



การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

ณัฐสุดา กล้าหาญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริณูณาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2555

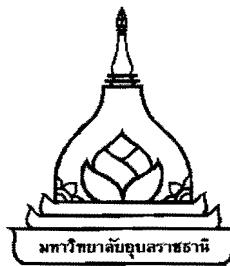
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**DEVELOPING GRADE 11 STUDENTS' SCIENTIFIC SKILLS IN
CHEMICAL KINETICS BY USING GUIDED-BASED INSTRUCTION**

NUTSUDA KLAHAN

**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
YEAR 2012
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะซึ่งเน้นแนวทาง

ผู้วิจัย นางสาวณัฐสุภา กล้าหาญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... เสนอ..... ชัยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

(คร.เสนอ ชัยรัตน์)
..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุคaph ตั้งคุณิช)

..... กรรมการ
(ดร.นະลิวรณ อมคงไชย)

..... คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2555

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอุ่นเคราะห์อย่างดีเยี่ยมจาก ดร.เสนอ ชัยรัมย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณายield คำแนะนำ ตรวจสอบ และชี้แนะข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้ ข้อแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นด้วยคุณภาพดีเยี่ยม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ให้ความกรุณาณ โอกาส

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี ทุกท่านที่กรุณายield ความรู้ และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์อยู่เสมอ สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และให้ทุนการศึกษาจนหลักสูตร ท่านผู้อำนวยการโรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม คณะครุ บุคลากรทางการศึกษาในโรงเรียนที่เคยเป็นกำลังใจ และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์อยู่เสมอ ตลอดจนนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จนเสร็จสิ้นกระบวนการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนายนฤทธิ์ ภูศรี ที่ช่วยประดิษฐ์อุปกรณ์และทำการทดลองก่อนนำไปใช้จริง

สุดท้าย ผลอันเป็นประโยชน์ ความดีทั้งปวง ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาวิทยานิพนธ์ ใน ครั้งนี้ขอขอบแด่ บิดา – มารดา ครู – อาจารย์ ที่การพอย่างสูงยิ่ง และหากมีข้อบกพร่องด้วยประการใด ๆ ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

(นางสาวณัฐสุชา กล้าหาญ)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

โดย : ณัฐสุชา กล้าหาญ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตรศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ดร.เสนอ ชัยรัมย์

ศัพท์สำคัญ : ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การเรียนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ (2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 33 คน โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม ปีการศึกษา 2553 - 2554 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแผนผังรูปตัววี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ t-test ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและมีพัฒนาการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นน้อยกว่า .05 และคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งฉบับอยู่ในระดับมาก แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียน

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING GRADE 11 STUDENTS' SCIENTIFIC SKILLS IN
CHEMICAL KINETICS BY USING GUIDED-BASED INSTRUCTION
BY : NUTSUDA KLAHAN
DEGREE : MASTER OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
CHAIR : SANOE CHAIRAM, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENTIFIC SKILLS / GUIDED-BASED INSTRUCTION / CHEMICAL
KINETICS

This study aimed to : (1) develop student's scientific skills, (2) promote student learning achievement, (3) study learning satisfaction of students after they had learned by using guided-based instruction in chemical kinetics. The target group was 33 students tenth grade at Kantaralakwitthayakom school, in academic year 2010-2011. Pattern experimental One Group Pretest-Posttest Design, the data collecting tools consisted of the vee-map, the achievement tests and questionnaire were used in this study. The statistics used for data analysis include t-test, percentage and standard deviation. The findings were found that students were able to explain the changes of the rate of reaction and developed good skill in chemical kinetics. The paired samples t-test analysis indicated that the students obtained post-achievement score statistically higher than that obtained from pre-achievement score at $p < .05$. The students who learned by using guided-based instruction provided their satisfaction with learning at a high level. Therefore, the teaching approach was achieved to enhance students' understanding as well as scientific skills.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	8
2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	14
2.3 แผนผังรูปตัววี	19
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	33
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	33
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	34
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	39
3.5 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	48
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	
4.1 ผลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	50
4.2 ผลการสอบถามความพึงพอใจ	62
4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	69
4.4 อภิปรายผล	73
5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	76
5.2 ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก	
ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ	88
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	90
ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรม การเรียนรู้)	109
ง ตัวอย่างรายงานผลการทดลองของนักเรียน	115
จ คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	120
ฉ บทความวิจัยที่เผยแพร่	121
ช ภาพประกอบการทำกิจกรรม	138
ประวัติผู้วิจัย	146

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 – 2553	2
2.1 แนวทางการประเมินการสร้างผังรูปตัววี	25
3.1 ความหมายของระดับคะแนนในแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	41
3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตัวอย่างวิธีการวัดในแผนการจัดการเรียนรู้	41
3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบผังรูปตัววี	43
4.1 ร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละการทดลอง จากจำนวนนักเรียน 33 คน	52
4.2 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านแผนผังรูปตัววี	63
4.3 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านคำถament เชิงนิเตษเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง	64
4.4 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง	65
4.5 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านคำถament เชิงนิเตษต่อการจัดการเรียนการสอน	66
4.6 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านบทบาทครุต่อการจัดการเรียนการสอน	67
4.7 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรม	68
4.8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	70
4.9 ร้อยละความเข้าใจจากการตอบข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แยกตามหัวข้ออย่าง ก่อนเรียนกับหลังเรียน ของนักเรียน จำนวน 33 คน	70
7.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนผังรูปตัววี วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
๑.๒ ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์	121
๑.๓ ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	124
๑.๔ คะแนนดิบทักษะทางวิทยาศาสตร์จากการรายงานผลการทดสอบเรื่องอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล	126
๑.๕ คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนเป็นรายบุคคล	127

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของผังรูปตัววี	20
2.2 โครงสร้างของผังรูปตัววี ของสถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	23
3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	40
3.2 แผนผังรูปตัววี	42
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	46
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้	48
4.1 นักเรียนจะทำการทดลอง	52
4.2 การตั้งคำถามจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้น และ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก	51
4.3 ทักษะการตั้งสมมติฐานจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก	54
4.4 ทักษะการตั้งสมมติฐานจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยา และ (B) พื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาที่นักเรียนได้คะแนนในระดับปานกลาง	55
4.5 ทักษะการตั้งสมมติฐานจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยาเคมีที่ได้คะแนนใน ระดับน้อย	55
4.6 ทักษะการควบคุมตัวแปรจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก	56
4.7 ทักษะการควบคุมตัวแปรจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.8 ตารางบันทึกการทดลองจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีที่นักเรียนได้คะแนนในระดับ	59
4.9 กราฟการทดลองจากการทดลองเกี่ยวกับ (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก	60
4.10 การสรุปผลการทดลองจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก	61
4.1 ตัวอย่างรายงานผลการทดลองเรื่อง สารบางชนิดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	116
4.2 ตัวอย่างรายงานผลการทดลองเรื่อง พื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	117
4.3 ตัวอย่างรายงานผลการทดลองเรื่อง ความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	118
4.4 ตัวอย่างรายงานผลการทดลองเรื่องอุณหภูมิของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	119
ช.1 ครุให้คำปรึกษาการทำกิจกรรมอนาคตค่าตัวใหม่เร็กว่ากัน	139
ช.2 นักเรียนทำกิจกรรมอนาคตค่าตัวใหม่เร็กว่ากัน	139
ช.3 นักเรียนจะจับเวลาระหว่างทำการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	140
ช.4 นักเรียนจะใส่กรดไฮโดรคลอริกระหว่างทำการทดลองเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	140
ช.5 นักเรียนเตรียมเทียนผลการทดลองเรื่องตัวหน่วยปฏิกริยาเคมี	141
ช.6 นักเรียนจะทำการทดลองเรื่องตัวหน่วยปฏิกริยาเคมีปฏิกริยาเคมี	141
ช.7 นักเรียนบดเปลือกไยเพื่อทำการทดลองเรื่องผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	142
ช.8 นักเรียนดวงปริมาตรกรดแอลซิติกเพื่อนำมาทำการทดลอง	142
ช.9 นักเรียนทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	143
ช.10 นักเรียนวัดปริมาตรของน้ำเพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	143

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ช.11 นักเรียนการทำการทดลองเรื่องอุณหภูมิของสารที่มีค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	144
ช.12 นักเรียนศึกษาความต้องการของสารเคมี	144
ช.13 นักเรียนนำเสนอผลการทดลองในแผนผังตัววี	145
ช.14 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง	145

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายที่เหมาะสมกับระดับชั้น (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) แต่จากการทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีของ (ศักดิ์ศรี สุภायร, 2554) ในเรื่องกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีปัญหาที่แยกออกเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

(1) จำนวนการทดลองค่อนข้างน้อย และในแต่ละการทดลองมักจะเน้น และต้องการให้นักเรียนได้ทึ้งเนื้อหาความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของเวลาทำให้ต้องตัดตอนรายละเอียดสำคัญบางอย่างของการทดลองออกไป (Hofstein, 2004)

(2) การทดลองเป็นแบบดั้งเดิมมักจะเน้นให้นักเรียนทำตามวิธีการทดลองในหนังสือ อย่างเคร่งครัดเพื่อประหัดเวลาในการทดลอง

(3) การทดลองส่วนใหญ่มักจะเน้นการเชื่อมโยง กับภาคทฤษฎีมากกว่าการเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน (reality link) ทำให้ผู้เรียนไม่ตระหนักรึงความสำคัญของสิ่งที่กำลังทดลองอยู่ ซึ่งอาจจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติเชิงลบต่อวิชาเคมี (Kegley, Stacy and Gutwill, 1996)

(4) นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการทดลองเคมีไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองแบบสืบเสาะ (Windale, 2008) โดยโรงเรียนขนาดเล็กขาดอุปกรณ์ในการทดลอง สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่จะเน้นการสอนบรรยายเพื่อให้นักเรียนสอบถามเข้าเรียนต่อได้ แต่สำหรับโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนเป็นโรงเรียนขนาดกลางมีปัญหาในเรื่องขาดอุปกรณ์ในการทดลอง โดยเฉพาะเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในการทดลองแต่ละครั้ง เช่น การทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งใช้ระบบอุ่น แล้วดูเมกนีเซียม การทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

เคนซึ่งจะใช้สาระภาษาไทยเดิมไทยโฉดเพที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันทำปฏิกริยากับสาระภาษากรดไทยโครคอลอริกที่มีความเข้มข้นคงที่ เรื่องพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกริยาเคนซึ่งใช้กระบวนการออกตัวและลวดแมกนีเซียมในการทดลอง เรื่องอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกริยาเคนซึ่งใช้สารละลายกรดออกชาติก สารละลายกรดซัลฟิวริก และโพแทสเซียมเปอร์เมงกานेट (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2555) ซึ่งในการทดลองแต่ละครั้งต้องเตรียมอุปกรณ์ใหม่ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอน และบางการทดลอง เช่นเรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกริยาเคนซึ่งทำการทดลองจะเกิดแก๊สไนโตรเจน มีก้อนหินเหมือน ทำให้บรรยายความของการเรียนการสอน ไม่น่าเรียน

ข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้นล้วนทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือแก้ปัญหาและค้นคว้าความรู้ใหม่ ๆ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกระดับควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติ (practical work) มากขึ้น

จากการรายงานพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของโรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 1.1 จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าแนวโน้มของคะแนนโอเน็ต ในปีการศึกษา 2553 ลดลงจากปีการศึกษา 2551 เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3.2 ที่กล่าวถึงการเข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หากความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีเนื้อหาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกริยาเคนซึ่งออกข้อสอบในปีการศึกษา 2553 จำนวน 6 ข้อ โดยในตอนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ออกเป็นชุด ชุดละ 3 ข้อเป็นเรื่องเกี่ยวกับทักษะการทดลอง ถ้าผิดข้อใดข้อหนึ่งจะไม่ได้คะแนน แต่การจัดการเรียนการสอนนักเรียนไม่ค่อยมีทักษะในการแก้ปัญหา เพราะนักเรียนไม่ได้เรียนรู้โดยกระบวนการ

**ตารางที่ 1.1 รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ปีการศึกษา 2551 – 2553**

ปี การศึกษา	มาตรฐาน การ เรียนรู้	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย \pm SD			
			ระดับ โรงเรียน	ระดับ จังหวัด	ระดับสังกัด	ระดับประเทศ
2551	23.2	12	4.48 \pm 1.83	4.73 \pm 2.11	5.13 \pm 2.39	5.15 \pm 2.41
2552	23.2	12	5.26 \pm 2.06	5.08 \pm 1.92	5.30 \pm 2.08	5.31 \pm 2.09

ตารางที่ 1.1 รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 – 2553 (ต่อ)

ปี การศึกษา	มาตรฐาน การ เรียนรู้	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย \pm SD			
			ระดับ โรงเรียน	ระดับ จังหวัด	ระดับสังกัด	ระดับประเภท
2553	33.2	12	2.79 ± 1.26	2.91 ± 1.47	3.16 ± 1.65	3.17 ± 1.66

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในประเทศไทยใช้คำศัพท์ “การสืบเสาะ” อยู่ 2 คำ ได้แก่ การสืบเสาะความรู้ (inquiry) และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) ซึ่งมีวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่แตกต่างกันออกไป โดยการสืบเสาะแบบ SE ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงชื่อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) ปัจจุบันได้มีการแบ่งประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็น 3 ประเภทตามบทบาทของนักเรียน ถ้าหากเรียนทำตามแนวทางที่ครูมีให้ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เรียกว่า การสืบเสาะสำเร็จรูป แต่ถ้าหากเรียนทำทุกขั้นตอนด้วยตนเองยกเว้นขั้นสร้างความสนใจ เรียกว่า การสืบเสาะแบบแนวนำ และถ้าหากเรียนทำทุกขั้นตอนด้วยตนเอง โดยครูก่อขี้แน่ เรียกว่า การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) (Llewellyn, 2005)

จากการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของ เบญจพร อินทรศด (2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนิโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างไม้เลกุล โโคเวเดนต์ ด้วยการสืบเสาะแบบนำกับการสืบเสาะสำหรับ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบนำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้สืบเสาะสำหรับ ผลงานวิจัยของ Kathy el al. (2009) ได้ศึกษา ผลของการจัดการ เรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางที่มีต่อความเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องปรากฏการณ์ ข้างขึ้น-ข้างลงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การสังเกตระยะของดวงจันทร์และ รูปแบบการเปลี่ยนแปลง ชี้ให้เห็นว่า ก่อนเรียนนักเรียนคาดคะเนว่า ไม่เป็นวิทยาศาสตร์แต่หลังเรียน นักเรียนคาดคะเนว่า เป็นวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยจากที่คาดเพียงลำดับข้างขึ้นและข้างลงไปเป็นคาดการ แบบต่อเนื่องของการเกิดปรากฏการณ์ ข้างขึ้น- ข้างลง แสดงว่า นักเรียนเข้าใจความคิด รวบยอด เพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้ เพราะนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบนำ นักเรียนได้ลงมือ กระทำกิจกรรมต่าง ๆ จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูให้ข้อมูลข้อมูลกับนักเรียนทั้งทางบุคคลและทางกลุ่ม

และเมื่อนักเรียนพิสูจน์ทฤษฎีนั้น ๆ ด้วยการออกแบบการทดลองคุ้ยคนเองแล้วลงมือปฏิบัติจริงจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่คงทน

จากการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผนผังรูปตัววีในการจัดการเรียนการสอนของ Christine el al. (2011) ได้ศึกษาการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังรูปตัววีในการเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดรวบยอด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนห้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีทุกครั้ง มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคะแนนความคิดรวบยอดสูงกว่านักเรียนห้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีเป็นบางครั้ง และนักเรียนห้องที่ไม่ใช้แผนผังรูปตัววีตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยของ พิสมัย พานโนน (2551); พิทักษ์ เจริญวนิช (2544); บัวครี ประวัติ (2542) ที่เมื่อนักเรียนได้ใช้แผนผังรูปตัววี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงต้องใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง โดยประดิษฐ์อุปกรณ์ที่คัดแปลงมาจากบทความ เรื่องศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนไทย (Chairam el al., 2009) เพื่อให้ง่ายต่อการเตรียมการทดลอง เพราะใช้อุปกรณ์ 1 อัน สามารถทำการทดลองได้ 3 การทดลองและใช้แผนผังรูปตัววีในการเขียนรายงานผลการทดลอง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาทักษะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

1.2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางเพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

1.2.3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

1.3.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน

1.3.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 ข้อมูลของ การวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยาคม ตำบลสังเม็ก อำเภอ กันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2554 จำนวน 33 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยาคม ตำบลสังเม็ก อำเภอ กันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2554 จำนวน 33 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.4.3 ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เนื้อหาวิชาเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

1.4.4.1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 4 ชั่วโมง

1.4.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1 ชั่วโมง

1.4.4.3 พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี 1 ชั่วโมง

1.4.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2 ชั่วโมง
1) สารบางชนิดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2 ชั่วโมง
2) พื้นที่พิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2 ชั่วโมง
3) ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2 ชั่วโมง
4) อุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2 ชั่วโมง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- 1.5.1 นักเรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น หลังจากได้รับการสอนแบบสีบลีฟเสาะชี้แนะแนวทาง
- 1.5.2 นักเรียนมีเขตคิดที่ดีต่อวิชาเคมีหลังจากได้รับการสอนแบบสีบลีฟเสาะชี้แนะแนวทาง
- 1.5.3 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสีบลีฟเสาะชี้แนะแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1.6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสีบลีฟเสาะหาความรู้ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล
- 1.6.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสีบลีฟเสาะชี้แนะแนวทาง หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี 3 (ว30223) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 แผน ใช้เวลาในการวิจัย 6 สัปดาห์ รวม 16 ชั่วโมง โดยการจัดการเรียนรู้นักเรียนทำกิจกรรมทุกขั้นตอนด้วยตนเองยกเว้นขั้นสร้างความสนใจ
- 1.6.3 แผนผังรูปตัววี หมายถึง แผนผังตัววีที่นักเรียนใช้เขียนรายงานผลการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร วิธีการทดลอง ตารางบันทึกการทดลอง กราฟ และการสรุป
- 1.6.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 32 ข้อ

1.6.5 แบบวัดความพึงพอใจ หมายถึง แบบวัดความพึงพอใจค่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนว เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็น 5 ระดับความพึงพอใจจำนวน 40 ข้อ

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

- (1) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- (2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- (3) แผนผังรูปตัววี
- (4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

Good (1973) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากรเหมือน เสาแสวงหาความรู้ โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกเหนือจากนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งประกอบการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์ คิดกัน ตีความหมายภาษาไทยภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

National Research Council (2000) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

ชลสีต์ จันทารสี (2543) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงคอยให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมสภาพการณ์และกิจกรรมที่เอื้อต่อกระบวนการที่สำคัญให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำานและสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยายการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การอภิปรายและมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

มนนนัส สุคลื่น (2543) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของคิด ค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยาย การสอนให้อีกด้วยการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้มีประสิทธิภาพได้ นาเพชรพันธ์

จากความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น พอกสูปได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการหรือเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่

2.1.2 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

2.1.2.1 การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและกำหนดหรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบและให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงานหรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2.1.2.2 การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและสาขาระบบที่ต้องการศึกษา การสำรวจ ตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

2.1.2.3 การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

2.1.2.4 การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง

2.1.3 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครุจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ และได้ใช้กระบวนการและการทดลองทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้

สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554)
ได้กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แต่ละขั้นตอน ไว้ดังนี้

2.1.3.1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจจากมาจากการฟังที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลาหนึ่น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วบุตรหลานให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ไครร์ อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาทั้งครัว หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น หรือปัญหาที่ครูกำหนด สำหรับนักเรียน น้ำเสนอ้อมูล เล่าเรื่องหรือเหตุการณ์ ให้ค้นคว้าหรืออ่านเรื่อง อภิปรายหรือพูดคุย สนทนากับครู ใช้เกณฑ์วัดคุณภาพ สร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยและยกใจ

2.1.3.2 การสำรวจและค้นคว้า (Exploration) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนับสนุน หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.1.3.3 การอธิบาย (Explanation) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา นาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปปัจจุบัน ตาราง แผนผัง โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

2.1.3.4 การขยายความรู้ (Elaboration) ควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจุ่งในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม นักเรียนมีส่วนร่วมในการกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์และอธิบายขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถ้าใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

2.1.3.5 การประเมิน (Evaluation) เป็นการให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนรู้ทั้งค้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิชาการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ่ายทอดความรู้ให้ศึกษาบททวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎี หรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

2.1.4 ลักษณะของห้องเรียนที่เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (ชาครี ฝ่ายคำตา, 2551) มีลักษณะสำคัญที่สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.4.1 กระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ คำถามเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นคำถามที่ถูกต้องเกี่ยวกับวัสดุ สิ่งของ สิ่งมีชีวิตและเหตุการณ์ในธรรมชาติรอบ ๆ ตัวการถ้ามีคำถามจะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว นักวิทยาศาสตร์มักจะใช้คำถามสองลักษณะคือ “ทำไม” และ “อย่างไร” ยกตัวอย่าง เช่น ทำไมวัตถุถึงคงลงบนพื้นโลก ทำไมหินบางชนิดถึงมีผลึก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์อาจจะถามคำถามที่ขึ้นต้นด้วย “ทำไน” เสนอไปในทางตรงกันข้าม

นักวิทยาศาสตร์อาจจะถูกตั้งคำถามที่ขึ้นค้นด้วยคำว่า “อย่างไร” ซึ่งจะเป็นคำถามที่ใช้ถูกต้องกับหน้าที่หรือกลไกของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น แสงอาทิตย์ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร พลังงานเกิดขึ้นได้อย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่ถูกใจใช้คำถาม “ทำไน” และคำถามนี้สามารถเปลี่ยนไปเป็นคำถาม “อย่างไร” ได้ และคำถามนี้จะไปสู่กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ เพราะคำถาม “อย่างไร” เป็นคำถามที่ทำให้กรอบแนวคิดมีความชัดเจนมากขึ้น

การเรียนการสอนในห้องเรียน คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ โดยคำถามอาจเกิดขึ้นจากตัวนักเรียนเอง ครู สื่อการเรียนการสอน หรือแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม คำถามต้องเป็นคำถามที่มีความหมายสำหรับนักเรียนคือ สามารถใช้การสังเกตหรือใช้ความรู้ของตนเองในการสืบเสาะแสวงหาคำตอบได้ และคำถามควรเป็นคำถามที่เหมาะสมกับระดับการพัฒนาการของนักเรียนด้วยตัวของย่าง เช่น คำถามสำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาอาจถูกว่า ความรู้อนุมัติต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งอย่างไร และคำถามสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอาจถูกว่า ความคันมีผลต่อค่าคงที่สมดุลอย่างไร สำหรับตัวของย่างที่ไม่ถูกต้องให้เกิดการสืบเสาะแสวงหาความรู้ เช่น ทำไนมนุษย์ถึงแสดงพฤติกรรมของมาเข่นนั้น คำถามนี้เป็นคำถามที่กวนใจและไม่ชัดเจน และนักเรียนอาจตอบบนพื้นฐานวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได เช่น อาจตอบว่า “ก็เพราะว่าเป็นธรรมชาติของมนุษย์” เป็นต้น

2.1.4.2 ผู้เรียนหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การอธิบายคำตอบ วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น เพราะวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น นักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการเก็บข้อมูลที่แม่นยำจากการสังเกต นักวิทยาศาสตร์จะได้หลักฐานจากการสังเกตและการวัด โดยนักวิทยาศาสตร์อาจจะสังเกตและวัดสิ่งต่าง ๆ ที่คนศึกษาในสถานที่ที่เป็นธรรมชาติหรือห้องทดลองก็ได การสังเกตและการวัดนี้อาจเป็นภาษาสัมผัสทั้งห้าและเครื่องมือต่าง ๆ เช่น กล้องโทรทรรศน์ การใช้เครื่องมือมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเสริมการรับรู้ของภาษาสัมผัสทั้งห้า บางครั้งนักวิทยาศาสตร์อาจใช้เครื่องมือที่มนุษย์ไม่สามารถวัดได้ด้วยภาษาสัมผัส เช่น เครื่องวัดที่ใช้วัดสนามแม่เหล็ก เป็นต้น บางครั้งนักวิทยาศาสตร์สามารถควบคุมสภาวะที่กำลังศึกษาได้ แต่ในบางกรณีอาจไม่สามารถควบคุมได ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์อาจต้องขยายเวลาในการศึกษาให้นานพอที่จะลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาได้ความแม่นยำของหลักฐานที่ได้จากการรวมรวมข้อมูลนั้น อาจจะทำได้โดยการตรวจสอบการวัด การสังเกตซ้ำ หรือการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกันแต่อยู่ในปรากฏการเดียวกัน

การเรียนการสอนในห้องเรียน นักเรียนใช้หลักฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนสังเกตพืช สัตว์ หิน แล้วอธิบายลักษณะของสิ่งเหล่านี้

นักเรียนวัดอุณหภูมิ ระยะทาง และเวลา แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัด นักเรียนอาจสังเกต ปฏิกริยาเคมีแล้วติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามในบางครั้งหลักฐานที่นักเรียนได้มาอาจจะมาจากการปฏิสัมพันธ์กับครุ ต่อการเรียนการสอน หรือค้นคว้าจากเว็บไซต์ และจากแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ ได้

2.1.4.3 ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติจากหลักฐาน การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดึงอุบัติเหตุของเหตุผล การอธิบายจะบอกให้ทราบถึงเหตุที่เกิดขึ้นและผลที่เกิดจากเหตุ และแสดงความสัมพันธ์ของเหตุและผลซึ่งดึงอุบัติเหตุของหลักฐานและการได้เยี่ยงที่มีเหตุผล การอธิบายต้องมีความสอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากการสังเกตและการทดลอง การอธิบายต้องใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่างด้วยกัน เช่นการจำแนก การวิเคราะห์ การลงความเห็น และการทำนาย รวมไปถึงกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นตรรกะ และการอธิบายเป็นวิธีการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่เชื่อมโยง จากการสังเกตในสิ่งที่ไม่รู้หรือไม่คุ้นเคยกับสิ่งที่รู้อยู่แล้ว ดังนั้นนักเรียนสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานความรู้เดิมของตน

2.1.4.4 ผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง การประเมินเกี่ยวกับการอธิบายเป็นลักษณะหนึ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ โดยคำ丹ในการประเมินจะ丹ว่า หลักฐานที่ได้สนับสนุนสิ่งที่อธิบายหรือไม่ การอธิบายเพียงพอเพื่อที่จะตอบคำ丹หรือไม่ มีอคติหรือข้อบกพร่องอื่นใดหรือไม่ในการเชื่อมต่อระหว่างหลักฐานกับการอธิบาย อาจมีการอธิบายอื่น ๆ ที่มีเหตุผลหรือไม่

การอธิบายนี้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาระบบที่ชี้ให้เห็นผลที่ได้ และตรวจสอบผลของตนเองกับครุหรือต่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนทราบว่าตนเองสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผลกับความรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ และการอธิบายของนักเรียนสอดคล้องกับความรู้วิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันในปัจจุบันหรือไม่

2.1.4.5 ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลในการอธิบาย นักวิทยาศาสตร์สื่อสารเพื่ออธิบายสิ่งที่ตนศึกษาด้วยวิธีการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์ต้องอ้างถึงคำ丹ที่ตนศึกษาอย่างชัดเจน วิธีการค้นคว้าการศึกษา และหลักฐานต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษา การอธิบายสามารถนำไปสู่การตรวจสอบและการวิจารณ์ที่ชัดเจนและทำให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ สามารถใช้การอธิบายนี้ในการทำงานของตน โดยอาจใช้เป็นฐานในการตั้งค่า丹ใหม่ต่อไป สำหรับบรรณาการในห้องเรียน นักเรียนก็ควรได้มีโอกาสในการร่วมแลกเปลี่ยนการอธิบายเกี่ยวกับผลการศึกษาของตนกับผู้อื่น ซึ่งทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ มีโอกาส丹คำ丹 หาหลักฐานหาเหตุผลคัดค้าน ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการอธิบายอื่น ๆ ที่เป็นไปได้ การแลกเปลี่ยนการอธิบายของตนกับ

ผู้อื่นนี้สามารถนำไปสู่คำถาดและ การเขื่อมโยงระหว่างหลักฐาน ความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่และการอธิบายที่นักเรียนนำเสนอ ดังนั้นนักเรียนจึงสามารถลงมติเกี่ยวกับข้อวิชาณของตนและผู้อื่นได้

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน กือ ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มนุษย์ ชีวิชีวิทยา และภูมิศาสตร์ และส่วนที่เป็นทักษะกระบวนการซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการแสดงให้เห็นถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาต้นคว้า ถึงสาเหตุความรู้ (Klopfer, 1971) และแก้ปัญหาต่างๆ (วรรณพิพารอดแรงค์, 2542)

2.2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ อันเป็นวิธีที่ใช้แก้ปัญหาและทำให้เกิดความเริ่มต้นของงานมีสติปัญญาในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลอง

2.2.2 การจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ของสหรัฐอเมริกา (American Association for Advancement of Science : AAAS, 1976) ได้ระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตร SAPA ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้ กือ (สมจิต สรวนไพบูลย์, 2526)

2.2.2.1 ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skill) ประกอบด้วย

- 1) การสังเกต (Observing)
- 2) การวัด (Measuring)
- 3) การคำนวณ (Using Number)
- 4) การจัดจำแนกประเภท (Classifying)
- 5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปชกับสเปชและสเปชกับเวลา (Space/Space and Space/Time Relationship)
- 6) การจัดระتب และสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)
- 7) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

8) การทำนายหรือการพยากรณ์ (Predicting)

2.2.2.2 ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills)

ประกอบด้วย

- 1) การตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)
- 2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables)
- 3) การกำหนด และควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling

Variables)

- 4) การทดลอง (Experimenting)
- 5) การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำเอามาใช้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดกับนักเรียนทุกคน ซึ่งจะส่งผลต่อการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศชาติต่อไป ซึ่งรายละเอียดของแต่ละทักษะมีดังต่อไปนี้

(1) ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสพสัมผัสอย่างโดยย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน นู๊ด ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

(2) ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือก และการใช้เครื่องมือทำ การวัดหาประมาณของสิ่งต่าง ๆ ของมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสม และถูกต้อง โดยมีหน่วย กำกับตลอดสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้อง และໄกส์เคียงกับความเป็นจริง

ลอร์ด เคลวิล (อ้างอิงจากไพบูลย์ ชัยประโคน, 2542) กล่าวว่า “เมื่อการศึกษา สารหรือวัตถุใดก็ตาม ถ้าไม่สามารถทำการวัดหรือแสดงของมาเป็นตัวเลข ได้ ก็ไม่มีแนวคิดที่จะเข้าใจได้ ไปศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ได้” บางครั้งการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องทำการวัด เพราะข้อมูลที่ต้องการเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างเดียว แต่ยังไหร่ก็ตามสิ่งที่เราสังเกตได้ โดยผ่านประสพสัมผัสของเรานั้นบางครั้งก็เชื่อถือไม่ได้และไม่ถูกต้อง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ การวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดส่วนมากจะต้องมีหน่วยกำกับไว้เสมอ และหน่วยที่ใช้อยู่เป็นสากล คือ หน่วยระบบเอสไอ (System International of Units : SI) เครื่องมือที่ใช้วัดมีอยู่สามแบบ คือ หน่วยเมตริก หน่วยเมตริกและหน่วย เช่น ไม้บรรทัด ไปรนถึงเครื่องมือที่สลับซับซ้อน เช่น ในโทรศัพท์มือถือ ฉะนั้นการวัดด้วย เครื่องมือเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะในการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่ถูกต้อง และเหมาะสม

(3) ทักษะการคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หากาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ในการสื่อสารความหมายให้ชัดเจน และเหมาะสม

(4) ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ ซึ่งอาจจะใช้เกณฑ์ความเหมือนกัน ความแตกต่างกันหรือความสัมพันธ์กัน อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ในการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการจำแนกประเภท ผู้เรียนต้องเริ่มศึกษาจากการจำแนกสิ่งของออกเป็น 2 พวก ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างโดยย่างหนึ่งจากนั้นจึงแบ่งต่อไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นครั้งที่สอง และทำเช่นนี้เรื่อยๆไป จนกระทั่งสามารถระบุวัตถุนั้นจากวัตถุที่มีอยู่จำนวนหนึ่งได้

(5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปช กับสเปช และสเปช กับเวลา (Space/Space and Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างวัตถุนั้นคงอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยสเปชของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปชกับสเปชของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

(6) ทักษะการจัดการทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing and Communication) การจัดการทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลคิบที่ได้จากการสังเกต การวัดการทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดการทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหากาค่าใหม่ เป็นต้น

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดการทำนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชนิดนี้ดีขึ้น อาจนำเสนอได้หลายรูปแบบ คือ

(6.1) คำพูดหรือคำบรรยาย หมายถึง ข้อความที่รักกุมชัดเจนที่แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันในແຫ່ງເຫຼຸດ

(6.2) สัญลักษณ์ หมายถึง ตัวอักษรหรือเครื่องหมายที่結合กันໄວ້ເພື່ອແນ່ນข้อความบางอย่างให้รักกุม สะดวกและง่ายต่อการเข้าใจຢູ່ທີ່ຂຶ້ນ

(6.3) สมการทางวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งการสื่อความหมายในการพูดหรือคำบรรยายยังฟังไม่รักกุมและง่ายต่อการเข้าใจ แต่ถ้าใช้สมการทางวิทยาศาสตร์จะง่ายต่อการเข้าใจ

(6.4) ໂຄະແກຣມ เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในແຜ່ນກາພ ໂດຍປັບແຕ່ວ່າໂຄະແກຣມນັກແສດງໃຫ້ເຫັນເພາະສ່ວນທີ່ເປັນຫຼັກກາຮ້ອສ່ວນສໍາຄັນເທົ່ານັ້ນ ໂດຍເວັນສ່ວນທີ່ເປັນຈາກລະເອີຍປົກລິກຍ່ອຍທັງໝາຍໄວ້ ດັ່ງນັ້ນ ໂຄະແກຣມຈຶ່ງເປັນແຜ່ນກາພທີ່ຈ່າຍໄນ່ສັບຊັນ ແຕ່ກີ່ຍັງແສດງໃຫ້ເຫັນສ່ວນສໍາຄັນອອງເຮືອງນັ້ນ ຈາກ

(6.5) แผนที่ หมายถึง แผ่นภาพที่แสดงอณาเขตหรือบริเวณพื้นที่เอาไว้เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลบริเวณพื้นที่นั้น ๆ เช่น แผนที่ทางอากาศและทิศทางของกระแสลม เป็นต้น

(6.6) รูปภาพ ซึ่งอาจเกิดจากการวัดหรือการถ่ายจากของจริง เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลต่าง ๆ เช่น รูปภาพแสดงทางเดินของน้ำผ่านทางรากเข้าไปในท่อลำเดียงของพืช

(6.7) ตาราง เป็นการแสดงอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือทดลอง แทนที่จะเป็นกระจักรรายกีดีบันลงในตารางให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกในการอ่าน และง่ายต่อการเข้าใจ

(6.8) กราฟ เป็นการแสดงอข้อมูลเพื่อสะดวกในการอ่าน และง่ายต่อการแปลความหมาย

(6.9) แผนภูมิแท่ง เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้ให้เห็นชัดเจนขึ้น จะเห็นว่าการสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งจะเลือกรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่ศึกษา เพื่อสะดวก และง่ายต่อการแปลความหมายและสรุปผลข้อมูลในขั้นต่อไป

(7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยการลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันอาจแตกต่างกัน เพราะมีประสบการณ์ต่างกัน ดังนั้น เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มักจะลงความคิดเห็นจากข้อมูลอาจเป็นไปได้หลายอย่าง ต่อจากนั้น จะมีการตรวจสอบว่าการลงความคิดเห็นข้อใดมีเหตุผลสนับสนุนอย่างเพียงพอ ในบางกรณีอาจมีการทดสอบ การลงความคิดเห็นจากบางส่วน เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมุติฐานที่รักกุมต่อไป

(8) ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึงการคาดคะเนคำตอบ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายที่แม่นยำเป็นผลจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึกและการจัดระทำข้อมูลอย่างเหมาะสม การพยากรณ์ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณ (วรรณพิพา รอดแรงค์, 2542)

(9) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบ ล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต อาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็น หลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปร

อิสระ) กับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาค่าตอบ เพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมุติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้น ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมุติฐานต้องทราบถึงการออกแบบการทดลองซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรไทยเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ สมมุติฐานที่ดีควรมีข้อบ阙กร่างของครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานักที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีหนึ่งที่ใช้พิจารณาว่าข้อความใดเป็นสมมุติฐานหรือไม่ โดยการนำข้อความนั้นมาเขียนในรูปประโยค ถ้า.....แล้วจะ.....หรือเมื่อ.....แล้วจะ.....ถ้าเขียนได้ข้อความนั้นก็เป็นสมมุติฐาน

(10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีขั้นตอนที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ควรให้ความหมายที่รัดกุมและเหมาะสมกับระดับการศึกษาประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

(10.1) ระบุสิ่งที่สังเกตได้
 (10.2) ระบุการกระทำซึ่งอาจจะได้จากการวัด การทดสอบ หรือการทดลอง สิ่งที่ควรคำนึงในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการคือ

(10.2.1) ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่ก่อกวน
 (10.2.2) จะต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำไว้ด้วย
 (10.2.3) อาจมีค่าตอบเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยาม และคำนิยามหนึ่งอาจจะหมายความกว่าอีกนิยามหนึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม และเนื้อหาในบทเรียนนั้น

(11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองคุณว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากการตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิใช่นั่นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน พฤติกรรมหรือความหมายที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปรแล้ว คือสามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

(12) ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาค่าตอบหรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

(12.1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดสิ่งต่อไปนี้

(12.1.1) วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนด และความคุณค่าวัสดุ)

(12.1.2) อุปกรณ์และ/หรือสารเคมี ที่จะต้องใช้ในการทดลอง

(12.2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

(12.3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญและถูกต้อง

(10.2.1) ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน “ไม่กำกวມ”

(10.2.2) จะต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำไว้ด้วย

(10.2.3) อาจมีค่าตอบเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยาม และคำนิยามหนึ่งอาจจะหมายความกว่าอีกนิยามหนึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม และเมื่อหาในบทเรียนนั้น

(13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด พฤติกรรม หรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปแล้วคือ

(13.1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

(13.2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2.3 แผนผังรูปตัววี

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังรูปตัววี (Vee Diagram) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เขียนแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี หลักการ นโยบายที่ศูนย์กับวิธีการ การทดลองหรือการจัดกระทำข้อมูล ข้อความรู้ที่เกิดจากกระบวนการสืบเสาะ เป็นผังตัววีจะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการศึกษา ธรรมชาติของความรู้ ดังนั้นผู้วิจัยอนามัยหัวข้อที่เกี่ยวกับผังรูปตัววี ตามลำดับดังนี้ คือ ความหมาย องค์ประกอบของผังรูปตัววี การใช้ผังรูปตัววีในการจัดการเรียนรู้ การสอนวิธีการ

สร้างผังรูปตัววี ข้อดีข้อจำกัดของผังรูปตัววี แนวทางการประเมินการสร้างผังตัววี ซึ่งรายละเอียดของแต่ละหัวข้อจะได้กล่าวดังต่อไปนี้

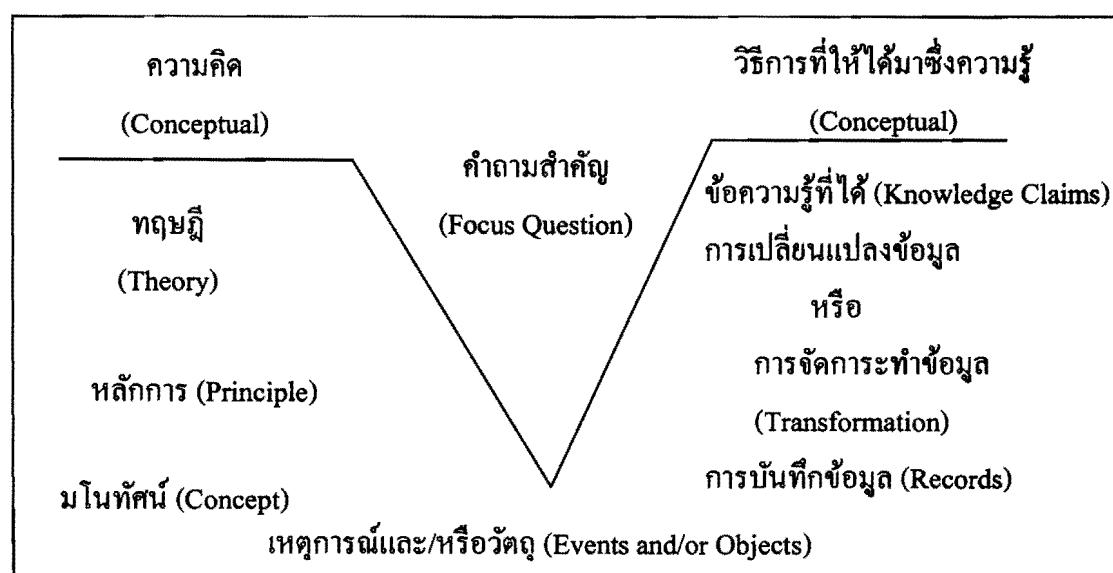
2.3.1 ความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายของผังรูปตัววีเป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสรุปเพื่อนำเสนอความรู้ กระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้

ผู้จัดได้ให้ความหมายของผังรูปตัววีไว้ว่า เป็นกิจกรรมการเรียนการจัด การเรียนรู้โดยใช้ผังรูปตัววีเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เขียนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาระสำคัญ ทฤษฎีหลักการ และข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง ไม่ทัศน์หรือแนวคิดหลักกับกิจกรรมที่ฝึกปฏิบัติ หรือการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และสรุปข้อความรู้ที่เกิดจากกระบวนการสืบเสาะเป็นผังรูปตัววีจะทำให้นักเรียนเข้าใจและรับรู้ขอบเขตของความรู้และผลลัพธ์ของความรู้

2.3.2 องค์ประกอบของผังรูปตัววี

องค์ประกอบของผังรูปตัววี มีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของผังรูปตัววี

2.3.2.1 คำถามสำคัญ (Focus Question) การตั้งคำถามสำคัญนั้นจะต้องคำนึงถึง ไม่ในมิติหรือหลักการเดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว เพื่อใช้ในการสืบเสาะให้ได้ความรู้ใหม่ คำถามสำคัญที่

ดินน้ำจะต้องปังช์ให้ทราบวิธีการที่จะศึกษาเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ ลักษณะของการบันทึกข้อมูล นอกจากนี้คำานำสำคัญจะบ่งบอกให้ทราบถึงความแตกต่างของความรู้ที่ได้มานา กล่าวโดยสรุป แล้วลักษณะคำานำที่ดินน้ำจะต้องมีลักษณะดังนี้

1) เป็นตัวกำหนดหรือชี้แนะนำในมิติ หลักการ ทฤษฎี เหตุการณ์และวัตถุ สิ่งของที่จะใช้ในกระบวนการสืบเสาะเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

2) ชนิดของคำานำสำคัญที่แตกต่างกัน ได้แก่ คำานำสำคัญที่ใช้คำว่า (what) อย่างไร (How) หรือทำไม่ (Why) จะทำให้เกิดความรู้ที่แตกต่างกัน

2.3.2.2 วัตถุสิ่งของ (Objects) วัตถุสิ่งของเป็นสิ่งที่เราต้องการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดตามมา วัตถุสิ่งของจะแตกต่างจากมโนมติ คือ วัตถุสิ่งของเป็นสิ่งที่ต้องการจะตรวจสอบ

2.3.2.3 เหตุการณ์ (Event) คือ สิ่งที่ต้องการศึกษาในกระบวนการสืบเสาะเหตุการณ์นี้จะเป็นเหตุการณ์ที่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ เป็นสิ่งที่นักเรียนจะต้องทำการบันทึกซึ่งเหตุการณ์ที่ทำการศึกษานี้จะต้องสามารถตรวจสอบได้ในครั้งต่อ ๆ ไป

2.3.2.4 ความคิดรวบยอด (Concept) คือ ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันอาจจะเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องต่าง ๆ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง การสรุปรวม (Generalization) หรือหลักการเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน และข้างจะต้องสามารถระลึกได้ว่าสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมีลักษณะเฉพาะอย่างไรบ้าง สามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน

2.3.2.5 หลักการ (Principle) เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโน้ทศน์ ให้เป็นความรู้หลักการทั่วไป หลักการจะต้องเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้ สามารถนำมาทดลองซ้ำได้โดยได้ผลเหมือนเดิม หลักการประกอบด้วย หลักการในด้านวิธีการจะเป็นสิ่งชี้แนะนำแนวทางที่จะทำการสืบเสาะและหลักการที่เกิดจากข้อความรู้ที่ได้มาจากศึกษาค้นคว้า

2.3.2.6 ทฤษฎี (Theory) คือ ข้อความที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการอธิบายหรือคาดคะเนปฏิสัมพันธ์ระหว่างโน้ทศน์ เหตุการณ์ และข้อความรู้ ทฤษฎีใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงตัวทฤษฎีเองได้ ทฤษฎีประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างหลักการและมโนทศน์ของทฤษฎีนั้น

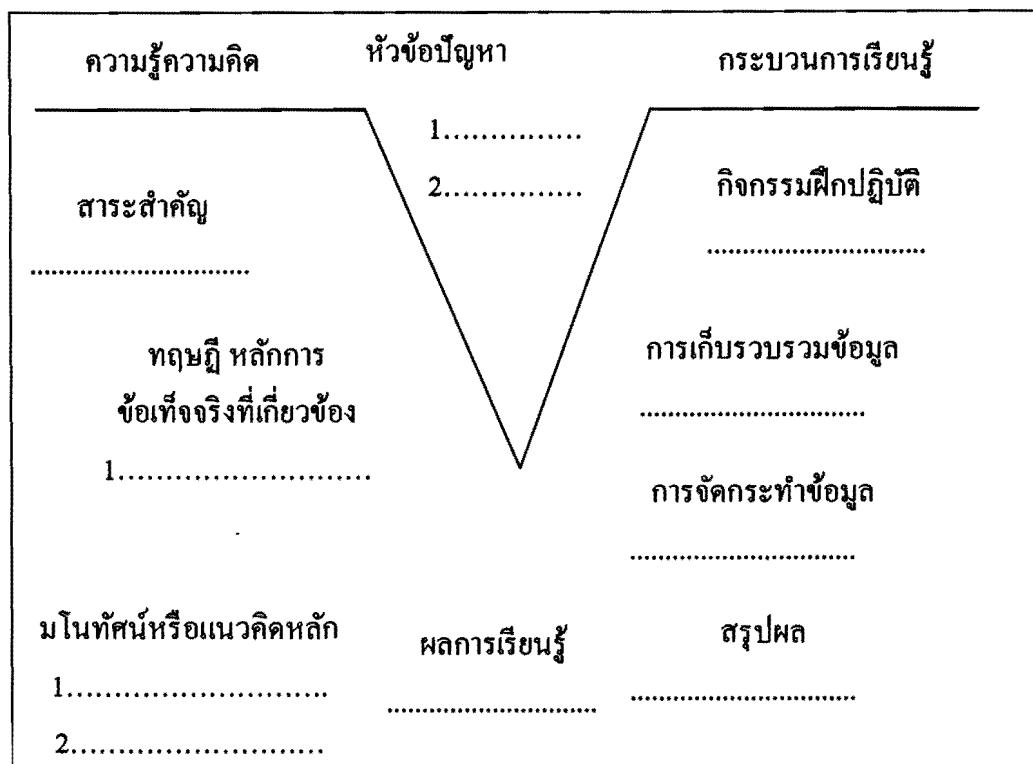
2.3.2.7 การบันทึกข้อมูล (Records) เป็นการบันทึกเกี่ยวกับเหตุการณ์ และหรือวัตถุสิ่งของที่ได้จากการรับรู้ของประชาทสัมผัส การบันทึกอาจอยู่ในรูปของการเขียนเป็นหลักฐานภาพถ่ายหรือเทปบันทึก

2.3.2.8 การจัดกระทำข้อมูล (Transformation) เป็นการนำผลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลมาจัดกระทำใหม่เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น ลักษณะของการจัดกระทำข้อมูลจะบ่งบอกประเภทข้อความรู้ที่ได้ การจัดกระทำข้อมูลแตกต่างจากการบันทึกข้อมูลในลักษณะที่ว่า การบันทึกข้อมูลนั้นได้มาจาก การรับรู้ของ ประสาทสัมผัส แต่การจัดกระทำข้อมูลนั้นต้องอาศัย การ ขัดการเกี่ยวกับข้อมูลที่รับรู้ทางกาย ๆ อย่างที่เหมาะสม เช่น การคำนวณ เป็นต้น

2.3.2.9 ข้อความรู้ (Knowledge Claims) ข้อความรู้ที่เกิดจากกระบวนการสืบเสาะ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะนี้จะต้องอาศัยส่วนประกอบต่าง ๆ คือ การตั้งคำถามสำคัญ ไม่ในทศน์ หลักการ เหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ การบันทึกข้อมูล และการกระทำข้อมูล ซึ่งจะทำให้ได้มา ซึ่งความรู้ดังกล่าว ลักษณะสำคัญของข้อความรู้มี 2 ประการคือ

- 1) เป็นการตอบคำถามที่ถามไว้ก่อนการทดลอง ซึ่งก็คือข้อความรู้ที่ได้ นั่นเอง
- 2) เป็นเครื่องชี้แนะนำ 질문ใหม่ สำหรับการเริ่มต้นกระบวนการสืบเสาะ ใหม่ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) เสนอองค์ประกอบ ของผังรูปตัววีไว้ว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน องค์ประกอบแรกคือหัวข้อปัญหาหรือ คำถามนำ อยู่ตรงส่วนกลางของผังรูปตัววี ซึ่งหัวข้อปัญหานี้ครุภูษสอนอาจเป็นผู้กำหนดหรือให้ นักเรียนกำหนดขึ้นเองก็ได้ ส่วนที่ 2 คือ ความรู้ความคิดอยู่ข้างซ้ายมือ ประกอบด้วย สาระสำคัญ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง ไม่ในทศน์หรือแนวคิดส่วนที่ 3 กระบวนการเรียนรู้อยู่ด้านข้าง ทางขวา มือ ในส่วนนี้ประกอบด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ที่แสดงออกได้ทั้งทักษะเชาว์ปัญญาและ ทักษะปฏิบัติ นอกจากนี้ยังรวมถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้และทักษะปฏิบัติ และมีผลการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบสุดท้ายอยู่ส่วนล่างสุดของโครงสร้างผังรูปตัววี ซึ่งเป็นการสรุปผลว่าได้เรียนรู้ อะไรบ้างจากหัวข้อปัญหาที่กำหนดดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของผังรูปตัววี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3.3 การใช้แผนผังรูปตัววีในการจัดการเรียนรู้

Novak J.D. (ยังอิงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) กล่าวถึงการนำผังรูปตัววีไปใช้ใน การเรียนการสอน ไว้ว่า ผังรูปตัววีสามารถนำไปใช้ใน กิจกรรมการเรียนการสอน ได้ทั้งก่อนการสอน ระหว่างการสอน และใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

2.3.3.1 การใช้เป็นเครื่องมือเตรียมการสอน โดยครูสามารถใช้ผังรูปตัววีในการ วิเคราะห์ การปฏิบัติการทดลอง ก่อนที่จะนำเสนอแก่นักเรียน และใช้ผังรูปตัววีในการกำหนดวิธีการ ทดลองที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้ โดยผังรูปตัววีจะเป็นเครื่องมือ ประเมินในทัศน์ที่นักเรียนจะต้องมีมาก่อนการทดลอง นอกจากนี้ผังรูปตัววียังใช้เป็นกลไก ในการออกแบบการทดลองของแต่ละบุคคล ได้ด้วย

2.3.3.2 การใช้เป็นเครื่องมือในการสอน เป็นเครื่องมือที่ใช้อภิปรายถึงการทดลอง โดยสรุปย่อ ครูสามารถนำผังรูปตัววีมาใช้ก่อนการปฏิบัติการทดลอง โดยให้นักเรียนระบุสิ่งที่จะ เรียนรู้มาก่อนทั้งทางด้านซ้ายมือ เพราะจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้ทราบถึงวิธีการและลักษณะ

ของข้อมูลที่จะต้องบันทึกพร้อมทั้งการจัดกระทำข้อมูลเพื่อช่วยให้การเรียนในบทเรียนนั้น ๆ ง่ายขึ้น และเป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.3.3.3 การใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยนักเรียนสร้างผังรูปตัววีและประเมินการสร้างผังรูปตัววีจากส่วนต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบແล้าวให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ กล่าวคือ นักเรียนสามารถใช้ผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้นั้นเอง

2.3.4 การสอนวิธีสร้างผังรูปตัววี

Novak J.D and Cowen D.B (อ้างอิงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) ได้กล่าวว่า ในการสอนให้นักเรียนสามารถสร้างผังรูปตัววีนี้ ครูควรดำเนินการดังนี้

(1) เริ่มต้นโดยให้นักเรียนทำความเข้าใจกับความหมายและลักษณะของ โนโนทัศน์ เหตุการณ์ และหรือวัตถุสิ่งของ

(2) แนะนำการบันทึกข้อมูลและการตั้งคำถามนำ โดยชี้ให้เห็นว่าลักษณะของการบันทึกข้อมูลนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของคำถาม

(3) อธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งสามารถจัดกระทำได้หลาย ๆ รูปแบบวิธีการ ซึ่งลักษณะการจัดกระทำข้อมูลนั้นจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงข้อความรู้ที่ได้

(4) อธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของหลักการและทฤษฎี

นอกจากนี้ยังมีการให้ข้อเสนอแนะถึงการนำผังรูปตัววีไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

(1) ควรใช้ในกรณีที่เนื้อหาของบทเรียนเป็นการปฏิบัติการทดลอง ไม่ควรนำไปใช้ในบทเรียนที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม

(2) ครูไม่ควรวิตกังวลว่า นักเรียนจะต้องเข้าใจโครงสร้างของผังรูปตัววีทั้งหมด ควรจะให้นักเรียนได้เข้าใจในแต่ละส่วนของโครงสร้างผังรูปตัววี

(3) เมื่อนักเรียนเข้าใจความหมายของศัพท์ที่เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ เป็นอย่างดีแล้วครูควรจะแนะนำให้นักเรียนสร้างผังรูปตัววี ซึ่งอาจจะให้สร้างเฉพาะบางส่วนหรืออาจจะให้ผู้สร้าง สร้างผังรูปตัววีที่สมบูรณ์ทั้งหมดหลังจากปฏิบัติการทดลองแล้ว

(4) เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับผังรูปตัววีมากขึ้น อาจจะให้นักเรียนเขียนค้านข้อถ้อยของผังรูปตัววี มาถก่อนดำเนินการทดลองหรือให้เป็นการบ้านสำหรับนักเรียน

(5) ครูอาจจะนำผังรูปตัววีที่สมบูรณ์ແล้าวติดบอร์ดไว้ให้นักเรียนดู โดยเฉพาะทฤษฎีและหลักการสำคัญ ๆ รวมทั้งผังรูปตัววีที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น

2.3.5 ข้อดีและข้อจำกัดของผังรูปตัววี

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังรูปตัววี มีดังนี้

2.3.5.1 ข้อดี

1) ช่วยให้ครุและนักเรียนมีความเข้าใจลึกเข้าไปถึงโครงสร้างของความรู้ และกระบวนการของการผลิตความรู้

2) ช่วยฝึกทักษะการสังเกต การจำแนกแยกแยะและการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของทฤษฎีกับวิธีการ

3) ช่วยฝึกให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.3.5.2 ข้อจำกัด

1) ครุจะต้องทำความเข้าใจและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา

2) เป็นวิธีการที่ค่อนข้างใหม่ในวงการศึกษาไทย ครุและนักเรียนอาจจะยังไม่คุ้นเคย

2.3.6 แนวทางการประเมินการสร้างผังรูปตัววี

การสร้างผังรูปตัววีเป็นการนำเสนอผลงานในลักษณะการเขียนรายงานที่มีรูปแบบเฉพาะ นักเรียนต้องใช้ความคิดเพื่อจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบทั้งความรู้ กระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ก่อนการลงมือสร้างผังรูปตัววีเรื่องต่าง ๆ การประเมินผลการสร้างผังรูปตัววี ทำได้โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นอย่างครอบคลุมประเด็นหัวข้อปัญหา ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แนวทางการประเมินการสร้างผังรูปตัววี

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
<ul style="list-style-type: none"> - หัวข้อปัญหา เขียนหัวข้อปัญหาไม่น่าสนใจ และไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร - ความรู้ความคิด เขียนสาระสำคัญ หลักการ และนโนทัศน์ไม่ชัดเจน - กระบวนการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมฝึกปฏิบัติไม่สอดคล้องกับหัวข้อปัญหาหรือเรื่องที่ศึกษา - ผลการเรียนรู้ สรุปไม่ตรงกับหัวข้อปัญหาหรือไม่มีการสรุปผลไว้ในผังรูปตัววี 	ต้องปรับปรุงหรือ 1
<ul style="list-style-type: none"> - หัวข้อปัญหา เขียนหัวข้อปัญหาได้สอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร แต่หัวข้อของปัญหายังไม่น่าสนใจ 	พอใช้หรือ 2

ตารางที่ 2.1 แนวทางการประเมินการสร้างผังรูปตัววี (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
<ul style="list-style-type: none"> - ความรู้ความคิด เขียนสาระสำคัญ หลักการ หรือทฤษฎี ที่บางส่วนไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและแสดงมโนทัศน์ที่เป็นส่วนประกอบของสาระสำคัญได้ไม่ครบถ้วน 	
<ul style="list-style-type: none"> - กระบวนการเรียนรู้ จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติได้สอดคล้องกับสาระสำคัญ บางส่วน บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนและสรุปไม่ตรงตามข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม - ผลการเรียนรู้ สรุปผลการเรียนรู้ได้ตรงตามหัวข้อหรือคำานำเป็นบางส่วน 	
<ul style="list-style-type: none"> - หัวข้อปัญหา เขียนหัวข้อปัญหาน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร แต่ยังไม่ชัดเจน - ความรู้ความคิด เขียนสาระสำคัญ หลักการ ทฤษฎีหรือข้อเท็จจริง ได้ถูกต้อง เสนอในทัศน์ที่มีอยู่ในสาระสำคัญได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน - กระบวนการเรียนรู้ จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติได้สอดคล้องกับสาระสำคัญ บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้องครบถ้วนแต่สรุปผลบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม - ผลการเรียนรู้ สรุปได้ตรงตามหัวข้อปัญหาหรือคำานำได้ครบถูกประเด็นแต่ยังมีบางประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ 	ดีหรือ 3
<ul style="list-style-type: none"> - หัวข้อปัญหา เขียนหัวข้อปัญหาน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร และมีความชัดเจน - ความรู้ความคิด เขียนสาระสำคัญ หลักการ ทฤษฎีหรือข้อเท็จจริง ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ บอกในทัศน์ที่มีอยู่ในสาระสำคัญได้ถูกต้องและครบถ้วน - กระบวนการเรียนรู้ จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติได้สอดคล้องกับสาระสำคัญ บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้องครบถ้วน สรุปผลตรงตามข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม - ผลการเรียนรู้ สรุปได้ตรงตามหัวข้อปัญหาหรือคำานำได้ครบถ้วน และมีความชัดเจน 	ดีมาก หรือ 4

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผังรูปตัววี

พิสัย พานิช (2551) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผังรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า�ักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผังรูปตัววีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ที่เป็น เช่นนี้เนื่องจากว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสนทนา มีการวางแผนในการหาคำตอบด้วยวิธีการทำการทำทดลอง การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ลงมือปฏิบัติร่วมกันและเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับระดับสตดปัญญา ในขั้นสร้างความสนใจ ผู้วัยพยาบาลจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรื่องไข่ปลาประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ด้วยวิธีการที่หลากหลาย สังเกตการณ์จากการสาธิตหรือจากการสื่อการสอนต่าง ๆ นักเรียนเผชิญกับปัญหา ผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจดังกล่าวทำให้นักเรียนเกิดความสนใจสังสัยเกิดปัญหา อย่างจะค้นหาคำตอบ ในขั้นการสำรวจและค้นหาได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากประสบการณ์ตรง นักเรียนได้สำรวจประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อร่วบรวมข้อมูล กำหนดปัญหา สร้างสมมติฐาน ทำนายผล ดำเนินการทำทดลองสมมติฐานและสรุปลงในผังรูปตัววี ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนได้เสนอความรู้ ความคิด หรือเหตุการณ์ที่ได้จากการสืบค้นอย่างมีเหตุผลด้วยการอธิบายสิ่งที่สังเกต แนวคิด คำถามหรือสมมติฐาน ตามความเข้าใจของนักเรียนด้วยตนเองก่อนที่จะสรุปเป็นนิยามหรือหลักการต่าง ๆ และครุช่วยแนะนำศัพท์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผลที่ได้จากการสำรวจเป็นการสั่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดี ทำให้นักเรียนมีโอกาสปรับปรุงความรู้ความเข้าใจของตนเองเพิ่มเติม ในขั้นขยายความรู้ใหม่ ๆ หรือขยายความเข้าใจมากขึ้น นอกจากนี้ในขั้นประเมินผู้วิจัยได้มีวิธีการสังเกตนักเรียนในขณะที่ผู้เรียนนำเสนอผังรูปตัววี และทักษะใหม่ไปใช้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

พิทักษ์ เจริญวนิช (2544) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างโนมติรายวิชา ว204 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโนมติและโนมติรูปตัววี พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโนมติและโนมติรูปตัววีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยแผนผังโนมติและโนมติรูปตัววี มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยแผนผังโนมติและโนมติรูปตัววี มีความสามารถในการสร้างโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว204 วิทยาศาสตร์ของการสอนโดยใช้แผนผังโนมติ และโนมติรูปตัววีมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์กับความสามารถในการสร้างมโนมติของการสอนโดยใช้แผนผังโนมติและโนมติรูปตัววีมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บัวศรี ประวะ โต (2542) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาเรื่อง การหายใจและการสืบพันธุ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้โนมติรูปตัววีกับการสอนปกติ พบร่วม 1) นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ไม่ปรากฏความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ในกลุ่มควบคุม

Christine and Rebecca (2011) ได้ศึกษาการคิดเห็นนักวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังรูปตัววีในการเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดรวบยอด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนห้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีทุกครั้ง มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคะแนนความคิดรวบยอดสูงกว่านักเรียนห้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีเป็นบางครั้ง และนักเรียนห้องที่ไม่ใช้แผนผังรูปตัววีตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะแผนผังตัววีช่วยสนับสนุนสิ่งที่นักเรียนต้องใช้ ที่ครูได้ใช้แนวทางแล้ว เพื่อที่จะพิสูจน์ความเข้าใจที่เชื่อมโยงระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความคิดรวบยอดผ่านการเขียนรายงานผลการทดลอง ซึ่งเมื่อนักเรียนเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วจะนำไปสู่ความรู้ใหม่ และการเขียนเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสื่อสารสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใจ

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หัสขัย สถาด (2552) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 76.83 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดครึ่อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ที่เป็นเช่นนี้ เพราะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นนี้สนับสนุนเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจ หรือความสนใจของนักเรียนเองหรือเกิดภายในกลุ่ม 2) ขั้นสำรวจ และค้นหา ขั้นนี้จะสนับสนุนให้ผู้เรียนได้สำรวจปัญหาหรือสำรวจความสัมพันธ์เชิงเหตุผลร่วมกันสืบเสาะหาความรู้ กำหนดปัญหาตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปขั้นนี้จะสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างคำจำกัดความที่อธิบายความหมายของคำ หรือหลักการทำงานวิทยาศาสตร์ โดยครูใช้คำตามเฉพาะคำตามปลายเปิด จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงเหตุผล และลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ ขั้นนี้ผู้เรียนจะนำความรู้ หลักการทำงานวิทยาศาสตร์ที่ได้รับไปขยายความรู้ให้เกิดทักษะมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำหลักการที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ และ 5) ขั้นประเมินผล มีการประเมินทุกกระบวนการเรียนรู้ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ เช่น การสังเกตการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การสังเกตกระบวนการทดลอง การทดสอบเป็นต้น ทั้งนี้ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมิน

เยาวเรศ ใจเย็น (2550) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ขั้นพสมในเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนในจังหวัดจันทบุรี ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรในแบบกระบวนการนี้เป็นทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนประสบผลสำเร็จมากที่สุด คือ ประมาณร้อยละ 87 ของนักเรียนทั้งหมด ส่วนทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ด้านการนิยามตัวแปรเชิงปฏิบัติการ เป็นทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนประสบผลสำเร็จน้อยที่สุด คือประมาณร้อยละ 13 ของนักเรียนทั้งหมด โดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ในเรื่องสมดุลเคมีเท่าที่ควร ยกเว้นทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (ตัวแปรต้น) และทักษะการกำหนดสมมติฐาน ผลที่ได้จากการวิจัยได้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมดุลเคมีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทำงานวิทยาขั้นพสมในเรื่องสมดุลเคมี

เสาวนีย์ เวชพิทักษ์ (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดัน ที่เรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์และการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนจำลองสถานการณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่า นักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึง

พอยใจต่อการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากโปรแกรมบทเรียนแบบจำลอง สถานการณ์ได้ออกแบบเพื่อให้นักเรียนได้ฝึก ปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์จำลองให้นักเรียนได้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ โดยในโปรแกรมบทเรียนจะมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือ ท้าทายให้นักเรียนได้คิดหรือแก้ปัญหานั้น

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

เบญจพร อินทรศด (2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ นิโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างไม่เลกุล โควเดลน์ ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะ สำเร็จรูป ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบแนะนำมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะสำเร็จรูป อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ มีนิโนมติที่ คลาดเคลื่อนน้อยกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะสำเร็จรูป ที่จะเป็นเช่นนี้ เพราะ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบแนะนำ นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ จนเกิด การเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูให้ข้อมูลข้อ nok ทั้งทางบวกและทางลบ และเมื่อนักเรียนพิสูจน์ ทฤษฎีนี้ ด้วยการออกแบบการทดลองด้วยตนเองแล้วลงมือปฏิบัติจริงจะทำให้นักเรียนเกิด ความรู้ที่คงทน แต่สำหรับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะสำเร็จรูป นั้นครูจะเป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียน ปฏิบัติตาม ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแก่นักเรียน บอกแนวทางในการใช้วัสดุอุปกรณ์ ตามขั้นตอนการ ทดลองและการจัดกระทำข้อมูล นักเรียนเป็นผู้แปลความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้พัฒนาทางกระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ศักดิ์ศรี สุภायร (2554) ได้ศึกษาระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการ ทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การทดลองงานวิจัยค้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ผลปรากฏว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวนมากในประเทศไทย มีประสบการณ์ในการทดลองเคมีแบบสืบเสาะค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจมีข้อจำกัดมาจากสารเคมี และอุปกรณ์ไม่เพียงพอ หรือเวลาไม่เพียงพอ เป็นต้น การทดลองแบบดังเดิมซึ่งได้รับความนิยมมาก และมีประสิทธิภาพในการเสริมความเข้าใจเชิงโน้มติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น ที่ฐานของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม การทดลองแบบดังเดิมกลับไม่ค่อยประสบผลสำเร็จในการเพิ่ม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการ ในทางตรงกันข้าม การทดลองแบบสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถช่วยเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการและความเข้าใจเชิงโน้มติของผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมกับผู้เรียนหลายระดับ เพราะสามารถช่วยให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำเข้าใจในมิติเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น และยังเป็นการพัฒนาทักษะทางสติปัญญา ขั้นสูงสำหรับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงอีกด้วย

Kathy el al., (2009) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะ แนวทางที่มีต่อความเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างลงของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การสังเกตระยะของดวงจันทร์และรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ชี้ให้เห็น ว่า ก่อนเรียนนักเรียนความรู้ไม่เป็นวิทยาศาสตร์แต่หลังเรียนนักเรียนความรู้เป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยจากที่คาดเพียงลำดับข้างขึ้นและข้างลงไปเป็นคาดภาพแบบต่อเนื่องของการเกิดปรากฏการณ์ ข้างขึ้น- ข้างลง

2.4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ชัวช ยะสุค ฯ และศักดิ์ศรี สุภาร ร (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ พบร่วมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนทักษะการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ควบคู่กับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) โดยสอดแทรกในขั้นการสร้างความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะได้ดำเนินการสำรวจและค้นหาคำตอบ มีการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และผู้วิจัยได้กำหนดเวลาที่เหมาะสมและมีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความหลากหลายในการทำกิจกรรม

อรุณ หนองพรหมา (2553) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการสอนแบบเปรียบเทียบ FAR Guide ผลการวิจัยพบว่าหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีนิมิตหลังเรียนสอดคล้องกับนิมิตวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มมากขึ้น แสดงว่าการสอนโดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ FAR Guide ช่วยให้นักเรียนจินตนาการเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม และมีความเข้าใจใน นิมิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้ เพราะการสอนโดยการเปรียบเทียบจะช่วยเสริมการเรียนรู้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่เพื่ออธิบายสิ่งใหม่ ข้อมูลใหม่ จากการวิเคราะห์สิ่งที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมาเปรียบเทียบ กือ น โน้มติต่าง ๆ ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สรุปได้ว่า นักเรียนสามารถที่จะอธิบายในมิติ ความเข้มข้น อุณหภูมิ พื้นที่พิว และ ตัวเร่ง ตัวหน่วงปฏิกิริยาได้ โดยมีการทำงานเป็นทีม ช่วยกันคิด สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนเกิดการ

เรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้สู่สิ่งที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน และสร้างโน้มถ่วงความคิดด้วยตนเอง เป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจง่ายและมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถคิดเปรียบเทียบคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ รู้จักการทำงานเป็นทีม มีเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกคนอื่น

“ชัยยันธ์ จรุณเสาวภากิจ (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการการคิดวิเคราะห์และเขตติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงการและ การเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบโครงการจะมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยที่ เป็นเช่นนี้ เพราะการเรียนรู้แบบโครงการทำให้นักเรียนมีความสนใจระดับเรือรัน นักเรียนได้ลงมือพัฒนาความรู้ ทักษะและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ รู้จักสังเกต ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน และวิเคราะห์ด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามที่อยากรู้ สามารถสรุปและเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ จึงทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากกว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะต้องอาศัยเวลาค่อนข้างมาก”

Chairam el al., (2009) ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนไทย ผลการศึกษาของงานวิจัยนี้พบว่า นักเรียนที่ร่วมการศึกษาในชั้นเรียนที่จัดการเรียนเรียนการสอนแบบการแสวงหาความรู้เป็นฐาน หรือกระบวนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Inquiry-based) ในชั้นเรียนวิชาเคมีนั้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดของจนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) สามารถออกแบบการทดลองค้านจนพลศาสตร์ทางเคมี และพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาข้อมูล โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) โดยที่ผู้เรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับปฏิกิริยาทางเคมีบนพื้นฐานของทฤษฎีจลน์ และสามารถเขียนอธิบายอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้ ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจในการเขียนสมมติฐานรวมทั้งการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นจากการวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในแนวความคิดของจนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) ที่ดีขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง” ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

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

3.1 แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยใช้แบบแผนขั้นพื้นฐานแบบ One-Group Pretest-Posttest Design ซึ่งเป็นแบบทดลอง ที่มีกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม (X) ตั้งเกตผลการทดลองสองครั้ง โดยแยกเป็นก่อนทดลอง (O_1) และหลังทดลอง(O_2) ดังนี้

$$O_1 \dots \dots \dots X \dots \dots \dots O_2$$

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 33 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยาคม อำเภอ กันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ซึ่งได้นำโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 33 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ค่าวิธีสอนแบบสืบเสาะ ชี้แนะแนวทาง ในรายวิชาเคมี 3 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 8 แผน ใช้เวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 16 คาบ ดังแสดงในภาคผนวก ค ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้นักเรียนเพาภาระตามแล้วถามว่าเป็นปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ และปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันปฏิกิริยาใดบ้างที่จัดเป็นปฏิกิริยาเคมี แล้วปฏิกิริยาเคมีวัดได้อย่างไร จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งคำถาม ขอบเขตเป้าหมาย และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำถามดังนี้

- ทำไม่เจ็บร้าวเป็นปฏิกิริยาเคมี
- ปฏิกิริยาเคมีวัดได้อย่างไร
- จะรู้ได้อย่างไรว่าปฏิกิริยาเคมีไหนเกิดเร็วกว่ากัน

2) ขั้นสำรวจและก้นหา นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องความหมายของ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กราฟแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลง ข้อสรุปจากการศึกษาใบความรู้ และนำความรู้ไปตอบคำถามที่ตนเองตั้งไว้อย่างถูกต้อง

4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องการหาอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีจากสมการเคน尼

5) ขั้นประเมินผลนักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมาย ครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครูประเมินนักเรียนจากใบงาน

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมี การจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนทำกิจกรรมเรื่องลมหายใจทำให้น้ำเปลี่ยน สี โดยให้นักเรียนใช้หลอดดูดแล้วเป่าลมลงไว้ในขวดที่มีน้ำปูนใส จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้ง คำถาม ขอบเขตเป้าหมาย และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำถามดังนี้

- ทำไม่น้ำเปลี่ยนเป็นสีอะไร
- ในลมหายใจมีอะไร แล้วเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นได้อย่างไร

- การที่น้ำบุ่มนีก็ลึกในการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร
 - 2) ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องทฤษฎีการชนกัน
 - 3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียน แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลงข้อสรุปจากการศึกษาใบความรู้ และนำความรู้ไปต่อยอดคำานวณที่ตนเองตั้งไว้อย่างถูกต้อง
 - 4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องทฤษฎีสารเชิงซ้อน กัมมันต์ (Activated – complex theory) ทฤษฎีเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าทฤษฎีสภาวะแทรกซ้อน (Transition state theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายขยายความทฤษฎีการชนให้ละเอียดขึ้น
 - 5) ขั้นประเมินผล นักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมาย ครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครูประเมินนักเรียนจากในงาน
- 3.3.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพลังงานกับการคำนวณไปของปฏิกิริยาเคมี โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้
- 1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูยกสถานการณ์การระเบิดของอุบัติเหตุ มีอะไรเกี่ยวข้องบ้างจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งคำานวณ ขอบเขตเป้าหมาย และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำานวณดังนี้
 - ทำไมมีความร้อนเกิดขึ้น
 - ความร้อนที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีอย่างไร
 - 2) ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนทำการทดลอง 2 ตอน ตอนแรกผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์และกรดไขมัน เช่น ไข่แดงแก้วคนสารสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง และเขามีอสัมพสบาริเวณด้านนอกด้วยความระมัดระวัง ตอนที่ 2 ผสมสารแคลเซียมไฮครอกไไซด์กับแอมโมเนียมคลอไรด์อย่างละ 2 ช้อน ในบิ๊กเกอร์ ใช้เท่งแก้วคนสารให้เข้ากัน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและเขามีอสัมพสบาริเวณด้านนอกของถ้วยกระเบื้อง
 - 3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลงข้อสรุปจากการทดลอง นำความรู้ไปต่อยอดคำานวณที่ตนเองตั้งไว้อย่างถูกต้อง
 - 4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนศึกษาใบความรู้จนสามารถอธิบายผลลัพธ์งานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - 5) ขั้นประเมินผล นักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมาย ครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครูประเมินนักเรียนจากในงาน

3.3.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยอะไรให้ฟ่องมากกว่ากัน โดยการทดลองใช้โทรศัพท์เคลื่อน 2 หลอด จากนั้นใส่สังกะสีและแมกนีเซียมลงไป ครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งคำถาน ขอบเขตเป้าหมาย และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำถานดังนี้

- ทำไมโลหะ 2 ชนิดให้ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน
- ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้การเกิดปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็วหรือช้า

2) ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนศึกษาผลการทดลองการเกิดฟองแก๊สของโลหะแมกนีเซียม การเขียนรายงานผลการทดลองลงในแผ่นผังตัววิ

3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลงข้อสรุปจากการทดลอง และการศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ขั้นสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปตอบคำถานที่ตนเอองดัง ไว้อย่างถูกต้อง

4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการเขียนรายงานผลการทดลองลงในแผ่นผังตัววิ

5) ขั้นประเมินผล นักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมายครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครูประเมินนักเรียนจากรายงานผลการทดลองจากกิจกรรมต่าง ๆ

3.3.1.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูยกสถานการณ์การบ่มกล้าวย กับทึ้งให้กล้าวยสุกเอง สถานการณ์ในที่ทำให้กล้าวยสุกเร็วกว่ากัน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งคำถาน ขอบเขต เป้าหมาย และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำถานดังนี้

- ทำไมการบ่มกล้าวยจึงทำให้กล้าวยสุกเร็ว
- สารที่เติมเข้าไปทำหน้าที่อย่างไร

2) ขั้นสำรวจและค้นหา จากคำถานที่ตั้งไว้ แต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเรื่องสารบางชนิดที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้โลหะสังกะสี ทองแดง สังกะสีพันด้ายทองแดง ใส่ลงในหลอดทดลอง 3 หลอด จากนั้นใส่กรดไฮโดรคลอริกลงไป นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครุอยให้คำแนะนำสำหรับหัวใจในการทดลอง

3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลงข้อสรุปจากการทดลอง และการศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ขั้นสามารถอธิบายผลของสารบางชนิดที่มี

ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปตอบคำถามที่ตนเองตั้งไว้อย่างถูกต้อง

4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเรื่องตัวหน่วยปฏิกิริยาเคมีโดยใช้เปลือกไข่บดละเอียดใส่ในหลอดทดลอง 2 หลอด หลอดที่ 2 ใส่โซเดียมฟลูออไรด์ จากนั้นเติมกรดแอลชิติก โดยนักเรียนวางแผนการทดลองใส่แพนผังรูปตัววี และรายงานผลการทดลองลงในแพนผังรูปตัววี

5) ขั้นประเมินผล นักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมาย ครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครูประเมินนักเรียนจากรายงานผลการทดลองจากกิจกรรมต่าง ๆ

3.3.1.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูยกสถานการณ์การต้มฟักทองทั้งถุง กับต้มขี้นเล็ก ๆ แบบไหนที่เต็มสุกเร็วกว่ากัน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งคำถาม ขอบเขต เป้าหมาย และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำถามดังนี้

- ฟักทองที่หั่นเป็นชิ้น ๆ ได้รับความร้อนที่ทั่วถึงทำให้สุกเร็วกว่า
- ฟักทองที่หั่นเป็นชิ้น ๆ มีผิวสัมผัสกับน้ำร้อนมากกว่า ทำให้สุกเร็วกว่า

2) ขั้นสำรวจและค้นหา จากคำถามที่ตั้งไว้แต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ลวดแมกนีเซียมที่พับไปมา กับลวดแมกนีเซียมที่ไม่ได้พับ ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นเท่ากันด้วยตนเอง โดยมีครูอยู่ให้คำแนะนำระหว่างทำการทดลอง

3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลงข้อสรุปจากการทดลอง และการศึกษาเนื้อหาในความรู้しながらสามารถอธิบายผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปตอบคำถามที่ตนเองตั้งไว้อย่างถูกต้อง

4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเรื่อง ความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้เปลือกไข่ที่มีขนาดแตกต่างกันทำปฏิกิริยากับกรดแอลชิติกที่มีความเข้มข้นเท่ากัน นักเรียนวางแผนการทดลองใส่แพนผังรูปตัววี และรายงานผลการทดลองลงในแพนผังรูปตัววี

5) ขั้นประเมินผล นักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมาย ครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครูประเมินนักเรียนจากรายงานผลการทดลองจากกิจกรรมต่าง ๆ

3.3.1.7 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนทำกิจกรรมอนาคตค้าตัวใหม่ออกแบบ
เร็วกว่ากัน ซึ่งกิจกรรมการทดลองนี้ใช้น้ำยาด่างจานและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และสีพิเศษ
อาหารลงไปในขวด 3 ใบจากนั้นเทโพแทสเซี่ยนไอโอไอค์ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันลงไปในแต่
ละขวด แล้วให้นักเรียนทายว่าขวดใบไหนที่อนาคตค้าออกแบบเร็วที่สุด เป็นการนำเข้าสู่การเรียนรู้
ประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ได้ด้วยตัวของคุณเอง

- ทำไมโพแทสเซี่ยนไอโอไอค์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน ทำให้มีฟองที่
เกิดขึ้นเร็วกว่ากัน
- ทำไมโพแทสเซี่ยนไอโอไอค์ที่มีความเข้มข้นมากที่สุด ทำให้ฟอง
แก๊สเกิดขึ้นเร็วที่สุด

2) ขั้นสำรวจและค้นหา จากคำถามที่ตั้งไว้แต่ละกลุ่มร่วมกันทำการ
ทดลองเรื่องความเข้มข้นของสาร ที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ลูกแมงกานีเซียม ทำ
ปฏิกิริยา กับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นต่างกันด้วยตนเอง โดยมีครุอยให้คำแนะนำ
ระหว่างทำการทดลอง

3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลง
ข้อสรุปจากการทดลอง และการศึกษาเนื้อหาในเรื่องนี้ สามารถอธิบายผลของการทดลองที่มี
ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปตอบคำถามที่ตนเองตั้งไว้อย่างถูกต้อง

4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเรื่องความ
เข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และกรด
แอดซิคที่มีความเข้มข้นต่างกัน นักเรียนวางแผนการทดลองใส่แผนผังรูปด้วย และรายงานผลการ
ทดลองลงในแผนผังรูปด้วย

5) ขั้นประเมินผล นักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมาย
ครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครุประเมินนักเรียนจากการรายงานผลการทดลองจากกิจกรรมต่าง ๆ

3.3.1.8 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องอุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา
เคมีโดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครุยกสถานการณ์การแข่งขันในศูนย์เย็นกับไม่ได้แข่ง
แล้วถามว่าการกระทำใหม่ที่ทำให้เนื้อเยื่อเร็วกว่ากัน จากนั้นครุให้นักเรียนแต่ละคนตั้งคำถาม
ขอบเขตเป้าหมาย และประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ตัวอย่างคำถามดังนี้

- ทำไมเนื้อที่อยู่ข้างนอกถึงเน่าเร็วกว่าที่แข่งในศูนย์เย็น
- ทำไมอุณหภูมิสูงจึงทำให้เนื้อเยื่อเร็วกว่ากัน

2) ขั้นสำรวจและศึกษา จากคำตามที่ตั้งไว้ แต่ละกลุ่มร่วมกันทำ การทดลองเรื่องอุณหภูมิของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยเปิดชุดโซดา 2 ชุด แล้วปิดปาก ขวดด้วยถุงโป่ง ขวดที่ 1 ตั้งแข็งในน้ำแข็ง ขวดที่ 2 ต้มบน hotplate โดยมีครุอยให้คำแนะนำ ระหว่างทำกิจกรรม

3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายลง ข้อสรุปจากการทดลอง และการศึกษานี้อหาในใบความรู้ชนสามารถอธิบายผลของความเข้มข้นที่มี ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปตอบคำถามที่ตนเอองตั้งไว้อย่างถูกต้อง

4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลอง เรื่องความ เข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แคลเซียมคาร์บอนेट (CaCO_3) ทำปฏิกิริยากับ กรดแอกซิติกที่อุณหภูมิแตกต่างกัน นักเรียนวางแผนการทดลองใส่แผ่นพังผืดตัววี และรายงาน ผลการทดลองลงในแผ่นพังผืดตัววี

5) ขั้นประเมินผล นักเรียนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามขอบเขต เป้าหมาย ครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ครูประเมินนักเรียนจากรายงานผลการทดลองจากกิจกรรมต่าง ๆ

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

3.3.2.1 แผ่นพังผืดตัววีสำหรับรายงานผลการทดลอง

3.3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจ

3.3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้จัดดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาเคมีที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือครุ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และรูปแบบ วิธีการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง (GI) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผน การจัดการเรียนรู้

3.4.1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง (GI) วิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 8 แผน รวม 16 ชั่วโมง

3.4.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาชารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของ

การจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน รวมทั้งภาษาหรือข้อความประโยคที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และพิจารณาให้ข้อคิดเห็น

3.4.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองแทน การเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเบญจลักษณ์พิทยาคม อำเภอเบญจลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28

3.4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงสมบูรณ์แล้วนี้ไปจัดการเรียนรู้กับ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

สรุปขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง (GI)



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Christine and Rebecca, 2011)

3.4.2.2 กำหนดค่าดูประสิทธิภาพในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4.2.3 สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะได้แก่

(1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (2) ทักษะการควบคุมตัวแปร (3) ทักษะการทดลอง (4) ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล และ (5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังภาพที่ 3.2

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้โดยการให้เป็นค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความหมายของระดับคะแนนในแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

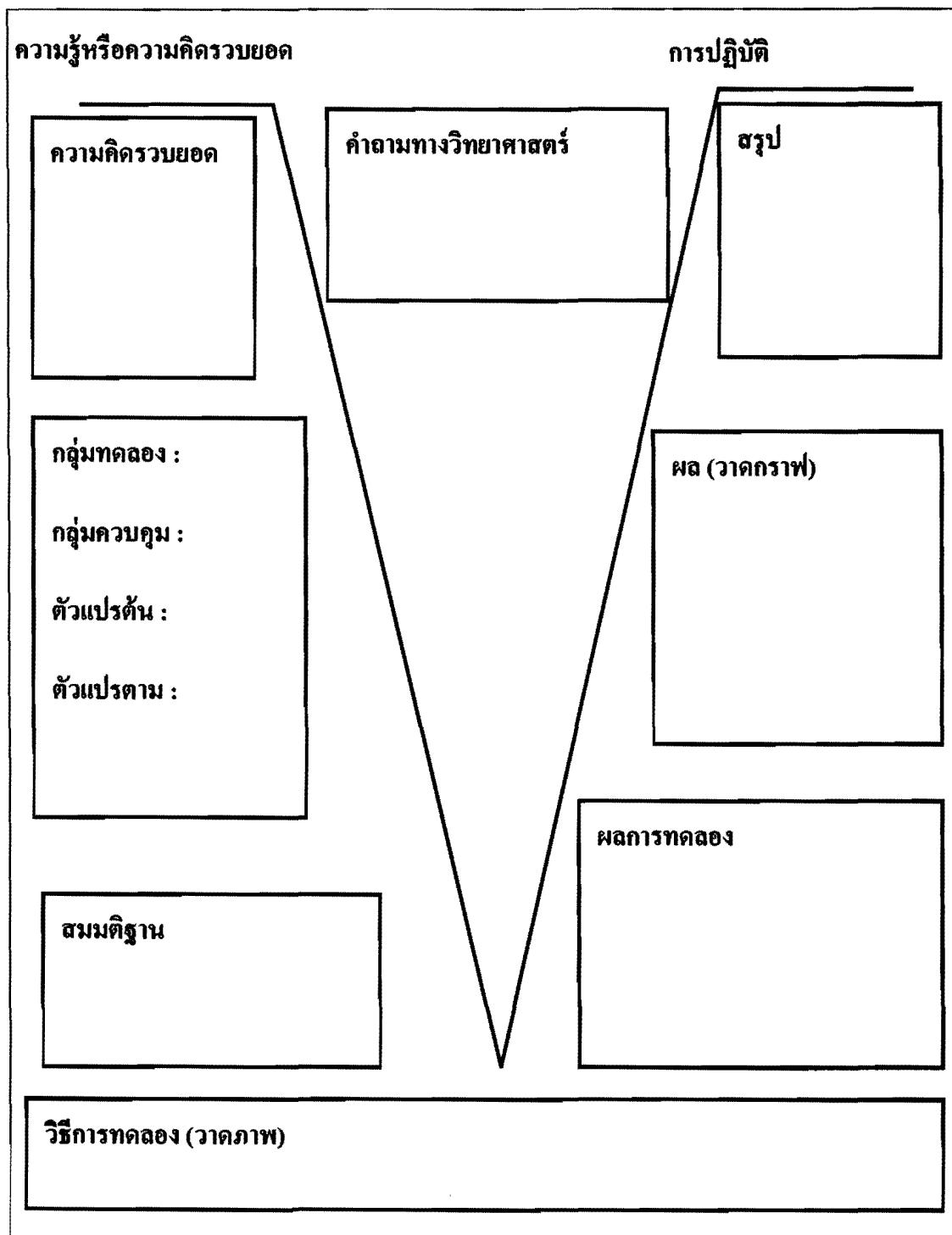
ระดับคะแนน	ระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3	มาก
2	ปานกลาง
1	น้อย

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ผู้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีตัวอย่างกิจกรรมที่วัดและประเมินผล ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตัวอย่างวิธีการวัดในแผนการจัดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมที่วัดและประเมินผล
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2. การควบคุมตัวแปร 3. การทดลอง 4. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล 5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	5 - 8	ตรวจรายงานผลการทดลอง ที่นักเรียนเขียนในแผนผังรูปด้วย

3.4.2.4 นำแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาปรับปรุงตามคำชี้แนะแนวทางของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำไปประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



ภาพที่ 3.2 แผนผังรูปตัววี

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแผนผังรูปตัววี

องค์ประกอบของ แผนผังรูปตัววี	คะแนน		
	3	2	1
คำถามสำคัญ (Focus question)	คำถามชัดเจน แม่นยำและสามารถ ตรวจสอบได้ด้วย การทดลอง	คำถามไม่ชัดเจน หรือถ้าความแต่ สามารถตรวจสอบ ได้ด้วยการทดลอง	คำถามไม่ชัดเจนและ ไม่สามารถตรวจสอบ ได้
สมมติฐาน	คำถามชัดเจน แม่นยำ และสามารถ ตรวจสอบได้	ตอบคำถามได้ บางส่วน	สมมติฐานไม่สามารถ ตรวจสอบได้และ ไม่สนับสนุนข้อมูล
	สนับสนุนและแสดง เหตุผล ความคิด รวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้ตั้ง ^{ไว้}	มีข้อมูลแต่ไม่ได้ เชื่อมโยงความคิด รวบยอดที่ตั้งไว้	มีข้อมูลแต่ไม่ได้ เชื่อมโยงความคิดรวม ข้อคิดที่ตั้งไว้
การควบคุมตัว แปร	มีการควบคุมตัวแปร ต้น ตัวแปรตามได้ ถูกต้อง	กำหนดตัวแปรต้น และ ตัวแปรควบคุม ^{ไม่} เหมาะสม	ไม่กำหนดตัวแปรต้น หรือตัวแปรควบคุม
วิธีการทดลอง	อธิบายการทดลอง ได้ชัดเจน	อธิบายรายละเอียด คุณภาพ (ไม่ กำหนดคปริมาณมา ^{ให้})	อธิบายไม่ครอบคลุม ^{นิ} บางข้อตอนขาดหาย
	การทดลองสามารถ ตอบคำถามที่ตั้งไว้ ^{ได้}	การทดลองสามารถ ตอบคำถามที่ตั้งไว้ ^{ได้}	การทดลองไม่สามารถ ตอบคำถามที่ตั้งไว้ ^{ได้}

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแผนผังรูปตัววี (ต่อ)

องค์ประกอบของ แผนผังรูปตัววี	คะแนน		
	3	2	1
จัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	ออกแบบตารางเป็น ระบบชั้ดเจนดี	มีตารางข้อมูลแต่ไม่ ชัดเจนหรือไม่ครบ	มีตารางข้อมูลแต่ ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบ
	กราฟชั้ดเจน มีการ ระบุค่าในแกน x แกน y และชื่อกราฟ	มีกราฟ แต่ไม่ระบุค่า ในแกน x แกน y หรือชื่อกราฟ	กราฟไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์หรือ ขาดหาย
การตีความหมายและ ลงข้อสรุป	ประเมินสมมติฐาน โดยอาศัยข้อมูลเป็น หลัก	ประเมินสมมติฐาน โดยอาศัยข้อมูลเป็น หลัก แต่มีบางส่วน ขาดหาย	ไม่ได้ประเมิน สมมติฐานจากข้อมูล ที่มีอยู่
	ตอบคำถามสำคัญได้ ถูกต้อง	คำถามสำคัญอาจจะ ไม่มีที่มาแต่มีคำตอบ	ตอบคำถามสำคัญ ไม่ได้
	มีการเชื่อมโยงกับ อย่างชัดเจนระหว่าง ผลการทดลองกับ ความคิดรวบยอด ทางวิทยาศาสตร์บ้าง	มีการเชื่อมโยง ความคิดรวบยอด ทางวิทยาศาสตร์บ้าง	การเชื่อมโยงระหว่าง ความคิดรวบยอดและ สรุปมีน้อยหรือไม่ ถูกต้อง

3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้จัดสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามขั้นตอน 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 ให้สอดคล้องกับตารางวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการพิจารณาคัดเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ นักเรียนได้คะแนน 0.2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกแต่เขียน

ค่าตอบผิด 0.4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบผิดแต่เขียนคำตอบไม่ครบถ้วน 0.6 คะแนน เมื่อนักเรียน
ตอบผิดแต่เขียนคำตอบครบถ้วน 0.8 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกแต่เขียนคำตอบไม่ครบถ้วน
1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกและเขียนคำตอบครบถ้วน

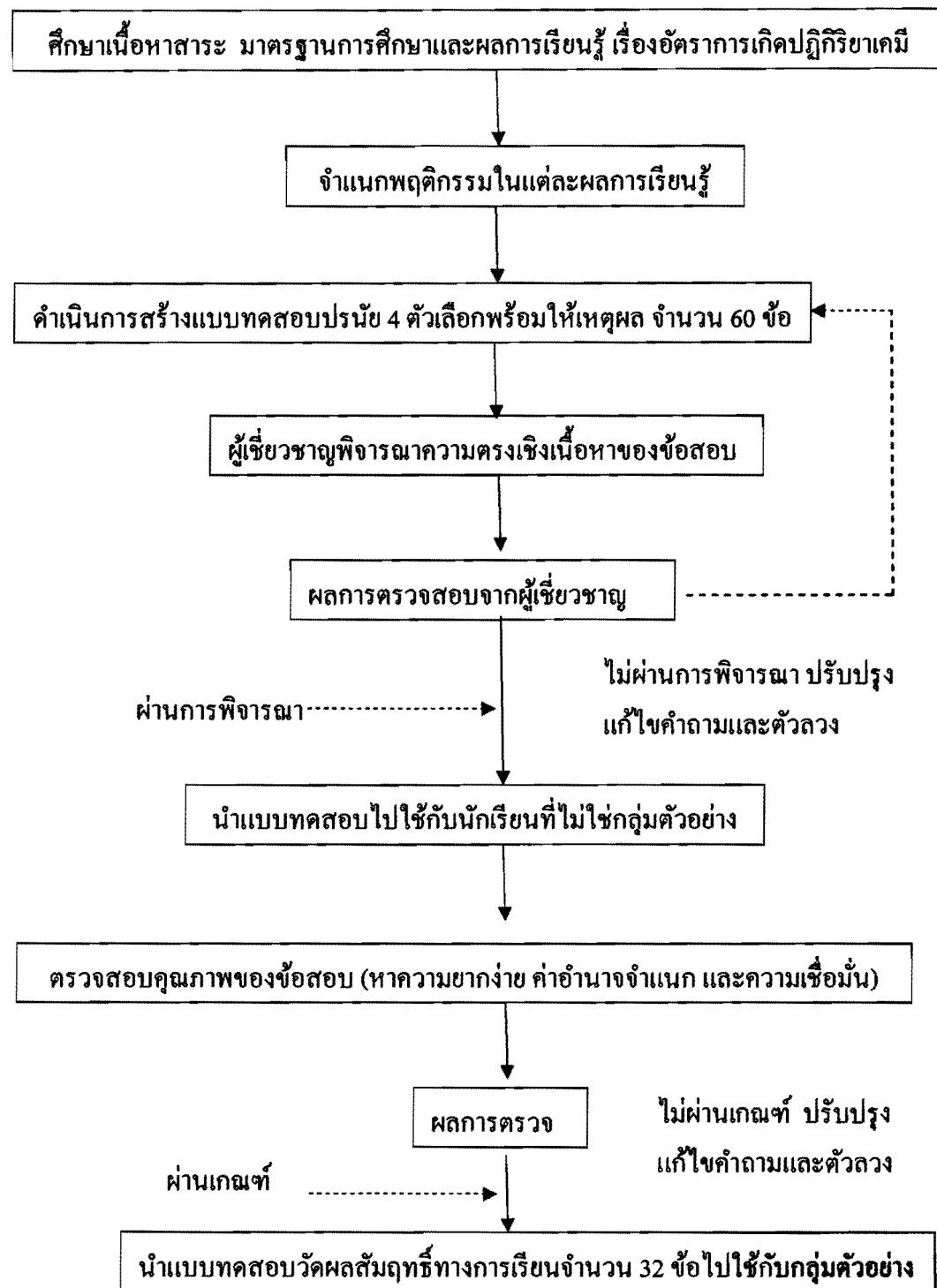
3.4.2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณา
ความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับมาตรฐานคุณประสมศึกษาเรียนรู้ (IOC) ว่า
ข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณาระดับความรู้และการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัด
หรือไม่ ความเหมาะสมของเวลา ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก บันทึกผลการพิจารณาของ
ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นรายข้อ

3.4.2.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โรงเรียนเบญจลักษณ์
พิทยาคม อำเภอเมืองลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ที่
กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ซึ่งผ่านการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
มาแล้ว

3.4.2.6 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และ
ค่าอำนาจจำแนก (r) ทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกดึงแต่ .20 ขึ้นไปถึง +1 ค่าความยาก
ง่าย .20 ถึง .80 ข้อสอบข้อใดไม่อยู่ในเกณฑ์นำไปแก้ไขปรับปรุงใหม่แล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบและพิจารณาคัดให้เหลือเฉพาะข้อที่เข้าเกณฑ์

3.4.2.7 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 32 ข้อ ใช้เวลาในการ
ทำแบบทดสอบ 60 นาที นำมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

3.4.2.8 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2
แบบทดสอบที่ได้เป็นแบบทดสอบที่ใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้แบบสีบล๊ะ
ชี้แจงแนวทาง โดยมีขั้นตอนดังนี้

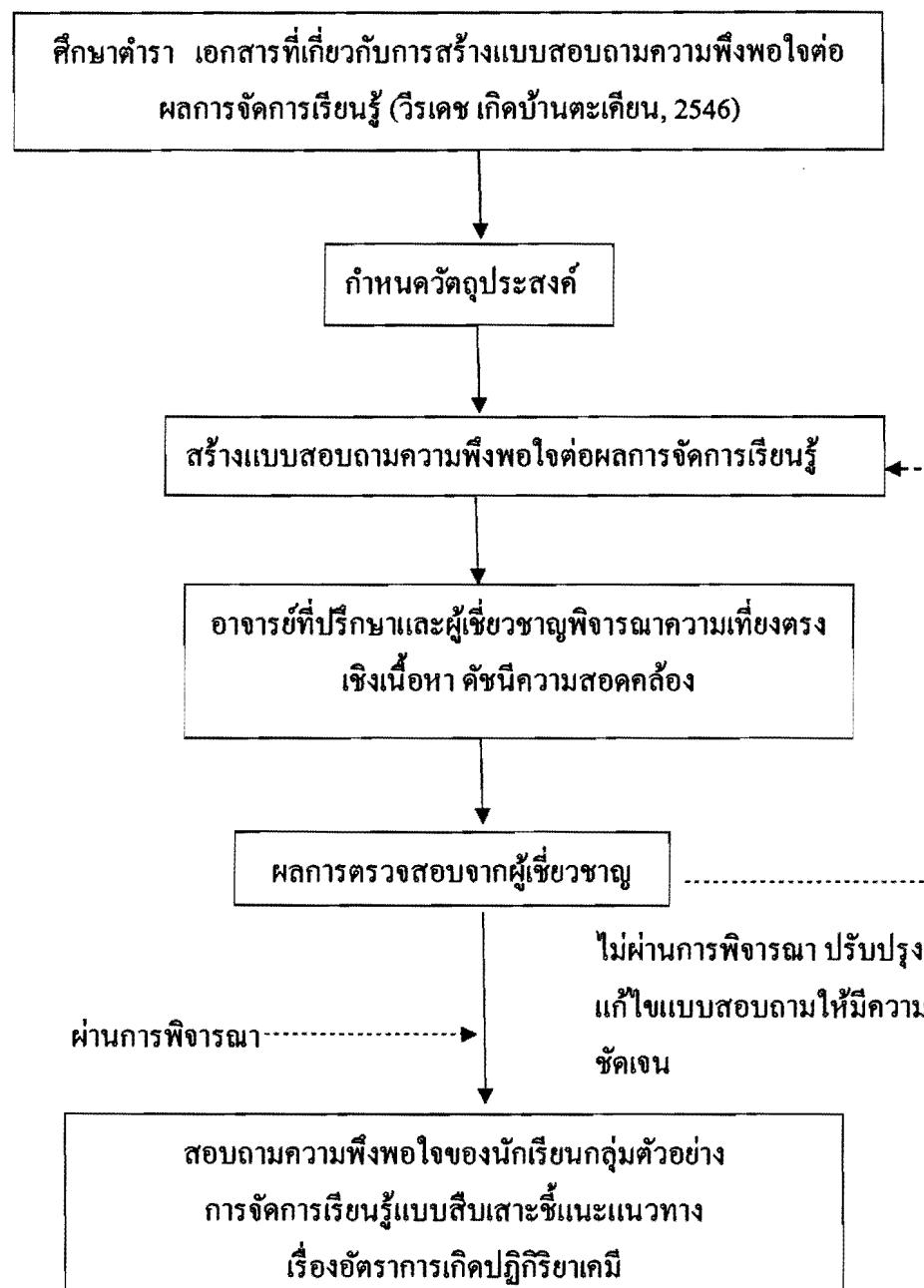
3.4.3.1 ศึกษาคำรา เอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อ
ผลการจัดการเรียนรู้ (วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน, 2546)

3.4.3.2 กำหนดคุณลักษณะสำคัญในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผล
การจัดการเรียนรู้

3.4.3.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้แบบสีบล๊ะ
ชี้แจงแนวทางเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยสร้าง
แบบสอบถามเป็นแบบ Likert scale (วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน, 2546) ใน 4 ประเด็นคือ (1) แผนผัง
รูปตัววี (2) วิธีการสอนแบบสีบล๊ะชี้แจงแนวทาง (3) บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอน
(4) ทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรม โดยคำตอบของข้อความแต่ละข้อความมีทางเลือกอยู่
5 ระดับ คือ 5 = ความพึงพอใจมากที่สุด 4 = ความพึงพอใจมาก 3 = ความพึงพอใจปานกลาง
2 = ความพึงพอใจน้อย 1 = ความพึงพอใจที่สุด วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความ
เชื่อมั่นโดยใช้สูตรของ Cronbach

3.4.3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้
อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้
และการประเมินที่ถูกต้อง และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (Index of
Objective Congruence) นำตารางวิเคราะห์ค่า IOC ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง
ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 – 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะปรับแก้ไขข้อความใน
แบบสอบถามให้มีความชัดเจน จัดหมวดหมู่ของการสอบถาม

3.4.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาปรับปรุง
ตามคำชี้แจงแนวทางของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำสอบถามความพึงพอใจของ
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างการจัดการเรียนรู้แบบสีบล๊ะชี้แจงแนวทางเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้

3.5 การดำเนินการรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 นักเรียนก่อนตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เรื่องยัตรการเกิดปฏิกริยาเคมี

3.5.2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน คละคนเก่ง คนอ่อน ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทาง ในแผนการสอนที่ 5-8 ประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์จากการเขียนรายงานการทดลองในแผนผังรูปตัววี ซึ่งมีระดับคะแนนแต่ละข้อ เป็น 3 2 และ 1 โดยมีคะแนนตามเกณฑ์ที่ระบุไว้

3.5.3 หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นทำการวัดผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือ ดังนี้ (1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (2) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนก่อนเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน แบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้น้ำวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์การวิจัย

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนจากรายงานผลการทดลองที่นักเรียนเขียนในแผนผังรูปตัววีมาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และแปลความหมาย

3.6.2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลการจัดการเรียนรู้ นำคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ

3.6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเคมี นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า t-test และร้อยละความเข้าใจ จากนั้นวิเคราะห์ความเข้าใจตามเกณฑ์ของ (Calik and Ayas, 2005) ที่ให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 4 ระดับ คือ (1) ความเข้าใจที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถามได้ 1 คะแนน (2) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ได้ 0.8 คะแนน 0.6 คะแนน และ 0.4 คะแนน (3) ความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific alternative conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ได้ 0.2 คะแนน และ (4) ไม่เข้าใจ (No understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ไม่ได้คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การวิจัยการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง มีผลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

- (1) ผลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- (2) ผลการสอนถดถอยความพึงพอใจ
- (3) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ผลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1.1 คะแนนทักษะทางวิทยาศาสตร์

ในการวัดผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะ แนวทางจำนวน 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง การจัดกรรดำเนินการ ถือเป็นตัวแปร แต่ละตัวแปรมีความหมายของข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งประเมินกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 33 คน ในการทดลอง 4 เรื่อง ได้แก่ การทดลองที่ 1 เรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี โดยนักเรียนทำการทดลอง ระหว่างเปลี่ยนฟลูออิริดิกกับกรดแอลูมิโนซิทิก และเปลี่ยนฟลูออิริดิกกับโซเดียมฟลูออิริดิก กับกรดแอลูมิโนซิทิก เพื่อศึกษาผลของการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยนักเรียนใช้เปลี่ยนฟลูออิริดิกกับกรดแอลูมิโนซิทิก เพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเพิ่มพื้นที่ผิว การทดลองที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเพิ่มพื้นที่ผิว การทดลองที่ 3 เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนได้ทำการทดลองโดยใช้กรดแอลูมิโนซิทิกความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.15, 0.1 และ 0.05 M ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนความเข้มข้น การทดลองที่ 4 เรื่องอุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนได้ทำการทดลองโดยใช้กรดแอลูมิโนซิทิกความเข้มข้น 0.1 M ทำปฏิกิริยากับ

แคดเชิญการรับอนาคตที่อุณหภูมิต่าง ๆ เพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ โดยใช้อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 นักเรียนขณะทำการทดลองด้วยอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้น

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากการทดลองของนักเรียน ที่ได้คะแนนในระดับมาก แสดงดังภาพที่ 4.2 ก่อนที่จะทำการทดลองนักเรียน ได้ตั้งคำถามจากกิจกรรมที่สร้างขึ้น ในขั้นการ สร้างความสนใจ ซึ่งนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้คะแนนในระดับดี ตั้งแต่การทดลองที่ 1-3 ดังนี้ ร้อยละ 12 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 67 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 79 และการทดลองที่ 4 ร้อยละ 76 ซึ่งจะเห็นว่า ทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นจากการทดลองที่ 1 ถึงที่ 3 ส่วนการทดลองที่ 4 มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองที่ 3

- (A) “ การเดินโดยเดินฟลูออโรค์ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นหรือช้าลงอย่างไร ”
- (B) “ การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นหรือไม่ ”
- (C) “ การเพิ่มความเข้มข้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นหรือไม่ ”
- (D) “ การเพิ่มอุณหภูมิทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นหรือไม่ ”

ภาพที่ 4.2 การตั้งคำถามจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกิริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้น และ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเหมือนกับนักเรียน ได้คะแนนในระดับมาก

จากภาพที่ 4.2 (A)-(D) นักเรียนสามารถตั้งคำถามโดยใช้คำว่าหรือไม่ อย่างไร และ เป็นคำถามที่ตอบ นอกจากนี้นักเรียนมีการตั้งคำถามที่แนะนำทางสู่การตั้งสมมติฐาน เช่น ภาพที่ 4.2 (B) การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นหรือไม่

ผลการวิเคราะห์อยละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละการทดลองของนักเรียนแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ร้อยละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละการทดลอง จากจำนวน
นักเรียน 33 คน

ทักษะทั่วๆ	การทดลองเรื่องห้างฯ											
	ตัวหน่วยปฏิกิริยา			พื้นที่ผิว			ความเข้มข้น			อุณหภูมิ		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
การตั้งคำถาม สำคัญ	12	15	73	67	33	-	79	6	15	76	24	-
1. การตั้ง สมมติฐาน	64	18	15	48	52	-	100	-	-	100	-	-
2. การควบคุม ตัวแปร	3	94	3	85	12	3	85	15	-	94	6	-
3. การทดลอง												
3.1 การอธิบาย การทดลอง	48	48	3	67	33	-	48	52	-	45	55	-
3.2 การทดลอง ตอบคำถามที่ตั้ง ^{ทุก}	79	21	-	91	9	-	82	15	3	67	30	3
เฉลี่ย	63.5	34.5	1.5	79	21	-	65	33.5	1.5	56	42.5	1.5

ตารางที่ 4.1 ร้อยละทักษะกระบวนการทางวิชาศาสตร์ในแต่ละการทดลอง จากจำนวนนักเรียน 33 คน (ต่อ)

ทักษะต่างๆ	การทดลองเรื่องต่างๆ											
	ตัวหน่วยปฏิกริยา			พื้นที่ผิว			ความเข้มข้น			อุณหภูมิ		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
4. การจัด กระทำ และสื่อ ความหมาย ข้อมูล												
4.1 ออกแบบ ตารางเป็น ระบบ	91	9	-	88	12	-	94	6	-	97	3	-
4.2 การเขียน กราฟ	-	-	-	79	3	18	76	-	24	61	15	24
เฉลี่ย	91	9	-	83.5	7.5	9	85	3	12	79	9	12
5. การ ตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป												
5.1 การ อธิบายข้อมูล	94	-	6	85	-	15	76	3	21	73	-	27
5.2 การ ประเมิน สมมติฐาน	36	12	52	33	3	64	27	3	70	18	12	70
5.3 การตอบ คำถามสำคัญ	39	36	24	39	27	33	39	15	45	30	3	67
เฉลี่ย	56.3	16	27.3	52.3	10	37.3	47.3	7	45.3	40.3	5	54.7

4.1.1.1 การตั้งสมนติฐาน

จากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์เกี่ยวกับการตั้งสมนติฐาน โดยประเมินจาก การทดลองที่ 1-4 เรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี พื้นที่ผิว ความเข้มข้น และอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตรา การ เกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า นักเรียนมีทักษะการตั้งสมนติฐานในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 64, 48, 100 และ 100 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากการทดลองที่ 1-4 ยกเว้นการทดลองที่ 2 ที่มีคะแนนร้อยละ 48 เพื่อจาก ในการทดลองเรื่องพื้นที่ผิวของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนักเรียนต้องระบุด้วยว่า การบดเปลือกไปเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารแต่ในการตั้งสมนติฐานนักเรียนบอกเพียง การเพิ่ม พื้นที่ผิวทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้นเท่านั้น ทำให้ได้คะแนนในระดับมากมีค่าร้อยละน้อยกว่า จากการทดลองที่ 1 รายละเอียดการตั้งสมนติฐานในระดับมากดังแสดงในภาพที่ 4.3 A)-(D)

- | | |
|-----|--|
| (A) | <p style="text-align: center;">“ถ้าใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว แต่ถ้าใส่ตัวหน่วงปฏิกิริยา จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง”</p> |
| (B) | <p style="text-align: center;">“ตัวบดเปลือกไปให้ละเอียดยิ่งทำให้เปลือกไปมีพื้นที่ผิวมากขึ้น ดังนั้นอัตราการ เกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น”</p> |
| (C) | <p style="text-align: center;">“ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มขึ้นและถ้าลดความเข้มข้น ของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะลดลง”</p> |
| (D) | <p style="text-align: center;">“ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น ถ้าลดอุณหภูมิของ สารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะลดลง”</p> |

ภาพที่ 4.3 ทักษะการตั้งสมนติฐานจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วงปฏิกิริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาที่นักเรียน ได้คะแนนในระดับมาก

จากภาพที่ 4.3 (D) ในเรื่องอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนเขียน “ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น ถ้าลดอุณหภูมิของสาร ตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะลดลง” ซึ่งสอดคล้องกับเหตุและผลตรงที่นักเรียนเขียน “ถ้า..... และ.....” ปัจจุบันกว่า นักเรียนมีทักษะการตั้งสมนติฐานเป็นอย่างดี ส่วนคะแนนทักษะการ ตั้งสมนติฐานที่นักเรียนได้คะแนนในระดับปานกลาง ในการทดลองที่ 1 และ 2 เป็นดังนี้

- (A) “ถ้าสารตั้งต้นที่ละเอียดจะทำปฏิกิริยาเร็วกว่าสารที่มีอนุภาคขนาดใหญ่”
- (B) “ถ้าใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง และถ้าไม่ใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น”

ภาพที่ 4.4 ทักษะการตั้งสมมติฐานจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกิริยา และ (B) พื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาที่นักเรียนได้คะแนนในระดับปานกลาง

จากภาพที่ 4.4 (A) และ (B) เป็นตัวอย่างทักษะการตั้งสมมติฐานที่นักเรียนได้คะแนนในระดับปานกลาง รายละเอียดเช่น ภาพ 4.4 (A) นักเรียนตั้งสมมติฐานที่มีเหตุคือสารตั้งต้นที่ละเอียดและผลคืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น แต่นักเรียนไม่ขยายความว่าสารตั้งต้นที่ละเอียดเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารดังนั้นนักเรียนจึงได้คะแนนในระดับปานกลาง ส่วนคะแนนทักษะการตั้งสมมติฐานที่นักเรียนได้คะแนนในระดับน้อยเป็นดังนี้

- (A) “ถ้าไม่ใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์ฟองแก๊สผุดขึ้นอย่างรวดเร็ว”

ภาพที่ 4.5 ทักษะการตั้งสมมติฐานจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วยปฏิกิริยาเคมีที่ได้คะแนนในระดับน้อย

จากภาพที่ 4.5 นักเรียนเขียนเหตุคือไม่ใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์และผลคือแก๊สผุดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งยังไม่ครอบคลุม นักเรียนต้องบอกว่าไม่ใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็วกว่าใส่โซเดียมฟลูออไรด์ หรืออาจจะเขียนว่าถ้าใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดช้ากว่าไม่ใส่ และต้องระบุด้วยว่าดังนั้นโซเดียมฟลูออไรด์เป็นตัวหน่วยปฏิกิริยาเคมี

4.1.1.2 การควบคุมตัวแปร

จากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ทักษะการควบคุมตัวแปร พบร่วมนักเรียนมีคะแนนในระดับมากในการทดลองที่ 1 เรื่องตัวหน่วยปฏิกิริยาเคมี คิดเป็นร้อยละ 3 การทดลองที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการทดลองที่ 3 เรื่องความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนักเรียนมีคะแนนในระดับมากเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 85 และการทดลองที่ 4 เรื่องอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีทักษะในการควบคุมตัวแปรโดยมี

คะแนนในระดับมากเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 94 เนื่องจากในการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นเรื่องใหม่นักเรียนจึงมีคะแนนในระดับมากน้อย หลังจากที่นักเรียนได้เรียนแบบสืบเสาะชี้แนวทางพร้อมทั้งเขียนผลการทดลองลงในแผนผังรูปตัววิ่งให้นักเรียนมีทักษะ คะแนนในทักษะนี้จึงเพิ่มขึ้นและเพิ่มสูงที่สุดในการทดลองที่ 4 รายละเอียดทักษะการควบคุมตัวแปรในระดับมากในแต่ละการทดลองเป็นดังนี้

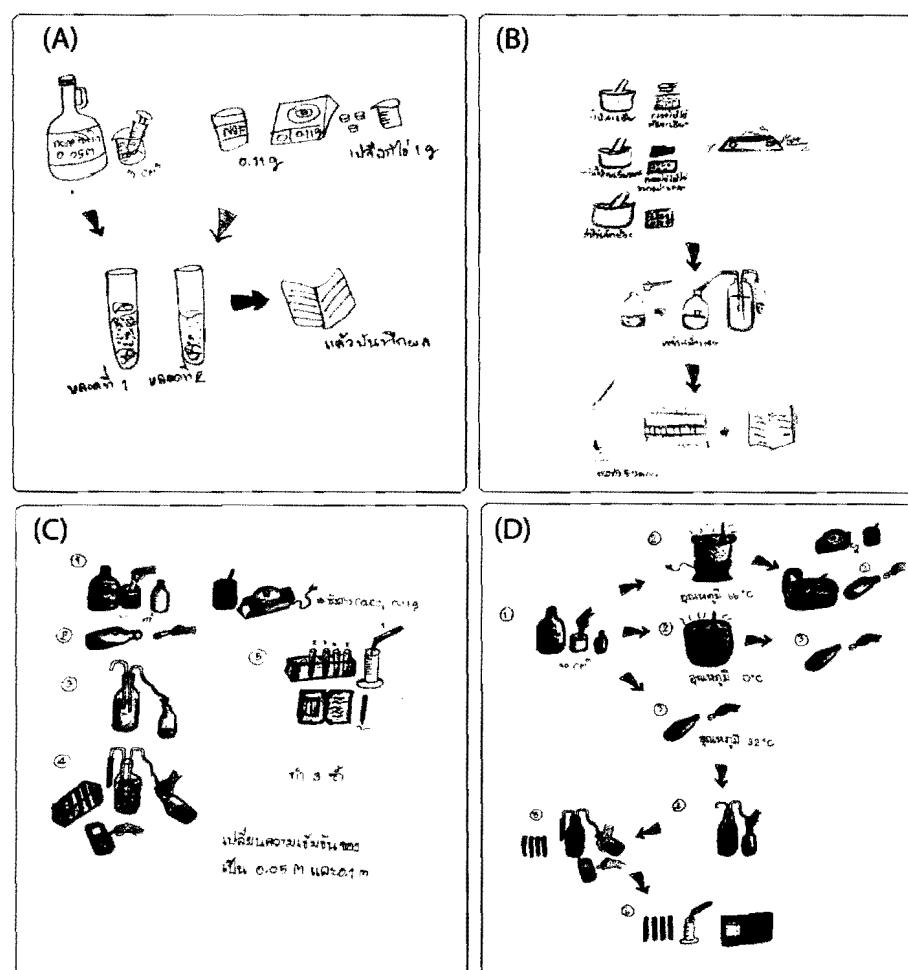
(A)	“ตัวแปรควบคุม : อุปกรณ์ เวลา ปริมาณสาร โซเดียมฟลูออไรด์ ปริมาณเปลือกไข่ ปริมาตรกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.5 M ตัวแปรต้น : โซเดียมฟลูออไรด์ ตัวแปรตาม : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”
(B)	“ตัวแปรควบคุม : เวลา ความเข้มข้นของกรดอะซิติก อุปกรณ์ น้ำหนักของ เมล็ดอกไก่ ตัวแปรต้น : พื้นที่ผิว ตัวแปรตาม : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”
(C)	“ตัวแปรควบคุม : อุปกรณ์ เวลา น้ำหนักของสารแคลเซียมคาร์บอเนต ปริมาตรของกรดอะซิติก ตัวแปรต้น : ความเข้มข้น ตัวแปรตาม : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”
(D)	“ตัวแปรควบคุม : อุปกรณ์ เวลา น้ำหนักของสารแคลเซียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นของกรดอะซิติก ตัวแปรต้น : อุณหภูมิ ตัวแปรตาม : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”

ภาพที่ 4.6 ทักษะการควบคุมตัวแปรจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วงปฏิกิริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก

จากภาพที่ 4.6 (A) – (D) นักเรียนมีการตั้งตัวแปรต้นคือตัวแปรที่ต้องการศึกษาในแต่ละเรื่อง เช่น ตัวหน่วงปฏิกิริยา พื้นที่ผิวของสาร ความเข้มข้น และมีการตั้งตัวแปรตามคือตัวแปรที่เป็นผลของตัวแปรต้นนั้นก็คืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจากนี้ตัวแปรที่นักเรียนตั้ง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ก็คือตัวแปรควบคุมเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่จะทำให้ผล การทดลองคลาดเคลื่อน หากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกันเช่น เวลา อุปกรณ์ ปริมาณสาร โซเดียมฟลูออไรด์ ปริมาณเปลือกไข่ ปริมาตรของกรดอะซิติก ความเข้มข้นของกรดอะซิติก แสดงว่ากับนักเรียนมีทักษะการควบคุมตัวแปรเป็นอย่างดี

4.1.1.3 ทักษะการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ทักษะการทดลอง พบร้านักเรียนมีคะแนนในการทดลองที่ 1 คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 63.5 การทดลองที่ 2 มีทักษะเพิ่มขึ้นคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 79 การทดลองที่ 3 คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 65 และการทดลองที่ 4 คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 56 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่าในการทดลองที่ 3 และการทดลองที่ 4 เป็นเรื่องของความเข้มข้นและอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามลำดับ พบร้านักเรียนมากกว่าในการทดลองซึ่งต้องมีการเพิ่มความเข้มข้นหรือเพิ่มอุณหภูมนักเรียนส่วนมากเขียนความเข้มข้นไม่ครบทั้ง 3 ความเข้มข้นหรือเรื่องอุณหภูมนักเรียนไม่เขียนอุณหภูมิห้องแต่เขียนอุณหภูมิต่อกับอุณหภูมิสูงจึงทำให้คะแนนในทักษะการทดลองลดลง รายละเอียดการเขียนแผนภาพการทดลองที่นักเรียนได้คะแนนมากเป็นดังนี้



ภาพที่ 4.7 ทักษะการควบคุมตัวแปรจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วงปฏิกิริยา (B) พื้นที่พิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก

จากภาพที่ 4.7 (A) – (D) นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพการทดลองอย่างต่อเนื่องนี้ การกำหนดปริมาณของสารที่ใช้อย่างชัดเจนและเขียนแผนภาพการทดลองได้ครอบคลุม เช่น ภาพที่ 4.7 (D) นักเรียนเขียนแผนภาพอุณหภูมิทั้ง 3 อุณหภูมิ ซึ่งสามารถตอบสนองตัวตนได้ นอกจากนี้นักเรียนยังมีการใช้สีที่บอกลึงอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง มีการกำหนดระดับน้ำในแต่ละหลอดทดลองว่า เมื่อเวลาที่ใช้ในการทดลองเพิ่มขึ้นระดับน้ำในหลอดทดลองจะลดลง ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าการทดลองเริ่มต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็ว เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้ช้าลง แสดงว่านักเรียนมีทักษะการทดลองเป็นอย่างดี

4.1.1.4 ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล

จากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล (4.1 – 4.2) พบว่า นักเรียนมีคะแนนในระดับมาก ใน การทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 91, 83.5, 85 และ 79 ตามลำดับ ที่ เป็นเช่นนี้ เพราะการทดลองที่ 1 ไม่ได้เขียนกราฟเนื่องจากนักเรียนทำการทดลองโดยใช้หลอดทดลอง และศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการผุดของฟองแก๊ส ส่วนการทดลองอื่น ๆ ที่เหลือเขียนกราฟและนำมาเฉลี่ยกับการบันทึกผลการทดลองในตาราง การที่การทดลองที่ 3 มีค่าร้อยละของคะแนนในระดับมากสูงที่สุดเนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการบันทึกผลการทดลองและเขียนกราฟ ในส่วนของการทดลองที่ 4 นักเรียนมีค่าร้อยละน้อยกว่าการทดลองที่ 3 เนื่องจากในการบันทึกผลการทดลองนักเรียนจะเขียนการทดลองแยกออกเป็น 3 ตารางทำให้ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง ตัวอย่างการเขียนตารางบันทึกข้อมูลที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมากคั่งภาพที่ 4.8 และตัวอย่างการเขียนกราฟที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมากแสดงดังภาพที่ 4.9

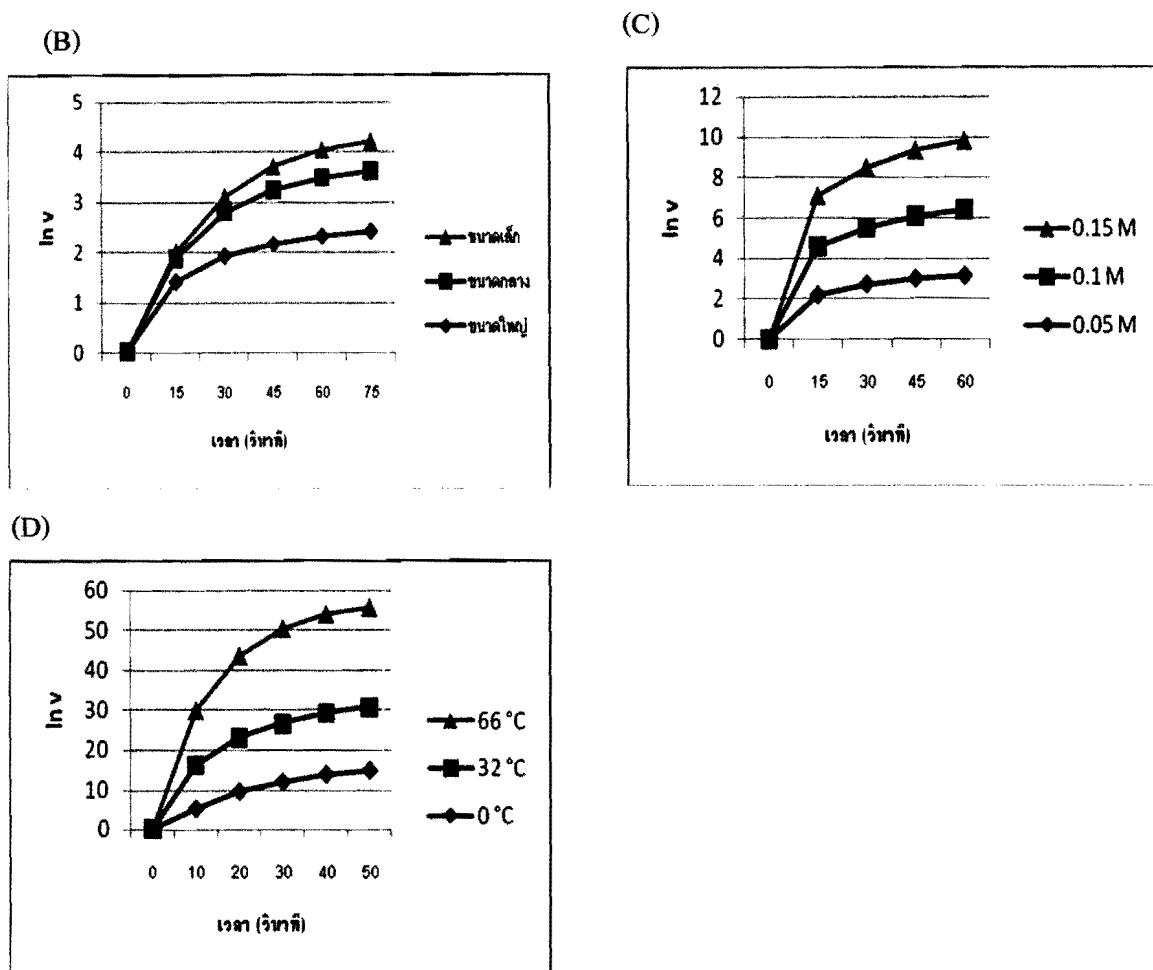
การทดลอง ครั้งที่	หลอดที่ใส่โซเดียม ฟลูออไรด์	หลอดที่ไม่ใส่โซเดียม ฟลูออไรด์
1	ปูนกาวิยาเคมีจะมุดช้ำ เวลานานขึ้นก็จะมุด ช้ำลงเรื่อยๆ และเกิด ฟองสีขาว	ปูนกาวิยาเคมีจะมุดเร็ว เวลานานขึ้นก็จะมุดช้ำ ลงเรื่อยๆ และเกิดฟอง สีขาว
2	ปูนกาวิยาเคมีจะมุดช้ำ เวลานานขึ้นก็จะมุด ช้ำลงเรื่อยๆ และเกิด ฟองสีขาว	ปูนกาวิยาเคมีจะมุดเร็ว เวลานานขึ้นก็จะมุดช้ำ ลงเรื่อยๆ และเกิดฟอง สีขาว
3	ปูนกาวิยาเคมีจะมุดช้ำ เวลานานขึ้นก็จะมุด ช้ำลงเรื่อยๆ และเกิด ฟองสีขาว	ปูนกาวิยาเคมีจะมุดเร็ว เวลานานขึ้นก็จะมุดช้ำ ลงเรื่อยๆ และเกิดฟอง สีขาว

ตารางที่	เวลา (S)	ปริมาตร (cm^3)			ผลลัพธ์	$\ln V$
		1	2	3		
1	15	5.5	4.8	2.3	4.2	1.4
	30	8.5	7.6	4.3	6.8	1.92
	45	10.3	9.6	6.2	8.7	2.16
	60	11.7	11.5	7.4	10.2	2.32
	75	12.9	12.5	8.4	11.3	2.42
2	15	2.8	1	1	1.6	0.47
	30	3.9	1.9	1.4	2.4	0.88
	45	4.9	2.1	1.8	2.93	1.08
	60	5.3	2.2	2.2	3.23	1.17
	75	5.4	2.3	2.3	3.33	1.20
3	15	1.2	1	0.4	0.87	0.14
	30	1.6	1.9	0.6	1.37	0.31
	45	1.8	2.3	0.7	1.6	0.47
	60	1.9	2.5	0.8	1.73	0.55
	75	1.9	2.6	0.9	1.8	0.59

กรณีเชิงตัวแปร	เวลา (S)	ปริมาตร (cm^3)			ค่าผลลัพธ์	$\ln V$
		1	2	3		
0.05	15	10	9	8	9.1	2.21
	30	17	15.2	14.3	15.5	2.74
	45	23.1	20.2	18.4	20.57	3.02
	60	26.4	23.2	20.8	23.47	3.16
	75	28.6	25.2	22.2	25.33	3.23
0.1	15	12.2	8	7.9	9.37	2.34
	30	20.5	15.2	12.3	16	2.77
	45	26.1	20.6	17.1	21.27	3.06
	60	31.3	24.8	20.1	25.4	3.23
	75	33.5	26.9	22.1	27.5	3.31
0.15	15	18	11	9.9	12.97	2.56
	30	26	17.8	15.9	19.9	2.99
	45	35	23.8	19.8	26.23	3.27
	60	41.3	27.9	22.9	30.7	3.42
	75	45.3	30.9	25.1	33.77	3.52

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	เวลา (S)	การทดลองครั้งที่ (cm^3)			ค่าผลลัพธ์
		1	2	3	
0	10	4.4	5	6	5.13
	20	8.4	9.5	10.5	9.47
	30	10.4	12.5	12.9	11.93
	40	12	14.5	14.9	13.8
	50	12.8	15.5	15.9	14.73
32	10	11	11	11	11
	20	13.4	14	13.6	13.6
	30	14.8	15	14.6	14.6
	40	15.6	15.8	15.4	15.4
	50	16.2	16.2	15.8	16
66	10	17	14	10	13.67
	20	26.4	20	15	20.5
	30	30.4	23.2	18	23.87
	40	31.4	24.2	18.8	24.8
	50	31.6	24.3	18.9	24.93

ภาพที่ 4.8 ตารางบันทึกการทดลองจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วงปูนกาวิยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปูนกาวิยาเคมีที่นักเรียนได้คำแนะนำในระดับมาก



ภาพที่ 4.9 กราฟการทดลองจากการทดลองที่ขึ้นกับ (B) พื้นที่คิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก

จากภาพที่ 4.8 (A) – (D) นักเรียนมีการออกแบบตารางเป็นระบบชั้น Jenkins เช่นภาพ (A) นักเรียนมีการทำการทดลอง 3 ครั้ง และใส่การทดลองที่เขื่อนโยกันทำให้ตารางเป็นระบบ ง่ายต่อการศึกษา ส่วนภาพที่ 4.9 (B) – (D) นักเรียนสร้างกราฟโดยแกน X เป็น เวลา และแกน Y เป็น $\ln V$ ของปริมาตรสารบ่อนไดออกไซด์ และนักเรียนสามารถสร้างเส้นที่เขื่อนโยกัน ให้เห็นเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจานนี้กราฟแต่ละเส้นที่ใช้ชั้น มีสีที่แตกต่างกันทำให้ง่ายต่อ การศึกษา และง่ายต่อการตีความหมายข้อมูลเป็นอย่างดี

4.1.1.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล (5.1 – 5.3) พบร่วมนักเรียนมีคะแนนในระดับมากในการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 คิดเป็นร้อย

ละ 56.3, 52.3, 47.3 และ 40.3 ตามลำดับ สาเหตุที่การทดลองที่ 3 และที่ 4 มีคะแนนน้อยลง เนื่องจากว่านักเรียนเขียนเฉพาะผลการทดลองแต่ไม่สรุปผลการทดลอง และมีนักเรียนบางคน ที่ไม่เขียนผลการทดลอง รายละเอียดการสรุปผลการทดลองเป็นดังนี้

- (A) **จากการทดลองพบว่าเมื่อใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดได้ช้าอย่างช้ากว่าที่ไม่ใส่สารโซเดียมฟลูออไรด์ซึ่งสรุปได้ว่าสารโซเดียมฟลูออไรด์เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดได้ช้าลง**
- (B) **จากการทดลองเมื่อนำกรดแอลูมิคิวความเข้มข้น 0.05 M ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ที่ลักษณะเป็นปานกลาง และที่หยัน ได้ผลการทดลองแล้วนำไปพิสูจน์ต่อกราฟระหว่าง $\ln V$ กับเวลา พบร่วงเปลือกไข่ที่ลักษณะเป็นปานกลาง และปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าที่สุดคือเปลือกไข่ที่หยัน ดังนั้นจึงสรุปว่า ถ้าเปลือกไข่ที่ลักษณะเป็นปานกลางจะทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดเพิ่มขึ้นดังสมมติฐานที่ตั้งไว้**
- (C) **จากการทดลองเมื่อนำกรดแอลูมิคิวความเข้มข้น 0.05 M 0.1 M และ 0.15 M ทำปฏิกิริยากับ CaCO_3 ได้ผลการทดลองแล้วนำไปพิสูจน์ต่อกราฟ $\ln V$ กับเวลา พบร่วงที่ความเข้มข้น 0.15 M เกิดได้เร็วกว่า ที่ความเข้มข้น 0.1 M และที่ความเข้มข้น 0.05 M เกิดช้าที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความเข้มข้นมากจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดได้เร็วและถ้าลดความเข้มข้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าลง**
- (D) **จากการทดลองเมื่อนำกรดแอลูมิคิวความเข้มข้น 0.1 M ทำปฏิกิริยากับ CaCO_3 ได้ผลการทดลองแล้วนำไปพิสูจน์ต่อกราฟระหว่าง $\ln V$ กับเวลาพบว่าที่อุณหภูมิ 60°C เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิห้องหรือ 32°C และเกิดช้าที่สุดคืออุณหภูมิ 0°C ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าถ้าเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นและการลดอุณหภูมิจะทำให้เกิดปฏิกิริยาช้าลงดังที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้**

ภาพที่ 4.10 การสรุปผลการทดลองจากการทดลองเกี่ยวกับ (A) ตัวหน่วงปฏิกิริยา (B) พื้นที่ผิว (C) ความเข้มข้นและ (D) อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาที่นักเรียนได้คะแนนในระดับมาก

จากภาพที่ 4.10 (A) – (D) เป็นการสรุปผลการทดลองของนักเรียน เช่น ภาพที่ 4.10 (B) นักเรียนสรุปว่า “ จากการทดลองเมื่อนำกรดแอลูมิโนซิลิกาความเข้มข้น 0.05 M ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ที่ละอียด ละอียดปานกลาง และที่หยาบ ได้ผลการทดลองแล้วนำไปปลีกตกราฟระหว่าง $\text{In} \text{ V}$ กับเวลา พนว่าเปลือกไข่ที่ละอียดเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วที่สุด รองลงมาคือเปลือกไข่ที่ละอียดปานกลาง และปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าที่สุดคือเปลือกไข่ที่หยาบ ดังนั้นจึงสรุปว่า ถ้าเปลือกไข่ที่ละอียดจะทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก็จะเพิ่มขึ้นดังสมมติฐานที่ตั้งไว้ ” โดยนักเรียนได้ประเมินสมมติฐานโดยอาศัยข้อมูลเป็นหลัก มีการเชื่อมโยงอย่างชัดเจนระหว่างผลการทดลองกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และได้ตอบคำถามสำคัญที่ตั้งไว้ได้แสดงว่านักเรียนมีทักษะการศึกษาความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเป็นอย่างดี

4.1.2 กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ

เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการเขียนรายงานผลการทดลองในแผนผังรูปตัววี (ภาคผนวก จ ตารางที่ จ.4) สามารถแยกพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจ ซึ่งพบว่านักเรียนที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงที่สุดคือ เลขที่ 32 (111 คะแนน) และต่ำสุดคือ เลขที่ 33 (73 คะแนน) จากการศึกษาข้อมูลของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจพบว่า นักเรียนเลขที่ 32 เป็นนักเรียนที่ชอบเรียนวิชาเคมี ชอบกิจกรรมการทดลอง และค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ เป็นนักเรียนที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และอีกปีจัยหนึ่งที่ส่งเสริมคือ เป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจ เอาใจใส่ในการเรียนค่อนข้างมาก จึงส่งผลให้มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ส่วนนักเรียนเลขที่ 33 มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ เนื่องจากเป็นคนไม่เอาใจใส่ต่อการเรียน ขาดความรับผิดชอบในการส่งงาน การเรียนรู้ค่อนข้างช้า (โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม, 2554)

4.2 ผลการสอนด้านความพึงพอใจ

ผลการสอนด้านความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ แยกเป็นรายด้านดังนี้

4.2.1 ความพึงพอใจด้านแผนผังรูปตัววี

แผนผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือที่ใช้กิจกรรมลึกซึ้งการทดลองโดยการสรุปย่อ โดยนักเรียนจะใช้แผนผังรูปตัววีก่อนการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะระบุสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนทางด้านซ้ายมือหรือการออกแบบการทดลองมาก่อนเมื่อทำการปฏิบัติการทดลองเสร็จนักเรียนจะเขียนผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองความพึงพอใจจากการใช้แผนผังรูปตัววีเป็นดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2 ผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้
ค้านแผนผังรูปตัววี**

ข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ฉันชอบแผนผังรูปตัววี	-	54.55	33.33	9.09	3.03
2. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันสามารถตั้งคำถาม วิทยาศาสตร์ได้ดี	9.09	57.58	30.30	3.03	-
3. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันสามารถระบุตัวแปรได้ดี	18.18	30.30	42.42	9.10	-
4. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันสามารถตั้งสมมติฐานได้ดี	15.15	57.57	18.18	9.10	-
5. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันสามารถวางแผนวิธีการ ทดลองได้ดี	15.15	60.61	21.21	3.03	-
6. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันบันทึกผลการทดลองได้ดี	9.09	63.64	24.24	3.03	-
7. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันเห็นภาพรวมของการทดลอง ได้ดี	12.12	66.67	18.18	3.03	-
8. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันเข้าใจทักษะวิทยาศาสตร์ได้ดี	21.21	57.58	18.18	3.03	-
9. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันเขื่อมโยงแผนผังในหัวหน้า	12.12	51.52	33.33	3.03	-
10. ฉันจะใช้แผนผังรูปตัววีอีก	6.06	51.52	30.30	12.12	-
เฉลี่ย	11.82	55.15	26.97	5.76	0.30

จากตารางระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่แสดงในตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่เรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะซึ่งแนวแนวทางที่ใช้แผนผังตัววีในขั้นก่อนการทดลองและหลังการทดลอง มีความพึงพอใจต่อการใช้แผนผังรูปตัววี ในระดับมากที่สุดจากนักเรียนทั้งหมด 33 คน ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.82 และพอใจในระดับมากคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 55.15 มีเพียงนักเรียนส่วนน้อยเท่านั้น ไม่พอใจในระดับน้อยถึงน้อยที่สุด ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 5.76 ถึง 0.30 ตามลำดับ จากการตอบแบบสอบถามนักเรียนที่ตอบในระดับมาก นักเรียนชอบแผนผังรูปตัววี (ข้อ 1) ร้อยละ 54.55 แผนผังรูปตัววีช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งคำถามวิทยาศาสตร์ (ข้อ 2) ร้อยละ 57.58 ช่วยในการระบุตัวแปรได้ดี (ข้อ 3) ร้อยละ 30.30 ช่วยให้สามารถตั้งสมมติฐานได้ดี (ข้อ 4) ร้อยละ 57.57 ช่วยให้สามารถวางแผนการทดลองได้ดี (ข้อ 5) ร้อยละ 60.61 ช่วยในการบันทึกผลการทดลองได้ดี (ข้อ 6) ร้อยละ 63.64 ช่วยให้เห็นภาพรวมของ

การทดลองได้ดี (ข้อ 7) ร้อยละ 66.67 ช่วยให้เข้าใจทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (ข้อ 8) ร้อยละ 57.58 ช่วยในการเขียนแบบแผนผังโนทัคัน (ข้อ 9) ร้อยละ 51.52 และนักเรียนจะใช้แบบแผนผังรูปตัววีอิก (ข้อ 10) ร้อยละ 51.52 จากผลการวิจัยที่แสดงนี้ ปัจจุบันยังชัดเจนว่า ครุภัณฑ์การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบแผนผังตัววีในการวางแผนก่อนการทดลองและใช้บันทึกผลการทดลอง ซึ่งจะสามารถช่วยพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้มากขึ้น

4.2.2 ความพึงพอใจด้านวิธีการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

ในการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคน米 ของปฏิกิริยากรด – เบส ระหว่างกรดและโซเดียมแคลเซียมคาร์บอนเนตในเปลือกไข่ ตอนแรกนักเรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจจากครู จากนั้นนักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อทำการสำรวจตรวจสอบสิ่งที่สงสัย และอธิบายผลจากการเรียนรู้ และขั้นตอนของนักเรียนทำการขยายผลโดยการออกแบบการทดลองด้วยตนเองโดยมีครูอยู่ชี้แนะแนวทางให้ และสรุปผลการเรียนรู้ ความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางเป็นดังตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลของระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ด้านคำถามเชิงนิเทศเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

ข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
15. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง เหมือนกับการเรียนทั่วไป	-	-	18.18	60.61	21.21
17. ฉันชอบการทดลองโดยมีขั้นตอนมาให้	-	-	9.09	63.64	27.27
19. โดยทั่วไปฉันชอบการเรียนการสอนที่มีการทดลองมาให้มากกว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะ แนวทาง	-	-	24.24	57.58	18.18
เฉลี่ย	-	-	17.17	60.61	22.22

จากการตอบแบบสอบถามของนักเรียนในตารางที่ 4.3 ซึ่งข้อคำถามที่เป็นคำถามเชิงนิเทศนักเรียนตอบในระดับน้อย คือการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางเหมือนกับการเรียนทั่วไป (ข้อ 15) ร้อยละ 60.61 ฉันชอบการทดลองโดยมีขั้นตอนมาให้ (ข้อ 17) ร้อยละ 63.64 โดยทั่วไปฉันชอบการเรียนการสอนที่มีการทดลองมาให้มากกว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

ชี้แจงแนวทาง (ข้อ 19) ร้อยละ 57.58 แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แจงแนวทาง โดยข้อที่เหลือแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ด้านการสอนแบบสืบเสาะชี้แจงแนวทาง

ข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
11. การเรียนการสอนสืบเสาะแบบชี้แจงแนวทางน่าสนใจ	9.09	69.70	21.21	-	-
12. ฉันชอบออกแบบการทดลองคัวคณเอง	9.09	48.48	33.33	9.09	-
13. ฉันสามารถประยุกต์ความรู้วิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แจงแนวทาง	18.18	48.48	24.24	9.09	-
14. โดยทั่วไปฉันชอบการเรียนการสอนสืบเสาะแบบชี้แจงแนวทางมากกว่าการเรียนการสอนที่มีการทดลองมาให้	3.03	45.45	45.45	6.06	-
16. ฉันมีทักษะการปฏิบูรณ์จากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แจงแนวทาง	6.06	51.52	33.33	6.06	3.03
18. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แจงแนวทาง ทำให้ฉันมีความสุขในการเรียน	15.15	48.48	27.27	9.09	-
20. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แจงแนวทางเป็นสิ่งที่ทำให้ฉันได้รวมรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร	39.39	45.45	15.15	-	-
เฉลี่ย	14.29	51.08	28.57	5.63	0.42

ตารางที่ 4.4 นักเรียนตอบในระดับมากจากนักเรียนทั้งหมด 33 คน เป็นดังนี้ การเรียนการสอนสืบเสาะแบบชี้แจงแนวทางน่าสนใจ (ข้อ 11) ร้อยละ 69.70 นักเรียนชอบออกแบบการทดลองคัวคณเอง (ข้อ 12) ร้อยละ 48.48 ฉันสามารถประยุกต์ความรู้วิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แจงแนวทาง (ข้อ 13) ร้อยละ 48.48

โดยทั่วไปนักเรียนชอบการเรียนการสอนสีบเสาะแบบชี้แนะแนวทางมากกว่าการเรียนการสอนที่มีการทดลองมาให้ (ข้อ 14) ร้อยละ 45.45 ฉันมีทักษะการปฏิบัติจากการเรียนการสอนแบบสีบเสาะชี้แนะแนวทาง (ข้อ 16) ร้อยละ 51.52 การเรียนการสอนแบบสีบเสาะชี้แนะแนวทาง ทำให้ฉันมีความสุขในการเรียน (ข้อ 18) ร้อยละ 48.48 การเรียนการสอนแบบสีบเสาะชี้แนะแนวทางเป็นสิ่งที่ท้าทาย เพราะฉันได้รับรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร (ข้อ 20) ร้อยละ 45.45

4.2.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอน

บทบาทของครูระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสีบเสาะหาความรู้เป็นดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ค้านคำานเชิงนิเทศเกี่ยวกับบทบาทครุต่อการจัดการเรียนการสอน

ข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
22. เมื่อฉันถาม ครูไม่สนใจตอบคำถามฉันเลย	-	-	9.09	57.58	33.33
24. เมื่อฉันมีปัญหาในห้องเรียน ครูไม่ทำอะไรเลย	-	-	3.03	51.52	45.45
26. ในการเรียนการสอนครูไม่เป็นมิตรกับฉัน	6.06	15.15	21.21	36.36	21.21
29. ในการเรียนการสอนครูไม่กระตุ้นให้ฉันอภิปรายความคิดกับเพื่อน ๆ	-	-	9.09	54.55	36.36
30. ครูไม่ได้ชี้แนะแนวทางให้ฉันสามารถออกแบบการทดลองเลข	-	-	-	69.70	30.30
เฉลี่ย	1.21	3.03	8.49	53.94	33.33

จากการตอบแบบสอบถามของนักเรียนในตารางที่ 4.5 ซึ่งข้อคำานที่เป็นคำานเชิงนิเทศนักเรียนตอบในระดับน้อยคือเมื่อฉันถาม ครูไม่สนใจตอบคำถามฉันเลย (ข้อ 22) ร้อยละ 57.58 เมื่อฉันมีปัญหาในห้องเรียน ครูไม่ทำอะไรเลย (ข้อ 24) ร้อยละ 51.52 ใน การเรียนการสอนครูไม่เป็นมิตรกับฉัน (ข้อ 26) ร้อยละ 36.36 ใน การเรียนการสอนครูไม่กระตุ้นให้ฉันอภิปรายความคิดกับเพื่อน ๆ (ข้อ 29) ร้อยละ 54.55 ครูไม่ได้ชี้แนะแนวทางให้ฉันสามารถออกแบบการทดลองเลข (ข้อ 30) ร้อยละ 69.70 แสดงว่าในการเรียนการสอนครูได้ชี้แนะแนวทางและเป็นมิตรในการตอบคำานนักเรียน เมื่อนักเรียนมีปัญหาซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้

รวมทั้งมีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เมื่อทำการทดลองเสร็จ โดยข้อที่ เห็นว่าที่นักเรียนตอบในระดับมากจากนักเรียนทั้งหมด 33 คน เป็นดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ด้าน บทบาทครูต่อการจัดการเรียนการสอน

ข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
21. ในการเรียนการสอนครูเป็นมิตรกับฉัน	30.30	57.58	9.09	3.03	-
23. ในการเรียนการสอนครูช่วยฉันเมื่อฉันมีปัญหาใน ห้องเรียน	12.12	72.73	15.15	-	-
25. ในการเรียนการสอนครูชี้แจงทางให้ฉันสามารถ ออกรอบการทดลองได้	21.21	69.70	9.09	-	-
26. ในการเรียนการสอนครูไม่เป็นมิตรกับฉัน	6.06	15.15	21.21	36.36	21.21
27. ในการเรียนการสอนครูสอนใจตอบคำถามฉัน	12.12	63.64	9.09	15.15	-
28. ในการเรียนการสอนครูช่วยกระตุ้นให้ฉันอภิปราย ความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ	9.09	63.64	24.24	3.03	-
เฉลี่ย	15.15	57.07	14.64	9.60	3.54

ตารางที่ 4.6 นักเรียนตอบในการเรียนการสอนครูเป็นมิตรกับนักเรียน (ข้อ 21) ร้อยละ 57.58 ครูช่วยนักเรียนเมื่อนักเรียนมีปัญหา (ข้อ 23) ร้อยละ 72.73 ครูชี้แจงทางให้ฉัน สามารถออกรอบการทดลองได้ (ข้อ 25) ร้อยละ 69.70 ครูสอนใจตอบคำถามฉัน (ข้อ 27) ร้อยละ 63.64 ครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ (ข้อ 28) ร้อยละ 63.64

4.2.4 ทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรม

หลังจากทำกิจกรรมการทดลองจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แจง แนวทางมีผลต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนตอบแบบสอบถามเป็นดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7 ผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ด้าน
ทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรม**

ข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
31. การทดลอง เรื่องเมื่อเปลือกไข่ปั่นอย่างไรแล้วสันใจ	-	48.48	39.39	3.03	9.09
32. ในการทดลอง แผนผังรูปตัววีมีประโยชน์ต่อ การออกแบบการทดลอง	21.21	66.67	12.12	-	-
33. การทดลอง ช่วยให้นั้นมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น	24.24	57.58	18.18	-	-
34. การทดลองช่วยให้นั้นมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	27.27	42.42	24.24	6.06	-
35. การทดลองนี้ช่วยให้นั้นมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ปัจจัยของตัวแปรที่มีผลอย่างไรต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	18.18	60.61	18.18	-	3.03
36. ในการทดลองนั้นได้เรียนรู้วิธีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	12.12	75.76	12.12	-	-
37. ในการทดลอง นั้นได้เรียนรู้วิธีการสร้างกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊ส คงบอน ได้อย่างชัดเจน	12.12	51.52	30.30	3.03	3.03
38. ในการทดลองนั้นได้เรียนรู้วิธีการหา อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	15.15	66.67	15.15	3.03	-
39. ในการทดลองนั้นมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	21.21	51.52	24.24	3.03	-
40. การทดลอง ทำให้นั้นมีแรงงุนใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์	21.21	63.64	15.15	-	-
เฉลี่ย	17.27	58.49	20.90	1.82	1.52

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ทดลองในตารางที่ 4.7
นักเรียนได้เลือกดูแบบสอบถามในระดับมาก จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 33 คน ดังนี้
การทดลองเรื่องเมื่อเปลือกไข่ปั่นอย่างไรแล้วสันใจ (ข้อ 31) ร้อยละ 48.48 แผนผังตัววีมีประโยชน์ต่อ

การออกแบบทดลอง (ข้อ 32) ร้อยละ 66.67 ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาขนาดขึ้น (ข้อ 33) ร้อยละ 57.58 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ข้อ 34) ร้อยละ 42.42 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยของตัวแปรที่มีผลอย่างไรต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ข้อ 35) ร้อยละ 60.61 ได้เรียนรู้วิธีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ข้อ 36) ร้อยละ 75.76 ได้เรียนรู้วิธีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สสารบอนไดออกไซด์กับเวลา (ข้อ 37) ร้อยละ 51.52 ได้เรียนรู้วิธีการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ข้อ 38) ร้อยละ 66.67 มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ข้อ 39) ร้อยละ 51.52 ทำให้ฉันมีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ข้อ 40) ร้อยละ 63.64 นักเรียนเลือกตอบทุกข้อในระดับดี แสดงว่าการปฏิบัติการทดลอง และการเขียนแผนผังรูปตัววิมีประโยชน์ ต่อนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ วิธีการควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง และวิธีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณของแก๊สสารบอนไดออกไซด์กับเวลา รวมถึงช่วยให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น และทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจที่จะเรียนวิทยาศาสตร์

4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3.1 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนวแนวทาง จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจำนวนห้องหมู่ 32 ข้อ แบบ 4 ตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยมีคะแนนเต็ม 32 คะแนนมีเกณฑ์ดังนี้ นักเรียนได้คะแนน 0.2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกแต่เขียนคำตอบผิด 0.4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบผิดแต่เขียนคำตอบไม่ครบถ้วน 0.6 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบผิดแต่เขียนคำตอบครบถ้วน 0.8 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกแต่เขียนคำตอบไม่ครบถ้วน 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกและเขียนคำตอบครบถ้วน จากนั้นรวมผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละความถูกวาน้า ผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่องอัตราการ
เกิดปฏิกิริยาเคมี**

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	N	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t
ก่อนเรียน	33	0.4	3.6	1.92	0.59	-4.329
หลังเรียน	33	0.8	22.4	6.72	6.55	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 4.8 ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนข้างต่ำ ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ 1.92 คะแนนจากคะแนนเต็ม 32 คะแนน นักเรียนที่เรียนอ่อนที่สุด ได้คะแนนเพียง 0.4 คะแนน ในขณะที่นักเรียนที่ได้คะแนนสูงที่สุด ทำคะแนนได้เพียง 3.6 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.25 เท่านั้น เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-8 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8 ที่นักเรียนได้ลงมือทำการทดลอง ได้ปฏิบัติจริงพร้อมทั้งเขียนผลการทดลองลงในแผนผังรูปตัววี ซึ่งการที่นักเรียนได้ทำการทดลองและเขียนผลการทดลองลงในแผนผังตัววีน่าจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดีขึ้น ผลการวิจัยหลังเรียนปรากฏผลเชิงประจักษ์คือคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นมากแสดงให้เห็นว่าความเข้าใจของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับที่สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 6.72 คะแนน นักเรียนได้คะแนนต่ำสุดคือ 0.8 คะแนน และนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด เป็น 22.4 คะแนน ซึ่งแสดงข้อมูลสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นจากการกระบวนการเรียนของนักเรียนดังข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9 ร้อยละความเข้าใจจากการตอบข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการ
เกิดปฏิกิริยาเคมี แยกตามหัวข้อข้อย่อย ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียน
จำนวน 33 คน**

แผนการจัดการเรียนรู้	ก่อนเรียน (%)				หลังเรียน (%)			
	CU	PU	PS	NU	CU	PU	PS	NU
1. ความหมายของอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	-	-	28.03	71.97	25.75	3.79	31.82	38.64

**ตารางที่ 4.9 ร้อยละความเข้าใจจากการตอบข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการ
เกิดปฏิกิริยาเคมี แยกตามหัวข้อย่อย ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียน
จำนวน 33 คน (ต่อ)**

แผนการจัดการเรียนรู้	ก่อนเรียน (%)				หลังเรียน (%)			
	CU	PU	PS	NU	CU	PU	PS	NU
2. แนวคิดเกี่ยวกับการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	-	-	39.39	60.10	10.61	3.03	25.76	60.60
3. พลังงานกับการ ดำเนินไปของ ปฏิกิริยาเคมี	-	-	39.39	60.10	34.85	9.09	22.73	33.33
4. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	-	-	36.36	63.64	15.91	5.30	27.27	51.52
5. ตัวเร่งและตัวหน่วง ปฏิกิริยาเคมี	-	-	32.58	67.42	6.06	3.03	18.94	71.97
6. พื้นที่พิวของสารกับ อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	-	-	28.03	71.97	11.36	8.33	26.52	53.79
7. ความเข้มข้นของสาร กับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	-	-	18.94	81.06	9.09	0.76	25.76	64.39
8. อุณหภูมิของสารกับ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี	-	-	22.73	77.27	2.27	0.76	31.82	65.15

จากตารางที่ 4.9 พบว่าหลังเรียนร้อยละคำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผล
ถูกต้องสมบูรณ์ ครอบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละความคิด (CU) ร้อยละคำตอบของนักเรียนถูก
และ การให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU) และร้อยละคำตอบของนักเรียน
ถูกบางส่วนแต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (PS) มีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ส่วนร้อยละ

คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม (NU) หลังเรียนมีค่าร้อยละลดลงจากก่อนเรียน แสดงว่า�ักเรียนมีความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มมากขึ้น

4.3.2 กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่น่าสนใจ

เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน(ภาคผนวก ฯ ตารางที่ ฯ.5) สามารถแยกพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจซึ่งพบว่านักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคือเลขที่ 3 (3.6 คะแนน) โดยนักเรียนเลือกข้อสอบถูก 18 ข้อ แต่ไม่เขียนบรรยาย และต่ำสุดคือ เลขที่ 33 (0.4 คะแนน) นักเรียนเลือกข้อสอบถูก 2 ข้อ แต่ไม่เขียนบรรยาย และเมื่อพิจารณาคะแนนหลังเรียนพบว่านักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 12 (22.4 คะแนน) นักเรียนสามารถเลือกข้อสอบถูกและเขียนบรรยายได้ และมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดคือ เลขที่ 33 (0.8 คะแนน) นักเรียนเลือกข้อสอบถูกและไม่เขียนบรรยาย จากการศึกษาข้อมูลของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจ พบว่า

นักเรียนเลขที่ 3 ได้คะแนนก่อนเรียนสูงที่สุด เป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจในการเรียน ชอบการทดลอง เป็นนักเรียนที่มีความไฟหื่นอย่างเป็นนักเรียนนายร้อย อาศัยอยู่ที่บ้านคนเดียว และบ้านข้าง ๆ เป็นบ้านญาติพี่น้อง พ่อแม่ไปทำงานที่กรุงเทพฯ และให้การสนับสนุนในการเรียนของถูกเป็นอย่างดี

นักเรียนเลขที่ 33 จะเห็นได้ว่าทั้งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำสุด คะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด และยังมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำสุดด้วย เนื่องจากนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่ไม่ค่อยเอาใจใส่ในการเรียน เข้าเรียนสาย ขาดโรงเรียนบ่อย ไม่ค่อยส่งงานหรือการบ้าน การรับรู้ก่อนข้างช้า ไม่ชอบการทดลอง ฐานะทางบ้านอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง พ่อแม่ให้การสนับสนุนในการเรียนปานกลาง

นักเรียนเลขที่ 12 ได้คะแนนก่อนเรียนสูงที่สุด (22.4 คะแนน) และได้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงเป็นลำดับที่ 5 ด้วย ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจในการเรียนดี ขยัน ชอบอ่านหนังสือ ไม่เคยขาดเรียน แต่ไม่ค่อยกล้าแสดงออก ชอบการเรียนรู้แบบทดลอง แบบสาธิต แบบให้ลงมือปฏิบัติ แบบเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น และชอบการเรียนแบบบรรยาย ฐานะทางครอบครัวอยู่ในเกณฑ์ดี พ่อแม่ให้การสนับสนุนในการเรียนเป็นอย่างดี (การวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคล โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม, 2554)

4.4 อภิปรายผล

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีวิธีการสอนเหมือนกับการวิจัยของนักวิจัยหลาย ๆ ท่าน เช่น (Kathy el al., 2009) ที่ได้นำการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง เพื่อศึกษาความเข้าใจความคิดรวบยอด เรื่องปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างลง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พนวจการสังเกตระยะของดวงจันทร์และรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ซึ่งให้เห็นว่า ก่อนเรียนนักเรียนคาดว่าครูปีไม่เป็นวิทยาศาสตร์ แต่หลังเรียนนักเรียนคาดว่าครูปีเป็น วิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยจากที่คาดเดินถูกต้องข้างขึ้นและข้างลง ไปเป็นคาดภาพแบบต่อเนื่อง ของการเกิดปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างลง แสดงว่า นักเรียนมีความเข้าใจความคิดรวบยอดมากขึ้น สมดคล่องกับผลการศึกษาวิจัยของ Chairam el al. (2009) ที่พัฒนาความเข้าใจเรื่องของอนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) ของเด็กไทยพบว่า นักเรียนที่ร่วมการศึกษาในชั้นเรียนที่จัดการเรียน การสอนแบบการสำรวจหาความรู้เป็นฐาน หรือกระบวนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Inquiry-based) ในชั้นเรียนวิชาเคมีนั้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดของอนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) สามารถออกแบบการทดลองค้านของอนพลศาสตร์ทางเคมี และพัฒนานฐานของกระบวนการสืบเสาะหาข้อมูลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) โดยที่ผู้เรียน สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของระบบปฏิกิริยาทางเคมีบนพื้นฐานของทฤษฎีของ โมลีคูลาร์ และสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้ ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจในการเขียนสมมติฐาน รวมทั้งการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นจาก การวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในแนวความคิดของอนพลศาสตร์ทางเคมี (Chemical Kinetics) ที่ดีขึ้นเมื่อมีกับ เบญจพร อินทรศด (2554) ที่นำการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะแนะนำ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พนวจว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ แบบแนะนำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ สำเร็จรูป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ แบบแนะนำ มีนิโนมคิดที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะสำเร็จรูป เมื่อมีกับ ไชยันธ์ ชรุณเสาวภาคิจ (2550) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เปรียบเทียบกับการสอนแบบโครงงานพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบโครงงาน จะมีคะแนนเฉลี่ยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาด้านบนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดรวบยอด และความเข้าใจในวิชาเคมีเพิ่มขึ้น แต่สิ่งที่แตกต่างคือผู้วิจัยได้เพิ่ม การประเมินผลโดยใช้แผนผังตัววีเพื่อวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 5 ทักษะคือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป ที่ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Christine et al. (2011) ที่ได้ศึกษาการคิดเห็นนักวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังรูปตัววีในการเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนห้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีทุกรุ่น มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนความคิดรวบยอดสูงกว่านักเรียนห้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีเป็นบางครั้ง และนักเรียนห้องที่ไม่ใช้แผนผังรูปตัววีตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยของผู้วิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยดังกล่าว และงานวิจัยอื่น ๆ เช่น (พิสมัย พานโนม, 2551) ที่ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นผังรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผังรูปตัววีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 สอดคล้องกับ พิทักษ์ เจริญวนิช (2544) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างโน้มติรายวิชา ว 2204 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโน้มติ และมโนมติ รูปตัววี พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโน้มติและมโนมติรูปตัววีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยแผนผังโน้มติและมโนมติรูปตัววี มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ บัวศรี ประวัติ (2542) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจและการสืบพันธุ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้มโนมติรูปตัววี กับการสอนปกติ พบว่า 1) นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ที่เป็นเช่นนี้ เพราะนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง นักเรียนໄດ້ลงมือกระทำ กิจกรรมต่าง ๆ จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตั้ง คำถามที่น่าไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสนทนา มีการวางแผนในการหาคำตอบ ด้วยวิธีการทำการทดลอง การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ลงมือปฏิบัติร่วมกันและเป็นกิจกรรมที่ สอดคล้องกับระดับสติปัญญา ในขั้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยพยายามจัดกิจกรรมให้นักเรียนเชื่อมโยง ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย สังเกตการณ์จากการสาธิหรือจาก สื่อการสอนต่าง ๆ นักเรียนเพชรบุรีกับปัญหา ผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจนักเรียนที่ได้รับการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากประสบการณ์ตรง นักเรียนได้สำรวจประสบการณ์

ที่เป็นรูปธรรม นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อร่วบรวมข้อมูล กำหนดปัญหา สร้างสมมติฐาน ทำนายผล ดำเนินการทดสอบสมมติฐานและสรุปลงในผังรูปตัววี ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนได้เสนอความรู้ ความคิด หรือเหตุการณ์ที่ได้จากการสืบค้นอย่างมีเหตุผลด้วยการอธิบายสิ่งที่สังเกต แนวคิด คำถา漠หรือสมมติฐาน ตามความเข้าใจของนักเรียนด้วยตนเองก่อนที่จะสรุปเป็นนิยามหรือ หลักการต่าง ๆ และครุช่วยแนะนำศัพท์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผลที่ได้จากการสำรวจเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีโอกาสปรับปรุงความรู้ความเข้าใจของตนเองเพิ่มเติม ในขั้นขยายความรู้ใหม่ ๆ หรือขยายความเข้าใจมากขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง สามารถสรุปผลการวิจัยและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง สามารถสรุปผลแยกเป็น 3 ประเด็นดังนี้

5.1.1 ผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางจำนวน 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งทำการวัดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 33 คน โดยทำการทดลอง 4 เรื่อง ได้แก่การทดลองที่ 1 เรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี การทดลองที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การทดลองที่ 3 เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการทดลองที่ 4 เรื่อง อุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับทักษะแรกต้องย่างการตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลองดังนี้การทดลองที่ 1 “ถ้าใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว แต่ถ้าใส่ตัวหน่วงปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง” การทดลองที่ 2 “ถ้าบดเปลือกไข่ให้ละเอียดยิ่งทำให้เปลือกไข่มีพื้นที่ผิวมากขึ้น ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น” การทดลองที่ 3 “ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มขึ้นและถ้าลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะลดลง” และการทดลองที่ 4 “ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น ถ้าลดอุณหภูมิของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะลดลง” จากการตั้งสมมติฐานจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ในระดับดีจากร้อยละ 47 ถึงร้อยละ 100 แสดงว่าทักษะนี้มีการพัฒนาเป็นอย่างดี ทักษะการควบคุม

ตัวแปร นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม แต่ตัวแปรควบคุมนักเรียนซึ่งไม่ระบุครอบคลุม แต่ระดับพัฒนาการของทักษะนี้เริ่มจากร้อยละ 3 จนถึงร้อยละ 94 ในการทดลองที่ 4 แสดงว่าทักษะนี้มีการพัฒนาอย่างดี ทักษะการทดลองนักเรียนออกแบบการทดลองจากการทดลองที่ 1 - 4 ได้ร้อยละ 63.5 79 65 และ 56 ใน การทดลองทั้ง 4 การทดลองนี้ในแต่ละการทดลองมีความยากง่ายของ การทดลองที่แตกต่างกันโดยเฉพาะการทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งนักเรียนต้องออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมความเข้มข้นทั้ง 3 ความเข้มข้น และเรื่องอุณหภูมนักเรียนไม่เขียนอุณหภูมิห้องจึงทำให้คะแนนในการทดลองที่ 4 น้อยลง แต่ในการเขียนการทดลองนักเรียนมีการใช้สีที่บ่งบอกว่าเป็น อุณหภูมิเย็น และสีที่เป็นสีที่ร้อนแรงที่บ่งบอกว่าเป็นอุณหภูมิสูง และในส่วนของระดับของเหลวที่ ได้จากการทำปฏิกริยา กันได้แก่สารบอนไคออกไซด์และดันน้ำออกมายังหลอดทดลองนักเรียนได้เขียนให้เห็นระดับน้ำที่หลอดจากหลอดทดลองแล้วกางเขนถึงหลอดสุดท้ายแสดงว่า นักเรียนเข้าใจ อัตราการเกิดปฏิกริยาเป็นอย่างดีเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกริยาจะน้อยลง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ทักษะการทดลองนักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับดี ในส่วนของทักษะการจัดกระทำข้อมูลที่นักเรียนได้ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองนักเรียนส่วนมากใช้ตารางเพียงตารางเดียวและจัดกระทำข้อมูล ให้ง่ายต่อการศึกษา โดยตารางที่เขียนเป็นระบบชั้ดเจนคือในการแสดงผลการทดลอง แต่ก็มีนักเรียน เพียงส่วนน้อยที่เขียนตารางบันทึกผลโดยแยกการทดลองเช่นเรื่องความเข้มข้นแยกออกเป็นตาราง แต่ละความเข้มข้นซึ่งยากต่อการเปรียบเทียบ แต่เมื่อนักเรียนได้ผ่านการบันทึกผลการทดลอง นักเรียนก็เขียนตารางเป็นตารางเดียวที่ง่ายต่อการศึกษา ส่วนการเขียนกราฟเพื่อเปรียบเทียบผลการ ทดลองนักเรียนสามารถเขียนกราฟผลการทดลองที่ต่อเนื่องกันเป็นอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีและมี การใช้สีที่แตกต่างกันของแต่ละเรื่อง เช่นที่ 1 อุณหภูมิต่ำ นักเรียนใช้สีเขียว อุณหภูมิห้องใช้สีฟ้า และอุณหภูมิสูงใช้สีแดง ซึ่งเป็น การง่ายต่อการศึกษาและการวิเคราะห์ ปัจจุบันนักเรียนมีทักษะนี้ เป็นอย่างดี โดยคะแนนทักษะเริ่มจากร้อยละ 91 83.5 85 และ 79 โดยการทดลองแรกที่มีคะแนน ร้อยละ 91 เป็นคะแนนตารางบันทึกผลการทดลองไม่ได้รวมคะแนนการเขียนกราฟ เพราะ การทดลองที่ 1 ไม่มีการเขียนกราฟ และทักษะสุดท้ายเป็นทักษะการตีความหมายข้อมูล และ ลงข้อสรุป ซึ่งเป็นทักษะที่มีคะแนนร้อยละระดับดีน้อยที่สุด คือคะแนนการทดลองเริ่มจากร้อยละ 56.3 52.3 47.3 และ 40.3 สาเหตุที่คะแนนน้อยลงเนื่องจากในการทดลองท้าย ๆ นักเรียนบางคน เขียนแค่ผลการทดลองแต่ไม่สรุป หรือบางคนเขียนสรุปผลการทดลองแต่ไม่เขียนที่มาของข้อมูล โดยรวมแล้วทักษะการทดลองทุกทักษะมีการพัฒนาเป็นอย่างดี ยกเว้นทักษะสุดท้าย คือทักษะ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปที่นักเรียนค่อนข้างมีคะแนน ร้อยละระดับดีอยู่ในระดับน้อย ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะนำทาง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พนวจความพึงพอใจของ

นักเรียนจากแบบประเมินทั้งสี่ด้านอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนพอใจต่อบบทบาทของครูใน การจัดการเรียนการสอนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรม ด้านแผนผัง รูปถ่าย และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบสืบเสาะ ชี้แนะแนวทางน้อยที่สุด ในระหว่างการทำกิจกรรม เช่นขั้นสร้างความสนใจในเรื่องอนาคตด้วย นักเรียนดีเด่นมาก นักเรียน หลายคนรู้สึกสนุกสนานเพราครูได้ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเองโดยมีครูชี้แนะแนวทาง ระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในการนำเสนอ ไม่มีฟองเป็นจำนวนมากและมีสีที่แตกต่างกันพุ่งออกจากขวด และนักเรียนได้หัวเราะอย่างสนุกสนาน (ภาพกิจกรรมแสดงดังภาคผนวก ๔) และในระหว่างการทำการทำทดลองนักเรียนมีความตั้งใจ ในตอนแรกที่ครูให้ออกแบบการทำทดลองเองนักเรียนยังไม่ค่อยกล้าลงมือปฏิบัติ หลังจากเมื่อนักเรียนทำ กิจกรรมได้นักเรียนรู้สึกสนุกที่ได้ลองผิดลองถูกจนกระตุ้นการทำการทำทดลองได้ถูกต้องจากนั้นนักเรียน ก็จะลงมือปฏิบัติซึ่งกันและกันกับการทำทดลองที่ตนเองได้ลงมือปฏิบัติการทำทดลองด้วยตนเอง ในส่วนของการบันทึกผลการทำทดลองนักเรียนได้ตั้งใจเขียนรายงานผลการทำทดลอง มี การใช้สีสันที่ สวายงามเพื่อให้งานออกมาระดับสูง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ ชี้แนะแนวทาง จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบร่วมคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (6.72 คะแนน) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (1.92 คะแนน) ซึ่ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยหัวข้อข้อที่เรื่องปัจจัยที่มีต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีนักเรียนมีคะแนนร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุด คือ ร้อยละ 40 ผลที่ได้แสดงว่าการ ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทำทดลอง พิสูจน์คำตามที่ตั้งขึ้น ด้วยการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทำ ทดลองด้วยตนเองแล้วลงมือปฏิบัติจริงจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่คงทน แต่หัวข้อข้อที่เรื่อง แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนมีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าน้อยที่สุด อาจเนื่องจากหัวข้อ นี้นักเรียนต้องใช้จินตนาการสูง และเป็นเนื้อเรื่องที่มีคำศัพท์ที่ใหม่ทำให้นักเรียนมีคะแนน ความก้าวหน้าในระดับน้อย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า การนำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ชี้แนะ แนวทางควบคู่กับการใช้แผนผังรูปถ่ายในการวางแผนการทำทดลองและเขียนรายงานผลการทำทดลอง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน ๕ ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมคุณค่าวิเคราะห์ การทดลอง การจัดการทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป การศึกษาความพึงพอใจและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง ๔ ทักษะแรก แต่ทักษะสุดท้ายยังไม่พัฒนา

เท่าที่ควร อาจเนื่องจากเป็นทักษะขั้นสูง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างมากและนักเรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะขี้แผลแนวทาง

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะขี้แผลแนวทางมีทั้งหมด 5 ขั้น ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนจะต้องคิดตามจากกิจกรรมที่ครุจัดให้ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ครุชี้แนะนำให้อย่างถูกต้อง ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนได้สรุปหลักฐานและสร้างคำอธิบายตามคำชี้แนะนำของครุด้วยตนเอง ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนหาแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาเชื่อมโยงกับคำอธิบายได้ด้วยตนเอง ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล นักเรียนได้ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายและตอบคำถามได้ด้วยตนเอง ดังนี้ ในการจัดการเรียนการสอนขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นขยายความรู้ครุต้องเตรียมเอกสาร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมเรียนรู้ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เตรียมอุปกรณ์สำรองเมื่อมีการชำรุด และทำการปฏิบัติกิจกรรมมาก่อนเพื่อที่จะได้ทราบถึงปัญหาเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขก่อน นำมาใช้จัดการเรียนการสอนจริง ควรเตรียมอุปกรณ์ให้มีจำนวนมากเพียงพอต่อการทดลองให้ นักเรียนได้ออกแบบการทดลองอย่างหลากหลาย และการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ หากความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครุผู้สอนควรมีความยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้น ให้มีความเหมาะสม ตามความสามารถของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน และในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครุผู้สอนควรสังเกตและแนะนำ ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจเพื่อให้เกิดความปลดปล่อยในขณะปฏิบัติกิจกรรม ไม่ควรปลดปล่อยให้ นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จนสิ้นกระบวนการอย่างไม่เข้าใจ ครุผู้สอนควรซักถามนักเรียนเป็นระยะ เพื่อจุดประกายความคิดหรือตอกย้ำความเข้าใจของนักเรียน ในส่วนของการใช้แผนผังรูปตัววิเคราะห์นักเรียนลองออกแบบการทดลองมาก่อนเพื่อเป็นการประยุกต์เวลา ก่อนที่นักเรียนจะปฏิบัติการทดลองจริง

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 พัฒนาทักษะการคิดความหมายและลงข้อสรุป

ครุเคมีควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาทั้งทางด้านกระบวนการทางความคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้ง 13 ทักษะซึ่งนักเรียนจะใช้แผนผังตัววิเคราะห์ในการรายงานผลการทดลองอาจต้องมีการสังเกตระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมทดลอง เพื่อจะได้ศึกษาทักษะต่าง ๆ ให้ครอบคลุม และการใช้แผนผังรูปตัววิเคราะห์เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนถ้า

โรงเรียนที่มีคอมพิวเตอร์รองรับเป็นจำนวนมากซึ่งนักเรียนสามารถใช้ได้คุณลักษณะของอาจารย์ให้นักเรียนเขียนส่งลงในเฟสบุ๊ก (facebook) เพื่อให้สะความและรวมเรื่องอื่นๆ และในหัวข้ออย่างที่เป็นเรื่องที่จินตนาการสูงอาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพจากnamธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น หรือใช้เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะควบคู่กับการสอนแบบเบรียบเทียบ FAR Guide การสอนแบบเบรียบเทียบ FAR Guide ช่วยให้นักเรียนจินตนาการเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม และมีความเข้าใจในมโนมติ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น และในส่วนของทักษะการตีความหมาย และลงข้อสรุปความมีการฝึกทักษะนี้ฝึกซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อให้มีทักษะสูงขึ้น

ເອກສາຣ້ອງອີງ

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาคพร้าว, 2551.
- ชลสีต์ จันทาสี. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ทางความรู้. ม.ป.ท. : ม.ป.พ., 2543.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปีตานี. 11(1) : 33-50, 2551.
- ไชยยันต์ จรุณเสาวภาคิจ. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการการคิดและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- ธวัช ยะสุกា แล้วศักดิ์ศรี สุภาเยร. “การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 14(2) : 23-34, 2555.
- เบญจพร อินทรศด “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและโน้มติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างไม่เดгу โคงเด่นด้วยการสืบเสาะแบบแนวนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โภชนาคเหนือ. 3(ฉบับพิเศษ) : 233 -245; มกราคม – เมษายน, 2554.
- บัวศรี ประวัติ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจและการสืบพันธุ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ระหว่างการสอนโดยใช้ชิ้นโน้มติรูปตัววิถีกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542.
- พิทักษ์ เจริญวนิช. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างโน้มติรายวิชา ๒๐๔ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโน้มติและชิ้นโน้มติรูปตัววี. ชัยภูมิ : โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล, 2544.
- พิสมัย พานโภม. ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในชั้นผังรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี, 2551.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ไฟฏรย์ ชัยประโคน. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.
- มนนนัส สุคติน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังในมิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒประสานมิตร, 2543.
- เยาวเรศ ใจเย็น. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผู้เรียนในเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนในจังหวัดจันทบุรี”, วารสารเกย์คราสต์ (สังคม). 28(1) : 11-22, 2550.
- โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม. รายงานการวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ประจำปีการศึกษา 2554. ศรีสะเกษ : โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาคม, 2554.
- วรรณทิพา รอดแรงค์ และพินพันธ์ เดชะคุปต์. การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเดชะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นจำกัด, 2542.
- วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เอกคิทต่อการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2546
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., 2533.
- _____ . หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ภาระ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลากพร้าว, 2555.
 - _____ . เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายและอบรมรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น (เอกสารอัคสำเนา), 2548.
 - _____ . คู่มือการวัดผลและประเมินผลวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาชั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2546.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สำนักงานทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). “รายงานผลการทดสอบระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET)”, ประกาศผล O-NET รายโรงเรียน, <http://www.niets.or.th/>.

