



การพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์  
ขั้นบูรณาการโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์  
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

นายวิชัย ลาธิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
พ.ศ. 2555  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**ENHACEMENT OF HIGHER-ORDER COGNITIVE AND  
INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS BY USING SCIENCE  
INQUIRY LEARNING ACTIVITIES OF  
CHEMICAL REACTION RATES**

**WICHAI LATI**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE  
REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION  
FACULTY OF SCIENCE  
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY  
YEAR 2012  
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้วิจัย นายวิชัย ลาธิ

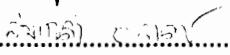
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....  
  
อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ศักดิ์ศรี สุภायร)

.....  
  
กรรมการ

(ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสถ้า)

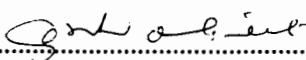
.....  
  
กรรมการ

(ดร.รัมเกถ้า อาจเดช)

.....  
  
คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....  


(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2555

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดีเยี่ยม จากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ศักดิ์ศรี สุภาร อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จ เรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างดีเยี่ยม จึงขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ พศ.วรรณไถ อธิวานิพงษ์ และ ดร.กัมปนาท ฉายรัศ ที่กรุณาให้ คำแนะนำที่ดีสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณครูรุ่งศักดิ์ วัฒนะรัตน์ และครุนงลักษณ์ มีแก้ว ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครุและนักเรียน โรงเรียนรามวิทยา รัชมังคลากิเมก ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) ที่ให้ เงินทุนสนับสนุนในการศึกษาดับวิทยาศาสตร์อบรมหานบัพทิตในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอն้อมระลึกถึงพระคุณบิดา márada พี่สาว และนางสาววงศ์ลักษณ์ มีแก้ว ผู้ที่เคยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้ และขอน้อมระลึกถึง พระคุณของครู อาจารย์ทุกท่าน ที่อบรม สั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดี

ประโลมน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษาทั่วไป



(นายวิชัย ลาธิ)

ผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

**ชื่อเรื่อง :** การพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

**โดย :** วิชัย ดาธิ

**ชื่อปริญญา :** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา :** วิทยาศาสตรศึกษา

**ประธานกรรมการที่ปรึกษา :** ดร.สักดิศรี สุภายร

**ศัพท์สำคัญ :** ทักษะความรู้ขั้นสูง ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ  
การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ อัตราการเกิดปฏิกิริยา

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูง และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 12 ชั่วโมง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 จำนวน 63 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนรามวิทยา รัชมังคลากิเมฆ จำนวน 118 คน จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบร่วมกับ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (ค่าเฉลี่ย 26.13, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.09) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย 8.75, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.51) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ( $p < 0.001$ ,  $t = 22.23$ ,  $df = 62$ ) และจากการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน พบร่วมกับ นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนทั้งสามกลุ่มนี้ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 40.63, 46.45 และ 38.50 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างอิสระต่อกัน พบร่วมกับ นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในภาพรวมในระดับ “ดี” (ร้อยละ 73.82) โดยมีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรในระดับ “ดีมาก” (ร้อยละ 82.29) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

(ร้อยละ 74.06) และการทดลอง (ร้อยละ 76.58) อยู่ในระดับ “ดี” แต่มีทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป (ร้อยละ 65.77) อยู่ในระดับ “พอใช้” ทั้งนี้ การใช้กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) สามารถสร้างความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นให้เกิดคำถาม แล้วดำเนินการสำรวจและหาคำตอบตามกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

## **ABSTRACT**

TITLE : ENHACEMENT OF HIGHER-ORDER COGNITIVE AND INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS BY USING SCIENCE INQUIRY LEARNING ACTIVITIES OF CHEMICAL REACTION RATES

BY : WICHAI LATI

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : SAKSRI SUPASORN, Ph.D.

KEYWORDS : HIGHER-ORDER COGNITIVE SKILLS / INTEGRATED CIENEC  
PROCESS SKILLS / SCIENCE INQUIRY / CHEMICAL REACTION RATES

This study was aimed to investigate students' learning achievement emphasizing on higher-order cognitive skills and integrated science process skills by using 12-hour science inquiry learning activities of chemical reaction rates. The samples were 63 Grade-11 students in Classroom 1 and 2, purposively selected from the population of 118 Grade-11 students in Mathematics-Science plan at Ramwittaya Ruchamungklapisek School, during the first semester of 2011. The dependent-sample t-test analysis indicated that the students obtained the post-achievement score (mean 26.13, SD 6.09) significantly higher than the pre-achievement score (mean 8.75, SD 2.51) at  $p<0.05$ . The students were categorized as high, middle and low-achieving students according to their pretest score. The percentage of learning achievement progression for each of high-, middle-, and low-achieving students was 40.63, 46.45 and 38.50, respectively. However, the independent-sample t-test analysis indicated that these percentages of learning achievement progression were not different at significant level of 0.05. In addition, the students achieved the total integrated science process skills in a good level (73.82%). They were identified as "excellent" at the skill of identifying and controlling variables (82.29%) and "good" at the skills of formulating hypotheses (74.06%) and the skills experimenting (76.58%). However, they were marked as "moderate" at the skills of analyzing data and drawing conclusion (65.77%). The instructor observation revealed that POE activities effectively engaged students in the science

inquiry process. The critical thinking situations proposed during the class also promoted their critical thinking skills. It is advisable that variety of situations should be proposed to make it more challenging for students.

## สารบัญ

	หน้า
<b>กิตติกรรมประกาศ</b>	<b>ก</b>
<b>บทคัดย่อภาษาไทย</b>	<b>ข</b>
<b>บทคัดย่อภาษาอังกฤษ</b>	<b>จ</b>
<b>สารบัญ</b>	<b>ฉ</b>
<b>สารบัญตาราง</b>	<b>ช</b>
<b>สารบัญภาพ</b>	<b>ญ</b>
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	9
2.2 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	19
2.3 ทักษะความรู้ขั้นสูง	27
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 แบบแผนการวิจัย	48
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	48
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	49
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	54
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	55

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

<b>4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล</b>	
4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์	57
4.2 ผลการวิจัย	67
4.3 อภิปรายผล	75
<b>5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการวิจัย	80
5.2 ข้อเสนอแนะ	82
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	84
<b>ภาคผนวก</b>	
ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	92
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	94
ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	108
ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	124
จ ตัวอย่างภาพประกอบการทำกิจกรรม	135
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	144

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานที่ ว 3.2 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา <sup>ปีที่ 6 โรงเรียนรามวิทยา รัชมังคลากิ่ง</sup>	1
1.2 ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน รามวิทยา รัชมังคลากิ่ง	2
2.1 คุณลักษณะสำคัญและบทบาทของครู-นักเรียนในการเรียนแบบการสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) (National Research Council, 2000))	14
2.2 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และตัวบ่งชี้ การเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (competency indicator) ขั้นบูรณาการที่ใช้ในงานวิจัย	23
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	51
3.2 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	53
4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำแนกตามเนื้อหาหลัก	68
4.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนภายในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	69
4.3 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	70
4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้ เรื่อง อัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	70
4.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามระดับพฤติกรรมของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	73
4.6 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน	74
ก.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ในแต่ละแผน	118

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน	121
ก.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์	125
ก.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	127
ก.3 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล	129
ก.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล	132

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แบบจำลองระดับทักษะของกระบวนการคิดของคน (Anderson and Krathwohl, 2001)	28
4.1 การเปรียบเทียบร้อยละความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้	72
4.2 การเปรียบเทียบร้อยละความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำแนกตามระดับพฤติกรรมของแบบ ทดสอบของนักเรียน	73
4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในกิจกรรมการทดลองที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น	78

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2551 – 2553 ของนักเรียนโรงเรียนรามวิทยารัชมังคลากิจเมฆ จังหวัดสุรินทร์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2554) พบว่า ผลการทดสอบในวิชา วิทยาศาสตร์ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานที่ ว 3.2 ซึ่งส่วนหนึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นมีแนวโน้มลดลง คังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในสาระที่ 3 สารและ สมบัติของสาร มาตรฐานที่ ว 3.2 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน รามวิทยารัชมังคลากิจเมฆ

ระดับ	ปีการศึกษา 2551			ปีการศึกษา 2552			ปีการศึกษา 2553		
	Mean	SD	%	Mean	SD	%	Mean	SD	%
โรงเรียน	4.97	1.92	30.58	4.02	1.73	24.74	2.59	1.31	21.58
สพท. สุรินทร์ เขต 1	5.13	2.39	31.57	5.12	1.94	31.51	3.16	1.65	26.33
จังหวัดสุรินทร์	4.76	2.15	29.29	5.03	2.02	30.95	2.95	1.46	24.58
ประเทศ	5.15	2.41	31.69	5.31	2.09	32.68	3.17	1.66	26.42

นอกจากนี้ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและ สมบัติของสาร ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พ布ว่า คะแนนเฉลี่ย ระดับโรงเรียนต่ำกว่าระดับสังกัดเขตพื้นที่การศึกษาสุรินทร์ เขต 1 ระดับจังหวัด และระดับ ประเทศ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2) แต่ตามเป้าหมายของโรงเรียนนั้นต้องพัฒนาให้มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า

ระดับจังหวัด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้สูงขึ้นตามเป้าหมายของโรงเรียนที่ตั้งไว้

**ตารางที่ 1.2 ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนรามวิทยา  
รัชมังคลากษณ์**

ระดับ	ปีการศึกษา 2551			ปีการศึกษา 2552			ปีการศึกษา 2553		
	Mean	SD	%	Mean	SD	%	Mean	SD	%
โรงเรียน	7.33	3.64	26.19	10.11	3.45	33.70	3.70	2.27	20.56
สพท. สุรินทร์ เขต 1	7.57	4.32	27.04	10.70	4.02	35.67	4.67	2.77	25.94
จังหวัดสุรินทร์	8.01	3.93	28.61	10.39	3.70	34.63	4.10	2.45	22.78
ประเทศไทย	8.60	4.35	30.71	10.99	4.10	36.63	4.69	2.78	26.06

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมี โดยเปรียบเทียบระหว่าง การเรียนแบบบรรยายจากทุณภูมิกับกิจกรรมการทดลอง พนว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้น และสนใจในกิจกรรมการทดลองมากกว่า เพราะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สังเกตได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดฟองแก๊ส และตะกอน ซึ่งนักเรียนมักจะถามว่า เกิดขึ้นได้อย่างไร มาจากไหน ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สามารถ ตอบคำถามและสามารถพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของผู้เรียนในขั้นที่สูงขึ้นได้ และเหมาะสมกับการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถ สังเกตจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทำให้นักเรียนเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยความรู้ที่ได้จากการ เรียนรู้ที่ได้ นอกเหนือนี้ยังสามารถพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูง ซึ่งจะส่งผลให้สามารถพัฒนาผลลัพธ์ ทางการเรียนของนักเรียนจากการทดสอบในโรงเรียนและการทดสอบระดับชาติได้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มทักษะการคิด ทักษะความรู้ในขั้น ต่างๆ ได้ ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มผลลัพธ์ทางการเรียนของวิชานี้ๆ ได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการ POE ที่เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและ อภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนาย ว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์

ดังกล่าว งานนี้ก็ให้นักเรียนออกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต (White and Gunstone, 1992) เพื่อให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น การใช้กิจกรรม POE ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการทำนาย (Predict) ขั้นตอนการสังเกต (Observe) และขั้นตอนการอธิบาย (Explain) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย แล้วเกิดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ และกระตุ้นให้นำไปสู่กระบวนการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ เพราะสามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหาและหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นการทำนาย และการให้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองที่ได้มีความขัดแย้งกับการทำนาย (ณราภรณ์ บุญกิจ, 2553) ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขไปปรับปรุงความคิดของตนเอง หรือหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือได้เย็บด้วยกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เกิดการเรียนรู้มากขึ้น มีบทบาทในการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติจริง และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ถ้าจัดกิจกรรมที่มีสาระและกระบวนการเหมาหมาย เน้นการจัดทำกิจกรรมร่วมกันในลักษณะกลุ่ม ทุกคนในกลุ่มนี้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการแสดงออก จะสามารถพัฒนาความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น (ปรีyanุช สถาวรรณณี, 2548) มีขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนใช้กรอบความรู้เดิมในการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ ทำให้โอกาสที่จะเกิดกรอบความรู้ใหม่ถูกต้องมากขึ้น ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาด้านต่างๆ และยังเน้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนต้องแสดงให้ความรู้และลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดแรงเสริมให้นักเรียนอย่างรู้อย่างเห็นมากขึ้น ได้นำความรู้ไปใช้สร้างความรู้ใหม่โดยพยาบาล ค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนก่อนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ (รุ่งระวี ศิริบุญนา�, 2551) นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เพราะการสอนแบบสืบเสาะทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ร่วมกันคิดร่วมกันทำงาน เรียนรู้จากกันและกัน กล้าแสดงออก สามารถเชื่อมโยงความรู้ จากผลการทดลอง นำไปสู่การอภิปราย และข้อสรุปที่เป็นไปได้ นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติจริง และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนและแต่ละกลุ่ม ได้อีกด้วย (กนกวรรณ พลายา, 2549)

จากประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรม POE และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นบูรณาการของนักเรียนได้ และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ได้ร่วมมือกันในการทำงาน กิจกรรมการเรียนรู้สามารถสร้างประสบการณ์ใหม่ต่างจากประสบการณ์เดิม ส่งเสริมความเชื่อมโยงในองค์ความรู้ ประสบการณ์ข้อมูล และความคิดเห็นของนักเรียน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจ ตรวจสอบ ทดลอง และรวมรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่างๆ ซึ่งเมื่อนักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะทำให้นักเรียนเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ที่ได้ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความก้าวหน้าในด้านทักษะการเรียนเพิ่มขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกกิจกรรม POE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นบูรณาการของผู้เรียนได้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นได้

## 1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

### 1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1.1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.2.1.2 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### 1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2.2 นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2.3 นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนความก้าวหน้าของ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

1.2.2.4 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ในภาพรวมเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี สูงกว่าร้อยละ 70

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.3.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 29 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 34 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 26 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 29 คน รวมทั้งหมดจำนวน 118 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนรามวิทยา รัชมังคลากิเมก

#### 1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 29 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 34 คน รวมทั้งหมดจำนวน 63 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากร

#### 1.3.3 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 24 สิงหาคม 2554 ถึง 30 กันยายน 2554 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง

#### 1.3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เค้ม เล่ม 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

#### 1.3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1.3.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง ดังนี้

- 1) ความหมายของปฏิกิริยาและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 1 ชั่วโมง
- 2) การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 2 ชั่วโมง
- 3) พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน

เวลา 1 ชั่วโมง

#### 4) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วย

- ธรรมชาติของสารตั้งต้น	เวลา 2 ชั่วโมง
- พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น	เวลา 1 ชั่วโมง
- ความเข้มข้นของสารตั้งต้น	เวลา 2 ชั่วโมง
- ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา	เวลา 1 ชั่วโมง
- อุณหภูมิ	เวลา 2 ชั่วโมง

##### 1.3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายรายข้อระหว่าง 0.25 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.25 – 0.88 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.80

2) แบบรายงานกิจกรรมการทดลอง และแบบประเมินการให้คะแนน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการศึกษาหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการทดสอบ O-NET ให้เพิ่มสูงขึ้น

1.4.2 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดในระดับขั้นต่ำไปถึงระดับขั้นสูง ภูมิใจในผลงานของตนเอง เกิดแรงจูงใจที่อยากรู้เรียนรู้ต่อไป

1.4.3 นำผลที่ได้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานอื่น หรือครุในของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์(science inquiry activity) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้น (National Research Council, 2000) ได้แก่

1.5.1.1 ผู้เรียนเกิดแรงงูใจและสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์ (learner engages in scientifically oriented questions)

1.5.1.2 ผู้เรียนเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือคำนึงความสำคัญของหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม (learner gives priority to evidence in responding to question)

1.5.1.3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (learner formulates explanations from evidence)

1.5.1.4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ (learner connects explanations to scientific knowledge)

1.5.1.5 ผู้เรียนสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามตามที่เกี่ยวข้อง (Learner communicates and justifies explanations)

1.5.2 ทักษะความรู้ขั้นสูง (higher-order cognitive skills) หมายถึง ทักษะความรู้ในระดับการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อนุโลมให้แบบทดสอบวัดทักษะความรู้ขั้นสูงเป็นแบบทดสอบที่วัดตั้งแต่ระดับความเข้าใจขึ้นไป แต่ต้องมีร้อยละของข้อสอบในระดับการวิเคราะห์ขึ้นไปไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของข้อสอบทั้งหมด

1.5.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูง (learning achievement score of higher-order cognitive skills) หมายถึง คะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบวัดทักษะความรู้ขั้นสูง (higher-order cognitive skills) ตาม Bloom's Taxonomy โดยประกอบด้วยข้อสอบในระดับความเข้าใจ (Understanding) ร้อยละ 30 การประยุกต์ใช้ (Applying) ร้อยละ 20 และการวิเคราะห์ (Analyzing) ร้อยละ 50

1.5.4 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated science process skills score) หมายถึง คะแนนจากการวัดโดยแบบประเมินการให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้าง และพัฒนาขึ้น เพื่อวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยการ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในการวิจัยนี้ ได้กำหนดเป็น 4 ด้าน ที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียน คือ

1.5.4.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 15

1.5.4.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 15

1.5.4.3 ทักษะการทดลอง มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 40 ประกอบด้วย ทักษะการออกแบบและการวางแผนการทดลอง ทักษะปฏิบัติการทดลอง และทักษะการออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง ซึ่งมีน้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 15, 15 และ 10 ตามลำดับ

1.5.4.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 30 ประกอบด้วย ทักษะการตีความหมายข้อมูล (วิเคราะห์และประมวลผล) และทักษะการลงข้อสรุป (สรุปความสัมพันธ์) โดยมีน้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 15 และ 15 ตามลำดับ

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้วิเคราะห์และวัดทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ ทั้งนี้ เพราะกิจกรรมครั้งนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะนี้น้อยกว่าที่ควรนั่นมาก

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- (1) กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- (2) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- (3) ทักษะความรู้ขั้นสูง
- (4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

##### 2.1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบหนึ่ง ที่เหมาะสมในวิชาวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

National Science Foundation (NSF, 2002; อ้างอิงจาก ระเบียบ อนันตพงศ์, 2550) กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีกระบวนการค้นหา ธรรมชาติและก่อให้เกิดคำถาม ค้นหาและทดสอบเพื่อความเข้าใจ นอกจากนี้นักเรียนยังมีส่วนร่วม เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ พัฒนาความเข้าใจความคิดทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Michalsky & Mevarech (2005; อ้างอิงจาก อรัญญา สดิตไพบูลย์, 2553) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้ และผู้ที่ให้คำจำกัดความ โดยศูนย์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีต้นกำเนิดจาก นักวิทยาศาสตร์ ครูและ นักเรียน เริ่มจากการถามคำถามคำถามที่สงสัยและเป็นปัญหา ที่สามารถสืบค้นหา คำตอบและได้สื่อสารคำตอบออกมายได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มี踱คติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คุ้นเคยกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่ประเดิมทางสังคมและประเด็นเกี่ยวกับบุคคลได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยา (2550) การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้มีมีสถานการณ์ใดๆ มาเพชญหน้า

National Science Education Standard (NSE) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 1996; ถังถึงใน จันทร์จิรา ภารศิลปธรรม, 2551) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกิจกรรมที่หลากหลาย รวมถึงการสังเกต การตั้งคำถาม การรวบรวมหลักฐานข้อมูลต่าง ๆ วางแผน ตรวจสอบ ทบทวนสิ่งที่ค้นพบ เพื่อหาหลักฐานการทดลอง ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และตีความข้อมูล เสนอคำตอบ อธิบายและทำนายคำตอบ ซึ่งต้องมีการสรุปความ ใช้ความคิดวิจารณญาณและมีเหตุผล รวมถึงการอธิบายที่หลากหลาย แล้วสื่อสารผลที่ได้รับ โดยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

จากการให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา คังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ เป็นกระบวนการที่เหมาะสมในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีระบบเพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่างๆ เริ่มจากการถามคำถามที่สงสัย และเป็นปัญหาที่สามารถสืบค้นหาคำตอบໄได้ จากนั้นก็เสาหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จากข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ ด้วยกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้สอนชี้แนะ ให้ดำเนินไปอย่างถูกต้อง จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน

ดังนั้นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการสอนที่เน้นให้นักเรียนใช้การค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองอย่างมีระบบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอน

กระตุ้นนักเรียนให้เกิดคำถามและเกิดความคิด ลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักการใช้เหตุผล และหลักฐานมาสนับสนุนข้อมูล เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่นักเรียน จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

### **2.1.2 องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้**

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับของการสืบเสาะหาความรู้มีหลายระดับขึ้นอยู่กับบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรม มีนักศึกษาได้ให้องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

National Research Council (2000) ได้ให้ลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) ว่าสามารถพัฒนาทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนที่มีมาก่อน ตลอดจนพัฒนาให้มีทักษะความรู้ในขั้นที่สูงขึ้น (Bloom's Taxonomy) ที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญ 5 ประการ ซึ่งในแต่ละประการนั้นสามารถพัฒนาทักษะความรู้ในขั้นต่างๆ ของผู้เรียน ได้ ในแต่ละประการนั้นครูและนักเรียนมีบทบาทมากน้อยที่แตกต่างกัน ดังนี้

(1) ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์ (learner engages in scientifically oriented questions) คำถามทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน และนำไปสู่กระบวนการหารือตอบได้ โดยครูมีบทบาทในการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย แล้วก็เป็นปัญหา

(2) ผู้เรียนเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐาน ที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม (learner gives priority to evidence in responding to question) ผู้เรียนจะต้องสามารถวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล และจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้

(3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (learner formulates explanations from evidence) ผู้เรียนจะต้องสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้

(4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมเปรียบเทียบกับ คำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ (learner connects explanations to scientific knowledge) ผู้เรียน

จะต้องสามารถเชื่อมโยงคำอธิบายของตนเองกับ กฏ ทฤษฎีหรืองานวิจัยซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วได้ ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ที่ผู้เรียนได้อ่านไว้

(5) ผู้เรียนสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามที่เกี่ยวข้อง (Learner communicates and justifies explanations) ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ คือ สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายและตอบคำถาม ที่เกี่ยวข้องบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) กล่าวถึงแนวทางปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้วดังนี้

(1) ผู้สอนมีกระบวนการสอน/กิจกรรมการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด วิเคราะห์ในเรื่องที่จะเรียน จนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้

(2) ผู้สอนมีเอกสาร วัสดุ หรือสื่อที่ผู้เรียนสามารถใช้ประกอบการคิด วิเคราะห์ หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่เรียน

(3) ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้/คำตอบโดยใช้กระบวนการหาความรู้ ที่เหมาะสม

(4) ผู้สอนมีการช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในการศึกษาวิเคราะห์ และสรุปข้อมูล หรือสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียน เช่น ทักษะการวิเคราะห์สิ่งที่อ่าน การนำเสนอข้อมูลการอภิปรายและโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกลุ่ม

National Science Education Standard (NSES) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 1996; อ้างอิงจาก จันทร์จิรา ภนรศิลป์ธรรม, 2551) กำหนดการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน ที่ต้องเรียนประกอบด้วย 5 องค์ประกอบที่สำคัญและแสดงระดับของการสืบเสาะหาความรู้ คือ

(1) นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์  
 (2) นักเรียนค้นหาหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบ คำถาม

(3) นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานต่างๆ  
 (4) นักเรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สามารถอธิบายความเข้าใจ ทางวิทยาศาสตร์

(5) นักเรียนสื่อสารคำอธิบายของตนและโต้แย้งด้วยเหตุผล  
 จากองค์ประกอบและลักษณะที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังที่นักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้ เริ่มจากทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจ ในคำถาม เมื่อผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนจะนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบได้ โดยครู

มีบทบาทในการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้สอดคล้องกับกระบวนการที่จะหาคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมหลักฐาน ข้อมูล เพื่อมาอธิบายในการตอบตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้ แล้วสื่อสาร และแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามตามที่เกี่ยวข้อง โดยอธิบายองค์ที่ได้จากการกระบวนการ บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### 2.1.3 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ กระบวนการ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความสนใจหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจจากมาจากการสอนที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมา ก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำหนดให้เป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษามีเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแยกแยะรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นอย่างหลากหลาย

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบด้วยสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเท็จหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

(3) ข้ออธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเท็จ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปปัจจุบัน สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้殃กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำ ความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็ช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

(5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จะแบ่งเป็นขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ คือ การตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่ผลสรุป การสำรวจ การทดลอง และการอภิปรายและสรุปผล

National Research Council (2000) ได้ให้ขั้นตอนและบทบาทของครู-นักเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) ดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะสำคัญและบทบาทของครู-นักเรียนในการเรียนแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) (National Research Council, 2000))

คุณลักษณะสำคัญ	บทบาทของนักเรียน				
	มาก	น้อย	มาก	น้อย	
	นักเรียนตั้ง คำถามเอง	นักเรียนเลือก คำถามจากคำถาม ที่มีอยู่แล้ว และ ตั้งเป็นคำถามใหม่	นักเรียนปรับแก้ คำถามจาก คำถามที่มีอยู่ แล้ว	นักเรียนสนใจ ในคำถาม ที่มีอยู่แล้ว	
1. ผู้เรียนเกิด แรงจูงใจและสนใจ ในคำถามทาง วิทยาศาสตร์					
2. ผู้เรียนเก็บ รวบรวมหลักฐาน และ/หรือคำอธิบาย ความสำคัญของ หลักฐานที่สามารถ ใช้สร้างคำอธิบาย เพื่อตอบคำถาม	นักเรียน วิเคราะห์ว่า หลักฐานต้อง ประกอบด้วย อะไรบ้างและ เก็บรวบรวม หลักฐาน	นักเรียนเก็บ ข้อมูลตามคำ ชี้แจง	นักเรียนได้รับ ข้อมูลและ วิเคราะห์ข้อมูล ตามคำชี้แจง	นักเรียนได้รับ ข้อมูลและ วิเคราะห์ข้อมูล ตามคำชี้แจง	



ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะสำคัญและบทบาทของครู-นักเรียนในการเรียนแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) (National Research Council, 2000)) (ต่อ)

คุณลักษณะสำคัญ	บทบาทของนักเรียน				
	มาก ←		น้อย →	มาก ←	น้อย →
3. ผู้เรียนสร้าง คำอธิบายจาก หลักฐานเพื่อตอบ คำถามทาง วิทยาศาสตร์	นักเรียนสรุป หลักฐานและ สร้างคำอธิบาย	นักเรียนสร้าง คำอธิบายจาก หลักฐานตาม คำชี้แจง	นักเรียนได้ รับคำชี้แจงว่า จะใช้หลักฐาน เพื่อสร้าง คำอธิบายได้ อย่างไรบ้าง	นักเรียน	ได้รับหลักฐาน
4. ผู้เรียนเชื่อมโยง คำอธิบายเข้ากับ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์พร้อม เบริญเทียบกับ คำอธิบายอื่น ๆ ที่อาจเป็นไปได้	นักเรียนหา แหล่งความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยง กับคำอธิบาย ด้วยตัวเอง	นักเรียนได้รับการ ชี้แจงแหล่ง ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เพื่อ เชื่อมโยงกับ คำอธิบาย	นักเรียนถูกบอก ว่าคำอธิบายนี้ อาจจะเชื่อมโยง กับความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้ ได้บ้าง แล้วให้ นักเรียนเลือก	นักเรียนถูกบอก ว่าคำอธิบายนี้ เชื่อมโยงกับ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ อะไรบ้าง	
5. ผู้เรียนสามารถ สื่อสารและแสดง เหตุผลเพื่อตอบ คำถามตามที่ เกี่ยวข้อง	นักเรียนให้ เหตุผลประกอบ คำอธิบายและ ตอบคำถาม ที่เกี่ยวข้อง	นักเรียนได้รับการ ฝึกเพื่อพัฒนาการ สื่อสาร	นักเรียนได้รับ การชี้แจง แนวทางกว้างๆ เพื่อนำไป ประยุกต์ใช้ ในการสื่อสาร	นักเรียนถูกบอก ขั้นตอนและวิธี ในการนำ สื่อสาร	

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้จัดฯ ได้ใช้ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) โดยกำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย เกิดคำถามทางวิทยาศาสตร์แล้วเกิดเป็นปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนนำไปสู่กระบวนการหารือตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(2) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้

(3) ขั้นสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

(4) ขั้นเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฏ ทฤษฎี หรืองานวิจัยซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ได้อย่างไร

(5) ขั้นสื่อสารวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผล เพื่อตอบคำถามที่เกี่ยวข้องที่สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

#### 2.1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

##### 2.1.4.1 ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะเกิด การค้นพบ และความเข้าใจในหลักการของวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าและจะจำได้นานกว่า

วิทวัฒน์ จัตติยะนาน และอมรวรรณ วีระธรรมโน (2549) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

(1) นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาทั้งคัวคิวและคุณเอง มีความอิยากรู้อยากเห็นตลอดเวลา

(2) นักเรียนมีโอกาสฝึกความคิด และฝึกการปฏิบัติ ได้รู้จักวิธีจัดระบบความคิด และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

(3) นักเรียนสามารถเรียนรู้ในมิติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็ว

(4) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

(5) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

(6) ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจะจำได้นานสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

(7) เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ มีความอิสรภาพ มีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้

พินพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้เขียนถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

- (1) เป็นการพัฒนาศักยภาพทางด้านสติปัญญาคือให้คลาชขึ้นเป็นนักคิด ริเริ่มสร้างสรรค์เป็นนักจัดการแบบท่องจำ
- (2) การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในการเรียนแบบท่องจำ
- (3) ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
- (4) ช่วยให้จดจำความรู้ได้ดี และสามารถถ่ายโอนความรู้ได้
- (5) นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้เกิดการเรียนที่มีความหมาย และเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา
- (6) ช่วยพัฒนามโนทัศน์แก่ผู้เรียน
- (7) พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
- (8) ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่า จะทำการสิ่งใดๆ จะสำเร็จด้วยตนเองสามารถคิดและหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
- (9) นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
- (10) สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### 2.1.4.2 ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

