจกรรมก่อนเรียน

### แนะนำเทคนิคแผนผังทางปัญญา

#### 1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะและขั้นตอนในการสร้างแผนผังทางปัญญา
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างและอธิบายแผนผังทางปัญญาที่สร้างขึ้นได้

#### 2. สารสำคัญของแผนผังทางปัญญา (Mind Mapping Elements)

1. การเริ่ม (Start) ในการเริ่มสร้างแผนผังทางปัญญาต้องอาศัยการเริ่มจากคำหรือโน้ตที่ จะเป็นประเด็นหลักของการทำแผนผังทางปัญญา

2. การใช้ (Use) แผนผังทางปัญญาจะใช้ 3 องค์ประกอบย่อยดังนี้

คำสำคัญ (Keyword) เป็นคำที่จะแสดงถึงสิ่งซึ่งต้องการเชื่อมโยงหรือเกี่ยวข้องกับคำหรือโน้ตที่เป็นประเด็นหลัก โดยคำสำคัญไม่จำกัดว่า จะเป็นคำที่มีความเป็นนามธรรมหรือรูปธรรมมากเท่าใด

การเชื่อมโยง (Connect) ในการทำแผนผังทางปัญญาต้องแสดงถึงความเชื่อมโยงของคำสำคัญที่ปรากฏอยู่บนแผนผัง จะทำให้ความคิดมีความต่อเนื่อง และคำสำคัญมีความหมายมากขึ้น โดยการเชื่อมโยงนั้นสามารถใช้วิธีการได้หลายวิธี เช่น การแสดงด้วยลักษณะของเส้น ลูกศรแบบต่าง ๆ หรือใช้รหัสก็ได้

การเน้นความสำคัญ (Emphasis) เป็นการทำให้ผู้ทำแผนผังทางปัญญาสามารถลำดับความคิดให้เป็นระบบรู้ถึงความสำคัญมากขึ้น หรือลำดับก่อนหลังได้ โดยวิธีการนี้สามารถทำได้หลายวิธีเช่นกัน เช่น การใช้ขนาดของตัวอักษร สีต่าง ๆ กัน หรืออาจใช้ตัวหนังสือที่มีมิติแตกต่างกัน

3. การเขียน (Point) การทำแผนผังทางปัญญา ต้องมีการเขียนในลักษณะแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ของผู้สร้าง ซึ่งไม่มีเพียงตัวหนังสือหรือคำเท่านั้น ควรต้องมีภาพประกอบหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อทำให้เกิดความหมายมากยิ่งขึ้น

##### 2.1 ขั้นตอนในการสร้างแผนผังทางปัญญา

ขั้นที่ 1 เริ่มด้วยสัญลักษณ์ หรือรูปภาพลงบนกลางกระดาษ

ขั้นที่ 2 ระบุคำสำคัญหลัก

ขั้นที่ 3 เชื่อมโยงคำอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำสำคัญหลัก ด้วยเส้นโยงจากคำสำคัญหลักตรงกลางออกไปทุกทิศทุกทาง

ขั้นที่ 4 เขียนคำที่ต้องการ 1 คำ ต่อ 1 เส้น และแต่ละเส้นควรเกี่ยวข้องกับเส้นอื่น ๆ ด้วย

ขั้นที่ 5 ขยายคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 6 ใช้สี รูปภาพ ลักษณะของเส้นเป็นการระบุถึงลักษณะความเชื่อมโยง การเน้นหรือลำดับ

สำหรับอุปกรณ์ในการสร้างแผนผังทางปัญญานั้นควรมีปากกาสีต่าง ๆ กัน (อย่างน้อย 4 สี) เพื่อใช้ในการทำแผนผังทางปัญญาที่มีความหลากหลายและสะดวก และพื้นที่ที่จะใช้ในการทำแผนผังทางปัญญา ต้องมีขนาดกว้างพอสมควร อาจจะเป็นกระดาษขนาดใหญ่หรือกระดานดำก็ได้

