



การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
โดยใช้วิธีสอนแบบสาธิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กมลทิพย์ บริบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**ENHANCING LEARNING ACHIEVEMENT OF RATE OF CHEMICAL
REACTION BY USING DEMONSTRATION METHOD FOR
GRADE 11 STUDENTS**

KAMOLTIP BORIBOON

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2014
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้วิธีสอนแบบสาธิต
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย นางสาวกมลทิพย์ บริบูรณ์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภามร

ประธานกรรมการ

ดร.กานต์ตะวัน วุฒิเสลา

กรรมการ

ดร.สนธิ พลชัยยา

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิเสลา)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิสภา ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาพร และ ดร.สนธิ พลชัยยา ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นด้วยดี มาตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ให้ความกรุณามา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาระดับปริญญาโทแก่นักศึกษาทุน โครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนโพนทองวิทยายน อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด พร้อมทั้งคณะครูอาจารย์ในโรงเรียนทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ ตลอดจนอำนวยความสะดวกต่างๆ ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้สั่งสอนข้าพเจ้าตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงปัจจุบัน ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ขอขอบคุณบิดามารดา พี่น้องและเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือ ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในวิทยานิพนธ์นี้ ให้สำเร็จลุล่วง



(นางสาวกมลทิพย์ บริบูรณ์)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

- ชื่อเรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้วิธีสอนแบบสาธิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- โดย : กมลทิพย์ บริบูรณ์
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิสเสลา
- ศัพท์สำคัญ : เทคนิคการสอนแบบสาธิต อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ปีการศึกษา 2557 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนข้อมูลถูกเก็บรวบรวมโดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ข้อมูลดังกล่าวนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบที่ความก้าวหน้าทางการเรียน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ค่าเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียนอยู่ในระดับสูง (ค่าจีเท่ากับ 0.71) นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดต่อเทคนิคการสอนแบบสาธิต (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54)

ABSTRACT

TITLE : ENHANCING LEARNING ACHIEVEMENT OF RATE OF CHEMICAL REACTION BY USING DEMONSTRATION METHOD FOR GRADE 11 STUDENTS

BY : KAMOLTIP BORIBOON

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST.PROF. KARNTARAT WUTTISELA, Ph.D.

KEYWORDS : DEMONSTRATION TECHNIQUE / RATE OF REACTION / LEARNING ACHIEVEMENT / LEARNING GAIN

This study aimed to promote: (1) students' learning achievements, (2) study students' learning gains and (3) investigate students' learning satisfaction after exposure to the demonstration technique in relation to the rate of reaction. The target group was 30 students in eleventh grade in the 2014 academic year. The study was of a one group pre-test/post-test design. Data were collected by the use of achievement tests and questionnaires, and were analyzed by t-test dependents, normalized gains, averages, percentages, and standard deviations. The results revealed that the students achieved learning outcomes at statistically different means in the pre-test and post-test at a significant level of .05. The class average normalized gain was in the high gain level ($\langle g \rangle = 0.71$) and students were highly satisfied with the use of the demonstration technique (mean = 4.54).

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การสอนแบบสาธิต	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	25
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	25
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	26
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
3.5 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	38
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	
4.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45
4.2 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน	47
4.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	60
5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	63
5.2 ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	
ก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	70
ข เครื่องที่ใช้ในการทดลอง	87
ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	101
ง ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	104
ประวัติผู้วิจัย	116

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	เนื้อหาและจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต	4
3.1	กิจกรรมการสาธิตที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	31
3.2	การแปลความหมายค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	41
3.3	การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	42
3.4	การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	43
4.1	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	45
4.2	ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain ; <g>) ของกลุ่มตัวอย่าง	48
4.3	ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีรายเนื้อหา	50
4.4	ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอน แบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	60
ค.1	คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้	102
ค.2	ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	104

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	34
3.2	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	36
3.3	ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้	38
3.4	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	39
4.1	แบบทดสอบหลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความเข้มข้นของสาร กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	46
4.2	แบบทดสอบหลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายและการคำนวณ หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	47
4.3	ค่า normalized gain <g> ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แยกเป็นรายบุคคล	49
4.4	ค่า normalized gain <g> ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในแต่ละเนื้อหา	51
4.5	ค่า normalized gain <g> ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในแต่ละข้อ	53
4.6	การเขียนคำตอบแสดงเหตุผลในการตอบคำถามท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	54
4.7	โจทย์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อที่ 4	55
4.8	โจทย์แบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายและ การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	56
4.9	มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวเลขจำนวน โมล	56
4.10	มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคำว่าอัตราการลดลงและอัตราการเพิ่มขึ้นของสาร	57
4.11	มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ	58
ง.1	ชุดอุปกรณ์การทดลอง	106
ง.2	ครูสาธิตการทดลองปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู	106
ง.3	นักเรียนร่วมทำการทดลองปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู	107
ง.4	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน	107

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ง.5	ครูอธิบายภาพการชนกันของแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สไอโอดีน ทฤษฎีการชนกันของโมเลกุล และภาพคนเดินทางข้ามภูเขา พร้อมอธิบายเรื่องพลังงานก่อกัมมันต์และสถานะทรานซิชัน	108
ง.6	การสาธิตการทดลองปฏิกิริยาดูดความร้อนและคายความร้อน	108
ง.7	นักเรียนร่วมสาธิตการทดลอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ	109
ง.8	เตรียมบดเปลือกไข่ขนาดต่างกัน บดละเอียด บดหยาบ บดหยาบมาก	109
ง.9	เตรียมอุณหภูมิของสารที่ทำการทดลอง ที่ 0, 20 และ 70 องศาเซลเซียส	110
ง.10	ครูสาธิตการทดลองปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชูที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	110
ง.11	ครูสาธิตการทดลองร่วมกับนักเรียน เรื่อง ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี คำตอบข้อ 14 เรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ความก้าวหน้า	111
ง.12	ทางการเรียนระดับสูงเท่ากับ 0.78	111
ง.13	คำตอบข้อ 29 เรื่องตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา ความก้าวหน้าทางการเรียนระดับสูงเท่ากับ 0.77	112
ง.14	คำตอบข้อ 8 เรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความก้าวหน้าทางการเรียนระดับปานกลางเท่ากับ 0.60	112
ง.15	คำตอบข้อ 17 เรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา ความก้าวหน้าทางการเรียนระดับปานกลางเท่ากับ 0.67	113
ง.16	นักเรียนซักถามปัญหาและข้อสงสัยในการทดลอง	113
ง.17	รายงานการทดลอง	114
ง.18	นักเรียนฝึกทดลองใช้อุปกรณ์การทดลองในการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	115

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นของการเรียน วิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและ การดำรงชีวิต เป็นเป้าหมายหลักที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) อย่างไรก็ตามการจัดการ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระยะเวลาที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะ วิชาเคมีซึ่งเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ (Theodore E. Brown, 2014) จากการศึกษางานวิจัยพบว่าปัญหาที่พบมากในการเรียนการสอนวิชาเคมี คือ ในแต่ละการทดลอง เน้นให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ และทักษะกระบวนการ แต่เนื่องด้วยอาจมีข้อจำกัดมาจากสารเคมีและ อุปกรณ์ไม่เพียงพอเวลาเรียนน้อยจึงต้องตัดทอนรายละเอียดสำคัญบางอย่างในการทดลองออกไป (ศักดิ์ศรี สุภาพร, 2554) โดยเฉพาะเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งการทดลองแต่ละครั้งใช้ อุปกรณ์ค่อนข้างเยอะและต้องจัดเตรียมใหม่ทุกครั้งทำให้เป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน (ณัฐสุดา กล้าหาญ, 2555) รวมทั้งลำบากในการควบคุมชั้นเรียนในขณะที่ทำการเรียนการสอน

การสอนแบบสาธิต (Demonstration Method) เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ให้ผู้เรียนสังเกตดูแล้วให้ผู้เรียนซักถามอภิปรายและสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตการ สอนสาธิต (ทิตสนา เขมมณี, 2557) การสอนด้วยวิธีนี้จึงเป็นที่นิยมใช้ เนื่องจาก การสาธิตใช้วัสดุ อุปกรณ์น้อยกว่าการให้ผู้เรียนทดลองทำเอง ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน และผู้สอนสามารถ ควบคุมชั้นเรียนได้ดี (ปัญญา สังข์ภิรมย์ และสุคนธ์ สินธพานนท์ (2550)

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิตของ Crystal Wood and Bryan Breyfogle (2006) ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาการสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง อัตราส่วน โมลและสารกำหนดปริมาณ

โดยนักเรียนตั้งคำถามในทั้งสองเรื่องที่จะสาธิตไว้ในระบบ Electronic keypad คำถามจะถูกถามขึ้นระหว่างการสาธิตการทดลอง โดยประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับ แนวความคิด อนุภาค และการคำนวณ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องอัตราส่วน โมลและสารกำหนดปริมาณลดลงและมีแนวคิดเชิงบวกต่อการเรียนวิชานี้มากขึ้น จากการทำแบบทดสอบแบบตัวเลือก นักเรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังมีความเข้าใจในเรื่องปริมาณสัมพันธ์มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก การสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ที่มีการตั้งคำถามผ่านระบบ Electronic keypad ที่หลากหลายจะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของนักเรียนที่ไม่กล้าถามคำถามที่ตนเองสงสัยและคำถามเหล่านี้ยังสามารถศึกษาค้นคว้าผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้และงานวิจัยของ David R. Sokoloff (2008) ได้นำการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ไปใช้กับผู้เรียนที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์เบื้องต้น มหาวิทยาลัยโอเรกอน เรื่อง แสงและการมองเห็น โดยใช้ชุดการสาธิตชื่อว่า Optics Magic Tricks และแบบตอบคำถามเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ อย่างต่อเนื่อง มีผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนถึงร้อยละ 80 ในขณะที่ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม มีผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนเพียงร้อยละ 20 เพราะ การใช้ชุดการสาธิตทำให้ผู้เรียนมองภาพในเรื่องของแสงได้ชัดเจน เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนทำให้นักเรียนทำแบบทดสอบได้นอกจากนี้ปริคา ตะเหลบ (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ของกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ ของนักศึกษาที่ลงเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาการสอนแบบบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ในหัวข้อกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ และเพื่อศึกษาผลของการใช้การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ในเนื้อหาเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผลการทดสอบก่อนและหลังเรียน กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ มีความเข้าใจในเนื้อหาอุณหพลศาสตร์พื้นฐานได้ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามปกติ เพราะการสอนที่มีการสาธิตให้ดูหรือสังเกต จะทำให้ผู้เรียน สนใจในสิ่งที่ผู้สอนกระทำอยู่ และยังมีโอกาสได้ทดลองด้วยตนเอง ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อำพล ใจรัภย์ (2550)

จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่าเทคนิคการสอนแบบสาธิต เป็นรูปแบบการสอนที่ฝึกให้ผู้สอนมีการเตรียมความพร้อมในการสอนมากขึ้น โดยผู้สอนจะต้องมีสื่อในการสาธิต เช่น การทดลอง ภาพประกอบ เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้จาก การสังเกต การซักถาม หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในการสาธิตร่วมกับผู้สอนได้ เทคนิคการสอนแบบสาธิตจึงเป็นที่นิยมมาก

เนื่องจาก เป็นเทคนิคที่ใช้อุปกรณ์และสารเคมีน้อย ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน และผู้สอนสามารถควบคุมชั้นเรียนได้ง่าย ดังนั้น เทคนิคการสอนแบบสาธิตจึงเหมาะสมอย่างมากที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

1.3.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตในวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับมากที่สุด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน โพนทองวิทยายน อำเภอ โพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2557 จำนวน 60 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพนทองวิทยายน อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

การสอนแบบสาธิต

1.4.3 ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เนื้อหาวิชาเคมี เล่ม 3 รหัสวิชา ว 30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาแสดงผลดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 เนื้อหาและจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

ลำดับที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
2	แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1
3	พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	1
4	ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
5	พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
6	อุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
7	ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี	2
รวม		12

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีสูงขึ้น

1.5.2 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบสาธิต หมายถึง เทคนิควิธีการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่ผู้สอนหรือผู้เรียนแสดงวิธีการหรือขั้นตอนวิธีทำให้ผู้เรียนดูเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งนี้อาจมีการนำสื่อการสอนเป็นตัวกลางในการสาธิตเช่น การทดลอง เทปบันทึกภาพมาประกอบการสาธิตให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

1.6.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี 3 (ว 30223) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการวิจัย 4 สัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง

1.6.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.6.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.6.5 ความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้ที่มีความสุข หรือความพอใจเมื่อได้รับความสำเร็จ เมื่อได้สิ่งที่ต้องการและมีความสุขที่ความต้องการหรือเป้าหมายที่ตั้งใจไว้บรรลุผลหรือสมหวัง

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการจัดการการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

- (1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบสาธิต
- (2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสอนแบบสาธิต

2.1.1 ความหมายของการสอนแบบสาธิต

การสาธิต (Demonstration) หมายถึงการสอนที่เป็นเทคนิคทางการสอนของครูอย่างหนึ่งเป็นการผสมกลมกลืนระหว่างการบรรยายประกอบกับการกระทำจริงด้วยวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือประกอบ (Brown and Other, 1997)

ทิสนา แคมมณี (2551) กล่าวว่าวิธีสอน โดยการใช้การสาธิตคือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้ผู้เรียนสังเกตดูแล้วให้ผู้เรียนซักถามอภิปรายและสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตการณ์สอนสาธิต

มังกร ทองสุคติ (2522) กล่าวว่าการศึกษาเป็นเทคนิคสำคัญอย่างหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้นักเรียนเข้าใจวิธีการหรือประสบการณ์ในเรื่องราวต่างๆ หรือเพื่อต้องการให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องราวที่ยากเช่นการหักเหของแสงการต่อวงจรไฟฟ้า เป็นต้น

ปัญญา สังข์ภิรมย์ และสุคนธ์ สินธพานนท์ (2550) ให้ความหมายว่าวิธีสอนสาธิตเป็นวิธีการที่ผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระพร้อมทั้งแสดงกระบวนการปฏิบัติประกอบคำอธิบายตามขั้นตอนการสาธิตนั้นๆ แล้วให้ผู้เรียนซักถามอภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้จากการสอนสาธิต

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่าการสอนแบบสาธิตคือเทคนิควิธีการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่ผู้สอนหรือผู้เรียนแสดงวิธีการหรือขั้นตอนวิธีทำให้ผู้เรียนดูเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งนี้อาจมีการนำสื่อการสอนเป็นตัวกลางในการสาธิตเช่น การทดลองของจริงเทปบันทึกภาพมาประกอบการสาธิตให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2.1.2 ประเภทของการสอนแบบสาธิต

ปัญญา สังข์ภิรมย์ และสุคนธ์ สิ้นพานนท์ (2550) แบ่งการสาธิตออกเป็น 3 ลักษณะ

(1) การสาธิตสำหรับผู้เรียนทั้งห้อง (Class) เป็นการสาธิตที่ทุกคนได้เรียนรู้พร้อมกันซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดขึ้นเมื่อเนื้อหาสาระที่ต้องการสาธิตนั้นเป็นเนื้อหาสำคัญที่ทุกคนควรรู้การสาธิตทั้งห้องเรียนผู้สอนต้องมีการเตรียมการเป็นอย่างดีเพื่อให้เกิดผลตามจุดประสงค์

(2) การสาธิตสำหรับกลุ่มย่อย (Group Demonstration) เป็นการสาธิตสำหรับผู้เรียนกลุ่มย่อยที่พร้อมจะเรียนรู้ในเนื้อหาหรือฝึกการทำงานบางอย่างเพิ่มเติมจากคนอื่นในห้องเรียนและยังจัดสาธิตสำหรับผู้เรียนที่ยังไม่อาจติดตามการสาธิตที่ผู้สอนทำไปแล้วได้ทันการสาธิตกลุ่มย่อยผู้สอนสามารถทำการสาธิตร่วมกับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

(3) การสาธิตเป็นรายบุคคล (Individual Demonstration) เป็นการสาธิตให้แก่ผู้เรียนเฉพาะในกรณีที่ผู้เรียนเกิดการสงสัยหรือไม่แน่ใจมีปัญหาในการทำงานหรือปฏิบัติงานผู้สอนเดินดูการปฏิบัติงานของผู้เรียนเมื่อผู้เรียนคนใดคนหนึ่งมีปัญหาหรืออาจจะทำได้ผู้สอนจะใช้วิธีการสาธิตขั้นตอนในการทำงานต่างๆ ให้ผู้เรียนดูเพื่อเกิดความเข้าใจในการทำงานแต่ละขั้นตอนเช่นวิธีการใช้เครื่องมือประเภทต่างๆ เป็นต้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสาธิตผู้สอนสามารถใช้วิธีการสาธิตได้การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีได้เกือบทุกเนื้อหาสาระและทุกระดับชั้นการสาธิตจะช่วยให้การเรียนรู้เป็นจริงและมีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้น

แบบของการสาธิตแบ่งออกเป็น 5 แบบดังนี้

(1) ผู้สอนเป็นผู้สาธิตเป็นการสาธิตที่ทำให้ผู้สอนทำหน้าที่สาธิตด้วยตนเองและทำการสาธิตกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ผู้สอนสามารถควบคุมผู้เรียนในชั้นเรียนได้ดีและนำเข้าสู่บทเรียนได้ง่าย

(2) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสาธิตเป็นการสาธิตที่ผู้สอนและผู้เรียนมีส่วนร่วมกันในการสาธิตหรือปฏิบัติตามขั้นตอนโดยให้ผู้เรียนออกมาปฏิบัติหรือสาธิตวิธีการทำงานซึ่งผู้สอนจะคอยให้คำปรึกษาการสาธิตแบบนี้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

(3) ผู้เรียนสาธิตเป็นกลุ่มเป็นการสาธิตแบบที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมทำงานเป็นกลุ่มให้ความร่วมมือกันอย่างจริงจัง โดยผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มจะมีบทบาทหรือหน้าที่ในการสาธิตแต่ละขั้นตอนที่ตนเองรับผิดชอบการสาธิตแบบนี้ถ้าผู้เรียนไม่มีความพร้อมในการสาธิตจะทำให้การเรียนรู้ไม่ประสบผลดีเท่าที่ควร

(4) ผู้เรียนสาธิตเป็นรายบุคคลเป็นการสาธิตที่ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์โดยตรงจากการสาธิตผู้เรียนชอบและเกิดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ ด้วยตนเองผู้เรียนจะรู้สึกภาคภูมิใจที่ได้เป็นผู้สาธิต

(5) วิทยาการสาธิตเป็นการสาธิตที่ผู้สอนเชิญวิทยากรที่มีความชำนาญมาสาธิตในเรื่องที่มีความสำคัญต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์มีความรู้เฉพาะทางเช่นการสาธิตวิธีการปฐมพยาบาลผู้ที่ถูกกระแสไฟฟ้าดูดผู้เรียนได้รับความรู้จากผู้ที่มีประสบการณ์จริงและเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้

สุวัฒน์ พุทธรเมธา (2523) แบ่งการสาธิตออกเป็น 2 วิธี

(1) สาธิตเงียบไม่มีการอธิบายผู้เรียนสังเกตขั้นตอนและวิธีการต่างๆ จากการสาธิตของครูหรือผู้อื่นเมื่อสาธิตเสร็จแล้วครูจึงให้นักเรียนอธิบายหรือทำแผนภูมิแสดงขั้นตอนของการปฏิบัตินั้นๆ โดยที่ก่อนทำการสาธิตครูหรือผู้สาธิตต้องบอกผู้เรียนก่อนว่าเป็นการสาธิตเงียบให้ผู้เรียนคอยสังเกตบันทึกขั้นตอนเอง

(2) สาธิตแบบบรรยายในขณะที่ทำการสาธิตหรือก่อนที่จะทำการสาธิตผู้สาธิตอธิบายขั้นตอนหรือทำแผ่นปลิวแสดงขั้นตอนของการสาธิตวิธีการสาธิตในเวลาเดียวกันให้ผู้เรียนดูรายละเอียดแผนภูมิต่างๆ จากแผ่นปลิวหรือคู่มือการสาธิตไปด้วยจากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปรายละเอียดของการสาธิตแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างชมกับผู้เรียนมีส่วนร่วมหลังชมได้ดังต่อไปนี้

(2.1) ความหมายของการสาธิตแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างชมกับแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมหลังชมการสาธิต

(2.1.1) การสาธิตแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างชมหมายถึงการสาธิตที่ผู้สอนแสดงการสาธิตภาคปฏิบัติทีละขั้นตอนแล้วให้ผู้เรียนทำการฝึกภาคปฏิบัติตามลำดับตั้งแต่ต้นจนจบ

(2.1.2) การสาธิตแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมหลังชมหมายถึงการสาธิตที่ผู้สอนแสดงการสาธิตภาคปฏิบัติโดยให้ผู้เรียนดูขั้นตอนภาคปฏิบัติตามลำดับตั้งแต่ต้นจนจบแล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติตามในขั้นตอนทั้งหมด

(2.2) ประเภทของการสอนสาธิตแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างชมกับผู้เรียนมีส่วนร่วมหลังชมการสาธิต

(2.2.1) การสาธิตโดยผู้สอนเป็นต้นแบบของการสาธิตคือผู้สอนจะเป็นผู้แสดงขั้นตอนการสาธิตภาคปฏิบัติด้วยตนเองแล้วเป็นผู้กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติในระหว่างที่มีการสาธิตหรือให้ผู้เรียนปฏิบัติหลังการสาธิต วิธีนั้นผู้สอนสามารถควบคุมชั้นเรียนนำเข้าสู่บทเรียนได้ง่ายผู้เรียนสามารถสังเกตและแสดงกิจกรรมต่างๆ ในสถานการณ์จริงซึ่งผู้สอนจะต้องมีความรู้มีความเชี่ยวชาญและชำนาญในเนื้อหากิจกรรมและการถ่ายทอดจึงจะประสบความสำเร็จ

(2.2.2) การสาธิตโดยผู้สอนนำสื่อการสอนมาเป็นสื่อหลักในการถ่ายทอดคือการสาธิตที่ผู้สอนนำสื่อการสอนรูปแบบต่างๆ มาเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดสื่อเหล่านั้นได้รับการบันทึกเนื้อหาที่แสดงขั้นตอนการสาธิตอย่างมีประสิทธิภาพแล้วมาเปิดให้ผู้เรียนได้ชมและดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในสื่อไม่ว่าจะเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนขั้นถ่ายทอดเนื้อหาขั้นปฏิบัติกิจกรรมระหว่างชมและหลังชมขั้นสรุปทบทเรียนแล้วแต่นำสื่อการสอนมาเป็นสื่อหลักในการถ่ายทอดทั้งสิ้นสื่อที่ผู้สอนมักจะนำมาใช้ได้แก่เทปภาพสไลด์วิทยุกระจายเสียง การเลือกใช้สื่อต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์และรูปแบบกิจกรรมตลอดจนเนื้อหาเป็นหลักว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการนำมาใช้นาน้อยเพียงใดด้วย

(2.2.3) การสาธิตโดยผู้สอนทำการสอนสาธิตร่วมกับสื่อคือการสอนสาธิตที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดรูปแบบขั้นตอนกิจกรรมโดยนำสื่อมาเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดวิธีนั้นผู้สอนอาจจะเป็นผู้ดำเนินรายการนำเข้าสู่บทเรียนแล้วนำสื่อมาเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาและแสดงขั้นตอนการสาธิตโดยผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดระยะเวลาและลักษณะกิจกรรมที่ใช้ร่วมกับสื่อ เป็นรูปแบบที่ผู้เรียนได้เปลี่ยนบรรยากาศการเรียนเกิดความตื่นเต้นสามารถที่จะถามตอบปัญหาต่างๆ ได้ทั้งนี้ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติระหว่างชมและหลังชมตามความเหมาะสม

(2.3) หลักเกณฑ์การสอนสาธิตแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างชมกับแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมหลังชม

(2.3.1) ผู้สอนควรเลือกรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งจากการสอนทั้ง 2 รูปแบบ คือแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างชมกับแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมหลังชมไม่ควรนำทั้ง 2 รูปแบบ มาใช้ในการสอนเพราะจะสร้างความสับสนให้กับผู้เรียนได้ในระหว่างที่มีการทำกิจกรรมการเลือกควรคำนึงถึงความเหมาะสมของวัตถุประสงค์และเนื้อหาสาระด้วย

(2.3.2) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้เพิ่มเติมที่กำหนดรูปแบบกิจกรรมให้ชัดเจน โดยเฉพาะการสาธิตแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างชมจะต้องมีการกำหนดช่วงระยะเวลาของการหยุดการแสดงเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมอย่างชัดเจนไม่ปล่อยเลยตามเลยหรือตามความสะดวกของผู้สอนหรือผู้เรียน

(2.3.3) ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักบูรณาการภาคปฏิบัติให้เข้ากับการเรียนรู้ที่สอน

(2.3.4) ควบคุมดูแลให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติอย่างใกล้ชิดและคอยแก้ปัญหาแก้ไขสิ่งที่ไม่พึงประสงค์อันอาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติรวมถึงการรักษาเวลาด้วย

2.1.3 หลักเกณฑ์การนำการสอนแบบสาธิตมาใช้ในการเรียนการสอน

จำนง พลายเข้มแข็ง (2514) ได้ให้เกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของการสอนแบบสาธิต ดังนี้

(1) เป็นการทดลองที่ยุ่งยากซับซ้อนการทดลองบางรายการไม่อาจพลิกแพลงใช้อุปกรณ์ชนิดต่างๆ ได้เพราะจะไม่ได้ผลสมบูรณ์ตามความเป็นจริงหรืออาจจะเป็นการทดลองที่ใช้สารเคมีการจุดระเบิดการจุดไหม้อย่างรุนแรงซึ่งล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายแก่ตัวได้ง่าย

(2) เป็นการเร้าความสนใจไปสู่การตั้งคำถามหรือปัญหาบางครั้งก่อนครูจะเริ่มสอนบทเรียนใ้ใช้วิธีการสาธิตทดลองเป็นเครื่องเร้าความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือหัวข้อเรื่องที่ต้องการได้เป็นอย่างดีทำให้เกิดความประหลาดใจและสนใจใช้ความคิดที่จะหาคำตอบให้ได้

(3) ช่วยแก้ปัญหาในทางกลับกันของข้อ 2 ครูอาจใช้การสาธิตการทดลองช่วยตอบปัญหาหรือช่วยแก้ปัญหาให้กระจ่างได้ดีกว่าการบรรยายแต่อย่างเดียวปัญหาอาจได้มาจากการค้นคว้าของนักเรียนหรือครูเป็นผู้นำมาเสนอหรือเป็นทฤษฎีบางอย่างที่อ่านพบจากตำราหรือแบบเรียนแต่ไม่แน่ใจว่าจะเป็นความจริงเพียงใดจนกว่าจะมีการทดลองให้เห็นจริงโดยนำมาสาธิตให้นักเรียนเห็นพร้อมๆ กันทั้งชั้นเรียน

(4) เป็นการทดลองหลายๆ อย่างในคราวเดียวกันในการสอนเรื่องบางเรื่องหากจะให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนต้องมีการทดลองหลายชุดประกอบกันถ้าจะจัดให้เด็กทดลองก็มีอุปกรณ์ไม่พอหรือสถานที่คับแคบซึ่งอาจทำให้เกิดความโกลาหลวุ่นวายเพื่อตัดปัญหาดังกล่าวครูจึงควรใช้วิธีการสอนแบบสาธิต

นอกจากนี้สุนทร โคตรบรรเทา (2535) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของการสอนภาคปฏิบัติหรือการสอนสาธิตที่ดีที่ผู้สอนควรจะทำโดยได้เสนอไว้ 9 ประการด้วยกัน

- (1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่
 - (2) มีทัศนคติในทางบวกต่อการสอนสาธิต
 - (3) เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางสติปัญญาที่ต้องการให้ผู้เรียนคิด
 - (4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักบูรณาการภาคปฏิบัติให้เข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาที่สอนในองค์ประกอบอื่นของรายวิชา
 - (5) ควบคุมดูแลผู้เรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อให้ยอมรับปัญหาที่เกิดขึ้นกับความคิดรวบยอดแบบฝึกหัด
 - (6) ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกทักษะอย่างเพียงพอ
 - (7) ให้แบบอย่างบทบาทที่ดีแก่ผู้เรียน
 - (8) การเฝ้าความสนใจและทำท่าย
 - (9) เป็นกันเองช่วยเหลือและมีเวลาให้กับผู้เรียน
- ในการสอนภาคปฏิบัติหรือการสอนสาธิตนี้มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไปแต่ที่สำคัญจะต้องให้บรรลุอยู่ 2 ประการเท่านั้นคือ

- (1) การเรียนรู้ทักษะและเทคนิคภาคปฏิบัติห้องที่ใช้ในการปฏิบัติควรเป็นสถานที่ซึ่งจัดเพื่อให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกทักษะและเทคนิคหลายอย่างทักษะและเทคนิคเหล่านี้ควรกำหนดไว้เพื่อว่าผู้เรียนได้มีแนวคิดชัดเจนว่าวิชานี้ทักษะนี้ต้องการอะไรหรือบรรลุอะไรเมื่อจบรายวิชานี้
- (2) การเข้าใจกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแล้วการเสาะแสวงหาความรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์มีลักษณะ 4 ประการคือการวิเคราะห์เอกสารอย่างมีวิจารณญาณการกำหนดปัญหาต่างๆ หรือปัญหาใหม่ๆ การวิเคราะห์และตีความข้อมูลการทดลองและการรายงานผลด้วยการสื่อสารเขียนและวาจา

2.1.4 ขั้นตอนของการสาธิต

อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ (2523) ได้เสนอขั้นตอนของการดำเนินการสอนแบบสาธิตได้ดังนี้

- (1) ขั้นตอนเตรียมการก่อนการสาธิตควรดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้
 - (1.1) ครูศึกษาบทเรียนเลือกกิจกรรมว่าจะสาธิตอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาตอนนั้นศึกษาหนังสือคู่มืออื่นๆ ด้วยเขียนแผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสาธิต (แล้วแต่เนื้อเรื่อง)

(1.2) ระบุวัตถุประสงค์ประสงค์ในการสาธิตลงไปว่าต้องการให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด (Concept) อะไรบ้าง

(1.3) เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือในการสาธิตไว้ให้พร้อม

(1.4) ครูลงมือสาธิตดูก่อนว่าได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่เพื่อจะได้ช่วยให้นักครูปรับปรุงเครื่องมือในการสาธิตถ้าเครื่องมือไม่เหมาะสมอาจจะต้องเปลี่ยนเครื่องมือใหม่

(1.5) เตรียมคำถามไว้ถามนักเรียนด้วยเพื่อให้นักเรียนติดตามตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุดการสาธิต

(1.6) เตรียมการวัดผลการสาธิตไว้ล่วงหน้าว่าจะใช้การวัดผลอย่างไร

(1.7) กำหนดเวลาไว้แต่ละตอนในการสาธิตไว้

(1.8) จัดโต๊ะเก้าอี้ให้นักเรียนให้เหมาะสมกับการสาธิตต้องให้นักเรียนได้มองเห็นทั่วถึงกันอาจจัดชั้นเรียนเป็นรูปครึ่งวงกลมโต๊ะครูควรยกระดับให้สูงพอเหมาะเพื่อให้นักเรียนมองเห็นการสาธิตได้ทั่วถึงกัน

(2) ขั้นทำการสาธิต

(2.1) ครูสร้างความสนใจของนักเรียนให้เกิดความสนใจในบทเรียนที่จะสอนต่อไปและทำการสาธิตตามลำดับขั้นตอน

(2.2) การสาธิตควรเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามเช่นถามชื่อเครื่องมือแล้วต่อด้วยคำถามอื่นๆ เป็นการให้นักเรียนใช้ความคิดคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า

(2.3) ลงมือสาธิตเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคำคาดคะเนของใครถูกของใครผิดโดยทำตามลำดับของกิจกรรมที่เตรียมไว้และต้องบอกให้นักเรียนสังเกตติดตามการสาธิตทุกขณะในขณะที่สาธิตครูควรอธิบายประกอบไปด้วยใช้กระดานคำรูปภาพและแผนภูมิเท่าที่จำเป็นเช่นกระดานคำสำหรับเขียนหัวข้อหรือแผนภูมิครูชี้ให้ดูลำดับขั้นตอนในการสาธิตทั้งนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดดีขึ้น

(2.4) ครูอาจให้นักเรียนมาร่วมแสดงการสาธิตด้วย

(3) ขั้นสรุปและวัดผล

(3.1) การสรุปผลควรให้นักเรียนเป็นผู้สรุปครูช่วยนำทางให้นักเรียนสรุปได้อย่างถูกต้องและได้ความคิดรวบยอดตามที่ต้องการครูเขียนลงบนกระดานคำเพื่อให้นักเรียนได้เห็นทั่วถึงกันหรือจะให้นักเรียนเขียนสรุปบทเรียนก็ได้

(3.2) การวัดผลอาจทำได้ดังนี้

(3.2.1) ให้นักเรียนเขียนสรุปการสาธิต

(3.2.2) การตั้งปัญหาถามให้นักเรียนอธิบายอาจให้นักเรียนตอบปากเปล่าหรือเขียนตอบก็ได้

(3.2.3) ให้นักเรียนลองสาธิตดูบ้างว่าทำได้ถูกต้องหรือไม่เกิดผลตามที่ต้องการหรือไม่

ทิสนา แคมมณี (2551) ได้เสนอเทคนิคต่างๆ ในการใช้วิธีสอนโดยใช้การใช้สาธิตให้มีประสิทธิภาพ

(1) การเตรียมการผู้สอนจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวพอสมควรเพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างสะดวกและราบรื่นการเตรียมตัวที่สำคัญคือผู้สอนควรมีการซ้อมการสาธิตก่อนเพื่อจะให้เห็นปัญหาและเตรียมแก้ไขป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไปจึงจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ที่จะใช้ในการสาธิตและจัดวางไว้อย่างเหมาะสมสะดวกแก่การใช้ นอกจากนี้ควรจัดเตรียมแบบสังเกตการณ์สาธิตและเตรียมคำถามหรือประเด็นที่จะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิดและอภิปรายด้วย

(2) ก่อนการสาธิตผู้สอนควรให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะสาธิตแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจสิ่งที่สาธิตได้คือโดยอาจใช้วิธีบรรยายหรือเตรียมเอกสารที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนให้ผู้เรียนหรือใช้สื่อเช่นวีดิทัศน์หรือผู้สอนอาจมอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาเนื้อหาที่จะสาธิตมาล่วงหน้านอกจากนั้นควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกตหรือจัดทำแบบสังเกตการณ์สาธิตให้ผู้เรียนใช้ในการสังเกตและผู้สอนอาจใช้เทคนิคการมอบหมายให้ผู้เรียนรายบุคคลสังเกตเป็นพิเศษเฉพาะจุดเฉพาะประเด็นเพื่อช่วยให้ผู้เรียนตั้งใจสังเกตและมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง

(3) การสาธิตผู้สอนอาจใช้วิธีการบรรยายประกอบการสาธิตการสาธิตเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอนใช้เวลาอย่างเหมาะสมไม่เร็วเกินไปขณะสาธิตอาจใช้แผนภูมิกระดานคำหรือแผ่นใสประกอบและควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามหรือซักถามผู้เรียนเป็นระยะๆ เพื่อกระตุ้นความคิดหรือความสนใจของผู้เรียนและในบางกรณีอาจให้ผู้เรียนบางคนมาช่วยในการสอนสาธิตเทคนิคการสาธิตอีกเทคนิคหนึ่งคือการใช้การสาธิตเงียบแทนการบรรยายประกอบการสาธิตและอาจมีการสาธิตซ้ำหากผู้เรียนยังไม่เกิดความเข้าใจชัดเจนนอกจากนั้นผู้สอนอาจให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายสาธิตด้วยก็ได้ในกรณีที่การสาธิตมีสิ่งที่เป็นอันตรายให้ผู้สอนจะต้องสอนให้ผู้เรียนรู้และระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยและควรเตรียมการป้องกันและแก้ไขปัญหาไว้ด้วย

(4) การอภิปรายสรุปการเรียนรู้หลังจากการสาธิตแล้วผู้สอนควรให้ผู้เรียนรายงานสิ่งที่ได้สังเกตเห็นแลกเปลี่ยนกันเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามผู้สอนควรเตรียมคำถามไว้

กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดด้วยผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดที่แต่ละคนได้รับจากการสาธิตของครูและร่วมกันสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ

ปัญญา สังข์ภิรมย์ และสุคนธ์ สิ้นชพานนท์ (2550) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสาธิตดังนี้

(1) ขั้นตอนเตรียมการสาธิตการสาธิตที่ต้องอาศัยการเตรียมการดังนี้

(1.1) กำหนดจุดประสงค์ผู้สอนกำหนดจุดประสงค์ของการสาธิตให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนทำอะไรโดยอย่างไรการกำหนดจุดประสงค์ไม่ควรกำหนดกว้างเกินไปเพราะการสาธิตแต่ละครั้งควรทำเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดเพียงประการเดียว

(1.2) กำหนดขั้นตอนในการสาธิตให้ละเอียดผู้สอนต้องเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ว่าจะเสนออย่างไรจะใช้เครื่องมือใดก่อนหลังทุกขั้นตอนในการสาธิตต้องมีความหมายและแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานที่ดีการสาธิตแต่ละครั้งไม่ควรใช้เวลานานเกินไปควรอยู่ในช่วงระยะ 15-30 นาที

(1.3) จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับการสาธิตก่อนการสาธิตผู้สอนตรวจสอบว่าเครื่องมืออุปกรณ์ครบถ้วนหรือไม่โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตจะต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีผู้สอนจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและลำดับขั้นตอนในการสาธิตเพื่อให้การสาธิตมีประสิทธิภาพและทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อและเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้

(1.4) จัดเตรียมสถานที่ในการสาธิตผู้สอนควรเตรียมสถานที่ที่จะสาธิตให้ผู้เรียนได้มองเห็นทุกขั้นตอนในการสาธิตได้อย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

(1.5) ทดลองกระบวนการที่จะสาธิตทุกขั้นตอนก่อนการสาธิตในชั้นเรียนทุกครั้งผู้สอนจะต้องทดลองกระบวนการสาธิตตามกระบวนการทุกขั้นตอนเพื่อเป็นการตรวจสอบข้อบกพร่องเพราะถ้าการสาธิตผิดพลาดหรือไม่เป็นไปตามหลักการผู้เรียนที่เฝ้ามองการสาธิตอยู่จะหมดความเชื่อถือในกระบวนการนั้นๆ และเกิดข้อสงสัยในการทำงานของผู้สอนด้วย

(1.6) จัดเตรียมเอกสารและวิธีการวัดผลประเมินผลที่ชัดเจนผู้สอนจัดเตรียมเอกสารต่างๆ สำหรับการประกอบกรสาธิตเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมขณะดูการสาธิตผู้สอนจัดทำเครื่องมือวัดผลและประเมินผลตามสภาพเป็นจริง

(2) ขั้นตอนการสาธิต

(2.1) ผู้สอนบอกจุดประสงค์การสาธิตและเรื่องที่จะสาธิตให้ผู้เรียนทราบ

(2.2) ผู้สอนบอกขั้นตอนของกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติเช่นตำแหน่งที่ผู้เรียนนั่งการจดบันทึกลงในใบงานการสังเกตการตั้งคำถามการสรุปขั้นตอนการสาธิต

(2.3) ผู้สอนแนะนำสื่อการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบการใช้สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่จะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมมีอะไรบ้าง

(2.4) ผู้สอนดำเนินการสาธิตอย่างช้าๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นขั้นตอนอย่างละเอียดแม้การสาธิตจะต้องอาศัยทักษะการทำงานที่รวดเร็วแต่ผู้สอนต้องทำการสาธิตครั้งแรกอย่างช้าๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนการสาธิตอย่างชัดเจนหลังจากที่สาธิตครบทุกขั้นแล้วผู้สอนอาจกลับมาสาธิตให้เร็วขึ้นเพื่อให้เห็นธรรมชาติการสาธิตอย่างต่อเนื่องหรืออาจกลับมาสาธิตเฉพาะบางขั้นตอนที่เห็นว่าซับซ้อน

(2.5) ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนฟังไปด้วยในระหว่างการสาธิตแต่ละขั้นตอนโดยเน้นให้ผู้เรียนสังเกตขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นตอนที่ผู้สอนสาธิตในขณะที่มีการสาธิตนั้นผู้สอนอาจตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมที่ดีเพราะการซักถามจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจและมีความมั่นใจยิ่งขึ้นว่าจะสามารถทำด้วยตนเองได้

(2.6) ระวังความพลอดกัยระหว่างสาธิตผู้สอนจำเป็นต้องเน้นเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเป็นสำคัญและระหว่างทำการสาธิตผู้สอนต้องสาธิตถึงวิธีการรักษาความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ

(3) ขั้นตอนการสาธิตเมื่อการสาธิตสิ้นสุดลงผู้สอนควรสรุปดังนี้

(3.1) สรุปขั้นตอนหรือสิ่งที่สำคัญคือผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปผลจากที่เห็นตามลำดับขั้นตอนต่างๆ จากการสาธิตเพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในการเรียนนั้นๆ มากน้อยเพียงใด

(3.2) ผู้สอนสรุปด้วยการตั้งคำถามโดยการสนทนาร่วมกับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาจากขั้นตอนต่างๆ ที่สาธิตหรือกระบวนการสาธิตถูกต้องหรือไม่จนเป็นที่ยอมรับร่วมกันของผู้เรียนหรืออาจถามความคิดเห็นในเรื่องดังกล่าวก็ได้โดยที่ผู้สอนเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า

(3.3) ผู้เรียนได้มีโอกาสใช้ความรู้จากการสาธิตทันทีถ้าเป็นไปได้ผู้สอนควรกำหนดงานให้ผู้เรียนทันทีหรือหลังจากการเรียนรู้แบบสาธิตไปแล้วไม่นานซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น



(4) ชั้นวัดผลประเมินการประเมินผลการสาธิตมีดังนี้

(4.1) ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ

(4.2) สุ่มกลุ่มตัวอย่างให้ผู้เรียนคนใดคนหนึ่งออกมาสาธิตเรียนให้เพื่อนดู

(4.3) ผู้สอนอาจใช้วิธีการต่างๆ เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและขั้นตอนการสาธิตมากน้อยเพียงใดเช่นการตอบคำถามให้เขียนรายงานขั้นตอนการสาธิตให้แสดงวิธีการสาธิตให้ดูเป็นต้น

(4.4) ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามหรือแสดงความคิดเห็นหลังจากการสาธิตทุกขั้นตอนเสร็จแล้ว

พรณิษ เจนจิต (2538) ได้เสนอแนะวิธีช่วยให้เกิดทักษะในการเรียนของการเรียนทักษะไว้อย่างน่าสนใจซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีดังนี้

(1) การสาธิตและการอธิบายแนะนำ

(1.1) เริ่มแรกบอกให้เด็กทราบว่าทำอะไรชี้แจงให้เห็นความสำคัญเพื่อเร้าให้เกิดความสนใจและกระตุ้นให้เห็นว่าสิ่งนั้นมีความจำเป็นสำหรับงานอย่างไรต่อจากนั้นจึงสาธิตให้ดูตั้งแต่ต้นจนจบเพื่อให้เด็กจกระบบสิ่งที่เรียนเป็นเรื่องเป็นราวเมื่อสาธิตจบอธิบายให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ เน้นจุดที่สำคัญคือจุดที่จะต้องสังเกตโดยเขียนบนกระดานซึ่งครูสามารถอ้างอิงเมื่อแสดงให้ดูอีกครั้งโดยทำไปที่ละขั้น

(1.2) ให้เด็กมีโอกาสได้ฝึกหัดทันทีหลังจากการสาธิตที่จะต้องคำนึงถึงการทำซ้ำและการเสริมแรงถ้าหากเครื่องมือไม่พอให้สาธิตกับเด็กเป็นกลุ่มเล็กๆ เพื่อให้เด็กทุกคนมีโอกาสฝึกหัดและครูจะได้ให้การเสริมแรงอย่างทั่วถึงการฝึกทักษะจะเสียเวลาเปล่าถ้าเด็กไม่มีโอกาสได้ฝึกหัดในช่วงฝึกหัดจะได้ผลดีถ้านักเรียนอยู่ในสภาพกระตือรือร้นซึ่งหมายถึงครูให้การเสริมแรงเป็นการกระตุ้นทุกครั้งถ้าพบว่าในขณะที่ฝึกหัดมีคนบางคนทำผิดให้สาธิตใหม่อย่าทำเฉพาะคนเพราะเด็กจะคิดว่าตัวเองเข้าใจอะไรยากกว่าเพื่อนๆ หรือบางครั้งเพื่อนในห้องอาจจะคิดว่าทำไมครูจะต้องเอาใจใส่กับเด็กบางคนเป็นพิเศษซึ่งความคิดทั้ง 2 อย่างนี้ไม่มีผลดีทั้งสิ้น

(1.3) ในขณะที่ฝึกหัดให้คำแนะนำเพื่อช่วยให้เด็กทำทักษะนั้นๆ ได้ด้วยตนเองเช่นไม่จับเด็กให้คัดลายมือเพราะการทำเช่นนั้นไม่ช่วยให้อะไรดีขึ้นเด็กจะต้องเรียนรู้ที่จะควบคุมกล้ามเนื้อได้ด้วยตนเองถ้าเด็กยอมให้ครูควบคุมเด็กจะไม่ได้อะไรเลยเด็กเขียนดีขึ้นแต่เท่ากับไปทำลายการฝึกหัดการใช้กล้ามเนื้อของเด็ก

(1.4) ให้คำแนะนำในลักษณะที่อยู่ในบรรยากาศที่สบายๆ ไม่วิจารณ์เด็ก โຕๆ บางคนมักจะกลัวผิดกลัวทำไม่ได้จึงมักจะทำผิดพลาดครูจะต้องใจเย็นไม่ดุบรรยากาศที่ไม่ดีจะเริศจะทำให้เด็กเกิดความพยายามที่จะลอง

(1.5) ในการฝึกหัดการเน้นสิ่งที่ถูกเป็นสิ่งที่มิประโยชน์แต่บางครั้งการทำสิ่งที่ผิดพลาดจนเกินกว่าเหตุก็จะช่วยแก้ไขข้อผิดให้ถูก

(2) สิ่งที่ต้องควรระวังในการเรียนทักษะคือการนำความรู้เดิมมาใช้โดยที่คิดว่ เหมือนกันและสภาพการขัดแย้งซึ่งจะทำให้ผู้เรียนพบปัญหายุ่งยากในการเรียนทักษะใหม่ถ้านำเอา สิ่งที่เรียนมา Generalize กับสิ่งที่เรียนใหม่ โดยที่คิดว่าคล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันซึ่งทำให้เกิด Interference (หมายถึงทักษะเก่ามารบกวนการเรียนทักษะใหม่ผลที่ตามมาคือการถ่ายโยงทางลบเช่น คนที่เคยขับรถเกียร์อัตโนมัติแล้วมาขับรถเปลี่ยนเกียร์หรือคนที่เคยขับรถซิดขวาแล้วมาขับรถซิดซ้าย การแก้ Generalization อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจว่าทักษะใหม่ที่ฝึคนั้นจะมีวิธีการของมันเองซึ่ง แตกต่างจากวิธีการของทักษะเก่าการแก้ Interference กระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเขากำลังเรียนทักษะ ซึ่งมีทักษะเก่าเข้ามารบกวนเช่นการขับรถของชาวสวีเดนเปลี่ยนจากซ้ายมาเป็นขวาต้องมีการอบรมผู้ ขับรถโดยชี้แจงให้เข้าใจถึงการถ่ายโยงทางลบและให้ผู้ขับรถพยายามคิดว่าขณะนี้ “กำลังขับ ทางขวา” เดือนตัวเองอยู่ตลอดเวลาโดยวิธีการนี้เมื่อประเทศสวีเดนเปลี่ยนจากซ้ายมาเป็นขวา อุบัติเหตุเกิดน้อยที่สุดในบรรดาประเทศในยุโรปทั้งหลายที่เปลี่ยนจากขับทางซ้ายมาเป็นทางขวา จากขั้นตอนของการสอนแบบสาธิตดังกล่าวสรุปได้ว่าการที่จะนำวิธีการสอนแบบสาธิตมาใช้ให้ ได้ผลดีในการสอนนั้นผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียน ได้เห็นการกระทำเป็นไปตามลำดับขั้นตอนฝึกให้ ผู้เรียนรู้จักสังเกตและใช้วิจารณญาณจึงจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ดี

2.1.5 ข้อเสนอแนะในการสอนแบบสาธิต

สุวัฒน์ พุทธรเมธา (2523) ได้กล่าวถึงข้อค้ำนึ่งในการสาธิตไว้ดังนี้

- (1) ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- (2) ให้นักเรียนติดตามชมการสาธิตได้อย่างชัดเจนและทั่วถึง
- (3) ครูไม่ควรเร่งรีบในบางช่วงบางตอนให้เวลานักเรียนในการซักถามเมื่อไม่ เข้าใจกระบวนการที่ครูแสดงชัดเจน
- (4) ในการสาธิตครูควรจัดเตรียมลำดับกระบวนการขั้นตอนให้ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปหรือนำไปปฏิบัติได้
- (5) ครูต้องพิจารณาถึงการอธิบายให้เหมาะสมไม่อธิบายมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลานักเรียนจะเบื่อหรือสับสนได้

(6) ครูไม่ควรสรุปเร็วเกินไปนักเรียนอาจไม่เข้าใจและไม่สามารถนำหลักการไปใช้ได้

(7) อาจต้องมีการสาธิตซ้ำเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถสรุปได้

(8) ครูต้องเตรียมกระบวนการหลังการสาธิตไว้ด้วยจะให้นักเรียนใช้ประโยชน์ของการสาธิตอย่างไรจะให้นักเรียนทำอะไรต่อไปจึงจะทำให้เกิดผลแก่นักเรียนอย่างแท้จริง

สุวรรณ นิยมคำ (2527) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงในการสอนแบบสาธิตดังนี้

(1) ต้องให้มองเห็นง่ายถ้าสิ่งที่สาธิตมีขนาดเล็กต้องขยายให้ใหญ่ด้วยเครื่องฉาย ถ้าโต๊ะครูต่ำต้องยกให้สูงพอที่หลังชั้นจะมองเห็น

(2) การสาธิตต้องทำให้มีชีวิตชีวาครูต้องใช้คำพูดและใช้เทคนิคต่างๆ ให้นักเรียนเกิดการตื่นตัวอยู่เสมอ

(3) เสียงของครูต้องดังฟังชัดเมื่อนักเรียนถามตอบต้องให้ดังสามารถได้ยินทั้งชั้น

(4) ต้องถามให้เป็นและเมื่อนักเรียนตอบผิดควรให้กำลังใจมากกว่าการตำหนิ

(5) การสาธิตควรเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามถามชื่อเครื่องมือเช่นนี้คืออะไรแล้วต่อด้วยคำถามที่ว่าจากเครื่องมือที่เห็นอยู่นั้นใครคิดว่าครูจะทำอะไรจะแสดงอะไรบ้างถ้าทำอย่างนั้นจะมีอะไรเกิดขึ้นเพราะเหตุใดเป็นการให้นักเรียนใช้ความคิดคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า

(6) ลงมือสาธิตเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคำตอบคะเนของใครถูกของใครผิดโดยทำตามลำดับก่อนหลังของกิจกรรมที่เตรียมไว้และต้องบอกให้นักเรียนสังเกตติดตามการสาธิตทุกระยะ

(7) การใช้กระดานคำรูปภาพแผนภูมิเมื่อถึงตอนอันสมควรทั้งนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ทราบหัวข้อที่จะสาธิตต่อเนื่องกันไปเข้าใจความคิดรวบยอดหรือความจริงหลักยิ่งขึ้นเช่นอาจเขียนวัตถุประสงค์วงจรการคำนวณสูตร เป็นต้น

(8) การสรุปผลควรให้นักเรียนเป็นผู้สรุปครุร่วมนำทางให้เกิดการสรุปที่ถูกต้องแล้วเขียนลงบนกระดานคำเพื่อให้นักเรียนเห็น โดยทั่วถึงกัน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของการเรียนการสอนแบบสาธิต โดยกำหนดองค์ประกอบของการเรียนการสอนแบบสาธิตได้ดังนี้

ขั้นเตรียมจะเป็นการเตรียมตัวของผู้สอนสำหรับทำการสอนสาธิตรวมไปถึงการแบ่งลำดับขั้นการนำเสนอการชี้กำหนดวัตถุประสงค์ในการสอนสาธิตพร้อมทั้งการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมทางการเรียนอีกด้วย

ชั้นสาธิตเป็นชั้นดำเนินการสอนร่วมกับการสาธิตตามขั้นตอนที่จัดเตรียมไว้โดย การสาธิตการใช้สื่อประกอบการสาธิตและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนระหว่างทำการสาธิตเพื่อให้ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ขั้นสรุปผลเป็นการซักถามความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ และทำการสรุปความรู้ที่ได้จากการสาธิต

ขั้นประเมินผลทำการประเมินผลจากการสังเกตการซักถามการทำแบบทดสอบ จนถึงการทำทดลองปฏิบัติงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ในการจัดการเรียนการสอนแบบสาธิตได้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการ เตรียมการสอนและนอกจากนั้นผู้สอนสาธิตยังจำเป็นที่จะต้องศึกษาเทคนิควิธีการและขั้นตอน ในการสอนสาธิตและการสาธิตเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุดอันจะส่งผลให้ ผู้เรียนได้มีการพัฒนาทักษะต่างๆ ได้อย่างเต็มที่ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะ นำกิจกรรมการเรียนรู การสอนแบบสาธิตเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจาก เป็นเทคนิควิธีการสอนที่ผู้สอนหรือผู้เรียนแสดงวิธีการหรือขั้นตอนวิธีทำให้ผู้เรียนดู เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งนี้อาจมีการนำสื่อการสอนเป็นตัวกลาง ในการสาธิตเช่น การทดลองของจริงเทปบันทึกภาพมาประกอบการสาธิตให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ คดียิ่งขึ้นใช้เวลาน้อย และประหยัดวัสดุอุปกรณ์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต

Crystal Wood and Bryan Breyfogle (2006) ได้พัฒนาการสอนแบบสาธิตเชิง ปฏิสัมพันธ์ในรายวิชาเคมี เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง อัตราส่วน โมลและสาร กำหนดปริมาณ โดยจะให้นักเรียนตั้งคำถามในทั้งสองเรื่องที่จะสาธิตไว้ในระบบ Electronic keypad คำถามจะถูกถามขึ้นระหว่างการสาธิตการทดลอง โดยประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับ แนวความคิด อนุภาค และการคำนวณ ผลการวิจัยพบว่า การนำรูปแบบการสอนเชิงปฏิสัมพันธ์ มาใช้ในการเรียน การสอนเรื่องอัตราส่วน โมลและสารกำหนดปริมาณ ทำให้แนวความคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง ดังกล่าวลดลงและนักเรียนมีแนวคิดเชิงบวกต่อการเรียนวิชานี้มากขึ้น จากการทำแบบทดสอบแบบ ตัวเล็อกนักเรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังมีความเข้าใจในเรื่องปริมาณ สัมพันธ์มากขึ้นทั้งนี้เนื่องจาก การสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ที่มีการตั้งคำถามผ่านระบบ

Electronic keypad ที่หลากหลายจะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของนักเรียนที่ไม่กล้าถามคำถามที่ตนเองสงสัยและคำถามเหล่านี้ยังสามารถศึกษาผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

David R. Sokoloff (2008) ได้นำการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ไปใช้กับนักเรียนที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์เบื้องต้น มหาวิทยาลัยโอเรกอน ในเนื้อหาเกี่ยวกับแสงและการมองเห็น โดยใช้ชุดการสาธิตชื่อว่า Optics Magic Tricks และแบบตอบคำถามเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง มีผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนถึงร้อยละ 80 ในขณะที่ผู้เรียนได้รับการสอนแบบดั้งเดิม มีผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนเพียงร้อยละ 20 เพราะ การใช้ชุดการสาธิตทำให้ผู้เรียนมองภาพในเรื่องของแสงได้ชัดเจน เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนทำให้นักเรียนทำแบบทดสอบได้

อำพล ใจรักษ์ (2550) ได้ทำการสอนบรรยายสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยใช้ชุดการสาธิตที่พัฒนาขึ้นและคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแสดงผลประกอบการสาธิต มีการวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาตรฐานในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (FMCE) ฉบับภาษาไทย แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์หา Normalized gain ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่ผ่านการเรียนโดยวิธีการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ มี Normalized gain เท่ากับ 2.6 และกลุ่มผู้เรียนที่ผ่านการเรียนแบบดั้งเดิม (บรรยายเพียงอย่างเดียว) มี Normalized gain เท่ากับ 0.1 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น โดยผู้เรียนให้เหตุผลว่า การสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ โดยใช้ชุดการสาธิตในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ทำให้รู้สึกตื่นเต้นทุกครั้งเวลาที่ได้ทำการทดลอง มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแปลผล ง่ายต่อความเข้าใจ

ปรีดา ตะเหลบ (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ของกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ ของนักศึกษาที่ลงเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาการสอนแบบบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ในหัวข้อกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ และเพื่อศึกษาผลของการใช้การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ในเนื้อหาเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนนำมาวิเคราะห์หาค่า Normalized change เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า Normalized change ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.03 และ 0.26 ตามลำดับ ผลดังกล่าวมีนัยสำคัญที่แสดงว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ มีความเข้าใจ

ในเนื้อหาอุณหพลศาสตร์พื้นฐานได้ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามปกติ เพราะการสอนที่มีการสาธิตให้ดูหรือสังเกต จะทำให้ผู้เรียน สนใจในสิ่งที่ผู้สอนกระทำอยู่ และยังมีโอกาสได้ทดลองด้วยตนเอง ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ของ Crystal Wood and Bryan Breyfogle (2006) เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องอัตราส่วน โมลและสารกำหนดปริมาณ โดยนักเรียนตั้งคำถามในทั้งสองเรื่องที่จะสาธิตไว้ในระบบ Electronic keypad คำถามจะถูกถามขึ้นระหว่างการสาธิตการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องอัตราส่วน โมลและสารกำหนดปริมาณลดลงและมีแนวคิดเชิงบวกต่อการเรียนวิชานี้มากขึ้น จากการทำแบบทดสอบแบบตัวเลือกนักเรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังมีความเข้าใจในเรื่องปริมาณสัมพันธ์มากขึ้นทั้งนี้เนื่องมาจาก การสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ ที่มีการตั้งคำถามผ่านระบบ Electronic keypad ที่หลากหลายจะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของนักเรียนที่ไม่กล้าถามคำถามที่ตนเองสงสัยและคำถามเหล่านี้ยังสามารถศึกษาผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้สำหรับงานวิจัยในรายวิชาฟิสิกส์ของ David R. Sokoloff (2008) เป็นการวิจัยเปรียบเทียบการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์กับการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า การสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าการสอนแบบบรรยาย เพราะ การใช้ชุดการสาธิตทำให้ผู้เรียนมองภาพในเรื่องของแสงได้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนทำแบบทดสอบได้นอกจากนี้การสอนที่มีการสาธิตให้ดูหรือสังเกต จะทำให้ผู้เรียน สนใจในสิ่งที่ผู้สอนกระทำอยู่ และยังมีโอกาสได้ทดลองด้วยตนเอง ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรีดา ตะเหลบ (2552) ; อัมพล ใจรักษ์ (2550)

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

Chairam et al. (2009) ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนไทยผลการศึกษาของงานวิจัยนี้พบว่า นักเรียนที่ร่วมการศึกษาในชั้นเรียนที่จัดการเรียนเรียนการสอนแบบการแสวงหาความรู้เป็นฐาน หรือกระบวนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Inquiry-based) ในชั้นเรียนวิชาเคมีนั้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดของจลนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) สามารถออกแบบการทดลองด้านจลนพลศาสตร์ทางเคมี และพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาข้อมูล โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) โดยที่ผู้เรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับปฏิกิริยาทางเคมีบนพื้นฐานของทฤษฎีจลน์ และสามารถเขียนอธิบายอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้ ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจในการเขียนสมมติฐาน

รวมทั้งการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา คำนึงจากการวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในแนวความคิดของจลนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) ที่ดีขึ้น

ไชยพันธ์ จรูญเสาวภาคิจ (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนแบบโครงงานจะมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยที่เป็นเช่นนี้เพราะการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้นักเรียนมีความสนใจกระตือรือร้น นักเรียนได้ลงมือพัฒนาความรู้ ทักษะและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ รู้จักสังเกต ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามที่อยากรู้ สามารถสรุปและเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ จึงทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากกว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะต้องอาศัยเวลาค่อนข้างมาก

ธวัช ยะสุคำ และศักดิ์ศรี สุภาจร (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีคะแนนทักษะการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ควบคู่กับกิจกรรมทำนาข-สังเกต-อธิบาย (POE) โดยสอดแทรกในขั้นการสร้างคามสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามและสนใจที่จะหาคำตอบซึ่งนักเรียนจะได้ดำเนินการสำรวจและค้นหาคำตอบ มีการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และผู้วิจัยได้กำหนดเวลาที่เหมาะสมและมีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความหลากหลายในการทำกิจกรรม

จินดา พรหมณัฐ และคณะ (2555) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานซึ่งเป็นกรณีศึกษาของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่นนทบุรี เขต 2 จำนวน 41 คน หลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการ

เรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนมีนักเรียนเพียงร้อยละ 27.91 ที่มีความเข้าใจที่ถูกต้อง ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 66.57 นอกจากนี้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับดีมาก โดยนักเรียนให้เหตุผลว่าชอบการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพราะลักษณะกิจกรรมที่หลากหลาย แปลกใหม่ ได้ปฏิบัติด้วยตนเอง และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย

ลำพูน สิงห์ษา (2555) ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความเข้าใจในโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัดแนวคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสำรวจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 6 ด้าน อยู่ระหว่าง 0.68 - 1.35 โดยนักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับปานกลาง และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และความเข้าใจในโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนมีความเข้าใจในระดับสมบูรณ์และระดับไม่สมบูรณ์สูงขึ้น เข้าใจในโมเดลที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับความคลาดเคลื่อน และระดับความไม่เข้าใจลดลง โดยนักเรียนที่มีการปรับเปลี่ยนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงสุด คือ 76.09 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 67.40 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ร้อยละ 56.52 พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 50 ตัวเร่งตัวหน่วงกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 30.43 และพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี น้อยสุด คือ ร้อยละ 28.26

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของ Chairam และคณะ (2009) ที่ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนไทยผลการวิจัยพบว่าจากการวิเคราะห์ในภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในแนวความคิดของจลนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ จินดา พรหมณัฐ และคณะ (2555) ส่วนงานวิจัยของไชยพันธ์ จรูญเสาวภาคกิจ (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนแบบโครงงานจะมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

และงานวิจัยของ ธวัช ชะสุคำ และศักดิ์ศรี สุภาพร (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการสอน POE ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของลำพูน สิงห์ชา (2555) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนทักษะการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต และเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีการศึกษาข้อมูลที่หลากหลาย แต่ละวิธีการสอนมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับบริบทและปัญหาในการเรียนการสอน จากปัญหาที่ผู้วิจัยพบในการเรียนการสอนวิชาเคมี คือ อุปกรณ์และสารเคมีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน เวลาในการเรียนน้อย และคุณชั้นเรียนลำบาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าเทคนิควิธีการสอนที่จะช่วยแก้ปัญหาในจุดนี้ได้ คือ เทคนิคการสอนแบบสาธิต ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนที่ใช้อุปกรณ์และสารเคมีไม่มาก ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน ผู้สอนควบคุมชั้นเรียนได้ง่าย จึงเหมาะที่จะนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- (1) แบบแผนการวิจัย
- (2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- (3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- (4) การดำเนินการรวบรวมข้อมูล
- (5) การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยใช้แบบแผนขั้นพื้นฐานคือ แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)

T_1X..... T_2

เมื่อ X แทนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

T_1 แทนการทดสอบวัดกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (Pretest)

T_2 แทนการทดสอบวัดกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง (Posttest)

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนโพนทองวิทยายน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 จำนวน 60 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโพนทองวิทยายน อำเภอโพนทองจังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต ในรายวิชาเคมี 3 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังแสดงในภาคผนวก ข ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นเตรียม ครูเตรียมอุปกรณ์ในการสาธิตเรื่องความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู ซึ่งใช้กับชุดอุปกรณ์ที่ดัดแปลงขึ้น (ภาพที่ ง.1) พร้อมศึกษาเนื้อหาในหัวข้อดังกล่าวให้ละเอียดลำดับขั้นตอนการสาธิต และจัดห้องเรียนเป็นครึ่งวงกลม

2) ขั้นสาธิต ครูนำภาพการเผาไหม้ของแก๊สหุงต้ม การเกิดสนิมเหล็ก การระเบิดดินปืน และการเกิดหินงอกหินย้อย ให้นักเรียนพิจารณาว่าปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้เกิดได้จากการระเบิดดินปืน การเกิดสนิมเหล็ก และการเกิดหินงอกหินย้อย)

ครูแจ้งวัตถุประสงค์ให้นักเรียนทราบและทำการสาธิตการทดลอง เรื่องความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู พร้อมอธิบายขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ให้นักเรียนทราบ นักเรียนจะสังเกตผลการทดลอง พร้อมบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในรายงานการทดลอง (ภาพที่ ง.2)

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (ภาพที่ ง.3)

3) ขั้นสรุปผลครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองเรื่องความหมายกับน้ำส้มสายชู ปฏิกิริยานี้จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นได้จากปริมาณของน้ำที่ล้นออกมาในกระบอกตวง ซึ่งในช่วงแรกน้ำจะไหลออกมาเร็วและจะค่อยๆ ช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป นั่นคือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วในช่วงแรกและจะค่อยๆ ช้าลงจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยา

4) ชั้นประเมินผลประเมินผลจากการสังเกตการซักถามการทำแบบทดสอบรายงานการทดลอง การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (ภาพที่ ง.4) และการทดลองทำเองโดยอัครกสิวิดิโอส่งครู

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ชั้นเตรียม ครูเตรียมภาพการชนกันของแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สไอโอดีน และภาพคนเดินทางข้ามภูเขาพร้อมศึกษาเนื้อหาเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ชั้นสาธิต ครูนำภาพการชนกันของแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สไอโอดีน พร้อมอธิบายเรื่องทฤษฎีการชนกันของโมเลกุล และคนเดินทางข้ามภูเขา พร้อมอธิบายเรื่องพลังงานก่อกัมมันต์และสภาวะทรานสิชัน (ภาพที่ ง.5)

3) ชั้นสรุปผลครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดังนี้

- ทฤษฎีการชนกัน ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม รวมทั้งต้องมีพลังงานที่เกิดจากการชนกันอย่างน้อยที่สุดปริมาณหนึ่ง ซึ่งเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

- พลังงานก่อกัมมันต์คือ พลังงานจำนวนน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนของอนุภาคของสารตั้งต้นแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น E_a

- สภาวะทรานสิชัน หมายถึง การชนกันอย่างมีประสิทธิภาพของสารตั้งต้นในลักษณะที่เหมาะสมเกิดเป็นสารประกอบใหม่ เรียกว่า สารเชิงซ้อนกัมมันต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในสมดุลกับสารตั้งต้น จากนั้นสารเชิงซ้อนกัมมันต์จึงสลายตัวเป็นสารผลิตภัณฑ์ต่อไป

4) ชั้นประเมินผลประเมินผลจากการซักถามการทำแบบทดสอบ

3.3.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ชั้นเตรียม ครูการสาธิตเรื่อง ปฏิกิริยาคูดและคายความร้อน พร้อมศึกษาเนื้อหาเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

2) ชั้นสาธิต ครูสาธิตการทดลองปฏิกิริยาคูดความร้อน โดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างน้ำส้มสายชูกับผงฟู และปฏิกิริยาคายความร้อน โดยตัดค้างทับทิมผสมกับน้ำตาลทรายอย่างละ 2 ช้อน ลงในถ้วยกระเบื้อง จากนั้นหยคน้ำลงไป 5-6 หยด นักเรียนสังเกตผลการ

ทดลอง ครูให้นักเรียนสัมผัสข้างด้วยกระเบื้องด้วยความระมัดระวัง (ภาพที่ ง.6) ครูอธิบายเนื้อหาในเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา

3) ชั้นสรุปผลครูเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนเข้ากับการทดลองพร้อมสรุปผลร่วมกับนักเรียนเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีดังนี้

- ปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction) คือ สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น (สารผลิตภัณฑ์เสถียรกว่าสารตั้งต้น) ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาจะมีการคายความร้อนควบคู่ไปด้วย เช่น ปฏิกิริยาระหว่างค่างทับทิมกับน้ำตาลทรายและน้ำเปล่า

- ปฏิกิริยาคูดความร้อน (endothermic reaction) คือ สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานมากกว่าสารตั้งต้น (สารผลิตภัณฑ์เสถียรน้อยกว่าสารตั้งต้น) ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาจะมีการดูดความร้อนควบคู่ไปด้วย เช่น ปฏิกิริยาระหว่างผงฟูกับน้ำส้มสายชู

- พลังงานของปฏิกิริยาหาได้จาก ผลต่างของพลังงานของสารผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น

4) ชั้นประเมินผลประเมินผลการซักถามการทำแบบทดสอบ

3.3.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ชั้นเตรียม ครูเตรียมกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.5 และ 0.1 M ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่บดละเอียด พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาเรื่องความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ชั้นสาธิต ครูสาธิตการทดลองโดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 M พร้อมอธิบายขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ให้นักเรียนทราบ นักเรียนจะต้องสังเกต บันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในรายงานการทดลอง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (ภาพที่ ง.7)

3) ชั้นสรุปผลครูให้นักเรียนเชื่อมโยงการทดลองเข้ากับเนื้อหาเรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และชี้แนะแนวทางในการสรุปผลการทดลอง คือ กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1 M อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็วกว่าความเข้มข้น 0.5 M แสดงว่า การเพิ่มความเข้มข้นของกรดอะซิติกโมเลกุลของกรดมีโอกาสมชนกับเปลือกไข่มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดได้เร็ว

4) ชั้นประเมินผลประเมินผลจากการซักถามการทำแบบทดสอบรายงานการทดลองและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.3.1.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกัมมันตรังสีการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นเตรียมครูเตรียมการทดลองเรื่อง พื้นที่ผิวของสารกัมมันตรังสีการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เปลือกไข่ขนาดต่างกันกับน้ำส้มสายชู (ภาพที่ ง.8) พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ขั้นสาธิต ครูสาธิตการทดลองเรื่องพื้นที่ผิวของสารกัมมันตรังสีการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เปลือกไข่บดละเอียด บดหยาบ และบดหยาบมาก กับน้ำส้มสายชูพร้อมอธิบายขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ให้นักเรียนทราบ นักเรียนจะต้องสังเกต บันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในรายงานการทดลอง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

3) ขั้นสรุปผลครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองเรื่องพื้นที่ผิวของสารกัมมันตรังสีการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการทดลองมีการบดเปลือกไข่ให้มีขนาดต่างกันซึ่งเปลือกไข่ที่บดละเอียดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วที่สุด รองลงมาคือ บดหยาบ และบดหยาบมากตามลำดับ เนื่องจากการบดเปลือกไข่บดละเอียดจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากทำให้มีโอกาสชนกับโมเลกุลของน้ำส้มสายชูมากขึ้น

4) ขั้นประเมินผลประเมินผลจากการทำแบบทดสอบและการเขียนรายงานการทดลอง

3.3.1.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อุณหภูมิของสารกัมมันตรังสีการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นเตรียม ครูเตรียมการสาธิตการทดลองเรื่องอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิต่างกัน พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาเรื่องอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ขั้นสาธิต ครูสาธิตการทดลองปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู โดยจะทำให้อุณหภูมิต่างกันคือ 0, 20 และ 70 องศาเซลเซียส (ภาพที่ ง.9 และภาพที่ ง.10) พร้อมอธิบายขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ให้นักเรียนทราบ นักเรียนจะต้องสังเกตผล และบันทึกข้อมูลที่ได้อลงในรายงานการทดลอง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

3) ขั้นสรุปผลครูและนักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงการทดลองเข้ากับเนื้อหาและสรุปผลการทดลองเรื่องอุณหภูมิของสารกัมมันตรังสีการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากการทดลองอุณหภูมิที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วที่สุดคือ 70 องศาเซลเซียส รองลงมา 20 และ 0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ที่เป็นเช่นนี้เพราะ การเพิ่มความอุณหภูมิจะทำให้โมเลกุลของเปลือกไข่และน้ำส้มสายชูมีพลังงานสูงขึ้น โอกาสที่โมเลกุลที่จะชนกันมีมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดได้เร็ว

4) ชั้นประเมินผลประเมินผลจากการทำแบบทดสอบและการเขียนรายงานการทดลอง

3.3.1.7 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีโดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ชั้นเตรียม ครูเตรียมการสาธิตการทดลองเรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาโดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู ที่มีการเติมสารโซเดียมฟลูออไรด์ลงในปฏิกิริยา พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาเรื่องตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ชั้นสาธิต ครูยกสถานการณ์การบ่มกล้วยโดยใช้แคลเซียมคาร์ไบด์กับให้กล้วยสุกเองตามธรรมชาติ สถานการณ์ใดที่ทำให้กล้วยสุกเร็วกว่ากัน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถาม และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำถามดังนี้

- ทำไมการบ่มกล้วยด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์จึงทำให้กล้วยสุกเร็ว

- แคลเซียมคาร์ไบด์เข้าไปทำหน้าที่อย่างไร

ครูสาธิตการทดลองระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู และเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปในการทดลอง (ภาพที่ ง.11) พร้อมบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในรายงานการทดลอง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

3) ชั้นสรุปผลครูเชื่อมโยงสถานการณ์การบ่มกล้วยเข้ากับเนื้อหาเรื่องตัวเร่งปฏิกิริยา การบ่มกล้วยให้สุกตามธรรมชาติจะต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำตาล ความอ่อนนุ่มของเนื้อ การเปลี่ยนสี ฯลฯ เมื่อนำเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ (ถ่านแก๊ส) มาบ่มกล้วย ความชื้นจากกล้วยจะทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊สได้เป็นแก๊สอะเซทิลีนที่มีพลังงานสูงจะช่วยเร่งให้แป้งที่อยู่ในกล้วยเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลให้เร็วขึ้นทำให้กล้วยสุกในเวลาอันสั้นจากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนสรุปผลการทดลองเรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาจากการทดลอง ได้เติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไป ในปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชูพบว่า การเติมโซเดียมฟลูออไรด์ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีช้าลง เพราะน้ำส้มสายชูจะเข้าทำปฏิกิริยาเคมีกับโซเดียมฟลูออไรด์ก่อนทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ ปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดช้า

4) ชั้นประเมินผลประเมินผลจากการทำแบบทดสอบและการเขียนรายงานการทดลอง

โดยสรุปทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีใบงาน ใบความรู้ เป็นสื่อการเรียนรู้ โดยมีกิจกรรมการสาธิตและเนื้อหาแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการสาธิตที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผน ที่	เนื้อหา	กิจกรรมการสาธิต	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	จำนวน ชั่วโมง
1	ความหมาย และการคำนวณ หาอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	การทดลองปฏิกิริยา ระหว่างเปลือกไข่ บดละเอียดกับ น้ำส้มสายชู	- อธิบายความหมายของอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ - สามารถวัดปริมาณแก๊ส ที่เกิดขึ้นได้ - คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมีเฉลี่ย และขณะใดขณะหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองได้	3
2	แนวคิดเกี่ยวกับ อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	ภาพการชนกันของ อนุภาคและการคนเดิน ข้ามภูเขา	อธิบายทฤษฎีการชนกันของ โมเลกุลความหมายของ พลังงานก่อกัมมันต์และ สถานะทรานซิชันของสารได้	1
3	พลังงานกับการ ดำเนินไปของ ปฏิกิริยาเคมี	การทดลองปฏิกิริยา ระหว่างน้ำส้มสายชูกับ ผงฟู (ปฏิกิริยาดูดความร้อน) และปฏิกิริยา ระหว่างค่างทับทิมกับ น้ำตาลทราย (ปฏิกิริยาคายความร้อน)	- อธิบายการดำเนินไปของ ปฏิกิริยาเคมีได้ - แยกประเภทปฏิกิริยาดูดและ คายความร้อนจากกราฟการ ดำเนินไปของปฏิกิริยาได้ - สามารถคำนวณหาพลังงาน ของก่อกัมมันต์และพลังงาน รวมของปฏิกิริยากราฟการ ดำเนินไปของปฏิกิริยาได้	1

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการสาธิตที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

แผน ที่	เนื้อหา	กิจกรรมการสาธิต	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	จำนวน ชั่วโมง
4	ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการ เกิดปฏิกิริยา - ความเข้มข้น	สาธิตการทดลองปฏิกิริยา ระหว่างเปลือกไข่ บดละเอียดกับ กรดอะซิติกที่มีความ เข้มข้น 0.5 และ 1 M	สามารถอธิบายผลของความ เข้มข้นของสารกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีได้	2
5	- พื้นที่ผิว	สาธิตการทดลองปฏิกิริยา ระหว่างน้ำส้มสายชูกับ เปลือกไข่ที่บดขนาด ต่างกัน	สามารถอธิบายถึงผลของพื้นที่ ผิวของสารกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีได้	2
6	- อุณหภูมิ	การทดลองปฏิกิริยา ระหว่างเปลือกไข่ บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู ที่อุณหภูมิ 0, 20 และ 70 องศาเซลเซียส	สามารถอธิบายถึงผลของ อุณหภูมิของสารกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีได้	2
7	- ตัวเร่งและตัว หน่วงปฏิกิริยา	การทดลองปฏิกิริยา ระหว่างกับเปลือกไข่ บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู และโซเดียมฟลูออไรด์	สามารถอธิบายผลของตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	2
รวม				12

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจ

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาเคมีที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือครู และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และรูปแบบวิธีการสอน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

3.4.1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน รวม 12 ชั่วโมง

3.4.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน รวมทั้งภาษาหรือข้อความประโยคที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และพิจารณาให้ข้อคิดเห็น

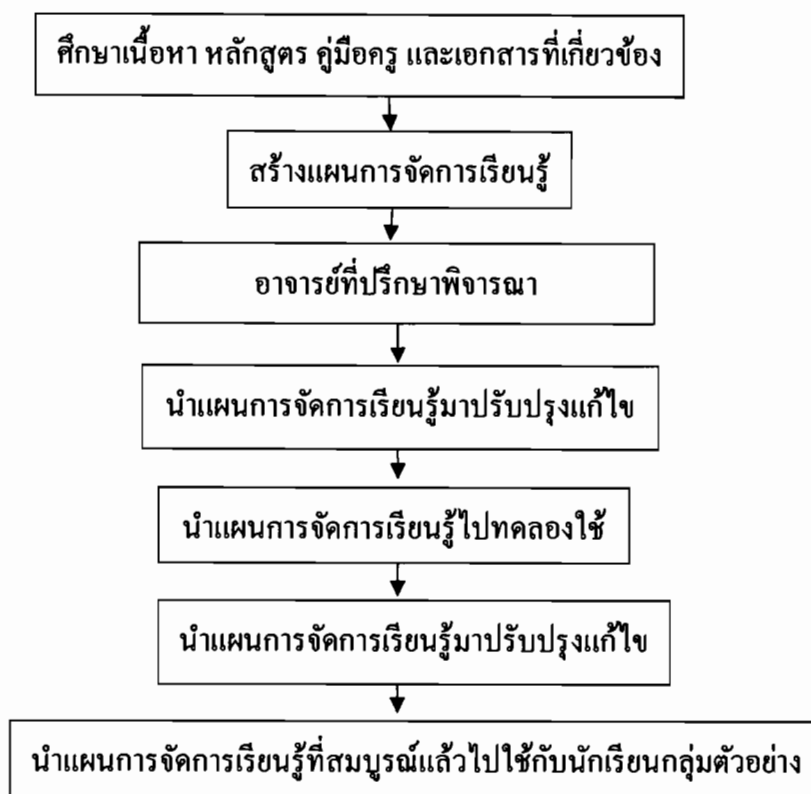
3.4.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนโพนทองวิทยายน อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27

3.4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงสมบูรณ์ไปจัดการเรียนรู้อีกกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

สรุปขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาเอกสาร เนื้อหาสาระ มาตรฐานการศึกษา ผลการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.4.2.2 ศึกษาแนวทางในการประเมินตามสภาพจริง การวัดผลและประเมินผล การศึกษาและหลักการสร้างข้อสอบ

3.4.2.3 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกพร้อมให้เหตุผล จำนวน 60 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และเกณฑ์การพิจารณาระดับความรู้

3.4.2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาว่าข้อสอบแต่ละข้อ สอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณาระดับความรู้และการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดหรือไม่ ความเหมาะสมของเวลา ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก

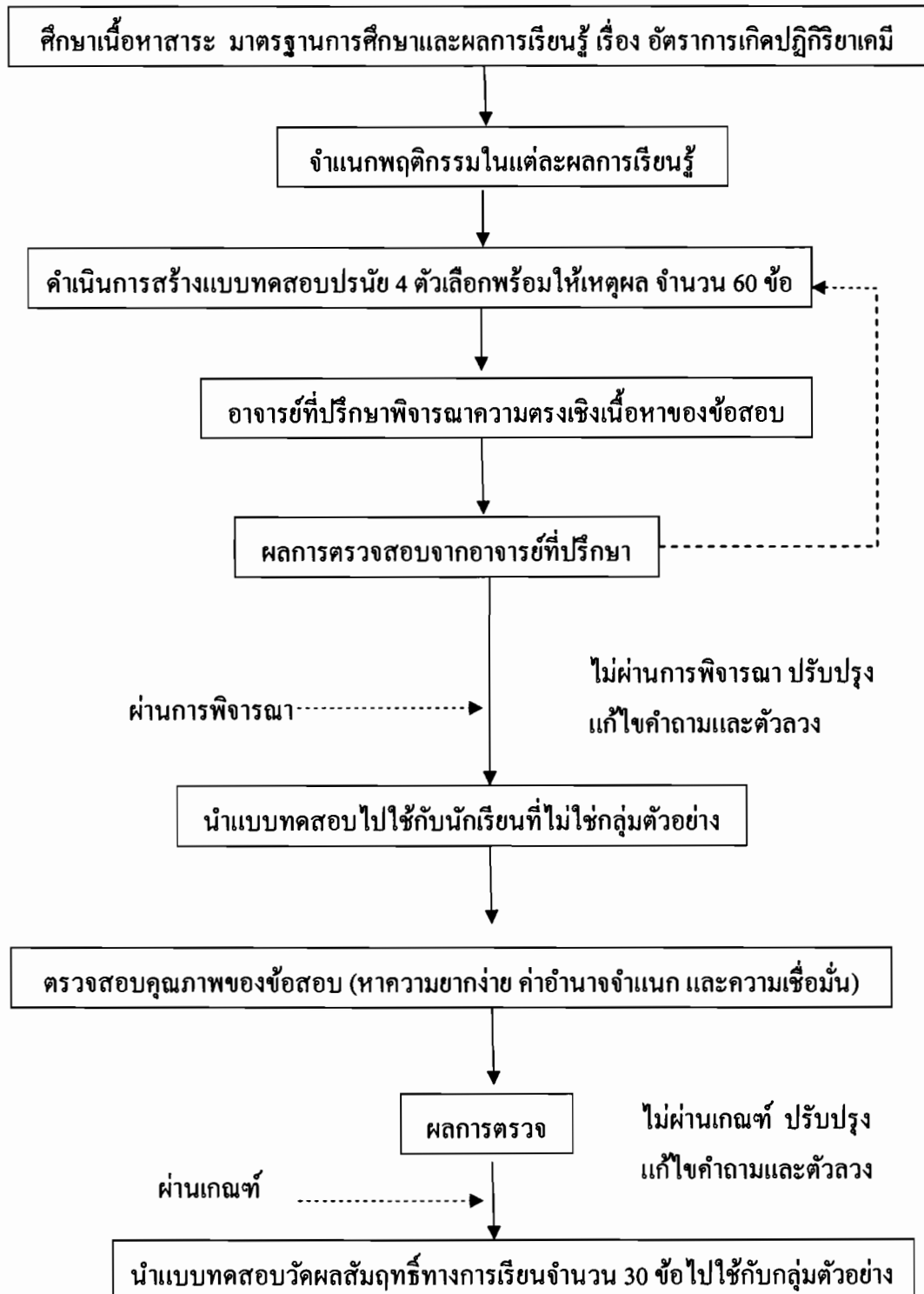
3.4.2.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนโพหนองวิทยาน อำเภอโพหนอง จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ซึ่งผ่านการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาแล้ว

3.4.2.6 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปถึง + 1 ค่าความยากง่าย .20 ถึง .80 ข้อสอบข้อใดไม่อยู่ในเกณฑ์นำไปแก้ไขปรับปรุงใหม่แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและพิจารณาคัดให้เหลือเฉพาะข้อที่เข้าเกณฑ์

3.4.2.7 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที นำมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

3.4.2.8 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาดูข้อสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 แบบทดสอบที่ได้เป็นแบบทดสอบที่ใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการ
สอนแบบสาธิต โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาตำรา เอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผล
การจัดการเรียนรู้ (วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน, 2546)

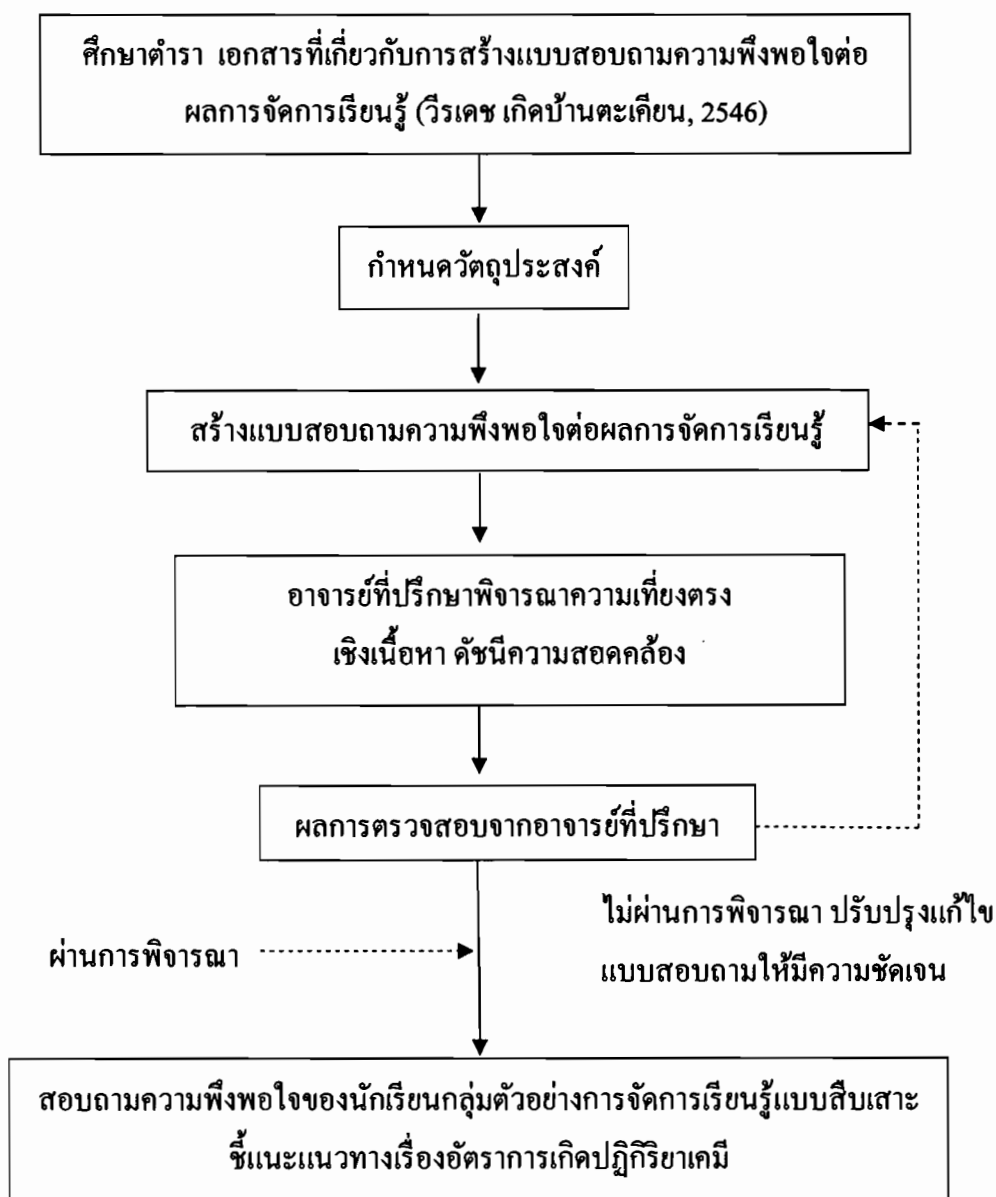
3.4.3.2 กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการ
จัดการเรียนรู้

3.4.3.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค
การสอนแบบสาธิตเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสร้าง
แบบสอบถามเป็นแบบ likert scale (วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน, 2546) 5 ระดับ คือ 5 = ความพึงพอใจ
มากที่สุด 4 = ความพึงพอใจมาก 3 = ความพึงพอใจปานกลาง 2 = ความพึงพอใจน้อย 1 = ความ
พึงพอใจน้อยที่สุด วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของ Cronbach

3.4.3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้
อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้ และการประเมิน
แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมา
ปรับปรุงตามคำชี้แนะแนวทางของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วจึงนำสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้

3.5 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

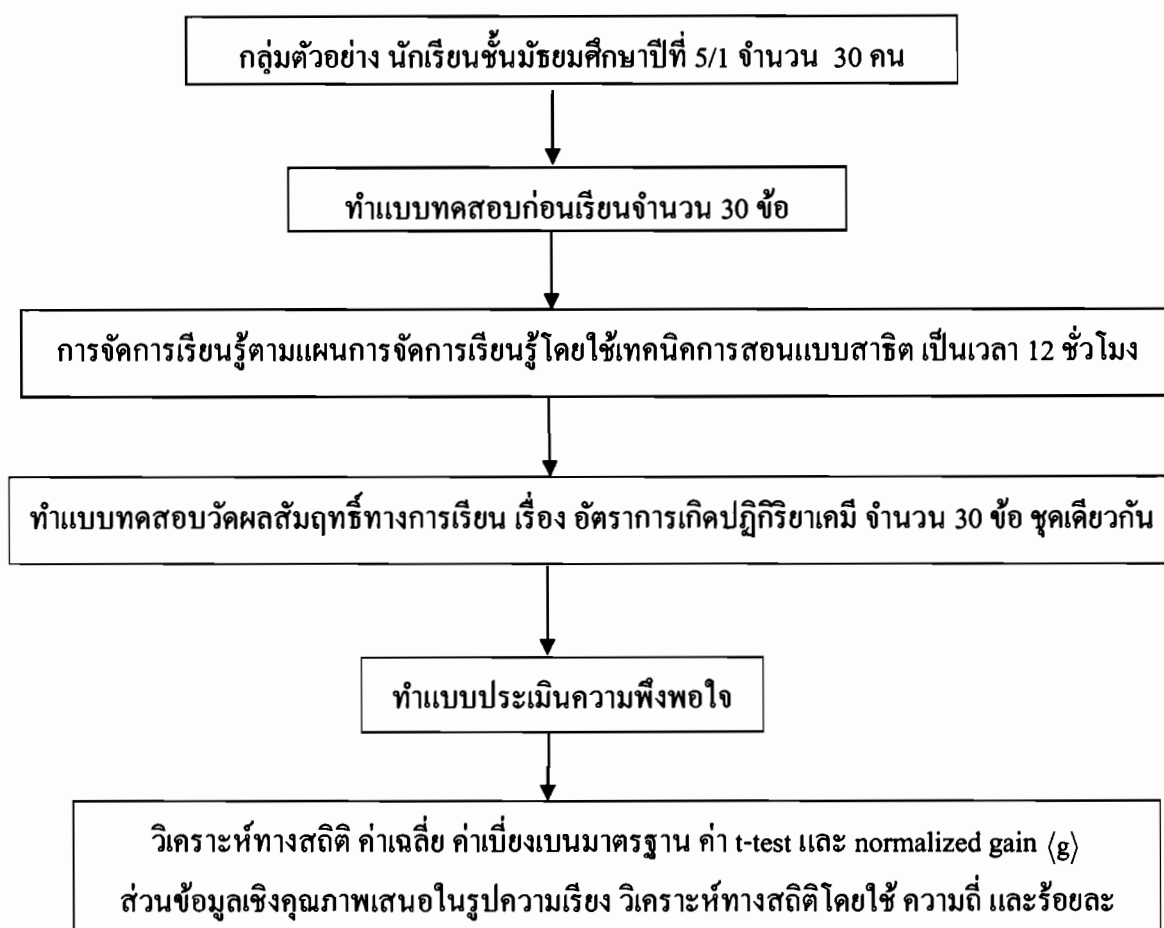
3.5.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว รวมทั้งศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.5.2 เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.5.3 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้รับการจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.5.4 หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากนั้นทำการวัดผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือดังนี้ (1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (2) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ข้อมูลประกอบเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์การวิจัย

สรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ คือค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเดียวกัน โดยใช้สถิติทดสอบ สมมติฐานแบบ Dependent samples test

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

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
$\sum D$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน ยกกำลังสอง
$(\sum D)^2$	แทน	ยกกำลังสอง ของ ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.6.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี Average normalized gain, $\langle g \rangle$ ซึ่งหาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) หารด้วยผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มสูงสุด (Maximum possible gain) กำหนดระดับของความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี Average normalized gain เป็น 3 ระดับคือ low gain ($\langle g \rangle \leq 0.3$), medium gain ($0.3 < \langle g \rangle < 0.7$) และ high gain ($\langle g \rangle \geq 0.7$) (Hake, 1998) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{\%post - \%pre}{100 - \%pre}$$

- เมื่อ $\langle g \rangle$ แทน ค่า normalized gain
 % post แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์
 % pre แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

3.6.3 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้สูตรดังนี้

3.6.3.1 การหาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ Brennan ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

$$P = \frac{P_u + P_l}{2}$$

เมื่อ P แทน ระดับความยาก

P_u แทน สัดส่วนคนตอบถูกในกลุ่มสูง (ซึ่งเท่ากับ R_u/f)

P_l แทน สัดส่วนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากับ R_l/f)

ระดับความยากง่าย (Difficulty) มีค่าตั้งแต่ 0.00 - 1.00 โดยการแปลความหมายดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแปลความหมายค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค่าความยากง่าย	การแปลความหมาย
0.81-1.00 หรือ 81 - 100%	ง่ายมาก
0.61- 0.80 หรือ 61 - 80%	ค่อนข้างง่าย
0.41- 0.60 หรือ 41 - 60%	ยากง่ายปานกลาง
0.20 - 0.40 หรือ 20 - 40%	ค่อนข้างยาก
0.00 - 0.19 หรือ 0 - 19%	ยากมาก

โดยงานวิจัยนี้มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.32 – 0.71 ดังแสดงในภาคผนวก ค

3.6.3.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ Brennan ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

$$r = \frac{R_u - R_l}{f}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนก
 R_u แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 R_l แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำที่เท่ากัน

ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.00 – 1.00 โดยการแปลความหมายมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค่าอำนาจจำแนก	การแปลความหมาย
0.00– 0.19	จำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำได้น้อยไม่ควรนำมาใช้วัด
0.20 – 0.49	จำแนกใช้ได้อำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์
0.50 – 0.99	จำแนกได้ค่อนข้างสูงเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี
1.00	จำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำได้อย่างสมบูรณ์มีคุณภาพดี

โดยงานวิจัยครั้งนี้มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.35 – 0.80 ดังแสดงในภาคผนวก ค

3.6.3.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder – Richardson ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 k แทน จำนวนข้อแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ

(R/N เมื่อ R แทนจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
และ N แทนจำนวนผู้เข้าประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ = 1 - p

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

โดยในงานวิจัยนี้มีค่าความเที่ยง (Reliability) = 0.8236

3.6.4 สถิติที่ใช้วิเคราะห์แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.6.4.1 การหาค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2535) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียน

ความพึงพอใจมีค่าตั้งแต่ 1.00-5.00 โดยการแปลความหมายมีรายละเอียด

ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50 – 5.00	ความพึงพอใจมากที่สุด
3.50– 4.49	ความพึงพอใจมาก
2.50 – 3.49	ความพึงพอใจปานกลาง
1.50 – 2.49	ความพึงพอใจน้อย
1.00 – 1.49	ความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.6.4.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2535) โดยใช้สูตรดังนี้

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

- เมื่อ
- SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 - X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 - n แทน จำนวนนักเรียน
 - \sum แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตรา
การเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสาธิต มีผลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

- (1) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- (2) ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน
- (3) ผลการสอบถามความพึงพอใจ

4.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในงานวิจัยนี้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน
30 คน โดยนำข้อมูลคะแนนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาทำการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน ผลดัง
ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	\bar{X}	ร้อยละ	SD	t
ก่อนเรียน	8.83	29.43	2.48	22.71 *
หลังเรียน	23.43	79.90	3.79	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p 0.05)

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต มีคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.83 และหลังเรียนเท่ากับ 23.43 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน
(ตารางที่ 4.1) โดยนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 22.71) สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และงานวิจัยของ (Crystal Wood

and Bryan Breyfogle, 2006) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เป็นนามธรรมชัดเจนขึ้น สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยงการทดลองเข้ากับเนื้อหาที่เรียนได้ ซึ่งจะสังเกตได้จากการทำแบบทดสอบท้ายแผนการทดลองในแต่ละเรื่อง จะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และให้เขียนแสดงเหตุผลในการตอบคำถาม นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบและเขียนเหตุผลได้ถูกต้อง เมื่อได้ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต (ภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2)

คำถาม จากปฏิกิริยา $Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วที่สุด ต้องทำอย่างไร

1. ใช้ลวดแมกนีเซียมมากขึ้น ส่วนกรดไฮโดรคลอริกเจือจางกว่าเดิม
2. ลวดแมกนีเซียมตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ส่วนกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นเท่าเดิม
3. เพิ่มพื้นที่ผิวของลวดแมกนีเซียม และความเข้มข้นของ กรดไฮโดรคลอริก
4. ใช้ลวดแมกนีเซียมเท่าเดิมแต่เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

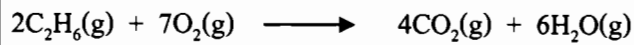
คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ 3



สรุปวิธีการที่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วที่สุดและอธิบายเหตุผล

ภาพที่ 4.1 แบบทดสอบหลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำถาม พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊ส O_2 0.0752 mol/dm^3 หลัง จากเกิดปฏิกิริยาแล้ว 30 วินาที มีแก๊ส O_2 เหลือ 0.0737 mol/dm^3 จงหาอัตราการเพิ่มขึ้นของแก๊ส CO_2 หลังเกิดปฏิกิริยาไปแล้ว 30 วินาที

1. $5.312 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
2. $2.857 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
3. $2.414 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
4. $1.532 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ 2

เชื่อมโยงการ
ทดลองเข้ากับ
เนื้อหาในการ
คำนวณ

คำตอบถูกต้อง

ภาพที่ 4.2 แบบทดสอบหลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.2 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน

4.2.1 แบบรายชั้นเรียน (Class normalized gain)

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน วิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้วิธี average normalized gain, $\langle g \rangle$ ซึ่งหาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง

(actual gain) หาดด้วยผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มสูงสุด (maximum possible gain) ของนักเรียน ทั้งชั้นเรียนผลดังตารางที่ 4.2

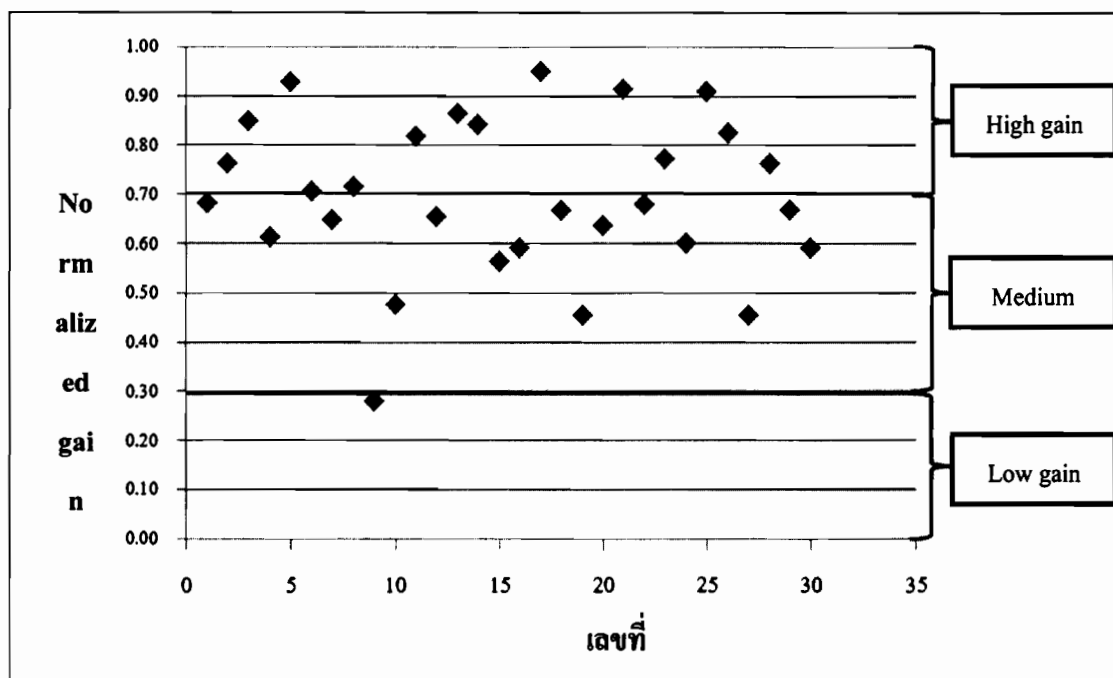
ตารางที่ 4.2 ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain; <g>) ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม	Pre-test	Post-test	Actual gain (%post – %pre)	Maximum possible gain (100 – %pre)	Normalized gain $\frac{\%post - \%pre}{100 - \%pre}$
กลุ่มตัวอย่าง	8.83	23.43	50.47	70.57	0.71(high gain)

เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบพบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.71 (ตารางที่ 4.2) แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มมากขึ้นในระดับสูง สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และงานวิจัยที่ใช้ชุดทดลองทัศนศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องเลนส์ และทัศนอุปกรณ์ (สาโรจน์ จ้องสละ, 2554) เนื่องจากเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีการทดลองมาก ใช้อุปกรณ์และสารเคมีค่อนข้างเยอะ จึงทำให้ขาดขั้นตอนสำคัญในการทดลอง และบางการทดลองก็ต้องข้ามไป (ศักดิ์ศรี สุภาพร, 2554) เมื่อนำชุดอุปกรณ์การสาธิตการทดลอง เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งคัดแปลงจาก (Chairam and el al., 2009) ซึ่งสามารถทดลองได้ถึง 5 การทดลอง โดยไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์การทดลองชิ้นใหม่ ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนการสอน (ณัฐสุดา กล้าหาญ, 2555) มาใช้ประกอบการเรียน และใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เพื่อช่วยในเรื่องของเวลาเรียนที่มีน้อย และสามารถควบคุมชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น จากการสัมภาษณ์นักเรียนโดยส่วนใหญ่ กล่าวในแนวเดียวกันว่า “การสาธิตการทดลอง เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ชุดอุปกรณ์ที่คัดแปลงขึ้น ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เป็นนามธรรมชัดเจนขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไรใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่หาง่าย เช่น เปลือกไข่ หลอดกาแฟ ขวดน้ำพลาสติก ขวดโซดาเป็นต้น และยังสามารถประดิษฐ์อุปกรณ์ชุดนี้ได้เอง เมื่อครูทำการสาธิตจะรู้สึกตื่นเต้น และสนุกสนานทุกครั้งทีครูเปิดโอกาสให้ทดลองทำเอง ทำให้รู้สึกอยากเรียน การเรียนน่าสนใจ และบรรยากาศในห้องเรียนไม่น่าเบื่อ ดีกว่าการที่ครูสอนบรรยายเพียงอย่างเดียว และส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมากขึ้น (ปริดา ตะเหลบ, 2553) และกล้าที่จะซักถามปัญหาหรือข้อสงสัยในเนื้อหาที่เรียน (Crystal Wood and Bryan Breyfogle, 2006)

4.2.2 แบบรายบุคคล (Single student normalized gain)

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียน หลังเรียน เป็นรายบุคคล ผลดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ค่า normalized gain $\langle g \rangle$ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แยกเป็นรายบุคคล

จากภาพที่ 4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลของคะแนนสอบก่อนเรียน และหลังเรียนอยู่ในช่วง 0.28 – 0.95 โดยจัดระดับความก้าวหน้าทางการเรียนเป็น 3 คือ กลุ่มต่ำ 1 คน กลุ่มปานกลาง 15 คน กลุ่มสูง 14 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33, 50.00 และ 46.67 ตามลำดับ นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดเท่ากับ 0.95 คือนักเรียนเลขที่ 17 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเก่งที่มีผลการเรียนดีทุกรายวิชา (ชนิดกานต์ คำวัน, 2555) จะเห็นได้จากผลการเรียนรายวิชาเคมี ปีการศึกษา 2556 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มีคะแนนเท่ากับ 4.00 จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า มีความพึงพอใจในการเรียนวิชาเคมี เป็นนักเรียนที่มีความถนัดในวิชาวิทยาศาสตร์ มีความรู้พื้นฐานเดิม และกิจกรรมที่นำมาจัดการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนตื่นเต้น สนุกสนาน มีความสุขไปกับการเรียน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจเรียนของนักเรียน

ส่วนนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุดเท่ากับ 0.28 คือนักเรียนเลขที่ 9 เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในวิชาเคมีปีการศึกษาที่ผ่านมา เท่ากับ 1.50 นักเรียนคนดังกล่าว

เป็นนักเรียนที่ไม่ตั้งใจเรียน ไม่ชอบเข้าเรียน และจากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นวิชา ฟิสิกส์ เคมี ชีวะวิทยา หรือแม้แต่วิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ไม่ชอบและไม่อยากเข้าเรียน เพราะเป็นวิชาที่ยาก มีการคำนวณมาก เรียนไม่เข้าใจ ไม่ถนัด ส่งผลให้ไม่ตั้งใจเรียนในวิชานั้น และจากการสอบถามเพื่อนในชั้นเรียนเดียวกัน พบว่า นักเรียนคนดังกล่าวเข้าเรียนในวิชา ศิลปะ คนตรี ไม่เคยขาดเรียนเรียนเลย และมีผลคะแนนในวิชานั้นสูงสุดในชั้นเรียน

4.2.3 แบบรายเนื้อหา (Conceptual dimensional normalized gain)

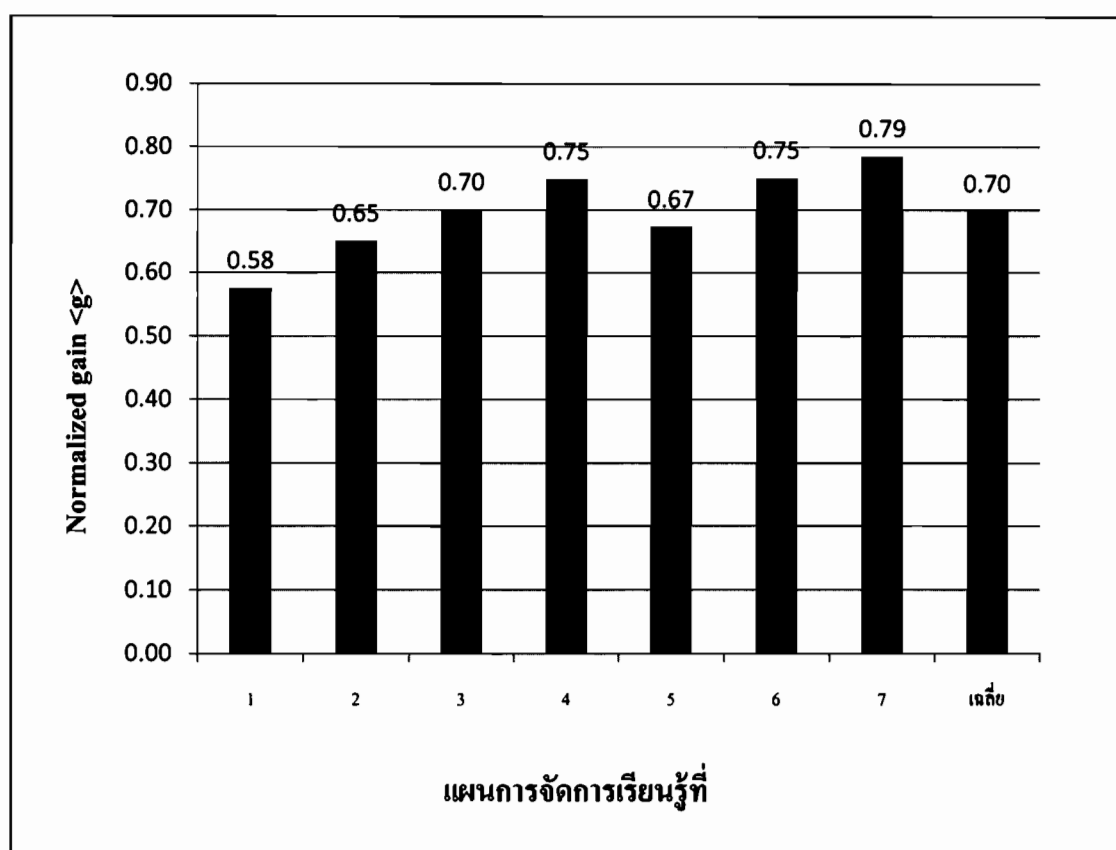
เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบรายเนื้อหา ผลตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีรายเนื้อหา

ที่	เรื่อง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้าทางการเรียน <g>	gain
		\bar{X} (%)	SD	\bar{X} (%)	SD		
1	ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	20.37	2.03	69.26	4.63	0.62	Medium gain
2	แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	22.50	0.71	75.00	0.71	0.65	Medium gain
3	พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	23.89	0.75	77.22	1.94	0.70	High gain
4	ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	24.17	0.96	79.17	0.96	0.73	High gain
5	พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	32.22	0.58	77.78	1.53	0.67	Medium gain
6	อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	20.00	1.73	80.00	1.73	0.75	High gain

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีรายเนื้อหา (ต่อ)

ที่	เรื่อง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า ทางการเรียน <g>	gain
		\bar{X} (%)	SD	\bar{X} (%)	SD		
7	ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัว หน่วงปฏิกิริยาเคมี	27.78	1.53	82.22	1.53	0.79	High gain
	เฉลี่ย	24.42	1.18	77.24	1.86	0.70	High gain



ภาพที่ 4.4 ค่า normalized gain <g> ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใน
แต่ละเนื้อหา

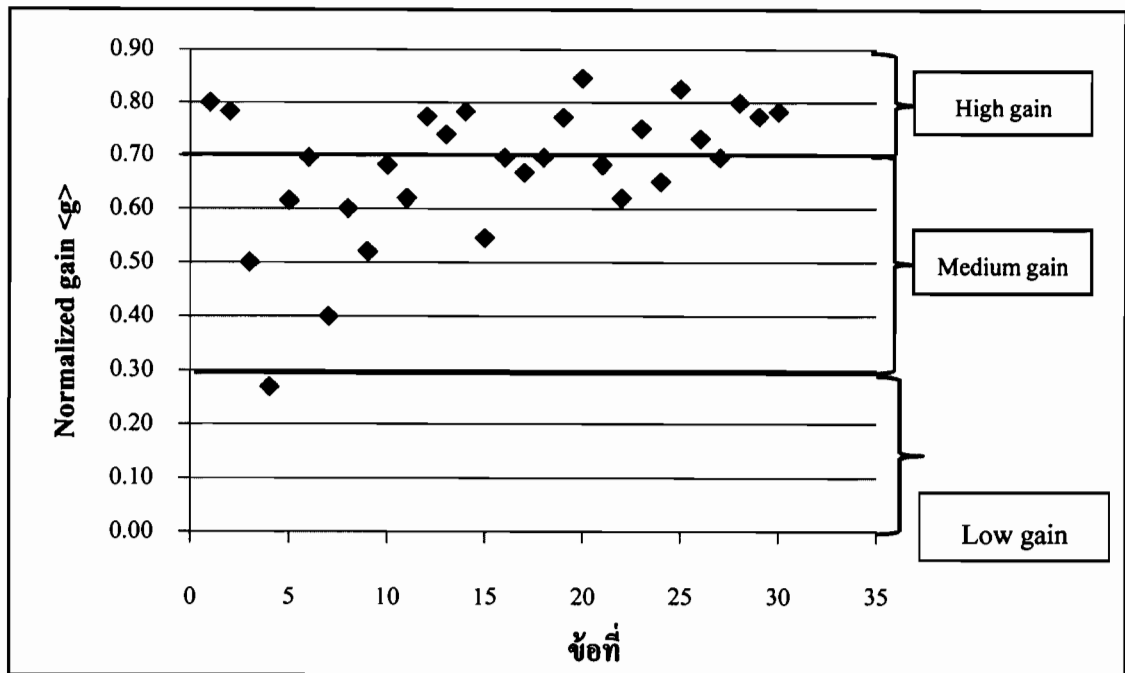
เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนรายเนื้อหาจากคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน พบว่าเนื้อหาที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
เทคนิคการสอนแบบสาธิตเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในแผนที่ 7 เรื่อง ตัวเร่งและตัวหน่วง

ปฏิบัติการ ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เท่ากับ 0.79 (ภาพที่ 4.4) เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เพิ่งเรียนผ่านมา และข้อคำถามในการจัดการเรียนรู้เรื่องนี้เป็นข้อคำถามเดียวกันกับข้อคำถามในแบบทดสอบหลังเรียน มีผลให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหา คำถามและคำตอบได้ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สุลาวลัย ต่อพรหม และนิตยา เปลี้ยงนุช, 2552) จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่า ในการสาธิตเรื่องตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา ในส่วนของตัวเร่งปฏิกิริยาครูได้ยกสถานการณ์การบ่มกล้วยโดยใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ กับกล้วยที่ใส่สุกเองตามธรรมชาติ กล้วยที่บ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์จะสุกและมีสีเหลืองก่อนกล้วยที่สุกเองตามธรรมชาติ ทำให้ทราบว่าแคลเซียมคาร์ไบด์เปรียบเสมือนตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ไปลดพลังงานก่อกัมมันต์ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น กล้วยจึงสุกเร็ว นักเรียนส่วนใหญ่กล่าวว่า เคยเห็นผู้ปกครองทำแบบนี้เป็นประจำ แต่ไม่เคยรู้ว่าใส่แคลเซียมคาร์ไบด์ไปเพื่ออะไร พอเรียนเรื่องนี้แล้ว ทราบได้ว่าวิชาเคมีอยู่ในชีวิตประจำวันของเราตลอดเวลา และในส่วนของตัวหน่วงปฏิกิริยา ใช้โซเดียมฟลูออไรด์เติมลงไปในปฏิกิริยาเพื่อเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู และเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่เติมโซเดียมฟลูออไรด์ ผลการทดลองที่ได้แตกต่างกันอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของตัวหน่วงปฏิกิริยาที่เป็นนามธรรมมากขึ้นทำให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนรายเนื้อหาจากคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าเนื้อหาที่นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุดหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในแผนที่ 1 เรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 0.62 เนื่องจาก ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นหัวข้อที่เรียนในหัวข้อแรก เมื่อมีทดสอบหลังเรียน นักเรียนจำคำถามและคำตอบไม่ได้ เนื่องจากเรียนผ่านไปนาน และจากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า ในหัวข้อนี้มีการคำนวณค่อนข้างเยอะ นักเรียนไม่ถนัดการคำนวณ ไม่ชอบการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ และทุกครั้งที่เรียนวิชาเคมีที่มีการคำนวณจะรู้สึกเบื่อและไม่อยากที่จะเข้าเรียน เพราะมองว่าเป็นเรื่องยาก ทำให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด

4.2.4 แบบรายข้อ (Single test item normalized gain)

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบรายข้อ ผลดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ค่า normalized gain <g> ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในแต่ละข้อ

จากภาพที่ 4.5 จะเห็นว่าคำถามข้อที่ 20 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดเท่ากับ 0.85 (ภาพที่ 4.5) ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เนื่องจากเป็นคำถามจากกิจกรรมการสาธิตในชั้นเรียนเรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สอดคล้องกับงานวิจัยที่ว่าเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมสาธิตจะเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น (David R. Sokoloff, 2008) สังเกตได้จากคำถามท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นคำถามปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และเขียนแสดงเหตุผลในการตอบคำถาม ดังภาพที่ 4.6

คำถามข้อที่ 20. นักเรียนคนหนึ่งได้ทดลองใช้เปลือกไข่ไก่ (CaCO_3) ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก (CH_3COOH) ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้เปลือกไข่ที่มีมวลเท่ากัน การทดลองใดจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด

1. ใช้เปลือกไข่ไก่ และใช้ CH_3COOH 0.5 M 30 cm^3
2. ใช้เปลือกไข่ไก่ และใช้ CH_3COOH 1 M 10 cm^3
3. ใช้เปลือกไข่ไก่บดละเอียด และใช้ CH_3COOH 0.5 M 30 cm^3
4. ใช้เปลือกไข่ไก่บดละเอียดและใช้ CH_3COOH 1 M 50 cm^3

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ 4



ภาพที่ 4.6 การเขียนคำตอบแสดงเหตุผลในการตอบคำถามท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

จากภาพ 4.6 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีผ่านไปแล้วพบว่านักเรียนร้อยละ 76.67 เลือกตอบตัวเลือกที่ 4 เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และแสดงเหตุผลประกอบการตอบคำถามถูกต้อง เมื่อทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 20 ถูกต้องคิดเป็น ร้อยละ 86.67 จากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนผ่านไปแล้ว นักเรียนได้กล่าวว่า คำถามข้อที่ 20 ครูได้สาธิตการทดลองให้ดูในชั่วโมงเรียน และได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง โดยใช้ความเข้มข้นของกรดอะซิติก 0.5 และ 1 M ปริมาตร 50 cm³ ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่บดละเอียด 20 g ทำให้เข้าใจคำว่าความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น จึงได้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และนักเรียนได้ลอง เปลี่ยนปริมาตรของกรดอะซิติกเป็น 100 cm³ ที่ความเข้มข้น 0.5 M กับเปลือกไข่บดละเอียด 20 g ปฏิกิริยาเกิดเร็วมาก เกิดแก๊ส CO₂ อย่างรวดเร็ว ไม่สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ นักเรียน จึงได้เพิ่มปริมาณของเปลือกไข่บดละเอียดเป็น 40 g ทำการทดลองอีกครั้ง จึงสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เป็นช่วงๆ นักเรียนจึงสรุปแนวคิดในการทดลอง คือ ต้องหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารทั้งสองชนิดก่อนที่จะทำปฏิกิริยา เพื่อจะได้มองเห็นภาพอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เป็นนามธรรมได้ชัดเจนมากขึ้น ประกอบกับในขณะที่ร่วมกันสาธิตการทดลอง นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียน ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น (สิริวรรณ ไจกระเสน, 2555)

อย่างไรก็ตามยังมีคำถามอีกหลายข้อที่เป็นคำถามท้ายแผนการทดลองและเป็นคำถามในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีความกำกวมหรืออยู่ในระดับสูง เช่น คำถามข้อ

ที่ 14 (ภาพที่ ง.12) และข้อที่ 29 (ภาพที่ ง.13) ส่วนข้อที่มีความกำกวมอยู่ในระดับปานกลาง เช่น คำถามข้อที่ 8 (ภาพที่ ง.14) และข้อที่ 17 (ภาพที่ ง.15)

จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนจะเห็นว่าคำถามข้อที่ 4 (ภาพที่ 4.6) นักเรียนมีความกำกวมเนื้อหาการเรียนอยู่ในกลุ่มต่ำเท่ากับ 0.27 (Low gain) โดยเป็นแบบทดสอบเรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คำถามข้อนี้ไม่ได้อยู่ในคำถามท้ายแผนการทดลอง ซึ่งก็อาจส่งผลให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนข้อนี้ไม่ได้ โดยส่วนใหญ่ นักเรียนจะตอบตัวเลือกที่ 1 เพราะคิดว่าตัวเลขเศษส่วนที่โจทย์ให้มาเป็นตัวเลขจำนวน โมล จึงนำไปวางหน้าตัวสารได้เลย ทำให้ทำแบบทดสอบข้อนั้นผิด ซึ่งจะสังเกตได้จากการเขียนเหตุผลประกอบในการตอบคำถามท้ายแผนการทดลอง (ภาพที่ 4.7) โดยจะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และให้เขียนเหตุผลประกอบ ซึ่งคำถามข้อดังกล่าวมีแนวทางและวิธีการคิดหาคำตอบคล้ายกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ข้อที่ 4 ดังภาพที่ 4.8

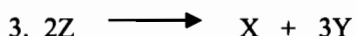
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ข้อที่ 4. ปฏิกิริยาหนึ่งๆ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะวัดจากอัตราการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มของสารผลิตภัณฑ์ ถ้าในปฏิกิริยานี้ อัตราการลดลงของสาร A เท่ากับ $1/2$ เท่าของอัตราการลดลงของสาร B และเท่ากับ $1/3$ เท่าของอัตราการเพิ่มของสาร C สมการที่แสดงปฏิกิริยาเคมีคือข้อใด

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. $A + 1/2B \longrightarrow 1/3$ | 2. $2A + B \longrightarrow 3C$ |
| 3. $A + 2B \longrightarrow 3C$ | 4. $3A + B \longrightarrow C$ |

ตัวเลือกที่ถูกต้องคือ ข้อ 3

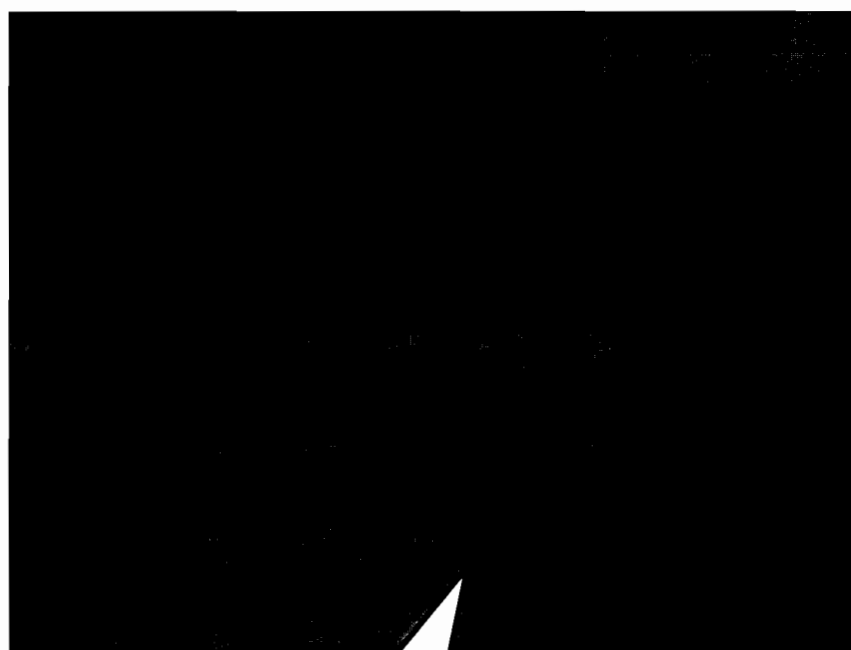
ภาพที่ 4.7 โจทย์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อที่ 4

คำถามท้ายแผนการทดลอง สาร X ทำปฏิกิริยากับสาร Y เกิดเป็นสาร Z จากการทดลองพบว่าอัตรา
การลดลงของสาร X มีค่าเท่ากับ $1/3$ ของอัตราการลดลงของสาร Y และมีค่าเท่ากับ $1/2$ ของอัตรา
การเพิ่มขึ้นของสาร Z จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

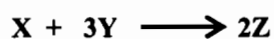


ตัวเลือกที่ถูกต้องคือ ข้อ 2

ภาพที่ 4.8 โจทย์แบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายและการคำนวณ
หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



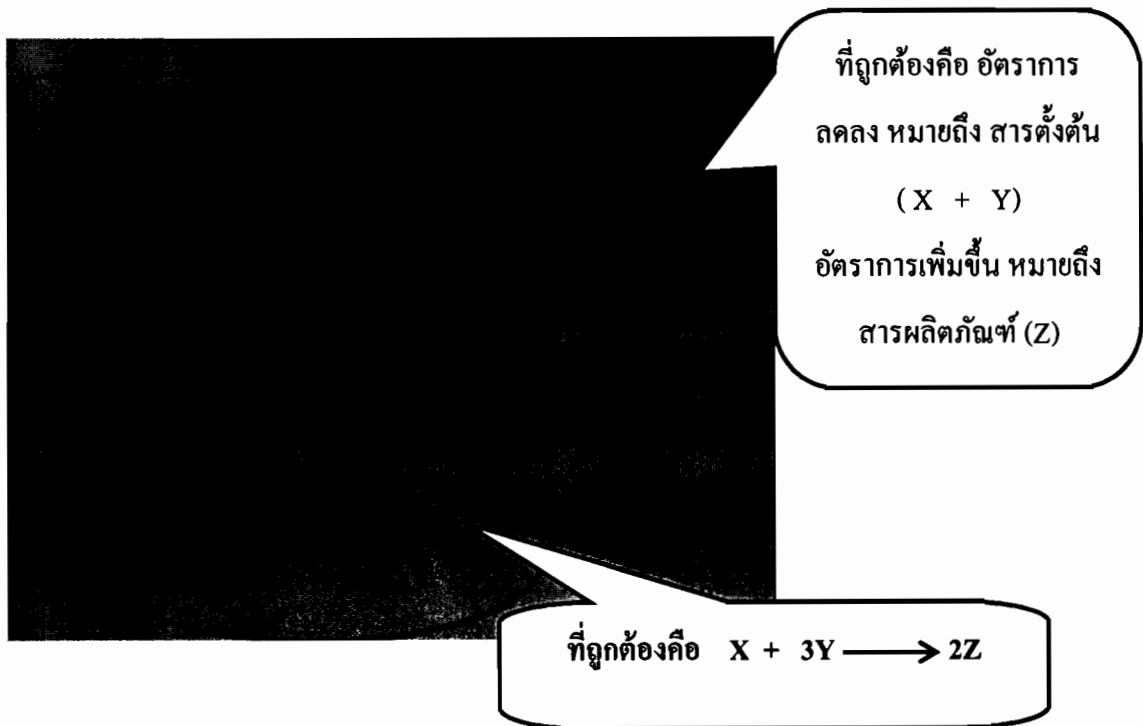
ที่ถูกต้องคือ



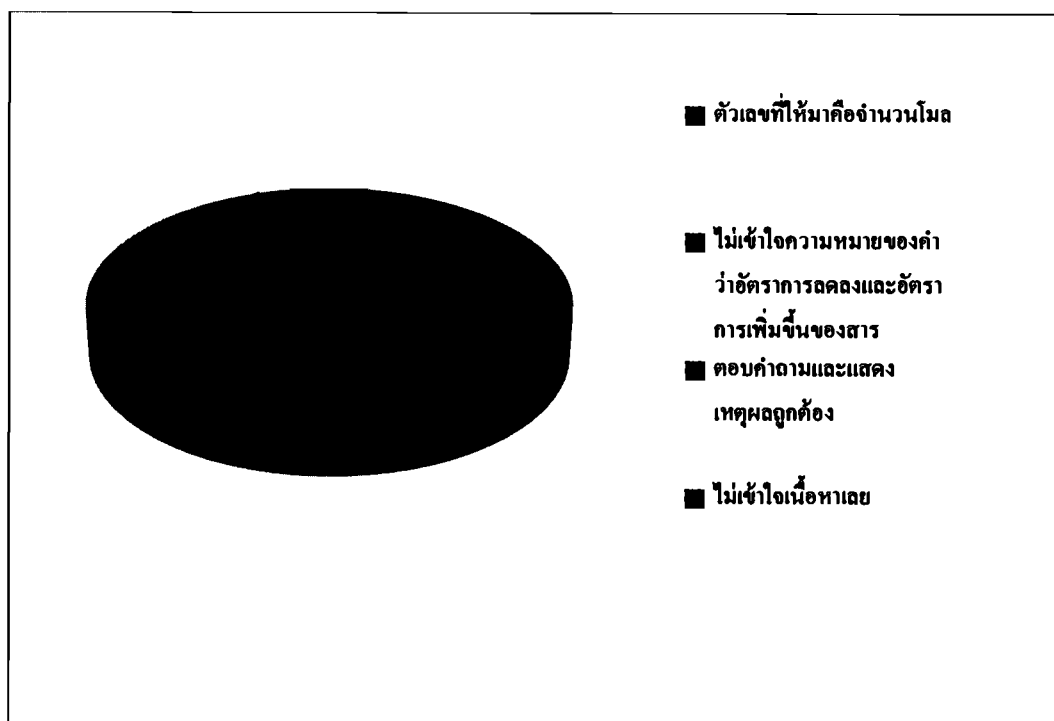
ภาพที่ 4.9 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวเลขจำนวนโมล

จากคำถามท้ายแผนการทดลองเรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการ
เกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นคำถามปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบการตอบคำถาม และเป็น

คำถามที่คล้ายคลึงกับคำถามที่อยู่ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายแผนการทดลองข้อนี้หลังจากที่เรียนเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีผ่านไปแล้ว พบว่า มีนักเรียนเพียงแค่ร้อยละ 13.33 เท่านั้นที่ตอบถูก และให้เหตุผลประกอบถูกต้อง จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบไม่ถูกต้อง พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าตัวเลขเศษส่วนที่ให้มาในโจทย์ เป็นตัวเลขจำนวนโมล สามารถนำไปวางหน้าตัวสารได้เลย ซึ่งเข้าใจแบบนี้ถึงร้อยละ 53.33 (ภาพที่ 4.9) นักเรียนที่ไม่เข้าใจความหมายของคำว่า “อัตราการลดลง และอัตราการเพิ่มขึ้น” อัตราการลดลง หมายถึง สารตั้งต้น อัตราการเพิ่มขึ้น หมายถึง สารผลิตภัณฑ์ จึงเขียนสมการเคมีไม่ได้คิดเป็นร้อยละ 23.33 (ภาพที่ 4.10) และร้อยละ 10.00 ไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนเลย สามารถสรุปออกมาในลักษณะแผนภูมิวงกลม (ภาพที่ 4.11)



ภาพที่ 4.10 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคำว่าอัตราการลดลงและอัตราการเพิ่มขึ้นของสาร



ภาพที่ 4.11 มโนคติที่คาดเคลื่อนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ

จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนของคำถามท้ายแผนการทดลอง เมื่อเสร็จสิ้นการเรียน นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นคำถามปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก พบว่าคำถามข้อที่ 4 นักเรียนตอบถูก เพียงแค่ ร้อยละ 36.67 เท่านั้น ทำให้มีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด

กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่น่าสนใจ

กรณีที่ 1 นักเรียนเลขที่ 2 นักเรียนคนนี้เป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดี แต่ผลการเรียนต่ำ เพราะไม่ชอบเข้าเรียน จากการสอบถามได้คำตอบว่า “ผมไม่เข้าเรียนเพราะ รู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน เพราะมีแต่การบรรยาย และจดงาน ทำรายงานบ้าง ผมไม่ชอบแบบนี้ครับ อาจารย์สังเกตได้ว่าถ้าผมเข้าเรียนผมก็นั่งหลับแล้วก็โดนอาจารย์ค่าเป็นประจำ ผมว่าไปเล่นกีตาร์ ร้องเพลง จะดีกว่าครับ” หลังจากได้รับการสอนเรียนแบบสาธิต โดยมีการตัดแปลงอุปกรณ์ช่วยในการสาธิต จากนั้นครูสอบถามอีกครั้ง ได้คำตอบว่า “อาจารย์ครับ ทำไมไม่สอนแบบนี้ตั้งนานแล้วครับ ผมชอบมาก ผมรู้สึกตื่นเต้นกับการสาธิตการทดลอง ได้ร่วมสาธิตการทดลอง และได้คิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ถ้าสอนแบบนี้ ผมไม่หลับ และผมสัญญาว่าจะเอาเกรด 4 วิชาเคมีแน่นอนครับ” และนักเรียนคนดังกล่าวยังได้แสดงความคิดเห็นว่า ในการทดลองนี้ต้องเข่าสารด้วยแรงที่คงที่ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะได้คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

กรณีที่ 2 นักเรียนเลขที่ 5 นักเรียนคนนี้เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง ขยัน ตั้งใจเรียนมาก ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตว่า “ผมชอบชุดอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ เพราะหาซื้ออุปกรณ์ได้ง่าย เราสามารถสร้างขึ้นมาใช้งานเองได้และให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกับการทดลองในหนังสือเรียน แต่ในความคิดของผม ผมว่ามันไม่ได้บรรยากาศของห้องเคมี ห้องเคมีต้องใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว สารเคมี นั่นคือบรรยากาศห้องเคมีครับ”

กรณีที่ 3 นักเรียนเลขที่ 26 กับ 14 มีผลการเรียนระดับดี ได้ทดลองเปลี่ยนสารจากเปลือกไข่เป็นผงฟู พบว่า ผงฟูทำปฏิกิริยากับน้ำส้มสายชูเร็วมาก เกิดแก๊สอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่สามารถวัดอัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้

กรณีที่ 4 นักเรียนเลขที่ 21 กับ 25 มีผลการเรียนดี ตั้งใจเรียน จากการสอบถามนักเรียนทั้งสองคนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตได้คำตอบว่า “หนูสองคนชอบการสาธิตการทดลองมากคะ ครูเปิดโอกาสให้หนูได้ทดลองด้วย สนุกสนาน คิดว่าการบรรยาย เขียนกระดาน จดงาน อุปกรณ์ในการสาธิตก็ทำง่าย หนูลองกลับไปทำที่บ้านแล้ว ก็ทำได้คะ ดีใจสุดๆ เลย และอีกอย่างที่ชอบคือ การเขียนรายงานการทดลองในลักษณะของแผนภาพทำให้อ่านเข้าใจง่าย แต่สิ่งที่ไม่ชอบสุดๆ เลยก็คือ การนำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นอะไรที่ยากมากคะ เพราะหนูพูดไม่เก่งและเป็นคนขี้อายคะ”

อภิปรายผล

อภิปรายผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ เนื่องจาก ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นเรื่องที่มีการทดลองมาก และใช้ อุปกรณ์ในการทดลองค่อนข้างเยอะ ประกอบกับเวลาในการเรียนมีน้อย บางการทดลองก็ข้ามไป ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงได้คิดแปลงอุปกรณ์ในการสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดลอง โดยใช้อุปกรณ์เช่นเดียวกันนี้ 5 แพน ได้แก่แพนที่ 1 และแพนที่ 4-7 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่หาง่าย สามารถประดิษฐ์ขึ้นใช้ได้เอง โดยที่ไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์ชิ้นใหม่ และได้นำชุดอุปกรณ์ดังกล่าวมาจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เพื่อช่วยประหยัดเวลาในการเรียน และจากการสอบถามนักเรียนโดยส่วนใหญ่พบว่า รู้สึกชอบ อยากเรียน มีความสุข และตื่นเต้นทุกครั้งที่มีการสาธิตการทดลอง ซึ่งสามารถทำให้เขามองเห็นภาพได้ชัดเจนว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นอย่างไร บังคับได้ว่ามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น

การเติมโซเดียมฟลูออไรด์ ทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เพราะน้ำส้มสายชูจะทำปฏิกิริยากับโซเดียมฟลูออไรด์ก่อนที่จะทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ ปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดช้า เป็นต้น ขณะทำการสาธิตครูได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมสาธิตการทดลอง ยิ่งเป็นแรงกระตุ้นให้เขาตั้งใจเรียนมากขึ้น จากเหตุผลดังกล่าว จึงส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสูงขึ้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตจึงเป็นรูปแบบทางการเรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนทำการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีรายการประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้โดยดำเนินการประเมินหลังสิ้นสุดการเรียนการสอน ผลดังตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หัวข้อพิจารณา	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ
1) ด้านสาระการเรียนรู้	4.46	0.73	มาก
2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต	4.61	0.65	มากที่สุด
3) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.47	0.73	มาก
4) ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้	4.60	0.65	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.54	0.70	มากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 ซึ่งความ

พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (สิริกมล ดันดิพรหม, 2553) เมื่อพิจารณาการตอบแบบสอบถามโดยละเอียดผลดังต่อไปนี้

4.3.1 ด้านสาระการเรียนรู้

เมื่อพิจารณาผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าเนื้อหาสาระที่เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.76 และเนื้อหาสาระที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.76

4.3.2 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

เมื่อพิจารณาผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสาธิตทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 และยังส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้ในเรื่องที่เรียนได้ง่ายขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 จากการสัมภาษณ์นักเรียนโดยส่วนใหญ่กล่าวไปในแนวเดียวกันว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น เพราะครูได้สาธิตการทดลองให้นักเรียนดูในห้องเรียน นักเรียนสังเกตบันทึกผลการทดลอง ครูเปิด โอกาสให้นักเรียนร่วมทำการสาธิตการทดลองด้วย ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนาน กระตือรือร้นในการเรียน บรรยากาศในห้องเรียนไม่น่าเบื่อ และกิจกรรมการเรียนรู้แบบสาธิตยังใช้เวลาเรียนน้อย ทำให้นักเรียนมีเวลาซักถาม ทบทวน ข้อสงสัยต่างๆ ทำให้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเพิ่มขึ้น

4.3.3 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนมีความชอบในการเขียนรายงานการทดลองในลักษณะของแผนภาพ มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 และในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จะมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในทุกหัวข้อที่เรียน เพื่อให้นักเรียนรู้จักตนเองและได้พัฒนาตนเองในการสอบครั้งต่อไป มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76

4.3.4 ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้

การใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าสื่อและอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

การเรียนรู้มีความน่าสนใจ สามารถดึงดูดนักเรียนให้มาสนใจการเรียน และมีความสนุกสนานในการเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 และจากการฝึกทำการทดลองของนักเรียน เมื่อทำการทดลองไปนานๆอุปกรณ์ชุดทดลองที่ดัดแปลงขึ้นก็เริ่มพัง เช่น หลอดคาแฟแตก สายยางอุดตัน เป็นต้น นักเรียนได้เสนอว่าควรปรับปรุงอุปกรณ์ดังกล่าวให้มีความแข็งแรงและคงทนมากขึ้น

อภิปรายผลประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

จากการนำแบบสอบถามไปวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 เนื่องจาก นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เช่น กิจกรรมการสาธิตการทดลองทำให้นักเรียนรู้สึกชอบ รู้สึกแปลกใหม่ ตื่นเต้นกระตือรือร้นในการเรียน อีกทั้งได้รับความรู้และเพลิดเพลินกับการเรียน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมสาธิตด้วย ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อีกขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อที่นำมาใช้ในการเรียน เช่น ชุดอุปกรณ์การสาธิต ภาพประกอบการเรียนรู้ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน นักเรียนสามารถประดิษฐ์และทดลองได้เอง เพราะเป็นอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย จึงทำให้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบสาธิตสรุปผลการวิจัยเป็นดังนี้

5.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.2.1 แบบรายชั้นเรียน

ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน อยู่ในทางบวกระดับสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71

5.1.2.2 แบบรายบุคคล

ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ระดับสูงสุดและต่ำสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 และ 0.28 ตามลำดับ

5.1.2.3 แบบรายเนื้อหา

ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายเนื้อหา เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.79 และเรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.62

5.1.2.4 แบบรายข้อ

ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ คำถามข้อที่ 20 โดยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 ส่วนคำถามข้อที่ 4 ซึ่งเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.27

5.1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต

นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยภาพรวม อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.54 โดยด้านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิตมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนด้านสาระการเรียนรู้ ได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรปรับปรุงใบความรู้และใบงานเพื่อเพิ่มความพึงพอใจของนักเรียนให้มากขึ้น

5.2.2 สถานการณ์หรือการสาธิตการทดลองที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรมีหลากหลายและเป็นรูปธรรม เริ่มตั้งแต่ขั้นสร้างความสนใจ รวมไปถึงขั้นตอนการสาธิตและขั้นสรุปผลการทำงาน

5.2.3 ควรมีการศึกษาความคงทนของทางการเรียน เพื่อทดสอบความคงทนของความรู้ที่ได้จากเทคนิคสอนแบบสาธิต

5.2.4 ควรมีการปรับปรุงและพัฒนาชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้มีความแข็งแรงและคงทนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2551.
- จินดา พรหมมณัฐ และคณะ. “การพัฒนาความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 10(2) : 25-32, 2555.
- จ่านง พลายน้อย. คู่มือวิชาการศึกษาศาสตร์และวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สหบัณฑิต, 2514.
- ชนิตกานต์ คำวัน และอุดม ทิพราช. ประสิทธิภาพและผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน การประชุมวิชาการ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 6. น. 209-218. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- ไชยยันต์ จรุงฤกษ์. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการการคิดและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- ณัฐสุดา กล้าหาญ. การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- ทศนา เขมมณี. รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557.
- _____. ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- ธวัช ยะสุคำ และศักดิ์ศรี สุภษร. “การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 14(2) : 23-34, 2555.
- บุญชม ศรีสะอาด. “การประเมินผลสื่อการสอน”, จุดสารคพศ. สปช. 1(14) : 23-29, 2535.
- ปัญญา สังข์ภิรมย์ และสุนันท์ สินธพานนท์. สุดยอดวิธีสอนงานอาชีพและเทคโนโลยีนำไปสู่...การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2550.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ปรีดา ตะเหลบ. การพัฒนาการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ของกระบวนการ
เทอร์โมไดนามิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.
- พรณิษ เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ดันฮ้อแกรมมี, 2538.
มังกร ทองสุขดี. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย,
2522.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2542. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์
พับลิเคชันส์, 2546.
- ลำพูน สิงห์ขา. “การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้
แบบ ทำนาย สังเกต อธิบาย”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 10(2) :
29-38, 2555.
- วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เจตคติต่อการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ระดับผลการเรียน
ต่างกัน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย รูปแบบต่างกับการสอน
ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.
- ศักดิ์ศรี สุภาธร. “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย : การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”,
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 22(2) : 331 -
343 ; กันยายน – ธันวาคม, 2554.
- สาโรจน์ จ้องสละ. “การใช้ชุดทดลองทัศนศาสตร์เพื่อเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง เลนส์ และ
ทัศนอุปกรณ์”, วารสารวิชาการVeridian E-Journal. 4(1) : 410 - 418, 2554.
- สิริกมล ดันดิพรหม. การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สิริวรรณ ไจกระเสน, จันตรี คุปตะวาทีน และจินตนา ธนวิบูลย์ชัย. “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองบัว จังหวัดลำพูน”, ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2. น. 1-8. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2555.
- สุนทร โคตรบรรเทา. เทคนิคการสอนครบวงจร. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2535.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์การพัฒนาคำถามคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.
- สุวัฒน์ พุทธเมธา. การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์, 2523.
- สุลาวัลย์ ต่อพรหม และนิตยา เปลี่งนุช. “ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)”, วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4(1) : 120-127, 2552.
- อัญชติ แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ. หลักการสอนและการเตรียมอุปกรณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : เฉลิมชัยการพิมพ์, 2523.
- อำพล ใจรักษ์. การสอนบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่สำหรับการสอนในระดับมัธยมปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2550.
- Brown & others. AV Instruction: Technology Media and Method. New York: McGraw-Hill, (1972).
- Crystal Wood and Bryan Breyfogle. “Interactive Demonstrations for Mole Ratios and Limiting Reagents”, J. Chem. Educ. 83(5): 741, 2006.
- Chairam, S., and el al. “Enhancing Thai students’ learning of chemical kinetics”, Research in Science & Technological Education, 27(1): 95-115, 2009.
- David R. Sokoloff. “Active learning of Introductory optics: Interactive Lecture Demonstrations and Optics Magic Tricks”, Journal of Physics. 35(6): 340, 2008.
- Hake, R. R. “Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses”, American Journal of Physics. 61(1): 64-74, 1998.
- Theodore E. Brown. “Chemistry: The Central science”, Prentice Hall. 13(11): 1248, 2014.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



โรงเรียน โพนทองวิทยายน
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 วิชา เคมี 3 รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. ข้อสอบแบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวแล้วกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องสอบอย่างเด็ดขาด
4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ- นามสกุล เลขที่ และชั้นให้เรียบร้อยก่อนทำข้อสอบ
5. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับข้อเดิม แล้วกากบาทข้อใหม่

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	✗			✗

ข้อที่ 1. จากการสังเกตของนักเรียนคนหนึ่ง พบว่า เมื่อน้ำที่อยู่ในถังน้ำพลาสติกทิ้งไว้นานหลายวัน จะเกิดเป็นตะกอนคล้ายดินเหนียวติดที่ข้างถังน้ำ ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเหตุการณ์ดังกล่าว

1. ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะเป็นการตกตะกอนของฝุ่นในน้ำเท่านั้น
2. ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะปริมาณของน้ำมีปริมาณเท่าเดิม
3. เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะตะกอนที่อยู่ในน้ำทำปฏิกิริยากับถังพลาสติก
4. เกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะตะกอนที่เกิดขึ้นเกิดจากแคลเซียมในน้ำกระด้าง

ข้อที่ 2. การกระทำใดไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. การนำเนื้อหมูแช่ในช่องแช่แข็ง
2. การใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ช่วยในการบ่มมะม่วง
3. การเคี้ยวลาดครดชนิดเม็ดให้ละเอียดก่อนกลืน
4. การเปลี่ยนขนาดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่ทำปฏิกิริยา

ข้อที่ 3. ปฏิกิริยา $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \longrightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ พบว่าเมื่อปฏิกิริยาใกล้จะสิ้นสุดนั้น อัตราการเกิดแก๊ส O_2 ลดลง ทั้งนี้เพราะเหตุใด

1. ผลิตภัณฑ์รวมตัวกันกลับไปเป็นสารตั้งต้นมากขึ้น
2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง
3. อุณหภูมิของของผสมลดลงเนื่องจากพลังงานถูกใช้ไป
4. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทำหน้าที่เป็นตัวขัดขวางปฏิกิริยา

ข้อที่ 4. ปฏิกิริยาหนึ่งๆ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะวัดจากอัตราการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรือ อัตราการเพิ่มของสารผลิตภัณฑ์ ถ้าในปฏิกิริยานี้ อัตราการลดลงของสาร A เท่ากับ $1/2$ เท่าของอัตราการลดลงของสาร B และเท่ากับ $1/3$ เท่าของอัตราการเพิ่มของสาร C สมการที่แสดงปฏิกิริยาเคมีคือ ข้อใด

1. $\text{A} + 1/2\text{B} \longrightarrow 1/3\text{C}$
2. $2\text{A} + \text{B} \longrightarrow 3\text{C}$
3. $\text{A} + 2\text{B} \longrightarrow 3\text{C}$
4. $3\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม 5 - 6

นำแผ่นแมกนีเซียม (Mg) ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 0.2 mol/l ได้แก๊สไฮโดรเจน (H₂) ตามผลการทดลองดังนี้

ปริมาณของแก๊ส H ₂ (cm ³)	เวลา (s)
1	10
2	20
3	35
4	50
5	80
6	130

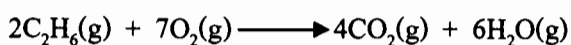
ข้อที่ 5. อัตราการเกิด H₂ มีค่าเท่าใด

1. 0.017 cm³/s
2. 0.038 cm³/s
3. 0.046 cm³/s
4. 0.055 cm³/s

ข้อที่ 6. อัตราการเกิด H₂ ที่ช่วงเวลา 20-35 วินาที มีค่าเท่าใด

1. 0.156 cm³/s
2. 0.098 cm³/s
3. 0.083 cm³/s
4. 0.067 cm³/s

ข้อที่ 7. พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊ส O₂ 0.0752 mol/dm³ หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว 30 วินาที มีแก๊ส O₂ เหลือ 0.0737 mol/dm³ จงหาอัตราการเพิ่มขึ้นของแก๊ส CO₂ หลังเกิดปฏิกิริยาไปแล้ว 30 วินาที

1. $5.312 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
2. $2.857 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
3. $2.414 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
4. $1.532 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

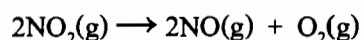
ข้อที่ 8. จากปฏิกิริยา $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
เมื่อวัดความเข้มข้นของสาร $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาพบว่าได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

เวลา (วินาที)	[CaCl_2] (mol/dm^3)
0.00	0.650
5.00	0.700
10.00	0.750
15.00	0.850
20.00	1.000

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

1. 0.150 $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$
2. 0.035 $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$
3. 0.030 $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$
4. 0.017 $\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$

ข้อที่ 9. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์รับความร้อนจะเกิดการสลายตัว ดังสมการ



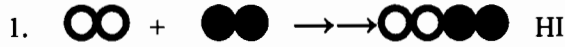
เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามี NO_2 $0.120 \text{ mol}/\text{dm}^3$ หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว 60 วินาที มี NO_2 เหลืออยู่ $0.102 \text{ mol}/\text{dm}^3$ จงหาอัตราการสลายตัวของ NO_2 ($\text{mol}/\text{dm}^3 \cdot \text{s}$ หรือ M/s)

1. $3.242 \times 10^{-4} \text{ M}/\text{s}$
2. $2.218 \times 10^{-5} \text{ M}/\text{s}$
3. $1.145 \times 10^{-5} \text{ M}/\text{s}$
4. $1.500 \times 10^{-4} \text{ M}/\text{s}$

ข้อที่ 10. ข้อใดกล่าว **ไม่ถูกต้อง**

1. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทุกครั้งที่มีการชนกันของอนุภาค
2. พลังงานที่เพียงพอจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ เรียกว่า พลังงานก่อกัมมันต์
3. สารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้นมีพลังงานสูงกว่าทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์เสมอ
4. การชนกันของอนุภาคในทิศทางที่เหมาะสมทำให้ปฏิกิริยามีโอกาสเกิดขึ้นได้

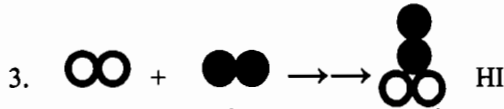
ข้อที่ 11. จากปฏิกิริยา $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ ● แทนอะตอม H และ ○ แทนอะตอม I
 ●○ แทน HI การชนกันของอนุภาคข้อใดมีโอกาสเกิดปฏิกิริยาได้ดีที่สุด



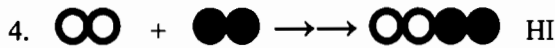
เพราะอนุภาคที่ชนกันมีพลังงานมากพอที่จะสลายพันธะเก่าแล้วเกิดพันธะใหม่ได้



เพราะอนุภาคที่ชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีค่าพลังงานมากกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ (Activation Energy: E_a)



เพราะอนุภาคที่ชนกันในทิศทางที่เหมาะสม เกิดการสลายพันธะได้ง่าย



เพราะอัตราการชนกันของอนุภาคมีความถี่สูง และชนในทิศทางที่เหมาะสมเกิดการสลายพันธะได้ง่าย

ข้อที่ 12. จากปฏิกิริยา $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ อะไรเป็นปัจจัยในการบอกว่ A กับ B
 ชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้

ก. A และ B ต้องเป็นแก๊สทั้งคู่

ข. A และ B ต้องมีพลังงานถึงค่าพลังงานกระตุ้น

ค. A และ B ต้องมีทิศทางที่เหมาะสม

ง. A และ B ต้องมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน

1. ข้อ ก และ ข

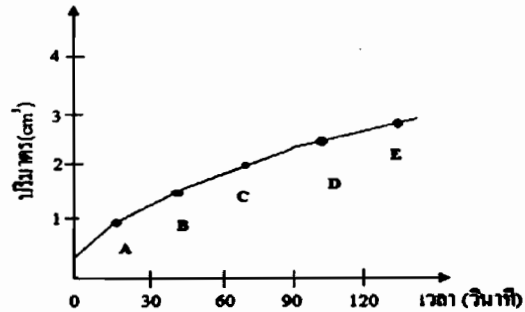
2. ข้อ ก และ ง

3. ข้อ ข และ ง

4. ข้อ ข และ ค

คำชี้แจง ใช้กราฟและข้อความต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 13

เมื่อนำแผ่น โลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับกรด ไฮโดรคลอริก (HCl) จะได้แก๊ส ไฮโดรเจน (H_2) เกิดขึ้น ถ้าจับเวลาและปริมาตรของแก๊สจะได้ผลตามกราฟ



ข้อที่ 13. กราฟช่วงใดที่แสดงว่าแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นในอัตราที่เร็วที่สุด

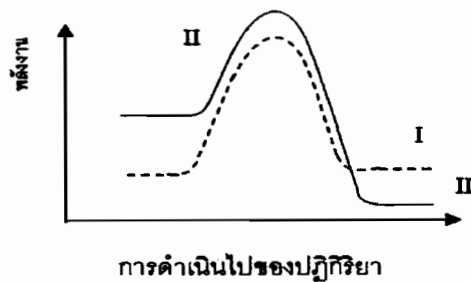
1. AB

2. BC

3. CD

4. DE

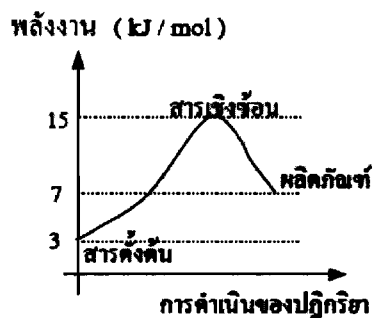
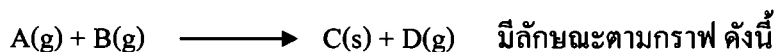
ข้อที่ 14. พิจารณารูปต่อไปนี้



การเปรียบเทียบพลังงานก่อกัมมันต์และการบอกรณิคมของปฏิกิริยา I และปฏิกิริยา II ในข้อใดถูกต้อง

ข้อ	พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาดูดความร้อน	ปฏิกิริยาคายความร้อน
1.	I = II	I	II
2.	I > II	I	II
3.	I < II	I	II
4.	I = II	II	I

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 15 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา

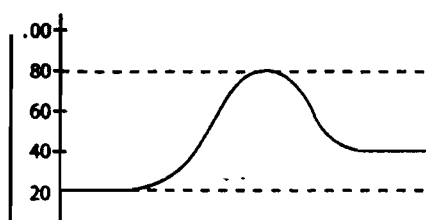


ข้อที่ 15. พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด

1. พลังงานก่อกัมมันต์ = 10 kJ/mol
2. พลังงานก่อกัมมันต์ = 12 kJ/mol
3. พลังงานก่อกัมมันต์ = 15 kJ/mol
4. พลังงานก่อกัมมันต์ = 17 kJ/mol

ข้อที่ 16. พลังงานของปฏิกิริยาต่อไปนี้มีผลต่างระหว่างพลังงานของสารผลิตภัณฑ์มีค่าเท่าใด

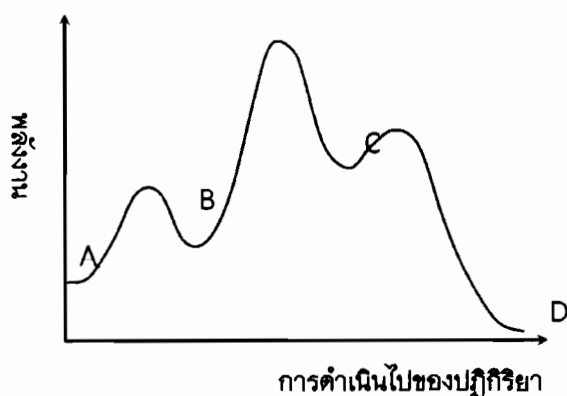
พลังงาน



1. 20 kcal
2. 40 kcal
3. 60 kcal
4. 80 kcal

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลจากกราฟต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 17

จากปฏิกิริยา $A \longrightarrow D$ มี 3 ขั้นตอน เขียนกราฟแสดงพลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นตอนย่อย ทั้ง 3 ขั้นตอนได้ดังนี้



ข้อที่ 17. ข้อใดเรียงลำดับอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากทั้ง 3 ขั้นตอน ของปฏิกิริยา $A \longrightarrow D$ จากปฏิกิริยาที่เกิดเร็วไปหาปฏิกิริยาที่เกิดช้าได้ถูกต้อง

1. $A \longrightarrow B$, $B \longrightarrow C$, $C \longrightarrow D$
2. $A \longrightarrow B$, $C \longrightarrow D$, $B \longrightarrow C$
3. $B \longrightarrow C$, $C \longrightarrow D$, $A \longrightarrow B$
4. $C \longrightarrow D$, $A \longrightarrow B$, $B \longrightarrow C$

ข้อที่ 18. ศศิธรได้ทำการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/l จำนวน 25 cm³ ลงในหินปูนชิ้นเล็กๆ จะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่ ไม่ทำให้ อัตราของปฏิกิริยาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น

1. เพิ่มปริมาณของกรดไฮโดรคลอริก
2. เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก
3. เพิ่มอุณหภูมิของระบบให้สูงขึ้น
4. บดหินปูนให้เป็นผงละเอียด

ข้อที่ 19. จากปฏิกิริยา $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ ถ้าต้องการให้ เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด ต้องทำอย่างไร

1. ใช้ลวดแมกนีเซียมมากขึ้น ส่วนกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง กว่าเดิม
2. ลวดแมกนีเซียมตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ส่วนกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นเท่าเดิม
3. เพิ่มพื้นที่ผิวของลวดแมกนีเซียม และความเข้มข้นของ กรดไฮโดรคลอริก
4. ใช้ลวดแมกนีเซียมเท่าเดิมแต่เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

ข้อที่ 20. นักเรียนคนหนึ่งได้ทดลองใช้เปลือกไข่ไก่ (CaCO_3) ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก (CH_3COOH) ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้เปลือกไข่ที่มีมวลเท่ากัน การทดลองใดจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยา **เร็วที่สุด**

1. ใช้เปลือกไข่ไก่ และใช้ CH_3COOH 0.5 M 30 cm^3
2. ใช้เปลือกไข่ไก่ และใช้ CH_3COOH 1 M 10 cm^3
3. ใช้เปลือกไข่ไก่บดละเอียด และใช้ CH_3COOH 0.5 M 30 cm^3
4. ใช้เปลือกไข่ไก่บดละเอียด และใช้ CH_3COOH 1 M 50 cm^3

ข้อที่ 21. ถ้าปฏิกิริยาระหว่างหินปูนมากเกินพอกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 mol/l ปริมาตร 20 cm^3 ที่ 20 °C มีอัตราการเกิดปฏิกิริยา = X และได้สารผลิตภัณฑ์ = Y ถ้าเปลี่ยนไปใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/l อุณหภูมิเท่าเดิม จะได้ผลอย่างไร

ข้อ	อัตราการเกิดปฏิกิริยา	ปริมาณผลิตภัณฑ์
1.	> X	> Y
2.	> X	= Y
3.	< X	< Y
4.	= X	= Y

ข้อที่ 22. จากการทดลองพบว่า การใช้เปลือกไข่ไก่ที่บดละเอียดทำปฏิกิริยากับน้ำส้มสายชู จะทำให้ สลายตัวได้เร็วกว่าเปลือกไข่ที่บดหยาบ เป็นเพราะสาเหตุใด

1. การบดเปลือกไข่ไก่เป็นการเพิ่มปริมาณของเปลือกไข่ไก่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิด ได้เร็ว
2. การบดเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับ โมเลกุลของกรดทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดได้ เร็ว

3. การบดเปลือกไข่ไก่เป็นการเพิ่มปริมาตรของสารตั้งต้น ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำส้มสายชูมากขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว

4. การบดเปลือกไข่ไก่เป็นการทำลายพันธะของสารตั้งต้น ทำให้น้ำส้มสายชูทำปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว

ข้อที่ 23. เพราะเหตุใดน้ำตาลผงละลายได้ดีกว่าน้ำตาลเม็ด

1. น้ำตาลผงมีพลังงานกระตุ้นต่ำกว่าน้ำตาลเม็ด
2. น้ำตาลผงมีพลังงาน โครงร่างผลึกน้อยกว่า
3. น้ำตาลผงมีพื้นที่ผิวมากกว่าน้ำตาลเม็ด
4. น้ำตาลผงมีไอออนอิสระพร้อมที่จะรวมตัวกับน้ำ

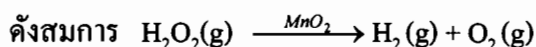
ข้อที่ 24. จากการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะเหล็กกับกรดไฮโดรคลอริก นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการทำให้อัตราเร็วของการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นได้มากที่สุด

1. ขดแท่งเหล็กให้เป็นเกลียว
2. ตัดแท่งเหล็กให้เป็นชิ้นเล็กๆ
3. เพิ่มปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริก
4. ใช้ผงเหล็กแทนแท่งเหล็กในน้ำหนักที่เท่ากัน

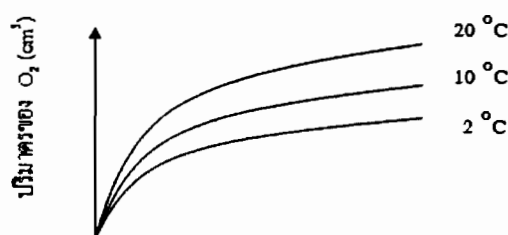
ข้อที่ 25. ข้อใดเป็นการใช้หลักการเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาอธิบายการเก็บอาหารในตู้เย็นได้ถูกต้อง

1. อุณหภูมิต่ำทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีช้าทำให้อาหารเน่าเสียช้า
2. อุณหภูมิต่ำป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้อาหารไม่เน่าเสีย
3. อุณหภูมิต่ำอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคงที่ทำให้อาหารไม่เน่าเสีย
4. อุณหภูมิไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไม่ว่าจะสูงหรือต่ำก็ตาม

ข้อที่ 26. ในการสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยมีแมงกานีสไดออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



ทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 2, 10 และ 20 °C โดยความเข้มข้นสารตั้งต้นเท่าเดิม วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปริมาตรของแก๊ส O₂ ที่เพิ่มขึ้นดังนี้



การทดลองนี้แสดงอะไร

1. ค่ะตะไลต์มีประสิทธิภาพสูงที่อุณหภูมิสูง
2. ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สจะไม่เปลี่ยนแปลงปริมาตรที่อุณหภูมิสูง
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ
4. สารตั้งต้นอยู่ในสถานะใดก็ได้

ข้อที่ 27. นักเรียนได้มะม่วงแก่มา 2 ผล แต่นักเรียนต้องการกินมะม่วงสุกจึงได้กระทำดังนี้

ผลที่ 1 ห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หลายๆ ชั้น แล้วใส่ถุงพลาสติกซีลปิดปากไว้เล็กน้อย จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้กล่องเปล่าในตู้กับข้าวที่ปิดมิดชิด

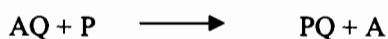
ผลที่ 2 วางใส่จานแล้ววางไว้บนโต๊ะอาหารผลปรากฏว่าเมื่อผ่านไปหนึ่งวัน มะม่วงผลที่ 1 สุกแต่ผลที่ 2 ยังไม่สุก เหตุการณ์ดังกล่าวเป็นผลของข้อใด

1. ตัวเร่งปฏิกิริยาและอุณหภูมิ
2. ตัวเร่งปฏิกิริยาและธรรมชาติของสารตั้งต้น
3. ธรรมชาติของสารตั้งต้นและอุณหภูมิ
4. ตัวเร่งปฏิกิริยาและพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศ

ข้อที่ 28. ปฏิกิริยาเคมีแก๊สไฮโดรเจนแก๊สอินทรีย์แทบจะไม่เกิดขึ้นเลยถ้าไม่เติมผงนิกเกิลลงไป ในปฏิกิริยาและเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้วจะได้นิกเกิลเหมือนเดิม ผงนิกเกิล มีผลต่อปฏิกิริยาอย่างไร

1. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะมีลักษณะเป็นผง
2. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น
3. ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะลดพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา (E_a)
4. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็ว เพราะอัตราการชนกันของสารตั้งต้น

ข้อที่ 29. สาร Q ทำปฏิกิริยากับสาร P ได้ผลิตภัณฑ์ PQ แต่ถ้าเติมสาร A ลงไปด้วย ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้นเขียนสมการแสดงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้



การแปลความหมายที่ถูกต้องคือ

1. AQ เป็นสารช่วยเพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์ทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง
2. A เป็นสารช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น
3. A เป็นตัวขัดขวางปฏิกิริยา ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น
4. ถ้าเติมสาร A เข้าไปในระบบนี้ อาจทำให้ปริมาณของ ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

ข้อที่ 30. “ในสมัยก่อนชาวบ้านนิยมนำมะละกอดิบ คั้นใส่เนื้อ เพราะมีความเชื่อว่าจะทำให้เนื้อเปื่อยยุ่ยได้เร็วขึ้น” ข้อใดใช้หลักอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอธิบายสถานการณ์ดังกล่าวได้ถูกต้อง

1. มะละกอกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เนื้อเปื่อยเร็วขึ้น
2. เอนไซม์ในมะละกอกเป็นตัวเร่งให้เนื้อเปื่อย
3. มะละกอกทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเนื้อเปื่อยเร็ว
4. เอนไซม์ในมะละกอกทำลายจุลินทรีย์ในเนื้อทำให้เนื้อเปื่อยได้เร็ว

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา เคมี 3 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.	1	16.	1
2.	4	17.	4
3.	2	18.	1
4.	3	19.	3
5.	3	20.	4
6.	4	21.	1
7.	2	22.	2
8.	2	23.	3
9.	4	24.	4
10.	1	25.	1
11.	2	26.	3
12.	4	27.	1
13.	1	28.	3
14.	2	29.	2
15.	2	30.	2

ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

**แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้เป็นแบบประเมินที่ต้องการ ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่เรียนโดย ใช้แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีประกอบด้วย 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 รายการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 รายการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียน

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจให้ตรงตามความรู้สึ
ที่แท้จริงของนักเรียน

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง พึงพอใจมาก

3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ก. ด้านสาระการเรียนรู้						
1	เนื้อหาสาระที่เรียนเป็นเรื่องน่าสนใจ					
2	เนื้อหาสาระที่เรียน ไม่ยาก ไม่ซับซ้อนจนเกินไป					
3	เนื้อหาสาระที่เรียนทำให้สืบค้นหาข้อมูลได้อย่างเข้าใจ					
4	เนื้อหาสาระที่เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ข. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต						
1	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ได้ง่ายขึ้น					
2	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน					
3	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น					
4	ครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการสาธิตการทดลองให้นักเรียนเข้าใจ					
5	ครูสาธิตการทดลองด้วยความชำนาญ และระมัดระวัง					
6	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมการสาธิตการทดลองทุกครั้ง					
7	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียน ชักถามปัญหา ข้อสงสัย ในการสาธิตการทดลองแต่ละครั้ง					
8	ครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายและสรุปผลการทดลองที่ได้จากการสาธิต					
ค. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1	นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการศึกษาใบความรู้และจากการทำใบงาน					
2	นักเรียนมีความสุขที่ได้นำเสนองานหน้าชั้นเรียน					
3	นักเรียนชอบการอัดคลิปวิดีโอการทดลอง					
4	นักเรียนชอบเขียนรายงานการทดลองในลักษณะของแผนภาพ					
5	การทำแบบทดสอบทำให้นักเรียนรู้จักตนเองดีขึ้น และได้พัฒนาตนเองในการสอบครั้งต่อไปให้ดีขึ้น					
ง. ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้						
1	สื่อมีความน่าสนใจทำให้นักเรียนสนุกในการเรียน					
2	มีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย					
3	สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาและความสามารถของผู้เรียน					
4	สื่อมีความเหมาะสมกับเวลา					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
เครื่องที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	เวลา 2 ชั่วโมง
รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223	
	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ครูผู้สอน นางสาวกมลทิพย์ บริบูรณ์	ภาคเรียนที่ 2/2557

1. มาตรฐานการเรียนรู้

- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 8. 1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ตัวชี้วัด

อธิบายผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

โดยทั่วไป เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยามักจะเร็วขึ้นด้วย แต่ไม่แน่นอนเสมอไป บางกรณีอาจไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ หรืออาจทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลงก็ได้ การที่จะทราบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ จะต้องได้จากการทดลองเท่านั้น

การเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มหรือลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบ คำนึงว่า ในกรณีของการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น จะทำให้จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบเพิ่มขึ้น โอกาสที่อนุภาคของสารจะเกิดการชนกันจึงมีมากขึ้น

จากการทดลอง จะทำให้ทราบว่าสารตั้งต้นชนิดใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นหรือช้าลง แต่ถ้าต้องการจะทราบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยามากน้อยอย่างไร สารใดจะมีผลมากกว่ากันจะต้องอาศัยกฎอัตราเข้าช่วยกฎอัตรา (rate law)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายถึงความเข้มข้นสูงและความเข้มข้นต่ำของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

1.2 สรุปผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

2. ด้านกระบวนการ (P)

ทำการทดลองเพื่อศึกษาความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีวินัย มุ่งมั่นในการทำงาน ใฝ่เรียนรู้และอยู่อย่างพอเพียง

5. สาระการเรียนรู้

1. ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ซื่อสัตย์สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. อยู่อย่างพอเพียง

6. รักความเป็นไทย

8. ภาระงาน/ชิ้นงาน

ภาระงาน

ทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชิ้นงาน

รายงานผลการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

9. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้

9.1 ขั้นเตรียม

ครูเตรียมภาพการกักกร่อนของ โบราณวัตถุที่เกิดจากฝนกรด และเตรียมการทดลอง เรื่อง ความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยเตรียมกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 mol/dm³ ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่บดละเอียด พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาเรื่องความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

9.2 ขั้นสาธิต

ครูเปิดภาพการกักกร่อนของ โบราณวัตถุที่เกิดจากฝนกรด ครูถามคำถามว่า

- ปัจจัยใดที่ทำให้โบราณวัตถุกักกร่อน

ครูเริ่มการสาธิตการทดลอง โดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่กับกรดอะซิติก ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 mol/dm³ โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ทั้งสองความเข้มข้น พร้อมอธิบาย ขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ให้นักเรียนทราบ นักเรียนสังเกตผลการทดลอง พร้อมบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในรายงานผลการทดลอง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยมีครูคอยให้คำแนะนำอยู่ข้างๆ ตลอดเวลา

9.3 ขั้นสรุปผล

ครูซักถามความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนเช่น

- ความเข้มข้นมีผลอย่างไรต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ถ้านลดหรือเพิ่มความเข้มข้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร

การซักถามเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่และทำการสรุปความรู้ที่ได้จากการสาธิต

9.4 ชั้นประเมินผล

ประเมินผลจากการสังเกต การซักถาม การทำแบบทดสอบ รายงานผลการทดลอง ออกมาในลักษณะของแผนภาพการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่ม และการนำเสนอ หน้าชั้นเรียน

10. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 3
3. ภาพโบราณวัตถุ
4. ใบงานเรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
6. เฉลยใบงานเรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
7. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
8. ห้องศูนย์สื่อ/ห้องสมุด
9. แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

สืบค้นข้อมูลใน www.google.co.th โดยใช้คีย์เวิร์ด “ความเข้มข้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”

http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=71836

http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=71839

<http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry2/kinetics/conc.htm>

11. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายถึงความเข้มข้นและความเข้มข้นต่ำของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้	ตรวจรายงานผลการทดลอง	แบบประเมินรายงานผลการทดลอง	ถูกต้องระดับดี ร้อยละ 60
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	สังเกตการปฏิบัติงาน	แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
3. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน และอยู่อย่างพอเพียง	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

12. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

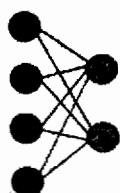
- 12.1 ด้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 12.1.1 ด้านความรู้
 - 12.1.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 12.1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 12.2 ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข
- 12.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

ใบความรู้

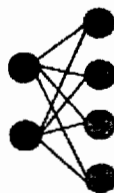
ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลาง



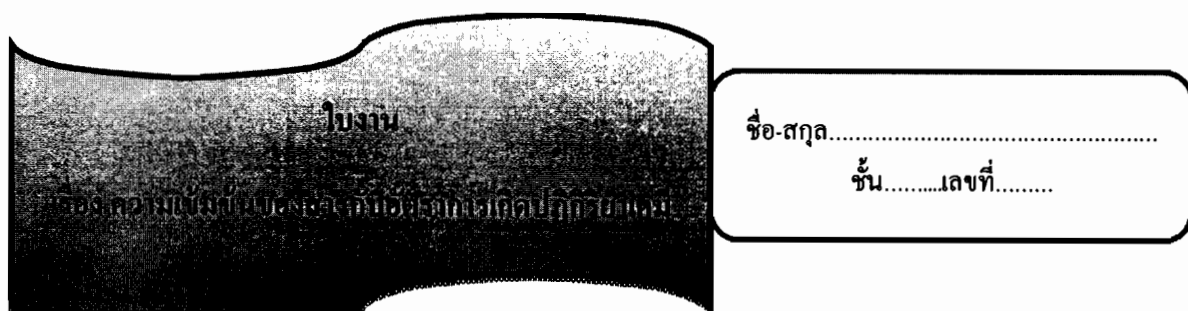
(ก)



(ข)



(ค)



2. เพราะเหตุใดสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 0.2 M จึงทำปฏิกิริยากับ
 สารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ เร็วกว่าสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 0.1 M จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและเขียนแสดงเหตุผลที่เลือกตอบ

1. ปฏิกิริยาใดต่อไปนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น
 1. ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
 2. ปฏิกิริยาระหว่างกรดออกซาลิกกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
 3. ปฏิกิริยาการกำจัดแอลกอฮอล์ในเลือดของคน
 4. ปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมไทโอซัลเฟตกับ กรดไฮโดรคลอริก

.....

.....

.....

.....

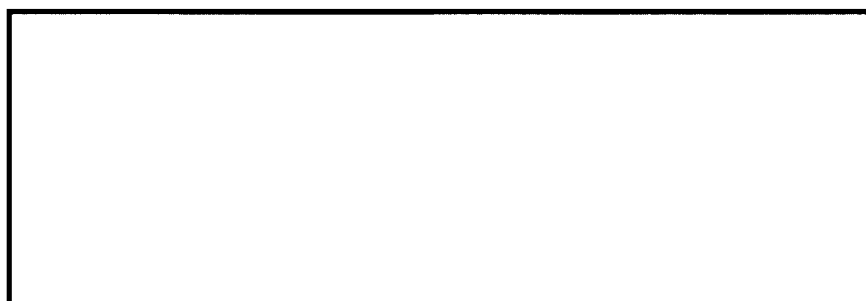
2. ศศิธรได้ทำการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/l จำนวน 25 cm^3 ลงในหินปูนชิ้นเล็กๆ จะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่ ไม่ทำให้ อัตราของปฏิกิริยาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น
 1. เพิ่มปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริก
 2. เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก
 3. เพิ่มอุณหภูมิของระบบให้สูงขึ้น
 4. บดหินปูนให้เป็นผงละเอียด

3. จากปฏิกิริยา $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด ต้องทำอย่างไร
1. ใช้ลวดแมกนีเซียมมากขึ้น ส่วนกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง กว่าเดิม
 2. ลวดแมกนีเซียมตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ส่วนกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นเท่าเดิม
 3. เพิ่มพื้นที่ผิวของลวดแมกนีเซียม และความเข้มข้นของ กรดไฮโดรคลอริก
 4. ใช้ลวดแมกนีเซียมเท่าเดิมแต่เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกนักเรียน

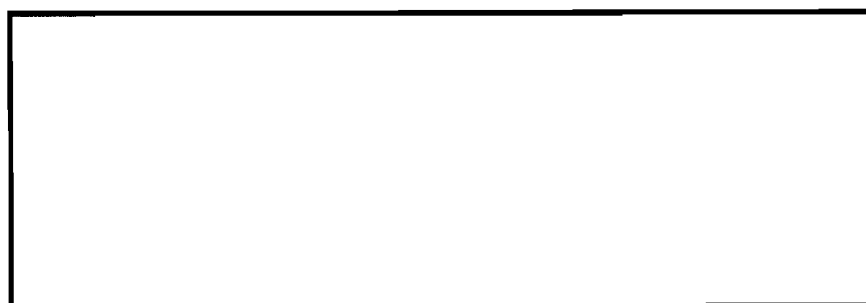
คนหนึ่งได้

4. ทดลองใช้เปลือกไข่ไก่ (CaCO_3) ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก (CH_3COOH) ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้เปลือกไข่ที่มีมวลเท่ากัน การทดลองใดจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยา เร็วที่สุด
1. ใช้เปลือกไข่ไก่ และใช้ CH_3COOH 0.5 M 30 cm^3
 2. ใช้เปลือกไข่ไก่ และใช้ CH_3COOH 1 M 10 cm^3
 3. ใช้เปลือกไข่ไก่บดละเอียด และใช้ CH_3COOH 0.5 M 30 cm^3
 4. ใช้เปลือกไข่ไก่บดละเอียด และใช้ CH_3COOH 1 M 50 cm^3

5. พงนิษฐ์ต้องการฟอกสีใบยางพาราในการทำดอกไม้ประดิษฐ์โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พงนิษฐ์ควรทำอย่างไรเพื่อให้การฟอกสีของยางพาราสามารถใช้งานได้เร็วขึ้น
1. เพิ่มปริมาตรของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
 2. เพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
 3. เพิ่มปริมาณใบยางพารา
 4. เพิ่มระยะเวลาในการแช่ใบยางพาราในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์



6. เมื่อใส่ 1 mol/l ของสารละลายHClจำนวน 25 cm³ลงในหินปูนชิ้นเล็กๆ จะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่ไม่ทำให้อัตราของปฏิกิริยาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น
1. ใช้ 1 mol/HCl100 cm³
 2. ใช้ 2 mol/HCl25 cm³
 3. ใช้ 2.5 mol/HCl 10 cm³
 4. ใช้ 3 mol/HCl10 cm³



7. ถ้าปฏิกิริยาระหว่างหินปูนมากเกินพอกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 mol/l ปริมาตร 20 cm³ ที่ 20 °C มีอัตราการเกิดปฏิกิริยา = X และได้สารผลิตภัณฑ์ = Y ถ้าเปลี่ยนไปใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/l อุณหภูมิเท่าเดิม จะได้ผลอย่างไร

ข้อ	อัตราการเกิดปฏิกิริยา	ปริมาณผลิตภัณฑ์
1.	> X	> Y
2.	> X	= Y
3.	< X	< Y
4.	= X	= Y

8. ในการทดลองหนึ่งทำที่อุณหภูมิห้อง เป็นระบบของปฏิกิริยาระหว่าง HCl(aq) 0.2 mol/dm³ คงที่และ Na₂S₂O₃ ที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน ปริมาณเท่ากัน เกิดตะกอนสีเหลืองของกำมะถัน ดังแสดงในตาราง

[Na ₂ S ₂ O ₃] (mol/dm ³)	เวลาที่ใช้จนเห็น กำมะถันชัด (วินาที)
0.0625	210
0.1250	105
0.2500	53
0.5000	26

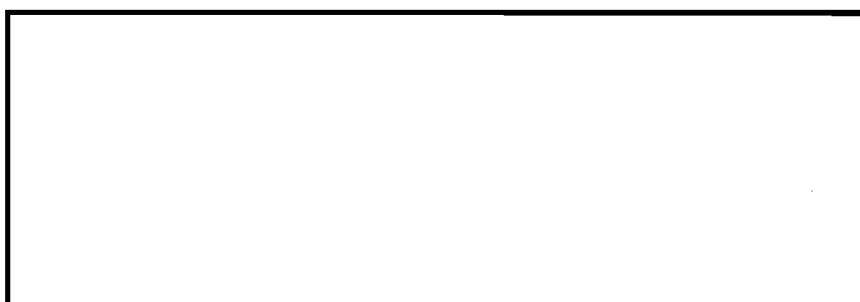
จากผลการทดลองนี้จะสรุปได้อย่างไร

1. อุณหภูมิสูง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของ สารละลาย HCl เพิ่มขึ้น
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ สารละลาย Na₂S₂O₃
4. ความเข้มข้นของสารละลาย Na₂S₂O₃ เพิ่มขึ้น จะใช้ เวลานานกว่าและจะปรากฏ

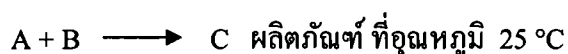
กำมะถันอย่างเด่นชัด

9. ข้อใดเป็นเหตุผลที่อธิบายว่า “เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น”

1. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการลดพลังงานกระตุ้น
2. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการบังคับให้อนุภาคชนกันทุกทิศทาง
3. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น
4. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น โอกาสที่อนุภาคจะชนกันมีมากขึ้น ทำให้อนุภาคที่มีพลังงานสูงมีจำนวนมากขึ้น



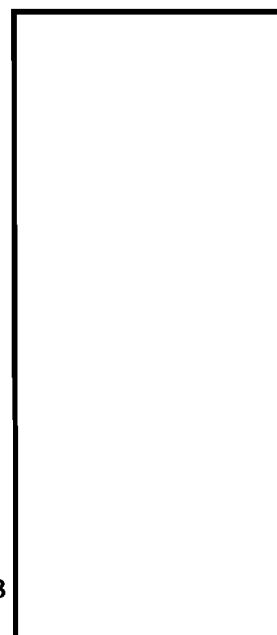
10. ตารางต่อไปนี้ แสดงผลการทดลองของปฏิกิริยาระหว่าง



ความเข้มข้น A (mol/dm ³)	ความเข้มข้น B (mol/dm ³)	อัตราเฉลี่ยการเกิด ผลิตภัณฑ์ (mol/dm ³)
0.001	0.001	1.000
0.002	0.001	2.000
0.001	0.002	2.000
0.004	0.001	4.000

สรุปผลการทดลองในข้อใดไม่เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1. อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้นกับความเข้มข้นของ A
2. อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ A และ B
3. อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้นกับความเข้มข้นของ B
4. อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้นกับความเข้มข้นของ A และ B



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. 3
2. 1
3. 3
4. 4
5. 2
6. 1
7. 1
8. 3
9. 4
10. 2

ภาคผนวก ก
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ ค.1 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ข้อ	รายการประเมิน	Mean	SD	แปลผล
ก. ด้านสาระการเรียนรู้				
1	เนื้อหาสาระที่เรียนเป็นเรื่องน่าสนใจ	4.57	0.68	มากที่สุด
2	เนื้อหาสาระที่เรียน ไม่ยาก ไม่ซับซ้อนจนเกินไป	4.30	0.76	มาก
3	เนื้อหาสาระที่เรียนทำให้สืบค้นหาข้อมูลได้อย่างเข้าใจ	4.40	0.72	มาก
4	เนื้อหาสาระที่เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.59	0.76	มากที่สุด
เฉลี่ย		4.46	0.73	มาก
ข. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต				
1	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ได้ง่ายขึ้น	4.68	0.61	มากที่สุด
2	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน	4.70	0.62	มากที่สุด
3	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.63	0.67	มากที่สุด
4	ครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการสาธิตการทดลองให้นักเรียนเข้าใจ	4.67	0.68	มากที่สุด
5	ครูสาธิตการทดลองด้วยความชำนาญ และระมัดระวัง	4.62	0.65	มากที่สุด
6	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมการสาธิตการทดลองทุกครั้ง	4.53	0.66	มากที่สุด
7	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียน ชักถามปัญหา ข้อสงสัย ในการสาธิตการทดลองแต่ละครั้ง	4.60	0.66	มากที่สุด
8	ครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายและสรุปผลการทดลองที่ได้จากการสาธิต	4.52	0.67	มากที่สุด
เฉลี่ย		4.61	0.65	มากที่สุด

ตารางที่ ค.1 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

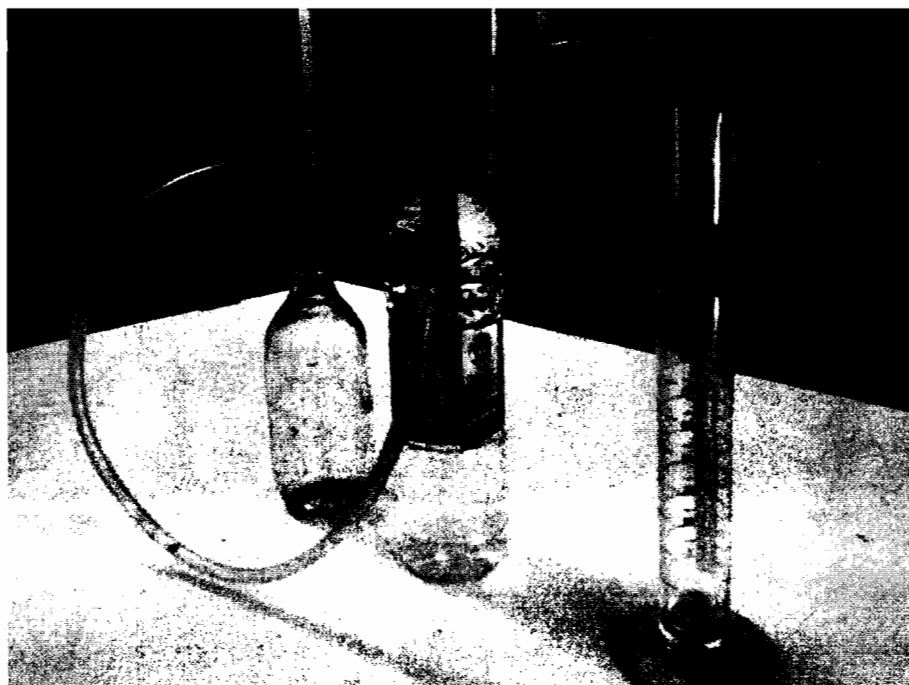
ข้อ	รายการประเมิน	Mean	SD	แปลผล
ค. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
1	นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการศึกษาไปความรู้และจากการทำใบงาน	4.40	0.68	มาก
2	นักเรียนมีความสุขที่ได้นำเสนองานหน้าชั้นเรียน	4.30	0.76	มาก
3	นักเรียนชอบการอัดคลิปวิดีโอการทดลอง	4.37	0.64	
4	นักเรียนชอบเขียนรายงานการทดลองในลักษณะของแผนภาพ	4.65	0.72	มากที่สุด
5	การทำแบบทดสอบทำให้นักเรียนรู้จักตนเองดีขึ้น และได้พัฒนาตนเองในการสอบครั้งต่อไปให้ดีขึ้น	4.63	0.76	มากที่สุด
เฉลี่ย		4.47	0.73	มาก
ง. ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้				
1	สื่อมีความน่าสนใจทำให้สนุกในการเรียน	4.80	0.61	มากที่สุด
2	มีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.57	0.65	มากที่สุด
3	สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาและความสามารถของผู้เรียน	4.59	0.64	มากที่สุด
4	สื่อมีความเหมาะสมกับเวลา	4.45	0.78	มาก
เฉลี่ย		4.60	0.67	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		4.54	0.70	มากที่สุด

ตารางที่ ค.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

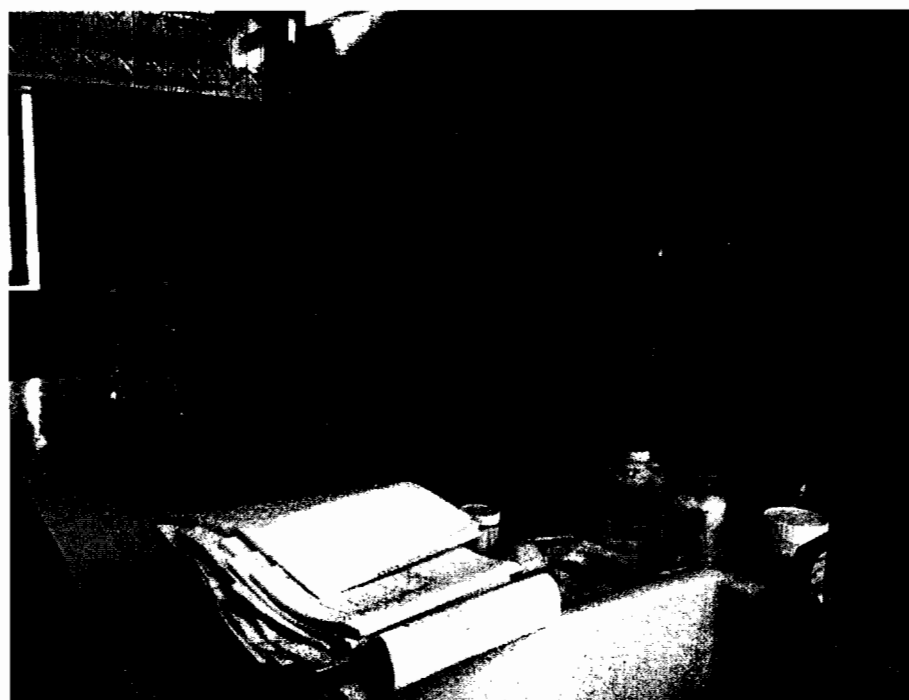
ข้อที่	ค่า p	ค่า r
1	0.58	0.48
2	0.65	0.60
3	0.42	0.63
4	0.32	0.68
5	0.42	0.58
6	0.40	0.50
7	0.44	0.43
8	0.37	0.60
9	0.38	0.45
10	0.54	0.58
11	0.55	0.85
12	0.71	0.45
13	0.43	0.78
14	0.67	0.50
15	0.55	0.65

ข้อที่	ค่า p	ค่า r
16	0.59	0.73
17	0.33	0.61
18	0.58	0.72
19	0.68	0.80
20	0.45	0.65
21	0.39	0.68
22	0.55	0.35
23	0.63	0.70
24	0.53	0.50
25	0.59	0.53
26	0.58	0.80
27	0.53	0.55
28	0.59	0.75
29	0.36	0.63
30	0.54	0.73

ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



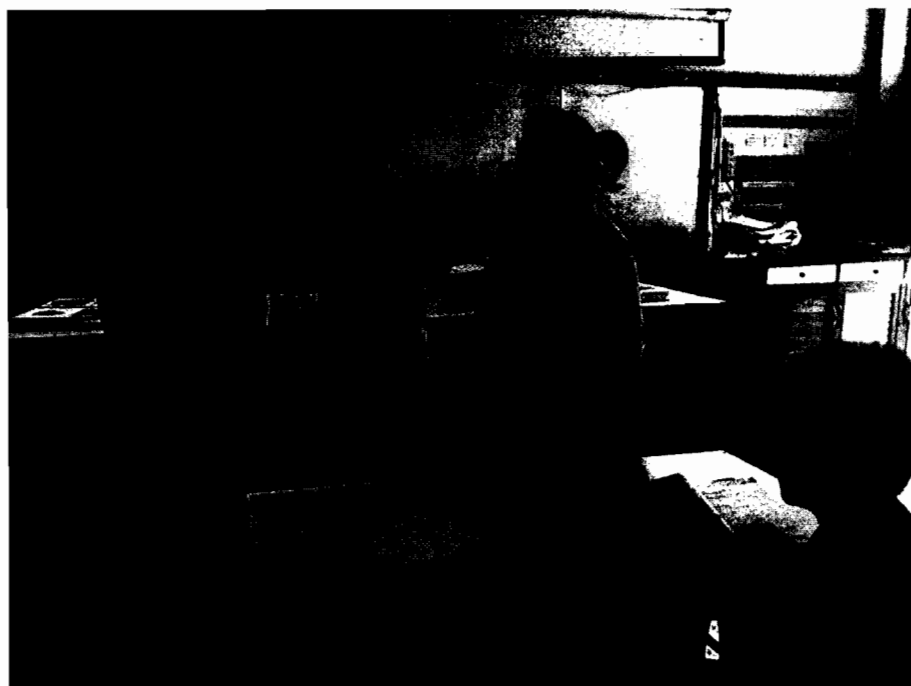
ภาพที่ ง.1 ชุดอุปกรณ์การทดลอง



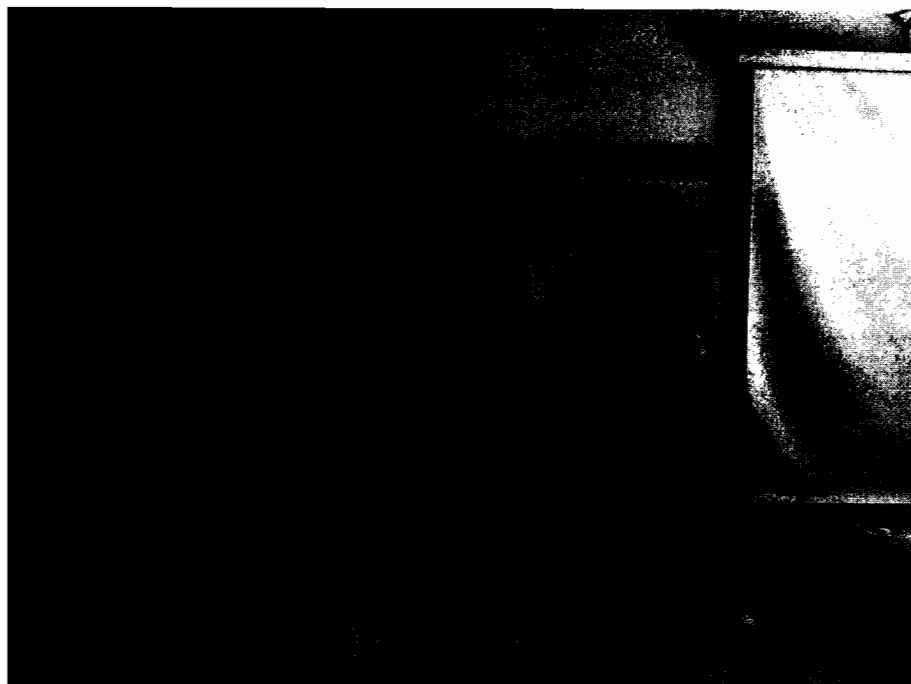
ภาพที่ ง.2 ครุศาสตร์การทดลองปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู



ภาพที่ ๓.3 นักเรียนร่วมทำการทดลองปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู



ภาพที่ ๓.4 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน



ภาพที่ ง.5 ครูอธิบายภาพการชนกันของแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สไอโอดีน ทฤษฎีการชนกันของโมเลกุล และภาพคนเดินทางข้ามภูเขา พร้อมอธิบายเรื่องพลังงานก่อกัมมันต์ และสถานะทรานซิชัน



ภาพที่ ง.6 การสาธิตการทดลองปฏิกิริยาคูดความร้อนและคายความร้อน



ภาพที่ ง.7 นักเรียนร่วมสาธิตการทดลอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ



ภาพที่ ง.8 เตรียมบดเปลือกไข่นาขนาดต่างกัน บดละเอียด บดหยาบ บดหยาบมาก



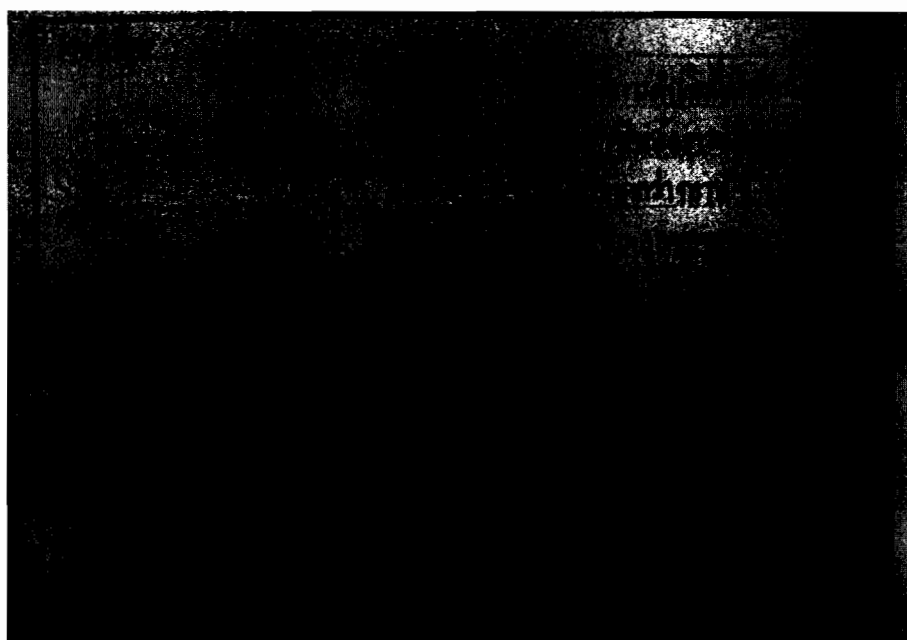
ภาพที่ ง.9 เตรียมอุณหภูมิของสารที่ทำการทดลอง ที่ 0, 20 และ 70 องศาเซลเซียส



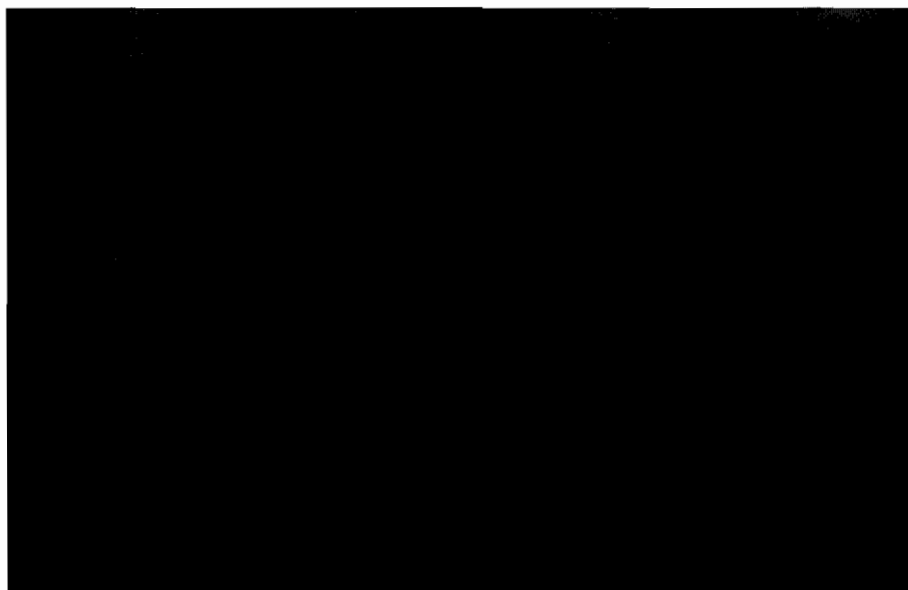
ภาพที่ ง.10 ครูสาธิตการทดลองปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชูที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส



ภาพที่ ง.11 ครูสาธิตการทดลองร่วมกับนักเรียน เรื่อง ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี



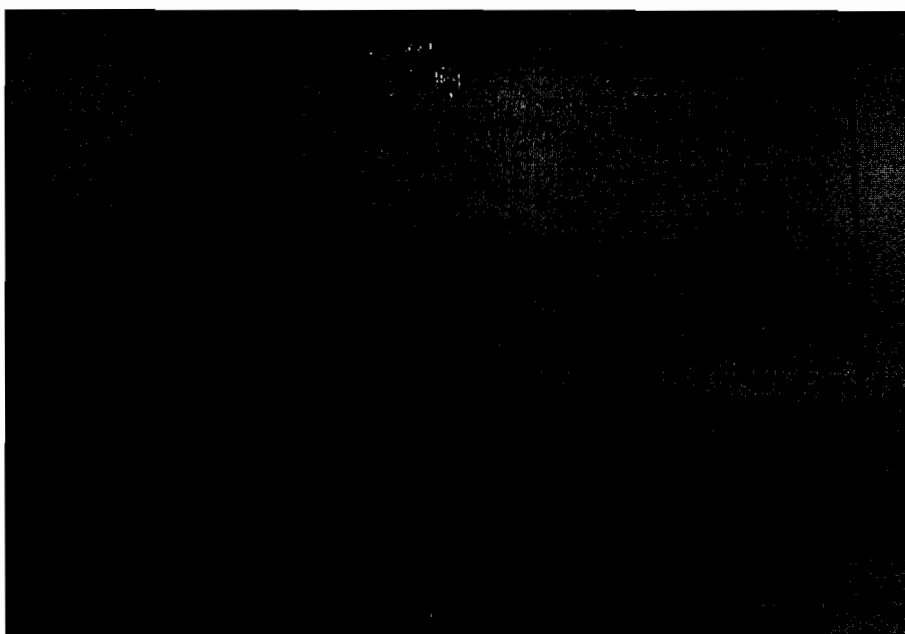
ภาพที่ ง.12 คำตอบข้อ 14 เรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ความก้าวหน้าทางการเรียนระดับสูงเท่ากับ 0.78



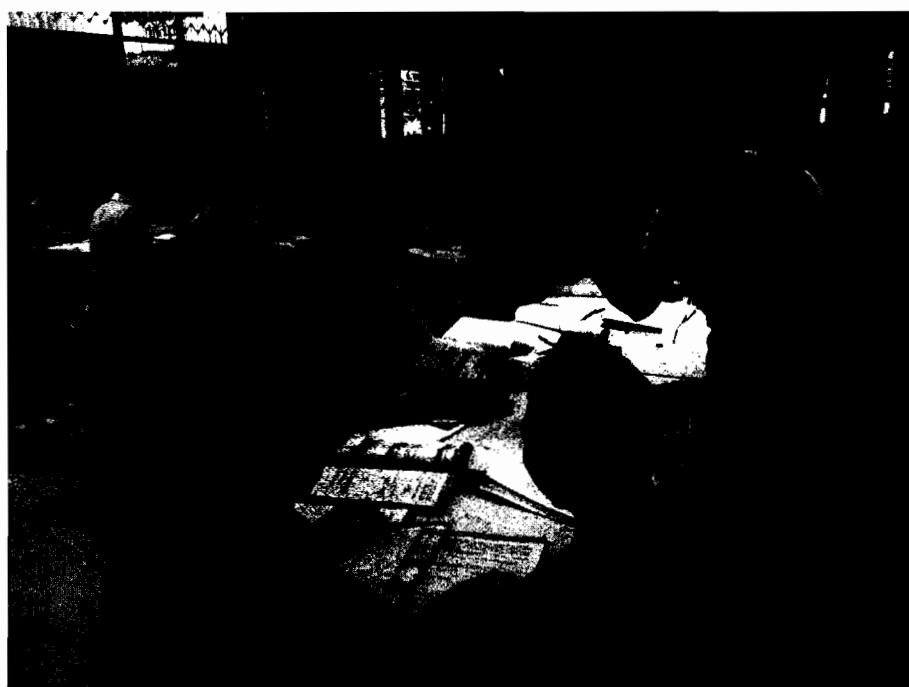
ภาพที่ ง.13 คำตอบข้อ 29 เรื่องตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา ความก้าวหน้าทางการเรียนระดับสูง
เท่ากับ 0.77



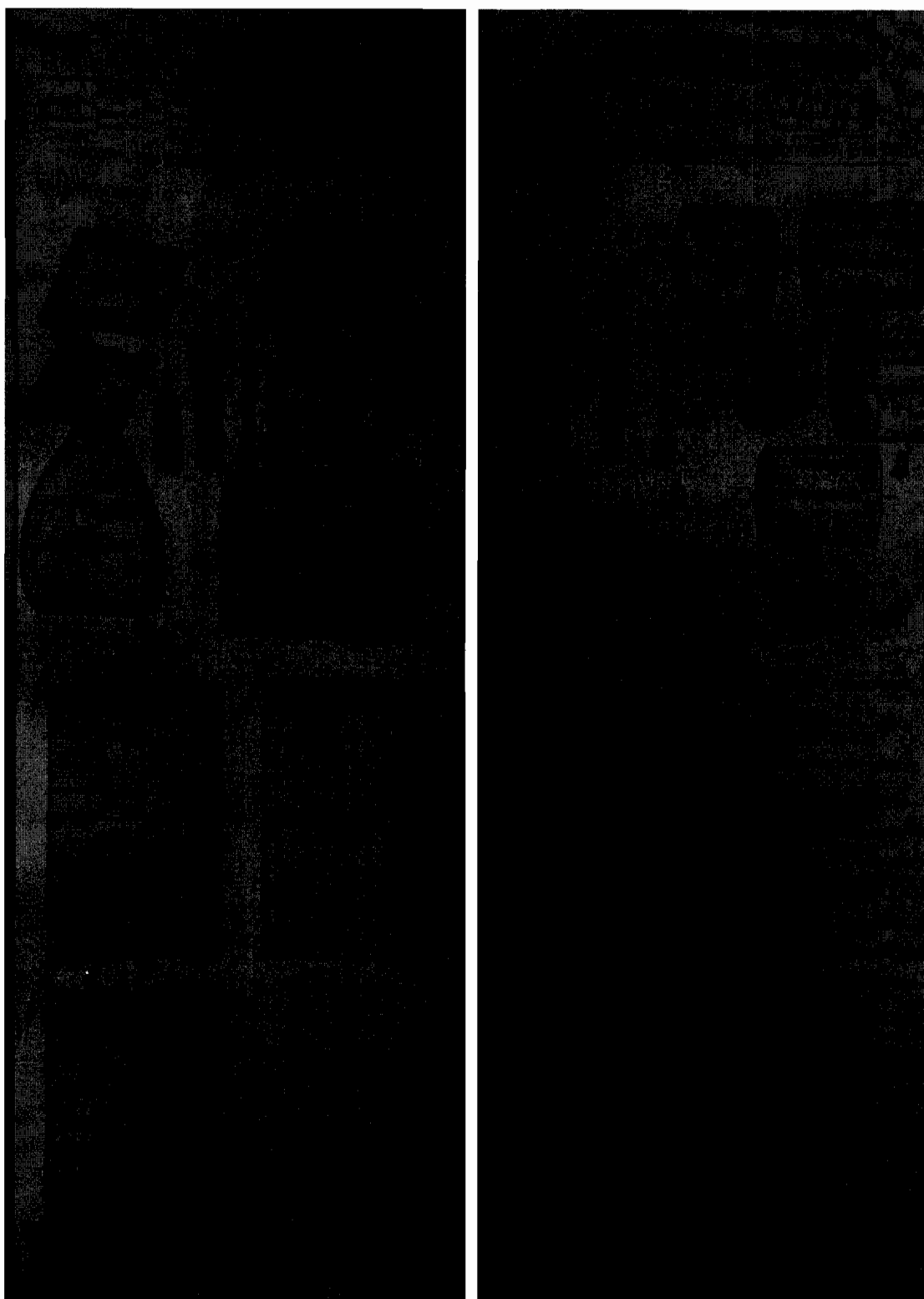
ภาพที่ ง.14 คำตอบข้อ 8 เรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ความก้าวหน้าทางการเรียนระดับปานกลางเท่ากับ 0.60



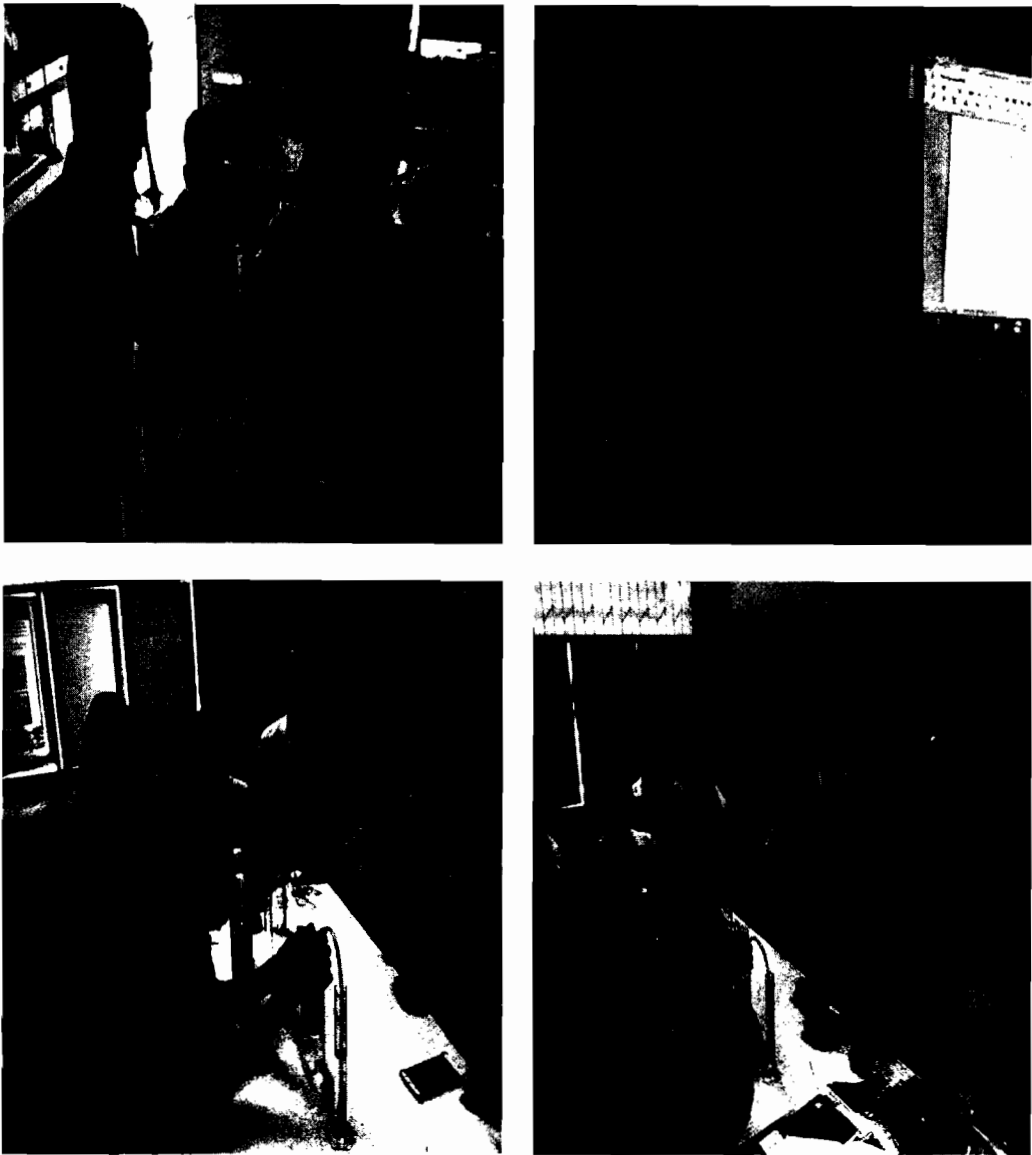
ภาพที่ ง.15 คำตอบข้อ 17 เรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา ความก้าวหน้าทางการเรียน
ระดับปานกลางเท่ากับ 0.67



ภาพที่ ง.16 นักเรียนซักถามปัญหาและข้อสงสัยในการทดลอง



ภาพที่ ง.17 รายงานการทดลอง



ภาพที่ ง.18 นักเรียนฝึกทดลองใช้อุปกรณ์การทดลองในการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวกมลทิพย์ บริบูรณ์
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. เคมี) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2546-2550
ประวัติการทำงาน	โรงเรียนโพนทองวิทยายน จังหวัดร้อยเอ็ด, พ.ศ. 2551-ปัจจุบัน
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ครู คศ.1 โรงเรียนโพนทองวิทยายน ตำบลแวง อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด โทรศัพท์ 043-571389