- วิทวัฒน์ ขัดดิษามาน แคลอมลัวร์รัม วีระธรรมโน (2549) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้วังนี้
- (1) ใช้เวลาในการสอนแต่ละครั้ง
- (2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้สงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของการสอนวิธีนี้ มุ่งความคุณพุทธิกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
- (3) นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง
- (4) นักเรียนบางคนที่บังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอดีกับความต้องการได้แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร พินพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้สรุปข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้วังนี้

(1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้

(2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ช่วนสงสัย ไม่ช่วนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

(3) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

(4) เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการสอน

(5) ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

(6) ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยายการในห้องเรียน

(7) ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้

จากลักษณะดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือ ช่วยเพิ่มศักยภาพทางสติปัญญา นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองได้ดีขึ้น ได้ศึกษาทำความรู้และคิดแก้ปัญหาเกิดการค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ส่วนข้อจำกัดคือใช้เวลา多く ครูต้องเข้าใจบทบาทของตนเอง ต้องใช้เวลาในการวางแผน และถ้านักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำจะไม่ประสบผลสำเร็จ

### 2.1.5 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการทดลองในการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

2.1.5.1 มีการเตรียมล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความนั่นใจในเนื้อหาของบทเรียนดังนี้ ดังนี้

- 1) ทำการทดลองก่อนเข้าสอน เพื่อศึกษาผลการทดลอง หรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง
- 2) ตรวจสอบและปริมาณอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง
- 3) จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะใช้ทดลอง
- 4) วางแผนการใช้คำอุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนไปสู่

ข้อสรุป

2.1.5.2 ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยปฏิบัติตามนี้

- 1) เปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา และตอบคำถามต่างๆ ด้วยตนเอง
- 2) กระตุ้นให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง
- 3) กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย

2.1.5.3 ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอดีเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

2.1.5.4 เมื่อนักเรียนมีคำถาม ครูอย่ารีบบอกคำตอบทันที ควรแนะนำให้นักเรียนมีส่วนช่วยในการหาคำตอบบ้าง

2.1.5.5 ครูควรให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รู้ปัญหาทุกอย่าง เพื่อให้นักเรียนและครูได้มีโอกาสในการหาคำตอบร่วมกัน

2.1.5.6 ครูควรให้นักเรียนสรุปความคิดเห็นหรือสรุปผลการทดลองอย่างมีเหตุผลได้ด้วยตนเอง

2.1.5.7 ครูควรแนะนำให้นักเรียนทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มั่นใจขึ้น จึงจะสรุปผลการทดลอง

2.1.5.8 ครูควรใช้วิธีสอนแบบอื่นๆ ช่วยในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในโอกาสที่เหมาะสม

## 2.2 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

### 2.2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

สิรพงษ์ สุวรรณเริญ (2552) ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ (small idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่ออธิบายโดยภาพรวม (big idea) ของปรากฏการณ์ใดๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังต้องทดสอบแนวคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกรอบทำและ

สื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป อย่างคดล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

ศูรีย์ สุชาลโนบล (2549) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงหลักและกฎ ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่นฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หากความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

วรรณพิพา รอดแรงค์ (2546; ถางอิงจาก สิวพร สุวรรณเจริญ, 2552) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ และการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งเป็นทักษะทางสติปัญญา ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างคดล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

### 2.2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะการศึกษาวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาค้นคว้า ทดลองเพื่อหาข้อมูลความจริงเพื่อแก้ปัญหา และพิสูจน์กฏเกณฑ์บางอย่าง และใช้เกณฑ์ของสมาคมเคมีกรีกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science, 1989) แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นพื้นฐานหรือขั้นบูรณาการ (integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้

#### 2.2.2.1 ทักษะขั้นพื้นฐานหรือเบื้องต้น ประกอบด้วย 8 ทักษะ

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการวัด
- 3) ทักษะการคำนวณ
- 4) ทักษะการจำแนกประเภท

- 5) ทักษะการหาความความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา
- 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 8) ทักษะพยากรณ์

#### 2.2.2.2 ทักษะขั้นพสมหรือขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ

- 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 4) ทักษะการทดลอง

#### 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้คำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติการ และการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ จนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยทักษะต่างๆ 4 ทักษะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

##### (1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาไว้ล่วงหน้านี้ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมา ก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความ ที่บอกรความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานตั้งไว้อย่างถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังจากการทดลอง เพื่อหาคำตอบสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

การตั้งสมมติฐานมักนิยมเขียนในรูป ถ้า ... ดังนั้น ...

ตัวอย่างเช่น ถ้าความร้อนมีผลต่อการสุกของผลไม้ ดังนั้น ผลไม้ที่ได้รับความร้อนจากการวางไว้กลางแดดจะสุกเร็วกว่าผลไม้ที่ไม่ได้วางไว้กลางแดด

##### (2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying operationally) หมายถึง ความสามารถในการชี้เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

(2.1) ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้นๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการคุ้วงก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

(2.2) ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลมาจากการตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไปตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

(2.3) ตัวแปรควบคุม หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่นๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตามซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน

### (3) ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการนวัตกรรมในการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง การทดลอง ประกอบด้วย กิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

(3.1) การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลองก่อนการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ขั้นตอน หรือวัสดุที่ใช้

(3.2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

(3.3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

### (4) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปลความหมายข้อมูล หรือบรรยายลักษณะหรือสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ บางครั้งต้องอาศัยทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น แล้วลงข้อสรุป ความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ทักษะกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปได้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของ ปรีชา วงศ์ชุติริ และคณะ (ม.ป.ป.; อ้างอิงจาก สมจิตร จอมอก, 2552) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถที่แสดงถึงการเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ และตัวบ่งชี้การเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (competency indicator) ขึ้นบูรณาการที่ใช้ในงานวิจัย**

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะ
1. การตั้งสมมติฐาน	<p>การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคิดหา คำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์ เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็น สิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมา ก่อน</p> <p>สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ส่วนใหญ่เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม</p> <p>สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิด ซึ่งจะ ทราบได้ภายหลังการทดลองหากต้องเพื่อ สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้</p>	หากำตอบล่วงหน้าก่อนการ ทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม
2. การกำหนดตัวแปร กำหนด และควบคุม ตัวแปร	<p>การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัว แปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรเกิน (extraneous variable) ที่ต้องควบคุมใน สมมติฐานหนึ่งๆ</p> <p>ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่ เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เรา ต้องการทดลองคุณว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผล เช่นน้ำใจริงหรือไม่</p> <p>ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากการ ตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไปตัว แปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามด้วย</p> <p>ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่ส่งผลกระทบต่อ</p>	บังคับและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้อง ควบคุม (control variable) ได้

**ตารางที่ 2.2 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ และตัวบ่งชี้การเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)**

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะ
	การทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน จึงจะทำให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้	
3. การทดลอง	<p>การทดลอง หมายถึง การทำปฏิบัติการด้วยวิธีใดๆ เพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทักษะนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการ ทดลอง ซึ่งต้องมีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และเลือกใช้อุปกรณ์ หรือสารเคมีต่างๆ ที่จะใช้ในการทดลอง ได้อย่างเหมาะสม</li> <li>(2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือทำปฏิบัติการทดลองจริง</li> <li>(3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต สำรวจ วัด</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้</li> <li>2. วางแผนการทดลอง โดยระบุขั้นตอน อุปกรณ์เครื่องมือ และสารเคมีที่ต้องใช้ได้</li> <li>3. ปฏิบัติการตามแผนที่วางแผนไว้ได้จนสำเร็จ</li> <li>4. บันทึกผลการทดลองที่ได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรง</li> </ol>
4. การตีความหมาย ข้อมูลและ การลง ข้อสรุป	<p>การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น</p> <p>การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง และเปรียบเทียบกับข้อมูลของผู้อื่นได้</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้</li> <li>2. สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง และเปรียบเทียบกับข้อมูลของผู้อื่นได้</li> </ol>

### 2.2.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวถึง การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ต้องศึกษาวัดดูประสิทธิภาพของแต่ละทักษะ เพื่อใช้เป็นแนวทางการประเมินผลคุณภาพเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ หรือไม่ หากน้อยเพียงใด แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

(1) กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องแจ้งให้ชัดเจน โดยครุต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วน้ำใจแจ้งให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

(2) การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียไม่ได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดค่าว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็จะประจําในข้อสอบ

(3) การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายอยู่ที่จะกำหนดค่าว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละเอียด จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกแบบข้อสอบยังจะต้องทราบต่อไปอีกว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

(4) การเลือกแนวทางการออกแบบข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะวัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประยุกต์เวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

Roth and Roychoudhury (2002; ข้างต้น ระเบียบ อนันตพงศ์, 2550) และเสนอหลักณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของการสร้างคำาน ดังนี้

(1) การสร้างคำาน คำานที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมา มีลักษณะดังนี้  
 (1.1) ถ้าในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกเรื่องที่เป็นความรู้ ความจำ

(1.2) ไม่ถูกถึงปัญหา หรือสมบุติ ฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะถูกเป็นความจำทั้งๆ ที่คุณสามารถเหมือนกับจะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(1.3) ใช้คำานรักกุน บ่งชัดว่าจะให้ตอบเรื่องใด เมื่อว่างคำานจะให้แสดงความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ โดยเฉพาะ

(2.4) ข้อความ ที่จะให้ตอบแต่ละคำาน ควรเป็นตอนละเรื่อง และกำหนดระดับคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

(2) การตรวจสอบให้ครบถ้วนๆ

ถ้าเป็นข้อทดสอบให้ครอบคลุมทั้งๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้สอนคิดว่าจำเพาะเฉพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูที่เหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกก็ต้องยอมรับ

ในการวัดผลประเมินผลพฤติกรรมที่แสดงว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้ง 5 ทักษะ ซึ่งเป็นทักษะในการวิจัยนี้ ด้านต่างๆ มีดังนี้

(1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน ได้แก่

(1.1) การหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดินได้

(1.2) สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

(1.3) แยกแยกการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกัน

(2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการคือ

(2.1) กำหนดความหมาย ขอบเขตของคำและตัวแปรต่างๆ ในการสังเกตและวัดได้

(2.2) สามารถแยกคำนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยาม เชิงปฏิบัติการ

(2.3) สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

(3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร ได้แก่

(3.1) ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้

(3.2) แยกได้ว่าสถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรนี้ค่าคงที่และสถานการณ์ไหนที่ไม่ทำให้ตัวแปรนี้ค่าคงที่

(3.3) สร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระนี้หรือหลายๆ ตัวแปร

(4) ทักษะการทดลอง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการทดลอง กือ

(4.1) ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม และมีการระบุอุปกรณ์ในการที่ใช้ในการทดลองได้

- (4.2) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม
- (4.3) บันทึกผลการทดลองได้คัดลอกแคล้วและถูกต้อง
- (5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ได้แก่
  - (5.1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้
  - (5.2) อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ ได้
  - (5.3) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

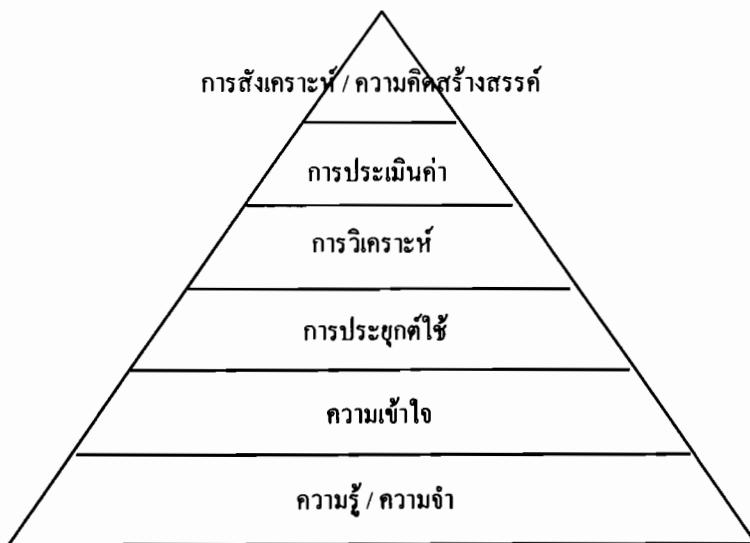
จากการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกตทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะพยากรณ์ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์และจะเป็นพื้นฐานในการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพัฒนาต่อไป

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าถึงการรู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) โดยวิธีการสืบเสาะเพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) และใช้เกณฑ์ประเมินทักษะ (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นในการให้คะแนน พฤติกรรมในการปฏิบัติที่แสดงถึงการมีทักษะทั้ง 4 ทักษะ ซึ่งปรากฏในภาคผนวก ค.2

### 2.3 ทักษะความรู้ขั้นสูง

บลูม (Bloom. 1976; อ้างอิงจาก ปริยาพร วงศ์อนุตร โกรน์, 2546) เป็นนักการศึกษาชาวอเมริกัน เชื่อว่า การเรียนการสอนที่จะประสบ ความสำเร็จและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอน เพื่อให้ผู้สอนกำหนดและจัดกิจกรรมการเรียนรวมทั้งวัดประเมินผลได้ถูกต้อง และบลูมได้แบ่งประเภทของพฤติกรรมโดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาพื้นฐานว่า มนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ใน 3 ด้านคือ ด้านสติปัญญา ด้านร่างกาย และด้านจิตใจ และนำหลักการนี้จำแนกเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เรียกว่า Taxonomy of Educational objectives ที่ต่อมา ได้เป็นที่รู้จักกันดีทั่วไป คือ Bloom's Taxonomy ซึ่งแยกระดับทักษะของกระบวนการคิดของคนไว้ 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการ

ประเมินค่า ต่อมาก่อนเครื่องสัม และแครทโวห์ล (Anderson and Krathwohl, 2001) ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เคยทำวิจัยร่วมกับบันลุณ ได้ปรับปรุง Bloom's Taxonomy โดยใช้คำกริยาแทนคำนามและมีการสลับให้การสร้างสรรค์ขึ้นมาอยู่ในระดับสูงสุดแทนการประเมินค่า มีการแสดงโดยแบบจำลองที่มีลักษณะรูปพีระมิดดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองระดับทักษะของกระบวนการคิดของคน (Anderson and Krathwohl, 2001)

(1) ความรู้ความจำ (Knowledge) จากรูปภาพที่ 1 ระดับความรู้ ความจำ เป็นทักษะกระบวนการคิดในระดับล่างสุด ซึ่งถือเป็นทักษะการคิดที่ดีที่สุด หมายถึง มีเพียงแต่ความรู้ซึ่งสามารถถือได้จากหนังสือ ตำรา เอกสาร หรือแหล่งความรู้ทางอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่อย่างมหาศาล สมองที่เก็บสะสมเรื่องราวต่าง ๆ หรือประสบการณ์ทั้งปวง ที่คนได้รับรู้มา จดจำและนำมาใช้ได้ชัดเจนแต่ไม่สามารถนำความคิดนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ เพียงแค่เกิดความรู้ และสามารถหายไปจากความทรงจำได้เมื่อระยะเวลาผ่านไป

(1.1) ความรู้ในเนื้อเรื่อง หมายถึง การถามเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเนื้อหาสาระตามท้องเรื่องนั้น

(1.2) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม หมายถึง การถามเกี่ยวกับคำศัพท์ นิยามคำแปล ความหมาย ชื่อ อักษรบอ สัญลักษณ์ เครื่องหมาย รูปภาพ

(1.3) ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง หมายถึง การถามเกี่ยวกับ กฎ สูตร ความจริงตามท้องเรื่อง ขนาด ทิศทาง ปริมาณ เวลา คุณสมบัติ ระยะทาง เปรียบเทียบ สาเหตุ

(1.4) ความรู้ในวิธีดำเนินการ หมายถึง การถ่ายเที่ยวกับขั้นตอนของกิจกรรมวิธีดำเนินเรื่องราว วิธีประพฤติปฏิบัติ

(1.5) ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน หมายถึง การถ่ายเที่ยวกับแบบฟอร์มระเบียบ แบบแผน วัฒนธรรม ประเพณี การใช้คำสุภาพ คำราชศัพท์

(1.6) ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม หมายถึง การถ่ายเที่ยวกับการณ์ที่เกิดขึ้น ก่อน - หลัง ข้อคิดเห็นแนวโน้มส่วนใหญ่ใช้คำว่า มักจะ เพราะเป็นการคาดคะเนเหตุการณ์

(1.7) ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท หมายถึง การถ่ายให้จำแนก แยกแยะ จัดประเภท หรือถ่ายในรูปปัญญา เช่น ไม่เข้าพวก ไม่เข้ากัน

(1.8) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ หมายถึง ข้อกำหนดที่ยึดเป็นหลักแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสิ่งต่าง ๆ ถ้าไม่เข้ากัน

(1.9) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ หมายถึง การถ่ายวิธีปฏิบัติ การทำกิจกรรมขั้นตอน การทำงาน เช่น ปฏิบัติอย่างไร ควรทำโดยวิธีใดจึงจะมีประสิทธิภาพ

(1.10) ความรู้รวมยอดในเนื้อเรื่อง หมายถึง ความสามารถในการค้นหาหลักการ หรือหัวใจของเรื่อง

(1.11) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง หมายถึง ถ่ายเที่ยวกับ คติ และหลักการของหลายเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน

(2) ความเข้าใจ (Comprehension) ระดับความเข้าใจ เป็นทักษะการคิดที่สูงขึ้น หมายถึง เข้าใจว่าความรู้นี้มีประโยชน์อย่างไร ลำดับขั้นตอนการทำงาน หรือสามารถอธิบายสาเหตุของสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นได้ นำความรู้ความจำไปคัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความ หรือเปรียบเทียบ ยับยั่งเรื่องราว ความคิด ข้อเท็จจริงต่าง ๆ

(2.1) การแปลความ หมายถึง ความสามารถแปลสิ่งซึ่งอยู่ในระดับหนึ่ง ไปยังอีกระดับหนึ่งได้ ถูกต้อง สำนวน โวหาร

(2.2) การศึกษา หมายถึง การจับใจความสำคัญของเรื่องหรือการเอาเรื่องราวเดินมาคิดในแนวใหม่

(2.3) การขยายความ หมายถึง การคาดคะเนหรือคาดหวังว่า จะมีสิ่งนั้นเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นในอดีต หรืออนาคต โดยอาศัยแนวโน้มที่ทราบมาเป็นหลัก

(3) การนำไปใช้ (Application) ระดับการประยุกต์ใช้ หมายถึง สามารถนำความรู้ ความเข้าใจที่รู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในเรื่องต่างๆ ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีเหตุผล จากระดับทักษะการคิดของคนใน 3 ระดับที่ผ่านมา นั้นขึ้นไม่ถือว่าทักษะการคิดขั้นสูง และเป็นที่น่าสังเกตว่าระบบการศึกษาในขณะนี้ รวมไปถึงการเรียนรู้ในการทำงานตามองค์กร โดยส่วนใหญ่จะหดหู่ในทักษะ

การคิด 3 ระดับนี้เท่านั้น คือ รู้ เข้าใจ ทำได้ และบุคคลที่ทำการทำได้คือการทำงานช้าๆ แบบเดิมๆ วัน หากมีปัญหา ก็ใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาแก้ไขปัญหา จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการไม่พัฒนาหรือการสร้างนวัตกรรมของสินค้า หรือบริการแบบใหม่

(4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นทักษะการคิดในขั้นสูง ซึ่งอยู่ใน 3 ระดับบนของยอด พิริมิค ระดับการวิเคราะห์ หมายถึง การบอกรายละเอียดและมีความสามารถในการจำแนกและบอกความแตกต่างของส่วนที่เป็นองค์ประกอบของสถานการณ์หรือข้อมูล สามารถออกสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีเหตุผล โดยใช้วิจารณญาณในการตัดสิน บอกถึงผลดี ผลเสียและผลกระทบที่เกิดขึ้นได้

(4.1) การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด ตอนใด สำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ

(4.2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะ

(4.3) การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาคุณลักษณะ ส่วน หรือส่วนใดก็ย่อย ต่างๆ ว่าทำงานหรือเกิดกันได้ หรือคงสภาพเช่นนั้นได้ เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง

(5) การประเมินค่า (Evaluation) ระดับการประเมินค่า เป็นทักษะการคิดในขั้นสูง หมายถึง ความสามารถในการตัดสินคุณค่า หรือการใช้ข้อมูลโดยการใช้เกณฑ์ที่เหมาะสม (สนับสนุนการตัดสินใจด้วยเหตุผล) สามารถบอกได้ว่าสิ่งใดดีกว่ากัน สิ่งใดแย่กว่ากัน สิ่งใดคือความต้องดู และความต้องได้โดยมีเหตุผลสนับสนุน

(5.1) การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน หมายถึง การประเมินค่าโดยใช้ข้อเท็จจริงต่างๆ ตามท้องเรื่อง หรือตามสถานการณ์นั้นๆ

(5.2) การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก หมายถึง การประเมินค่าโดยใช้เกณฑ์จากสิ่งภายนอกเรื่องราวนั้นๆ เป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน

(6) การสังเคราะห์ (Synthesis) ระดับสังเคราะห์ / ความคิดสร้างสรรค์ เป็นทักษะการคิดของคนที่สูงที่สุด หมายถึง ความสามารถในการรวมส่วนบ่อ庾เข้าด้วยกันเพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งหมด เช่น การพัฒนาสินค้าและบริการรูปแบบใหม่ การออกแบบปรับปรุงระบบงานให้สามารถทำงานได้ดีขึ้น สะดวกขึ้น ลดค่าใช้จ่าย โดยอาศัยพื้นฐานจากความรู้ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ทฤษฎี การวิเคราะห์ถึงผลประโยชน์ และข้อเสีย และการประเมินค่า จากทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะทำให้เราเข้าใจได้ว่า การที่จะสร้างสรรค์จินดานการนั้นต้องอาศัยพื้นฐานจากความรู้ ความเข้าใจ และฝึกการคิดอยู่ตลอดเวลา

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

กนกวรรณ พลอาษา (2549) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ผลิตภัณฑ์ปีโตรเคมี ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เป็นเช่นนี้ เพราะผู้วิจัยได้นำเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมาใช้ร่วมกับการสอนแบบสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ร่วมกันคิด ร่วมกันทำงาน เรียนรู้จากกันและกัน สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้จะสอดคล้องกับบริบททางสังคม ของนักเรียน เพราะที่ผ่านมาผู้วิจัยพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายบางคน ไม่ค่อยกล้าแสดงออก มีนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถตอบคำถาม และที่พบบ่อยนักเรียนที่ตอบคำถามมักเป็นคนเดียว ส่วนคนอื่นๆ ขาดโอกาสแสดงความคิด สภาพการเรียนการเรียนไม่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยได้นำเอาเทคนิค STAD TGT และ JIGSAW II มาใช้ร่วมสอนกับการสอนแบบสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละเทคนิคจะเลือกใช้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม โดยเทคนิค STAD เน้นการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม เทคนิค TGT ใช้กับเนื้อหาที่เหมาะสมกับการทำแบบแผน การแบ่งขั้นระหว่างที่นั่งทำให้นักเรียนสนุกสนานในการเรียน ส่วนเทคนิค JIGSAW II ใช้กับเนื้อหาที่เป็นอิสระต่อกันและทำความเข้าใจด้วยตนเอง ได้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ ในขั้นสร้างความสนใจ ครุต้องมีการเตรียมกิจกรรม และสื่อที่หลากหลายในการดึงดูดความสนใจเพื่อให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาได้ และในขั้นการสำรวจและค้นหา ควรเตรียมข้อมูลหรือสื่อการเรียนอย่างหลากหลายให้มากพอสำหรับการค้นข้อมูลของนักเรียน และจัดให้มีเวลาเพียงพอในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ธนาวดี ตั้งธรรมวนะวน (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมนโนมติชีววิทยา ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบของการเรียนสื่อสารแบบ สร่าวท. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนด้วยการเรียนสื่อสารแบบ สร่าวท. มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน (ยกเว้น ด้านการตีความ และด้านการประเมินข้อโต้แย้ง) สูงกว่าเกณฑ์และเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เพราะ การเรียนแบบสื่อสารเป็นการจัดการเรียนที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำกิจกรรม สามารถพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ในบ้างด้าน ได้อย่างเหมาะสม สำหรับบางด้านที่ให้ผลการวิจัยที่ไม่แตกต่างนั้น อาจเนื่องจากระยะเวลาที่ในการเรียนอยู่ในช่วงสั้นๆ จึงไม่เห็นพัฒนาการเกิดขึ้นอย่างชัดเจน

กนกอร คำมุข (2550) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญาในการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีผลต่อแนวความคิดเดือดกันในมิติชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนทั้งสองแบบทำให้นักเรียนโดยส่วนรวมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิง วิพากษ์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน สูงกว่าเกณฑ์และเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีทักษะการคิด เชิงวิพากษ์สูงตามไปด้วย ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เพราะ เมื่อจากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่แตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการตอบสนองแตกต่างกัน อาจขึ้นอยู่กับระยะเวลาและเนื้อหา ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และนักเรียนแต่ละคนจะมีความสามารถแตกต่างกันหลายประเภท เช่น การสังเกต ความสนใจ ความสนใจในการเรียน ตลอดจนความแตกต่างที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลถึงความสามารถในการควบคุมการเรียนรู้ การจดจำ และการคิด ความสามารถด้านนี้ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการคิดภายในตัวผู้เรียนด้านต่างๆ เช่น การตั้งใจเรียน การเลือกรับรู้ ซึ่งอาจมีผลทำให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ได้ดีเช่นกัน

รติพร ศรีลาดเจ้า (2552) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเขตคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านวิเคราะห์ ความสำคัญ ด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้านวิเคราะห์หลักการ และเขตคิดเชิงวิทยาศาสตร์รายด้าน ความคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นเป็นการสอนสืบเสาะเน้นพัฒนาทาง ศติปัญญาของนักเรียนตามทฤษฎีการพัฒนาการของ Piaget ในเรื่องการปรับตัวแบบปรับขยาย โครงสร้างปฏิบัติการคิด และการปรับรือโครงสร้าง ปฏิบัติการความคิดซึ่งนักเรียนได้จากขั้นสำรวจ การสร้างแนวความคิดและการนำแนวความคิดไปใช้ ในช่วงนี้นักเรียนจะมีการปรับตัวและ ปรับเปลี่ยนหรือรือโครงสร้างแนวความคิดเดิมแล้วนำเอาแนวความคิดใหม่เข้ามาแทนที่จนกระทั่ง ได้แนวความคิดที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะทางปัญญา และสามารถพัฒนาเขต คิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เป็นกิจกรรมที่เน้นพัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา หรือการแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด เพื่อแสวงหาความรู้และค้นพบคำตอบด้วยตนเอง มีผู้สอนเป็นผู้เร้า ความสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ คิดหาคำตอบ ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้ค้นพบ คำตอบด้วยตนเอง

ศรีบุญตาม โภมศรี (2553) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังโน้มติ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 27.07 คะแนน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 34 คนคิดเป็นร้อยละ 80.95 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.04 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะผู้จัดได้ใช้แผนผังโน้มติ ในขั้นประเมิน (Evaluation) เนื่องจาก มโนมติคือความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอน ความเข้าใจ ของตนเอง การรู้จักนำเอาข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน ดังนั้นเพื่อเป็นการ ตรวจสอบโน้มติที่เกิดขึ้นของนักเรียนว่าครอบคลุมเนื้อหาหรือมีความสอดคล้องกับมโนมติ วิทยาศาสตร์หรือไม่เพียงใดและเพื่อจะทำให้นักเรียนจะสามารถทำได้ง่าย มีความคงทนในการจำ โน้มติในรูป แผนผังโน้มติที่นักเรียนได้สร้างขึ้นนั้น สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างเหมาะสม ต่อไป แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิถีกรรมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์(5E) ร่วมกับ แผนผังโน้มติทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ และ แผนผังโน้มติยังช่วยสรุปเนื้อหา ประยุกต์เวลาในการอ่านบททวนเนื้อหาสามารถจำแนกเนื้อหาเกิด ความเข้าใจในความสัมพันธ์ ของเนื้อหาและเชื่อมโยงเนื้อหาได้เป็นลำดับขั้น ได้มีส่วนร่วมใน กิจกรรมอย่างทั่วถึง ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้ กระบวนการทำงานกลุ่ม รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู มีความ กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม กล้าแสดงออก มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงาน ตลอดจน สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ได้พัฒนากระบวนการคิดโดยการสรุปและสามารถจัดลำดับความสำคัญ ของเรื่องที่เรียนได้ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ และเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้

ธัญญารัตน์ ธนูรัตน์ (2553) ได้การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบวิถีกรรมการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 93.75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้เนื่องจาก นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิถีกรรมการสืบเสาะหาความรู้ ทั้ง 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละ ขั้นตอนนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง ได้รู้จักกำหนดปัญหาเอง ได้วางแผนการทดลอง รู้จัก ตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลด้วยตนเองรวมถึง การร่วมกิจกรรมกลุ่มเพื่อสำรวจค้นหา ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ เก็บข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ฝึกการ

อภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลอง และร่วมกันสร้างข้อสรุป แสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ ประกอบกับครูได้มีการประเมินผลซึ่งเป็นการตรวจสอบความรู้ว่านักเรียนเข้าใจจริงๆหรือไม่ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง พนักงานด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนด

Cardak, Dikmenli and Saritas (2007) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัดภัยจัดการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (SE) ที่มีต่อความสำเร็จของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ระบบไฮโลเวียนเลือด จุดมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้คือ ศึกษาผลกระทบของรูปแบบการสอน SE เกี่ยวกับความสำเร็จของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศไทย ของหน่วยระบบไฮโลเวียนเลือด โดยได้ศึกษากับนักเรียนทั้งหมด 38 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอย่างละเท่า ๆ กัน ซึ่งใช้รูปแบบกิจกรรมการสอน SE กับกลุ่มทดลอง และการสอนแบบดั้งเดิม คือ ใช้คำอ่านและวิธีการคำตอบ กับกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่า การทดสอบค่า t ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หลังจากการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อจากการจัดกิจกรรมแบบ SE นักเรียนได้เกิดทักษะการสังเกต การทำกิจกรรมนำไปสู่การสร้างแนวคิดการเรียนรู้ใหม่ขึ้นในใจอย่างถูกต้อง โดยลดแนวคิดที่ผิดพลาดที่มีอยู่ก่อน ขึ้นอยู่กับหลักฐานที่ได้ผ่านการทำกิจกรรม ทำให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับคำอ่านที่ต้องการตีความ หากลักษณะและข้อมูลมาสนับสนุน

นอกจากนี้แล้ว การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ยังสามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาอื่นได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เบญจมาศ เกตุแก้ว (2548) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบร่วมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคิดขั้นสูงโดยมีนักเรียน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29 ผ่านเกณฑ์ความรับรู้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และผลสัมฤทธิ์ทางการการเรียน คิดเป็นร้อยละ 74.29 ผ่านเกณฑ์ความรับรู้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม งานวิจัยของ สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาได้รับการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์(SEs) มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ไว้และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (SEs) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับ “มาก” ตลอดจนงานวิจัยของ ปาริสา ผ่องพันธ์งาม (2550) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

(Inquiry Cycle) มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 24 คน และจำนวนของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คือ 80 ผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด

จากการศึกษางานวิจัยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ได้ปรึกษาและร่วมมือกันในการทำงาน ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความก้าวหน้าในการเรียน เกิดทักษะทางสังคม และนักเรียนมีพัฒนาด้านการเรียนรู้และด้านทักษะการเรียนเพิ่มขึ้น สิ่งสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้คือ การให้โอกาสแก่นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังเด่นการกำหนดปัญหา การสำรวจตรวจสอบ และรวมรวมข้อมูล หรือหลักฐานต่างๆ จากกฎและทฤษฎีต่างๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์หรือแก้ปัญหา จากการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้อีกด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นรูปแบบที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะการคิด นำไปสู่การพัฒนาความรู้ขั้นสูง และทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนสูงขึ้นได้

#### 2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

เยาวราช ใจเย็น (2547) ได้สำรวจและวิเคราะห์แนวคิดและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในเรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแนวคิดและทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานในเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 125 คน จากโรงเรียน 3 แห่ง ในจังหวัดจันทบุรี นักเรียนเหล่านี้ตอบคำถามในแบบสำรวจแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามแบบอัตนัยและแบบปรนัยจำนวนทั้งสิ้น 17 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีหลากหลายซึ่งรวมถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนด้วยข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ สะท้อนให้เห็นด้วยว่าสารเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีคือ นักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดพื้นฐานบางแนวคิด เช่น แนวคิดเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย แนวคิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และยังพบด้วยว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ในเรื่องสมคูลเคมี ยกเว้น ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรตัวนั้นและทักษะการตั้งสมมุติฐาน อาจเกิดขึ้นจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในเรื่องสมคูลเคมีในบางแนวคิด ส่งผลให้นักเรียนเหล่านี้ไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการทดลองเกิดจากความต้องเนื่องของของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการสรุปผลการทดลองเป็นนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่าการที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพัฒนา ผลที่ได้จากการวิจัยได้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมคูลเคมีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพัฒนาในเรื่องสมคูลเคมี

ระเบียบ อนันตพงศ์ (2550) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สาระของแรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการเรียนโดยการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพัฒนา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการเรียนโดยการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก่อนดูแล้วที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2549 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์ภู่กันยา จังหวัดสงขลา ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 47 คน ดำเนินการวิจัยโดยใช้วิธีแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สาระของแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สาระของแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์ภู่กันยา จังหวัดสงขลา หลังเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สาระของแรง ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่เป็นเห็นนี้ เพราะวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่กรุจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ จึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพัฒนา

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เพราะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้หรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผู้สอนเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติการและการฝึกฝนอย่างเป็นระบบจนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้ ครุเป็นผู้อ่านวิเคราะห์ความลึกซึ้งเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีการดังกล่าวจึงส่งผลทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผู้สอนสูงขึ้น

**สมจิตร จอดอนอก (2552)** ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพัฒนาหน่วยพัฒนาไฟฟ้า ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผู้สอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ของโรงเรียนบัวลาย จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพัฒนาหน่วยพัฒนาไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ  $83.80/79.07$  ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผู้สอนสูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนี้ มีกิจกรรมที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะในทุกขั้น โดยเฉพาะเมื่อมีการทำหน้าที่ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แล้ว จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นลื้น ที่จะเรียนจึงทำให้สนุกสนานกับการทดลอง เพื่อจะหาคำตอบของตัวแปร และนอกจากนี้เมื่อเกิดปัญหาและข้อสงสัยในการทำกิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรึกษาและร่วมกันหาวิธีการแก้ไขจนนำไปสู่ความสำเร็จของกิจกรรม

**สิวพร สุวรรณเจริญ (2552)** ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผู้สอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชาตุนารายณ์-วิทยา จังหวัดสกลนคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน พนวณว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผู้สอน นักเรียนได้คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ  $79.20$  ในภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่เมื่อพิจารณาแต่ละขั้นพบว่า ทักษะในการตั้งสมมติฐานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนทักษะในด้านนี้มากนัก เพราะในการเรียนจากหนังสือเรียนส่วนมากแล้วจะได้รับการฝึกฝนในทักษะการทดลอง สรุปผล และอภิปรายผลมากกว่าทักษะอื่นๆ และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมเคมีสูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเนื่องจากในการทำกิจกรรมแต่ละเรื่องนักเรียนได้ศึกษาเอกสารอ่านประกอบในแต่ละกิจกรรม พร้อมทั้งได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น จึงทำให้ได้คะแนนสูงขึ้น

จากการวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมที่พัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี และหนึ่งในกระบวนการนั้นคือรูปแบบการเรียนแบบสืบเสาะ (Inquiry) ซึ่งในการจัดกิจกรรมต้องฝึกฝนให้นักเรียนทักษะในหลายด้านๆ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรต้นและทักษะการตั้งสมมุติฐาน ซึ่งจะเกิดขึ้นได้จากการที่นักเรียนเข้าใจแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วจะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่นๆ ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการทดลองเกิดจากความต้องเนื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต้น ดังจะเห็นได้จากนักเรียนที่มีทักษะในการทดลอง จะส่งผลให้เกิดทักษะในการการรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลองด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่าการที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจำเป็นต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเนื้อหาหนึ่ง ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จะช่วยสนับสนุนในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นตอน

#### **2.4.3 การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

จินดา พราหมณ์ชู (2552) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเจตคติของการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2 จำนวน 41 คน ในปีการศึกษา 2552 ในกรุงเทพมหานคร ในการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีทั้งหมด 8 แผน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดสถานการณ์ 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ 3) ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ และ 4) ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพียงร้อยละ 27.94 หลังเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 66.57 เนื่องจาก เป็นการเรียนรู้ที่นำเหตุการณ์หรือสถานการต่างๆ มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเมื่อได้เรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถนำความรู้ไปอธิบายในการประยุกต์ใช้ต่อชีวิตประจำวัน ได้ และมีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้นักเรียนมองเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ได้อย่างชัดเจน แต่ยังมีแนวคิดบางแนวคิดที่ยังมีความคลาดเคลื่อน เช่น กลไกของการเกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากเรื่องดังกล่าวนี้นักเรียนต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในเรื่องธรรมชาติและคุณสมบัติของสาร และนอกจากนี้ยังมีคำศัพท์เฉพาะมากmanyที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ เช่น สารมัธยันต์ สารเชิงซ้อนกันมัตต์ เป็นต้น และนักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติของการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับดี โดยให้เหตุผลว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพราะลักษณะกิจกรรมที่หลากหลาย แปลกใหม่ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และมีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งสำคัญมากกับการเรียน

อนุทินของนักเรียน เช่น ชอบการเรียนในครั้งนี้ เพราะไม่เคยทำการทดลองแบบนี้มาก่อน รู้สึกสนุก และทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน

**ไชยยันต์ จรูญเส้าภากิจ (2550)** ได้ศึกษาการเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การคิดวิเคราะห์ และเขตติเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบโครงงานจะมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เพราะการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้นักเรียนมีความสนใจกระตือรือร้น นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ รู้จักสังเกต ดึงคำถ้า สมนติฐาน แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อตอบคำถ้าที่อยากรู้ สามารถสรุปและเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ จึงทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการมากกว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะต้องอาศัยเวลาค่อนข้างมาก

**อรุณ โอยคลัง (2552)** ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสามเหลี่ยมวิทยา จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $80.95/84.82$  และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $0.05$  เพราะการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ มีรูปภาพและเสียงประกอบ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน มีการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย ๆ ทำให้สามารถเรียนรู้ได้่ายั้งขึ้น เมื่อนักเรียนศึกษาแต่ละหน่วยแล้วทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์สามารถศึกษา บททวนเนื้อหาใหม่ได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น

**อรุวรรณ หอมพรหมา (2553)** ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy Approach) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนปากสวยพิทยาคม อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย จำนวน 47 ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีโน้มติ เรื่อง ความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ และผลของสารบางชนิด ที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีสอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ  $63.83$ ,  $76.60$ ,  $72.34$  และ  $61.09$  ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่า Analog ที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่ออธิบายมโนมติ ทั้ง 4 โน้มติได้ดังนี้ 1) โน้มติ เรื่องความเข้มข้น 2) โน้มติ เรื่อง พื้นที่ผิว 3) โน้มติ เรื่อง อุณหภูมิ

4) โน้มติ เรื่อง ผลงานสารบงานชนิดที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ FAR Guide นักเรียนมีโน้มติหลังเรียนสอดคล้องกับโน้มติวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีแนวโน้มมากขึ้น แสดงว่าการสอนโดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ FAR Guide สามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักเรียนสนใจการเรียนมากขึ้น เป็นนานธรรมให้เป็นรูปธรรมและ มีความเข้าใจในมโนมติเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น เพราะนักเรียนมีการทำงานเป็นทีม ช่วยกันคิด Analog ที่น่าจะใช้อธิบายโน้มติได้และร่วมกันพิจารณาแนวคิดเพื่อหาข้อสรุปที่ดีที่สุด ก่อนที่จะร่วมกันตัดสินใจเลือก Analog มานำเสนอ ซึ่งแต่ละ Analog นั้นใช้อธิบายโน้มติต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สามารถวิเคราะห์ความเหมือน ความต่างระหว่าง Analog และ Target ได้ สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้สู่สิ่งที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันและสร้างโนมแคลทางความคิดด้วยตนเอง ได้เปลี่ยนสิ่งที่เป็นนานธรรมให้เข้าใจง่ายและมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถคิดเปรียบเทียบคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ รู้จักการทำงานเป็นทีม มีเหตุมีผล และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกคนอื่น นั่นหมายความว่าการสอนแบบเปรียบเทียบ สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย ยืดหยุ่น เป็นระบบ ตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนสร้างแรงจูงใจ สร้างความสนใจ กระตุ้น ทำให้นักเรียนสนุก ท้าทาย รวมถึงสามารถล่อความหมายและอธิบายเนื้อหาหรือโครงสร้างที่ซับซ้อน ยุ่งยาก ให้เข้าใจง่ายมากขึ้น เพราะสิ่งที่นำมาใช้เปรียบเทียบหรือเป็น Analog ใกล้เคียงกันสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย และยิ่งทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นเมื่อนักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการคิดหรือสร้าง Analog ด้วยตนเอง

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น สามารถใช้เทคนิคและรูปแบบการสอนที่หลากหลาย ซึ่งจะมีจุดเด่น และจุดด้อย ที่ต่างกัน แต่สามารถเพื่อพัฒนาผลลัพธ์และทักษะการคิดค้านต่างๆ ให้เพิ่มขึ้นได้ จากการวิจัยดังกล่าวพบว่า เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคต่างๆ แล้ว นักเรียนสามารถที่จะอธิบายโน้มติ และความเข้าใจของตนเองในเรื่องต่างๆ ได้คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ธรรมชาติของสารตั้งต้น ความเข้มข้นของสารตั้งต้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิวตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยา ได้ และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อนักเรียนมีการทำงานเป็นทีม ช่วยกันคิด ช่วยกันแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้สู่สิ่งที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน และสร้างโนมแคลทางความคิดด้วยตนเอง ได้เปลี่ยนสิ่งที่เป็นนานธรรมให้เข้าใจง่ายและมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถคิดเปรียบเทียบคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ รู้จักการทำงานเป็นทีม มีเหตุมีผล และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน

สมาชิกคนอื่น นอกจานี้การเรียนรู้จากสื่อที่หลากหลายจะช่วยคงความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนด้วย

#### 2.4.4 การพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูง

บริyanuch สตาวร์มณี (2548) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมในหลักสูตรเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียน และเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมใน หลักสูตรเสริม โดยใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย 10 กิจกรรม และแบบทดสอบวัดทักษะการคิด เชิงวิเคราะห์ของนักเรียน พบว่า ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนทั้ง 5 ด้านได้เกิด ด้านการ จำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุป ด้านการประยุกต์ และด้านการคาดการณ์ ตามทฤษฎีการ คิดของมาาร์ซานो (Marzano's Taxonomy) มีคะแนนสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูงและปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดเชิงวิเคราะห์ในภาพรวมทั้ง 5 ด้าน ด้านการจัดหมวดหมู่ และด้านการสรุป สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ (1) การมีส่วนเกี่ยวข้องของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ฝึกฝนทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ โดยเฉพาะหลักการปฏิบัติเป็นหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียน เป็นสำคัญ นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติจริง และการสร้างความรู้ ด้วยตนเอง (2) กิจกรรมมีสาระและกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์เหมาะสมกับความต้องการและ ความสามารถของนักเรียน และสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ในทุกด้าน เมื่อผ่านกิจกรรมที่นักเรียนเกิด การเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีความสมดุลและมีความเป็นบูรณาการ (3) กิจกรรมการเรียนรู้นี้ สามารถสร้างประสบการณ์ใหม่ต่อจากประสบการณ์เดิม นักเรียนในวัยเดียวกันทุกคนมีภารกิจ ที่ได้รับมอบหมายตามความถนัดและความสนใจส่วนตัว ไม่ซ้ำกัน ทำให้เกิดความตื่นเต้น ตื่นตา ตื่นใจ ในการเรียนรู้ ตลอดจนสนับสนุนให้เกิดความตื่นเต้น ตื่นตา ตื่นใจ ในการเรียนรู้ ที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูง จึงมีกระบวนการจัดกรรรมทำกับข้อมูลในระบบสติปัจ្យญาณ เป็นไปอย่างมีประสิทธิผล การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและปานกลาง จึงสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (5) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางความคิดเป็น สิ่งที่ต้องเรียนรู้และสามารถฝึกฝนได้ โดยนักเรียนไม่เพียงเรียนรู้เรื่องที่คิดเท่านั้นแต่ได้เรียนรู้วิธีคิด เรื่องนั้นโดยเทคนิคการเรียนรู้ต่างๆ ในแต่ละกิจกรรม (6) กิจกรรม เน้นการจัดทำกิจกรรมร่วมกันใน ลักษณะกลุ่ม นักเรียนต้องเรียนรู้ทักษะการยอมรับความแตกต่าง การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ จึง เป็นลักษณะงานเดี่ยวและงานกลุ่ม โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน และ กระบวนการทำงานของกลุ่ม โดยนักเรียนทุกคนในกลุ่มนี้ส่วนร่วมในการตัดสินใจและการแสดง ฉันทามติ (7) สื่อการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอด ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นทำหน้าที่

ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ (8) การส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนเกี่ยวข้องในทุกส่วนของกิจกรรมใน 3 ลักษณะ ได้แก่การมีอิสระ การแสดงความคิดเห็น และการสื่อสารนักเรียนซึ่งเพิ่มความรู้สึกในความเป็นเจ้าของนักเรียน ได้คระหนักถึงการเรียนรู้ และความรับผิดชอบ และมีอิสระในการเรียนรู้โดยการสนับสนุนของครูและเพื่อนนักเรียน (9) นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นของปัญหากิจกรรม เพราะความคิดเห็นที่มีเหตุผลและอยู่ในประเด็นเป็นเรื่องน่าสนใจคำตอบที่ถูกอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ โดยครูส่งเสริมการมีอิสระในการคิดและเคารพในความคิดของนักเรียน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนๆ และครู มีโอกาสแสดงความคิดถ้าสิ่งที่สงสัย ค้นหาและใช้ข้อมูลเพื่อศึกษาสาระในแนวลึก (10) การสอดแทรกการมีส่วนเกี่ยวข้องเข้าไปในทุกส่วนของกิจกรรม มีผลต่อผลสัมฤทธิ์และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ยิ่งมีส่วนเกี่ยวข้องมาก ยิ่งเกิดการเรียนรู้มากเท่านั้น

พัชรี จิวพัฒนกุล (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดโดยใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 3 (น.1-น.3) จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 144 คน ของโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 2 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสังเคราะห์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน หลังการใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสูงกว่าก่อนการใช้ชุดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 4 ทักษะ ความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของครู โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย 2 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 และความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 ทั้งนี้เนื่องจาก ครูมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเนื้อหาสาระบูรณาการสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน และจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความสนใจดของผู้เรียน โดยจัดสภาพแวดล้อมสร้างบรรยากาศ และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในการใช้กระบวนการคิด ฯ เช่น กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการคิด การฝึกปฏิบัติ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ การพัฒนาสถานการณ์ การแก้ปัญหาและการวิจัย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

อรัญญา สถาปัตย์พนูลย์ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พนวั่นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส คิดเป็นร้อยละ

80.00, 84.00 และ 76.00 ตามลำดับ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจการเรียนรู้มากขึ้นด้วยสื่อเทคโนโลยีต่างๆ เช่น รูปภาพ วัสดุอุปกรณ์ของจริง ขั้นการสำรวจและค้นหาผู้วิจัย มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ชั้นนักเรียน ได้แสดงความคิดเห็น และเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการซ่วยเหลือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ทำให้สมาชิกกลุ่มเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้นักเรียนจะต้องใช้วิชาการณญาณในการพิจารณาเลือกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่มีข้อเท็จจริงมากที่สุด เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมานำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องเรียน ได้รับความรู้ด้วย และนักเรียนยังได้ฝึกทักษะการออกแบบทดลองเพื่อหาแนวทาง แก้ปัญหาหรือข้อสงสัย ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน กระตือรือร้น กับการเรียนตลอดเวลา ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิชาการณญาณของนักเรียนให้สูงขึ้น

**รุ่งระวี ศิรินุญาน (2551)** ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และเจตคติ ต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวภูจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวภูจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด - เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL และแบบปกติ เนื่องจาก การเรียนรู้แบบวภูจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนใช้กรอบความรู้เดิมในการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ ทำให้โอกาสที่จะเกิดกรอบความรู้ใหม่ถูกต้องมากขึ้น ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาด้านต่าง ๆ และยังเน้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการทำกิจกรรมในขั้นต่างๆ ล่างเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนต้องแสวงหาความรู้และลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง โดยมีขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ซึ่งครูตั้งค่าตามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพื้นฐานความรู้เดิมของมา เกิดแรงเสริมให้นักเรียนอย่างรู้ขากเห็นมากขึ้นและในขั้นนำความรู้ไปใช้เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้สร้างความรู้ใหม่โดยพยาบาลค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดเห็นของคนก่อนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้

**สัมหวัช สอนท่าโภ (2550)** ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวภูจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่ส่ง เสริมทักษะการคิดวิชาการณญาณต่อความสามารถในการคิดวิชาการณญาณและ

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 121 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 41 คน กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 41 คน และกลุ่มทดลองที่ 3 จำนวน 40 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยกิจกรรมการคิดวิเคราะห์อย่าง กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่าง การจัดการเรียนรู้ใช้เวลาอยู่ 18 ชั่วโมง ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Nonrandomized Multigroup Posttest-Only Design การทดสอบสมมติฐานของการวิจัยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และหาความแตกต่างรายคู่โดยวิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe's Method) ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้กว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการคิดวิเคราะห์อย่าง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้อย่างนี้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่าง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่าง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่าง ไม่แตกต่างกัน (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยกิจกรรมการคิดวิเคราะห์อย่างสอดแทรกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่าง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่าง ไม่แตกต่างกัน (4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่าง เสริมด้วยกิจกรรมการคิดวิเคราะห์อย่าง และวัภูจักษ์การสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่าง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

Zoller and Pushkin (2007) ได้ศึกษาทักษะการคิดของนักเรียนในระดับชั้นสูง (HOCS) และชั้นต่ำ (LOCS) ในวิชาเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศในกรีซ การศึกษามีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อทดสอบทักษะการคิดของนักเรียน ผ่านตรวจสอบจากการคำนวณทางวิชาเคมี (2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ HOCS และ LOCS ของนักเรียนในคำนวณที่ต้องการทราบถึง HOCS และ LOCS (3) เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนในวิชาทางเคมีที่ไม่ใช้แบบดั้งเดิม และแบบดั้งเดิม (4) เพื่อประเมินบทบาทของการเตรียมการล่วงหน้าสำหรับการสอบวิชาเคมีของ

นักเรียน เกี่ยวกับคำถามที่ต้องการ HOCS และ LOCS และ (5) เพื่อตรวจสอบว่าการสอนวิชาเคมีแบบดั้งเดิมสามารถใช้ในการแยกความแตกต่างระหว่าง HOCS และนักเรียน LOCS ได้หรือไม่ผลการศึกษาพบว่า (1) นักเรียนมีทักษะการคิดในระดับ HOCS น้อยกว่าระดับ LOCS อ่อนมาก(2) ประสิทธิภาพในคำถามที่ต้องการทราบถึงทักษะ HOCS อาจไม่สัมพันธ์กับคำถามที่ต้องการทราบถึงทักษะ LOCS ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยของอารมณ์ของนักเรียนในขณะนั้นด้วย (3) เมื่อมีการปฐมนิเทศในการสอนและระบุขอบเขตของการเรียนล่วงหน้าก่อน จะส่งผลต่อการเตรียมความพร้อมของนักเรียน ในด้านต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีประสิทธิภาพทักษะการเรียนรู้มากขึ้น (4) บริบทต่าง ๆ ของการเรียน วิชาเคมีส่งผลต่อทักษะการคิดของนักเรียนในขั้นต่าง ๆ ดังแผลต่อ LOCS ถึง HOCS (5) การเรียนการสอนที่เหมาะสมและกลวิธีการประเมินที่มีคุณภาพจะสนับสนุนต่อพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน นั่นคือ HOCS ของนักเรียนจะเกิดขึ้น ไม่ได้ถ้าไม่มีความสามารถของ LOCS มาก่อน ซึ่งถือเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการประสบความสำเร็จในการพัฒนา HOCS ของนักเรียน นอกจากนี้การตอบคำถามที่ต้องการ ได้เพียงอย่างเดียว ไม่ได้บอกถึงทักษะ LOCS และ HOCS เท่านั้น ปัจจัยอีกอย่าง คือ การฝึกฝนที่คือและสมำ่เสมอจะช่วยพัฒนาทักษะ LOCS และ HOCS ของนักเรียนได้

อกิษา อารุณ ใจจน (2553) ได้ศึกษาอิทธิพลของคุณลักษณะผู้เรียนและการจัดการเรียนการสอนที่มีต่อการคิดขั้นสูงที่ส่งผ่านการคิดขั้นต้น: การวิเคราะห์อภิมานการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาขนาดอิทธิพลของคุณลักษณะผู้เรียน การจัดการเรียนการสอน และการคิดขั้นต้นที่มีต่อการคิดขั้นสูง (2) ศึกษาคุณลักษณะของงานวิจัยที่มีผลต่อขนาดอิทธิพลของคุณลักษณะผู้เรียนการจัดการเรียนการสอน และการคิดขั้นต้นที่มีต่อการคิดขั้นสูง และ (3) พัฒนาและตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการคิดขั้นสูงที่แสดงอิทธิพลของคุณลักษณะผู้เรียน และการจัดการเรียนการสอนที่มีต่อการคิดขั้นสูง โดยมีการคิดขั้นต้นเป็นตัวแปรส่งผ่าน งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ จำนวน 90 เล่ม ได้ค่าขนาดอิทธิพลจำนวน 138 ค่าและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จำนวน 62 ค่า รวมทั้งสิ้น 200 ค่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย และแบบประเมินคุณภาพงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์ทดสอบโดยพหุคุณ และการวิเคราะห์โมเดลสมการ โครงสร้างด้วยโปรแกรม SPSS และ LISREL ผลการวิจัย (1) ปัจจัยที่มีขนาดอิทธิพลต่อการคิดขั้นสูงมากที่สุด ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน (2.26)รองลงมา คือ คุณลักษณะผู้เรียน (1.41) และการคิดขั้นต้น (1.32) ตามลำดับ (2) ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าขนาดอิทธิพลเป็นตัวแปรดั้มมี จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ คุณภาพเครื่องมือในการพัฒนาระดับปานกลาง การสุ่มแบบหลายขั้นตอนประเภทการเปรียบเทียบ แบบวัดชี้ ความนิยมสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นักเรียนระดับมัธยมศึกษา และสาขาวิชาศึกษาปฐมวัย (3) โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการคิดขั้นสูง พบว่า คุณลักษณะผู้เรียน การจัดการ

เรียนการสอนมีอิทธิพลทางตรงคือการคิดขั้นสูง และมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านการคิดขั้นต้น การทดสอบความตรงของโมเดล พบว่ามีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากการวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิดให้สูงขึ้นเป็นลำดับขั้นนั้น มีองค์ประกอบหลาຍอย่าง ได้แก่ บรรยายภาคของห้องเรียนเป็นปัจจัยส่วนหนึ่งที่ส่งเสริมให้เกิดการคิด เนื่องจากการจัดห้องเรียนที่เหมาะสม ทำให้สภาพแวดล้อมนั้นเหมาะสมแก่การพัฒนาการคิด ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดอย่างต่อเนื่อง กิจกรรมจะต้องให้เกิดการแสดงความคิดเห็น เกิดปัญหา เกิดค่าตาม ของเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ แล้วนำไปสู่วิธีการต่างๆ เพื่อหาคำตอบมาแก้ปัญหา หรือข้อสงสัยของค่าตาม ยกประยุและลงข้อสรุป สร้างเป็นมโนทัศน์ความรู้ของตนเอง ได้ นักเรียนจึงจะมีความเข้าใจในเรื่องนั้น และการจัดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ สนุกสนานกระตือรือร้น กับการเรียนตลอดเวลา จะส่งผลต่อผลลัพธ์ทางการเรียนและพัฒนากระบวนการคิดให้สูงขึ้นได้

สรุปผลการศึกษาภูมิแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีข้อดีคือ เป็นวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยครูเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดค่าตาม เกิดความคิด และลงมือตรวจสอบหาความรู้ รู้จักการใช้เหตุผลประกอบการพิจารณาหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ สิ่งสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้คือการให้โอกาสสนับสนุน ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่างๆ มาใช้เพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือแก้ปัญหา ซึ่งมีความเหมาะสมสมด่อการนำมาใช้ในการพัฒนาผลลัพธ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในแต่ละขั้นของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการคิด ให้นักเรียนมีโอกาสที่จะแสดงความคิดระหว่างเพื่อนร่วมชั้น ครูควรมีการสร้างสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา มีเทคนิคการใช้ค่าตามที่ส่งเสริมการคิดเจิงจะสามารถทำให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีเหตุผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.4.1 ขั้นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย เกิดค่าตามทางวิทยาศาสตร์แล้วเกิดเป็นปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนนำไปสู่กระบวนการทางคิด ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูจะจัดกิจกรรมการเรียนแบบ POE ที่จะเป็นค่าตามและเชื่อมโยงในเรื่องที่จะเรียน

2.4.4.2 ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองและเก็บข้อมูล

2.4.4.3 ขั้นสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาตอบคำถามที่มีก่อนเริ่มเรียน

4.4.4.4 ขั้นเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฏ ทฤษฎี หรืองานวิจัยซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ได้อย่างไร เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฏ หรือทฤษฎี ต่างๆ มาอธิบายข้อมูลที่ได้

2.4.4.5 ขั้นสื่อสารวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผล เพื่อตอบคำถามที่เกี่ยวข้องที่สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่นำเสนอความรู้ต่างๆ ที่ได้สร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง และนำเสนอในห้องเรียน

ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกเนื้อหา ผู้จัดฯ ได้จัดกิจกรรมที่มีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ซึ่งเป็นการกระตุนให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในและเกิดความต้องการใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้นั้นมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง พัฒนากระบวนการคิดให้เกิดเป็นความรู้ขึ้นสูงขึ้น ความรู้ความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ได้ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เรืองศักดิ์ ไตรพัน (2549) ที่ได้จัดกิจกรรม POE เพื่อกระตุ้นความอยากรู้ อยากรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนอยากรลองคือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการสำรวจแนวความคิด ความเข้าใจ และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ที่มีรูปแบบสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ของนักเรียน จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และสนใจเป็นพิเศษ (น้ำค้าง จันเสริม, 2551) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมแบบ POE ยังทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สังเกต ทดลองและสืบค้นด้วยตนเอง แล้วนำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้นๆ (สงกรานต์ มูลศรีแก้ว, 2553)

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

- (1) แบบแผนการวิจัย
- (2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- (3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- (4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- (5) การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- (6) การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบก่อนหลัง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$O_1 \xrightarrow{\hspace{1cm}} X \xrightarrow{\hspace{1cm}} O_2$$

โดย  $O_1$  คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

$O_2$  คือ การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

$X$  คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

#### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 29 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 34 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 26 คน

และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 29 คน รวมทั้งหมดจำนวน 118 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนรnamวิทยา รัชมังคลากิ่ง