### 3. ขั้นตอนในการทำกิจกรรม

#### ตอนที่ 1 (แนะนำตัวเอง)

1. ครูแจกกระดาษ ขนาด A 4 ให้นักเรียนคนละ 1 แผ่นและดินสอสี
2. ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนชื่อของตนเองลงกระดาษที่ได้รับและวาดรูปประกอบด้วย
3. หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนคำว่า รูปร่าง, อาหาร, กีฬา, วิชา, เพื่อน, งานอดิเรก โดยเขียนรอบ ๆ ชื่อของตนเอง และลากเส้นโยงจากชื่อไปยังคำต่าง ๆ ข้างต้น และเขียนคำแยกจากคำเหล่านั้นว่า ชอบ และไม่ชอบ
4. ให้นักเรียนเขียนคำที่จะอธิบายคำที่เขียนในข้อที่ 3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับตนเอง เพื่อที่อ่านแล้วจะรู้จักนักเรียนให้มากที่สุด และเขียนเส้นโยงออกมา 1 คำ ต่อ 1 เส้น ภายในเวลา 10 นาที
5. ให้นักเรียนเขียนภาพประกอบคำต่าง ๆ ที่อยู่ในแผนผังทางปัญญาที่ได้สร้างขึ้นตามใจชอบและให้เน้นคำที่ต้องการให้ความสำคัญ ซึ่งในการเน้นนั้นอาจจะใช้สีที่แตกต่างหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามชอบใจ
6. ครูให้ตัวแทนนักเรียนลองแนะนำตนเองโดยใช้แผนผังทางปัญญาที่ได้สร้างขึ้น
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย สรุปลักษณะของแผนผังทางปัญญา และขั้นตอนในการสร้างแผนผังทางปัญญาจากกิจกรรมที่นักเรียนทำ
8. ครูแสดงตัวอย่างแผนผังทางปัญญาให้นักเรียนดูเพิ่มเติม พร้อมทั้งอธิบายประกอบ

#### ตอนที่ 2 (ใช้แผนผังทางปัญญาในการอธิบาย)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมากลุ่มละ 1 คน เพื่อเลือกของปริศนาได้แก่ พัด ลูกเทนนิส โทรศัพท์มือถือ นาฬิกาปลุก คอมพิวเตอร์ กระเป่าเป้ รองเท้าผ้าใบ ตุ๊กตาหมี และให้นักเรียนนำไปให้สมาชิกในกลุ่มของตนดู แต่ไม่ให้กลุ่มอื่นทราบ
2. ครูแจกกระดาษ A 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแผนผังทางปัญญา ที่แสดงถึงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งของที่กลุ่มตนเองรับไป ภายในเวลา 15 นาที
3. ให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายแผนผังทางปัญญาของกลุ่มตนเอง โดยปิดชื่อของสิ่งที่จะอธิบายลักษณะ หลังจากนั้นให้สมาชิกกลุ่มอื่นทายชื่อของสิ่งทีอธิบายนั้น
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการใช้แผนผังทางปัญญา ในการทำกิจกรรมครั้งนี้

# ชุดฝึกการคิดโจทย์คำนวณเคมี

## เรื่อง สมบัติของก๊าซ

### ชุดที่ 1 กฎของบอยล์



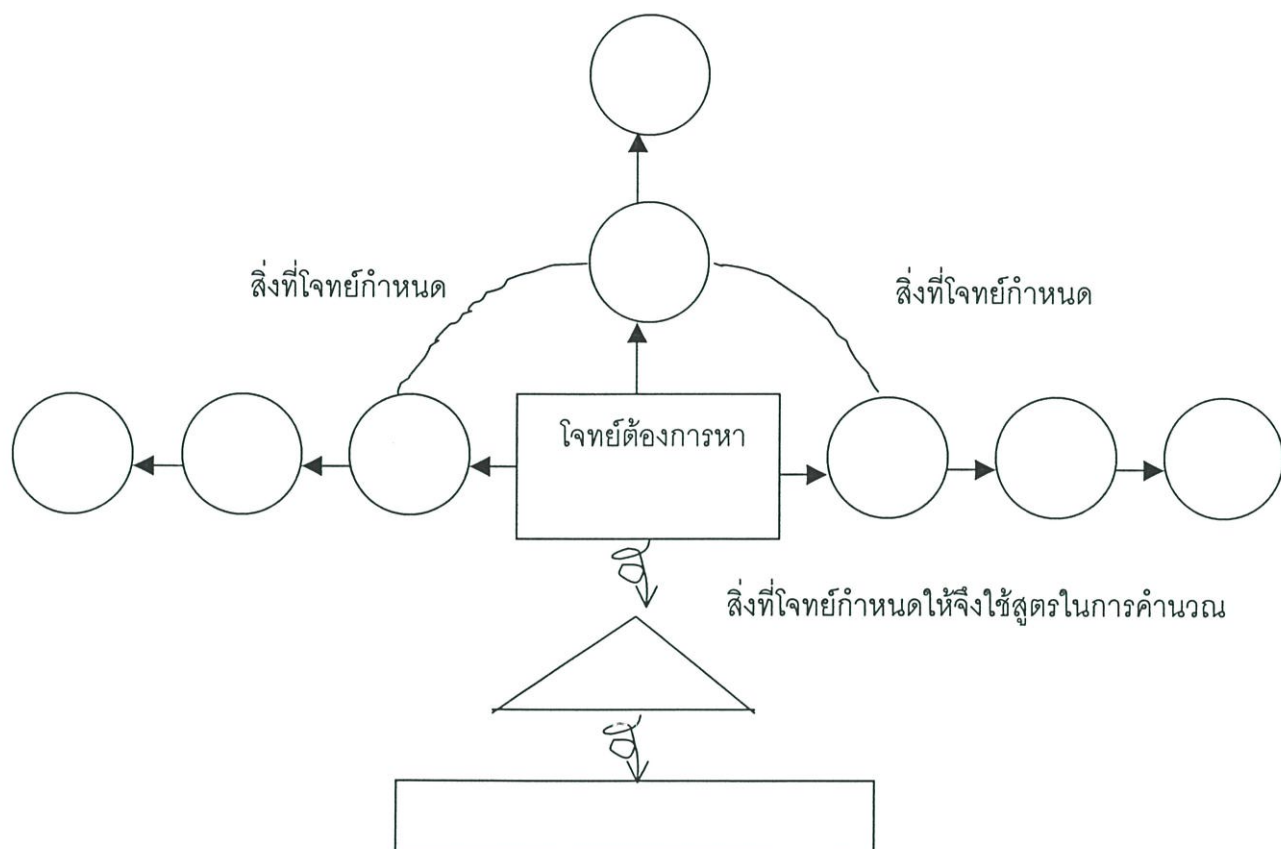
ชื่อ .....