15 มีนาคม, 2554.

สมจิต สวนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสารัตน์, 2526.

เสาวนีย์ เวชพิทักษ์. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดัน ที่เรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์และการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 3(3) : 7-15; กันยายน – กันยายน, 2550.

ศักดิ์ศรี สุภायร “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดสอบคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การทบทวนงานวิจัยค้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 22(2) : 331 – 343; กันยายน – ธันวาคม, 2554.

หัสษัย สะอาด. “การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องชีวิต กับสิ่งแวดล้อมที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้”, วารสารวิจัยรำไพพรรณี. 4(2) : 4 – 10; กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม, 2552.

อรัญญา สถิตไพบูลย์. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชานคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

อรวรรณ หนองพรหมนา. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy Approach). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

American Association for the Advancement of Science. Science A Process Approach Commentary For Teacher, Washington D.C.: Herrox Cooporation, 1976.

Bruner, J. The process of education. New York: Alfred A. Knopf Inc. and Random House, 1963

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Calik, M. and Ayas, A. "A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts", Journal of Research in Science Teaching, 42: 638-670, 2005.
- Chairam, S., and el al. "Enhancing Thai students' learning of chemical kinetics", Research in Science & Technological Education, 27(1): 95-115, 2009.
- Christine M. Knaggs and Rebecca M. Schneider. "Thinking Like a Scientist: Using Vee-Maps to Understand Process and Concepts in Science", Research in Science Education, 42(4), 2011.
- Good, Carter V. Dictionary of education. New York: McGraw-Hill Book Company, 1973.
- Hofstein, A. "The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research", Chemistry Education Research and Practice, 5: 247-264, 2004.
- Kathy C. T. and et al. "The effect of guided Inquiry – based instruction on middle school student's understanding of lunar concepts", Research in Science & Technological Education, 451-478, 2009.
- Kegley, S., Stacy, A. and Gutwill, J. "Environmental chemistry in the general chemistry laboratory, part I: A context-based approach to teaching chemistry", The Chemical Educator, 4: 1-14, 1996.
- Klopfer, L.E. "Learning scientific inquiry in the student laboratory", The student laboratory and the science curriculum, ed. E. Hegarty –Hazel. London: Routledge, 1990.
- Llewellyn, D. "Teaching High School Science Through Inquiry", A Case Study Approach. Canada: Corwin Press, 2005.
- McNeill, K.L. and el al. "Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials", The Journal of the Learning Sciences, 15(2): 153–19, 2006.
- National Research Council. Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. Washington DC: National Academy Press, 2000.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Novak, J.D.,& Cowen ,D.B. Learning how to learn. New York: Cambridge University Press, 1884.
- Windale, M. Further Developing the Capability of Upper Secondary Students to Carry Out Science Projects (workshop training material). Bangkok: National Science and Technology Development Agency, 2008.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ
ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แผนผังตัววีดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะชี้แจงแนวทางเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ดร.เสนอ ชัยรัตน์ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. นางสาวนิตยาพร กิ่งจันทร์ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนกันทรลดาอนวิทยาคม อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ
3. นางกนกวรรณ สะกีพันธ์ ครูชำนาญการ
โรงเรียนน้ำคำวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



โรงเรียนกัลยาณิวิทยาลัย
แบบทดสอบก่อนเรียน
วิชา เคมี 3 รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยศึกษาปีที่ ๕

คำชี้แจง

1. ข้อสอบแบบตัวเลือก 2 ลำดับขึ้น 32 ข้อ โดยให้นักเรียนเขียนเหตุผลหรือการคำนวณลงในช่องสีเหลือง โดยมีคะแนนเต็ม 32 คะแนน โดยมีเกณฑ์คังนี้ นักเรียนได้คะแนน 0.2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกแต่เขียนคำตอบผิด 0.4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบผิดแต่เขียนคำตอบไม่ครอบคลุม 0.6 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบผิดแต่เขียนคำตอบครอบคลุม 0.8 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกแต่เขียนคำตอบไม่ครอบคลุม 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกและเขียนคำตอบครอบคลุม
2. เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวแล้วกาหนาท (x) ลงในกระดาษคำ답น และเขียนเหตุผลหรือการคำนวณลงในช่องสีเหลืองที่กำหนดให้
4. ห้ามน้ำข้อสอบออกจากห้องสอบอย่างเด็ดขาด
5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ- นามสกุล เลขที่ และชั้นให้เรียบร้อยก่อนทำข้อสอบ
6. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับข้อเดิม แล้วกาหนาทข้อใหม่

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			✗

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 – 2

จากการทดลองวัดปริมาตรแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่าง ๆ ที่ผ่านพ้นไป เมื่อใช้ลวด Mg ทำปฏิกิริยากับสารละลายน $HCl 0.1\text{ M}$ ในกระบวนการดังนี้

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

1. ถ้าต้องการเก็บแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มอีก 5 cm^3 คือจากปริมาตร $25 - 30\text{ cm}^3$ คาดว่าจะต้องเสียเวลาเพิ่มขึ้นอีกเท่าใด เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นนี้แน่นอนนี้อีกต่อไป

- ก. ไม่เกิน 30 วินาที ข. 55 วินาที
ค. 70 วินาที ง. ไม่น้อยกว่า 75 วินาที

2. กำหนด $N_2O_5(g) \longrightarrow 2NO_2 + \frac{1}{2}O_2(g)$ ที่อุณหภูมินี้ อัตราการแตกตัวของ N_2O_5 เท่ากับ 0.02 mol/l-s จงหาอัตราการเกิดแก๊ส O_2 ที่มีหน่วยเป็น mol/l-s

- ก. 0.02 ข. 0.01
ค. 0.04 ง. 0.06

3. ในปฏิกิริยา $Zn(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$ พบว่าเมื่อปฏิกิริยาไกส์สันสุคนธ์ อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจะลดลง เพราะเหตุใด

- ก. ผลิตภัณฑ์รวมกันกลับไปเป็นสารตึงตันมากขึ้น
ข. ความเข้มข้นของสารตึงตันลดลง
ค. อุณหภูมิของของผสมจะลดลง เนื่องจากพลังงานถูกใช้ไป
ง. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทำหน้าที่เป็นตัวขัดขวางปฏิกิริยา

คำชี้แจง ข้อบูลต่อไปนี้ให้ประกอบการตอบคำถามข้อ 4-5

ในการทดลองครั้งหนึ่งใช้หินปูน (CaCO_3) เป็นเม็ดกลม ๆ หนัก 6 กรัม ทำปฏิกิริยา กับกรดไฮโดรคลอริกจืดๆ (HCl) จำนวนมากพอ ปรากฏว่าหินปูนทำปฏิกิริยาจนหมดใช้เวลา 300 วินาที และเก็บแก๊สได้ $1,200 \text{ cm}^3$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิและความดันห้อง

4. อัตราเร็วเฉลี่ยของการเกิดแก๊สมีค่าเท่ากับลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที

ก. 2

ข. 3

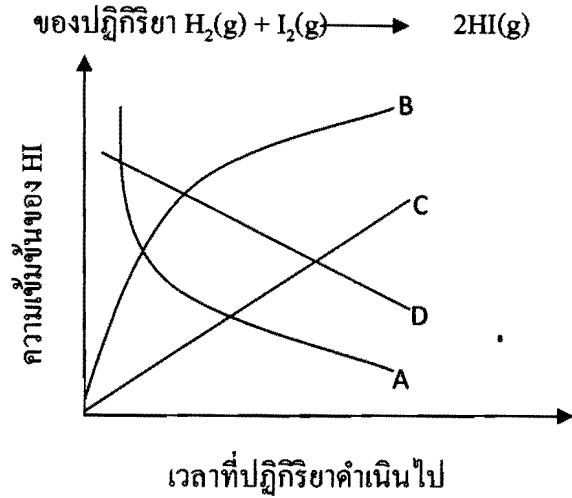
ค. 4

ง. 5

5. ถ้าห้องทำการทดลองที่อุณหภูมิและความดันเดิม แต่บดเม็ดหินปูนจำนวนเท่าเดิมให้ละเอียด เป็นผง เมื่อให้ทำปฏิกิริยา กับกรดปริมาณเท่าเดิมจนหมด ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

- ก. ได้แก๊สมากกว่า $1,200 \text{ cm}^3$ และใช้เวลาน้อยกว่า 300 วินาที
- ข. ได้แก๊สน้อยกว่า $1,200 \text{ cm}^3$ และใช้เวลาน้อยกว่า 300 วินาที
- ค. ได้แก๊ส $1,200 \text{ cm}^3$ เท่าเดิมและใช้เวลามากกว่า 300 วินาที
- ง. ได้แก๊ส $1,200 \text{ cm}^3$ เท่าเดิมและใช้เวลาน้อยกว่า 300 วินาที

6. กราฟในข้อใดແທນความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของ HI กับเวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไป ของปฏิกิริยา $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$



ก. A

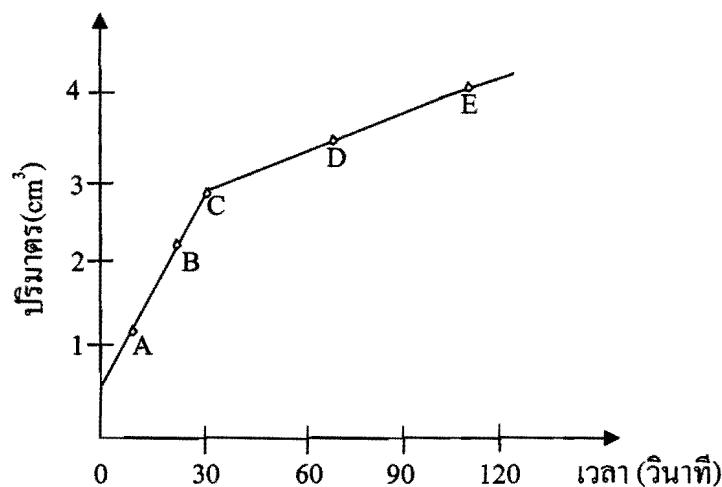
ข. B

ค. C

ง. D

คำชี้แจง ใช้กราฟและข้อความต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 7

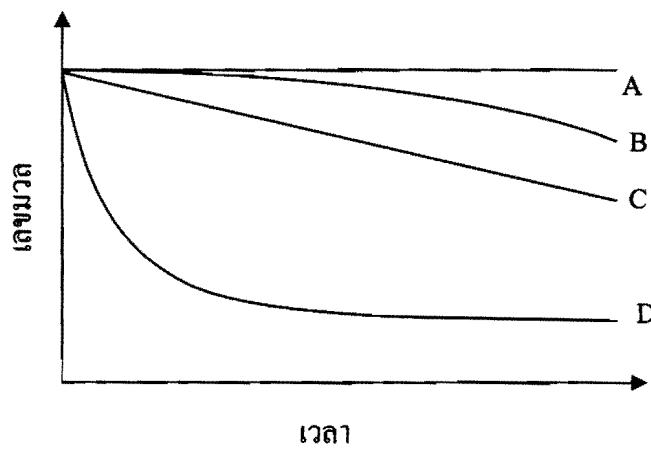
เมื่อเอาแผ่นโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก(HCl) จะได้เก๊สไฮโคลเจน(H_2O) เกิดขึ้น ถ้าจับเวลาและปริมาตรของแก๊สจะได้ผลตามกราฟ



7. กราฟชี้ว่างใดที่แสดงว่าเก๊สไฮโคลเจนเกิดขึ้นในอัตราที่เร็วที่สุด

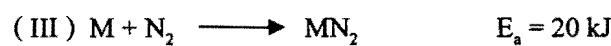
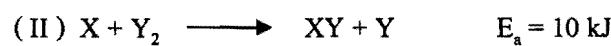
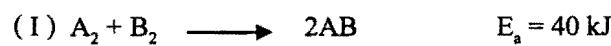
- ก. AB ข. BC ค. CD ง. DE

8. เมื่อใส่กรดไนโตริก(HNO_3) เจือจางกับชิ้นแคลเซียม(Ca) จำนวนมากลงในขวดรูปกรวย แล้วรีบปิดปากทันทีเสียบหลอดครอบรูสารอุดความชื้นไว้ทันทีที่นำขวดไปปั๊งและรีบบันทึกเวลาไว้โดยเร็ว ต่อไปชั่งมวลของขวดนี้ทุก ๆ 30 วินาที แล้วนำมวลต่าง ๆ ที่ได้ไปเขียนกราฟจะได้กราฟดังรูปใด



- ก. A ข. B ค. C ง. D

9. ปฏิกิริยาต่อไปนี้มีอคคลองที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยใช้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นทุกชนิดเท่ากัน ดังนี้



ข้อใดถูกต้อง

- ก. ปฏิกิริยา (I) เกิดง่ายที่สุด
- ข. ปฏิกิริยา (II) คายพลังงานมากที่สุด
- ค. ปฏิกิริยา (II) เกิดง่ายกว่าปฏิกิริยา (III)
- ง. เรียงลำดับพลังงานที่ดูดจากมากไปน้อย (I) > (II) > (III)

10. ข้อใดถูกต้องสำหรับพลังงานก่อการมันต์

- ก. ไม่มีผลต่ออัตราของปฏิกิริยา
- ข. ปกติจะมีค่าสูงสำหรับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นช้าๆ
- ค. เป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการหาอัตราเริ่มของปฏิกิริยาเคมี
- ง. ปกติจะมีค่าเท่ากันสำหรับปฏิกิริยาไปทางหน้าและปฏิกิริยาข้อนกลับ

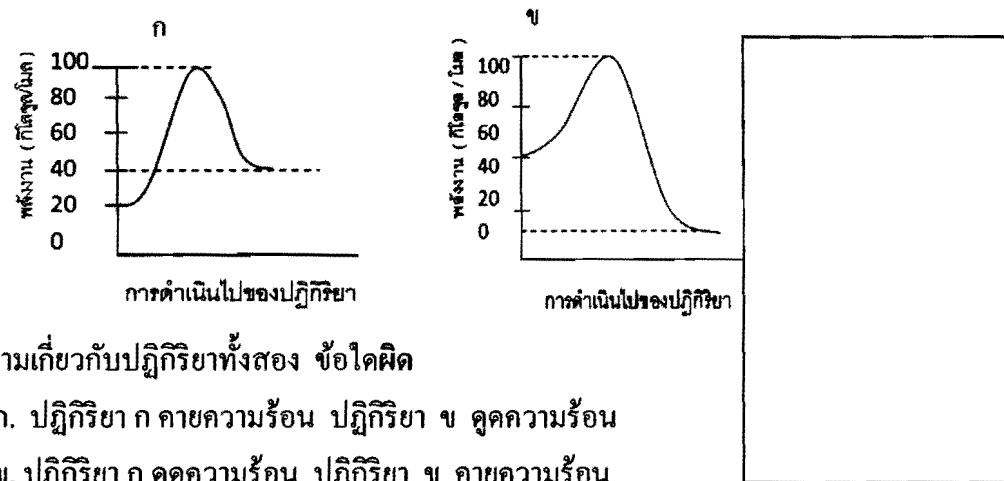
11. ถ้าปฏิกิริยา $A + B \longrightarrow C + D$ เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน และมีค่า $\Delta H = +30 \text{ kJ/mol}$ ปฏิกิริยานี้จะมีพลังงานก่อการมันต์ (E_a) เป็นเท่าใด

- ก. -30 kJ/mol
- ข. +30 kJ/mol
- ค. น้อยกว่า+30 kJ/mol
- ง. มากกว่า+30 kJ/mol

12. เพราะเหตุใดแก๊สกับแก๊สจึงทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่าแก๊สทำปฏิกิริยากับของแข็ง

- ก. อนุภาคทั้งสองของก๊าซอยู่ชิดกัน โอกาสรวมตัวจึงสะดวก
- ข. พันธะในโมเลกุลของก๊าซไม่แข็งแรงจึงสามารถพันธะและเกิดพันธะได้ง่าย
- ค. อนุภาคเคลื่อนที่ได้สะดวก โอกาสชนกันจึงเกิดได้มาก
- ง. พื้นที่ผิวของก๊าซทั้งสองสัมผัสกันมาก

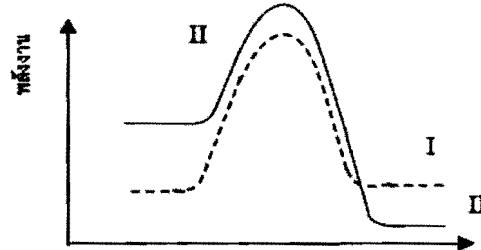
13. ถ้ากราฟระหว่างพลังงาน และการดำเนินไปของปฏิกิริยา ก และ ข เป็นดังแสดงในรูป



ข้อความเกี่ยวกับปฏิกิริยาทั้งสอง ข้อใดผิด

- ก. ปฏิกิริยา ก คายความร้อน ปฏิกิริยา ข ดูดความร้อน
- ข. ปฏิกิริยา ก ดูดความร้อน ปฏิกิริยา ข คายความร้อน
- ค. พลังงานก่อการมันต์ของปฏิกิริยา ก จะเป็นครึ่งหนึ่งของพลังงานก่อการมันต์ของปฏิกิริยา ข
- ง. พลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา ก จะเสถียรกว่าพลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา ข

14. พิจารณากราฟต่อไปนี้



การดำเนินไปของปฏิกิริยา

การเปรียบเทียบพลังงานก่อการมันต์ และการนองนิคของปฏิกิริยา I และปฏิกิริยา II ในข้อใดถูกต้อง

	พลังงานก่อการมันต์ ของปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาดูด ความร้อน	ปฏิกิริยาคาย ความร้อน
ก.	I = II	I	II
ข.	I > II	I	II
ค.	I < II	II	I
ง.	I = II	II	I

15. การกระทำในข้อใดไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. การนำเนื้อหมูแซ่บในช่องแซ่บเข้าไป
- ข. ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในการบ่มมะม่วง
- ค. การเคี้ยวยาลดกรดชนิดเม็ดให้ละเอียดก่อนกิน
- ง. การเปลี่ยนขนาดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่ทำปฏิกิริยา

16. อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดจากสารตั้งต้นเป็นแก๊ส ขึ้นอยู่กับ

- | | | |
|-------------------|---------------------|----------------|
| 1. อุณหภูมิ | 2. ตัวเร่งปฏิกิริยา | 3. ความดัน |
| ก. ข้อ 1 ข้อเดียว | ข. ข้อ 1 และ 2 | ค. ข้อ 2 และ 3 |
| ง. ข้อ 1 2 และ 3 | | |

17. การวัดอัตราเฉลี่ยของปฏิกิริยาระหว่างโลหะสังกะสีกับกรดไฮโดรคลอริกในน้ำที่อุณหภูมิ

เดียวกันได้ผลดังตาราง

ครั้ง ที่	ผง สังกะสี, g	แผ่น สังกะสี, g	1 M HCl, cm ³	H ₂ O, cm ³	อัตรา [*] เฉลี่ย
1	1	-	10	10	25
2	1	-	10	100	0.25
3	-	1	10	10	5
4	-	1	10	100	0.05
5	-	2	10	100	0.1

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเฉลี่ยของปฏิกิริยาในการทดลองนี้

1. ปริมาณของสังกะสี
2. พื้นที่ผิวของสังกะสี
3. ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก
4. อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง
5. ตัวเร่งปฏิกิริยา

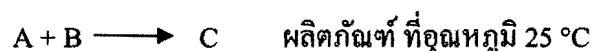
ข้อใดถูกต้อง

- | | |
|---------------------|----------------------|
| ก. 1 และ 2 เท่านั้น | ข. 1 2 และ 3 |
| ค. 1 2 3 และ 4 | ง. ข้อ 1 2 3 4 และ 5 |

18. การกระทำข้อใดทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน

- ก. เพิ่มอุณหภูมิ ลดความคัน
- ข. เพิ่มพื้นที่ผิว ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ค. เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น เพิ่มพลังงานก่อการมั่นคง
- ง. เพิ่มพื้นที่ผิว เพิ่มน้ำดakashanะที่บรรจุ

19. 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

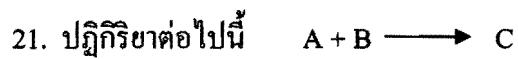
สรุปผลการทดลองในข้อใดไม่เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

- ก. อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้นกับความเข้มข้นของ A
- ข. อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ B
- ค. อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้นกับความเข้มข้นของ A และ B
- ง. ความเข้มข้นของ B จะลดลงหากไม่มีการปรับให้เท่ากับ 0.001 mol/dm³

20. เมื่อใส่ 1 mol/l ของสารละลาย HCl จำนวน 25 cm³ ลงในหินปูนชิ้นเด็ก ๆ จะมีเก๊สคาร์บอน

ไดออกไซด์เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่ไม่ทำให้อัตราของปฏิกิริยาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น

- ก. ใช้ 1 mol/l HCl 100 cm³
- ข. ใช้ 2 mol/l HCl 25 cm³
- ค. ใช้ 2.5 mol/l HCl 10 cm³
- ง. ใช้ 3 mol/l HCl 10 cm³



เกิดในสถานะแก๊สและอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของทั้งสาร A และสาร B

ระบบ 1 สาร A 1 mol ทำปฏิกิริยากับสาร B 1 mol ในภาชนะขนาด 1 dm^3

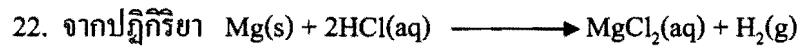
ระบบ 2 สาร A 2 mol ทำปฏิกิริยากับสาร B 2 mol ในภาชนะขนาด 2 dm^3

ระบบ 3 สาร A 0.2 mol ทำปฏิกิริยากับสาร B 0.2 mol ในภาชนะขนาด 0.1 dm^3

จากข้อมูลข้างต้นจงหาว่า

I ระบบใดได้สาร C มากที่สุดในเวลาที่กำหนด II ระบบใดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงที่สุด

	I	II		I	II
ก.	1	2	ก.	2	3
ข.	3	2	ข.	3	3



ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด ต้องทำย่างไร

ก. ใช้ลวดแมกนีเซียมมากขึ้น ส่วนกรดไฮโดรคลอริกเท่าเดิม

ข. ลวดแมกนีเซียมตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ส่วนกรดไฮโดรคลอริก เท่าเดิม

ค. เพิ่มพื้นที่ผิวของลวดแมกนีเซียม และความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

ง. ใช้ลวดแมกนีเซียมเท่าเดิมแต่เพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

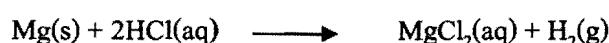
23. ในการทดลองหนึ่งทำที่อุณหภูมิห้อง เป็นระบบของปฏิกิริยาระหว่าง $\text{HCl}(\text{aq})$ $0.2 \text{ mol}/\text{dm}^3$ คงที่ และ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ปริมาณเท่ากัน เกิดตะกอนสีเหลืองของกำมะถัน ดังแสดงในตาราง

$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ (mol/dm^3)	เวลาที่ใช้จนเห็นกำมะถันชัด (วินาที)
0.0625	210
0.1250	105
0.2500	53
0.5000	26

จากผลการทดลองนี้จะสรุปได้อ้างถึง ໄ

- ก. อุณหภูมิสูง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น
- ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลาย HCl เพิ่มขึ้น
- ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- ง. ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ เพิ่มขึ้น จะใช้เวลานานกว่าและจะปราบกำมะถันอย่างเด่นชัด

24. ถ้าใช้ลวด Mg ทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ ดังสมการนี้



ในการทดลองต่อไปนี้ เมื่อใช้ลวด Mg ที่นิ่วลดเท่ากัน ข้อใดจะเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด

- ก. ใช้ Mg เป็นเตี้ยขนาดใหญ่ และใช้ HCl 0.1 mol/l HCl 30 cm^3
- ข. ใช้ Mg เป็นเตี้ยขนาดใหญ่ และใช้ HCl 0.3 mol/l HCl 10 cm^3
- ค. ใช้ Mg เป็นเตี้ยเล็ก ๆ และใช้ HCl 0.1 mol/l HCl 30 cm^3
- ง. ใช้ Mg เป็นเตี้ยเล็ก ๆ และใช้ HCl 0.3 mol/l HCl 10 cm^3

25. เหตุที่น้ำตาลผงละลายได้เร็วกว่าน้ำตาลเม็ด เพราะ

- ก. น้ำตาลผงมีพลังงานกระตุ้นมากกว่า
- ข. น้ำตาลผงมีพลังงานโครงสร้างผลึกน้อยกว่า
- ค. น้ำตาลผงมีพื้นที่ผิวมากกว่า
- ง. น้ำตาลผงมีอิอนอิสระพร้อมที่จะรวมตัวกันน้ำ

26. มีปฏิกิริยาอะไรห่วงของแข็งกับก๊าซชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ถ้าต้องการทำให้อัตราของการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น จะต้องทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอะไร

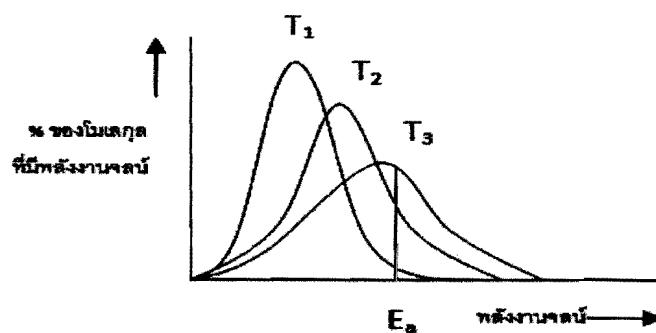
- | | |
|---------------------|-------------------------|
| ก. ลดความดันของก๊าซ | ข. ลดอุณหภูมิ |
| ค. ลดขนาดของแข็ง | ง. รักษาความดันให้คงที่ |

27. คำตอบที่ดีที่สุดสำหรับธิบายว่ามีอุณหภูมิของระบบสูงขึ้นเล็กน้อย อัตราของปฏิกิริยา

มักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วคือ

- ก. จำนวนครั้งของการชนกันเพิ่มขึ้น
- ข. พลังงานเฉลี่ยของโมเลกุลเพิ่มขึ้น
- ค. สัดส่วนของโมเลกุลที่มีพลังงานมากกว่า
หรือเท่ากับพลังงานกระตุ้นมากขึ้น
- ง. พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

28. การกระจายพลังงานของโมเลกุลของแก๊สที่อุณหภูมิ T_1, T_2, T_3 ($T_1 > T_2 > T_3$)
แสดงดังรูป (E_a คือพลังงานกระตุ้น)



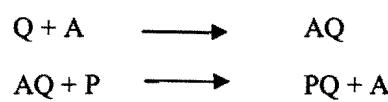
ข้อใดถูกต้อง

- ก. ที่อุณหภูมิ T_1 เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด
- ข. ที่อุณหภูมิ T_2 เกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าที่อุณหภูมิ T_1 และ T_3
- ค. ที่อุณหภูมิ T_3 เกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าที่อุณหภูมิ T_1 และ T_2
- ง. ที่อุณหภูมิ T_1 มีจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงกว่า
พลังงานกระดันมากกว่าที่อุณหภูมิ T_2

29. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. ปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งเกิดได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่ไม่มีตัวเร่ง
- ข. ปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งเมื่อปฏิกิริยาสั่นสูคลง ตัวเร่งยังคงมี
ปริมาณและสมบัติเหมือนเดิม
- ค. พลิตกัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งจะมีพลังงานต่ำกว่า
พลิตกัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาที่ไม่มีตัวเร่ง
- ง. ปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งจะมีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำกว่าปฏิกิริยา
ที่ไม่มีตัวเร่ง

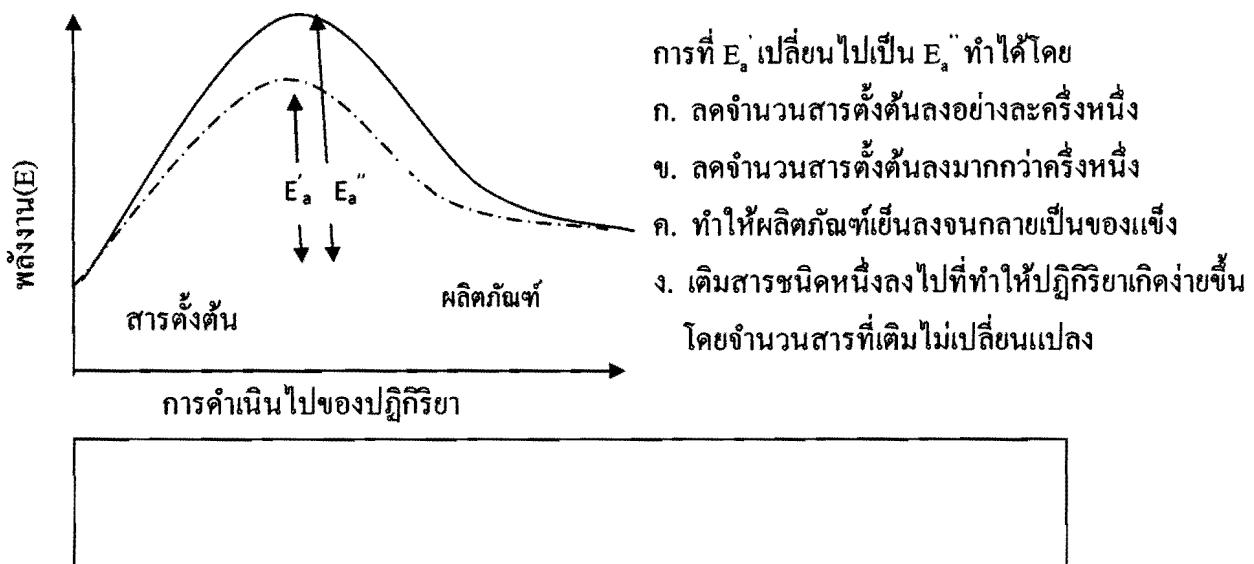
**30. สาร Q ทำปฏิกิริยากับสาร P ได้ผลิตกัณฑ์ PQ แต่ถ้าเติมสาร A ลงไปด้วย ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้น
เพียงสมการแสดงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้**



การแปลความหมายที่ถูกต้องคือ

- ก. AQ เป็นสารเชิงซ้อนที่ถูกกระดับ
- ข. A เป็นสารช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา ทำให้
ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น
- ค. A เป็นตัวขัดของปฏิกิริยา ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของ
ปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น
- ง. ถ้าเติมสาร A เข้าไปในระบบนี้ อาจทำให้ปริมาณของ
ผลิตกัณฑ์เพิ่มขึ้น

31. จงพิจารณาปัจจัยที่กำหนดให้



32. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

	พลังงานของปฏิกิริยา	อัตราการเกิดปฏิกิริยา	พลังงาน ก่อภัยมันต์
ก.	เปลี่ยน	เปลี่ยน	ลดลง
ข.	เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน	เพิ่มขึ้น
ค.	ไม่เปลี่ยน	เปลี่ยน	ลดลง
ง.	ไม่เปลี่ยน	เปลี่ยน	เพิ่มขึ้น

ข.2 เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.	ง	19.	ข
2.	บ	20.	ก
3.	ข	21.	ง
4.	ค	22.	ค
5.	ง	23.	ค
6.	ข	24.	ง
7.	ก	25.	ค
8.	ง	26.	ค
9.	ค	27.	ค
10.	ข	28.	ค
11.	ง	29.	ค
12.	ค	30	ข
13.	บ	31.	ง
14.	ข	32.	ค
15.	ง		
16.	ง		
17.	ข		
18.	ข		

ข.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมีเมื่อนักเรียนปฏิบัติการทดลอง

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมีเมื่อนักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ข้อมูลส่วนตัวนักเรียน

นักเรียน ระดับชั้น.....ลำดับที่.....

เพศ 1. ชาย 2. หญิง

อายุปี.....เดือน.....

ผลการเรียนเฉลี่ย 1.50 – 1.99 2.00- 2.49 2.5 – 2.99

3.00 – 3.49 3.5 -4.00

คำชี้แจง

- แบบสอบถามนี้เป็นแบบวัดความรู้สึกพึงพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223
- การตอบแบบสอบถามไม่มีกำหนดที่ถูกหรือผิด กำหนดของนักเรียน ไม่มีผลต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223ของนักเรียนแต่อย่างใด
- ให้พิจารณาว่าข้อความใดในแต่ละข้อที่ตรงกับความรู้สึกพึงพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียน ที่เป็นความจริงมากที่สุด โดยทำเครื่องหมายกาหนาท ลงบนตัวเลขที่สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียน เพียงตัวเดียวเท่านั้น

โดยเลือก	1	ถ้านักเรียน	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
	2	ถ้านักเรียน	ไม่เห็นด้วย
	3	ถ้านักเรียน	เหยียด
	4	ถ้านักเรียน	เห็นด้วย
	5	ถ้านักเรียน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่าง คำถาม “ฉันชอบแผนผังรูปตัววี” ถ้านักเรียนรู้สึกว่าชอบแผนผังรูปตัววีอย่างมาก

นักเรียนกาหนาท “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ในข้อ 5

ส่วนที่ 1 (กิจกรรม)	ไม่เห็น	ไม่เห็น	เหยียด	เห็น	เห็น
	ด้วย	ด้วย		ด้วย	ด้วย
1. ฉันชอบแผนผังรูปตัววี	1	2	3	4	X

เมื่อต้องการเปลี่ยนคำตอบ !

ตัวอย่าง คำ답น “การทดลองช่วยให้ฉันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น” ถ้านักเรียนทำการทดลองแล้วไม่เข้าใจเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเลย ให้เลือกข้อ 1 แต่ถ้า ไร่ตามถ้านักเรียนคิดว่า เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้วนักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยา นักเรียนสามารถเปลี่ยนคำตอบจากข้อ 1 มาเป็นข้อ 5 หรือ ข้อ 2, 3, 4 โดยข้อเด่นสอง เด่นเหมือนกับเครื่องหมายเท่ากับทันทีที่ไม่ต้องการ แล้วกากรบทข้อใหม่ที่นักเรียนเห็นว่า สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ส่วนที่ 4 (หักษะทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรม)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง					ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
การทดลองช่วยให้ฉันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น	✗	2	3	4	✗			
ส่วนที่ 1 (กิจกรรม)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ฉันชอบแผนผังรูปตัววี	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
2. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันสามารถตั้งสมมติฐานและระบุ ตัวแปรได้ดี	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
3. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันเห็นภาพรวมของการทดลอง	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
4. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันเขียนใจง่ายผ่านตัวหนังสือ	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
5. ช่องใจแผนผังรูปตัววีน้อยเกินไป	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
6. ฉันไม่ชอบแผนผังในทัศน์	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
7. ฉันจะไม่ใช้แผนผังรูปตัววีอีก	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
8. แผนผังรูปตัววีทำให้ฉันคิดการทดลองมากเกินไป	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
9. แผนผังรูปตัววีช่วยให้ฉันเขียนใจง่ายสิ่งต่างๆ ได้	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
10. ฉันจะใช้แผนผังรูปตัววีอีก	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
ส่วนที่ 2 (วิธีการสอน)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
11. การเรียนการสอนสื่อสารแบบเขียนแบบแนวทางน่าสนใจ	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
12. ฉันชอบออกแบบการทดลองเอง	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
13. ฉันสามารถประยุกต์ความรู้วิชาเคมีรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการเรียนการสอน สื่อสารแบบเขียนแบบแนวทาง	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
14. โดยทั่วไปฉันชอบการเรียนการสอนสื่อสารแบบเขียนแบบแนวทางมากกว่าการเรียนการสอนที่มีข้อตอนการทดลองให้	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ
15. การเรียนการสอนสื่อสารแบบเขียนแบบแนวทางเหมือนกับ การเรียนทั่วไป	1	2	3	4	5	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เขย ๆ

ส่วนที่ 2 (วิธีการสอน)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เชช ๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
	1	2	3	4	5
16. ฉันมีทักษะการปฏิบัติจากการเรียนการสอนสีบลีเสียงแบบ ชี้แนะแนวทาง	1	2	3	4	5
17. ฉันชอบทำการทดลองโดยมีขั้นตอนการทดลองมาให้	1	2	3	4	5
18. การเรียนการสอนสีบลีเสียงแบบชี้แนะแนวทางทำให้ฉันมี ความสุขในการเรียน	1	2	3	4	5
19. โดยทั่วไปฉันชอบการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนการทดลอง ให้มากกว่าการเรียนการสอนสีบลีเสียงแบบชี้แนะแนวทาง	1	2	3	4	5
20. การเรียนการสอนสีบลีเสียงแบบชี้แนะแนวทางเป็นสิ่งที่ ทำให้เพราะฉันได้ตัดสินใจเองว่าจะร่วมรวมข้อมูลและ วิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร	1	2	3	4	5
ส่วนที่ 3 (ครุภัณฑ์)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เชช ๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
21. ในการเรียนการสอนครุภัณฑ์เป็นมิตรกับฉัน	1	2	3	4	5
22. เมื่อฉันถ่าน ครุภัณฑ์ตอบคำถามฉันด้วย	1	2	3	4	5
23. ในการเรียนการสอนครุภัณฑ์ฉันมีอัจฉริยะในห้องเรียน	1	2	3	4	5
24. เมื่อฉันมีปัญหาในห้องเรียน ครุภัณฑ์ทำอะไรเลย	1	2	3	4	5
25. ในการเรียนการสอนครุภัณฑ์แนวทางให้ฉันสามารถออกแบบ การทดลองได้	1	2	3	4	5
26. ในการเรียนการสอนครุภัณฑ์ไม่เป็นมิตรกับฉัน	1	2	3	4	5
27. ในการเรียนการสอนครุภัณฑ์ตอบคำถามฉัน	1	2	3	4	5
28. ในการเรียนการสอนครุภัณฑ์กระตุ้นให้ฉันอภิปราย ความคิดเห็นกันเพื่อน ๆ	1	2	3	4	5
29. ในการเรียนการสอนครุภัณฑ์ไม่กระตุ้นให้ฉันอภิปรายความคิด กับเพื่อน ๆ	1	2	3	4	5
30. ครุภัณฑ์ได้ชี้แนะแนวทางให้ฉันสามารถออกแบบการทดลอง เดย	1	2	3	4	5
ส่วนที่ 4 (ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรม)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เชช ๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
31. การทดลองนี้ เรื่องมีหอยแครงปล้อยกเก็บสำน้ำใจ	1	2	3	4	5
32. ใน การทดลอง แผนผังรูปด้วยมีประทับใจที่ต่อการออกแบบ การทดลองของฉัน	1	2	3	4	5
33. การทดลอง ช่วยให้ฉันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น	1	2	3	4	5
34. การทดลองช่วยให้ฉันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรที่- มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	2	3	4	5
35. การทดลอง ช่วยให้ฉันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัย ของตัวแปรมีผลอย่างไรต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	2	3	4	5

ส่วนที่ 4 (หักษะทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรม)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	เข้า ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
				ไม่เห็นด้วย	
36. ในการทดลองนี้ฉันได้เรียนรู้วิธีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	2	3	4	5
37. ในการทดลอง ฉันได้เรียนรู้วิธีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ กับตัวแปรที่ต้องการ	1	2	3	4	5
38. ในการทดลอง ฉันได้เรียนรู้วิธีการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	2	3	4	5
39. ในการทดลอง ฉันมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	2	3	4	5
40. การทดลอง ทำให้ฉันมีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1	2	3	4	5

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้)

ค.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	เวลา 16 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	เวลา 2 ชั่วโมง
รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ครุภู่สอน นางสาวณัฐา กล้าหาญ	ภาคเรียนที่ 1/2554

1. มาตรฐานการเรียนรู้

- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสื่อที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 8. 1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสนับสนุนกัน

2. ตัวชี้วัด

อธิบายผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

โดยทั่ว ๆ ไป เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น ด้วย แต่ไม่แน่เสมอไป บางกรณีอาจไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ หรืออาจทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลงก็ได้ การที่จะทราบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ จะต้องได้จากการทดลองเท่านั้น

จากการทดลอง จะทำให้ทราบว่าสารตั้งต้นชนิดใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นหรือช้าลง แต่ถ้าต้องการจะทราบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยามากน้อยอย่างไร สารใดจะมีผลมากกว่ากันจะต้องอาศัยกฎอัตราเข้าช่วย กฎอัตรา (rate law)

กรณีที่เป็นปฏิกิริยาเนือเดียว อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยตรง แต่ถ้าเป็นปฏิกิริยาเนือผสมจะมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งจะยังไม่ออกล่าวนในที่นี้ คังที่กล่าวมาแล้วว่า โดยทั่วไป เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยา จะเกิดเร็วขึ้น การเพิ่มความเข้มข้นอาจทำได้โดยเพิ่มสารตั้งต้นบางส่วนลงไปในปฏิกิริยา หรือถ้าเป็นปฏิกิริยาของก๊าซอาจเพิ่มความเข้มข้นโดยลดปริมาตรของภาชนะหรือเพิ่มความดัน

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นแต่ละตัวในปฏิกิริยาอาจมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ไม่เท่ากัน บางตัวอาจมีผลมาก บางตัวอาจมีผลน้อย หรือไม่มีผลเลยก็ได้ นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เพื่อที่จะคุ้ว่า สารใดบ้าง มีผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาและมีผลมากน้อยอย่างไร โดยอาศัย law of mass action ซึ่งกล่าวว่า “อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นสัดส่วน โดยตรง กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น ที่เข้าทำปฏิกิริยา”

ในปฏิกิริยาเคมีทั่วๆ ไป $aA + bB \rightarrow cC + dD$

A และ B เป็นสารตั้งต้น

จาก law of mass action “อัตราการเกิดปฏิกิริยา (R) α ความเข้มข้นของสารตั้งต้น”

$$R \propto [A]^m \text{ และ } R \propto [B]^n$$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ค้านความร้อน (K)

1. อธิบายถึงความเข้มข้นสูงและความเข้มข้นต่ำของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

2. สรุปผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

2. ค้านกระบวนการ (P)

ทำการทดลองเพื่อศึกษาความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

3. ค้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

นิวันัย ผู้มั่นในการทำงาน ไฟเรียนรู้และอยู่อย่างพอเพียง

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. อ่ายอ้างพอเพียง
6. รักความเป็นไทย

8. ภาระงาน/ขั้นงาน

ภาระงาน

ทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคนี

ขั้นงาน

รายงานผลการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคนี

9. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้

9.1 ขั้นสร้างความสนใจ

ครูกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมอนาคตองค้าตัวใหม่เร็วกว่ากัน ซึ่งกิจกรรมการทดลองนี้ใช้น้ำยาล้างจานและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์(H_2O_2) และสีผสมอาหารลงไปในขวด 3 ใบจากนั้นเทโพแทสเซี่ยมไอโอดีดที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันลงไปในแต่ละขวด แล้วให้นักเรียนทายว่าขวดใดใหม่เร็วกว่ากัน นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อมูลเป้าหมายและประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้ ได้ตัวอย่างคำถามดังนี้

- 1) ทำไมโพแทสเซี่ยมไอโอดีดที่มีความเข้มข้นต่างกัน ทำให้มีฟองที่เกิดขึ้นเร็วกว่ากัน

2) ทำไมโพแทสเซียมไอโอดีดที่มีความเข้มข้นมากที่สุด ทำให้ฟองเก๊าสเกิดขึ้นมากที่สุด

9.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 2 คน โดยในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง และอ่อน หลังจากนั้นให้นักเรียนแบ่งหน้าที่โดยให้ทุกคนมีส่วนรับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกัน จากคำถามที่ตั้งไว้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและทดลอง เรื่องความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ลวดแมกนีเซียม ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นต่างกันด้วยตนเอง โดยมีครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการทดลอง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและวิธีการทดลอง ระหว่างที่นักเรียนทำการทดลอง นักเรียนต้องขัดลวดแมกนีเซียมก่อนทดลอง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน อภิปรายผลการทดลองเพื่อให้ทราบว่าความเข้มข้นของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้า ความเข้มข้นสูงอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว และถ้าความเข้มข้นต่ำอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้า เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นเพิ่มทำให้โอกาสที่ไม่เกิดขึ้นลดลง แต่ความเข้มข้นก็ต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงเกิดได้มากขึ้น จากนั้นนักเรียนศึกษาเนื้อหาจากใบความรู้ในเรื่องความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

9.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปผลจากการสืบค้นและการทดลอง เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสรุปเป็นองค์ความรู้ร่วมกัน และนำความรู้ไปต่อยอดคำถามที่ ตนเองตั้งไว้ในขั้นสร้างความสนใจ

9.4 ขั้นขยายความรู้

ครุตั้งคำถามให้นักเรียนกลับไปช่วยกันระดมความคิด เกี่ยวกับการออกแบบการทดลองที่ครุกำหนดไว้ และการนำเสนอผลการทดลองที่ง่ายต่อการศึกษา จากนั้น นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง และนำเสนอการแก้ปัญหาที่ครุกำหนดให้จากการทดลอง นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แคลเซียมคาร์บอนเนต(CaCO_3) และกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้นต่างกัน นักเรียนเขียนรายงานผล การทดลองลงในแบบฟอร์มที่ครุกำหนดไว้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายและนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

9.5 ขั้นประเมินผล

ให้นักเรียนแต่ละคนขึ้นกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม ในข้อมูล เป้าหมายครบถ้วนตามประเด็นหรือไม่ ถ้าไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครุ อธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่ออธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน) ครูประเมิน

พฤติกรรมในชั้นเรียน ด้านจิตวิทยาศาสตร์ ครูประเมินนักเรียนจากการรายงานผลการทดลองจากกิจกรรมต่าง ๆ

10. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 3
3. กิจกรรมที่ 1 อนาคตค้าตัวไนนเร็วกว่ากัน
4. ห้องสมุดโรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยาคม อำเภอ กันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ

11. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ochibaiyถึงความเข้มข้นและความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้	ตรวจรายงานผลการทดลองในแผนผัง ตัววี	แบบประเมินรายงานผลการทดลอง	ถูกต้องระดับดีร้อยละ 60
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	สังเกตการปฏิบัติงาน	แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์
3. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงานและอยู่อย่างพอเพียง	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์

12. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

12.1 ด้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

12.1.1 ด้านความรู้

12.1.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

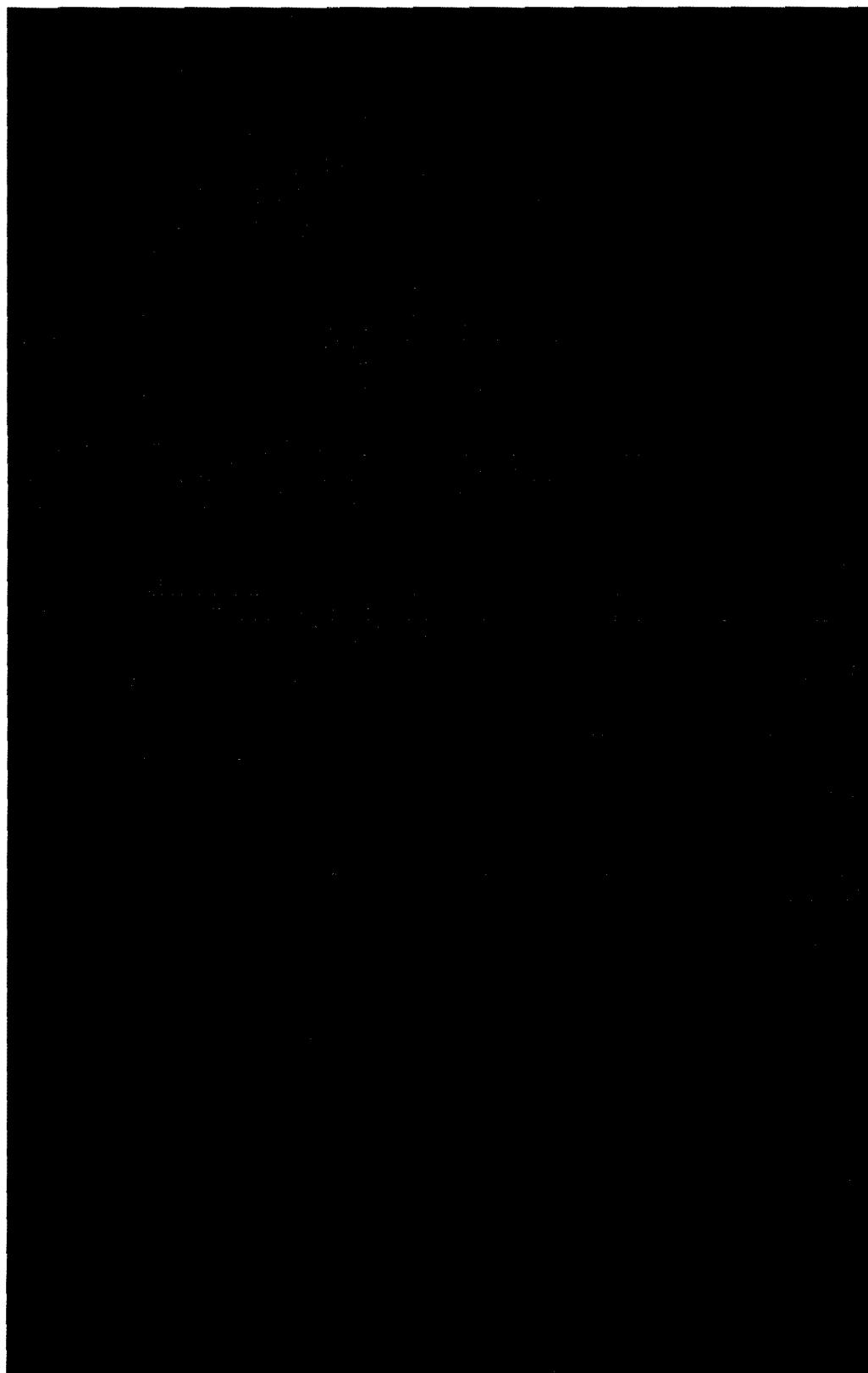
12.1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

12.2 ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข

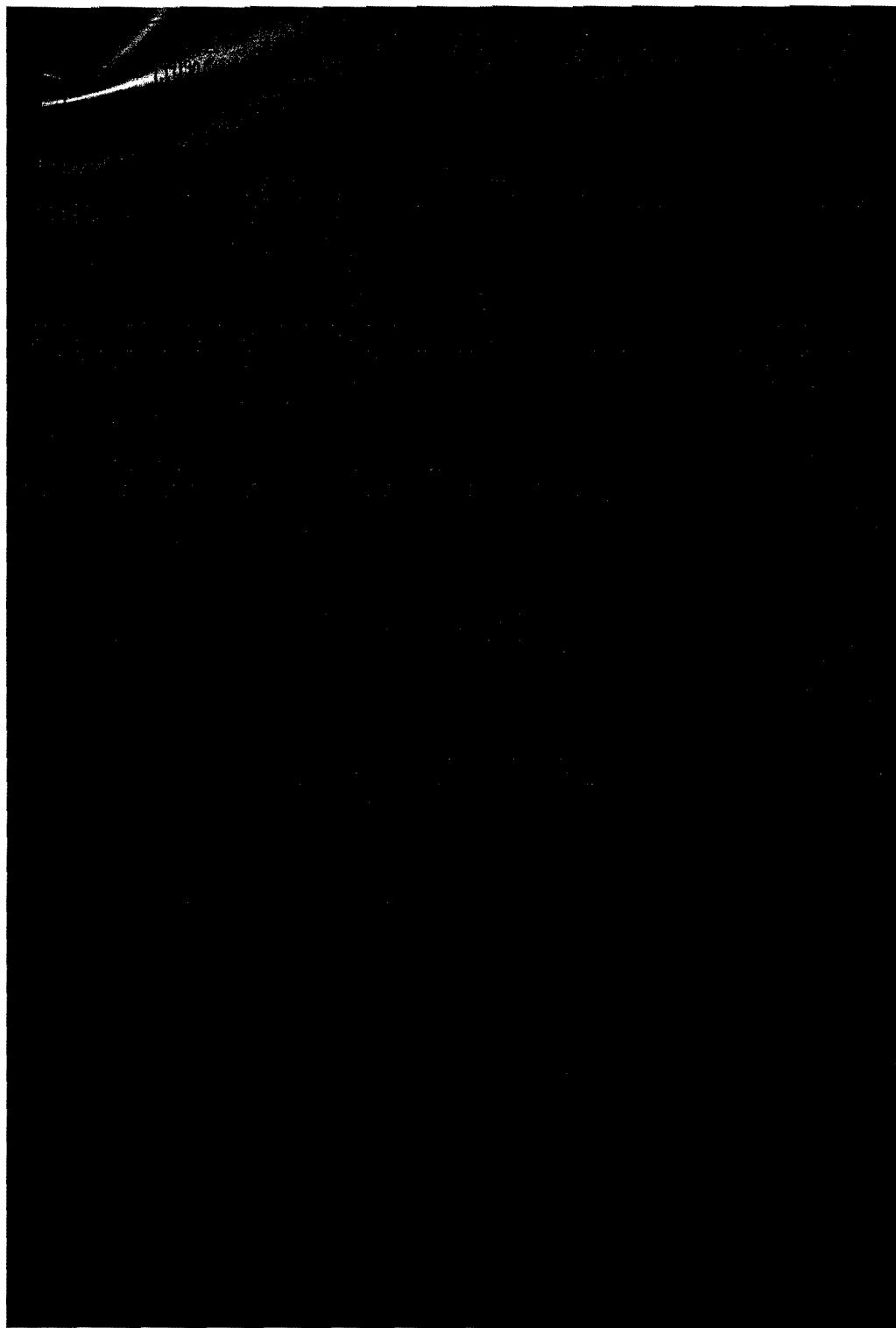
12.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

ภาคผนวก ๑
ตัวอย่างการรายงานผลการทดสอบของนักเรียน

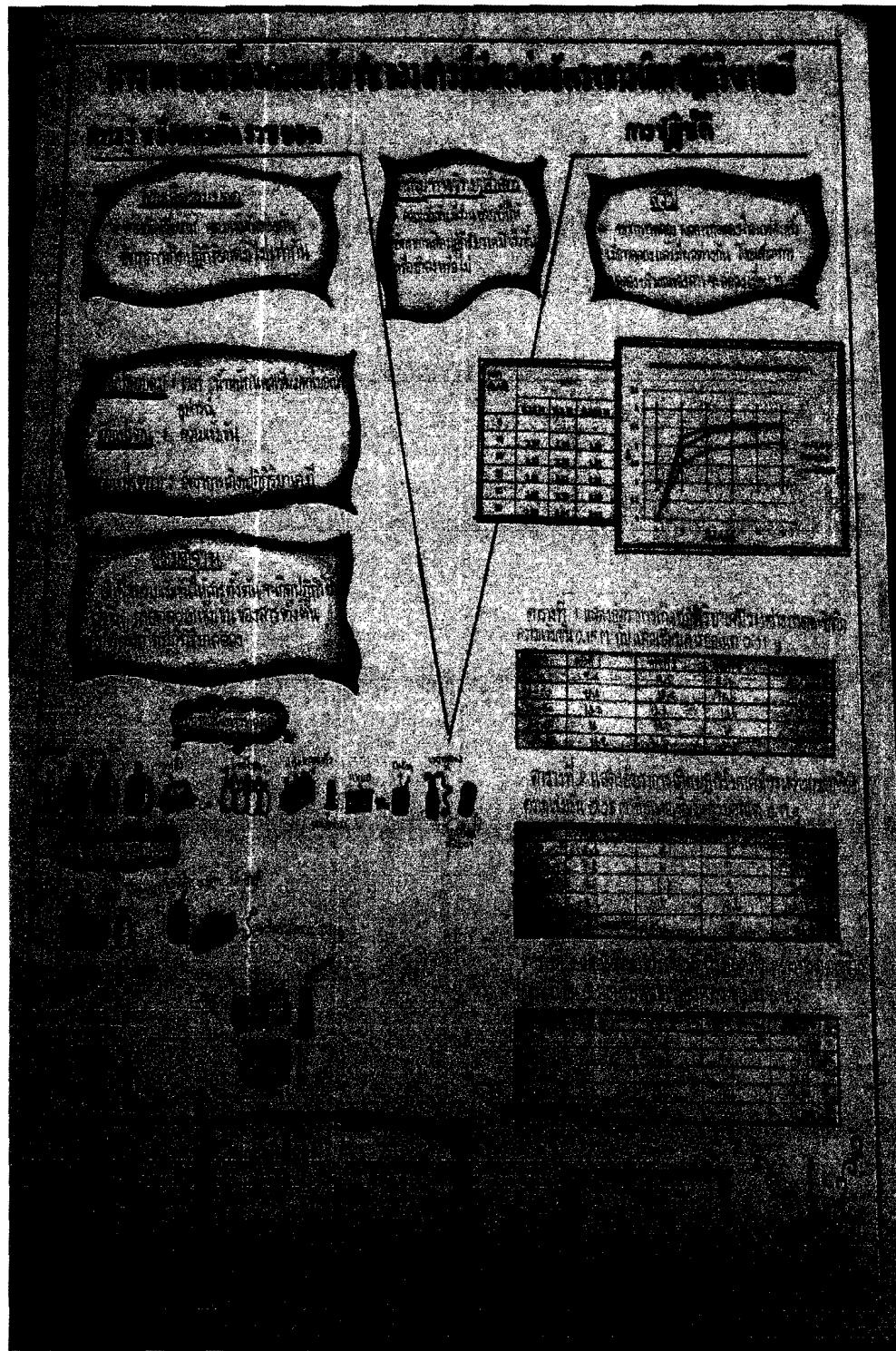
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างรายงานผลการทดลองเรื่อง สารบางชนิดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



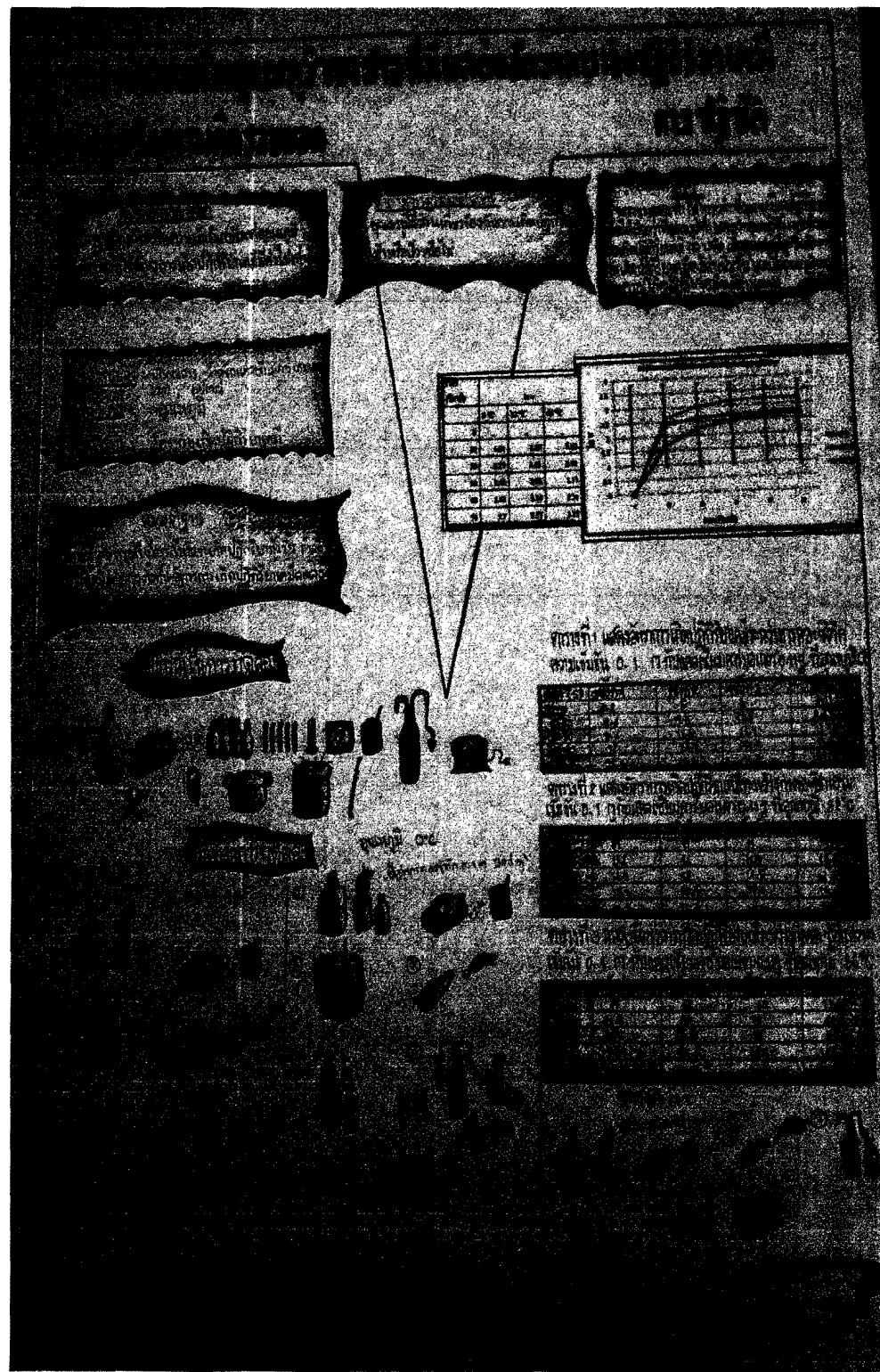
ภาพที่ ๓.๒ ตัวอย่างรายงานผลการทดลองเรื่อง พื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ ๓.๓ ด้วอย่างรายงานผลการทดลองเรื่อง ความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างรายงานผลการทดลองเรื่องอุณหภูมิของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาคผนวก จ
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ จ.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนผังรูปตัววี วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1	1	1	1
2. ทักษะการควบคุมตัวแปร	1	1	1	1
3. ทักษะการทดลอง	1	1	1	1
4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	1	1	1	1
5. ทักษะ การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	1	1	1	1

ตารางที่ จ.2 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลลัมฤทธิ์กับจุดประสงค์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	0	1	0.67
4	1	1	1	1
5	1	0	1	0.67
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	0	1	0.67
10	1	1	-1	0.33
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	0	1	0.67
14	1	1	-1	0.33

ตารางที่ จ.2 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เขียนราย			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
15	1	1	1	1
16	1	1	-1	0.33
17	1	1	-1	0.33
18	1	1	1	1
19	1	0	1	0.67
20	1	0	1	0.67
21	1	0	1	0.67
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	-1	1	1	0.33
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	-1	1	1	0.33
29	1	1	-1	0.33
30	1	1	1	1
31	1	-1	1	0.33
32	1	0	1	0.67
33	1	1	1	1
34	0	-1	1	0
35	1	1	1	1
36	1	0	-1	0
37	1	0	1	0.67
38	1	1	1	1
39	1	1	1	1
40	1	0	1	0.67

ตารางที่ จ.2 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบบัวดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
41	1	-1	1	0.33
42	-1	1	1	0.33
43	-1	0	1	0
44	1	1	1	1
45	1	0	1	0.67
46	1	1	1	1
47	1	1	1	1
48	1	1	1	1
49	1	0	1	0.67
50	1	1	1	1
51	-1	1	1	0.33
52	1	1	1	1
53	-1	1	1	0.33
54	-1	1	1	0.33
55	1	1	1	1
56	1	1	1	1
57	1	1	1	1
58	1	0	1	0.67
59	1	1	1	1
60	1	1	1	1

**ตารางที่ จ.3 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.72	0.31
2	0.44	0.38
3	0.69	0.25
4	0.94	0.00
5	0.78	-0.06
6	0.28	0.31
7	0.53	0.31
8	0.63	0.25
9	0.78	0.44
10	0.69	0.38
11	0.09	0.06
12	0.78	0.31
13	0.44	0.25
14	0.66	0.44
15	0.66	0.44
16	0.56	0.25
17	0.47	0.56
18	0.63	0.38
19	0.28	0.19
20	0.41	0.31
21	0.13	0.00
22	0.44	0.38
23	0.38	0.38
24	0.38	0.25
25	0.75	0.38
26	0.75	0.31

**ตารางที่ จ.3 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)**

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
27	0.06	0.00
28	0.63	0.500
29	0.47	0.31
30	0.38	0.25
31	0.59	0.19
32	0.50	0.25
33	0.44	0.38
34	0.72	0.56
35	0.03	0.06
36	0.69	0.25
37	0.75	0.13
38	0.72	0.31
39	0.53	0.31
40	0.56	0.25
41	0.25	0.25
42	0.41	0.44
43	0.56	0.25
44	0.44	0.38
45	0.59	0.44

ตารางที่ ๑.๔ คะแนนคิดทักษะทางวิทยาศาสตร์จากการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เลขที่	การทดลองเรื่อง				คะแนนรวม (120 คะแนน)
	ตัวหน่วยปฏิกิริยาเคมี	พื้นที่ผิว	ความเข้มข้น	อุณหภูมิ	
1	22	28	27	27	104
2	24	18	24	22	88
3	22	28	27	27	104
4	22	28	27	27	104
5	21	29	30	29	109
6	22	27	26	22	97
7	20	20	22	21	83
8	20	19	22	21	82
9	18	23	20	20	81
10	21	26	25	25	97
11	21	26	25	25	97
12	22	29	27	28	106
13	21	26	25	25	97
14	21	26	25	25	97
15	21	18	22	22	83
16	23	29	27	27	106
17	21	26	25	25	97
18	18	26	27	24	95
19	21	26	25	25	97
20	18	19	18	20	75
21	25	27	26	26	104
22	22	28	27	27	104
23	24	29	29	29	111

ตารางที่ จ.4 คะแนนคิบทักษะทางวิทยาศาสตร์จากการรายงานผลการทดลองเรื่องยัต្តารាងกិច
ភ្នំពូករិយាខ័ណី ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	การทดลองเรื่อง				คะแนนรวม (120 คะแนน)
	ตัวหน่วยป្នំពូករិយាខ័ណី	พื้นที่ผิว	ความเข้มข้น	อุณหภูมิ	
24	21	26	25	25	97
25	20	26	19	21	86
26	18	26	27	24	95
27	18	26	27	24	95
28	21	27	26	28	102
29	18	26	27	24	95
30	23	30	29	28	110
31	18	26	27	24	95
32	24	30	29	29	112
33	17	17	20	19	73

ตารางที่ จ.5 คะแนนคิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องยัต្តารាងកិចភ្នំពូករិយាខ័ណី
ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า	
	mean	SD	mean	SD	คะแนน	ร้อยละ
1	1.2	0.08	1.6	0.09	0.4	1.25
2	2.6	0.1	3	0.1	0.4	1.25
3	3.6	0.1	4	0.1	0.4	1.25
4	1.4	0.09	2	0.1	0.6	1.88
5	2.8	0.1	18.2	0.45	15.4	48.1
6	2.8	0.1	17.2	0.45	14.4	45
7	1.4	0.08	4.2	0.1	2.8	8.75
8	1	0.07	2.8	0.1	1.8	5.63
9	1.4	0.08	3	0.1	1.60	5

ตารางที่ จ.5 คะแนนคิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความท้าทาย	
	mean	SD	mean	SD	คะแนน	ร้อยละ
10	1.4	0.08	2	0.09	0.6	1.88
11	2	0.09	5	0.09	3	9.38
12	2.2	0.1	22.4	0.42	20.20	63.1
13	1.6	0.09	2.4	0.11	0.8	2.5
14	2.8	0.1	4	0.09	1.2	3.75
15	1.8	0.09	4	0.21	2.20	6.88
16	1.4	0.09	12.2	0.43	10.8	33.8
17	1.6	0.09	2	0.1	0.4	1.25
18	1.2	0.07	3	0.19	1.8	5.63
19	2	0.09	3.8	0.26	1.8	5.63
20	1.2	0.08	1.8	0.1	0.6	1.88
21	2	0.09	15.2	0.44	13.2	41.3
22	1.8	0.09	13.4	0.43	11.6	36.3
23	2.2	0.1	12.6	0.43	10.4	32.5
24	2.2	0.1	8.8	0.42	6.6	20.6
25	2	0.09	3	0.09	1	3.13
26	1.8	0.09	3	0.09	1.2	3.75
27	2.2	0.1	3	0.09	0.8	2.5
28	2.4	0.09	17.2	0.47	14.8	46.3
29	2	0.09	2.4	0.1	0.4	1.25
30	2	0.09	15.8	0.46	13.8	43.1
31	2.2	0.1	2.4	0.1	0.2	0.62
32	2	0.09	15.8	0.45	13.8	43.1
33	0.4	0.05	0.8	0.07	0.4	1.25

ภาคผนวก ฉ
บทความวิจัยที่เผยแพร่

การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

**Developing tenth grade students' scientific skills in chemical kinetics
by using guided-based instruction**

นัฐสุดา กล้าหาญ (Nutsuda Klahan)^{1*} และ เสนอ ชัยรัตน์ (Sanoe Chairam)²

¹นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Corresponding author : N.nut_sara@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เพื่อ (1) พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ (2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 33 คน โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยาคม ปีการศึกษา 2553 - 2554 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแผนผังรูปตัววี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบตัวเลือก 4 ตัวเลือกเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแบบสอบถามความพึงพอใจ สติติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ t-test ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถที่จะอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นน้อยกว่า .05 และคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งฉบับอยู่ในระดับมาก แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียน

คำสำคัญ : ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การเรียนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

Abstract

This study aimed to : (1) develop student's scientific skills, (2) promote student learning achievement, (3) study learning satisfaction of students after they had learned by using guided-based instruction in chemical kinetics. The target group was 33 tenth grade students at Kantaralakwitthayakom school, academic year 2010-2011. Pattern experimental One Group Pretest-Posttest Design. The data collecting tools consisted of the vee-map, the achievement tests and questionnaire. The statistics used for data analysis include t-test, percentage and standard deviation. The findings were found that students were able to explain the changes of the rate of reaction and developed good skill in chemical kinetics. The paired samples t-test analysis indicated that the students obtained post-achievement score statistically higher than the pre-achievement score at $p<.05$. The students who learned by using guided-based instruction provided their satisfaction with learning at a high level. Therefore, the teaching approach was effective to enhance students' understanding as well scientific skills.

Keyword : scientific skills, guided-based instruction, chemical kinetics

บทนำ

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วย การลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายที่เหมาะสมกับระดับชั้น (กรณวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2551) แต่จากการ ทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีของหักตีครี สุภาร (2554) ในเรื่อง กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีปัญหาที่แยกออกเป็นประเด็น ดังนี้

- 1) จำนวนการทดลองค่อนข้างน้อย และในแต่ละการทดลองมักจะเน้นแค่ต้องการให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหา ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของเวลาทำให้ต้องตัดทอน รายละเอียดสำคัญบางอย่างของการทดลองออกไป (Hofstein, 2004)
- 2) การทดลองเป็นแบบดั้งเดิมมักจะเน้นให้นักเรียนทำตามวิธีการทดลองในหนังสืออย่างเคร่งครัดเพื่อ ประยุกต์เวลาในการทดลอง
- 3) การทดลองส่วนใหญ่มักจะเน้นการเชื่อมโยงกับภาคฤดูร้อนมากกว่าการเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน (reality link) ทำให้ผู้เรียนไม่ตระหนักรถึงความสำคัญของสิ่งที่กำลังทดลองอยู่ ซึ่งอาจจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติเชิง ลบต่อวิชาเคมี (Kegley, Stacy and Gutwill, 1996)
- 4) นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการทดลองเคมีไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองแบบสืบเสาะ (Windale, 2008) โดยโรงเรียนขนาดเล็กขาดอุปกรณ์ในการทดลอง สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่จะเน้นการสอน บรรยายเพื่อให้นักเรียนสอบเปลื้อนเข้าเรียนต่อได้ แต่สำหรับโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนเป็นโรงเรียนขนาดกลางมีปัญหาในเรื่อง ขาดอุปกรณ์การทดลอง โดยเฉพาะเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในการทดลองแต่ละครั้ง เช่น การทดลองเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งใช้ระบบอุ่นความร้อนและเวลาแมกนีเซียม การทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งจะใช้สารละลายโซเดียมไนเตรตที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันทำปฏิกิริยากับสารละลายกรด ไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นคงที่ เรื่องพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งใช้ระบบอุ่นความร้อนและเวลา แมกนีเซียมในการทดลอง เรื่องอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งใช้สารละลายกรดออกซาลิก สารละลาย กรดซัลฟิวริก และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ 2555) ซึ่งในการทดลองแต่ละครั้งต้องเตรียมอุปกรณ์ใหม่ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอน และบางการ ทดลอง เช่น เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เมื่อทำการทดลองจะเกิดแก๊สไข่น่า ซึ่งมีกลิ่น เหม็น ทำให้บรรยายภาพของการเรียนการสอนไม่น่าเรียน

ข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้นล้วนทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือแก้ปัญหาและค้นคว้าความรู้ใหม่ ๆ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ทุกระดับควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติ (practical work) มากขึ้น

จากการรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานอยู่ใน ระดับต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 1 จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าแนวโน้มของคะแนนโน�ต์ลดลงจากปีการศึกษา 2551 จนถึงปีการศึกษา 2553 มีคะแนนต่ำสุดโดยเฉลี่ยมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3.2 ที่กล่าวถึงการเข้าใจหลักการและ ธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ ทำความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีเนื้อหาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ ออกข้อสอบในปีการศึกษา 2553 จำนวน 6 ข้อ โดยใน ตอนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ออกเป็นชุดชุดละ 3 ข้อเป็นเรื่อง เกี่ยวกับทักษะการทดลอง ถ้าผิดข้อใดข้อหนึ่งจะไม่ได้คะแนน แต่การจัดการเรียนการสอนนักเรียนไม่ค่อยมีทักษะในการ แก้ปัญหา เพราะนักเรียนไม่ได้เรียนรู้โดยกระบวนการ

ตารางที่ 1 รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)ระดับชั้น ม.6 ปีการศึกษา 2551 – 2553

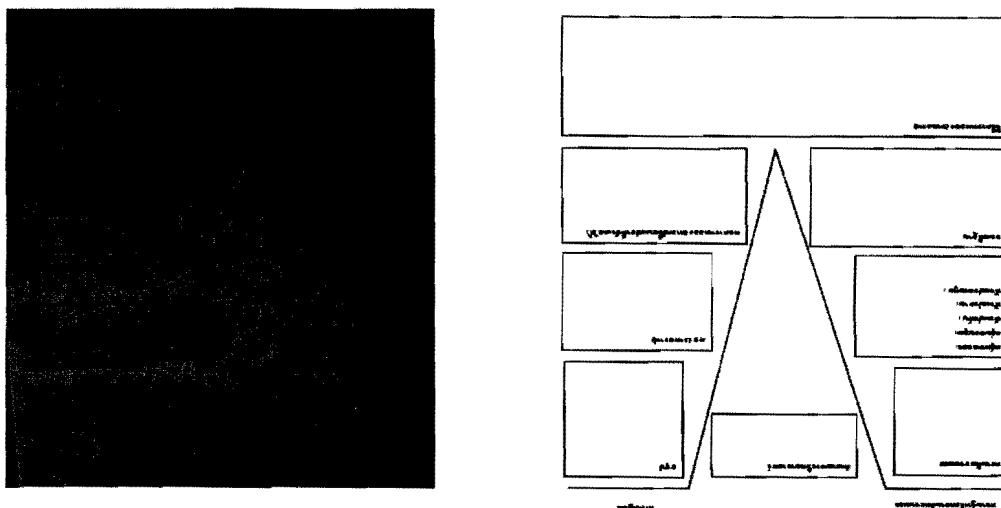
ปีการศึกษา	มาตรฐานการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย \pm SD			
			ระดับโรงเรียน	ระดับจังหวัด	ระดับสังกัด	ระดับประเทศ
2551	33.2	12	4.48 \pm 1.83	4.73 \pm 2.11	5.13 \pm 2.39	5.15 \pm 2.41
2552	33.2	12	5.26 \pm 2.06	5.08 \pm 1.92	5.30 \pm 2.08	5.31 \pm 2.09
2553	33.2	12	2.79 \pm 1.26	2.91 \pm 1.47	3.16 \pm 1.65	3.17 \pm 1.66

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในประเทศไทยใช้คำศัพท์ “การสืบเสาะ” อายุ 2 คำ ได้แก่ การสืบเสาะความรู้ (inquiry) และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) ซึ่งมีวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่แตกต่างกันออกไป โดยการสืบเสาะแบบ 5E สืบเสาะแบบ 5E ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) (ชาตรี ฝ่ายคำตา 2551) ปัจจุบันได้มีการแบ่งประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ เป็น 3 ประเภทตามบทบาทของนักเรียน ถ้าหากเรียนทำตามแนวทางที่ครูมิให้ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เรียกว่า การสืบเสาะสำเร็จรูป แต่ถ้านักเรียนทำทุกขั้นตอนด้วยตนเองยกเว้นขั้นสร้างความสนใจ เรียกว่า การสืบเสาะแบบนำ และถ้านักเรียนทำทุกขั้นตอนด้วยตนเอง โดยครูอยู่ข้าง外 เรียกว่า การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) (Llewellyn, 2005)

จากการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของเบญจพร อินทรศด (2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ทางการเรียนและโน้มติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างไม่เลกุลโคงเลนด์ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบแนะนำมีผลลัพธ์ที่ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะสำเร็จรูปและงานวิจัยของKathy and others (2009) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางที่มีต่อความเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องประภากរณ์ข้างขึ้น-ข้างแรมของนักเรียนระดับมัธยม ผลการวิจัยพบว่า การสังเกตระยะของดวงจันทร์ และรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ชี้ให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนคาดคะเนว่าดวงรูปไม่เป็นวิทยาศาสตร์แต่หลังเรียนนักเรียนคาดคะเนว่าดวงรูปเป็นวิทยาศาสตร์ขึ้นโดยจากที่คาดเดียวและข้างแรมไปเป็นคาดคะเนแบบต่อเนื่องของการเกิดประภากរณ์ข้างขึ้น- ข้างแรม ที่เป็นเช่นนี้ เพราะนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบแนะนำ นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งทางบกและทางลง และเมื่อนักเรียนพิสูจน์ทฤษฎีนั้น ๆ ด้วยการออกแบบการทดลองด้วยตนเองแล้วล้วนมีอปปูบ็ตที่จริงจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่ถูกต้อง

จากการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผนผังรูปตัววีในการจัดการเรียนการสอนของ Christine and Rebecca (2011) ได้ศึกษาการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังรูปตัววีในการเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนท้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีทุกครั้ง มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคะแนนความคิดรวบยอดสูงกว่านักเรียนท้องที่ใช้แผนผังรูปตัววีเป็นบางครั้ง และนักเรียนท้องที่ไม่ใช้แผนผังรูปตัววีตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยของพิสมัย พานโนม (2551) พิทักษ์ เจริญวนานิช (2544) และบัวศรี ประวะໂຕ (2542) ที่เมื่อนักเรียนได้ใช้แผนผังรูปตัววี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชั้นแนวทางโดยประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ได้แปลงมาจากบทความเรื่องศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนไทย (chairam, Ekasith and Richard,



1 မရှိနဲ့ မျက်ပေါင်းစွာသုတေသန
လွှာလွှာများအပေါ် ပြည်တွင် ပေါ်လေ့ရှိခဲ့သူများ
များများ ပေါ်လေ့ရှိခဲ့သူများ များများ ပေါ်လေ့ရှိခဲ့သူများ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿԱՇՄԱԽԱՎԱՐ ՊԵՏԵԿԱԿԱՆ ԴՐԱՄ (1)

ଓଡ଼ିଆ ଲେଖକ ପରିଚୟ

ԽԱ 33 ՔԵՆՏԵ 82 ԽԱ 1 ԽԱՎԱՐԵԼԱՎԵԼԱՄՄՈՒՄ ԽԱՎԱՐԵԼԱՎԵԼԱՄՄՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿԱռԱՎԱՐՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԱԾՈՂ ԱՌԱՋԱԿԱՐԱ 5 ՄԱՅԻՍԻ 1 ԽԱՆՏԱԳԱՐ 2554

Digitized by srujanika@gmail.com

O_2 x O_1

५९८ (२)

One-Group Pretest-Posttest Design 91

LAOSA CUNNINGTON

Digitized by srujanika@gmail.com

၃.၃ မြန်မာနိုင်ငံတော်လွှာများအတွက် မြန်မာနိုင်ငံတော်လွှာများအတွက် မြန်မာနိုင်ငံတော်လွှာများအတွက်

ԱՐԵՎԱՏՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԽՈՐԵՎԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԽՈՐԵՎԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา สร้างจำนวน 60 ข้อ ให้เหลือ 32 ข้อ โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าตัวชี้นิความสอดคล้อง (IOC) และพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ การสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง ตามแบบวัดของ Likert scale คำตอบของข้อความแต่ละข้อความมีทางเลือกอยู่ 5 ระดับ คือ 5 = ความพึงพอใจมากที่สุด 4 = ความพึงพอใจมาก 3 = ความพึงพอใจปานกลาง 2 = ความพึงพอใจน้อย 1 = ความพึงพอใจน้อยที่สุด วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของ Cronbach การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำการทดลองและรายงานผลการทดลองโดยใช้แบบประเมินรูปแบบ

3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. วัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางโดยใช้แบบสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) วิเคราะห์ทักษะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนเกี่ยวกับทักษะทางวิทยาศาสตร์จากแผนผังรูปด้านหลัง 3 ระดับดังนี้ 1 = นักเรียนมีทักษะกระบวนการมาก 2 = นักเรียนมีทักษะกระบวนการปานกลาง 1 = นักเรียนมีทักษะกระบวนการน้อย จากนั้นนำมาหาค่าความถี่และร้อยละ

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการทดสอบค่าtแบบคู่มีหัวอย่างเมื่ออิสระต่อกัน (dependent-samples t-test analysis)

3) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าความถี่ของแต่ละด้านของคะแนนความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การสืบเสาะชี้แนะแนวทาง

ผลการวิจัย

1) ผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางจำนวน 4 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งทำการวัดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 33 คน โดยทำการทดลอง 4 เรื่อง ได้แก่การทดลองที่ 1 คือ ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การทดลองที่ 2 คือพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การทดลองที่ 3 คือ อุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการทดลองที่ 4 คือ ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ในการทดลองที่ 1 เรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจทักษะต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ยกเว้นทักษะการอธิบายการทดลอง นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับปานกลาง ส่วนทักษะการประเมินสมมุติฐานและการตอบคำถามสำคัญ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับน้อย

ในการทดลองที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจทักษะต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ยกเว้นทักษะการตั้งสมมติฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับปานกลาง ส่วนทักษะการประเมินสมมุติฐานและการตอบคำถามสำคัญ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับน้อย

ในการทดลองที่ 3 เรื่องอุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจทักษะต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ยกเว้นทักษะการอธิบายการทดลอง นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับปานกลาง ส่วนทักษะการประเมินสมมุติฐานและการตอบคำถามสำคัญ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับน้อย

ในการทดลองตอนที่ 4 เรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจทักษะต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ยกเว้นทักษะการควบคุมตัวแปรนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับปานกลาง ส่วนทักษะการประเมินสมมุติฐานและการตอบคำถามสำคัญ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับน้อย

ตารางที่ 2 ร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละการทดลอง จากจำนวนนักเรียน 33 คน
หมายเหตุ* 3 = มีทักษะระดับมาก 2 = มีทักษะระดับปานกลาง 1 = มีทักษะระดับน้อย

ทักษะต่าง ๆ	การทดลองเรื่องต่าง ๆ											
	ความเข้มข้น			พื้นที่ผิว			อุณหภูมิ			ตัวหน่วงปฏิกิริยา		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
1.1 คำถานสำคัญ	79	6	15	67	33	0	76	24	0	12	15	73
1.2 สมมติฐาน	100	0	0	48	52	0	100	0	0	64	18	15
2. การควบคุมตัวแปร	85	15	0	85	12	3	94	6	0	3	94	3
3.1 การอธิบายการทดลอง	48	52	0	67	33	0	45	55	0	48	48	3
3.2 การทดลองตอบคำถามที่ตั้งไว้	82	15	3	91	9.1	0	67	30	3	79	21	0
3.3 ออกแบบตารางเป็นระบบ	94	6	0	88	12	0	97	3	0	91	9.1	0
3.4 การเขียนกราฟ	76	-	24	79	3	18	61	15	24	0	0	0
4.1 การอธิบายข้อมูล	76	3	21	85	0	15	73	0	27	94	0	6.1
4.2 การประเมินสมมติฐาน	27	3	70	33	3	64	18	12	70	36	12	52
4.3 การตอบคำถามสำคัญ	39	15	45	39	27	33	30	3	67	39	36	24

2) ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสีบล๊อกแนวทาง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนจากแบบประเมินทั้งสี่ด้านอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนพอใจต่อบบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรม ด้านแผนผังรูปตัววี และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบสีบล๊อกแนวทางน้อยที่สุด

ตารางที่ 3 ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสีบล๊อกแนวทาง

ความพึงพอใจ	ความพึงพอใจของนักเรียนระดับต่างๆ				
	5	4	3	2	1
แผนผังรูปตัววี	23	90	43	9	0
วิธีการสอนแบบสีบล๊อกแนวทาง	24	86	47	7	1
บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอน	28	108	22	7	0
ทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรม	30	97	32	3	1

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสีบล๊อกแนว

แนวทาง จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (6.72 คะแนน) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (1.92 คะแนน) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	ค่าตัวสูตร	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t
ก่อนเรียน	33	0.4	3.6	1.92	0.59	
หลังเรียน	33	0.8	22.4	6.72	6.55	-4.329

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

สรุปและอภิปรายผล

1) ทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการทดลองทั้ง 4 กรณฑ์ ลดลง ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ(Discovery learning) ที่กล่าวว่านักเรียนรู้ได้ดีก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งทางบวก และทางลบ (Bruner, J., 1963) ส่วนทักษะการประเมินสมมติฐานและการตอบคำถามสำคัญ ซึ่งเป็นทักษะย่อของทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับน้อย อาจเกิดขึ้นจากนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจ แนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ผลกระทบความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พนบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของนักเรียนจากแบบประเมินอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนพอใจต่อนบทบาทของครูและทักษะทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ การใช้แผนผังรูปตัววัวและนักเรียนมีความพอใจต่อวิธีการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางน้อยที่สุดอย่างไรก็ตามโดยภาพรวมนักเรียนมีความพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก อาจเนื่องจากการเรียนนักเรียนได้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถทำได้ซึ่งเป็นสิ่งที่ใกล้ตัว เช่น ขวดน้ำ ขวดโซดา และเปลือกไข่ นักเรียนมีความสุขระหว่างการทดลอง เพราะในการทดลองนักเรียนได้ปฏิบัติจริงทุกคน เนื่องจากนักเรียนจับถือทำการทดลอง

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับน้อยกว่า 0.05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของพิสมัย พานโน้ม (2551) อรัญญา สถิตไพฑูรย์ (2550) พิทักษ์ เจริญวนิช (2544) บัวศรี ประวัติ (2542) เนื่องจากว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เพราะนักเรียนได้ฝึกกำหนดปัญหา ฝึกคิดตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง สรุปผลด้วยตนเองตามหลักของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลองครูควรตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองทุกอัน เนื่องจากถ้านักเรียนทำการทดลองแล้วอุปกรณ์ไม่พร้อม นักเรียนจะเบื่อห่วยการทดลอง

2) ครูควรกระตุ้นความสนใจหลังจากจบ课堂แล้วให้นักเรียนนำไปกำหนดปัญหา กำหนดสมมติฐานมาก่อนวันทำการทดลอง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1) ควรทำวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป โดยการกำหนดเป็นสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกช้า ๆ

2) พัฒนาเทคนิคการสอนเพื่อแก้ไขมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3) ทำวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ และศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วยเพื่อที่นักเรียนจะได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2551. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้,” วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 11(1), 32-45.
- บัวศรี ปะวงโต. 2542. การศึกษาเบรียบเทียบผลลัพธ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจและการสืบพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้โน้มติรูปด้วยกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน : มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- พิทักษ์ เจริญวนิช. 2544. การศึกษาผลลัพธ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างโน้มติรายวิชา ว204 วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโน้มติและโน้มติรูปด้วย. ผลงานวิจัยด้านบุคคลเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน โน้มติเรียนชั้นมัธยมวิภาคีชุมพล, พิสมัย พานໂอม. 2551. ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผังรูปด้วยที่มีต่อผลลัพธ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ . 2555. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว.
- อรัญญา สถิติไพบูลย์. 2550. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลลัพธ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาชีววิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น
- Bruner, J., 1963, *The process of education*.New York: Alfred A. Knopf, Inc. and Random House; p.1 - 54.
- Christine M. Knaggs and Rebecca M. Schneider. 2011. “Thinking Like a Scientist: Using Vee-Maps to Understand Process and Concepts in Science” *Research science Education*
- Hofstein, A. (2004). “The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research,” *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 247-264.
- Kegley, S., Stacy, A. and Gutwill, J. (1996). “Environmental chemistry in the general chemistry laboratory, part I: A context-based approach to teaching chemistry,” *The Chemical Educator*, 4, 1-14.
- Llewellyn, D., 2005, *Teaching High School Science Through Inquiry: A Case Study Approach*, Corwin Press; p.65 - 87.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). “Supporting students’ construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials,” *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- Sanoe chairam, Ekasith Somsook and Richard k coll. 2009. “Enhancing Thai student ‘s learning of chemical kinetics”, *Research in science & Technological education*
- Windale, M. (2008). *Further Developing the Capability of Upper Secondary Students to Carry Out Science Projects* (workshop training material). Bangkok: NSTDA.

**ภาคผนวก ช
ภาพประกอบการทํากิจกรรม**



ภาพที่ ช.1 ครูให้คำปรึกษาการทำกิจกรรมอนาคตเด็กว่าไหนเร็วกว่ากัน



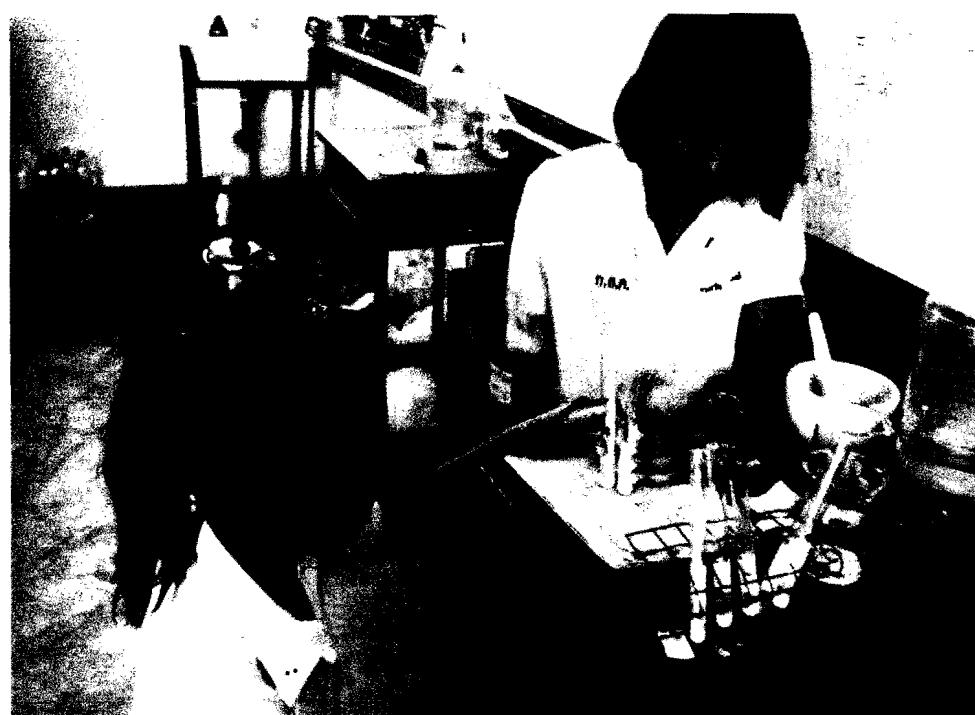
ภาพที่ ช.2 นักเรียนทำกิจกรรมอนาคตเด็กว่าไหนเร็วกว่ากัน



ภาพที่ ช.3 นักเรียนขณะจับเวลาระหว่างทำการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



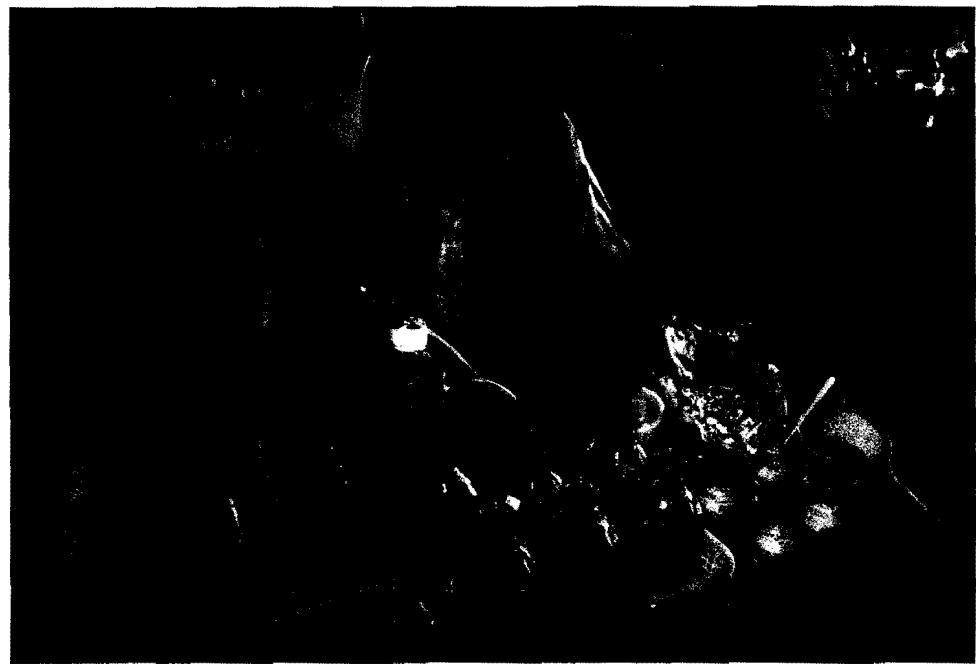
ภาพที่ ช.4 นักเรียนขณะใส่กรดไฮโดรคลอริกระหว่างทำการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ ช.5 นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลองเรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ ช.6 นักเรียนขณะทำการทดลองเรื่องตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีปฎิกริยาเคมี



ภาพที่ ช.7 นักเรียนบดเปลือกไข่เพื่อทำการทดลองเรื่องผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ ช.8 นักเรียนดวงปรินาตรกรรมเอนซิติกเพื่อนำมาทำการทดลอง



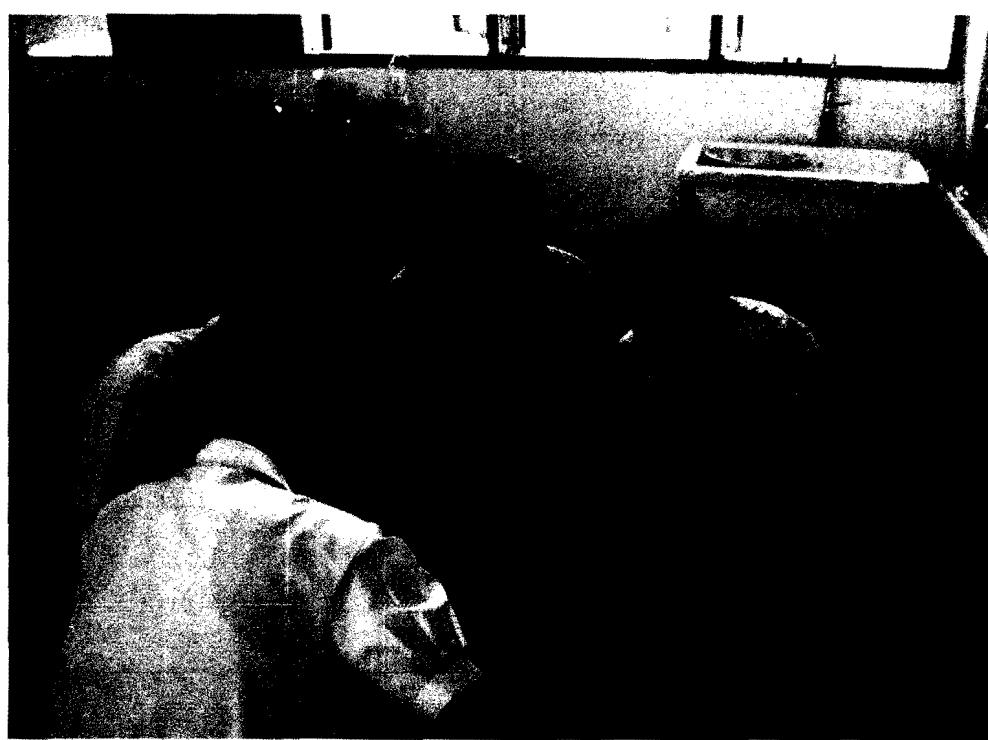
ภาพที่ ช.9 นักเรียนทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารที่มีค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



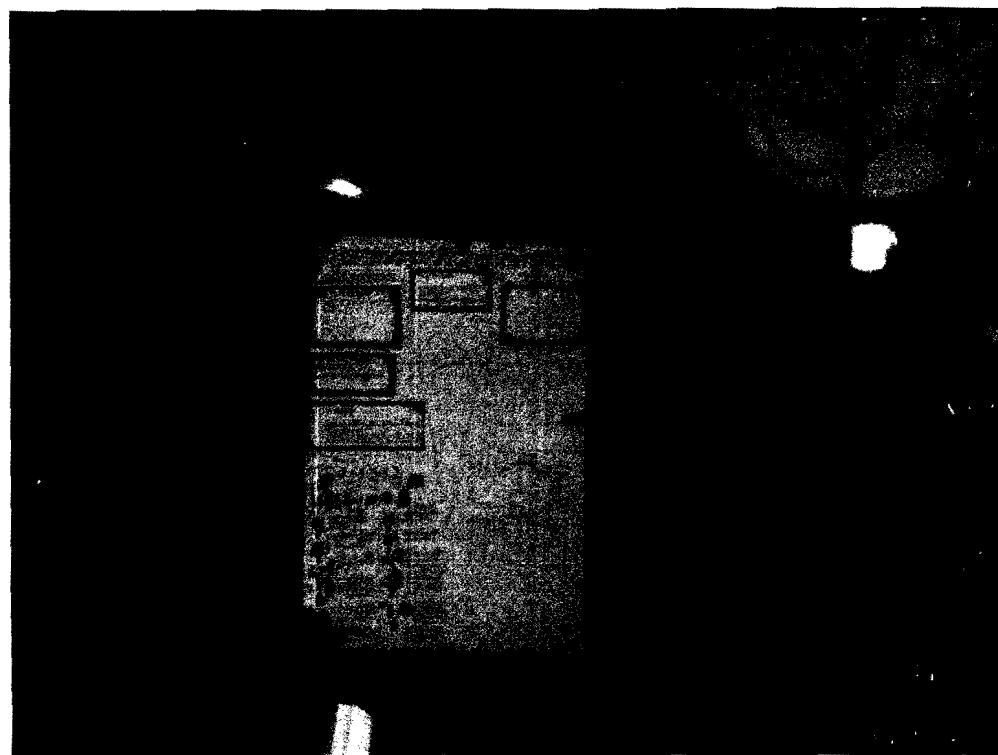
ภาพที่ ช.10 นักเรียนวัดปริมาตรของน้ำเพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ ข.11 นักเรียนทำการทดลองเรื่องอุณหภูมิของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ ข.12 นักเรียนคุ้มครองแสงชีวิตริบบิล



ภาพที่ ช.13 นักเรียนนำเสนอผลการทดลองในแผนผังด้วย



ภาพที่ ช.14 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวณัฐสุชา กล้าหาญ
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2546 – 2549 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ. 2552-2554 วิทยาศาสตรนหานบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ครูโรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยาคม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ อีเมลล์ n.nut_sara@hotmail.com