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 29 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 34 คน รวมทั้งหมดจำนวน 63 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนรnamวิทยา รัชมังคลากิ่ง โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูง เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยเน้นการวัดทักษะความรู้ขั้นสูง (higher-order cognitive skills) ตามทัศนของบลูม (Bloom's Taxonomy) ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบขั้นความเข้าใจ (ร้อยละ 30) ขั้นการประยุกต์ใช้ (ร้อยละ 20) และขั้นการวิเคราะห์ (ร้อยละ 50) โดยมีค่าความยากง่าย ( $p$ ) รายข้อระหว่าง 0.25 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) รายข้อระหว่าง 0.25 – 0.88 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.80

3.3.2.2 แบบรายงานผลการทดลอง เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งประเมินการให้คะแนนโดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4 ด้าน ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ลักษณะการกำหนดน้ำหนักคะแนนให้เกณฑ์ โดยวิธีกำหนดระดับความผิดพลาดและพิจารณาจากการปฏิบัติ และความบกพร่องจากคำตอบมากน้อยเพียงใด โดยจะเพิ่มจากระดับคะแนนความสามารถต่อไป จนถึงระดับคะแนนความสามารถสูงสุด (0, 1, 2, 3, 4 คะแนน)

### 3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้จัดดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 3.2 และตัวชี้วัดที่ ว 3.2 ม.4-6/2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

3.4.1.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่จะนำมานำเสนอสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.4.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ในแต่ละเนื้อหา ให้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย เกิดค่าความทางวิทยาศาสตร์แล้วเกิดเป็นปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐาน ที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้

3) ขั้นสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

4) ขั้นเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฏ ทฤษฎี หรืองานวิจัยซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ได้อย่างไร

5) ขั้นสื่อสารวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผล เพื่อตอบคำถามตามที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.4.1.4 เขียนแผนให้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 5 ประการ

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาความสอดคล้องของเนื้อหา กับ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความถูกต้องของเนื้อหา กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสม ของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

3.4.1.6 ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง ได้เนื้อหา กิจกรรม และจำนวนคาน ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.1

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 แผน รวมทั้งหมดจำนวน 8 แผน เวลา 12 ชั่วโมง

**ตารางที่ 3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์**

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม POE	กิจกรรมการทดลอง	เวลา (ชั่วโมง)
1. ความหมายของ ปฏิกิริยาและอัตรา การเกิดปฏิกิริยา	การเกิดปฏิกิริยาเคมี สังเกตได้จากอะไร	การเกิดปฏิกิริยาเคมี ในรูปแบบต่างๆ	1
2. การวัดอัตราการเกิด ปฏิกิริยา	วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมีได้อย่างไร	การวัดอัตราการเกิด ปฏิกิริยาด้วยการแทนที่น้ำ	2
3. พลังงานกับการดำเนิน ไปของปฏิกิริยา และทฤษฎีการชน	ชนอย่างไรทำให้ เกิดปฏิกิริยาเคมี	ทฤษฎีการชนจากจำลอง การชนของลูกปิงปอง	1
4. ธรรมชาติของสาร ตั้งต้นกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยา	ธรรมชาติของสาร ตั้งต้นมีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร	ปฏิกิริยาของกรดต่างชนิด กับกัน $\text{NaHCO}_3$ และ เปลือกไช่	2
5. พื้นที่ผิว กับอัตรา การเกิดปฏิกิริยา	เล็กหรือใหญ่เกิดพอง แก้สมากกว่า	ปฏิกิริยาของเปลือกไช่ที่มี ขนาดต่างกัน กับ $\text{H}_2\text{SO}_4$	1
6. ความเข้มข้น กับอัตรา การเกิดปฏิกิริยา	ความเข้มข้นมีผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างไร	ปฏิกิริยาของกรดที่มีความ เข้มข้นต่างกันกับเปลือกไช่	2

ตารางที่ 3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม POE	กิจกรรมการทดลอง	เวลา (ชั่วโมง)
7. ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาอันดับต่ำ การเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร	ตัวเร่งและตัวหน่วง มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร	ผลของตัวเร่งปฏิกิริยา ( $MnSO_4$ ) และตัวหน่วง ( $NaF$ )	1
8. อุณหภูมิกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยา	อุณหภูมิสูงหรือต่ำทำให้มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร	ปฏิกิริยาของกรดกับเปลือกไข่ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน	2
รวม			12

### 3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบจากทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง กับหลักการวัดและประเมินผล เทคนิคการสร้างข้อสอบ การสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.4.2.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อนำไปสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

3.4.2.3 สร้างข้อสอบโดยให้มีข้อสอบอยู่ในระดับ ความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) ระดับการวิเคราะห์ (Analyzing) ตาม Bloom's Taxonomy โดยคิดเป็น ประมาณ 30, 35 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ของข้อสอบทั้งหมด รวมจำนวน 60 ข้อ

3.4.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ความถูกต้อง แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกรอบหนึ่ง

3.4.2.5 นำไปหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยคำนวณ การ ดังนี้

1) นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนรnamวิทยา รัชมังคลากิริye จังหวัดสุรินทร์ ในปีการศึกษา 2554 จำนวน 32 คน ที่เคยได้เรียน เนื้อหาเกี่ยวกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผ่านมาแล้ว

2) นำผลการตรวจคะแนน มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย โดยเลือกข้อที่ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วเลือกเฉพาะข้อดี ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

3.4.2.6 กัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะเป็นแบบทดสอบ วัดพฤติกรรมในทักษะความรู้ขั้นสูง เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 40 ข้อ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก วัดความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) ตาม Bloom's Taxonomy โดยคิดเป็น 30, 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ของข้อสอบทั้งหมด ตามลำดับ มีค่าความยากง่ายรายข้อระหว่าง 0.25 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.25 – 0.88 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่า เท่ากับ 0.80 ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อการสลับคำถ้าและตัวเลือก ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### ตารางที่ 3.2 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)			รวม (ข้อ)
	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
1. ความหมายของปฏิกิริยาเคมี และ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	0	3	5
2. การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0	4	0	4
3. พลังงานกับการดำเนินไปของ ปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน	3	0	2	5
4. ธรรมชาติของสารตั้งต้นกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยา	1	1	3	5
5. พื้นที่ผิว กับ อัตราการเกิดปฏิกิริยา	3	1	2	6
6. ความเข้มข้น กับ อัตราการเกิด ปฏิกิริยา	1	1	2	4
7. ตัวเร่ง และ ตัวหน่วงปฏิกิริยา กับ อัตราการเกิดปฏิกิริยา	1	1	6	8
8. อุณหภูมิกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยา	1	0	2	3
รวมทั้งหมด	12 (30%)	8 (20%)	20 (50%)	40 (100%)

### 3.4.3 แบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมิน คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จากหนังสือและงานวิจัยต่างๆ

3.4.3.2 ศึกษาวิธีการวัดผลประเมินผลทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ค้าน ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยให้ สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.4.3.3 สร้างแบบประเมินการให้คะแนนทักษะที่มีเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubric) ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.4.3.4 นำแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง แล้วปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกรอบ เพื่อให้มีคุณภาพมากขึ้น

3.4.3.5 นำแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนรnamวิทยา รัชมังคลากิ่ง จังหวัดสุรินทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try-out) เพื่อให้มีคุณภาพมากขึ้น

3.4.3.6 นำแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแล้ว หลังจากนำไปทดลองใช้ (Try-out) ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยลักษณะการทำหนนักคะแนนใช้เกณฑ์ โดยวิธีกำหนดระดับความผิดพลาดและพิจารณาความบกพร่องจากคำตอบมากน้อยเพียงใด โดยจะเพิ่มจากระดับคะแนนทักษะความสามารถ ต่ำสุดจนถึงระดับคะแนนความสามารถสูงสุด (0, 1, 2, 3, 4 คะแนน) (ปรากฏในภาคผนวก ค.2)

## 3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ครูแนะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนและบทบาทของนักเรียนในการเรียน ด้วยแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.5.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 40 ข้อ

3.5.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-6 คน โดยคละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่แบ่งจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยมีการเปลี่ยนแปลงสมาชิกกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมการทดลองที่ 1-8

3.5.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกิจกรรม POE ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้จำนวน 8 แผน

3.5.5 ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถาม จำนวน 40 ข้อ

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 แยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนเรียนคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่มีคะแนนน้อยกว่า  $mean - SD$  จะอยู่ในกลุ่มอ่อน (low-achieving students) นักเรียนที่มีคะแนนระหว่าง  $mean \pm SD$  จะอยู่ในกลุ่มปานกลาง (medium-achieving students) และนักเรียนที่มีคะแนนมากกว่า  $mean + SD$  จะอยู่ในกลุ่มเก่ง (high-achieving students)

3.6.2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ภายในกลุ่มของนักเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบ่งกลุ่มตัวบ่งชี้ไม่อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำหรับ SPSS 11.5 for windows

3.6.3 เปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติ One-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำหรับ SPSS 11.5 for windows

3.6.4 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยหากค่าเฉลี่ย

(mean) ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากแบบรายงานผลการทดลอง และแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ช่วงร้อยละของคะแนน 80 – 100	=	มีทักษะอยู่ในระดับ ดีมาก
ช่วงร้อยละของคะแนน 70 – 79	=	มีทักษะอยู่ในระดับ ดี
ช่วงร้อยละของคะแนน 60 – 69	=	มีทักษะอยู่ในระดับ พอกใช้
ช่วงร้อยละของคะแนน 0 – 59	=	มีทักษะอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยการพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์  
ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา  
เคมี มีผลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

- (1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- (2) ผลการวิจัย
- (3) อภิปรายผล

#### 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวม 8 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 12 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนมีเนื้อหาและรายละเอียดการจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้

- |  |                |
|--|----------------|
| (1) ความหมายของปฏิกิริยาและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี     | เวลา 1 ชั่วโมง |
| (2) การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี                      | เวลา 2 ชั่วโมง |
| (3) พลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน         | เวลา 1 ชั่วโมง |
| (4) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วย |                |
| (4.1) ธรรมชาติของสารตั้งต้น                              | เวลา 2 ชั่วโมง |
| (4.2) พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น                            | เวลา 1 ชั่วโมง |
| (4.3) ความเข้มข้นของสารตั้งต้น                           | เวลา 2 ชั่วโมง |
| (4.4) ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา                        | เวลา 1 ชั่วโมง |
| (4.5) อุณหภูมิ   | เวลา 2 ชั่วโมง |

##### 4.1.1 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความหมายของปฏิกิริยาและการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.1.1.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำาถามทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำาถาม โดยครุจัคกิกรรม POE เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี สังเกตได้จากอะไร โดยครุจานนักเรียนก่อนทดลองว่า ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีเราจะสังเกต การเปลี่ยนแปลงได้จากสิ่งใดบ้าง (ทำนาย : P) งานนี้ครุจานิการทดลองการทำปฏิกิริยาระหว่าง Zn(s) กับ HCl(aq) และสารละลาย HCl(aq) กับ NaOH(aq) แล้วทดสอบด้วยญี่นิเวอร์เซล อินดิเคเตอร์ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) นักเรียนส่วนมากทำนายผลที่จะเกิดได้ไม่ถูกต้อง เพราะผลการทดลองส่วนมากจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแตกต่างจากก่อน การทดลองมาก (อธิบาย : E)

4.1.1.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บ รวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำาถามหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับการสังเกตการเกิดปฏิกิริยาเคมีในรูปแบบต่าง ๆ

4.1.1.3 จากการทดลองของนักเรียน ได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจาก ข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ 适合ล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบ ว่า ส่วนมากแล้วนักเรียนจะบอกได้ว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น ได้อย่างไร โดยสังเกตจากการ เกิดตะตอน การเปลี่ยนสีของสาร การเกิดแก๊ส และการเกิดความเย็นที่ข้างหลังทดลอง และการ เปลี่ยนแปลงค่า pH

4.1.1.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีมีนั้นจะต้องมีสารตัวต้นทำปฏิกิริยา กันแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ สังเกต จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหรือการเกิดผลิตภัณฑ์ ได้จากการเปลี่ยนแปลงของสี ตกอน ฟองแก๊ส การคายความร้อนจะทำให้สภาวะร้อนขึ้น การดูดความร้อนจะทำให้สภาวะเย็นขึ้น และการ เปลี่ยนแปลงค่า pH

4.1.1.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ ความรู้ของตนเอง คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีมีนั้นจะต้องมีสารตัวต้นทำปฏิกิริยา กันแล้วเกิดเป็น ผลิตภัณฑ์ สังเกตจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหรือการเกิดผลิตภัณฑ์ ได้จากการเปลี่ยนแปลง ของสี ตกอน ฟองแก๊ส การคายความร้อนจะทำให้สภาวะร้อนขึ้น การดูดความร้อนจะทำให้สภาวะ เย็นขึ้น และการเปลี่ยนแปลงค่า pH แล้วครุสุ่มน้ำกกลุ่มออกมาน้ำเส้นอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบ คำาถามจากครุและเพื่อน ๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความ แตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ

#### 4.1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.1.2.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงงูจี้และสนใจในคำานทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำาน โดยครุจัดกิจกรรม POE เรื่อง วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร โดยครุตามนักเรียนก่อนทดลองว่า สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Mg (s) กับ HCl (aq) ได้อย่างไร (ทำนาย : P) จากนั้นสาธิตการทดลองการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการที่นำของปฏิกิริยาระหว่าง Mg (s) กับ HCl (aq) ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) นักเรียนส่วนมากทำนายผลที่จะเกิดได้ไม่ถูกต้อง เพราะนักเรียนไม่เคยเห็นอุปกรณ์การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยแทนที่นำมายก่อน จึงไม่สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจาก การเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการที่นำของปฏิกิริยาระหว่าง Mg (s) กับ HCl (aq) (อธิบาย : E)

4.1.2.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำานหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการวัดการแทนที่ของน้ำด้วยแก๊ส

4.1.2.3 จากการทดลองของนักเรียน ได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจาก ข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการวัดการแทนที่ของน้ำด้วยแก๊สนั้น จะเกิดฟองแก๊สในบัวเรต เกิดจากแก๊ส 2 ชนิด ถ้าโลหะ เช่น Mg ทำปฏิกิริยากับกรด เช่น HCl จะได้แก๊ส H<sub>2</sub> ถ้าใช้เกลือ CaCO<sub>3</sub> ทำปฏิกิริยากับกรด เช่น HCl จะได้แก๊ส CO<sub>2</sub> และถ้าใช้เกลือ NaHCO<sub>3</sub> ทำปฏิกิริยากับกรด เช่น HCl จะได้แก๊ส CO<sub>2</sub>

4.1.2.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการวัดการแทนที่ของน้ำด้วยแก๊สซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ เกิดจากแก๊ส 2 ชนิด ถ้าโลหะ เช่น Mg ทำปฏิกิริยากับกรด เช่น HCl จะได้แก๊ส H<sub>2</sub> และถ้าใช้เกลือคาร์บอนเนต หรือไฮโคลเจนคาร์บอนเนตของหน่วย 1 หรือ 2 เช่น CaCO<sub>3</sub> และ NaHCO<sub>3</sub> ทำปฏิกิริยากับกรดแล้วจะได้แก๊ส CO<sub>2</sub>

4.1.2.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการวัดการแทนที่ของน้ำด้วยแก๊สซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ เกิดจากแก๊ส 2 ชนิด ถ้าโลหะ เช่น Mg ทำปฏิกิริยากับกรด เช่น HCl จะได้แก๊ส H<sub>2</sub> และถ้าใช้เกลือหน่วย 1 หรือ 2 ของคาร์บอนเนตหรือไฮโคลเจนคาร์บอนเนต เช่น CaCO<sub>3</sub> และ NaHCO<sub>3</sub> ทำปฏิกิริยากับกรดแล้วจะได้แก๊ส CO<sub>2</sub> แล้วครุสุ่นบางกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้ง

ตอบคำถatementจากครูและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกู้มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกันอีกครั้งอีกครั้ง

#### **4.1.3 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชัน**

4.1.3.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำถatementทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำถatement โดยครูจัดกิจกรรม POE เรื่อง ชนอย่างไรทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ความแรงในการเขย่าธาตุและทิศทางการชันของลูกปิงปอง มีผลต่อการหลุดออกของคู่แล้วเกิดการจับคู่ใหม่มอถ่ายไว (ทำนาย : P) จากนั้นสาธิตการทดลอง โดยนำลูกปิงปองที่ใส่แม่เหล็กข้างในแล้วติดกันแสดงถึงการเกิดพันธะ แล้วเขย่าธาตุให้ช้าและแรงต่างกัน เพื่อคุ้ว่าจำนวนครั้งของการชันของลูกปิงปองต่างกันหรือไม่ การชันแบบใดทำให้หลุดออกจากกันแล้วจับกันใหม่ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) นักเรียนส่วนมากทำนายผลที่จะเกิดได้ถูกต้อง โดยอาศัยหลักการชันกันของมนุษย์ทุกรุ่น คือ ถ้าชนกันในทิศทางที่เหมือนจะสามารถแยกออกจากกันได้ (อธิบาย : E)

4.1.3.2 นักเรียนดังสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถatementหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับการชันกันของสารตั้งต้น จากแบบจำลองการชันกันของลูกปิงปองที่บรรจุก้อนแม่เหล็กไว้ข้างใน เป็นสีเหลือง 2 ลูก และสีขาว 2 ลูก ใส่ไว้ในคาดพลาสติก สีเหลืองแทนด้วยแก๊สไฮโดรเจน ( $H_2$ ) สีขาวแทนด้วยแก๊สไอโอดีน ( $I_2$ ) แล้วเขย่าธาตุให้ชนกันแรงๆ ให้แต่ละคู่แยกออก แล้วจับคู่ใหม่ระหว่างสีเหลืองกับสีขาว

4.1.3.3 จากการทดลองของนักเรียนได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า การชันกันของลูกปิงปองที่บรรจุก้อนแม่เหล็กไว้ข้างใน ของแก๊สไฮโดรเจน ( $H_2$ ) กับแก๊สไอโอดีน ( $I_2$ ) แล้วเขย่าธาตุให้ชนกันแรงๆ ให้แต่ละคู่แยกออก แล้วจับคู่ใหม่ระหว่างสีเหลืองกับสีขาวเป็นแก๊สไฮโดรเจนไอโอดีน ( $HI$ ) ถ้าเขย่าเบาๆ จะไม่แยกออกและชนกันไม่แรง ทิศทางการชันกันเป็นแบบสุ่ม จะแตกออกแล้วจับคู่เป็น  $HI$  ได้นั้นต้องชนกันในทิศทางที่เหมือน

4.1.3.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารตั้ง 2 ชนิด จะต้องมีการชันกันด้วยแรงที่เหมือนหรือมีพลังงานมากพอที่จะเอาชนะพลังงานก่อร่องน้ำที่จะก่อตัวมัน ( $E_u$ ) ถ้าเขย่าเบาๆ ไม่มีพลังงานมากพอที่จะเอาชนะ พลังงานก่อร่องน้ำจะไม่แตกพันธะออก และการชันกันต้องชนในทิศทางที่เหมือนจึงจะทำให้  $H_2$  และ  $I_2$  แตกออกแล้วจับคู่เป็นผลิตภัณฑ์เป็น  $HI$

4.1.3.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ได้นั้น จะต้องมีการชนกันด้วยแรงที่เหมาะสมหรือมีพลังงานมากพอที่จะเอาชนะพลังงานก่อภัยมั่นต์ ( $E_a$ ) ได้ และการชนกันต้องชนในทิศทางที่เหมาะสม แล้วครุ่นบ้างกอกลุ่มออกนานาเส้นอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครุและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ

#### 4.1.4 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : ธรรมชาติของสารตั้งต้น

4.1.4.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำานทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำาน โดยครุจัดกิจกรรม POE เรื่อง ธรรมชาติของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร โดยตามนักเรียนว่า ปฏิกิริยาที่เกิดจากโลหะทั้ง 3 ชนิดนี้กับกรด HCl (aq) จะต่างกันหรือไม่ เพราะอะไร (ทำนาย : P) จากนั้นสาธิตการทดลองแล้วนักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn (s) กับ HCl (aq), Mg (s) กับ HCl (aq) และ Cu (s) กับ HCl (aq) (สังเกต : O) นักเรียนทำนายได้ว่าผลของการเกิดปฏิกิริยาจากโลหะทั้ง 3 ชนิดนี้กับกรด HCl (aq) จะต่างกัน เพราะใช้โลหะต่างชนิดกัน แต่ทำนายได้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้น คือโลหะ Cu (s) จะเกิดฟองแก๊สเข้มมาก ซึ่งนักเรียนทำนายว่า จะเกิดฟองแก๊สได้เร็วที่สุด (อธินาย : E)

4.1.4.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำานหรือถึงที่สุดใจตั้งแต่ริมดัน โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในปัจจัยของความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่แตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ I-3 เลือกกรด 1 ชนิด จากกรด 3 ชนิด คือ HCl, CH<sub>3</sub>COOH และ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ที่ความเข้มข้น 0.1 M เท่ากัน ทำปฏิกิริยากับ NaHCO<sub>3</sub>

กลุ่มที่ 4-6 เลือกกรด 1 ชนิด จากกรด 3 ชนิด คือ HCl, CH<sub>3</sub>COOH และ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ที่ความเข้มข้น 0.1 M เท่ากัน ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ (CaCO<sub>3</sub>) น้ำหนักเท่ากัน

4.1.4.3 จากการทดลองของนักเรียนได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า กรด 3 ชนิด คือ HCl, CH<sub>3</sub>COOH และ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ที่ความเข้มข้น 0.1 M เท่ากัน ทำปฏิกิริยากับ NaHCO<sub>3</sub> 2 กรัม จะเกิดวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการเกิดแก๊ส CO<sub>2</sub> ซึ่งกรด H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด เกิดฟองแก๊สเข้มเร็วมากที่สุด และสิ้นสุดการการเกิดแก๊สเร็วที่สุด ส่วนการ

ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ ( $\text{CaCO}_3$ ) น้ำหนักเท่ากัน กรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$  จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด เกิดฟองแก๊สขึ้นเร็วมากที่สุด เช่นกัน รองลงมาคือ  $\text{HCl}$  และ  $\text{CH}_3\text{COOH}$

4.1.4.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ กรด 3 ชนิด คือ  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  และ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ที่ความเข้มข้น 0.1 M เท่ากัน ทำปฏิกิริยา กับ  $\text{NaHCO}_3$  2 กรัม และเปลือกไข่ ( $\text{CaCO}_3$ ) น้ำหนักเท่ากัน จะได้ผลการทดลองเหมือนกัน คือ อัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีวัดโดยการเกิดแก๊ส  $\text{CO}_2$  ซึ่งกรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$  จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด เกิดฟองแก๊สขึ้นเร็วและมากที่สุด และถ้าสุคการการเกิดแก๊สรีวที่สุด เนื่องจาก เป็นกรดที่แรง ที่สุด ( $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HCl} > \text{CH}_3\text{COOH}$ ) ผลที่ได้นี้เป็นปัจจัยของธรรมชาติของสารตั้งต้นที่แตกต่างกัน

4.1.4.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ ความรู้ของตนเอง คือ ปัจจัยการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นกับธรรมชาติของสารตั้งต้น ในการทดลองนี้คือ ความแรงของกรดที่แตกต่างกัน ( $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HCl} > \text{CH}_3\text{COOH}$ ) กรดที่แก่กว่าจะมีอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีที่เร็วกว่า แล้วครูสุ่มบางกลุ่มออกนานำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครู และเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล และองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มนี้อีก

4.1.5 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : พื้นที่ผิวของ สารตั้งต้น

4.1.5.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในค่าความท่างวิทยาศาสตร์ โดยการ นำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดค่าความ โดยครูจัดกิจกรรม POE เรื่อง เสือหรือใหญ่เกิดฟองแก๊ส มากกว่า โดยครูตามนักเรียนก่อนทดลองว่า ระหว่างลวดแมงนีเซียม ( $\text{Mg}$ ) ยาว 3 เซนติเมตร 1 ชิ้น ระหว่างลวดแมงนีเซียม ยาว 3 เซนติเมตร แล้วนำมาตัดให้ได้ 8 ชิ้น การทดลองได้เกิดปฏิกิริยา กับ กรด  $\text{HCl}$  ได้เร็วกว่ากัน (ทำนาย : P) จากนั้นจึงสาธิตการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) นักเรียนทั้งห้องทำนายได้ไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนคิดว่า ลวด  $\text{Mg}$  ยาว 3 เซนติเมตร 1 ชิ้น จะเกิดฟองแก๊สได้มากและเร็วกว่าลวด  $\text{Mg}$  ยาว 3 เซนติเมตร แล้วนำมาตัด ให้ได้ 8 ชิ้น ชิ้นนักเรียนคิดว่า ลวด  $\text{Mg}$  ยาว 3 เซนติเมตร 1 ชิ้น จะมีพื้นที่ผิวในการเกิดปฏิกิริยา มากกว่า ลวด  $\text{Mg}$  ยาว 3 เซนติเมตร แล้วนำมาตัดให้ได้ 8 ชิ้น ชิ้นครูต้องวิเคราะห์เป็นกล่องลูกบาศก์ ระหว่างตัดเป็นกล่องกับกล่องเดียว แล้วให้นักเรียนหาพื้นที่ผิว จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับ ลวด  $\text{Mg}$  (อธิบาย : E)

4.1.5.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ เก็บ รวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถามหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์

ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยาเปลือกไข่ที่มีขนาดต่างกัน กับ  $H_2SO_4$  โดยวัดการแทนที่ของน้ำ

4.1.5.3 จากการทดลองของนักเรียนได้ข้อมูลอะไรมาก และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า เปลือกไข่ที่มีขนาดเล็กที่สุดในปริมาณเท่ากัน จะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มากที่สุด

4.1.5.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่พบว่า ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเปลือกไข่ที่มีขนาดเล็กซึ่งมีพื้นที่ผิวน้ำมาก จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงกว่า เปลือกไข่ที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีพื้นที่ผิวน้อย สอดคล้องกับการเกิดปฏิกิริยาที่ตัว Mg เป็นชิ้นเล็กๆ มีพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการใช้ลวด Mg 1 ชิ้น ซึ่งมีพื้นที่ผิวน้อยในการทำปฏิกิริยา

4.1.5.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกับของแข็ง ของแข็งที่มีขนาดเล็กซึ่งมีพื้นที่ผิวน้ำมากจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงกว่า ของแข็งที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีพื้นที่ผิวน้อย จากนั้นครูสุ่มนางกลุ่มออกแบบหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครูและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ

#### **4.1.6 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : ความเข้มข้นของสารตั้งต้น**

4.1.6.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำานทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำาน โดยครูจัดกิจกรรม POE เรื่อง ความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร ตามนักเรียนเพื่อให้เกิดคำานทางวิทยาศาสตร์ว่า เมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นของกรด  $HNO_3$  ในการทำปฏิกิริยากับ  $Zn(s)$  จะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร เพราะอะไร (ทำนาย : P) จากนั้นครูสาธิตการทดลอง แล้วนักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง 0.1, 0.3 และ 0.5 M  $HNO_3(aq)$  ในการทำปฏิกิริยากับ  $Zn(s)$  (สังเกต : O) นักเรียนทั้งห้องทำนายได้ถูกต้องว่า เมื่อเข้มข้นของกรด  $HNO_3$  มากขึ้น จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาในการทำปฏิกิริยากับ  $Zn(s)$  มากขึ้น โดยสังเกตได้จากจำนวนฟองแก๊สที่เกิดขึ้น (อธิบาย : E)

4.1.6.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำานหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับปัจจัยของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

กลุ่มที่ 1-3 ใช้ 0.1, 0.2 และ 0.3 M  $H_2SO_4$  กับน้ำหนักของเปลือกไข่ ( $CaCO_3$ ) ขนาดเล็ก 1 กรัม เท่ากัน

กลุ่มที่ 4-6 ใช้ 0.2 M HCl เข้มข้นเท่ากันปริมาตรเท่ากัน เปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเปลือกไข่ ( $CaCO_3$ ) ขนาดเล็ก ปริมาณ 1, 2 และ 3 กรัม

4.1.6.3 จากการทดลองของนักเรียนได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นของกรด  $H_2SO_4$  เพิ่มขึ้นเป็น 0.1, 0.2 และ 0.3 M ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ ( $CaCO_3$ ) ขนาดเล็ก 1 กรัม เท่ากัน เมื่อกรด  $H_2SO_4$  มีความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น และเมื่อใช้ความเข้มข้นของกรด 0.2 M HCl เท่าเดิม ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ ( $CaCO_3$ ) ขนาดเล็ก ปริมาณ 1, 2 และ 3 กรัม เมื่อเปลือกไข่มีปริมาณมากขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น โดยการเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่ม

4.1.6.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ว่า การเพิ่มความเข้มข้นของกรด  $H_2SO_4$  หรือเพิ่มเปลือกไข่มากขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น เป็นผลของการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นให้มีมากขึ้น โอกาสการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมมากขึ้น ทำให้มีพลังงานมากขึ้นและมีค่ามากกว่าพลังงานก่อภัยมันต์ ( $E_a$ )

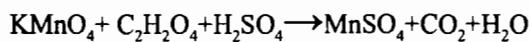
4.1.6.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ ปัจจัยที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นอีกปัจจัยหนึ่งคือ การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นให้มีมากขึ้น เนื่องจากเป็นการเพิ่มโอกาสการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมมากขึ้น ทำให้มีพลังงานมากขึ้นและมีค่ามากกว่าพลังงานก่อภัยมันต์ ( $E_a$ ) ส่งผลให้มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น จากนั้นครุสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครุและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ

4.1.7 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา และความดัน

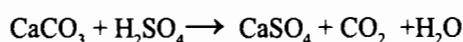
4.1.7.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำานทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำาน โดยครุจัดกิจกรรม POE เรื่อง ตัวเร่งและตัวหน่วงมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร (ทำนาย : P) ให้นักเรียนสังเกตการณ์สาธิตการทดลอง การเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่าง  $C_2H_2O_4$  กับ  $H_2SO_4$  และปฏิกิริยาระหว่าง  $CaCO_3$  กับ  $H_2SO_4$  โดยการเติม  $MnSO_4$  (สังเกต : O) นักเรียนทั้งห้องทำนายได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนไม่ทราบว่า การเติม  $MnSO_4$  จะมีผลต่อปฏิกิริยาอย่างไร เพราะไม่รู้สมบัติของ  $MnSO_4$  (อธิบาย : E)