ชั้น..... เลขที่.....

โรงเรียน.....

ข้อที่ 1 ก๊าซ A ที่ความดัน 304 mm.Hg จะมีปริมาตร  $200 \text{ cm}^3$  ถ้า  
เพิ่มก๊าซ A อีก  $300 \text{ cm}^3$  จะมีความดันกี่บรรยากาศ

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

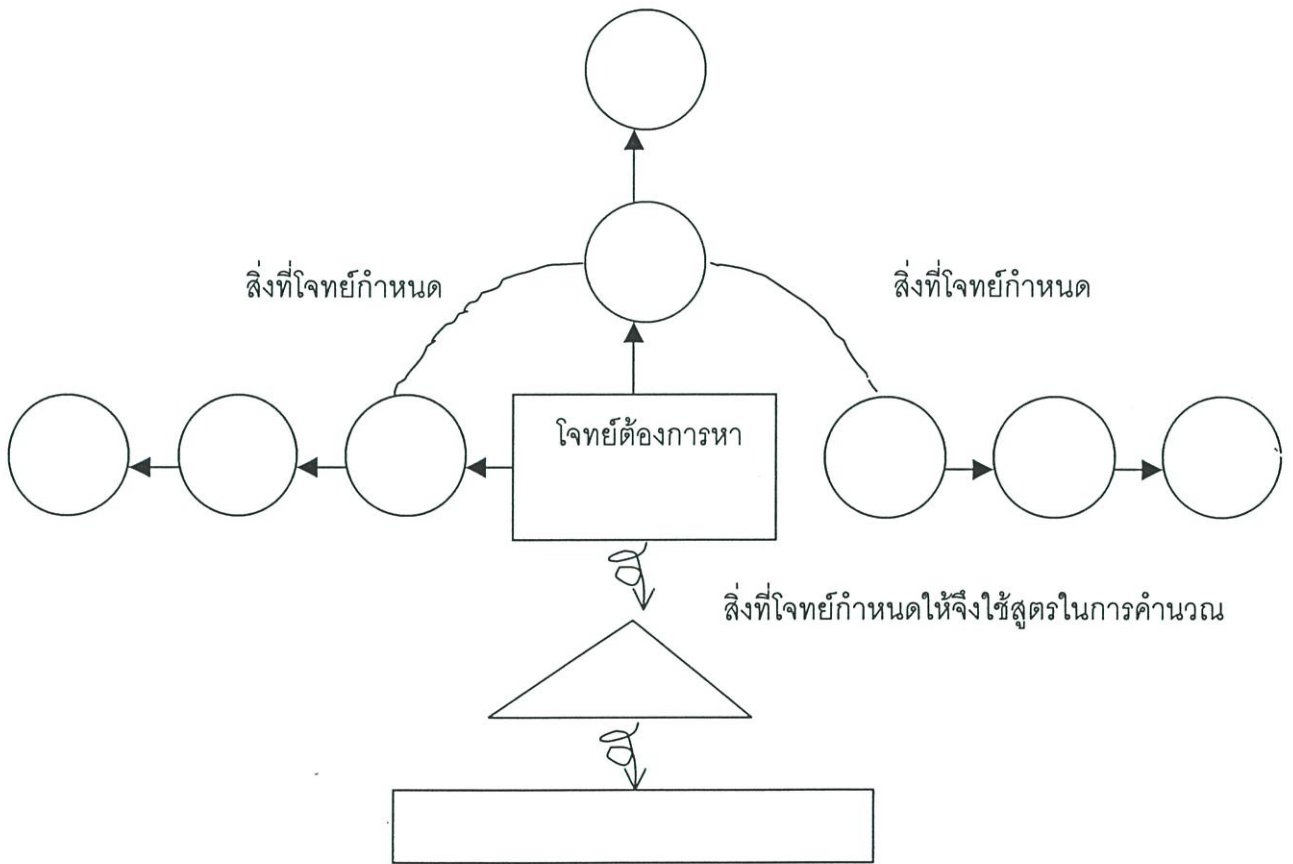


วิธีทำ

คำตอบ ก๊าซ A จะมีความดัน ..... atm

ข้อที่ 2 ต่อกันจากภาชนะ A ซึ่งมีปริมาตร 1 ลิตร ไปยังภาชนะ B โดยภายในภาชนะ A บรรจุก๊าซออกซิเจนที่ความดัน 0.7 atm หลังจากต่อกันไปยังภาชนะ B พบว่าความดันของก๊าซออกซิเจนลดลง 0.3 atm อยากทราบว่าภาชนะ B มีปริมาตรเท่าไร

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

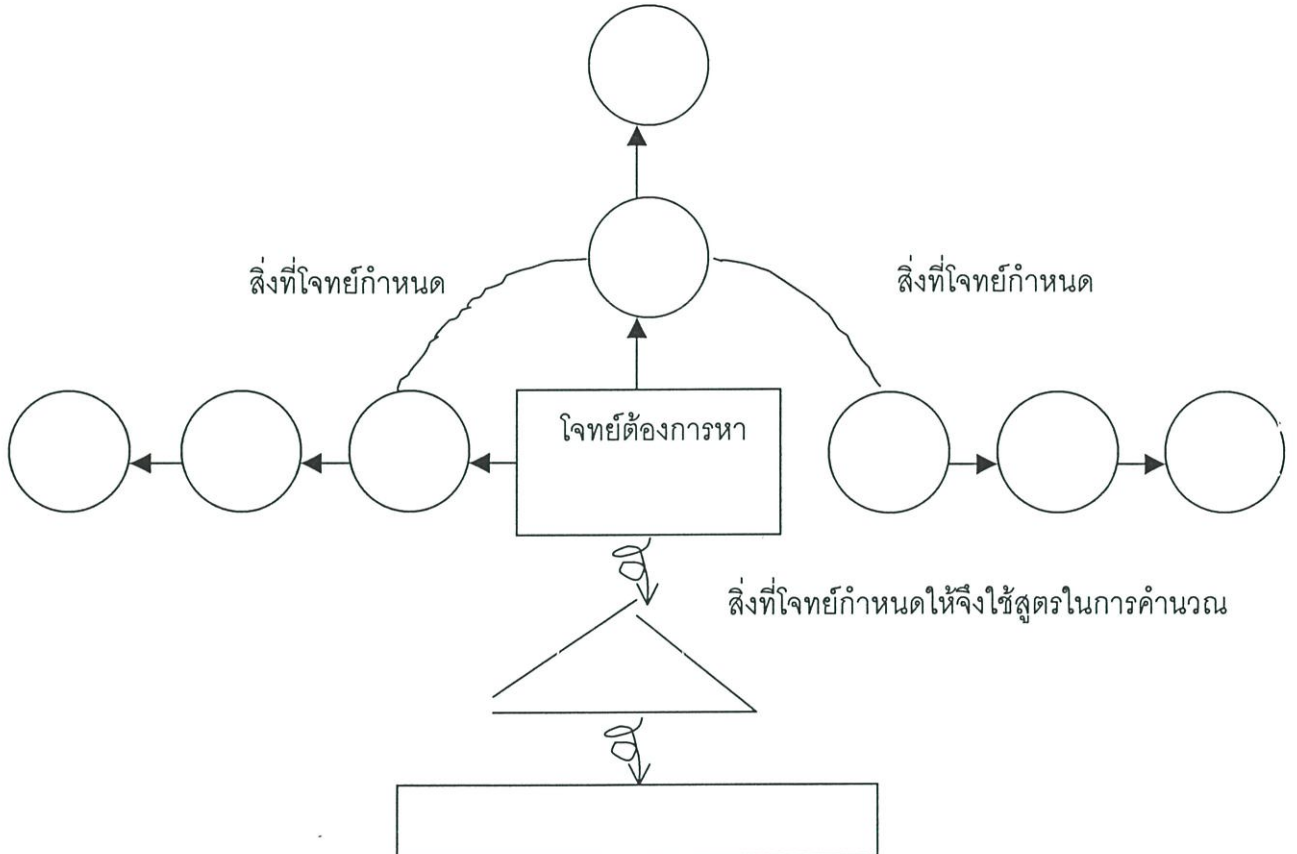


วิธีทำ

คำตอบ    ภาชนะ B มีปริมาตร ..... ลิตร

ข้อที่ 3 นำก๊าซ C จำนวน 0.1 โมล ที่ STP มาบรรจุในภาชนะใบหนึ่ง พบว่าก๊าซ C จะมีความดัน 4 atm อยากทราบว่าภาชนะใบนี้มีปริมาตรกี่  $\text{dm}^3$

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

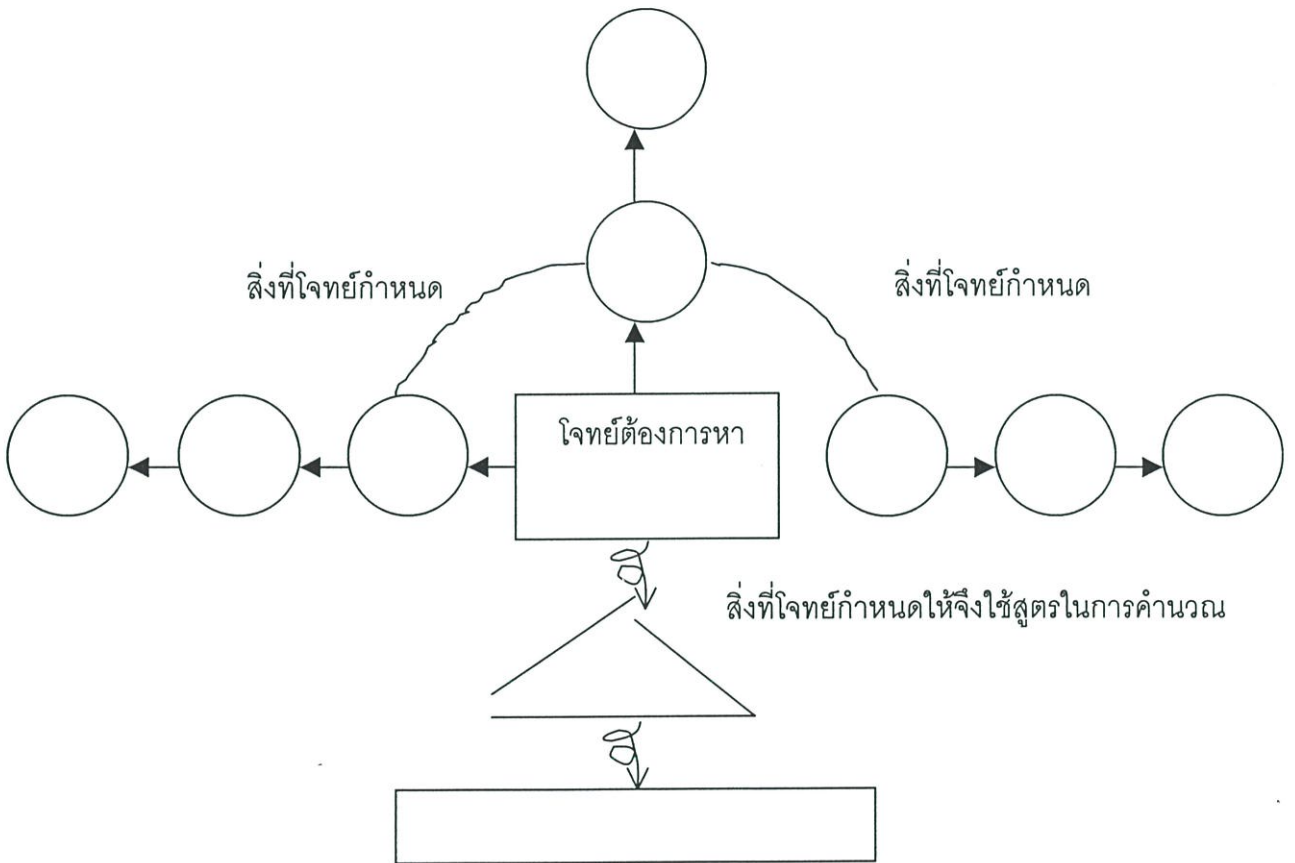


วิธีทำ

คำตอบ    ภาชนะใบนี้มีปริมาตร .....  $\text{dm}^3$

ข้อที่ 4 ก๊าซ A บรรจุในภาชนะยืดหยุ่นที่สามารถทนแรงดันได้มากที่สุด 3000 mm.Hg ถ้าบรรจุก๊าซ A ปริมาตร 500 cm<sup>3</sup> ความดัน 25 atm ลงในภาชนะ โดยภาชนะขยายจนมีปริมาตร 2500 cm<sup>3</sup> อยากทราบว่า ภาชนะใบนี้จะระเบิดหรือไม่ เพราะเหตุใด

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

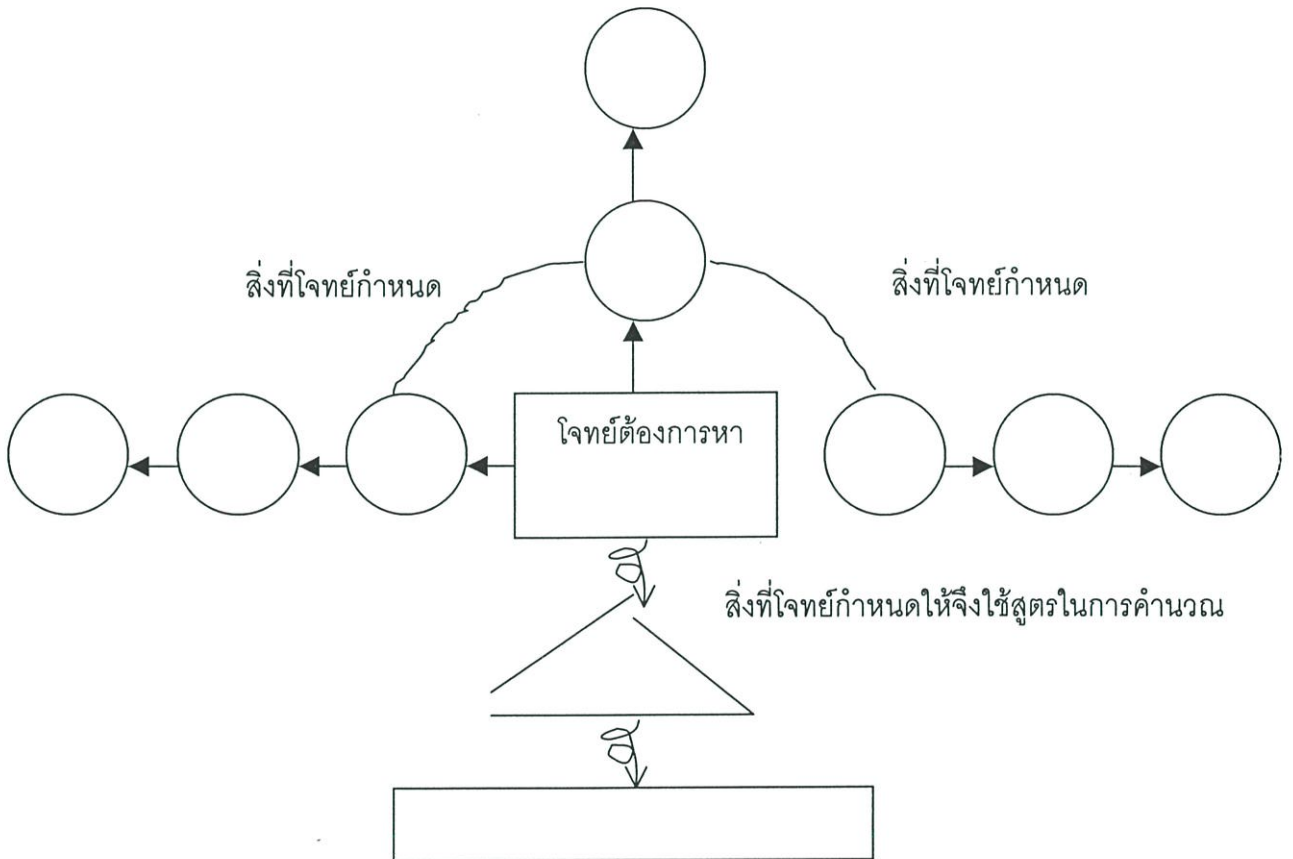


วิธีทำ

คำตอบ ภาชนะใบนี้ ..... เพราะ .....

ข้อที่ 5 ก๊าซมีเทนบรรจุอยู่ในถังขนาด 5 ลิตร มีความดัน 3 atm ถ้านำ  
 ก๊าซมีเทนมาบรรจุในถังที่มีปริมาตรลดลง 20 % ความดันสุดท้าย  
 จะเป็นเท่าไร

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา



วิธีทำ

คำตอบ ความดันสุดท้ายมีค่าเท่ากับ ..... atm

# ชุดฝึกการคิดโจทย์คำนวณเคมี

## เรื่อง สมบัติของก๊าซ

### ชุดที่ 2 กฎของชาร์ล



ชื่อ .....

ชั้น..... เลขที่.....

โรงเรียน.....

ข้อที่ 1 ก๊าซ A มีปริมาตร  $2 \text{ dm}^3$  ที่ STP ก๊าซ A จะมีปริมาตรเท่าใด  
ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีก 2 เท่า

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

วิธีทำ

คำตอบ ก๊าซ A จะมีปริมาตร .....  $\text{dm}^3$

ข้อที่ 2    ณ ความดันหนึ่งก๊าซ He มีปริมาตร  $300 \text{ cm}^3$  ที่อุณหภูมิ  $327^\circ \text{C}$   
จะต้องลดอุณหภูมิลงอีกกี่  $^\circ \text{C}$     ก๊าซ He จึงจะมีปริมาตรลดลง  
 $100 \text{ cm}^3$

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

วิธีทำ

คำตอบ    ต้องลดอุณหภูมิของก๊าซ He ลงอีก .....  $^\circ \text{C}$

ข้อที่ 3 ก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ  $27^{\circ}\text{C}$  ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้นอีก 2 เท่า จะมีอุณหภูมิเท่าใด

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

วิธีทำ

คำตอบ อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ .....  $^{\circ}\text{C}$

ข้อที่ 4 ก๊าซออกซิเจน 64 กรัม ที่ STP จะมีปริมาตรเท่าใด เมื่อมาอยู่ที่  
ความดัน 1 atm อุณหภูมิ  $27^{\circ}\text{C}$

วิธีการแก้ปัญห โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

วิธีทำ

คำตอบ ก๊าซออกซิเจนจะมีปริมาตร .....  $\text{dm}^3$

ข้อที่ 5 ก๊าซไฮโดรเจนบรรจุในภาชนะที่อุณหภูมิ  $47^{\circ}\text{C}$  แล้วเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น  $57^{\circ}\text{C}$  พบว่าก๊าซไฮโดรเจนมีปริมาตร  $3500\text{ cm}^3$  อยากทราบว่าเดิมก๊าซไฮโดรเจนมีปริมาตรเท่าใด

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา

วิธีทำ

คำตอบ เดิมก๊าซไฮโดรเจนมีปริมาตร .....  $\text{dm}^3$

**ภาคผนวก ฉ.**  
**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

## แบบทดสอบวิชาเคมี ว031

เรื่อง กฎของบอยล์ , กฎของชาร์ล , กฎรวมก๊าซ และสมการก๊าซอุดมคติ

คะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลา 50 นาที

คำชี้แจง

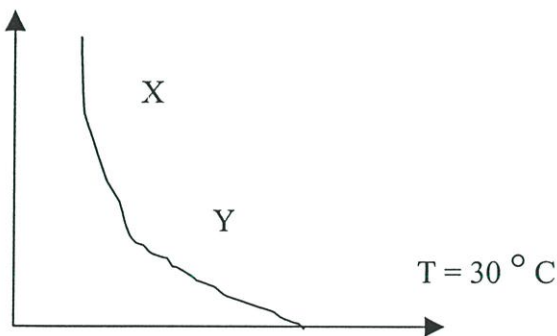
- ข้อสอบมี 40 ข้อ จำนวน 8 หน้า
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบ

กำหนดให้ O = 16 , N = 14 , C = 12 , H = 1 , He = 4 , S = 32 , Cl = 35.5 , P = 31 , F = 19

1. ก๊าซส่วนใหญ่โดยทั่วไปจะมีลักษณะโปร่งใส ยกเว้น ก๊าซ  $\text{Cl}_2$  ,  $\text{NO}_2$  และ  $\text{F}_2$  ข้อใดเรียงลำดับสีของ ก๊าซดังกล่าวได้ถูกต้อง

- เขียวอ่อน น้ำตาลแดง เหลือง
- น้ำตาลแดง เขียวอ่อน เหลือง
- เขียวอ่อน เหลือง น้ำตาลแดง
- น้ำตาลแดง เหลือง เขียวอ่อน

2. จากกราฟต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถาม



จากกราฟถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ผลคูณของ P และ V จะเป็นอย่างไร

- น้อยลง
- เพิ่มขึ้น
- เท่าเดิม
- คงที่ที่ STP

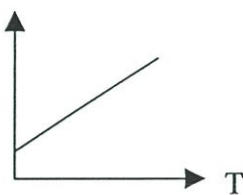


7. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซชนิดหนึ่งเป็น 2 เท่าของอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน จะทำให้ปริมาตรของก๊าซ เปลี่ยนไปอย่างไร

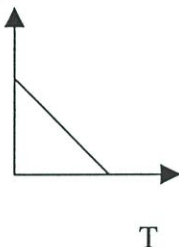
- ก. เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของปริมาตรเดิม
- ข. เพิ่มขึ้นอีก  $1/2$  เท่าของปริมาตรเดิม
- ค. ลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาตรเดิม
- ง. ลดลงอีก 2 เท่า ของปริมาตรเดิม