4.1.7.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถามหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับผลของตัวเร่งปฏิกิริยา ( $KMnO_4$ ) และตัวหน่วย ( $NaF$ ) ดังนี้

กลุ่มที่ 1-3 ทดลองผลของตัวเร่งปฏิกิริยา  $MnSO_4$  ต่อการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยา กันระหว่างกรดออกซาลิก ( $C_2H_2O_4$ ) กรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) และสารละลายน้ำแข็ง เช่น เปอร์แมงกานेस ( $KMnO_4$ ) โดยมีสารละลายนามีสีเขียวชี้มันต์ ( $MnSO_4$ ) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



กลุ่มที่ 4-6 ทดลองผลของตัวหน่วยปฏิกิริยา  $NaF$  ต่อการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยา กันระหว่างเปลือกไข่ไก่ กับกรดอะซิติก โดยมีผงโซเดียมฟลูออไรด์ เป็นตัวหน่วยปฏิกิริยา



เมื่อทดลองเสร็จครุยชินายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ผลของความดัน ที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา คณิ

4.1.6.3 จากการทดลองของนักเรียน ได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ ต้องล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า การทำปฏิกิริยา กันระหว่างกรดออกซาลิก ( $C_2H_2O_4$ ) กรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) และสารละลายน้ำแข็ง เช่น เปอร์แมงกานेस ( $KMnO_4$ ) โดยมีสารละลายนามีสีเขียวชี้มันต์ ( $MnSO_4$ ) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะทำให้อัตราการเปลี่ยนจากสีชมพูไปเป็นสีเหลืองได้เร็วขึ้น เนื่องจากเติม  $MnSO_4$  ลงไป และการทำปฏิกิริยา กันระหว่างเปลือกไข่ไก่ กับกรดอะซิติก โดยมีผงโซเดียมฟลูออไรด์ เป็นตัวหน่วยปฏิกิริยา จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าลง คือ เปลือกไข่ไก่จะทำปฏิกิริยากรดอะซิติกช้าลง เกิดฟองแก๊สได้ช้า

4.1.7.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ว่า การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา จะมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยา ได้เร็วขึ้น เนื่องจากตัวเร่งจะทำให้ พลังงานก่อการมันต์ ( $E_a$ ) ของปฏิกิริยาลดลง ส่วนตัวหน่วยปฏิกิริยา จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าลง เนื่องจากตัวหน่วยจะทำให้พลังงานก่อการมันต์ของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องใช้พลังงานมากขึ้น จึงจะเอานะหรือไม่มากกว่าพลังงานก่อการมันต์ของปฏิกิริยา

4.1.7.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา จะมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยา ได้เร็วขึ้น เนื่องจากตัวเร่งจะทำให้พลังงานก่อการมันต์ ( $E_a$ ) ของปฏิกิริยาลดลง ส่วนตัวหน่วยปฏิกิริยา จะทำให้อัตราการ

เกิดปฏิกิริยาซ้ำลัง เนื่องจากตัวหน่วยจะทำให้พลังงานก่อคัมมันต์ของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องใช้ พลังงานมากขึ้น จึงจะอาจนำความไม่สงบมาไว้พลังงานก่อคัมมันต์ของปฏิกิริยา จากนั้นครุภูมิ บางกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครุและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ

#### **4.1.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : อุณหภูมิ**

4.1.8.1 ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำานทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำาน โดยครุจัดกิจกรรม POE เรื่อง อุณหภูมิสูงหรือต่ำทำให้มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร ครุตามนักเรียนว่า เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา จะมีผลต่อปฏิกิริยาที่เกิดจาก Zn (s) กับ HCl (aq) อย่างไร เพาะะอะไร (ทำนาย : P) จากนั้นสาธิตการทำทดลอง แล้วนักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn(s) กับ HCl (aq) ที่อุณหภูมิห้องและน้ำอุ่น (สังเกต : O) นักเรียนทั้งห้องทำนายได้ถูกต้อง ว่าการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn(s) กับ HCl (aq) ที่อุณหภูมน้ำอุ่นจะเกิดฟองแก๊สได้มากกว่าที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งนักเรียนอธิบายจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน เช่น หน้าหนาวรถจักรยานยนต์สตาร์ทติดยากกว่าหน้าร้อน (อธิบาย : E)

4.1.8.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทำทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำานหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับปฏิกิริยาของกรดกับเปลือกไข่ที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 และ 2 ศึกษาการทำปฏิกิริยา กับน้ำแข็ง หรือ โคลนริก (HCl) 0.2 mol/dm<sup>3</sup> กับเปลือกไข่ที่บดหนัก 2 กรัม โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิเดินน้ำแข็งประมาณ 5-10 °C

กลุ่มที่ 3 และ 4 ศึกษาการทำปฏิกิริยา กับน้ำแข็ง หรือ โคลนริก (HCl) 0.2 M กับเปลือกไข่ที่บดหนัก 2 กรัม โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้องประมาณ 25-35 °C

กลุ่มที่ 5 และ 6 ศึกษาการทำปฏิกิริยา กับน้ำแข็ง หรือ โคลนริก (HCl) 0.2 M กับเปลือกไข่ที่บดหนัก 2 กรัม โดยทำการทดลองที่อุณหภูมน้ำอุ่นประมาณ 60 °C

4.1.8.3 จากการทำทดลองของนักเรียนได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรม POE หรือไม่ ซึ่งการทำทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาสูงขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรด

ไฮโดรคลอโริก (HCl) 0.2 M กับเปลือกไข่ที่บดหนัก 2 กรัม เริ่วขึ้น คือ ที่อุณหภูมน้ำอุ่นประมาณ 60°C จะมีอัตราในการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด รองลงมา คือ ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 25-35 °C และต่ำที่สุด คือ ที่อุณหภูมิติดน้ำแข็งประมาณ 5-10 °C

4.1.8.4 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น เนื่องจากเป็นการเพิ่มพลังงานให้สารตั้งต้น ทำให้สารตั้งต้นเคลื่อนที่และมีโอกาสชนกันในทิศทางที่เหมาะสมมากขึ้น เมื่อชนกันแล้วทำให้ พลังงานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อภัยมันต์ ( $E_a$ )

4.1.8.5 นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ ความรู้ของตนเอง คือ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น เนื่องจากเป็นการเพิ่ม พลังงานให้สารตั้งต้น ทำให้สารตั้งต้นเคลื่อนที่และมีโอกาสชนกันในทิศทางที่เหมาะสมมากขึ้น เมื่อชนกันแล้วทำให้พลังงานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อภัยมันต์ ( $E_a$ ) จากนั้นครุสุ่น บางกลุ่มออกแบบนำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครุและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำ กิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ

## 4.2 ผลการวิจัย

ผลการศึกษาในครั้งนี้แยกกิจกรรมเป็น 2 ตอน ดังนี้

4.2.1 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียนที่เรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.2.1.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วย กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบร้า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเฉลี่ย 8.75 (SD 2.51) และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 26.13 (SD 6.09) มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย 17.38 หรือ ร้อยละ 43.45 จากการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent samples t-test analysis) พบร้า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $p < 0.001$ ,  $t = 22.23$ ,  $df = 62$ ) เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลัก พบร้า นักเรียนมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 4 เนื้อหา โดยมี ร้อยละของผู้ติดตามการเรียนรู้สูงสุดในเนื้อหาที่ 2 การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา (51.75) และมี

ร้อยละของผู้ติดตามการเรียนรู้ค่าสุขในเนื้อหาที่ 3 พลังงานกับการดำเนินของปฏิกริยาและทฤษฎีการชรา (38.73) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี จำแนกตามเนื้อหาหลัก

เนื้อหาหลัก	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		% gain	t-test	
		mean	SD	mean	SD		t	p
1. ความหมายของปฏิกริยา และอัตราการเกิดปฏิกริยา	5	0.76	0.71	3.22	1.04	49.21	15.56	<0.001*
2. การวัดอัตราการเกิดปฏิกริยา	5	0.70	0.75	3.29	0.99	51.75	14.56	<0.001*
3. พลังงานกับการดำเนินของปฏิกริยาและทฤษฎีการชรา	5	1.46	0.80	3.40	1.06	38.73	12.50	<0.001*
4. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	25	5.83	2.44	16.22	4.49	41.58	20.85	<0.001*
รวม	40	8.75	2.51	26.13	6.09	43.45	22.23	<0.001*

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย Dependent samples t-test analysis

#### 4.2.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่ง (12 คน) กลุ่มปานกลาง (36 คน) และ กลุ่มอ่อน (15 คน) โดยแบ่งกลุ่มจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน) กลุ่มเก่ง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่า  $mean + SD$  กลุ่มปานกลาง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในช่วงของ  $mean \pm SD$  และกลุ่มอ่อน ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนต่ำกว่า  $mean - SD$  จากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 40.63 ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 46.45 และนักเรียนกลุ่มอ่อนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความก้าวหน้า

ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 38.50 เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่ อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง เรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนภายในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน**

กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียน (คน)	คะแนน	mean	SD	% gain	t	p
กลุ่มเก่ง	12	ก่อนเรียน	12.33	0.56	40.63	10.15	<0.001*
		หลังเรียน	28.58	5.63			
กลุ่มปานกลาง	36	ก่อนเรียน	8.86	1.49	46.45	19.13	<0.001*
		หลังเรียน	27.44	6.37			
กลุ่มอ่อน	15	ก่อนเรียน	5.60	0.51	38.50	14.29	<0.001*
		หลังเรียน	21.00	4.16			

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย Dependent samples t-test analysis

#### 4.2.1.3 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

จากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน ด้วยค่าสถิติ One-Way ANOVA พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มนี้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เป็น 16.25 (SD 3.17), 18.58 (SD 3.58) และ 15.40 (SD 2.81) ตามลำดับ โดยนักเรียนกลุ่มอ่อนมีค่าเฉลี่ย ของคะแนนความก้าวหน้าน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่าง นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน กลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน เพื่อทดสอบว่า คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละกันนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ เพราะเมื่อ พิจารณากรอข้อมูลความก้าวหน้าของแต่ละกลุ่มแล้ว คือ 40.63, 46.45 และ 38.50 มีค่าแตกต่างกัน แต่พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มนี้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีค่า p เท่ากับ 0.992, 0.441 และ 0.171 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		ค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้า		p
		Mean Difference	SD	
กลุ่มเก่ง	กลุ่มอ่อน	0.85	2.10	0.992 <sup>a</sup>
กลุ่มเก่ง	กลุ่มปานกลาง	-2.33	1.81	0.441 <sup>a</sup>
กลุ่มปานกลาง	กลุ่มอ่อน	3.18	1.67	0.171 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย One-Way ANOVA analysis

เมื่อพิจารณาเรื่องคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนตามเนื้อหาพบว่า กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดในเนื้อหา เรื่อง ความหมายของปฏิกิริยาและอัตรา เท่ากับ 56.60 (mean 2.83) เรื่อง การวัดอัตรา เท่ากับ 58.40 (mean 2.92) และ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา เท่ากับ 40.80 (mean 10.20) ตามลำดับ และมีร้อยละ ความก้าวหน้าน้อยที่สุด ในเนื้อหา เรื่อง พลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน เท่ากับ 25.00 (mean 1.25) เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา เท่ากับ 43.12 (mean 10.78) และ เรื่อง ความหมายของปฏิกิริยา เท่ากับ 33.40 (mean 1.67) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4

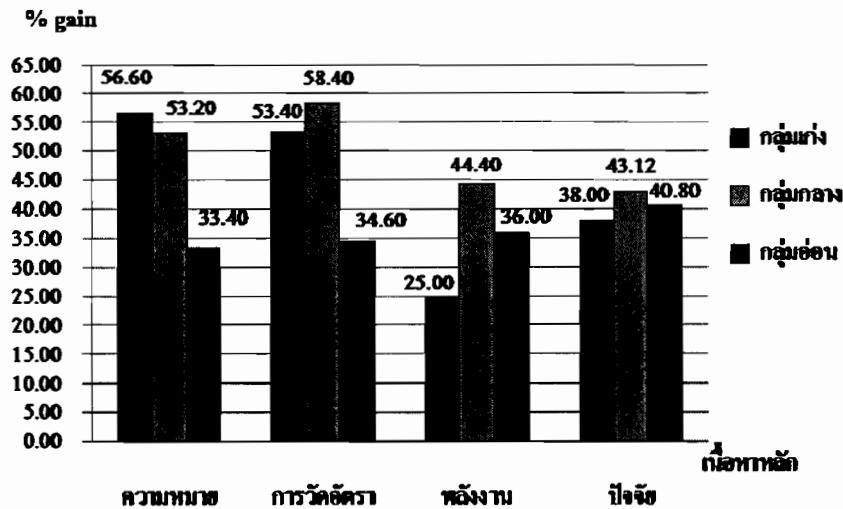
ตารางที่ 4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียน รู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

เนื้อหาหลัก (อัตรา = อัตราการเกิดปฏิกิริยา)	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า	
		mean	SD	mean	SD	mean	% Gain
<b>กลุ่มเก่ง (12 คน)</b>							
1. ความหมายของปฏิกิริยา และขั้นตอน	5	0.92	0.79	3.75	1.06	2.83	56.60
2. การวัดอัตรา	5	0.67	0.78	3.33	0.89	2.67	53.40
3. พลังงานกับการดำเนินของ ปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน	5	2.17	0.72	3.42	1.24	1.25	25.00
4. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา	25	8.58	1.16	18.08	3.20	9.50	38.00
<b>รวมกลุ่มเก่ง</b>	<b>40</b>	<b>12.33</b>	<b>0.65</b>	<b>28.59</b>	<b>5.63</b>	<b>16.25</b>	<b>40.64</b>

**ตารางที่ 4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดภัยคุกคาม ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (ต่อ)**

เนื้อหาหลัก (อัตรา = อัตราการเกิดภัยคุกคาม)	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า	
		mean	SD	mean	SD	mean	% Gain
<b>กลุ่มปานกลาง (36 คน)</b>							
1. ความหมายของปัญกริยา และอัตรา	5	0.69	0.75	3.36	0.99	2.66	<b>53.20</b>
2. การวัดอัตรา	5	0.58	0.73	3.50	1.06	2.92	<b>58.40</b>
3. พลังงานกับการดำเนินของปัญกริยาและทฤษฎีการชน	5	1.44	0.65	3.67	0.99	2.22	<b>44.40</b>
4. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา	25	6.14	1.82	16.92	4.44	10.78	<b>43.12</b>
<b>รวมกลุ่มปานกลาง</b>	<b>40</b>	<b>8.86</b>	<b>1.50</b>	<b>27.44</b>	<b>6.37</b>	<b>18.58</b>	<b>46.45</b>
<b>กลุ่มอ่อน (15 คน)</b>							
1. ความหมายของปัญกริยา และอัตรา	5	0.80	0.56	2.47	0.74	1.67	<b>33.40</b>
2. การวัดอัตรา	5	1.00	0.76	2.73	0.70	1.73	<b>34.60</b>
3. พลังงานกับการดำเนินของปัญกริยาและทฤษฎีการชน	5	0.93	0.79	2.73	0.80	1.80	<b>36.00</b>
4. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา	25	2.87	0.91	13.07	4.13	10.20	<b>40.80</b>
<b>รวมกลุ่มอ่อน</b>	<b>40</b>	<b>5.60</b>	<b>0.51</b>	<b>21.00</b>	<b>4.16</b>	<b>15.40</b>	<b>38.50</b>
<b>เฉลี่ยรวมทั้งสามกลุ่ม</b>	<b>40</b>	<b>8.75</b>	<b>2.51</b>	<b>26.13</b>	<b>6.09</b>	<b>17.38</b>	<b>43.45</b>

เนื้อเปรียบเทียบร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนตามเนื้อหาหลักในระหว่างกลุ่ม พบว่า ผลต่างของคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มเก่งในเนื้อหา เรื่อง พลังงาน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 เมื่อจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน (mean 2.17, SD 0.72) และหลังเรียน (mean 3.42, SD 1.24) มีค่าใกล้เคียงกัน จึงทำให้มีร้อยละความก้าวหน้าน้อยที่สุด และต่ำกว่าร้อยละความก้าวหน้าของนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน นอกจากนี้ยัง พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มนี้ร้อยละความก้าวหน้าที่ใกล้เคียงกัน คือ เนื้อหา เรื่อง ปัจจัย ดังภาพที่ 4.1

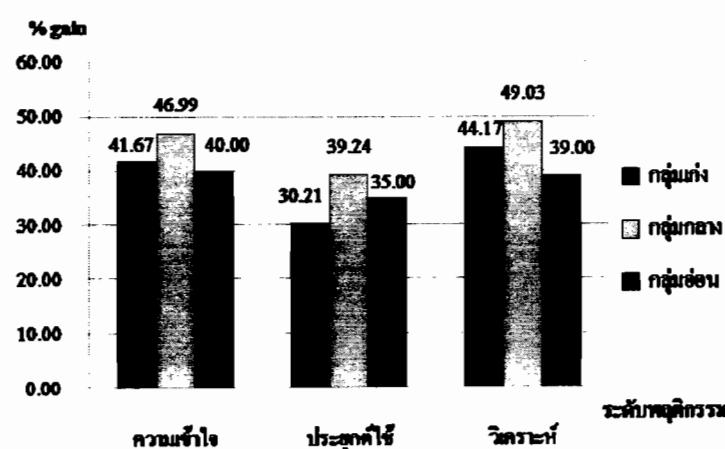


ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบร้อยละความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้

จากร้อยละความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เมื่อจำแนกตามระดับพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และ กลุ่มอ่อน พบร่วมกันว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง มีคะแนนระดับการวิเคราะห์ ความเข้าใจ การนำไปประยุกต์ใช้ ร้อยละ 44.17, 41.67 และ 30.21 ตามลำดับ นักเรียนกลุ่มปานกลาง มีระดับการวิเคราะห์ ความเข้าใจ การนำไปประยุกต์ใช้ ร้อยละ 49.03, 46.99 และ 39.24 ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มอ่อน มีระดับความเข้าใจ การวิเคราะห์ การนำไปประยุกต์ใช้ ร้อยละ 40.00, 39.00 และ 35.00 ตามลำดับ นักเรียนกลุ่มเก่งและ กลุ่มปานกลางมีความก้าวหน้ามากที่สุด ในระดับการวิเคราะห์ และน้อยที่สุดในระดับการนำไปประยุกต์ใช้ ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้ามากที่สุด ในระดับความเข้าใจ และน้อยที่สุด ในระดับการนำไปประยุกต์ใช้ ดังตารางที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียน จำแนกตามระดับพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระหว่างกลุ่ม พบร่วมกันว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มนี้ร้อยละความก้าวหน้าเรื่อยๆ ที่สุดที่สอดคล้องกัน คือ ในระดับการประยุกต์ใช้ ดังภาพที่ 4.2

**ตารางที่ 4.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามระดับพุติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน**

ระดับพุติกรรม	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า	
		mean	SD	mean	SD	mean	% Gain
<b>กลุ่มเก่ง (12 คน)</b>							
1. ความเข้าใจ	12	3.42	0.67	8.42	2.31	5.00	<b>41.67</b>
2. การนำไปประยุกต์ใช้	8	2.58	0.67	5.00	1.35	2.42	<b>30.21</b>
3. การวิเคราะห์	20	6.33	0.77	15.17	2.21	8.83	<b>44.17</b>
รวมกลุ่มเก่ง	<b>40</b>	<b>12.33</b>	<b>0.65</b>	<b>28.59</b>	<b>5.63</b>	<b>16.25</b>	<b>40.06</b>
<b>กลุ่มปานกลาง (36 คน)</b>							
1. ความเข้าใจ	12	2.72	0.88	8.36	2.24	5.64	<b>46.99</b>
2. การนำไปประยุกต์ใช้	8	1.69	0.82	4.83	3.22	3.14	<b>39.24</b>
3. การวิเคราะห์	20	4.44	1.15	14.25	1.42	9.81	<b>49.03</b>
รวมกลุ่มปานกลาง	<b>40</b>	<b>8.85</b>	<b>1.50</b>	<b>27.44</b>	<b>6.37</b>	<b>18.58</b>	<b>46.45</b>
<b>กลุ่มอ่อน (15 คน)</b>							
1. ความเข้าใจ	12	1.80	0.86	6.60	1.18	4.80	<b>40.00</b>
2. การนำไปประยุกต์ใช้	8	1.13	0.99	3.93	1.03	2.80	<b>35.00</b>
3. การวิเคราะห์	20	2.67	1.39	10.47	2.95	7.80	<b>39.00</b>
รวมกลุ่มอ่อน	<b>40</b>	<b>5.60</b>	<b>0.51</b>	<b>21.00</b>	<b>4.16</b>	<b>15.40</b>	<b>38.50</b>
เฉลี่ยรวมทั้งสามกลุ่ม	<b>40</b>	<b>8.75</b>	<b>2.51</b>	<b>26.13</b>	<b>6.09</b>	<b>17.38</b>	<b>43.45</b>



**ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบร้อยละความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำแนกตามระดับพุติกรรมของแบบทดสอบของนักเรียน**

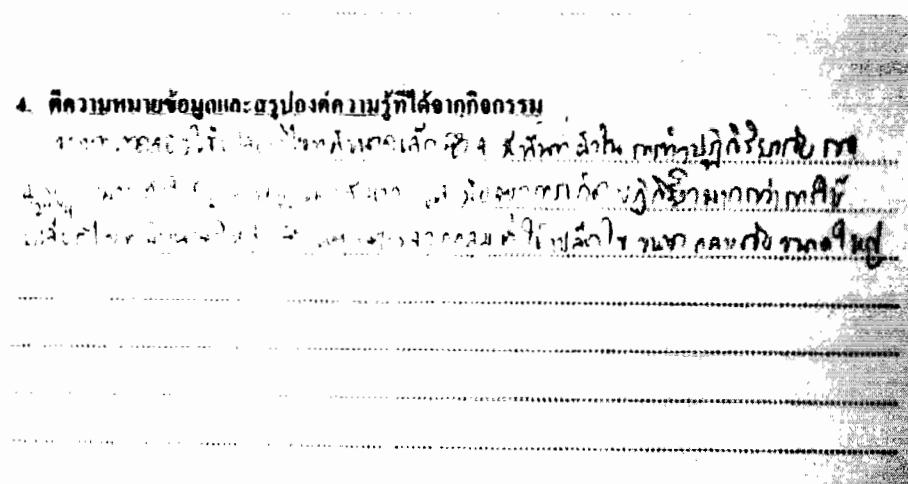
#### 4.2.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการศึกษาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน พิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมในระดับ “ดี” (73.82%) ซึ่งนักเรียนได้ระดับ “ดีมาก” (82.29%) ในทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และอยู่ในระดับ “ดี” คือ ทักษะการตั้งสมนติฐาน (74.06%) และการทดลอง (76.58%) แต่อยู่ในระดับ “พอใช้” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป (65.77%) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	คะแนน เต็ม	Mean	SD	%	ระดับ
1. การตั้งสมนติฐาน	15	11.11	0.84	74.06	ดี
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	15	12.34	0.90	82.29	ดีมาก
3. การทดลอง					
3.1 การออกแบบและการวางแผนการทดลอง	15	11.50	1.03	76.64	ดี
3.2 ปฏิบัติการทดลอง	15	11.52	0.84	76.79	ดี
3.3 การออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง	10	7.62	0.45	76.19	ดี
รวม	40	30.63	1.48	76.58	ดี
4. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป					
4.1 การตีความหมายข้อมูล	15	9.67	0.72	64.44	พอใช้
4.2 การลงข้อสรุป	15	10.07	0.79	67.11	พอใช้
รวม	30	19.73	1.23	65.77	พอใช้
เฉลี่ย				73.82	ดี

จากคะแนนทักษะกระบวนการทางวิชาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน  
ทั้ง 4 ทักษะ พบร่วมกันว่า นักเรียนได้คะแนนทักษะน้อยที่สุดอยู่ในระดับ “พอใช้” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (65.77%) เนื่องจาก นักเรียนไม่นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลและการตีความหมายข้อมูล มาอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเข้าเป็นองค์ความรู้ที่ได้หรือเป็นการสรุปผลแต่ส่วนมากจะเป็นการสรุปข้อมูลที่ได้จากการทดลองเชื่อมโยงเข้ากับสมมติฐานการทดลองเท่านั้น พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอนในการทำกิจกรรมการทดลองที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี: พื้นที่ผิวด่องสารตั้งต้น ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการศึกษาความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในกิจกรรมการคลองที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น

### 4.3 ອກີປ່າຍພດ

#### **4.3.1 การศึกษาผลลัพธ์ที่ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

### 4.3.1.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเฉลี่ย 8.75 (SD 2.51) และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 26.13 (SD 6.09) มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย 17.38 หรือร้อยละ 43.45 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $p < 0.001$ ,  $t = 22.23$ ,  $df = 62$ ) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรม POE ทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้นในใจ ที่สังเกตได้จากผลของกิจกรรม POE ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาเรื่องนั้นๆ และทำให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้นตามที่คาดคะเนไว้ ซึ่งสอดคล้องและสนับสนุนกับรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้มีการแลกเปลี่ยนความรู้มากขึ้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรมในครั้งนี้ได้เน้นทักษะการคิดและทักษะความรู้ในขั้นสูง ทำให้เป็นส่วนหนึ่งที่สนับสนุนในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชานั้นๆ ได้ (ปรีyanuch สตาวรอมพี, 2548) และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองที่ได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบและเชื่อมโยงเข้ากับหลักการที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาอธิบายและเป็นค่าตอบของคำถามที่ได้ตั้งไว้ในตอนต้น นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น เพราะได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่ม รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครุ มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ตลอดจนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (อรัญญา สติติ ไพบูลย์, 2553)

เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูง จำแนกตามเนื้อหาหลัก พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 4 เนื้อหา โดยมีร้อยละของพัฒนาการเรียนรู้สูงสุดในเนื้อหาที่ 2 การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา (51.75) เพราะเนื้อหาในเรื่องนี้จะต้องทำการทดลองจึงจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากที่สุด ไม่สามารถคาดคะเนค่าตอบได้เหมือนกับเนื้อเรื่องอื่นๆ ส่วนเนื้อหาที่ 3 พลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน มีร้อยละของพัฒนาการเรียนรู้ต่ำสุด (38.73) เพราะเนื้อหาในเรื่องนี้สนับสนุนผลการทดลองได้น้อย ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ยากจากการทดลอง

**4.3.1.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน**

จากผลการทดสอบค่าที พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนกลุ่มเก่งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (mean 28.59, SD 5.63) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 12.33, SD 0.65) โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 40.63 ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (mean 27.44, SD 6.37) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 8.86, SD 1.50) โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 46.45 และนักเรียนกลุ่มอ่อน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (mean 21.00, SD 4.16) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 5.60, SD 0.51) โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 38.50 จากคะแนนความก้าวหน้าและร้อยละของพัฒนาการแสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ทำให้

นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น ได้ทั้งสามกลุ่ม โดยนักเรียนกลุ่มอ่อนนี้ร้อยละ ความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด เนื่องจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ มักจะเรียนรู้แบบกลุ่มนักเรียนที่เก่งมักจะมีบทบาทมากที่สุด เป็นผู้ที่ตอบคำถาม ส่วนนักเรียนคนอื่นๆ ขาดโอกาสทดสอบความคิดเห็น (กนกวรรณ พลายา, 2549) นอกจากนี้ครูต้อง มีการเตรียมกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายในการดึงดูดความสนใจของนักเรียน กลุ่มอ่อน ซึ่งมีความรับผิดชอบกับการเรียนน้อย ทำให้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้น้อย อาจส่งผล ให้ผลลัพธ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้สูงขึ้นไม่นาน ดังนั้น จึงควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็น ความสำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และต้องเอาใจใส่กับกลุ่มอ่อนนี้ ให้มีความกระตือรือร้นและมุ่งมั่นที่จะเรียนมากขึ้นมากขึ้นด้วย และเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ พัฒนากระบวนการคิด ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น นักเรียนเกิดความ กระตือรือร้นที่จะเรียนด้วยตนเองหาความรู้และลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดแรงเสริมให้นักเรียน อย่างรู้อย่างเห็นมากขึ้น ได้นำความรู้ไปใช้สร้างความรู้ใหม่โดยพยาบาลกันหาหลักฐาน มาสนับสนุนความคิดเห็นของตนก่อนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (รุ่งระวี ศิรินุญนาน, 2551)

#### **4.3.1.3 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลลัพธ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน**

จากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน ด้วยค่าสถิติ One-Way ANOVA พบว่า นักเรียนทั้ง สามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากร้อยละความก้าวหน้าของผลลัพธ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียน เมื่อจำแนกตามระดับพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลลัพธ์ทางการเรียนของกลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลาง และกลุ่มเก่ง พบร่วมกันว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง มีความก้าวหน้ามากที่สุดในระดับการวิเคราะห์ ร้อยละ 44.17 นักเรียนกลุ่มปานกลาง มีความก้าวหน้ามากที่สุดในระดับการวิเคราะห์ ร้อยละ 49.03 และนักเรียนกลุ่มอ่อน มีความก้าวหน้ามากที่สุดในระดับความเข้าใจ ร้อยละ 40.00 นักเรียน กลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลาง มีความก้าวหน้ามากที่สุด ในระดับการวิเคราะห์ และน้อยที่สุดในระดับ การนำไปประยุกต์ใช้ ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้ามากที่สุด ในระดับความเข้าใจ และน้อย ที่สุดในระดับการนำไปประยุกต์ใช้ แสดงให้เห็นได้ว่า ระดับพฤติกรรมความรู้ของนักเรียน เมื่อได้เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นั้น จะทำให้มีการพัฒนา ทักษะความรู้ขั้นสูงขึ้นเป็นลำดับขั้น (ศักดิ์ศรี สุภาษ, 2554) โดยนักเรียนกลุ่มอ่อนจะมี

ความก้าวหน้ามากขึ้นในระดับพฤติกรรมความรู้ระดับต้น คือ ในขั้นความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับระดับผลลัพธ์ทางการเรียนของนักเรียน เพราะในการพัฒนาทักษะความรู้นั้น จะต้องพัฒนาไปเป็นระดับขั้น เริ่มจากระดับความเข้าใจก่อนจึงจะพัฒนาไปสู่ระดับขั้นที่สูงขึ้นได้ ส่วนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีความก้าวหน้ามากที่สุดในระดับการวิเคราะห์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนมีพื้นฐานของความรู้ในระดับความเข้าใจมาแล้วก็จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาขึ้นในระดับสูงต่อมา คือระดับการวิเคราะห์ และผลที่สอดคล้องกันของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม คือ ความรู้ในระดับการนำไปประยุกต์ใช้จะน้อยที่สุด ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรเน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้และสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนในแต่ละชั้วโมงไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันให้มากขึ้น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น อาจจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้น ในสังคมหรือในชีวิตประจำวัน แล้วให้นักเรียนร่วมกันหาสาเหตุของปัญหาว่าเกิดขึ้นเพราะอะไร นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหา และวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นหลังจากเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ อย่างไร (ชนิษฐา อินทะศรี, 2552 ; เสาร์นีย์ เวชพิทักษ์, 2550)

#### **4.3.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

จากผลคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมในระดับ “ดี” (73.82%) ซึ่งนักเรียนได้ระดับ “ดีมาก” (82.29%) ในทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และอยู่ในระดับ “ดี” คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (74.06%) และการทดลอง (76.58%) แต่อยู่ในระดับ “พอใช้” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (65.77%) อาจเนื่องมาจาก นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะที่ในการกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน และการทดลองมากกว่า ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งเป็นทักษะที่มีความยุ่งยากมากขึ้น ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปต้องนำความรู้จากทฤษฎีต่างๆ มาสนับสนุนผลการทดลอง ที่ได้ และมักจะใช้เวลานาน เป็นผลให้ความสามารถของผู้เรียนในทักษะนี้ได้รับการพัฒนาน้อยลง ไปด้วย แต่ถึงอย่างไร ในภาพรวมแล้วการจัดกิจกรรมการเรียนแบบนี้ก็ทำให้นักเรียนก้าวทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับ “ดี” เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีปฏิบัติการทดลองจริง มีการค่าแนวกิจกรรมการเรียนรู้และการทดลองที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในด้านต่างๆ (ปราิชาดิ คงศรี, ศักดิศรี ศุภายร และประนตอน แซ่จีง, 2553) และในแต่ละขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง ได้รู้จักกำหนดปัญหาเอง (ชวัช ยะสุคា, ศักดิศรี ศุภายร และกิตติญา วงศ์ขันธ์, 2553) ได้วางแผนการทดลอง รู้จักตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ รู้จักการ

วางแผนทางในการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลด้วยตนเอง รวมถึงการร่วมกิจกรรมกลุ่มเพื่อค้นหาข้อมูล ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ เก็บข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ฝึกการอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลอง และร่วมกันสร้างข้อสรุป แสดงความสามารถได้อย่างเด่นที่ นอกจากนี้ยังใช้สารเคมีที่มีในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนร่วมกับการประยุกต์ใช้วัสดุที่พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวันเพื่อให้เข้าใจถึงความเหมือนและความแตกต่างในการเกิดปฏิกิริยา ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงเข้ากับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้มากขึ้นด้วย (jinca พราหมณ์, 2552) การใช้กิจกรรม POE เพื่อกระตุนให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย และเกิดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ และกระตุนให้นำไปสู่กระบวนการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ เพราะสามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหาและหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนทำงานและการให้เหตุผลในการพิที่ผลการทดลองที่ได้มีความขัดแย้งกับคำทำงาน (มารกรัตน์ บุญกิจ, 2553) ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดของตนเอง หรือหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือได้ยังด้วยกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต่อไป จะส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และจากผลการวิจัย พบว่าเนื้อหาเรื่องที่ ๕ พื้นที่ผิว กับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ผลการทดลองที่ได้ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ เพราะนักเรียนคิดว่าสารตั้งต้นที่มีขนาดใหญ่ จะมีพื้นที่ผิวนาน แล้วอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมากไปด้วย แต่ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สารตั้งต้นที่มีขนาดเล็ก จะมีพื้นที่ผิวนาน แล้วอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมากไปด้วย ทำให้เกิดคำนิยามขึ้นแล้วนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มเก่งสามารถขึ้นมา担当ด้วยตัวเอง พร้อมกับขึ้นยืน担当จากการแนะนำของครูและข้อมูลอ้างอิงต่างๆ ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียน ได้มากขึ้น ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่mor่อน มีความสามารถในการอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบการทำอธิบายและตอบคำถามที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั้นขึ้นอยู่ในระดับที่ต่ำ ครุภาระให้นักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่mor่อนเริ่มเรียนในลักษณะสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดให้ก่อนในช่วงแรก เพื่อฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนในรูปแบบนี้ หลังจากนั้นจึงเพิ่มระดับการสืบเสาะหาความรู้เป็นแบบนำทางและแบบรีแบรนด์แนวทางต่อไป จึงจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551)

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยการพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถสรุปผลการวิจัย และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปผลแยกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

**5.1.1 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียนที่เรียนค่วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

5.1.1.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบร่วมกันว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเฉลี่ย 8.75 (SD 2.51) และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 26.13 (SD 6.09) มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย 17.38 หรือร้อยละ 43.45 จากการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent samples t-test analysis) พบร่วมกันว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $p < 0.001$ ,  $t = 22.23$ ,  $df = 62$ ) เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลัก พบร่วมกันว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 4 เนื้อหา โดยมีร้อยละของพัฒนาการเรียนรู้สูงสุดในเนื้อหาที่ 2 การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา (51.75) และมีร้อยละของพัฒนาการเรียนรู้ต่ำสุดในเนื้อหาที่ 3 พลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน (38.73)

5.1.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ภายใต้กลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

ผลของความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ขั้นสูง วิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยแบ่งกลุ่มจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน กลุ่มเก่ง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่า  $mean + SD$  กลุ่มปานกลาง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในช่วงของ  $mean + SD$  และ  $mean - SD$  และกลุ่มอ่อน ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนต่ำกว่า  $mean - SD$  พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $mean = 28.59$ ,  $SD = 5.63$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $mean = 12.33$ ,  $SD = 0.65$ ) โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 40.64 ส่วนนักเรียน กลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $mean = 27.44$ ,  $SD = 6.37$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $mean = 8.86$ ,  $SD = 1.50$ ) โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 46.45 และนักเรียนกลุ่มอ่อน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $mean = 21.00$ ,  $SD = 4.16$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $mean = 5.60$ ,  $SD = 0.51$ ) โดยมี ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 38.50 เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าที่แบบ กลุ่มตัวอย่าง ไม่อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### 5.1.1.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ขั้ตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

ผลของความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นทักษะความรู้ ขั้นสูง วิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และ กลุ่มอ่อน ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เมื่อทดสอบด้วยสถิติ One-Way ANOVA พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มนิ่มค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยของคะแนน ความก้าวหน้าของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีค่าเท่ากัน 16.25 ( $SD = 5.55$ ), 18.58 ( $SD = 5.83$ ) และ 15.40 ( $SD = 4.17$ ) ตามลำดับ ร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ตามเนื้อหา พบว่า กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดในเนื้อหา เรื่อง ความหมายของปฏิกิริยาและอัตรา เท่ากัน 56.60 เรื่อง การวัดอัตรา เท่ากัน 58.40 และ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา เท่ากัน 40.80 ตามลำดับ และมีร้อยละความก้าวหน้าน้อยที่สุด ในเนื้อหา เรื่อง พลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน เท่ากัน 25.00 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา เท่ากัน 43.12 และเรื่อง ความหมายของปฏิกิริยา เท่ากัน 33.40 ตามลำดับ และร้อยละความก้าวหน้า ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เมื่อจำแนกตามระดับพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงของนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลาง และกลุ่มเก่ง พนวจ นักเรียนกลุ่มเก่ง มีระดับการวิเคราะห์ ความเข้าใจ การนำไปประยุกต์ใช้ ร้อยละ 44.17, 41.67 และ 30.21 ตามลำดับ นักเรียนกลุ่มปานกลาง มีระดับการวิเคราะห์ ความเข้าใจ การนำไปประยุกต์ใช้ ร้อยละ 49.03, 46.99 และ 39.24 ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มอ่อน มีระดับความเข้าใจ การวิเคราะห์ การนำไปประยุกต์ใช้ ร้อยละ 40.00, 39.00 และ 35.00 ตามลำดับ นักเรียน กลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีความก้าวหน้ามากที่สุด ในระดับการวิเคราะห์ และน้อยที่สุด ในระดับ การนำไปประยุกต์ใช้ ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้ามากที่สุด ในระดับความเข้าใจ และน้อยที่สุด ในระดับการนำไปประยุกต์ใช้ และนักเรียนทั้งสามกลุ่ม มีร้อยละความก้าวหน้าที่สอดคล้องกัน และน้อยที่สุด ในระดับการนำไปประยุกต์ใช้

### **5.1.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน พิจารณา โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พนวจ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการโดยรวมทั้ง 4 ทักษะ อยู่ในระดับ “ดี” (73.82%) ซึ่งนักเรียนได้ระดับ “ดีมาก” (82.29%) ในทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และอยู่ในระดับ “ดี” คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (74.06%) และการทดลอง (76.58%) แต่อยู่ในระดับ “พอใช้” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลง ข้อสรุป (65.77%) เนื่องจาก นักเรียนไม่นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลและการตีความหมายข้อมูล มาอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเข้าเป็นองค์ความรู้ที่ได้หรือเป็นการสรุปผล แต่ส่วนมากจะเป็นการสรุป ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเชื่อมโยงเข้ากับสมมติฐานการทดลองเท่านั้น

## **5.2 ข้อเสนอแนะ**

### **5.2.1 ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์**

5.2.1.1 การศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของ นักเรียน ส่วนมากจะมีการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้เป็นกลุ่ม ครุภาระตื้น ให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยสังเกตพัฒนาการของนักเรียนรายบุคคล ในแต่ละสถานการณ์ที่ครุกำลังทำการสอน

5.2.1.2 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มอ่อนชี้มีความรับผิดชอบในการเรียน น้อย อาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้สูงขึ้น ไม่มาก ดังนั้น ครุภาระตื้น ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และต้องเอาใจใส่ กับกลุ่มอ่อนนี้มากขึ้นด้วย

5.2.1.3 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจะมีการพัฒนาความรู้ในระดับการนำไปประยุกต์ใช้จะน้อยที่สุด ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครุศาสตร์เน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้และสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนในแต่ละชั้ว โงนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ให้นำกเข้า เช่น อาจจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมหรือ ในชีวิตประจำวัน แล้วให้นักเรียนร่วมกันหาแนวทางการแก้ไข

### **5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

5.2.2.1 ควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับกิจกรรม POE ไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางการคิดค้านค่างๆ ของนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มสาระการรู้วิทยาศาสตร์

5.2.2.2 ควรศึกษาและเปรียบเทียบผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางการคิดค้านค่างๆ ของนักเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรม POE และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับวิธีอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ พลจายา. การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนกุมภาฯ จังหวัดอุตรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.
- กนกอร คำผุญ. การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวภูจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น โดยใช้พหุปัญญา กับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับ โนมดิช์วิทยา : การหายใจ การดังกระห์ดดวยแสง และการหายใจและการดังกระห์ดดวยแสง และการคิดเชิงวิพากษ์ วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- ชนิษฐา อินทะศรี. “ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม”, วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4(1) : 19-26, 2552.
- จันทร์จริรา กมรศิลปะธรรม. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปีโตรเลียมและพลังงานร่องนักเรียนระดับประภาคณ์ยืนตัววิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.
- จินดา พรมณฑล. “การพัฒนาความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขตติดต่อการเรียนวิชา”, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 15(4) : 317-330, 2552.
- พิมพ์พันธ์ เศษคุปต์ และคณะ. วิธีวิทยาการเรียนแผนขั้นตอนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยหลักการสอน 3S+I: การบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2549.
- ชาตรี ฝ่ายคำดา. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 11(1) : 36-38, 2551.
- ไชยยันต์ จรุญเสาวภาคิจ. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมการการคิดและเขตติดติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ณารากรณ์ บุญกิจ. “ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย”, ใน การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ธนาวดี ตั้งธารงค์นวัฒน์. การเปรียบเทียบแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนดิชีวิทยา : เชลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเชลล์ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนของ Wheatley และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท.

วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

ธวัช ยะสุคា, ศักดิ์ศรี ถุภายร และกิตติยา วงศ์ขันธ์. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโตร (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 3(พิเศษที่ 1) : 320-326, 2553.

ธัญญารัตน์ ธนูรัตน์. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

น้ำด้าง จันเสริม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.  
เบญจมาศ เกตุแก้ว. การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา พิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

ประสา พ่องพันธุ์งาม. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (INQUIRY CYCLE) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ประชาติ คงศรี, สักดิศรี สุกษ์มร และประนอม แซ่จิง. “การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3(ฉบับพิเศษ) : 163-172, 2553.
- ปรีyanuch สถาวรรณ. “การพัฒนากิจกรรมในหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียน”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 16(2) : 61-71, 2548.
- ปรีyaพร วงศ์อนุตร ใจนัน. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพลักษณ์ : กรุงเทพมหานคร. 2546.
- พัชรี จิวพัฒนกุล. “การพัฒนาทักษะการคิดโดยใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) จังหวัดสงขลา”, วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์. 10(1) : “ไม่มีเลขหน้า”, 2552.
- พิมพันธ์ เศษชุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิค การสอน 1. กรุงเทพมหานคร : เดอะมาสเตอร์ครุฟ์แม่นเนจเม้นท์, 2544.
- เยาวเรศ ใจเย็น. แนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.
- ระเบียบ อนันตพงศ์. ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีค่าต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสنانมของแรง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยศรีบูรพา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2550.
- รติพร ศรีลดาเดา. “การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัดจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบวัดจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่มีค่าต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 11(1) : 92-105, 2552.
- รุ่งระวิ ศรีบุญนา�. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัดจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

เรื่องศักดิ์ ไตรพีน. การตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการขัดแย้งทางปัญญาในวิชาพิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

วิภากรณ์ กมลสินธุ. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนรู้พุทธิสัย 6 ขั้น ของกลุ่มในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัย รามคำแหง, 2547.

วิภาวดน์ ขัดดิยะมาน และอมรวรรณ วีระธรรมโน. การสอนเพื่อพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร : เทมการพิมพ์, 2549.

หักดิศร์ สุภายร. “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 22(2) : 331-343, 2554.

ศรีบุญตาม ใจศรี. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัสดุจัดการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนมติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายและอบรม รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2548.

คุณมือการจัดการเรียนรู้กุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยา. คุณมือการจัดการเรียนรู้กุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2550.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). “รายงานผลการทดสอบระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET)”, ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอนเน็ต <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/MainSch/MainSch.aspx?mi=3>. เมษายน, 2554.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สันหวัช สอนท่าโภ. “ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวัสดุจัดการสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และคุณค่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคุณค่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 18(2) : 199-212, 2550
- สิวพร สุวรรณเจริญ. การใช้ชุดกิจกรรมเคมีเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชาตุนารายณ์วิทยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2552.
- สุธรรม พิงค์ โนนศรีชัย. การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- สุรีย์ สุชาสโนบล. การศึกษาผลกระทบจากการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549.
- สังกรานต์ มูลศรีแก้ว. ตัวแทนความคิด เรื่อง ของไอล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- สมจิตร ขอคนอก. การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพลังงานหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- เสาวนีช์ เวชพิทักษ์. “การเบริ่งเทิบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดัน ที่เรียนโดยใช้ โปรแกรมบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 3(3) : 7-15, 2550.
- อภิชา อารุณ ใจร้อน. “อิทธิพลของคุณลักษณะผู้เรียนและการจัดการเรียนการสอนที่มีต่อการคิด ขั้นสูงที่ส่งผ่านการคิดขั้นต้น : การวิเคราะห์อภิมาน”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยฯพัลจกรรณ์. 5(3) : 156-170, 2553.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อรัญญา สฤทธิ์พันธุ์. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- อรุณ โภคลัง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนสามเหลี่ยมวิทยา จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2552.
- ธรรมราษ หอมพรหมา. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การสอนแบบการเทียบ (Analogy Approach). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). American Association for the Advancement of Science Project 2061: Science for All Americans. Washington, DC: AAAS, 1989.

Anderson, L.W., and Krathwohl, D.R. A taxonomy for learning, teaching and assessing : A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives : Complete edition. New York: Longman, 2001.

National Research Council (NRC). Inquiry and the National Science Education Standards : A guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

Cardak, O., Dikmenli, M. and Saristas, O. "Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic", Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9(2): 1-11, 2007.

Zoller, U. and Pushkin, D. "Higher and lower-order cognitive skills: The case of chemistry", Research in Science Education. 27(1): 117-130, 1997.

White, RT. and Gunstone, RF. Probingunderstanding. London: Falmer Press, 1992.

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก  
รายงานผลการคุณวุฒิ

**รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือและเนื้อหา ในการทำวิทยานิพนธ์**  
**เรื่อง การพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์**  
**ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>1. ดร.ศักดิ์ศรี สุภायร</b>      | อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยจุฬาภรณ์   |
| <b>2. นายรุ่งศักดิ์ วัฒนะรัตน์</b> | ครุ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้<br>วิทยาศาสตร์ โรงเรียนรวมวิทยา รัชมังคลากิ่ง<br>สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 |
| <b>3. นางสาวนงลักษณ์ มีแก้ว</b>    | ครุ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์<br>โรงเรียนโนนสะอาดพิทยาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่<br>การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20                           |

**ภาคผนวก ฯ**  
**เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

## ข.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

**แบบทดสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**  
**แบบทดสอบที่ 40 ข้อ เวลา 60 นาที**

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกทำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1) การทดลองในข้อใดต่อไปนี้ทำเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีแบบเนื้อผ้า

- ก. เทน้ำอัดลมลงในแก้วที่มีน้ำแข็ง
- ข. ละลายนเกดิอ (NaCl) ในน้ำร้อน
- ค. เติมน้ำแก๊สไออกซิเจน ( $H_2$ ) ผสมกับแก๊ส ( $O_2$ ) ที่อุณหภูมิห้อง
- ง. นำลวดแมกนีเซียม (Mg) จุ่มลงในน้ำมะนาวา ( $CH_3COOH$ )

2) ในปฏิกิริยา  $CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

เมื่อปฏิกิริยา ไกลังถินสุดหัน อัตราการเกิดแก๊สcarbon ไอดอกไซด์จะเป็นอย่างไร และเพราะเหตุ

ใจ

- ก. ลดลง เพราะความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น เพราะผสมกับแก๊สcarbon ไอดอกไซด์ที่มีอยู่ในอากาศ
- ค. เท่าเดิม เพราะแก๊สcarbon ไอดอกไซด์ที่เกิดขึ้นอิ่มตัวแล้ว
- ง. ลดลง เพราะผลิตภัณฑ์รวมตัวกันกลับไปเป็นสารตั้งต้นมากขึ้น

3) เหตุการณ์ใดต่อไปนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยา ชาที่สุด

- ก. การเกิดสนิมเหล็ก
- ข. การเกิดหินงอกหินข้อยกภายในถ้ำ
- ค. การบ่มผลไม้ด้วยอะเซทิลีน
- ง. กระบวนการหมักข้าวเพื่อผลิตเอทานอล

4) ที่บ้านของนักเรียนทำอาหาร และวันหนึ่งนักเรียนได้บ่มน้ำมันวานิลลา 1 กิโลกรัม เพื่อเตรียมใส่อาหาร นักเรียน ไม่ควรใช้ภาชนะใดบอบรุนน้ำมันวานิลลา

- ก. ขวดน้ำปลาทีไนต์ปลาสติก
- ข. ถ้วยกระเบื้องที่มีฝาปิด
- ค. ขวดที่ทำจากอะลูมิเนียม
- ง. ขวดน้ำอัดลมที่เป็นพลาสติก

- 5) จากการสังเกตของนักเรียนคนหนึ่ง พบร้า เมื่อน้ำที่อยู่ในถังน้ำพลาสติกทึ้งไว้นานหลายวัน จะเกิดเป็นตะกอนคล้ายดินเหนียวติดที่ข้างถังน้ำ ข้อใดก่อตัวถูกต้องเกี่ยวกับเหตุการณ์ดังกล่าว
- ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะเป็นการตกตะกอนของฝุ่นในน้ำเท่านั้น
  - ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะปริมาณของน้ำมีปริมาณเท่าเดิม
  - เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะตะกอนที่อยู่ในน้ำทำปฏิกิริยากับถังพลาสติก
  - เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะตะกอนที่เกิดขึ้นเกิดจากแคลเซียมในน้ำระดับ

**คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-7** จากการทดลองวัดปริมาตรแก๊ส  $H_2$  ที่เกิดขึ้น ณ เวลา ต่าง ๆ ที่ผ่านพ้นไป เมื่อใช้ลวด  $Mg$  ทำปฏิกิริยากับสารละลาย  $HCl$  ในกระบอกดูดได้ข้อมูลดังนี้

ปริมาตรแก๊ส $H_2$ ( $\text{cm}^3$ )	เวลา (s)
5	30
10	65
15	100
20	155
25	225

- 6) อัตราการเกิดปฏิกิริยา  $H_2$  มีค่าเท่าใด
- $5/30 \text{ cm}^3/\text{s}$
  - $15/100 \text{ cm}^3/\text{s}$
  - $20/195 \text{ cm}^3/\text{s}$
  - $25/225 \text{ cm}^3/\text{s}$
- 7) อัตราการเกิดปฏิกิริยา  $H_2$  ระหว่างปริมาตร  $5-10 \text{ cm}^3$  มีค่า  $\text{cm}^3/\text{s}$
- $1/7 \text{ cm}^3/\text{s}$
  - $1/15 \text{ cm}^3/\text{s}$
  - $2/13 \text{ cm}^3/\text{s}$
  - $1/12 \text{ cm}^3/\text{s}$
- 8) จากปฏิกิริยา  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  เมื่อวัดความเข้มข้นของสาร  $\text{CaCl}_2(\text{aq})$  ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาพบว่าได้ข้อมูลดังตารางด่อไปนี้

เวลา(วินาที)	[ $\text{CaCl}_2$ ] ( $\text{mol}/\text{dm}^3$ )
0.00	0.650
5.00	0.700
10.00	0.750
15.00	0.850
20.00	1.000

อัตราการสลายตัวของ HCl(aq) มีค่ากี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรต่อวินาที ( $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$ )

- ก. 0.15  $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$
- ข. 0.035  $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$
- ค. 0.030  $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$
- ง. 0.0175  $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$

9) แก๊สไนโตรเจนไกออกไซด์รับความร้อนจะเกิดการสลายตัว ดังสมการ



เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามี  $\text{NO}_2$   $0.120 \text{ mol}/\text{dm}^3$  หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว 60 วินาที มี  $\text{NO}_2$  เหลืออยู่  $0.102 \text{ mol}/\text{dm}^3$  จงหาอัตราการสลายตัวของ  $\text{NO}_2$  ( $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$  หรือ  $\text{M}/\text{s}$ )

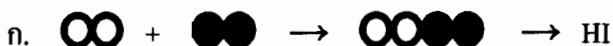
- |   |   |
|---|---|
| ก. $13.2 \times 10^{-4} \text{ M}/\text{s}$ | ข. $10.0 \times 10^{-5} \text{ M}/\text{s}$ |
| ค. $0.2 \times 10^{-5} \text{ M}/\text{s}$  | ง. $1.5 \times 10^{-4} \text{ M}/\text{s}$  |

10) การทำปฏิกิริยาของสารในสถานะใดที่เกิดปฏิกิริยาได้เร็วที่สุด

- ก. ของแข็งกับของแข็ง เพราะพื้นที่ผิวของสารมีโอกาสสัมผัสถกันได้มาก
- ข. ของเหลว กับของแข็ง เพราะพื้นที่ผิวของสารมีโอกาสสัมผัสถกันได้มาก
- ค. แก๊ส กับแก๊ส เพราะอนุภาคของสารเคลื่อนที่ได้สะดวกโอกาสชนกันได้มากขึ้น
- ง. ของเหลว กับของเหลว เพราะอนุภาคต่างๆ ของสารอยู่ใกล้ชิดกันโอกาสรวมตัวกันจึงสะดวก

11) จากปฏิกิริยา  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$  กำหนดให้ ● แทนอะตอม  $\text{H}$  และ ○ แทนอะตอม  $\text{I}$  ●●

แทน  $\text{HI}$  การชนกันของอนุภาคข้อใดมีโอกาสเกิดปฏิกิริยาได้ดีที่สุด



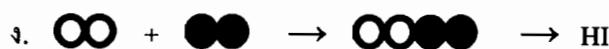
เพราะอนุภาคที่ชนกันมีพลังงานมากพอที่จะสลายพันธะเก่า แล้วเกิดพันธะใหม่ได้



เพราะอนุภาคที่ชนกันในทิศทางที่เหมะสมและมีค่าพลังงานมากกว่าหรือเท่ากับ พลังงานก่อภัยมันต์ (Activation Energy :  $E_a$ )



เพราะอนุภาคที่ชนกันในทิศทางที่เหมือนกัน เกิดการถลายพันธะได้ง่าย



เพราะอัตราการชนกันของอนุภาคมีความถี่สูง และชนในทิศทางที่เหมือนกัน เกิดการถลายพันธะได้ง่าย

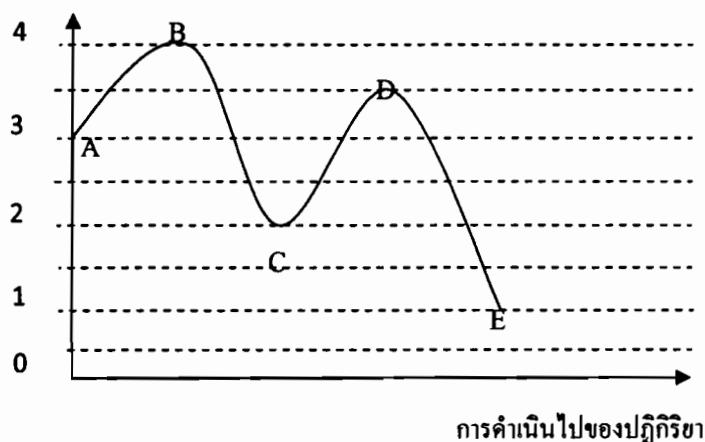
12) ปรากฏการณ์ข้อใดที่มีการถลุงงาน

- ก. เติมน้ำเส้นกินหมาก ( $\text{CaCO}_3$ ) ลงในน้ำ
- ข. น้ำแข็งแห้งเกิดการระเหิดกลาญเป็นไอ
- ค. เทไนโตรเจนเหลวบนพื้นเวที่เพื่อให้เกิดควันขาว
- ง. ใส่เกลือในน้ำแข็งในถังทำไอศกรีมทำให้อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

งใช้ข้อมูลจากกราฟที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อที่ 13-14

กำหนด การดำเนินไปของปฏิกิริยา A  $\rightarrow$  E เกิดตามแผนภาพดังนี้

พลังงาน (KJ/mol)



13) พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปของปฏิกิริยานี้ค่าเท่าใด

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| ก. คุณพลังงาน 10 KJ/mol | ข. คุณพลังงาน 20 KJ/mol |
| ค. คายพลังงาน 10 KJ/mol | ง. คายพลังงาน 20 KJ/mol |

14) พลังงานก่อต้มมันต์ (Activation Energy :  $E_a$ ) ของปฏิกิริยา A  $\rightarrow$  E มีค่าเท่าใด

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ก. 40 KJ/mol | ข. 35 KJ/mol |
|--------------|--------------|

ค. 15 KJ/mol

จ. 10 KJ/mol

- 15) ในการทำปฏิกิริยาพบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง  $H_2$  กับ  $O_2$  เกิดได้เร็วกว่าปฏิกิริยาระหว่าง  $N_2$  กับ  $O_2$  ที่ความเข้มข้น อุณหภูมิ และความดันเท่ากัน เป็นเพราะอะไรมากที่สุด  
 ก. สารตั้งต้นคุดพังงานที่แตกต่างกัน  
 ข. สารผลิตภัณฑ์มีพังงานแตกต่างกัน  
 ค. สารตั้งต้นมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาแตกต่างกัน  
 ง. สารตั้งต้นมีพันธะที่แตกต่างกันทำให้การเกิดปฏิกิริยาแตกต่างกัน
- 16) ในการทดลองศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่าง โลหะแมgnesiเซียม ( $Mg$ ) กับกรดไฮโคลอრิก ( $HCl$ ) จากนั้นเปลี่ยนจากกรดไฮโคลอริก ( $HCl$ ) เป็นกรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) โดยใช้ความเข้มข้นเท่ากันจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร  
 ก. เร็วขึ้น เพราะกรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) เป็นกรดที่แก่กว่ากรดไฮโคลอริก ( $HCl$ )  
 ข. เร็วขึ้น เพราะกรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่ากรดไฮโคลอริก ( $HCl$ )  
 ค. ช้าลง เพราะกรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) จะทำปฏิกิริยาช้ากว่ากรดไฮโคลอริก ( $HCl$ )  
 ง. ช้าลง เพราะกรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) มีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยกว่ากรดไฮโคลอริก ( $HCl$ )
- 17) นักเรียนศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการวัดค่า pH ของสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $NaOH$ ) กับกรดไฮโคลอริก ( $HCl$ ) แต่ในห้องปฏิบัติการของโรงเรียนนักเรียนโซเดียมไฮดรอกไซด์หมด นักเรียนจะเลือกใช้สารใดแทน ซึ่งจะให้อัตราการเกิดปฏิกิริยากลับคืนมากที่สุด  
 ก. เปลี่ยนกหอยแครงกับ กับ กรด  $HCl$  ความเข้มข้น 0.2 M  
 ข. ปูนกินมาก กับ กรด  $HCl$  ความเข้มข้น 0.2 M  
 ค. เปลี่ยนไข่ไก่ กับ กรด  $HCl$  ความเข้มข้น 0.2 M  
 ง. หินปูน กับ กรด  $HCl$  ความเข้มข้น 0.2 M
- 18) ในห้องปฏิบัติการสามารถศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง  $NaHCO_3$  กับ  $HCl$  โดยการวัดปริมาตรของ  $CO_2(g)$  ที่เกิดขึ้น แต่ที่ห้องปฏิบัติการของโรงเรียนนักเรียนไม่มี  $NaHCO_3$  และ  $HCl$  แต่มีสารต่อไปนี้นักเรียนจะเลือกใช้สารคู่ใด เพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว เมื่อใช้ในปริมาณที่เท่ากัน ง่ายและสะดวกต่อการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง  
 ก. ใช้หินปูน กับ น้ำอัดลมโค้ก ( $H_2CO_3$ ) โดยวัดปริมาตรของแก๊ส  $CO_2$  ที่เกิดขึ้น  
 ข. ใช้หินปูน กับ กรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 1 mol/dm<sup>3</sup> โดยวัดปริมาตรของแก๊ส  $H_2$  ที่เกิดขึ้น