8. เมื่อมวลและความดันคงที่ สามารถเขียนกราฟแสดงอัตราส่วนระหว่าง  $V/T$  ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ได้ดังข้อใดถูกต้องที่สุด

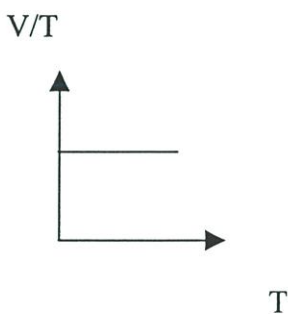
ก.  $V/T$



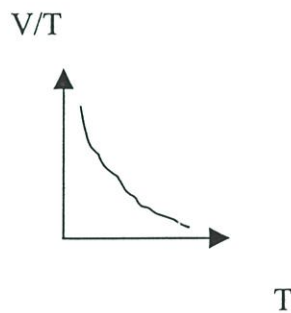
ข.  $V/T$



ค.



ง.



9. ก๊าซจริง (Real gas) ไต ๆ ก็ตาม จะมีปริมาตรเป็นศูนย์หรือไม่มีปริมาตรเลยที่อุณหภูมิกี่เคลวิน

- ก. 0
- ข. 100
- ค. 273
- ง. -273

10. ก๊าซไนโตรเจนจำนวนหนึ่งวัดปริมาตรได้  $100 \text{ cm}^3$  ที่  $27^\circ\text{C}$  ความดัน  $700 \text{ mm.Hg}$  ถ้าทำให้ระบบนี้มีอุณหภูมเป็น  $40^\circ\text{C}$  จะมีปริมาตร ( $\text{cm}^3$ ) เท่าใดถ้าความดันคงที่

- ก. 50.05
- ข. 75.0
- ค. 104.3
- ง. 112.1





22. ก๊าซออกซิเจนมีปริมาตร  $233 \text{ cm}^3$  อุณหภูมิ  $15^\circ\text{C}$  ความดัน  $775 \text{ mm.Hg}$  ที่ STP ก๊าซ นี้จะมีปริมาตรที่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 220

ข. 225

ค. 230

ง. 242

23. ที่ภาวะมาตรฐาน (STP) มี  $\text{H}_2(g)$   $0.5 \text{ mol}$  และ  $\text{He}(g)$   $1.0 \text{ mol}$  ก๊าซทั้ง 2 จะมีสมบัติตรงกับข้อใดที่อุณหภูมิเดียวกัน

ก. พลังงานจลน์เฉลี่ยโมเลกุลเท่ากัน

ข. โมเลกุลมีความเร็วเท่ากัน

ค. ปริมาตรเท่ากัน

ง. มีความดันเท่ากัน

24. อุณหภูมิและความดันข้อใดที่แสดงว่าก๊าซคลอรีนมีพฤติกรรมเหมือนก๊าซสมบูรณ์มากที่สุด

ก.  $100^\circ\text{C}$  ,  $10 \text{ atm}$

ข.  $0^\circ\text{C}$  ,  $0.5 \text{ atm}$

ค.  $200^\circ\text{C}$  ,  $0.5 \text{ atm}$

ง.  $-100^\circ\text{C}$  ,  $10 \text{ atm}$

25. ก๊าซ A ที่ STP มีปริมาตรเป็น  $V_1$  ถ้าลดปริมาตรของก๊าซ A ลง จำนวนโมลของก๊าซจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. คงที่

ข. ลดลง

ค. เพิ่มขึ้น

ง. ไม่สามารถสรุปได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

26. ก๊าซ  $\text{C}_2\text{H}_2$  และ  $\text{C}_2\text{H}_6$  หนักเท่ากันนำไปบรรจุในขวดที่มีปริมาตรและอุณหภูมิเท่ากันจะพบว่า

ก. ความดันในขวดที่บรรจุ  $\text{C}_2\text{H}_6$  มีมากกว่าความดันในขวดที่บรรจุ  $\text{C}_2\text{H}_2$

ข. ก๊าซทั้งสองมีความดันเท่ากัน

ค. ก๊าซทั้งสองจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน

ง. ความดันในขวดที่บรรจุ  $\text{C}_2\text{H}_2$  มีมากกว่าความดันในขวดที่บรรจุ  $\text{C}_2\text{H}_6$





## ประวัติผู้เขียน

นางสาวศิรินทร บุญสุ เกิดวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2516 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี (ครูทายาท) จากสถาบันราชภัฏ นครสวรรค์ ปีการศึกษา 2539 เข้ารับราชการเมื่อปี พ.ศ. 2539 ที่โรงเรียนบรมราชินีนาถ-ราช วิทยาลัย ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 5 โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย อ.ปากท่อ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