- ก. ใช้เปลือกไข่เป็ด กับ กรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  โดยวัดปริมาตรของแก๊ส  $H_2$  ที่เกิดขึ้น
- ง. ใช้เปลือกไข่ไก่ กับ น้ำส้มสายชู ( $CH_3COOH$ ) เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  โดยวัดปริมาตรของ แก๊ส  $CO_2$  ที่เกิดขึ้น

19) จากการทดลองของนักเรียนต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

1. สมชาย ใช้เปลือกหอยแครง กับ น้ำส้มสายชู
  2. สมบัติ ใช้เปลือกไข่ไก่ กับ กรด HCl
  3. สมหญิง ใช้หินปูน กับ กรด HCl
- ก. การทดลองของสมชาย เกิดปฏิกิริยาเคมีโดยเกิดฟองแก๊ส  $H_2$
- ข. การทดลองของนักเรียนทั้ง 3 คน เกิดปฏิกิริยาเคมีได้แก๊ส  $CO_2$
- ค. การทดลองของสมหญิงมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าที่สุด
- ง. การทดลองของสมชายและสมบัติเท่านั้นที่เกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งสมชายได้ฟองแก๊ส  $H_2$  และสมบัติได้ฟองแก๊ส  $CO_2$

20) จากการทดลองพบว่า การใช้เปลือกไข่ไก่ที่บดให้ละเอียดทำปฏิกิริยากับกรดไฮโคลอริก จะ ทำให้สลายตัวได้เร็วกว่าเปลือกไข่ไก่ที่ไม่บด เป็นพะวงสาเหตุใด

- ก. การบดเปลือกไข่ไก่ เป็นการเพิ่มปริมาณของเปลือกไข่ไก่ ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยา เกิดได้เร็ว
- ข. การบดเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสถกับโนเลกูลของกรดทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิด ได้เร็ว
- ค. การบดเปลือกไข่ไก่ เป็นการเพิ่มปริมาตรของสารตั้งต้น ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสถกับกรด ไฮโคลอริกมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว
- ง. การบดเปลือกไข่ไก่ เป็นการทำลายพันธะของสารตั้งต้น ทำให้กรดไฮโคลอริก ทำปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว

21) จากการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะเหล็กกับกรดไฮโคลอริก นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรใน การทำให้อัตราเร็วของการเกิดแก๊สไฮโคลอเรนเพิ่มขึ้น ได้มากที่สุด

- ก. ขดแท่งเหล็กให้เป็นเกลียว
- ข. ตัดแท่งเหล็กให้เป็นชิ้นเล็กๆ

- ค. เพิ่มปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริก
- ง. ใช้พุงเหล็กแทนแท่งเหล็กในน้ำหนักที่เท่ากัน
- 22) การทดลองในข้อใด ที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสุดที่อุณหภูมิเดียวกัน
- ก. ใส่เผ่นสังกะสี 1 ชิ้น หนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 mol/L
  - ข. ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 ชิ้น หนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 mol/L
  - ค. ใส่เผ่นสังกะสี 2 ชิ้น หนัก 0.5 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 mol/L
  - ง. ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 ชิ้น หนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 mol/L
- 23) การทดลองนักเรียนจะเลือกใช้เปลือกໄไ่และความเข้มข้นของกรด HCl (mol/L) แบบใด ที่จะทำให้นักเรียนทดลองเสร็จเร็วที่สุด
- ก. เปลือกໄไ่ขนาดเล็ก 2 กรัม กรด HCl 0.5 mol/L ปริมาตร 20 ml
  - ข. เปลือกໄไ่ขนาดใหญ่ 2 กรัม กรด HCl 0.5 mol/L ปริมาตร 60 ml
  - ค. เปลือกໄไ่ขนาดเล็ก 4 กรัม กรด HCl 0.2 mol/L ปริมาตร 20 ml
  - ง. เปลือกໄไ่ขนาดใหญ่ 4 กรัม กรด HCl 0.2 mol/L ปริมาตร 60 ml
- 24) ในการทดลองครั้งหนึ่งใช้หินปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) เป็นเม็ดกลม ๆ หนัก 6 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเจือจางมากเกินพอ ปรากฏว่าหินปูนทำปฏิกิริยาหมดภายใน 5 นาที และเก็บแก๊สได้  $1200 \text{ cm}^3$  ที่อุณหภูมิและความดันห้อง ถ้าทำการทดลองที่สภาวะเดิมแต่บดหินปูนให้ละเอียด ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร
- ก. ได้แก๊สมากกว่า  $1200 \text{ cm}^3$  และใช้เวลาอ้อยกว่า 5 นาที
  - ข. ได้แก๊สน้อยกว่า  $1200 \text{ cm}^3$  และใช้เวลามากกว่า 5 นาที
  - ค. ได้แก๊ส  $1200 \text{ cm}^3$  เท่าเดิมและใช้เวลามากกว่า 5 นาที
  - ง. ได้แก๊ส  $1200 \text{ cm}^3$  เท่าเดิมและใช้เวลาอ้อยกว่า 5 นาที
- 25) ใส่แท่งโลหะสังกะสี  $1 \text{ cm}^3$  ลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $20 \text{ cm}^3$  แล้วเขย่าเบา ๆ การเปลี่ยนแปลงใดจะทำให้อัตราเร็วของการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มขึ้น
- ก. เพิ่มพื้นที่ผิวของสังกะสี ทำให้มีผิวสัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริกมากขึ้น
  - ข. เพิ่มน้ำหนักของแท่งสังกะสี ทำให้มีผิวสัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริกมากขึ้น
  - ค. เพิ่มปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริก ทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกันมากขึ้น
  - ง. เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก ทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกันมากขึ้น

- 26) นิดหน่อยได้ทำการทดลองศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) กับแคลเซียมคาร์บอนेट ( $CaCO_3$ ) ที่เป็นก้อนเล็ก ๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกให้มากขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ปฏิกิริยาเกิดช้าลง เพราะไม่เลกุดของแคลเซียมคาร์บอนे�ตมีขนาดเล็ก
  - อัตราการเกิดปฏิกิริยาเท่าเดิม เพราะไม่มีการเพิ่มพื้นที่ผิวของแคลเซียมคาร์บอนे�ต
  - เกิดแก๊สมากขึ้น เพราะการเพิ่มความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก ทำให้จำนวนอนุภาคของกรดมากขึ้น ความถี่ในการชนมากขึ้น
  - ปฏิกิริยาเกิดช้าลง เพราะการเพิ่มความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก ทำให้อุณหภูมิของกรดลดลงและเคลื่อนที่ยากขึ้น
- 27) วิธีขั้นนำกรดไฮโคลอริก ( $HCl$ ) น้ำขี้อยหนังสีอ่อนเพื่อใช้ในการทดลองแต่เมื่อเวลาจำกัด วิธีจะทำอย่างไรที่จะช่วยให้ขี้อยหนังสีอ่อนพิ้นได้เร็วขึ้นมากที่สุด
- เพิ่มปริมาณของหนังสีอ่อนพิ้น
  - เพิ่มปริมาตรของกรดไฮโคลอริก
  - เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโคลอริก
  - เปลี่ยนจากกรดไฮโคลอริกเป็นกรดอะซิติก ( $CH_3COOH$ )
- 28) การทดลองของนักเรียนคนหนึ่ง ได้ใช้เปลือกไข่ไก่ ( $CaCO_3$ ) หนัก 2 กรัม กับกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 1 M ปริมาตร  $10\text{ cm}^3$  การทดลองใดที่สรุปได้ทันที่ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น
- ใช้เปลือกไข่ไก่บด หนัก 2 กรัม กับกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 2 M ปริมาตร  $20\text{ cm}^3$
  - ใช้เปลือกไข่ไก่บด หนัก 2 กรัม กับกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 1 M ปริมาตร  $20\text{ cm}^3$
  - ใช้เปลือกไข่ไก่ หนัก 4 กรัม กับกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 1 M ปริมาตร  $20\text{ cm}^3$
  - ใช้เปลือกไข่ไก่ หนัก 4 กรัม กับกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 2 M ปริมาตร  $20\text{ cm}^3$
- 29) ชา yokon หนึ่งคิ่มเห็ดหัวหมู 1 ขาด ซึ่งมีแอลกอฮอล์เข้มข้น 40 %v/v (40 ดีกรี) ร่างกายสามารถกำจัดแอลกอฮอล์ให้หมดไปได้ 15 มิติดิกรัมเปอร์เซ็นต์ ภายใน 1 ชั่วโมง วันต่อมาที่สภาวะเดินทางคิ่มเพิ่มขึ้นเป็น 2 ขาด จะส่งผลต่อขั้นตอนการกำจัดแอลกอฮอล์ในร่างกายอย่างไร
- ระยะเวลาในการกำจัดแอลกอฮอล์ในร่างกายคงจะเท่าเดิม
  - ระยะเวลาในการกำจัดแอลกอฮอล์ในร่างกายเร็วขึ้น เพราะความเข้มข้นของแอลกอฮอล์มากขึ้น
  - ระยะเวลาในการกำจัดแอลกอฮอล์ในร่างกายมากขึ้น เพราะความเข้มข้นของแอลกอฮอล์มากขึ้น

ง. ไม่มีผลต่ออัตราการกำจัดแอลกอฮอล์ในเลือดของคน เพราะเป็นแค่การเพิ่มปริมาตรของแอลกอฮอล์

30) ปฏิกิริยาเดิมแก๊สไออกไซด์เร็วๆ ก่อนจะไม่เกิดขึ้นเลย ถ้าไม่เติมผงนิกเกิลลงไปในปฏิกิริยา และเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้วจะได้นิกเกิลเหมือนเดิม ผงนิกเกิล มีผลต่อปฏิกิริยาอย่างไร

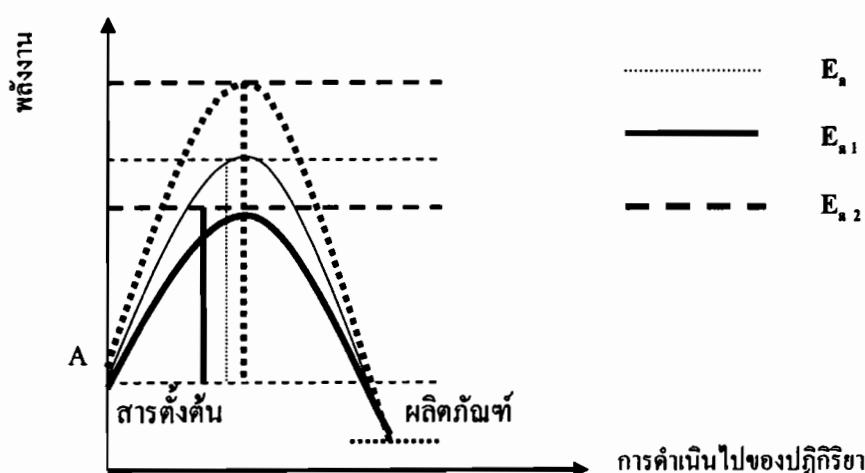
- ก. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะมีลักษณะเป็นพง
- ข. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น
- ค. ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะลดพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา ( $E_a$ )
- ง. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะอัตราการชนกันของสารตั้งต้น

31) การกระทำในข้อใดที่ทำให้เนื้อเยื่อได้เร็วขึ้น โดยเป็นผลของตัวเร่งปฏิกิริยา

- ก. หมักเนื้อคัวยกลือไอโอดีนก่อนต้ม เพราะเกลือไอโอดีนลดพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา
- ข. หมักเนื้อคัวยน้ำมะนาวก่อนต้ม เพราะน้ำมะนาวลดพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา
- ค. หมักเนื้อคัวยแอลกอฮอล์ก่อนต้ม เพราะแอลกอฮอล์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไปช่วยย่อยโปรตีน
- ง. หมักเนื้อคัวยบางมะละกอก่อนต้ม เพราะมีเอนไซม์ไปช่วยย่อยโปรตีน

### คำอธิบาย จากราฟตอนค่าตามข้อ 32

ในการดำเนินไปของปฏิกิริยา A (สารตั้งต้น)  $\rightarrow$  B (ผลิตภัณฑ์) ได้กราฟการดำเนินไปของปฏิกิริยาซึ่งมีพลังงานกระตุ้นคือ  $E_a$  ดังนี้



- 32) การเติมโซเดียมเบนโซเอตลงในอาหารสำเร็จรูป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ได้กราฟที่มีลักษณะคุดพังงานและพลังกระดับเปลี่ยนจาก  $E_1$  ไปเป็น  $E_2$  เพราะโซเดียมเบนโซเอตเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา
  - ได้กราฟที่มีลักษณะต่างจากเดิม เพราะโซเดียมเบนโซเอตทำให้การดำเนินไปของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลง
  - พลังงานกระดับเปลี่ยนจาก  $E_1$  ไปเป็น  $E_2$  เพราะโซเดียมเบนโซเอตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
  - พลังงานกระดับเปลี่ยนจาก  $E_1$  ไปเป็น  $E_2$  เพราะโซเดียมเบนโซเอตเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา
- 33) การเพาพาณุชของน้ำตาลในร่างกายเกิดขึ้นกว่าการเพาผ้าตาลในอากาศเป็นเพราะสาเหตุใดมากที่สุด
- อนไซซ์มีในร่างกาย ช่วยลดพลังงานกระดับของปฏิกิริยา ( $E_a$ ) ให้ต่ำลง
  - ในร่างกายหากใจตลอดเวลาทำให้มีปริมาณออกซิเจนเข้มข้นมากกว่าในอากาศ
  - น้ำตาลในร่างกายมีพื้นอูฐิกัดกับออกซิเจนในร่างกาย ทำให้ผิวสัมผัสกับออกซิเจนมาก
  - น้ำตาลในร่างกายมีไมเลกูลเล็ก ทำให้มีผิวสัมผัสกับออกซิเจนมาก
- 34) เด็กชายป้องนมักเนื้อหมูโดยการใส่ยางมะละกอ เพื่อทำหมูกระทะในคืนนี้ เพราะจะทำให้เนื้อหมูมุ่งกว่าการนมักแบบธรรมชาติ เนื่องจากยางมะละกอมีเอนไซด์ช่วยย่อยโปรดีน การกระทะทำดังกล่าว ไม่มีผลต่อข้อใด
- อัตราการเกิดปฏิกิริยา
  - พลังงานกระดับของปฏิกิริยา
  - ค่าความร้อนที่คุดหรือคายของปฏิกิริยา
  - วิธีการดำเนินไปของปฏิกิริยา
- 35) จากปฏิกิริยา  $C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{Pt} C_2H_6(g)$   
 การเติมผงแพลตินัม ( $Pt$ ) ลงไว้ในปฏิกิริยา ทำให้อทธิคีน ( $C_2H_4$ ) รวมตัวกับแก๊สไฮโดรเจน ( $H_2$ ) เกิดเป็นอีเทน ( $C_2H_6$ ) ให้ร่างเข็น ผงแพลตินัม ( $Pt$ ) เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาอย่างไร
- ทำให้ปฏิกิริยา มีพลังงานกระดับลดลง จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น
  - มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น กระดับให้สารตั้งต้นมีพลังงานคงสูงขึ้น
  - เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น จึงมีการชนกันมากขึ้น พลังงานกระดับลดลง
  - เพิ่มความสามารถในการผสมเป็นเนื้อเดียวกันของสารตั้งต้น ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น

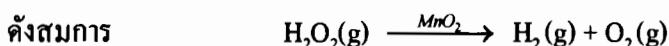
36) การเติมวิตามีนอี หรือ B.H.T ลงในน้ำมันพืช เป็นการป้องกันการเหม็นหืนของน้ำมันพืชได้ วิตามีนอี หรือ B.H.T มีผลต่อปฏิกิริยาอย่างไร

- เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา ทำให้พันธะ C=C ในน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ช้าขึ้น
- เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา ทำให้พันธะ C-H ในน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ได้ช้าขึ้น
- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ออกซิเจนที่ผสมในของน้ำมันถลายน้ำได้เร็วขึ้น
- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้พันธะ C=C ในน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ได้เร็วขึ้น

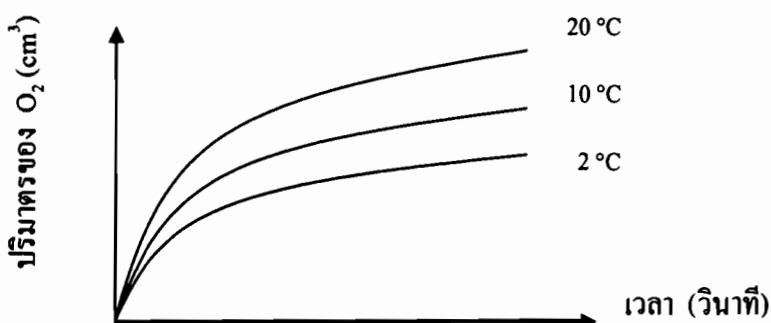
37) จากปฏิกิริยา  $2\text{KClO}_3(s) \rightarrow 2\text{KCl}(g) + 3\text{O}_2(g)$  นักเรียนเป็นผู้จัดการของโรงงาน แห่งหนึ่ง ซึ่งต้องการผลิตโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) และส่งออกไปขาย ให้ทันเวลาที่กำหนดหรือเร็วกว่าเวลาที่กำหนด แต่ได้กำไรสูง นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร

- เพิ่มปริมาณของ  $\text{KClO}_3$  และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
- บด  $\text{KClO}_3$  ให้ละเอียดและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
- เพิ่มความดันของระบบและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ลดความดันของระบบและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

38) ในการถลายน้ำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยมีแมงกานีสไดออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



ทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 2, 10 และ 20 °C โดยความเข้มข้นสารตั้งต้นเท่าเดิม วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปริมาตรของแก๊ส  $\text{O}_2$  ที่เพิ่มขึ้นดังนี้



จากกราฟที่ได้แสดงถึงอะไร

- ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นและเวลาเท่ากันอัตราการเกิดแก๊ส  $\text{O}_2$  จะมากกว่าแก๊ส  $\text{H}_2$
- ตัวเร่งปฏิกิริยา ( $\text{MnO}_2$ ) มีประสิทธิภาพสูงที่อุณหภูมิสูง
- เวลาเท่ากันอัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  จะเท่ากับแก๊ส  $\text{O}_2$

๑. อัตราการสลายตัวของแก๊ส  $H_2O_2$  สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

39) ข้อใดต่อไปนี้เป็นผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. หน้าหนานารถจกรบานยนต์สาร์ทติดยาก
- ข. ประเทศไทยในฤดูร้อนจะเกิดพายุลูกเห็บ
- ค. ฤดูร้อนทำให้แห้งออกมากขึ้นกว่าฤดูหนาว
- ง. เติมน้ำตามในน้ำแล้วนำไปอุ่น เพื่อให้ละลายเร็วขึ้น

40) นักเรียนได้มะม่วงแก่นา 2 ผล แต่นักเรียนต้องการกินมะม่วงสุกจึงได้กระทำดังนี้

ผลที่ 1 ห่อคัวขรุดายหนังสือพิมพ์หลาย ๆ ชั้น แล้วใส่ผงแครลเซิมคาร์ไบด์เดกน้อย  
จากนั้นนำไปเผาไว้ก่อนแล้วนำไปอุ่น กับข้าวที่ปั่น มีความชื้น

ผลที่ 2 วางใส่จานแล้ววางไว้บนโต๊ะอาหาร

ผลปรากฏว่าเมื่อผ่านไปหนึ่งวัน มะม่วงผลที่ 1 สุกแต่ ผลที่ 2 ยังไม่สุก เหตุการณ์ดังกล่าวเป็นผล  
ของข้อใด

- ก. ตัวเร่งปฏิกิริยาและอุณหภูมิ
- ข. ตัวเร่งปฏิกิริยาและธรรมชาติของสารตั้งต้น
- ค. ธรรมชาติของสารตั้งต้นและอุณหภูมิ
- ง. ตัวเร่งปฏิกิริยาและพื้นที่ผิวสัมผัสถกับอากาศ

## ข.2 เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อที่	ข้อที่ถูก	ข้อที่	ข้อที่ถูก	ข้อที่	ข้อที่ถูก	ข้อที่	ข้อที่ถูก
1.	ง	11.	ข	21.	ง	31.	ง
2.	ก	12.	ก	22.	ข	32.	ง
3.	ข	13.	ง	23.	ก	33.	ก
4.	ค	14.	ค	24.	ง	34.	ค
5.	ก	15.	ค	25.	ก	35.	ก
6.	ค	16.	ก	26.	ค	36.	ก

7.	କ	17.	ୟ	.27.	କ	37.	ୟ
8.	ୟ	18.	ୟ	28.	କ	38.	ୟ
9.	ୟ	19.	ୟ	29.	କ	39.	କ
10.	କ	20.	ୟ	30.	କ	40.	କ

**ภาคผนวก ๑**  
**ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง**

### ก.1 ตัวอย่างกิจกรรมการทดลอง

#### กิจกรรมการทดลองที่ 5

#### ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น

กลุ่มที่..... ชั้น..... วันที่.....

ชื่อสมาชิก

- 1)..... 2).....  
 3)..... 4).....  
 5)..... 6).....

#### จุดประสงค์

ทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

#### กิจกรรม POE เรื่อง เสือหรือไหയู่เกิดฟองแก๊สมากกว่า

1. ทำนาย (P) : ครุตานนักเรียนก่อนทดลองว่า ระหว่างลวดแมกนีเซียม (Mg) ขาว 3 เซนติเมตร 1 ชิ้น ระหว่างลวด Mg ขาว 3 เซนติเมตร แล้วนำมาตัดให้ได้ 8 ชิ้น การทดลองได้ที่นักเรียนคิดว่า เกิดปฏิกิริยากับกรด HCl ได้เร็วกว่ากัน
- .....  
 .....  
 .....

2. สังเกต (O) : ครุศาสตร์การทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
- .....  
 .....  
 .....

3. อธิบาย (E) : อธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้
- .....  
 .....  
 .....

#### 1. สมมติฐานการทดลอง

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

## 2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ตัวแปรต้น

### 2.2 ตัวแปรตาม

### 2.3 ตัวแปรควบคุม

#### กิจกรรมการทดลอง

##### คำชี้แจง

1. นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ดังอุปกรณ์การสาธิตการทดลองที่หน้าห้อง
2. ใช้สารละลายนครสัลฟีวิริก ( $H_2SO_4$ )  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $30 \text{ cm}^3$
3. สำหรับกลุ่มที่ 1-2 ใส่เปลือกไข่ที่บดให้ละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงขนาดที่ 1 (ช่องเล็กที่สุด) หนัก 2 กรัม ใส่ในฝาขวดน้ำคึ่ม แล้วใส่ลงในขวดรูปทรงพู่ที่มีกรดสัลฟีวิริก ( $H_2SO_4$ )  $0.2 \text{ mol/dm}^3$
4. สำหรับกลุ่มที่ 3-4 ใส่เปลือกไข่บดซึ่งผ่านตะแกรงขนาดที่ 2 (ช่องขนาดกลาง) หนัก 3 กรัม ใส่ในฝาขวดน้ำคึ่ม แล้วใส่ลงในขวดรูปทรงพู่ที่มีกรดสัลฟีวิริก ( $H_2SO_4$ )  $0.2 \text{ mol/dm}^3$
5. สำหรับกลุ่มที่ 5-6 ใส่เปลือกไข่ที่ไม่ผ่านตะแกรงขนาดที่ 2 (ชิ้นใหญ่) หนัก 3 กรัม ใส่ในฝาขวดน้ำคึ่ม แล้วใส่ลงในขวดรูปทรงพู่ที่มีกรดสัลฟีวิริก ( $H_2SO_4$ )  $0.2 \text{ mol/dm}^3$
6. ปีกขวดให้แน่น ให้บันทึกข้อมูลเริ่มต้นของระดับน้ำในบิวเตก่อนการทดลอง
7. จับเวลา (ໂගສ້າທິມືອດືອ) ใน การเกิดปฏิกิริยา
8. เขย่าให้ฝาขวดที่บรรจุเปลือกไข่ค่าว่างสัมผัสกับกรด แล้วจับเวลาทันที พร้อมสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น บันทึกเวลาของการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาตรของน้ำในบิวเตทุก ๆ  $2 \text{ cm}^3$  แล้วหยุดเมื่อปริมาตรของน้ำในบิวเตเท่ากับที่
9. แต่ละกลุ่มทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง

### 3. การออกแบบการทดสอบ

### 3.1 วิธีการทดสอบ

### 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ

---

---

---

---

### 3.3 อุปกรณ์การทดสอบ

---

---

---

---

### 3.4 บันทึกผลการทดสอบ (ออกแบบตารางอ่ง)

### 3.5 คำถ้ามหั้งทำกิจกรรมการทดลอง

- ## 1. จงเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกิจกรรมนี้

.....

2. จงเขียนสมการอัตราการเกิดปฏิกริยา จากสมการเคมีของปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้

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

3. ในกิจกรรมนี้ นักเรียนวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยพิจารณาจากอะไร เพาะเหตุใด

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

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้น (แกน y) กับเวลาเฉลี่ย (แกน x)

..... (กระดาษกราฟที่แจกให้) .....

5. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยจากการทดลองนี้ค่าเท่าไร (แสดงวิธีคำนวณ)

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

6. ให้นักเรียนเบริ่งเทียบผลการทดลองจากกราฟกับกลุ่มที่ใช้ขนาดเปลือกไข่ต่างๆจากกลุ่มนักเรียน อีก 2 ขนาด ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

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

7. การใช้ขนาดของเปลือกไข่ที่แตกต่างกันแต่มีมวลเท่ากันในการทำปฏิกิริยา จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร

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

8. เพาะเหตุให้การเพิ่มพื้นที่ผิวของเปลือกไว้จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น

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

9. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา กับ พื้นที่ผิวของสารตั้งต้นได้ดังนี้

---

---

---

---

10. ยกตัวอย่างปฎิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมา 1 ปฎิกริยา และอธิบายปัจจัยของพื้นที่ผิวที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฎิกริยาเคมีดังกล่าว

---

---

---

---

#### 4. ตีความหมายข้อมูลและสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการ

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ก.2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ**

**เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ**

ปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนของ ส.วสนา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๓๙; ข้างถัดในระเบียบ ฉบับพหุที่, ๒๕๕๐)

**1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)**

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่ตอบ
1	ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา
2	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ (หรือตัวแปรต้น) และผล (หรือตัวแปรตาม)
3	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลแต่ยังไม่ชัดเจน
4	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลชัดเจน

**2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)**

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่ตอบ
1	กำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามอย่างใดอย่างหนึ่งได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
2	กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ยังไม่ได้ระบุตัวแปรควบคุม หรือระบุไม่ถูกต้อง
3	กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ระบุตัวแปรควบคุมไม่สมบูรณ์
4	กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสมมติฐาน และระบุตัวแปรควบคุมได้อย่างสมบูรณ์

### 3. ทักษะการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 40)

#### 3.1 ทักษะการออกแบบและการวางแผนการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่ค่อน
1	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ไม่สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน
2	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ได้สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน แต่ยังไม่สมบูรณ์ และเลือกใช้ขั้นตอนวิธีทางศาสตร์ไม่เหมาะสม
3	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ได้สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน ได้สมบูรณ์ แต่เลือกใช้ขั้นตอนวิธีทางศาสตร์ไม่เหมาะสม
4	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ได้สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน ให้สมบูรณ์ และเลือกใช้ขั้นตอนวิธีทางศาสตร์ ให้เหมาะสม

#### 3.2 ทักษะปฏิบัติการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่มีข้อมูล
1	ปฏิบัติการทดลอง ได้ไม่ถูกต้องตามที่วางแผนไว้
2	ปฏิบัติการทดลอง ได้ถูกต้องตามที่วางแผนไว้ แต่ใช้ขั้นตอนวิธีไม่ถูกวิธี
3	ปฏิบัติการทดลอง ได้ถูกต้องตามที่วางแผนไว้ ใช้ขั้นตอนวิธีได้ถูกวิธี แต่ไม่คล่องแคล่ว
4	ปฏิบัติการทดลอง ได้ถูกต้องตามที่วางแผนไว้ ใช้ขั้นตอนวิธีได้ถูกวิธี และคล่องแคล่ว

3.3 ทักษะการออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 10)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่มีข้อมูล
1	ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการทดลอง
2	ออกแบบตารางหรือบันทึกผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง
3	ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองได้สอดคล้องกับการทดลองแต่อ้างยังไม่สมบูรณ์
4	ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองได้สอดคล้องกับการทดลองได้อย่างสมบูรณ์

4. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 30)

4.1 ทักษะการตีความหมายข้อมูล (วิเคราะห์และประมวลผล)(น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่มีข้อมูล
1	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลไม่ถูกต้อง
2	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน
3	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก
4	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลได้ถูกต้องอย่างสมบูรณ์

4.2 ทักษะการลงข้อสรุป (สรุปความสัมพันธ์)(น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่มีข้อมูล
1	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลไม่ถูกต้อง
2	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน
3	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก
4	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลได้ถูกต้องอย่างสมบูรณ์

### ค.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### ตารางที่ ค.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ในแต่ละแผน

เรื่องที่	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE (ครุภัณนักเรียน และสาขาวิชาทดลอง)	เวลา (นาที)
1	<p>การเกิดปฏิกิริยาเคมีสังเกต ได้จากอะไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ทำนาย (P) : ครุภัณนักเรียนเพื่อให้เกิดคำาณทางวิทยาศาสตร์ว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมีคือไปนีสังเกตและทดสอบ ได้จากอะไรบ้าง</li> <li>สังเกต (O) : สาขาวิชาทดลอง โดยการทำปฏิกิริยาระหว่าง           <ol style="list-style-type: none"> <li><math>Zn(s) + HCl(aq)</math></li> <li><math>HCl(aq) + NaOH(aq)</math> ทดสอบด้วยญี่นิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์</li> </ol> </li> <li>อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	10
2	<p>วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ทำนาย (P) : ครุภัณนักเรียนเพื่อให้เกิดคำาณทางวิทยาศาสตร์ว่า สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง <math>Mg(s)</math> กับ <math>HCl(aq)</math> ได้อย่างไร สังเกตจากอะไร</li> <li>สังเกต (O) : สาขาวิชาทดลอง การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดย การแทนที่น้ำของปฏิกิริยาระหว่าง <math>Mg(s)</math> กับ <math>HCl(aq)</math></li> <li>อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	15
3	<p>ชนอย่างไรทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ทำนาย (P) : ครุภัณนักเรียนเพื่อให้เกิดคำาณทางวิทยาศาสตร์ว่า ความแรงในการเขย่าถาดและทิศทางการชนกันของลูกปิงปอง มีผลต่อ การหลุดออกของคู่แล้วกิจการจับคู่ใหม่อย่างไร</li> <li>สังเกต (O) : สาขาวิชาทดลอง โดยนำลูกปิงปองที่ใส่แม่เหล็กข้างใน แล้วติดกันแสดงถึงการเกิดพันธะ แล้วเขย่าถาดให้ช้าและแรงต่างกัน เพื่อคุ้ว่าจำนวนครั้งของการชนกันของลูกปิงปองต่างกันหรือไม่ การ ชนแบบใดทำให้หลุดออกจากกันแล้วบันกันใหม่</li> <li>อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	10

**ตารางที่ ค.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ในแต่ละแผน (ต่อ)**

เรื่องที่	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE (ครุภัณฑ์นักเรียน แล้ววิธีการทดลอง)	เวลา (นาที)
4	<p>ธรรมชาติของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทำนาย (P) : ครุภัณฑ์นักเรียนเพื่อให้เกิดค่าdamทางวิทยาศาสตร์ว่า ปฏิกิริยาที่เกิดจากโลหะทั้ง 3 ชนิดกับกรด HCl (aq) จะต่างกัน หรือไม่ เพาะะอะไร</li> <li>2. สังเกต (O) : สาขิคการทดลอง แล้วนักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยา ระหว่าง Zn (s) กับ HCl (aq), Mg (s) กับ HCl (aq) และ Cu (s) กับ HCl (aq)</li> <li>3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	15
5	<p>เล็กหรือใหญ่เกิดพองแก่มากกว่า</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทำนาย (P) : ครุภัณฑ์นักเรียนเพื่อให้เกิดค่าdamทางวิทยาศาสตร์ว่า ปฏิกิริยาที่เกิดจากโลหะ Mg กับ HCl (aq) ที่ตัดกับไม้ตัด จะต่างกัน หรือไม่ เพาะะอะไร</li> <li>2. สังเกต (O) : สาขิคการทดลอง แล้วนักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยา ระหว่าง Mg (s) กับ HCl (aq) ที่ยาว 1 ชิ้น กับ ยาวเท่ากับ 1 ชิ้น แต่ ตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้ประมาณ 8-10 ชิ้น</li> <li>3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	10
6	<p>ความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทำนาย (P) : ครุภัณฑ์นักเรียนเพื่อให้เกิดค่าdamทางวิทยาศาสตร์ว่า เมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นของกรด HNO<sub>3</sub> ในการทำปฏิกิริยา กับ Zn (s) จะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร เพาะะอะไร</li> <li>2. สังเกต (O) : สาขิคการทดลอง แล้วนักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยา ระหว่าง 0.1, 0.3 และ 0.5 M HNO<sub>3</sub> (aq) ในการทำปฏิกิริยา กับ Zn</li> <li>3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	15

**ตารางที่ ค.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ในแต่ละแผน (ต่อ)**

เรื่องที่	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE (ครุภัณฑ์นักเรียน และสาขาวิชาการทดลอง)	เวลา (นาที)
7	<p>ตัวเร่งและตัวหน่วงมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทำนาย (P) : นักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง <math>C_2H_2O_4</math> กับ <math>H_2SO_4</math> และปฏิกิริยาระหว่าง <math>CaCO_3</math> กับ <math>H_2SO_4</math></li> <li>2. สังเกต (O) : ปฏิกิริยาที่ 1 เดิน <math>MnSO_4</math> ปฏิกิริยาที่ 2 เดิน <math>NaF</math> แล้วดูนักเรียนเพื่อให้เกิดค่าตามทางวิทยาศาสตร์ว่า <math>MnSO_4</math> และ <math>NaF</math> มีผลต่อการปฏิกิริยาอย่างไร เพราะอะไร</li> <li>3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	10
8	<p>อุณหภูมิสูงหรือต่ำทำให้มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทำนาย (P) : ครุภัณฑ์นักเรียนเพื่อให้เกิดค่าตามทางวิทยาศาสตร์ว่า เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา จะมีผลต่อปฏิกิริยาที่เกิดจาก <math>Zn(s)</math> กับ <math>HCl(aq)</math> อย่างไร เพราะอะไร</li> <li>2. สังเกต (O) : สาขาวิชาการทดลอง แล้วนักเรียนสังเกตการเกิดปฏิกิริยา ระหว่าง <math>Zn(s)</math> กับ <math>HCl(aq)</math> ที่อุณหภูมิห้องและน้ำอุ่น</li> <li>3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้</li> </ol>	15

**ตารางที่ ก.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน**

แผนที่	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมีเดียวและเนื้อหางาน  จากสารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ที่จัดให้ โดยทำให้มีการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างน้อย 5 ปฏิกิริยา โดยการสังเกตเกิดปฏิกิริยาเคมีจาก สี แก๊ส ตะกอน กลิ่น pH ความร้อน ความเย็น	1
2	วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการแทนที่น้ำของแก๊ส แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5-6 คน ร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง <ol style="list-style-type: none"> <li>กลุ่มที่ 1-2 <math>Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2</math></li> <li>กลุ่มที่ 3-4 <math>CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O</math></li> <li>กลุ่มที่ 5-6 <math>NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O</math></li> </ol>	2
3	แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5-6 คน ร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง <ol style="list-style-type: none"> <li>ทดลองการชนกันของลูกปิงปองจากแบบจำลองการชนจากลูกปิงปองที่ใส่แม่เหล็กข้างใน</li> <li>ศึกษาเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาและทฤษฎีการชน ใจความรู้และแบบจำลองการชน</li> </ol>	1
4	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี: ธรรมชาติของสารตั้งต้น แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5-6 คน ร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง <ol style="list-style-type: none"> <li>กลุ่มที่ 1-3 เลือกกรด 1 ชนิด จากกรด 3 ชนิด คือ <math>HCl</math>, <math>CH_3COOH</math> และ <math>H_2SO_4</math> ที่ความเข้มข้น 0.1 M เท่ากัน ทำปฏิกิริยากับ <math>NaHCO_3</math>,</li> </ol>	2

ตารางที่ ค.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน (ต่อ)

แผนที่	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	2. กลุ่มที่ 4-6 เลือกรด 1 ชนิด จากกรด 3 ชนิด คือ HCl, CH <sub>3</sub> COOH และ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ที่ความเข้มข้น 0.1 M เท่ากัน ทำปฏิกิริยา กับเปลือกไข่ (CaCO <sub>3</sub> ) น้ำหนักเท่ากัน	2
5	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : พื้นที่ผิว แบ่งน้ำกเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5-6 คน ร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง 1. ใช้ตะแกรง 2 ขนาด สำหรับร่อนเปลือกไข่ (CaCO <sub>3</sub> ) ให้ได้ขนาด เล็ก กลาง ใหญ่ 2. กลุ่มที่ 1-3 ทำปฏิกิริยากับ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> กลุ่มที่ 4-5 ทำปฏิกิริยากับ HCl	1
6	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : ความเข้มข้นของสารตั้งต้น แบ่ง น้ำกเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5-6 คน ร่วมกันวางแผนและ ออกแบบการทดลอง 1. กลุ่มที่ 1-3 ใช้ 0.1, 0.2 และ 0.3 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> กับน้ำหนักของเปลือก ไข่ (CaCO <sub>3</sub> ) ขนาดเล็ก เท่ากัน 2. กลุ่มที่ 4-6 ใช้ 0.2 M HCl เข้มข้นเท่ากันปริมาตรเท่ากัน เปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเปลือกไข่ (CaCO <sub>3</sub> ) ขนาดเล็ก ปริมาณ 1, 2 และ 3 กรัม	2
7	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี: ความดัน ตัวเร่งและตัวหน่วง ปฏิกิริยา ความดัน : บรรยายและยกตัวอย่าง 1. CO (g) + H <sub>2</sub> O(g) → CO <sub>2</sub> (g) + H <sub>2</sub> (g) 2. H <sub>2</sub> (g) + I <sub>2</sub> (g) → 2 HI (g)	1

**ตารางที่ ก.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน (ต่อ)**

แผนที่	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	<p>ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา : ทำการทดลอง แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5-6 คน ร่วมกันวางแผน และออกแบบการ</p> <p>1. : ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี กลุ่มที่ 1-3 ทดลองผลของตัวเร่งปฏิกิริยา <math>MnSO_4</math> ต่อการเกิดปฏิกิริยา  <math>KMnO_4 + C_2H_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2 + H_2O</math></p> <p>2. : ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี กลุ่มที่ 4-6 ทดลองผลของตัวหน่วงปฏิกิริยา <math>NaF</math> ต่อการเกิดปฏิกิริยา  <math>CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O</math></p>	1
8	<p>ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : อุณหภูมิ แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5-6 คน ร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง ที่อุณหภูมิ</p> <p>1) ที่ 5-10 องศาเซลเซียส 2) ที่อุณหภูมิห้อง 3) ที่อุณหภูมน้ำอุ่น (50-60 องศาเซลเซียส) โดยที่</p> <p>กลุ่มที่ 1-3 ใช้ <math>HCl</math> 0.1 M กับ <math>NaHCO_3</math> น้ำหนัก 2 กรัม กลุ่มที่ 4-5 ใช้ <math>H_2SO_4</math> 0.1 M กับ เปลือกไข่ (<math>CaCO_3</math>) น้ำหนัก 2 กรัม</p>	2
รวม		12

**ภาคผนวก ง**  
**คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

ตารางที่ ง.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลลัพธ์กับมาตรฐาน

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	0	1	0.66
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	0	1	0.66
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1

ตารางที่ ง.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เรียนราย			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	0	1	1	0.66
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1
31	0	1	1	0.66
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	1	1	1	1
38	1	1	1	1
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1

ตารางที่ 4.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.63	.50
2	.85	.25
3	.85	.25
4	.69	.38
5	.56	.63
6	.57	.25
7	.56	.38
8	.85	.25
9	.85	.25
10	.38	.50
11	.56	.63
12	.39	.25
13	.44	.65
14	.38	.25
15	.25	.50
16	.63	.25
17	.38	.50
18	.38	.65
19	.25	.25
20	.31	.63

ตารางที่ ง.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
21	.50	.75
22	.31	.25
23	.31	.63
24	.44	.38
25	.56	.88
26	.56	.63
27	.63	.50
28	.31	.25
29	.56	.88
30	.56	.63
31	.50	.50
32	.75	.25
33	.31	.65
34	.38	.25
35	.63	.65
36	.50	.25
37	.63	.50
38	.63	.75
39	.53	.25
40	.56	.38
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ = 0.80		

**ตารางที่ ง.3 คะแนนคินิจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพื่อเดิน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล**

เลขที่	ค่าเฉลี่ย加 standard deviation (mean $\pm$ SD)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
		(40)	(40)	คะแนน	ร้อยละ
1	เก่ง	12	26	19	47.50
2	ปานกลาง	8	28	14	35.00
3	ปานกลาง	10	34	9	22.50
4	เก่ง	12	32	18	45.00
5	ปานกลาง	8	28	23	57.50
6	เก่ง	14	26	11	27.50
7	เก่ง	12	38	10	25.00
8	ปานกลาง	11	34	8	20.00
9	ปานกลาง	8	32	16	40.00
10	ปานกลาง	10	37	13	32.50
11	ปานกลาง	11	34	20	50.00
12	ปานกลาง	10	32	12	30.00
13	ปานกลาง	9	34	14	35.00
14	ปานกลาง	8	34	10	25.00
15	ปานกลาง	10	31	10	25.00
16	ปานกลาง	7	31	10	25.00
17	เก่ง	12	32	11	27.50
18	เก่ง	13	35	11	27.50
19	อ่อน	6	27	13	32.50
20	ปานกลาง	8	35	9	22.50
21	ปานกลาง	11	31	13	32.50
22	ปานกลาง	9	27	14	35.00
23	ปานกลาง	10	35	13	32.50

**ตารางที่ ง.3 คะแนนคิงจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)**

เลขที่		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
		(40)	(40)	คะแนน	ร้อยละ
24	เก่ง	13	35	17	42.50
25	ปานกลาง	11	36	21	52.50
26	เก่ง	12	28	12	30.00
27	อ่อน	6	28	11	27.50
28	ปานกลาง	7	25	8	20.00
29	ปานกลาง	9	28	20	50.00
30	อ่อน	5	24	21	52.50
31	ปานกลาง	7	21	18	45.00
32	เก่ง	12	21	16	40.00
33	อ่อน	5	23	12	30.00
34	ปานกลาง	8	31	12	30.00
35	เก่ง	12	23	14	35.00
36	ปานกลาง	8	18	20	50.00
37	ปานกลาง	11	19	24	60.00
38	ปานกลาง	8	24	20	50.00
39	ปานกลาง	8	21	20	50.00
40	ปานกลาง	11	31	12	30.00
41	อ่อน	6	18	26	65.00
42	ปานกลาง	9	23	23	57.50
43	ปานกลาง	7	17	24	60.00
44	อ่อน	6	16	27	67.50
45	ปานกลาง	11	21	23	57.50
46	อ่อน	5	16	22	55.00
47	เก่ง	12	23	25	62.50
48	อ่อน	6	19	26	65.00

ตารางที่ ง.3 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มแยกตาม (mean $\pm$ SD)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
		(40)	(40)	คะแนน	ร้อยละ
49	ปานกลาง	9	18	21	52.50
50	อ่อน	5	18	24	60.00
51	ปานกลาง	7	21	20	50.00
52	อ่อน	5	18	22	55.00
53	อ่อน	6	23	21	52.50
54	ปานกลาง	11	32	27	67.50
55	เก่ง	12	24	20	50.00
56	อ่อน	6	17	18	45.00
57	ปานกลาง	7	15	25	62.50
58	ปานกลาง	7	27	22	55.00
59	อ่อน	5	26	25	62.50
60	อ่อน	6	24	16	40.00
61	ปานกลาง	8	24	22	55.00
62	อ่อน	6	18	18	45.00
63	ปานกลาง	7	19	19	47.50
รวม	-	551	1646	1095	2737.50
เฉลี่ย	-	8.75	26.13	17.38	43.45
SD	-	2.83	6.40	5.53	13.83

**ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล**

เลขที่	การตั้ง สมมติฐาน	การกำหนด และความคุณ ตัวแปร	การทดสอบ			การตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป	รวมเฉลี่ย	
			(15)	(15)	(15)	(10)	(15)	(15)
1	11.13	12.19	11.25	10.78	8.44	9.84	9.84	73.46
2	12.28	13.13	10.78	11.72	8.13	10.31	11.25	77.59
3	10.19	13.13	10.78	12.66	6.88	9.84	11.25	74.72
4	12.28	13.13	13.13	11.72	8.13	10.31	10.78	79.47
5	11.13	12.66	11.25	12.66	7.19	9.84	9.84	74.56
6	12.28	10.78	13.13	10.31	7.19	10.78	11.25	75.72
7	11.13	13.13	10.78	12.66	7.81	10.31	10.31	76.12
8	11.50	13.13	12.66	12.66	8.44	9.38	10.31	78.07
9	9.94	12.66	11.25	10.78	7.19	9.38	10.78	71.97
10	11.50	13.13	12.66	12.66	7.19	10.78	10.31	78.22
11	11.13	12.19	12.66	10.31	7.19	9.84	9.84	73.15
12	11.50	13.13	11.25	10.31	8.13	9.38	11.72	75.41
13	12.28	12.66	11.25	12.66	7.50	10.78	11.72	78.84
14	12.28	14.06	11.72	11.25	8.44	8.91	8.91	75.57
15	11.13	12.66	10.78	12.66	6.88	10.78	10.31	75.18
16	10.19	13.59	13.59	12.66	7.50	9.84	11.25	78.62
17	10.88	12.66	9.84	10.78	7.81	9.84	10.78	72.59
18	9.94	12.66	11.25	12.66	6.88	9.84	11.25	74.47
19	10.19	13.59	12.19	10.78	7.81	10.31	11.25	76.12
20	11.50	13.13	13.59	12.66	7.81	9.84	9.84	78.37
21	10.19	12.66	10.78	10.31	7.81	8.91	9.84	70.50
22	12.28	12.66	13.13	10.78	7.81	9.38	10.31	76.35
23	11.13	11.72	9.84	12.66	7.50	10.78	10.31	73.93

**ตารางที่ ง.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)**

เลขที่	การตั้งสมมติฐาน	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	การทดลอง			การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	รวมเฉลี่ย	
			(15)	(15)	(15)			
24	12.28	14.06	12.19	12.66	8.44	10.31	9.84	79.78
25	12.28	12.19	9.84	11.25	7.50	8.91	10.31	72.28
26	12.28	12.66	12.19	12.19	7.50	9.84	10.78	77.43
27	10.19	10.78	12.66	11.25	6.88	10.31	9.84	71.90
28	10.19	13.59	10.31	12.66	7.50	9.84	10.78	74.87
29	11.50	12.66	11.72	10.31	8.13	8.91	10.78	74.00
30	9.94	10.78	10.78	10.78	7.19	8.91	9.84	68.22
31	11.50	11.25	10.78	10.31	6.88	7.97	8.44	67.13
32	10.19	11.25	12.19	11.72	7.19	10.78	9.38	72.69
33	12.28	10.78	11.72	11.25	8.13	9.84	9.84	73.84
34	10.19	12.19	9.84	11.72	7.81	9.84	9.84	71.43
35	11.13	11.72	13.13	12.19	7.19	9.38	8.44	73.16
36	10.19	11.72	10.31	11.72	7.81	9.38	9.84	70.97
37	11.50	10.78	12.19	12.19	8.13	9.84	10.31	74.93
38	11.50	12.66	11.25	11.25	8.13	9.84	9.84	74.46
39	10.19	10.78	11.72	10.78	7.81	11.25	8.91	71.44
40	12.28	13.13	11.25	11.25	6.88	8.91	11.25	74.94
41	11.59	11.72	11.25	10.78	7.50	8.91	9.84	71.59
42	9.94	12.66	11.25	11.72	7.50	9.84	10.31	73.21
43	11.50	12.66	12.66	11.72	7.81	9.38	10.31	76.03
44	11.59	12.19	10.78	10.31	7.19	8.91	9.38	70.35
45	10.19	12.19	9.84	11.72	7.19	7.97	8.91	68.01
46	11.13	11.72	13.13	12.66	7.19	10.31	9.38	75.50

ตารางที่ ๔.๔ คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	การตั้ง สมมติฐาน	การกำหนด และควบคุม ตัวแปร		การทดลอง		การตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป		รวมเฉลี่ย (100)
		(15)	(15)	(15)	(15)	(10)	(15)	
47	11.13	13.59	11.72	10.31	7.50	9.38	8.91	72.54
48	9.94	10.78	11.25	11.72	8.13	10.31	10.31	72.43
49	11.50	12.19	11.25	10.78	7.50	8.91	10.31	72.44
50	12.28	13.13	10.78	11.25	7.50	9.38	9.38	73.70
51	11.50	12.66	12.19	10.31	8.13	8.91	8.91	72.60
52	10.19	11.72	10.31	12.66	7.19	10.78	9.84	72.68
53	12.28	12.66	10.31	11.72	7.50	8.91	9.38	72.76
54	10.19	11.72	11.25	10.31	8.13	9.38	9.84	70.81
55	10.19	10.78	11.72	11.72	7.81	8.91	9.84	70.97
56	12.28	13.59	9.84	10.78	7.81	9.38	8.91	72.60
57	11.13	11.25	11.72	11.72	7.81	8.91	9.84	72.38
58	11.50	11.72	10.78	11.25	6.88	10.78	10.31	73.22
59	9.94	12.19	13.13	12.66	7.81	9.84	8.91	74.47
60	10.19	12.19	11.25	10.78	8.13	8.91	10.78	72.22
61	11.13	13.59	12.66	11.72	7.81	8.91	8.91	74.73
62	9.94	11.72	11.25	11.25	7.50	9.84	10.31	71.81
63	11.13	11.72	10.31	11.25	7.81	8.91	9.84	70.97
รวม	<b>699.88</b>	<b>777.66</b>	<b>724.22</b>	<b>725.63</b>	<b>480.00</b>	<b>608.93</b>	<b>634.17</b>	<b>4650.48</b>
เฉลี่ย	<b>11.11</b>	<b>12.34</b>	<b>11.50</b>	<b>11.52</b>	<b>7.62</b>	<b>9.67</b>	<b>10.07</b>	<b>73.82</b>
S.D.	<b>0.84</b>	<b>0.90</b>	<b>1.03</b>	<b>0.84</b>	<b>0.45</b>	<b>0.72</b>	<b>0.79</b>	<b>2.72</b>
ร้อยละ	<b>74.06</b>	<b>82.29</b>	<b>76.64</b>	<b>76.79</b>	<b>76.19</b>	<b>64.44</b>	<b>67.11</b>	<b>73.82</b>
ระดับ	<b>ดี</b>	<b>คุณภาพ</b>	<b>ดี</b>	<b>ดี</b>	<b>ดี</b>	<b>พอใช้</b>	<b>พอใช้</b>	<b>ดี</b>

ภาคผนวก จ  
ตัวอย่างภาพประกอบการทำกิจกรรม

จ.1 ตัวอย่างการทำกิจกรรมการทดลองที่ 5 ป้องกันที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น



ภาพการจัดกิจกรรม POE ขั้นทำนาย (P) : การเกิดปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียม (Mg) ยาว 3 เซนติเมตร 1 ชิ้น ระหว่างลวด Mg ยาว 3 เซนติเมตร ที่ตัดให้ได้ 8 ชิ้น กับกรด HCl



ภาพการจัดกิจกรรม POE ขั้นสังเกต (O) : ครูและตัวแทนนักเรียนร่วมกันสาธิตการทดลอง แล้วให้ นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างลวด Mg กับกรด HCl



ภาพการจัดกิจกรรม POE ขั้นอธิบาย (E) : นักเรียนร่วมกันอธิบายผลที่สังเกตได้ เทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ในขั้นทำนาย (P)



ภาพการจัดกิจกรรม POE ขั้นอธิบาย (E) : นักเรียนร่วมกันอธิบายผลที่สังเกตได้ เทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ในขั้นทำนาย (P)



ภาพนักเรียนในกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง กำหนดตัวแปรในการทดลอง วางแผน และออกแบบการทดลอง



ภาพนักเรียนในกลุ่มร่วมกันปฏิบัติการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลอง



ภาพนักเรียนในกลุ่มร่วมกันตีความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง



ภาพครูแนะนำแนวทางการตีความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการสรุปความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง

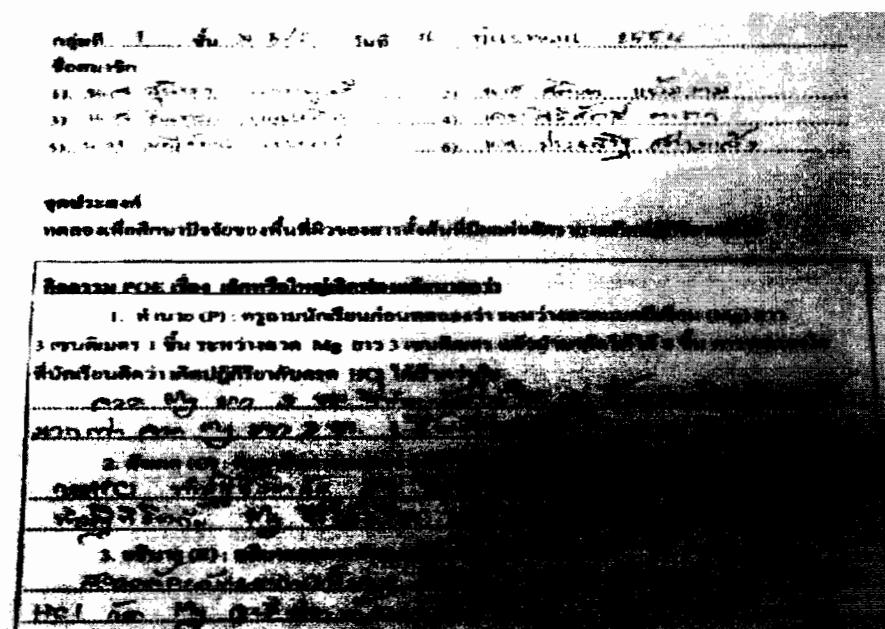


ภาพการสื่อสารนักเรียนออกมานำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการสรุปความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง



ภาพนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียน ชักถามข้อสงสัยที่ได้จากการนำเสนอข้อมูลของเพื่อน ๆ กลุ่มที่ถูกสื่อสารออกมานำเสนอข้อมูล

ฉ.2 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการทดลองที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี : พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น



ภาพการตอบคำถามที่ได้จากการทำกิจกรรม POE ในกิจกรรมการทดลองที่ 5

## 2. แบบที่ได้รับ

### 2.๑ แบบประเมิน

พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น

### 2.๒ แบบประเมิน

ผลการทดลองปฏิกิริยาเคมี

### 2.๓ แบบประเมิน

การทำกิจกรรมทดลอง

๑ การทำกิจกรรมทดลอง

๒ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

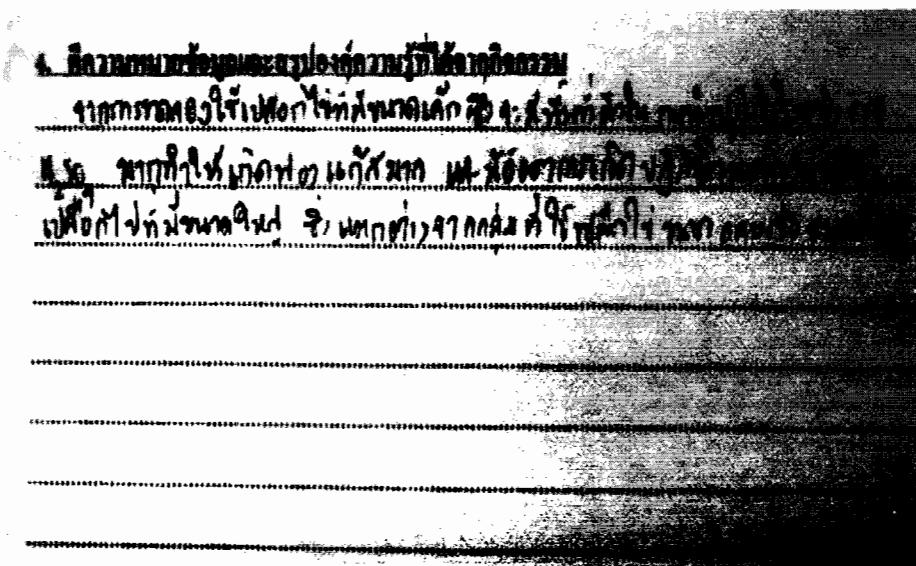
ภาพการตอบคำถามในการกำหนดตัวแปรของ การทดลอง ในกิจกรรมการทดลองที่ 5

3. เครื่องมือที่ใช้
1. เซตอุณหภูมิสำหรับการต้มน้ำ
2. ติ่งน้ำที่ต่อไปจากเตาเพื่อติดตั้งในตู้ทดลอง 1 ตัว
3. เตาเผาที่สามารถ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.2 Normal ได้
4. รีดูฟอร์ม 50 ม.
5. ติ่งส่งตัวอย่าง 1 ตัว
6. เตาไฟฟ้าที่บันทึกเวลาได้
7. ไม้กางเขน ไม้ตีบล็อก
8. ที่ตั้งทดลอง 2 ตัว

### ภาพการออกแบบวิธีการทดลอง ในใบกิจกรรมการทดลองที่ 5

4. ตารางข้อมูลการทดลอง				
ลำดับ	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ 1	จำนวนตัวอย่างที่ 2	จำนวนตัวอย่างที่ 3
1	0	0	0	0
2	3	3	3	4
3	6	6	6	6
4	10	9	9	9
5	13	14	14	14
6	18	20	20	20
7	24	25	25	25
8	32	33	33	33
9	39	40	40	40
10	45	45	45	45
11	64	67	67	67
12	75	77	77	77
13	-	-	-	-

ภาพการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง ในใบกิจกรรม  
การทดลองที่ 5



ภาพค่าตอบของนักเรียนในการศึกษาความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในใบกรรม  
การทดลองที่ 5



### ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

ประวัติการศึกษา

นายวิชัย ลาธิ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2546 – 2549

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2550

ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2553-2555

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน

ครูโรงเรียนรามวิทยา รัชมังคลากิยา

ตำบลราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนรามวิทยา รัชมังคลากิยา

ตำบลราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

อีเมล์ krapongpangchem@hotmail.com

ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน