

ผลของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและ
ความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



นางสาวกัลยา ภูทัตโต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING PROCESS ORIENTED GUIDED-
INQUIRY LEARNING (POGIL) ON CHEMISTRY CONCEPTS AND ANALYZING ABILITY OF
UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Kanlaya Pootadto



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้น
กระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการ
วิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดย

นางสาวกัลยา ภูทัตโต

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

อาจารย์ ดร.วิภาค อนุตรศักดิ์ดา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร.วิภาค อนุตรศักดิ์ดา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปรินดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์)

กัลยา ภูทัตโต : ผลของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (EFFECTS OF USING PROCESS ORIENTED GUIDED-INQUIRY LEARNING (POGIL) ON CHEMISTRY CONCEPTS AND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ. ดร.วิภาค อนุตรศักดิ์ตา, 100 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ 2) เปรียบเทียบมนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ 3) ศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดมนทัศน์ทางเคมี ที่มีค่าความเที่ยง 0.82 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.23-0.80 และแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.71 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.28-0.79 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยของมนทัศน์ทางเคมีคิดเป็นร้อยละ 76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 โดยพบว่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมนทัศน์เชิงพรรณนาและเชิงทฤษฎีมีค่าเท่ากับ 82.45 และ 72.81 ตามลำดับ

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยของมนทัศน์ทางเคมีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของมนทัศน์เชิงพรรณนาและมนทัศน์เชิงทฤษฎีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 78.43 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความสามารถดี โดยพบว่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการวิเคราะห์หน่วยย่อย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ มีค่าเท่ากับร้อยละ 93.00, 77.14 และ 66.29 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับดีมาก ดี และพอใช้ ตามลำดับ

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อจำแนกตามประเภทของความสามารถในการวิเคราะห์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์ทั้ง 3 ประเภท คือ วิเคราะห์หน่วยย่อย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5783432127 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: EFFECTS OF USING PROCESS ORIENTED GUIDED-INQUIRY LEARNING (POGIL) / CHEMISTRY CONCEPTS / ANALYZING ABILITY

KANLAYA POOTADTO: EFFECTS OF USING PROCESS ORIENTED GUIDED-INQUIRY LEARNING (POGIL) ON CHEMISTRY CONCEPTS AND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: SAIROONG SAOWSUPA, Ph.D., CO-ADVISOR: WIPARK ANUTRASAKDA, Ph.D., 100 pp.

The purposes of this research were to 1) study chemistry concepts of students learning through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning, 2) compare chemistry concepts of students between after learning through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning and before learning through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning, 3) study analyzing ability of students learning through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning, 4) compare analyzing ability of students between after learning through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning and before learning through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning. The sample group was one class of extra-large secondary school, in academic year 2016. The research instruments were chemistry concepts test with reliability at 0.82, the level of difficulty between 0.23-0.80 and analyzing ability test with reliability at 0.71, the level of difficulty between 0.28-0.79. The collected data were analyzed by using means, means of percentage, standard deviation and the hypothesis was tested by using t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. After the experiment, the student who learned through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning had an average scores in chemistry concepts at 76.67 percent which higher than criterion scores at 70 percent. The research finding is descriptive concepts and theoretical concepts are 82.45 and 72.81 percent, respectively.

2. After the experiment, the student who learned through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning had an average scores in chemistry concepts higher than before the experiment at 0.05 level of significance. The research finding is descriptive concepts and theoretical concepts, after the experiment, the student had an average scores in chemistry concepts higher than before the experiment at 0.05 level of significance.

3. After the experiment, the student who learned through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning had an average scores in analyzing ability at 78.43 percent that was considered as good. The research finding is analyzing ability is analysis of element, analysis of relationship and analysis of organizational principles, the student had an average scores in analyzing ability at 93.00, 77.14 and 66.29 percent, respectively that was considered as very good, good and fair.

4. After the experiment, the student who learned through the Process Oriented Guided-Inquiry Learning had an average scores in analyzing ability higher than before the experiment at 0.05 level of significance and then classifying type of analyzing ability, the student had an average scores in analyzing ability all of 3 types is analysis of element, analysis of relationship and analysis of organizational principles, after the experiment, higher than before the experiment at 0.05 level of significance.

Department: Curriculum and Instruction

Field of Study: Science Education

Academic Year: 2015

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.วิภาค อนุตรศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ด้วยการอบรมสั่งสอนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย และการประกอบวิชาชีพครูในอนาคตข้าพเจ้าเกิดความตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ความห่วงใย และความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำวิจัยตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 505 ปีการศึกษา 2559 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้องสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ได้ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวที่ให้ความรัก ความห่วงใย พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษาและสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกด้าน

อนึ่ง ในการศึกษาาระดับบัณฑิตศึกษา ข้าพเจ้าได้รับทุนในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ประจำปีการศึกษา 2557 ตลอดหลักสูตร จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญตาราง (ต่อ).....	ฉู
สารบัญภาพ.....	ฅฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
คำถามการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	5
นิยามเชิงปฏิบัติการ.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
ขอบเขตการวิจัย.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
มโนทัศน์ทางเคมี.....	12
ความสามารถในการวิเคราะห์.....	15
การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
รูปแบบการวิจัย	32

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	33
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	33
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	49
การวิเคราะห์ข้อมูล	50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	56
รายการอ้างอิง	64
ภาคผนวก	68
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	69
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	71
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	85
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	95
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	100

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 จำนวนข้อสอบจำแนกตามหัวข้อเรื่องของหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	34
ตารางที่ 2 ตารางจำแนกประเภทของโมโนทัศน์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	35
ตารางที่ 3 เกณฑ์คะแนนของโมโนทัศน์โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละ	39
ตารางที่ 4 จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี จำแนกตามระดับความยากและค่าอำนาจการจำแนก.....	41
ตารางที่ 5 ประเภทของการวิเคราะห์และพฤติกรรมบ่งชี้.....	42
ตารางที่ 6 ระดับความสามารถในการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละ	43
ตารางที่ 7 จำนวนข้อสอบของแบบความสามารถในการวิเคราะห์ จำแนกตามระดับความยากและค่าอำนาจการจำแนก.....	44
ตารางที่ 8 แสดงเวลาที่ใช้สอนในหัวข้อเรื่องในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	45
ตารางที่ 9 บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้สี่สอแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	46
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเคมี และจำแนกตามมโนทัศน์ทางเคมีทั้ง 2 ประเภท ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สี่สอแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	51
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ และจำแนกตามความสามารถในการวิเคราะห์ทั้ง 3 ประเภท ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สี่สอแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	53
ตารางที่ 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 13 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี.....	97
ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์.....	98
ตารางที่ 15 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์.....	99



สารบัญภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 รูปแบบวงจรการเรียนรู้สืบสอบแบบชี้แนะแนวทางเป็นฐาน	22
แผนภาพที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละจำแนกตามประเภทของมีโนทัศน์ก่อนและหลัง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	53
แผนภาพที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละจำแนกตามประเภทของความสามารถในการ วิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้น กระบวนการ	55



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่มีการแข่งขันทางสังคมค่อนข้างสูง ผู้ที่สามารถดำเนินชีวิตในสังคมได้ ต้องเป็นผู้ที่สามารถปรับตัวให้ทันเทียมและเท่าทันกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในทุกกรอบด้าน ทั้งนี้ การคิดถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ดี ช่วยให้บุคคลสามารถ จัดกระทำกับข้อมูล แสวงหาความรู้ เพื่อก้าวเข้าสู่สังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังที่ Deborah (2006) กล่าวว่า “การสอนให้นักเรียนเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพนับเป็นเป้าหมายเร่งด่วน ของการจัดการศึกษา เนื่องจากการคิดเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนจะนำไปใช้ในการดำเนินการกับ ข้อมูลในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา รวมถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้” ซึ่งประเทศ ต่าง ๆ ทั่วโลกได้ตระหนักถึงความสำคัญในการเตรียมนักเรียนให้มีศักยภาพ พร้อมทั้งจะดำเนินชีวิต ในโลกอนาคตที่ไม่อาจคาดเดาได้ เนื่องจากเห็นว่าความรู้ที่มีอยู่อาจไม่เพียงพอสำหรับการใช้ประโยชน์ ต่อไปได้

เนื่องจากการคิดเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตใน สังคมปัจจุบันที่เป็น สังคม แห่งเทคโนโลยี มีการเปลี่ยนแปลงทางความรู้และนวัตกรรมอย่างรวดเร็ว คนที่คิดเป็นจะสามารถ ดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีคุณภาพและมีความสุข การคิดระดับสูง เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ทั้งนี้การวิเคราะห์เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนทุกคน เป็นทักษะ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นจะต้องฝึกและพัฒนาให้เป็นนิสัย เพื่อขยายขอบความรู้ ประสบการณ์ และความคิดของตนเองให้กว้างขวาง ลิกซิง (Elder & Paul, 2007) ซึ่งสอดคล้องกับ Sternberg. J.R. (1997) กล่าวว่า “บุคคลที่เฉลียวฉลาดนั้นต้องประกอบด้วยความฉลาดใน การวิเคราะห์” (Analytical Intelligence) เนื่องจากการวิเคราะห์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของ สติปัญญา ดังนั้นการส่งเสริมให้บุคคลมีความสามารถในการวิเคราะห์จึงเป็นการส่งเสริมความสามารถ ด้านสติปัญญาด้วย นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังเป็นพื้นฐานของการคิดสร้างสรรค์กล่าวคือ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์ ประเทศไทยนั้นได้ให้ความสำคัญกับ เรื่อง พัฒนาการคิดด้วยเช่นกัน ดังปรากฏในนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการที่มุ่งพัฒนาเยาวชนของชาติ เข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งให้นักเรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จึงนำไปสู่การทบทวนหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับนโยบาย ซึ่งได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียนที่สะท้อนให้เห็นคุณภาพของนักเรียน 5 ประการ ดังนี้ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ทั้งนี้สมรรถนะในความสามารถด้านการคิดมุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนให้เป็นผู้มีความสามารถในการวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงเป็นกลไกสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีสมรรถนะสำคัญเพื่อสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิตสำหรับโลกยุคศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีความสุข

อย่างไรก็ตาม จากรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบ 3 (พ.ศ. 2554 - 2558) เกี่ยวกับมาตรฐานของนักเรียนพบว่า มาตรฐานที่ 4 ด้านความสามารถในการคิด ได้แก่ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดวิจารณ์ คัดสรรสร้างสรรค์ นักเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ร้อยละ 42.7 (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2557) ซึ่งผลการประเมินสะท้อนให้เห็นปัญหาด้านคุณภาพการคิดของนักเรียนซึ่งกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาจะต้องหาแนวทางในการพัฒนาและแก้ไขปัญหา

นอกจากนี้จากผลการใช้แบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีการศึกษา 2558 ซึ่งจัดการเรียนการสอนซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ไขโจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ได้ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีตกต่ำ เนื่องจากข้อสอบในรายวิชาเคมีเป็นข้อสอบวิเคราะห์ ถึงร้อยละ 60

ดังนั้นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดจึงเป็นเรื่องสำคัญเร่งด่วนของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และความสามารถในการคิดสังเคราะห์ เนื่องจากความสามารถในการคิดทั้ง 2 ประเภทจะช่วยส่งเสริมให้การคิดซึ่งมีลักษณะเป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอน เช่น กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการคิดแก้ปัญหา มีประสิทธิภาพและบรรลุจุดมุ่งหมายของการคิดในเรื่องนั้น ๆ ได้ ดังที่ ทิศนา ขัมมณี และ คณะ (2540) ให้ความสำคัญของการวิเคราะห์ว่า การวิเคราะห์เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และการคิดสังเคราะห์ การวิเคราะห์นับว่า

มีประโยชน์ต่อบุคคลทุกคนในการนำไปใช้เพื่อดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคม และก่อให้เกิดความสงบสุขขึ้นในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของ การแก้ปัญหาเมื่อประสบปัญหา

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านจึงได้เสนอแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียนไว้คือการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียน กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้ค้นพบและสร้างความรู้ใหม่ ผ่านการคิด และการลงมือสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง ดังที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2549) ที่ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญว่า “ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ เป็นผู้จัดประสบการณ์ แล้วจัดสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทาง ในการสร้างความรู้ด้วยเอง”

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาโมทัศน์และความสามารถในการคิดขั้นสูงพบว่า มีงานวิจัยที่นำรูปแบบ วิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เช่น การสอนโดยใช้วิธีสืบสอบ เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียน กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้ค้นพบและสร้างความรู้ใหม่ผ่านการคิดและการลงมือสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง (Thompson et al., 2013) การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Opara, 2014) และการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Tandogan & Orhan, 2007)

เมื่อพิจารณาแนวทางในการพัฒนาโมทัศน์และความสามารถในการวิเคราะห์เพิ่มเติมพบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวการสอนการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process Oriented Guided-Inquiry Learning: POGIL) สามารถพัฒนาความสามารถดังกล่าวได้ อีกทั้งยัง ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสร้างโมทัศน์ ของนักเรียนอีกด้วย (Hanson, 2006) ซึ่งแนวการสอนเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ถูกพัฒนาโดยนักการศึกษาในสาขาวิชาเคมีของมหาวิทยาลัย Stony Brook ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1994 เพื่อใช้พัฒนาการสอนในรายวิชาเคมีในระดับมหาวิทยาลัยโดยเปลี่ยนจากการจัดการเรียน การสอนที่ครูเป็นผู้ส่งผ่านความรู้สู่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว มาสู่การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียน เป็นศูนย์กลาง ซึ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ผ่านการคิดและกาลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยมีครู เป็นผู้ชี้แนะ (Geiger, 2010) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นระบุ ความต้องการที่จะเรียนรู้ (Identify a need to learn) 2. ขั้นการเชื่อมโยงความเข้าใจเดิม (Connect to prior understanding) 3. ขั้นสำรวจ (Exploration) 4. ขั้นการสร้างโมทัศน์ (Concept Invention) 5. ขั้นการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติ (Practice applying knowledge) 6. ขั้นการประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) และ 7. ขั้นสะท้อน ความคิดกระบวนการ (Reflect on the process) ในต่อมาได้มีนักวิจัยหลายท่านนำการเรียนรู้อ สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีภายในโรงเรียน เช่น

Barthlow and Watson (2014) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการต่อการลดมโนทัศน์ทางเลือกของนักเรียนในรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการเกิดมโนทัศน์ทางเลือกต่ำกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป และนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป

Criasia et al. (2009) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการต่อการพัฒนาทักษะและมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนในสาขาเคมีและนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มหลังได้รับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ นักเรียนมีทักษะและมโนทัศน์ทางเคมีที่สูงขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาเคมีที่สูงขึ้น

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยจึงมุ่งศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามการวิจัย

1. การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจะสามารถเสริมสร้างมโนทัศน์ทางเคมีได้หรือไม่ อย่างไร
2. การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจะสามารถเสริมสร้างความสามารถในการวิเคราะห์ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

สมมติฐานการวิจัย

การใช้แนวทางการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ในการเรียนการสอนเคมีช่วยให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ ฝึกการแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติทดลองและสำรวจเป็นทีมแบบร่วมมือรวมพลังเพื่อร่วมกันสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (Hanson, 2006) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิด มโนทัศน์ทางเคมี และช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีสูงขึ้น (Criasia et al., 2009) อีกทั้งแนวการสอนนี้ยังสามารถช่วยลดมโนทัศน์ทางเลือกของนักเรียนได้ (Barthlow & Watson, 2014) สอดคล้องกับ Hein (2012) พบว่า การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่สามารถช่วยพัฒนาและเสริมสร้างให้นักเรียนมีทักษะการคิดระดับสูง และผลสัมฤทธิ์การเรียนเคมีสูงขึ้น ซึ่งมีรากฐานความคิดจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism theory) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าพัฒนาการและการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม นักเรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยให้ความสำคัญกับบทบาทของสังคมต่อการพัฒนาทางสติปัญญาของนักเรียน นอกจากนี้ยังได้เสนอเกี่ยวกับบริเวณพัฒนาการเขาว์ปัญญา หรือ The Zone of Proximal Development (ZPD) ว่าเป็นช่วงหรือระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางปัญญา ซึ่งพิจารณาได้จากบุคคลที่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองหรือเมื่อได้รับคำแนะนำ โดยผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะและและชี้แนะให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพในชั้นเรียนโดยเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและผู้สอนกับนักเรียน และทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เน้นการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง ซึ่งมีแนวคิดที่นักเรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) จากนั้นแรงจูงใจจะให้นักเรียนพยายามค้นหา ค้นคิดจนสามารถนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructure) ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ ความรู้ใหม่ที่ได้อาจเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้ ซึ่งแนวทางการวัดมโนทัศน์และความสามารถในการวิเคราะห์สามารถวัดได้จากแบบวัด โดยเกณฑ์คะแนนมาตรฐานของมโนทัศน์ทางเคมีคือ ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และเกณฑ์ความสามารถในการวิเคราะห์คืออยู่ระดับดี (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2557) จากการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ที่อยู่ในระดับดี

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิยามเชิงปฏิบัติการ

1. การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งเน้นพัฒนากระบวนการที่สำคัญได้แก่กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม กระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการประเมินค่า ถูกพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัย Stony Brook ประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นระบุความต้องการที่จะเรียนรู้ (Identify a need to learn) กระตุ้นความสนใจด้วยสิ่งเร้า เช่น รูปภาพ วิดีทัศน์ หรือสถานการณ์ เป็นการเน้นกระบวนการคิด ซึ่งก่อให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้

2. ขั้นการเชื่อมโยงความเข้าใจเดิม (Connect to prior understanding) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการคิด โดยเชื่อมโยงความเข้าใจเดิมกับสิ่งเร้าเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในการหาคำตอบ

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) การลงมือสำรวจและค้นหาหรือปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการกลุ่มด้วยการเรียนรู้เป็นทีมแบบการร่วมมือรวมพลังซึ่งกำหนดโครงสร้างบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในทีม 4 บทบาท คือ ผู้จัดการ ผู้วิเคราะห์หรือผู้สะท้อนการทำงาน ผู้นำเสนอ และผู้บันทึก

4. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention) แต่ละทีมนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดระเบียบความคิดขึ้นใหม่ด้วยการตอบคำถาม แล้วนำไปสู่การได้มาซึ่งมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ

5. ขั้นการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติ (Practice applying knowledge) แต่ละทีมแข่งกันนำความรู้และมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดด้วยการเล่นเกม

6. **ขั้นการประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts)** แต่ละทีมนำความรู้และมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงส่งผลให้ขยายขอบข่ายความเข้าใจของมโนทัศน์มากยิ่งขึ้น

7. **ขั้นสะท้อนความคิดกระบวนการ (Reflect on the process)** เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการประเมินค่า โดยแต่ละทีมประเมิน 6 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันถึงจุดเด่นและข้อบกพร่องของการทำงานของทีม

2. มโนทัศน์ทางเคมี หมายถึง ความคิดรวบยอดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ตาม Lawson, Banks, and Logvin (2007) ดังนี้

1. **มโนทัศน์เชิงพรรณนา** เป็นมโนทัศน์ที่รวบรวมคุณสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอาจอยู่ในรูปของวัตถุ และจัดกลุ่มเป็นประเภทต่างๆ

2. **มโนทัศน์เชิงทฤษฎี** เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้หรือไม่สามารถสังเกตโดยตรง แต่รับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ

และวัดโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งเป็น 2 ตอนคือตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาและ ตอนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลที่สนับสนุนกับคำตอบในตอนที่ 1 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3. ความสามารถในการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ออกเป็นส่วนๆ เพื่อหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยย่อยเหล่านั้น นำไปสู่การลงข้อสรุปและหลักการ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท ตาม Bloom (1956) ดังนี้

1. **การวิเคราะห์หน่วยย่อย** เป็นการให้นักเรียนแยกส่วนข้อมูลที่อยู่ในเรื่องราวนี้ๆ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญที่ข้อมูลไม่ได้กล่าวไว้ชัดเจน

2. **การวิเคราะห์ความสัมพันธ์** เป็นการให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆหรือองค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ในเรื่องราว

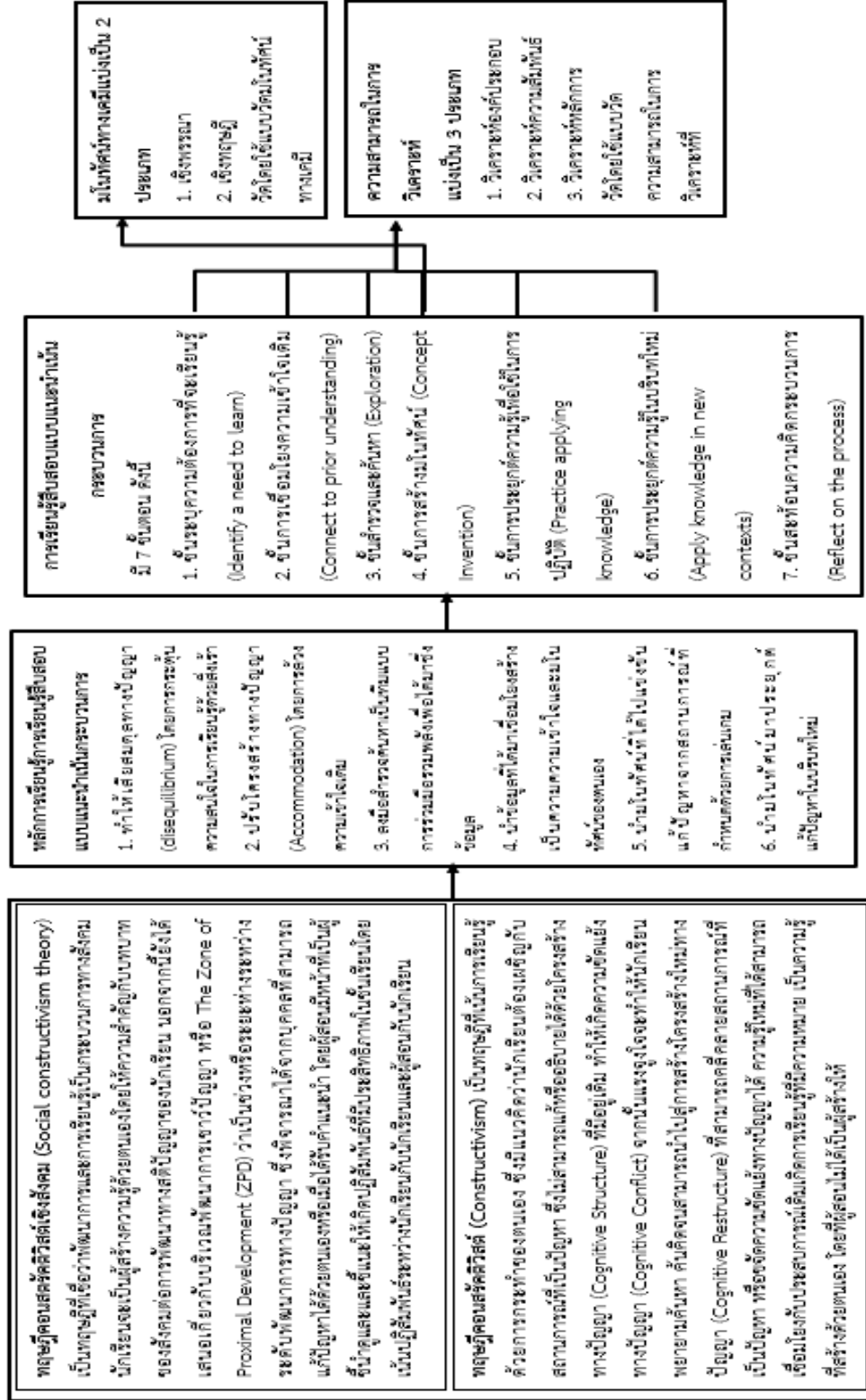
3. **การวิเคราะห์หลักการ** เป็นการให้นักเรียนลงข้อสรุปจากการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆ เพื่อสรุปเป็นความรู้และมโนทัศน์ที่ครอบคลุมข้อมูลหรือเรื่องราวทั้งหมดและวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก

4. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงาน คณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ



กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แบบเน้นนำกับการขยายการที่มีต่อโมเดลทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์



ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ

2.1.1 การเรียนรู้สื่อบทแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 มโนทัศน์ทางเคมี

2.2.2 ความสามารถในการวิเคราะห์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อ มโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีแนวทางในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. มโนทัศน์ทางเคมี
 - 1.1 ความหมายของมโนทัศน์
 - 1.2 ประเภทของมโนทัศน์
 - 1.3 แนวทางการวัดมโนทัศน์
2. ความสามารถในการวิเคราะห์
 - 2.1 ความหมายของการวิเคราะห์
 - 2.2 ประเภทของการวิเคราะห์
 - 2.3 ความสำคัญของการวิเคราะห์
 - 2.4 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์
3. การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
 - 3.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
 - 3.2 แนวคิดการร่วมมือรวมพลัง
 - 3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

มโนทัศน์ทางเคมี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ ประกอบด้วย ความหมายและประเภทของมโนทัศน์ ประเภทของมโนทัศน์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแนวทางการวัดมโนทัศน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความหมายและจำแนกประเภทของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Jacobsen (1985) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ คือ แนวคิดที่กล่าวถึงการจัดกลุ่มหรือการจำแนกประเภทสิ่งของที่มีลักษณะเหมือนกัน

Line (2000: 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ คือ การสร้างกลุ่มของความรู้ ซึ่งเกิดจากการรวบรวมและวินิจฉัยข้อมูลของมนุษย์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวว่า มโนทัศน์ คือ ความคิดหลักของสิ่งนั้น อาจเป็นจุดสำคัญ คุณสมบัติหรือคุณลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532) กล่าวว่า มโนทัศน์ไว้ คือ ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจจะเป็นชนิด ประเภทวัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจโดยสรุปเพื่อหา จุดสำคัญ คุณสมบัติหรือคุณลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น จนสามารถนำไปสู่เป็นคำจำกัดความและเป็นมโนภาพภาพในใจได้

1.1.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางเคมี

Sund (1973) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้ประสาทสัมผัส สังเกตวัตถุ ที่เป็นรูปธรรม (concrete objects)

Carin (1989) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรวมความคิดของสิ่งที่เป็นพื้นฐานของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปซึ่งเกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ มาศึกษาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นๆ

1.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้จัดจำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้โดยมีรายละเอียดดังนี้

Sund (1973) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) เช่น เส้นแรงแม่เหล็ก สารแขวนลอย
2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการพลวัต (dynamic process concepts) เช่น ทฤษฎีการชนกันของโมเลกุลของสาร เป็นต้น

Lawson et al. (2007) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงพรรณนา (descriptive concepts) เป็นมโนทัศน์ที่รวบรวมคุณสมบัติที่ได้จากการสังเกต
2. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้หรือไม่สามารถสังเกตโดยตรงแต่ใช้สมบัติการเปลี่ยนแปลงเชิงเคมีจึงจะสังเกตเห็น เช่น การจัดเรียงตัวของอนุภาคของสาร การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับประเภทของมโนทัศน์ สามารถสรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงพรรณนา เป็นมโนทัศน์ที่รวบรวมคุณสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัส อาจอยู่ในรูปของวัตถุ และจัดกลุ่มเป็นประเภทต่างๆ
2. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้หรือไม่สามารถสังเกตโดยตรง แต่รับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ

1.3 แนวทางการวัดมโนทัศน์

การประเมินมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะประเมินจากพฤติกรรมที่ต้องการวัดในด้านความรู้และความเข้าใจโดยสรุป ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวทางในการวัดมโนทัศน์ดังนี้

Jenkin and Deno (1971 cited in (Nitko, 2007)) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ไว้ 4 วิธี ดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนคำนิยาม (definition) ของมโนทัศน์
2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์
3. ให้นักเรียนจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่างและสิ่งใดไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์
4. ให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์ โดยระบุลักษณะที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

Cruickshank (2009) ได้เสนอแนวทางในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์โดยสรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดที่ให้เขียนตอบ (created Response Items) ได้แก่ แบบวัดที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบด้วยตนเอง
2. แบบวัดที่กำหนดให้เลือกตอบ (Selected Response Items) ได้แก่ แบบวัดชนิดเลือกตอบจับคู่ แบบถูกผิด แบบวัดชนิดนี้สามารถประเมินขอบเขตการเรียนรู้ของเนื้อหาได้กว้างกว่า และนักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัดสั้นกว่าแบบแรก ครูตรวจคำตอบได้ง่ายและรวดเร็ว รวมทั้งสามารถประเมินผลได้ตรงจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ได้อย่างเที่ยงตรงมากกว่า

Odum (2001) ได้เสนอขั้นตอนในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการทำแบบวัดชนิดเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลที่สนับสนุนในการเลือกตอบในข้อนั้น ๆ
2. สร้างแบบวัดแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน คือ
 - 2.1 ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา อาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก
 - 2.2 ส่วนที่ 2 เป็นส่วนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผล
3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแนวทางการวัดมโนทัศน์ สามารถสรุปแนวทางการวัดมโนทัศน์ได้โดยศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ แล้วสร้างแบบวัดแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา อาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นส่วนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผล

ความสามารถในการวิเคราะห์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการวิเคราะห์ ประกอบด้วยความหมายของการวิเคราะห์ ประเภทของการวิเคราะห์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ และแนวทางการพัฒนาและเครื่องมือวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายของการวิเคราะห์

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้ความหมายของคำว่า วิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการจำแนกองค์ประกอบต่างๆ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อเกิดความรู้และความเข้าใจหรือค้นหาความจริงของสิ่งนั้น ส่วนความหมายของคำว่า คิด หมายถึง การใคร่ครวญ หรือ ไตร่ตรอง ดังนั้นคำว่า การวิเคราะห์ จึงมีความหมายว่าเป็นการไตร่ตรองอย่างละเอียด ในการจำแนกองค์ประกอบต่างๆ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น ทั้งนี้การศึกษานี้หลายท่านได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ไว้ดังนี้

Bloom (1956) ให้ความหมายของการวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยสามารถหาความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Clark (1970) สรุปความหมายของการวิเคราะห์ว่า เป็นการแยกองค์ประกอบย่อยๆออกและสร้างความสัมพันธ์กับองค์ประกอบนั้น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Marzano (2001) ให้ความหมายของการวิเคราะห์ว่า เป็นการขยายความคิด โดยการประยุกต์สร้างความสัมพันธ์รายละเอียดของข้อมูลจากความรู้ความเข้าใจ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป และการสร้างความรู้ใหม่

Macpherson and Stanovich (2007) ความสามารถในการจำแนกแยกแยะ โดยการตั้งบริบทการโต้แย้งและการประเมินที่มีเหตุผลเชื่อมกับความเชื่อและทัศนคติเดิม

Thompson et al. (2013) ความสามารถในการคิดแยกแยะส่วนต่างๆของข้อมูล และสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) ให้ความหมายของการวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการจำแนกแจกแจงและแยกแยะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2548) การวิเคราะห์หมายถึงความสามารถในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่างๆของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

ทศนา แคมมณี และ คณะ (2540) การวิเคราะห์เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะ สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อค้นหาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นครอบคลุมทุกมิติ

จากการให้ความหมายของการวิเคราะห์ของนักการศึกษาหลายท่านจึงสามารถนิยามเชิงปฏิบัติการของการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ความสามารถในการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เพื่อหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยย่อยเหล่านั้น เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุป

2.2 องค์ประกอบของการวิเคราะห์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการวิเคราะห์ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Bloom (1956) ระบุการวิเคราะห์ไว้ในระดับขั้นของการใช้ความคิด ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งเริ่มจากการคิดต่ำสุดเรียงลำดับคือ 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า ในการกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ Bloom (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 องค์ประกอบดังนี้

1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย (Analysis of Elements) การแยกส่วนข้อมูลที่รวมอยู่ในเรื่องราว นั้นๆ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญที่ข้อมูลไม่ได้กล่าวไว้ชัดเจน ได้แก่

1.1) ความสามารถในการค้นหาประเด็นที่ไม่ได้กล่าวไว้ชัดเจน

1.2) ทักษะในการจำแนกข้อเท็จจริงจากสมมติฐาน

- 1.3) ความสามารถในการจำแนกความจริงจากข้อมูลเบื้องต้น
- 1.4) ทักษะในการระบุและพิจารณาเกี่ยวกับพฤติกรรมของบุคคล
- 1.5) ความสามารถในการจำแนกข้อสรุปออกจากข้อความสนับสนุน

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) การพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนย่อยหรือองค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ในเรื่องราว ได้แก่

- 2.1) ทักษะในความเข้าใจในความสัมพันธ์ของแนวคิดที่ปรากฏในบทความ
- 2.2) ความสามารถในการตระหนักถึงรายละเอียดที่สอดคล้องกับความตรงของผลที่ตัดสิน
- 2.3) ความสามารถในการระลึกถึงข้อเท็จจริงที่จำเป็นต่อประเด็นสำคัญหรือข้อถกเถียงที่นำมาสนับสนุนบทความนั้น
- 2.4) ความสามารถในการตรวจสอบความสอดคล้องของสมมติฐานกับข้อตกลงที่ได้รับ
- 2.5) ความสามารถในการจำแนกความสัมพันธ์เชิงเหตุผลออกจากความสัมพันธ์แบบต่อเนื่องอื่นๆ
- 2.6) ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อถกเถียง เพื่อจำแนกข้อความที่สอดคล้องออกจากข้อความที่ไม่สอดคล้องกัน
- 2.7) ความสามารถในการสืบหาความผิดปกติของข้อมูลตามหลักตรรกะ
- 2.8) ความสามารถในการระลึกถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญในบทความนั้น

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) การค้นหาหลักการจุดประสงค์ มโนทัศน์ แนวคิดสำคัญของเรื่องราว เพื่อลงข้อสรุป ได้แก่

- 3.1) ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและวิธีการจัดรวบรวมข้อมูล
- 3.2) ความสามารถในการระลึกถึงรูปแบบการเขียน
- 3.3) ความสามารถในการอ้างอิงจุดมุ่งหมาย แนวคิด และความรู้สึที่สะท้อนออกมาในผลงานของผู้เขียน
- 3.4) ความสามารถในการอ้างอิงมโนทัศน์ของผู้เขียนในด้านต่างๆ
- 3.5) ความสามารถในการมองเห็นการใช้เทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ
- 3.6) ความสามารถในการระลึกถึงมุมมองหรือจุดที่เป็นอคติของผู้เขียน

Mayer (2002) ได้จำแนกกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ที่เป็นองค์ประกอบของการวิเคราะห์เป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การจำแนก (Differentiating) การจำแนกนี้ เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนแยกแยะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กัน และจำแนกข้อมูลที่มีความสำคัญและไม่มีความสำคัญได้
2. การจัดการ (Organizing) เกี่ยวข้องกับการระบุวิธีที่จะทำให้องค์ประกอบนั้นเหมาะสม หรือมีหน้าที่ที่เหมาะสมในโครงสร้าง
3. การระบุลักษณะ (Attributing) เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถระบุความคิดเห็น อคติ ค่านิยม หรือเจตนาในการนำเสนอ

Marzano (2001) ได้แบ่งประเภทความสามารถในการวิเคราะห์เป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการจำแนก เป็นความสามารถในการระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างส่วนย่อยต่างๆ ออกเป็นส่วนให้เข้าใจง่าย
2. ด้านการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อจัดลำดับ ประเภท และแนวคิดหลักที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน
3. ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด เป็นความสามารถในการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิด และการระบุข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดจากสถานการณ์ต่างๆ
4. ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลทั้งการอุปมานและอนุมานเพื่อกำหนดเป็นหลักการหรือกฎเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนด
5. ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ เป็นความสามารถในการในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาสรุปเป็นหลักการใหม่ที่เฉพาะเจาะจง

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบความสามารถในการวิเคราะห์ที่นักการศึกษาได้เสนอไว้ สามารถสรุปประเภท 3 ประเภทดังนี้

- 1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย เป็นการให้นักเรียนแยกส่วนข้อมูลที่อยู่ในเรื่องราวต่างๆ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญที่ข้อมูลไม่ได้กล่าวไว้ชัดเจน
- 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆหรือองค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ในเรื่องราว
- 3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นการให้นักเรียนลงข้อสรุปจากการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆ เพื่อสรุปเป็นความรู้และมโนทัศน์ที่ครอบคลุมข้อมูลหรือเรื่องราวทั้งหมด

2.3 ความสำคัญของการวิเคราะห์

การวิเคราะห์นับเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนทุกคน เป็นทักษะที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องฝึกและพัฒนาให้เป็นนิสัย เพื่อขยายขอบความรู้ ประสบการณ์ และความคิดของตนเองให้กว้างขวาง ลึกซึ้ง (Elder and Paul, 2007: 5) ซึ่งสอดคล้องกับ Sternberg (1996: 128-129) ที่กล่าวว่า “บุคคลที่เฉลียวฉลาดนั้นต้องประกอบด้วยความฉลาดในการวิเคราะห์” (Analytical Intelligence) เนื่องจากการวิเคราะห์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของสติปัญญา ดังนั้น การส่งเสริมให้บุคคลมีความสามารถในการวิเคราะห์จึงเป็นการส่งเสริมความสามารถด้านสติปัญญาด้วย นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังเป็นพื้นฐานของการคิดสร้างสรรค์กล่าวคือ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์

ทิสนา แชมมณี (2549: 39) ให้ความสำคัญของการวิเคราะห์ว่า การวิเคราะห์เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และการคิดสังเคราะห์ การวิเคราะห์นับว่ามีประโยชน์ต่อบุคคลทุกคนในการนำไปใช้เพื่อดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคม และก่อให้เกิดความสงบสุขขึ้นในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของ การแก้ปัญหาเมื่อประสบปัญหา

2.4 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์เป็นทักษะด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดได้โดยใช้แบบสอบซึ่งแบบสอบมีหลายประเภท ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. แบบทดสอบ คือ ชุดของคำถามหรือกลุ่มงานใดๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อชักนำให้ผู้ถูกทดสอบแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมาให้ผู้สอบสังเกตได้และวัดได้แบบทดสอบสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้แบ่งดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์, 2533: 22-26)

แบ่งตามวิธีการสร้าง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-Made Test) คือ แบบสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่ม หรือ เพื่อศึกษาจุดเด่น-จุดบกพร่องของนักเรียนซึ่งใช้ทั่วไปในโรงเรียน เมื่อมีการสอบใหม่ครูจะสร้างขึ้นใหม่หรือนำของเก่ามาปรับปรุงแก้ไข ส่วนใหญ่จะไม่ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับ หรือวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) คือ แบบสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป สร้างขึ้นอย่างมีกระบวนการ เมื่อสร้างแล้วมีการทดลองใช้เพื่อนำผลมาปรับปรุงแก้ไข และทำการวิเคราะห์คุณภาพ สามารถนำไปใช้วัดได้กว้างขวางกว่าแบบแรก แบบสอบชนิดนี้จะมีคู่มือดำเนินการสอบและมีเกณฑ์มาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

แบ่งตามพฤติกรรมที่วัด แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) คือ แบบสอบที่วัดความรู้ทักษะ และสมรรถนะของนักเรียนแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 2 แบบ 1) แบบสอบอัตนัย (Subjective Test) หรือแบบสอบความเรียง (Essay Test) แบบสอบลักษณะนี้ให้อิสระแก่ผู้ตอบในการแสดงความคิดเห็น หรือแสดงความคิดสร้างสรรค์ ผู้ตอบต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้จึงสามารถตอบคำถามได้ 2) แบบสอบปรนัย คือ แบบสอบที่ให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่ถูกจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบวัดความถนัด คือแบบสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่าจะมีความสามารถเรียน และ ฝึกฝนวิชาการต่างๆ ได้มากน้อยเพียงใด ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์อนาคตของนักเรียนแนะแนวทางเลือกเรียนต่อ และการเลือกอาชีพ

สุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ (2541: 4-5) สรุปกรอบการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ว่า นักเรียนจะได้รับคำถามเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ การใช้คำถามที่เหมาะสมเป็นหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการวิเคราะห์ เนื้อหาที่ใช้ในแบบวัดการวิเคราะห์ก็มีส่วนสำคัญ ซึ่งอาจใช้การบรรยาย การทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือเหตุการณ์ทางสังคมการใช้รูปภาพ เป็นต้น หรืออาจใช้สถานการณ์จริงก็ได้เช่น การวิเคราะห์ปฏิกิริยาจากห้องปฏิบัติการ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2548) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดสามารถจำแนกประเภทของการวัดออกเป็น 2 แนวทางสำคัญดังนี้

1. แนวทางของนักวัดกลุ่มจิตมิติ (Psychometrics)

การวัดความสามารถในการคิดตามแนวทางนักวัดกลุ่มจิตมิติส่วนใหญ่สนใจการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ซึ่งได้มีการพัฒนาแบบสอบกันอย่างหลากหลาย โดยแบ่งเป็นการวัดความสามารถในการคิดอยู่ 2 ลักษณะ คือแบบสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการคิดซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้วและแบบสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สามารถสร้างขึ้นได้เอง แบบสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการคิด เป็นแบบสอบมาตรฐาน

ที่มีผู้สร้างไว้แล้วสำหรับใช้วัดความสามารถในการคิด สามารถจัดได้เป็นแบบสอบการคิดทั่วไปซึ่งเป็นแบบสอบที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดโดยเป็นความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป แบบสอบลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

2. แนวทางการวัดจากการปฏิบัติตามสภาพจริง (Authentic Performance Measurement)

แนวทางการวัดนี้เป็นทางเลือกใหม่ที่เสนอโดยกลุ่มนักวัดการเรียนรู้ในบริบทที่เป็นธรรมชาติ โดยเน้นการวัดจากการปฏิบัติในชีวิตจริงหรือคล้ายจริงที่มีคุณค่าต่อตัวผู้ปฏิบัติ รูปแบบการวัดใช้วิธีการสังเกตสภาพงานที่ปฏิบัติจากการเขียนเรียงความ การแก้ปัญหาในสถานการณ์เหมือนโลกแห่งความเป็นจริง และการรวบรวมงานในแฟ้มสะสมงานหรือพัฒนางาน (portfolio) การวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดในประเภทนั้น ๆ เพื่อนามาเป็นกรอบเมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดจากนั้นจึงเขียนข้อความ ตามตัวบ่งชี้หรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้น ๆ

จากการศึกษาแนวทางการวัดความสามารถในการวิเคราะห์สรุปได้ว่าการวัดความสามารถในการวิเคราะห์สามารถวัดโดยแบบวัดที่มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งข้อคำถามสร้างจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

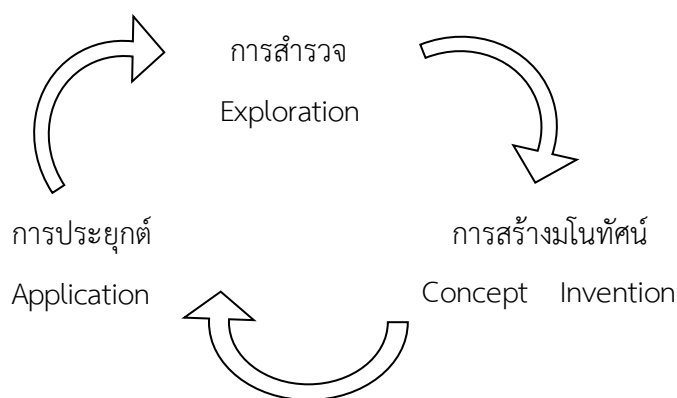
การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเคมีประกอบด้วย ความเป็นมาของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ และบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการเป็นการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่เกิดจากการพัฒนาโดยนักการศึกษาในสาขาวิชาเคมีของมหาวิทยาลัย Stony Brook ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1994 โดยประยุกต์การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยชี้แนะแนวทาง (guided – inquiry) กับการเรียนรู้แบบร่วมมือและการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อใช้พัฒนาทั้งทักษะกระบวนการและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาไปพร้อมกัน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีมของนักเรียน อันเนื่องมาจากธรรมชาติของวิชาเคมีนั้นมีเนื้อหาค่อนข้างมาก มีทฤษฎีที่เป็นนามธรรมจึงยากต่อการทำความเข้าใจ และในบางเนื้อหานักเรียนต้องใช้ทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่โจทย์กำหนด ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีส่วนใหญ่ จึงเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีครูเป็นศูนย์กลางเพียงอย่างเดียว นักการศึกษาจึงพัฒนาการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการขึ้น เพื่อพัฒนาการสอนรายในวิชาเคมีโดยเปลี่ยนจากการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้ส่งผ่านความรู้สู่นักเรียนเพียงอย่างเดียว มาสู่การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Hanson, 2006)

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยชี้แนะแนวทาง เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงมโนทัศน์และสร้างความรู้ผ่านการคิดและการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากทักษะ ทศนคติ ความรู้ และประสบการณ์เดิม โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบวงจรการเรียนรู้สืบสอบแบบชี้แนะแนวทางเป็นฐาน (Hanson, 2006)

1. ขั้นการสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจและลงมือปฏิบัติ ทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา นักเรียนอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มเล็กหรือปฏิบัติ กิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยสังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น และชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน

2. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ โดยครูแนะนำคำสำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้ นักเรียนเกิดการจัดระเบียบความคิดขึ้นใหม่ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนในห้องปฏิสัมพันธ์กัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ

3. ขั้นการประยุกต์ (Application) เป็นการนำความรู้ ความคิดรวบยอด ที่สร้างขึ้น ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงส่งผลให้นักเรียนขยายขอบข่ายความเข้าใจ ของมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

ส่วนการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถ ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนอีกทั้งยังช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการระหว่าง การเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้แบบร่วมมือที่การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ นำมาใช้คือ การแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 4 – 6 คน และกำหนดบทบาทของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้บทบาท ของนักเรียนจะผลัดเปลี่ยนตามการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ซึ่งประกอบด้วย 4 บทบาท ดังนี้

1. ผู้จัดการ มีหน้าที่รักษาการทำงานของกลุ่ม กระจายงานและความรับผิดชอบ และกระตุ้น สมาชิกในกลุ่มให้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้
2. ผู้พูด หรือ ผู้นำเสนอ มีหน้าที่นำเสนอผลการทำงานของกลุ่ม และอภิปรายภายในชั้นเรียน
3. ผู้บันทึก มีหน้าที่บันทึกการทำกิจกรรม สิ่งทีกลุ่มปฏิบัติ และจัดทำรายงานการทำกิจกรรม หลังจากผ่านการอภิปรายของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม
4. ผู้วิเคราะห์แนวทางหรือผู้สะท้อน มีหน้าที่ระบุแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา ระบุสิ่งที่ดี และสิ่งที่ต้องปรับปรุงของการทำงานในกลุ่ม และจัดทำรายงานการทำกิจกรรมหลังจากผ่านการ อภิปรายของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

จากข้อดีของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยชี้แนะแนวทางที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยจัดการเรียนการสอนผ่านรูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ การสร้างมโนทัศน์ และการประยุกต์ และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นให้นักเรียนมีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นและมีปฏิสัมพันธ์ที่ตระหว่างกัน ซึ่งมีการกำหนดบทบาทของนักเรียนภายในกลุ่มประกอบด้วย 4 บทบาทดังนี้ ผู้จัดการ ผู้พูดหรือผู้นำเสนอ ผู้บันทึก และผู้วิเคราะห์หรือสะท้อน นักการศึกษามหาวิทยาลัย Stony Brook จึงได้นำการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยชี้แนะแนวทางมาประยุกต์กับการเรียนรู้แบบร่วมมือเกิดเป็นการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุความต้องการที่จะเรียนรู้ (Identify a need to learn) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการคิด นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจโดยครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น ครูชี้แนะวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การวัดและประเมินผลของนักเรียนในการทำกิจกรรม

2. ขั้นการเชื่อมโยงความเข้าใจเดิม (Connect to prior understanding) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการกลุ่มและกระบวนการคิด ครูใช้คำถามหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้อธิบายหรือทำนาย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4 – 6 คน และกำหนดบทบาทของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม 4 บทบาท ดังนี้ ผู้จัดการ ผู้พูดหรือผู้นำเสนอ ผู้บันทึก และผู้วิเคราะห์แนวทางหรือผู้สะท้อนการทำงานของกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบของปัญหา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยสังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน

4. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการคิด นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ โดยครูแนะนำคำสำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการจัดระเบียบความคิดขึ้นใหม่ เพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ

5. ขั้นการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติ (Practice applying knowledge) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ตอบคำถามของปัญหาที่กำหนด

6. ขั้นการประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนนำความรู้ ความคิดรวบยอด ที่นักเรียนสร้างขึ้นไป

ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงส่งผลให้นักเรียนขยายขอบข่ายความเข้าใจของมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

7. ขั้นสะท้อนความคิดกระบวนการ (Reflect on the process) เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการประเมินค่า นักเรียนประเมิน 6 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มประเมินตนเองเพื่อสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันถึงจุดเด่นและข้อบกพร่องของการทำงานของของกลุ่ม

3.2 แนวคิดการร่วมมือรวมพลัง

การร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่ทำให้การทำงานร่วมกันหรือการทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ การร่วมมือรวมพลังจึงเป็นคุณลักษณะที่กลุ่ม ทีม องค์กรพึงปรารถนา จากการศึกษาความหมายของคำในพจนานุกรม OXFORD (Crowther, 1997) พบว่า Collaboration หมายถึงการทำงานร่วมกับผู้อื่น การร่วมมือกัน การร่วมรู้ร่วมคิด การทำงานร่วมกับผู้อื่นหรือช่วยเหลือผู้อื่นเพื่อสร้างบางสิ่งบางอย่างร่วมกัน

Kayser (1994) ให้ความหมายของการทำงานร่วมมือรวมพลังว่าเป็นความพยายามร่วมกันระหว่างบุคคลสองคนขึ้นไปที่เป็นการประชุมอย่างไม่เป็นทางการ ไม่มีวาระการประชุมเพื่อผลิตผลผลิตตอบสนองเป้าหมายที่ได้จัดลำดับความสำคัญร่วมกันไว้

Huxham (1996) กล่าวถึงการทำงานร่วมมือรวมพลังว่า เป็นพฤติกรรมการทำงานร่วมกันของบุคคล และอาจมีความหมายครอบคลุมไปถึงการร่วมมือรวมพลังขององค์กร

Cramer (1998) ให้ความหมายของการทำงานร่วมมือรวมพลังว่าประกอบด้วยการออกแบบและการจัดลำดับความสำคัญของเป้าหมาย เพื่อนำมาทำแผนปฏิบัติการตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ รวมทั้งมีการประเมินศักยภาพผลการปฏิบัติงานเพื่อนำผลมาใช้ในการปรับปรุงงาน สมาชิกทุกคนต้องมีจิตสำนึกด้านความรับผิดชอบที่จะแสวงหาวิธีการ เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานของตน และแสวงหาวิธีการที่จะพัฒนาความสัมพันธ์ในการทำงานของตน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการทำงานร่วมมือรวมพลังหมายถึงการที่กลุ่มบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมาปฏิบัติการทำงานร่วมกัน อาจร่วมมือกันอย่างเป็นทางการหรือไม่เป็นทางการเพื่อให้ได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน โดยอาจไม่ต้องทำวาระการประชุมร่วมกัน การทำงานร่วมกันดังกล่าวนี้

จะประกอบด้วย การวางแผนกำหนดเป้าหมาย ทำแผนปฏิบัติการ ดำเนินการตามที่กำหนด โดยสมาชิกทุกคนต้องมีจิตสำนึกด้านความรับผิดชอบที่จะแสวงหาวิธีการเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานของตน ร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สร้างพลังและการช่วยเหลือกัน

3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นซึ่งมีพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) และเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งมีพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism theory) เป็นทฤษฎีที่มีฐานการคิดจากนักจิตวิทยาของกลุ่มพุทธิปัญญานิยม คือ วีกอทสกี (Lev Vygotsky) ที่เชื่อว่าการพัฒนาและการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม นักเรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยให้ความสำคัญกับบทบาทของสังคมต่อการพัฒนาทางสติปัญญาของนักเรียน นอกจากนี้ยังได้เสนอเกี่ยวกับบริเวณพัฒนาการเขาว์ปัญญา หรือ The Zone of Proximal Development (ZPD) ว่าเป็นช่วงหรือระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางปัญญา ซึ่งพิจารณาได้จากบุคคลที่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองหรือเมื่อได้รับคำแนะนำ แต่สำหรับนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่าโซนพัฒนาการ จะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้และต้องได้รับการช่วยเหลือ ที่เรียกว่า ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding) ซึ่งการเรียนรู้นี้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกจากการเรียนรู้และความรู้ที่นักเรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real world) ประสบการณ์นอกโรงเรียน ควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของนักเรียน โดยผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะและชี้แนะให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพในชั้นเรียนโดยเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและผู้สอนกับนักเรียน (Sivan, 1986)

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เน้นการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง ซึ่งมีแนวคิดว่านักเรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) จากนั้นแรงจูงใจจะให้นักเรียนพยายามค้นหา ค้นคิดจนสามารถนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructure) ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็น

ปัญหา หรือจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ ความรู้ใหม่ที่ได้สามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้ (Henderson,1992)

Carin (1989) กล่าวว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการคิดที่บุคคลใช้ในการทำความเข้าใจโลก ด้วยวิธีการสร้างความหมายในรูปของคำเมื่อเห็นว่าสิ่งเหล่านั้นมีประโยชน์

Slavin and Davis (2006) กล่าวว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญา สำหรับนักเรียนที่มีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามหาความรู้ด้วยการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิมที่มีอยู่ กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีแนวคิดจากการพัฒนาสติปัญญา ด้วยการสร้างความรู้และความเข้าใจด้วยตนเองนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructure)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. มโนทัศน์ทางเคมี

Criasia et al. (2009) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการต่อการพัฒนาทักษะและมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนในสาขาเคมีและนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มหลังได้รับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ นักเรียนมีทักษะและมโนทัศน์ทางเคมีที่สูงขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาเคมีทางเคมีสูงขึ้น เช่นในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์นักเรียนสามารถคำนวณโดยใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยได้

Mewhinney (2009) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการสร้างมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์เรื่องเคมีอินทรีย์ โดยการสร้างมโนทัศน์วัดจากความสามารถในการอธิบาย การประยุกต์ และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ส่วนผลสัมฤทธิ์วัดจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีจากการทำแบบทดสอบ จากการทดลองพบว่า

หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการนักเรียน มีพัฒนาการของมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ในเคมีอินทรีย์สูงขึ้น

Hein (2012) ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในรายวิชาเคมี อินทรีย์พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีความเข้าใจใน เนื้อหาเคมีอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีอินทรีย์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

Barthlow and Watson (2014) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้น กระบวนการต่อการลดมโนทัศน์ทางเลือกของนักเรียนในรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบ สอบ แบบแนะนำเน้นกระบวนการเกิดมโนทัศน์ทางเลือกต่ำกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป และ นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป

Potgieter (2015) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ที่มีต่อการพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์และปฏิกิริยารีดอกซ์กับนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองหลังได้รับการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์สูงกว่า กลุ่มควบคุม และยังพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความมั่นใจในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและมี พัฒนาการในการทำงานเป็นกลุ่มเพิ่มขึ้น Opara (2014) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน เกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ผ่านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนปริมาณสารสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้ สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในวิชาเคมีเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางเคมี พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่

เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบ ซึ่งผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาเคมีโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติและสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความสามารถในการวิเคราะห์

Straumanis and Simons (2008) ได้ประเมินผลของการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในเนื้อหาเคมีอินทรีย์ พบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นและ แนวการสอนนี้สามารถช่วยเพิ่มการเรียนรู้ของนักเรียน และส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญเช่น การคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ และคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น รวมถึงการทำงานเป็นทีม และการแก้ปัญหา

Brown (2010) ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในรายวิชาเคมี เกสซ์พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยใช้การเรียนรู้แบบทีมเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น รวมทั้งยังมีเจตคติต่อรายวิชาเคมีเกสซ์ที่ดีขึ้น

Chase, Pakhira, and Stains (2013) ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อทักษะการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่สูงขึ้นเมื่อเทียบก่อนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

น้องนาง ปรี่องาม และน้อยทิพย์ ลิมเจริญยิ่ง (2554) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาที่จำเป็นที่นักเรียนจะต้องเรียนในเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง กรด-เบส เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น อยากหาคำตอบ มีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล สร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม

เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหา นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหา ตัวปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนร้อยละ 76.2 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ได้คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ รายวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีคะแนนเฉลี่ย 31.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.52 และนักเรียนร้อยละ 78.57 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีคะแนนเฉลี่ย 29.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.96

ศิริวิมล หมวกทอง (2556) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่มีต่อความสามารถด้านการวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนาความสามารถด้านการวิเคราะห์ของนักเรียนได้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบถูกต้องในด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ อยู่ในกลุ่มคำตอบไม่ถูกต้องในด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และอยู่ในกลุ่มคำตอบคลาดเคลื่อนในด้านการวิเคราะห์หลักการ แต่หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบถูกต้องในทุกตัวบ่งชี้ความสามารถด้านการวิเคราะห์

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์ และคณะ (2557) ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า รูปแบบนี้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($x = 4.47$, $S.D. = 0.75$) มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และนักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า รูปแบบนี้เป็นความแปลกใหม่ ได้ฝึกวิเคราะห์ที่ช่วยให้ตื่นตัวในการเรียนตลอดเวลา การจัดกลุ่มเรียนรู้ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนและครู มีความสุขจากการเรียนรู้อย่างอิสระตามศักยภาพ ทำให้รู้สึกดีต่อวิชาเคมี

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในวิชาเคมีเพื่อพัฒนาทักษะการคิด พบว่างานวิจัยที่ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบ ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดวิจารณ์ และคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาเคมีโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางเคมีสูงกว่า

นักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติและสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษางานวิจัยในประเทศยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้ การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ แต่จะพบการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ เป็นส่วนใหญ่



บทที่ 3

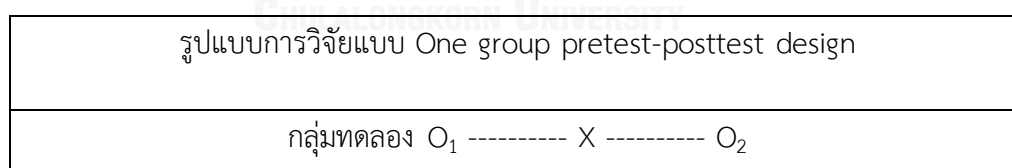
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีชั้น ตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design มีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ(Campbell & Stanley, 1963) ดังแผนภาพ



O₁ หมายถึง การเก็บข้อมูลข้อมูลมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ ของนักเรียนด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

X หมายถึง การเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

O₂ หมายถึง การเก็บข้อมูลข้อมูลโน้ตค้นทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์
ของนักเรียนด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบ
แบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน
โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1
กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการเลือกโรงเรียนโดยใช้
วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่ขนาดใหญ่พิเศษที่เปิดสอน
ทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีทั้งนักเรียนห้องเรียนพิเศษ
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีจำนวนมากเพียงพอ
ต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล และเป็นโรงเรียนที่ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี และ
เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ เลือกนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

1.1 แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี

1.2 แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมีโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีและแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

3.1.1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี

แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี เป็นแบบวัดความเข้าใจในความคิดโดยสรุปในเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยในแบบวัดเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนการเลือกตอบตามวิธีการของ Odum และ Kelly (2001 : 616-635) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ศึกษาหลักสูตร คู่มือการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่ต้องการวัดและศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อสอบที่ต้องการวัดแบ่งตามประเภทของมโนทัศน์ โดยครอบคลุมเนื้อหาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ โดยตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อเรื่องรวมทั้งหมด 30 ข้อ แบ่งเป็นมโนทัศน์เชิงพรรณนา 12 ข้อ และมโนทัศน์เชิงทฤษฎี 18 ข้อ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนข้อสอบจำแนกตามหัวข้อเรื่องของหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หัวข้อเรื่อง	จำนวนข้อ	
	เชิงพรรณนา	เชิงทฤษฎี
1. ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	5
2. แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	1

ตารางที่ 1 (ต่อ) จำนวนข้อสอบจำแนกตามหัวข้อเรื่องของหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หัวข้อเรื่อง	จำนวนข้อ	
	เชิงพรรณนา	เชิงทฤษฎี
3. พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	2	4
4. ผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	4
5. ผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	1
6. ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	2
7. ผลของตัวเร่งต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	1
8. ผลของตัวหน่วงปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	-
รวม	12	18

4) สร้างตารางวิเคราะห์ประเภทของมโนทัศน์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ มโนทัศน์เชิงพรรณนา และมโนทัศน์เชิงทฤษฎี โดยวิเคราะห์จากมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ จากผลการวิเคราะห์สามารถจำแนกประเภทของมโนทัศน์ได้ดังตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 จำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงพรรณนา	เชิงทฤษฎี
บอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีวัดได้จากความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา	✓	
คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งได้	การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง ทำได้โดยลากเส้นสัมผัสผ่าน ณ เวลาที่ต้องการ จากนั้นสร้างรูปสามเหลี่ยมใต้เส้นสัมผัสโดยให้เส้นสัมผัสเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก		✓

ตารางที่ 2 (ต่อ) จำแนกประเภทของโมนัทส์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	โมนัทส์	ประเภทของโมนัทส์	
		เชิงพรรณนา	เชิงทฤษฎี
อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟได้	ช่วงเริ่มต้นปฏิกิริยาความเข้มข้นของสารตั้งต้นสูง ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เร็ว ความชันของกราฟสูง แต่เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง ปฏิกิริยาจึงเกิดช้าลง ความชันของกราฟต่ำ	✓	
เขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับการเปลี่ยนแปลงของสารจากสมการที่ดุลแล้วได้	อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารแต่ละชนิดในปฏิกิริยาหารด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารนั้นๆ		✓
อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคมีการชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และมีพลังงานสูงพอที่จะทำให้พลังงานการชนมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์		✓
บอกความหมายและอธิบายการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ได้	สารเชิงซ้อนกัมมันต์ หมายถึง สารประกอบที่เกิดระหว่างที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาวะทรานซิชัน ซึ่งเป็นภาวะที่ไม่เสถียรเนื่องจากมีพลังงานสูง จึงสลายตัวต่อไปเป็นผลิตภัณฑ์		✓
ระบุประเภทของปฏิกิริยาโดยแปลความหมายจากกราฟได้	ปฏิกิริยาเคมีที่ผลิตภัณฑ์มีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น จะเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน แต่ถ้าผลิตภัณฑ์มีพลังงานสูงกว่าสารตั้งต้นจะเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน		✓

ตารางที่ 2 (ต่อ) จำแนกประเภทของมโนทัศน์ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงพรรณนา	เชิงทฤษฎี
อธิบายความหมายของชั้นกำหนดอัตราได้	ชั้นกำหนดอัตราคือ ชั้นของปฏิกิริยาที่เกิดช้าที่สุด เนื่องจากมีพลังงานก่อกัมมันต์สูงที่สุด โอกาสที่การชนกันของอนุภาคจะมีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ลดลง		✓
อธิบายหลักการพิจารณาชั้นที่เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุดได้	ชั้นที่เกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุดคือ ชั้นที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำที่สุด เพราะโอกาสที่การชนกันของอนุภาคมีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์เพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดเร็ว		✓
ระบุปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้แก่ ความเข้มข้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวหน่วงปฏิกิริยา	✓	
อธิบายผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นมีโอกาสชนกันเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น	✓	
อธิบายความหมายของกฎอัตราและหลักการเขียนกฎอัตราของปฏิกิริยาเคมีได้	กฎอัตราเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารที่เข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งสัมประสิทธิ์ที่อยู่ด้านบนของความเข้มข้นของสารตั้งต้นคืออันดับของปฏิกิริยาหาได้จากการทดลองเท่านั้น มีค่าเป็นจำนวนเต็มหรือเศษส่วนก็ได้ และเมื่อนำอันดับของปฏิกิริยาของสารตั้งต้นแต่ละชนิดมารวมกันจะได้เป็นลำดับรวมของปฏิกิริยา		✓

ตารางที่ 2 (ต่อ) จำแนกประเภทของมโนทัศน์ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงพรรณนา	เชิงทฤษฎี
อธิบายผลของความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีอันดับของปฏิกิริยาเท่ากับศูนย์ แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดนั้น	✓	
อธิบายผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของระบบทำให้โมเลกุลบางส่วนมีพลังงานเพิ่มขึ้น โอกาสที่การชนกันของโมเลกุลจะมีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์เพิ่มขึ้น จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น	✓	
อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟ เมื่อมีผลของอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้องได้	เมื่ออุณหภูมิต่ำอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่ำ ความชันของกราฟจึงต่ำ แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ความชันของกราฟจึงสูงขึ้น	✓	
อธิบายและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารที่มีพลังงานก่อกัมมันต์เท่ากันได้	ในสภาวะเดียวกันถ้าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาเท่ากัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเท่ากันด้วย เนื่องจากอนุภาคของสารมีพลังงานจลน์เท่ากัน		✓
บอกความหมายและอธิบายผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	ตัวเร่งปฏิกิริยา หมายถึง สารที่เข้าไปมีส่วนร่วมในขณะที่ปฏิกิริยากำลังดำเนินไปที่ช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น โดยไปลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา แต่เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดตัวเร่งปฏิกิริยาจะกลับเป็นสารเดิม	✓	

ตารางที่ 2 (ต่อ) จำแนกประเภทของมโนทัศน์ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงพรรณนา	เชิงทฤษฎี
บอกความหมายและอธิบายผลของตัวหน่วยปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	ตัวหน่วยปฏิกิริยา เป็นสารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง โดยไปเพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์ และเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดตัวหน่วยปฏิกิริยาจะกลับเป็นสารเดิม	✓	

5) กำหนดเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ (Criterion Score) จากคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยพิจารณาจากเกณฑ์ของกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์คะแนนของมโนทัศน์โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละ

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	เกณฑ์
ตั้งแต่ 80 ขึ้นไป	ดีมาก
70-79	ดี
50-69	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ปรับปรุง

6) สร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาและตารางวิเคราะห์ประเภทของมโนทัศน์ โดยสร้างแบบวัดปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนคำถามเชิงเนื้อหาและส่วนเหตุผลประกอบ ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกในส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบได้ 0 คะแนน

7) นำแบบวัดมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงและแก้ไข จากนั้นนำแบบวัดดังกล่าวไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความถูกต้องของการใช้ภาษา

8) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก)

ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) และคัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์คือข้อสอบต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.67-1.00 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 12) รวมถึงลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวงและความถูกต้องของภาษา จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

(1) การใช้ภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ การใช้คำให้ตรงกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พัฒนาโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น พลังงานกระตุ้น ต้องแก้ไขเป็น พลังงานก่อกัมมันต์ ลำดับของปฏิกิริยา ต้องแก้ไขเป็น อันดับของปฏิกิริยา และการใช้คำผิด ทำให้เหตุผลนั้นไม่ถูกต้องสมบูรณ์ เช่น วัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ที่ลดลง หรือวัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนไดออกไซด์ และออกซิเจนที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา ต้องแก้ไขเป็น วัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ที่ลดลง หรือวัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนไดออกไซด์หรือออกซิเจนที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา เนื่องจาก การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดสารผลิตภัณฑ์ตัวใดตัวหนึ่งเทียบกับเวลาได้โดยตรง

(2) การใช้ตัวลวงมีสิ่งที่ต้องปรับปรุงคือ ตัวลวงในบางข้อมีความคลุมเครือ ถ้าคิดในแง่มุมอื่น ๆ สามารถกลายเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องได้ เช่น สารเชิงซ้อนกัมมันต์เป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์(ตัวลวง) ถ้าหากปฏิกิริยามีหลายๆขั้นจะหมายถึง สารมัธยันต์ (intermediate) ดังนั้นหากต้องการหมายถึง สารเชิงซ้อนกัมมันต์ ต้องเพิ่มคำว่า เพียงชั่วขณะหนึ่ง จึงต้องแก้ไขเป็น สารเชิงซ้อนกัมมันต์เป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเพียงชั่วขณะหนึ่ง เป็นต้น

(3) การใช้แบบอักษร มีสิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ การพิมพ์สูตรเคมีควรใช้แบบอักษรให้เหมือนกันทุกข้อ ให้เน้นตัวหนาตรงคำว่า ถูกต้อง และ ไม่ถูกต้อง

(4) การใช้คำมีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ คำที่มีความหมายเหมือนกัน ควรยึดใช้คำนั้นให้เหมือนกันทั้งแบบวัด ตัวอย่างเช่น คำว่า พลังงานก่อกัมมันต์ และพลังงานกระตุ้น ที่มีความหมายเหมือนกัน

9) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผ่านการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้ว จำนวน 48 คน

10) นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัด ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายชื่อ

11) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดและคุณภาพของข้อสอบเป็นรายชื่อ มาใช้ในการเลือกข้อสอบเพื่อสร้างเป็นแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปและแก้ไขปรับปรุงแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี ในข้อที่มีค่าระดับความยาก ค่าอำนาจจำแนกที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ โดยปรับข้อคำถามตัวเลือกและตัวลวงให้เหมาะสม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี จำแนกตามระดับความยากและค่าอำนาจการจำแนก

ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก		รวมจำนวนข้อ
	0.1-0.19	0.2 ขึ้นไป	
0.20-0.40	-	8	8
0.41-0.60	-	10	10
0.61-0.70	-	7	7
0.78-0.80	-	5	5
รวม	0	30	30

11) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีที่เลือกและปรับปรุงแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR 21 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อเพื่อหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกพบว่า แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีทั้ง 30 ข้อ มีค่าระดับความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ ค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.23-0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.77 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 13)

12) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

3.1.2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ โดยให้ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ทั้ง 3 ด้าน จากเนื้อหาทั้งหมด 7 สถานการณ์ ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ในบริบทการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งเอกสารในประเทศและต่างประเทศ เพื่อระบุนิยามเชิงปฏิบัติการ และตัวบ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด

2) ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จากเอกสาร ตำรา บทความ ตลอดจนงานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมทั้ง 3 ประเภท คือการวิเคราะห์ส่วนประกอบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ พร้อมทั้งพฤติกรรมบ่งชี้แต่ละองค์ประกอบของการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประเภทของการวิเคราะห์และพฤติกรรมบ่งชี้

ประเภทของการวิเคราะห์	พฤติกรรมบ่งชี้
วิเคราะห์หน่วยย่อย (Analysis of Elements)	สามารถแยกส่วนข้อมูลที่อยู่ในเรื่องราวนั้นๆ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญที่ข้อมูลไม่ได้กล่าวไว้ชัดเจน
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship)	สามารถพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆหรือองค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ในเรื่องราว
วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles)	สามารถค้นหาหลักการ จุดประสงค์ มโนทัศน์ แนวคิดสำคัญของเรื่องราว เพื่อลงข้อสรุป

4) กำหนดระดับความสามารถในการวิเคราะห์จากคะแนนเฉลี่ยร้อยละ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2557) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับความสามารถในการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละ

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ระดับความสามารถ
ตั้งแต่ 90 ขึ้นไป	ดีมาก
75-89	ดี
50-74	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ปรับปรุง

5) ดำเนินการสร้างแบบวัดเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเขียนข้อคำถามให้สอดคล้องตรงตามโครงสร้างของการวัด โดยคัดเลือกเนื้อหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในอ้างอิงการตอบเป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอนคือเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 สถานการณ์ แล้วเขียนข้อคำถามตัวเลือก ตัวลวง ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ แบ่งตามประเภทของการวิเคราะห์ รวมเป็น 21 ข้อ เกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

6) นำแบบวัดที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง

7) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา(Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด(Item Objective Congruence , IOC) และคัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์คือข้อสอบต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.67-1.00 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 14) รวมถึงลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวงและความถูกต้องของภาษา จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

(1) การสร้างตัวเลือกในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์มีสิ่งที่จะต้องปรับปรุง คือ ควรสร้างตัวเลือกให้มีความหลากหลายในการวิเคราะห์ ตัวอย่างเช่น ไม่ควรเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากการแปลผลจากกราฟเพียงอย่างเดียว ควรกล่าวถึงความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาด้วย

(2) การสร้างตัวเลือกมีสิ่งที่จะต้องปรับปรุง คือ ควรสร้างตัวเลือกให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน หากต้องการสร้างตัวเลือกที่เป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็ว ต้องใช้ตัวเลือกที่เป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วทั้งข้อ ตัวอย่างเช่น T_3 คืออุณหภูมิที่สูงที่สุด ต้องแก้ไขเป็น ที่อุณหภูมิ T_1 ปฏิบัติการเกิดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ T_2 และ T_3

(3) การใช้แบบอักษร มีสิ่งที่จะต้องปรับปรุง คือ การพิมพ์สูตรเคมีควรใช้แบบอักษรให้เหมือนกันทุกข้อ ให้เน้นตัวหนาตรงคำว่า ถูกต้อง และ ไม่ถูกต้อง

8) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผ่านการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้ว จำนวน 48 คน

9) นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัด ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ

10) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดและคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อมาใช้ในการเลือกข้อสอบเพื่อสร้างเป็นแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปและแก้ไขปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ในข้อที่มีค่าระดับความยาก ค่าอำนาจจำแนกที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ โดยปรับข้อคำถาม ตัวเลือกและตัวลงให้เหมาะสม ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จำแนกตามระดับความยากและค่าอำนาจการจำแนก

ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก		รวมจำนวนข้อ
	0.1-0.19	0.2 ขึ้นไป	
0.20-0.40	-	6	6
0.41-0.60	-	6	6
0.61-0.70	-	4	4
0.78-0.80	-	5	5
รวม	0	21	21

11) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่เลือกและปรับปรุงแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรมดังกล่าวเพื่อหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกพบว่า แบบวัด

ความสามารถในการวิเคราะห์ทั้ง 21 ข้อ มีค่าระดับความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ ค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.28-0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.74 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 15)

12) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีขั้นตอนในการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการร่วมกับการร่วมมือรวมพลัง
- 2) กำหนดเนื้อหา จำนวนคาบเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเพื่อจัดทำแผนระยะยาวสำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมีโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 3) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางและดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายวันตามจำนวนคาบที่กำหนด จำนวน 7 แผน ใช้เวลาสอนทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 18 คาบ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงเวลาที่ใช้สอนในหัวข้อเรื่องในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ลำดับ	หัวข้อ	จำนวนคาบ
1	ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความสัมพันธ์ของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จากการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3
2	การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3
3	การเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา	2
4	ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยา	3
5	กฎอัตราหรือสมการอัตรา	2
6	พื้นที่ผิวและอุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา	2
7	ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยากับอัตราการเกิดปฏิกิริยา	3
	รวม	18

4) วิเคราะห์บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจากการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ขั้นตอนตามการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นระบุความต้องการที่จะเรียนรู้ (Identify a need to learn) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจ เพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา	ครูใช้คำถามสำคัญ กราฟ แผนภาพ ตาราง ข้อมูล แบบจำลอง การทดลอง หรือสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ	นักเรียนระบุปัญหาและคิดหาคำตอบ
2. ขั้นการเชื่อมโยงความเข้าใจเดิม (Connect to prior understanding) เป็นขั้นอธิบายหรือทำนายคำตอบของประเด็นปัญหา	1. ทบทวนความเข้าใจเดิมที่เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้โดยอาศัยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการกลุ่ม 2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 4 – 6 คน และกำหนดบทบาทของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม 4 บทบาท ดังนี้ ผู้จัดการ ผู้พูดหรือผู้นำเสนอ ผู้บันทึกและผู้วิเคราะห์แนวทางหรือผู้สะท้อนการทำงานของกลุ่ม 3. ชักถามเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบ	1. นักเรียนการสะท้อนความคิดซึ่งกันและกัน จนนำไปสู่แนวทางในการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานของปัญหานั้น 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบของปัญหา

ตารางที่ 9 (ต่อ) บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ขั้นตอนตามการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นการสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจและลงมือปฏิบัติทดลอง เพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา	1. เป็นผู้อำนวยการความสะดวก คอยสังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน 2. ตรวจสอบความก้าวหน้าในการค้นหาคำตอบของประเด็น	1. นักเรียนวางแผนหรือ ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล 2. นักเรียนที่มีบทบาทเป็นผู้จัดการทำการแจกจ่ายงานและความรับผิดชอบให้แก่สมาชิกในกลุ่ม
4. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention) เป็นขั้นการสร้างมโนทัศน์ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ	1. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์โดยใช้คำสำคัญ 2. ตรวจสอบมโนทัศน์ที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น โดยให้นักเรียนที่มีบทบาทเป็นผู้พูดนำเสนอ มโนทัศน์ที่กลุ่มสร้างขึ้น	1. นักเรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสำรวจ 2. นักเรียนตรวจสอบคำตอบและสร้างคำอธิบายเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ได้จากความเข้าใจของตนเอง
5. ขั้นการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติ (Practice applying knowledge) ประยุกต์ความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ตอบคำถามของปัญหาที่กำหนด	ส่งเสริมนักเรียนในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด	1. นักเรียนประยุกต์ความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ตอบคำถามของปัญหาที่กำหนด 2. นักเรียนที่มีบทบาทเป็นผู้บันทึกเขียนคำตอบและวิธีคิดในการแก้ปัญหาสถานการณ์
6. ขั้นการประยุกต์ (Application) เป็นการนำความรู้ ความคิดรวบยอด ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่	1. ส่งเสริมนักเรียนในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 2. ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย	1. นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 2. นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ตารางที่ 9 (ต่อ) บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ขั้นตอนตามการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
7. ขั้น สะ ท อ น ค ว า ม คิ ด กระบวนการ (Reflect on the process) การประเมินตนเอง เพื่อสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้และการทำงานของกลุ่ม	ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกล่าวถึง ข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงของกลุ่มตนเอง	นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม ประเมินตนเองเพื่อสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันถึง จุดแข็งและจุดอ่อนของการทำงานของกลุ่ม

5) นำแผนที่ผู้วิจัยพัฒนาไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความตรงตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การจัดกิจกรรมตลอดจนความเหมาะสมกับเวลาเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

7) รวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

(1) การออกแบบการจัดกิจกรรม สิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ

1.1 ควรออกแบบการจัดกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และควรระบุขั้นตอนการสอนของครูโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการให้ละเอียดมากขึ้น

1.2 ในแต่ละขั้นของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ต้องระบุสิ่งที่ต้องการพัฒนานักเรียนในเรื่องการวิเคราะห์ ตามขั้นที่ได้ ระบุไว้

1.3 ควรออกแบบกิจกรรมในแต่ละขั้นให้แตกต่างกันชัดเจน ตัวอย่างเช่น ในขั้นที่ 5 ขั้นการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติ (Practice applying knowledge) กับขั้นที่ 6 ขั้นการประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts)

1.4 ควรออกแบบกิจกรรมในแต่ละชั้นว่าเน้นพัฒนาและเสริมสร้างกระบวนการด้านใด เช่น กระบวนการคิด การบวนการแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม

(2) ความเหมาะสมของเวลา สิ่งที่ต้องปรับปรุง คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 5 ควรลดเนื้อหาบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับเวลา

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาอีกครั้งจากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองในการวิจัยครั้ง

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ระยะเวลาคือ

1) ระยะเวลาก่อนการดำเนินการทดลอง ในระยะนี้ผู้วิจัยศึกษาและพัฒนาเครื่องมือต่างๆ ให้เรียบร้อย พร้อมกับแจ้งนักเรียนเกี่ยวกับรายละเอียดของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในการจัดการเรียนรู้

2) ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

(1) ทดสอบมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีและแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

(2) จัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการร่วมกับการร่วมมือร่วมพลัง ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คือ มโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์

3) ระยะเวลาดำเนินการหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

(1) ทดสอบมโนทัศน์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี และทดสอบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

(2) นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบค่าถ่วงน้ำหนัก อภิปราย และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป โดยสถิติที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี ทำการวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หาคุณภาพของแบบวัดรายข้อเพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกและหาคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับจากการคำนวณค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

2) สถิติที่ใช้ในการหาวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการหาวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) และคะแนนมาตรฐาน (Criterion Score) ของมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ ดังนี้

1) วิเคราะห์ความแตกต่างค่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางเคมีระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการด้วยสถิติทดสอบทีแบบมีทิศทาง สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) และวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนกับคะแนนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์ความแตกต่างค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการด้วยสถิติทดสอบทีแบบมีทิศทาง สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) และวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนกับคะแนนมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาและเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ตอนที่ 2 การศึกษาและเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ตอนที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ผลการวิจัยปรากฏดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนมโนทัศน์ทางเคมี และจำแนกตามมโนทัศน์ทางเคมีทั้ง 2 ประเภทระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

คะแนน	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง			t-test
	\bar{x}	\bar{x} ร้อยละ	S.D.	\bar{x}	\bar{x} ร้อยละ	S.D.	
มโนทัศน์ทางเคมี	8.19	27.30	4.27	23.00	76.67	3.53	*21.20
มโนทัศน์เชิงพรรณนา	4.64	38.65	2.46	9.89	82.45	1.52	*13.27
มโนทัศน์เชิงทฤษฎี	3.57	19.86	2.49	13.11	72.81	2.45	*20.03

*P < 0.05

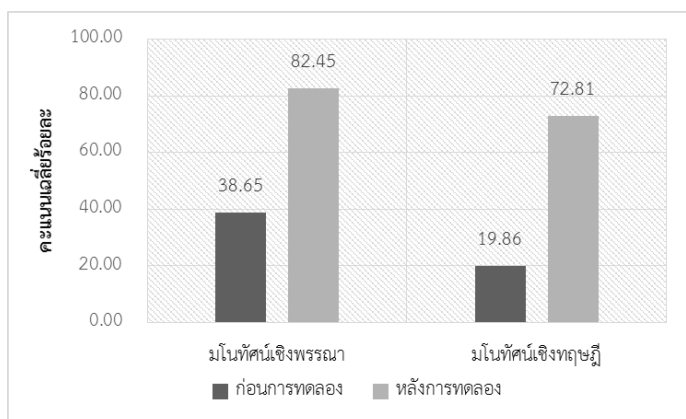
จากตารางที่ 10 พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางเคมี หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าสูงกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และหลังการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางเคมีจำแนกตามประเภทของมโนทัศน์ ระหว่างก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ซึ่งคะแนนเต็มของมโนทัศน์เชิงพรรณนา 12 คะแนน และมโนทัศน์เชิงทฤษฎี 18 คะแนน รวมทั้งหมด 30 คะแนน จากตารางที่ 10 สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามประเภทของมโนทัศน์ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 มโนทัศน์เชิงพรรณนา พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงพรรณนาหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงพรรณนาคิดเป็นร้อยละ 38.65 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงพรรณนาเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

ส่วนที่ 2 มโนทัศน์เชิงทฤษฎี พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงทฤษฎีหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงทฤษฎีเป็นร้อยละ 19.86 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงทฤษฎีเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 72.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

ทั้งนี้เมื่อนำผลการวิจัยมาแสดงกราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของมโนทัศน์ทางเคมี ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถแสดงกราฟเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละจำแนกตามประเภทของมโนทัศน์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

จากกราฟพบว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของมโนทัศน์ทางเคมีประเภทมโนทัศน์เชิงพรรณนา ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มากกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของมโนทัศน์เชิงทฤษฎี

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการผลการวิจัยปรากฏดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ และจำแนกตามความสามารถในการวิเคราะห์ทั้ง 3 ประเภท ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

คะแนน	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง			t-test
	\bar{x}	\bar{x} ร้อยละ	S.D.	\bar{x}	\bar{x} ร้อยละ	S.D.	
ความสามารถในการวิเคราะห์	13.56	64.67	3.25	16.47	78.43	2.45	*8.54
วิเคราะห์หน่วยย่อย	4.67	65.29	1.11	6.51	93.00	0.75	*4.95
วิเคราะห์ความสัมพันธ์	4.20	60.00	1.41	5.40	77.14	1.08	*3.74
วิเคราะห์หลักการ	3.21	45.86	1.52	4.64	66.29	1.32	*5.39

*P < 0.05

จากตารางที่ 11 พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 64.67 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถพอใช้ ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 78.43 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถดี

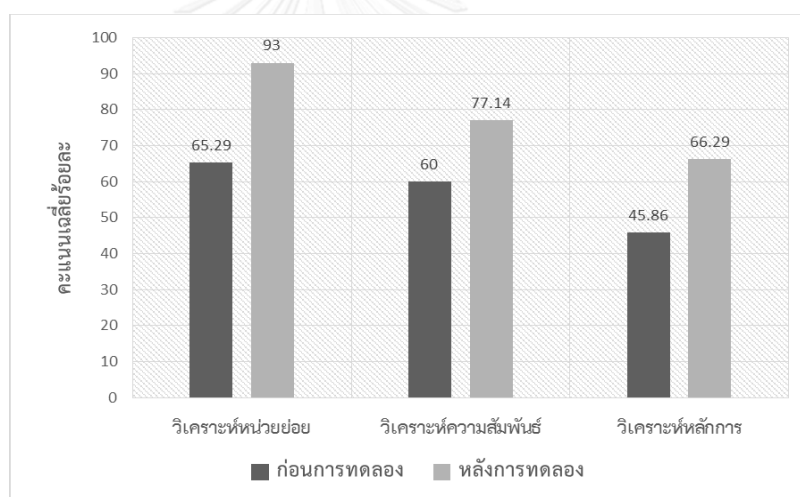
ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์จำแนกตามประเภทของการวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการซึ่งคะแนนเต็มของการวิเคราะห์แต่ละประเภทคือ 7 คะแนน ดังนั้นคะแนนรวมทั้งหมดคือ 21 คะแนน สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน ตามประเภทการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์หน่วยย่อย พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หน่วยย่อยหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์หน่วยย่อยคิดเป็นร้อยละ 65.29 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถพอใช้ ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์หน่วยย่อยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 93.00 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถดีมาก

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คิดเป็นร้อยละ 60.00 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถพอใช้ ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 74.14 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถดี

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์หลักการ พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลักการหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์หลักการคิดเป็นร้อยละ 45.86 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถควรปรับปรุง ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์หลักการเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 66.29 ซึ่งอยู่ในระดับความสามารถพอใช้

ทั้งนี้เมื่อนำผลการวิจัยมาแสดงกราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถแสดงกราฟเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละจำแนกตามประเภทของความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

จากกราฟเมื่อเรียงลำดับการเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจากมากไปน้อย สามารถเรียงตามลำดับได้ดังนี้ การวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของการใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาโมทัศน์ทางเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ 3) ศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางเคมีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์คือร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

และเมื่อพิจารณาแบ่งตามประเภทของมโนทัศน์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สู้สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการได้ผลการวิจัยดังนี้

1.1 นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์เชิงพรรณนาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงพรรณนาคิดเป็นร้อยละ 38.65 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ

ร้อยละ 70 ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงพรรณนาเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

1.2 นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์เชิงทฤษฎี หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยจากเดิมก่อนการทดลอง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงทฤษฎีเป็นร้อยละ 19.86 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 ภายหลังจากทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เชิงทฤษฎีเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 72.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

2. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้น กระบวนการหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 78.43 คะแนนซึ่งจัดอยู่ในระดับความสามารถดีและสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

และเมื่อพิจารณาแบ่งตามประเภทของการวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ การสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการได้ผลการวิจัยดังนี้

2.1 นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ หน่วยย่อยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยก่อนการทดลองความสามารถในการวิเคราะห์หน่วยย่อยอยู่ในระดับความสามารถพอใช้ หลังการทดลองนักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์หน่วยย่อยเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับความสามารถ ดีมาก

2.2 นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยก่อนการทดลองความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์อยู่ในระดับความสามารถพอใช้ หลังการ ทดลองนักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับ ความสามารถดี

2.3 นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลักการ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยก่อนการทดลอง ความสามารถในการวิเคราะห์หลักการอยู่ในระดับความสามารถควรปรับปรุง หลังการทดลองนักเรียน มีความสามารถในการวิเคราะห์หลักการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับความสามารถพอใช้

อภิปรายผล

ผลของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถแบ่งการอภิปรายได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางเคมี

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์คือร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวตรงตามสมมติฐานในข้อที่ 1 และพบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีที่ค่อนข้างซับซ้อนอย่างลุ่มลึกไม่ใช่เพียงท่องจำ โดยเน้นเสริมสร้างกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการกลุ่มกับนักเรียน โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสำรวจข้อมูล แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่ม แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง ซึ่งได้รับการชี้แนะจากครูด้วยการใช้คำถาม แล้วจึงนำมโนทัศน์ที่ได้มาใช้แก้ปัญหาในบริบทใกล้เคียงและในบริบทที่แตกต่างออกไป (Hanson, 2006)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Christine Elizabeth Mundy (2015) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์และปฏิกิริยารีดอกซ์กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองหลังได้รับการเรียนการสอนโดยการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และยังพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความมั่นใจในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและมีพัฒนาการในการทำงานเป็นกลุ่มเพิ่มขึ้น

จากงานวิจัยของ Criasia และคณะ (2009) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการพัฒนาทักษะและมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนในสาขาเคมีและนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มหลังได้รับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการนักเรียนมีทักษะและมโนทัศน์ทางเคมีที่สูงขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

สูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mewhinney (2009) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการสร้างมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์เรื่องเคมีอินทรีย์ โดยการสร้างมโนทัศน์วัดจากความสามารถในการอธิบาย การประยุกต์ และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ส่วนผลสัมฤทธิ์วัดจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีจากการทำแบบทดสอบจากการทดลองพบว่า หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการนักเรียนมีพัฒนาการของมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ในเคมีอินทรีย์สูงขึ้น

จากการวิจัยการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางเคมีสูงขึ้นได้ อาจเนื่องจากการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention) โดยการทำให้เสียสมดุลทางปัญญา (disequilibrium) ด้วยการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ด้วยสิ่งเร้าในขั้นที่ 1 ขั้นระบุความต้องการที่จะเรียนรู้ (Identify a need to learn) จากนั้นปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) โดยการล้วงความเข้าใจเดิมในขั้นที่ 2 ขั้นการเชื่อมโยงความเข้าใจเดิม (Connect to prior understanding) และให้นักเรียนลงมือสำรวจค้นหาในขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นทีมแบบการร่วมมือรวมพลังเพื่อได้มาซึ่งข้อมูลที่น่าไปใช้ทดสอบสมมติฐาน แล้วนักเรียนแต่ละทีมนำข้อมูลที่ได้มาเชื่อมโยงสร้างเป็นความความเข้าใจและมโนทัศน์ของตนเอง โดยครูใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการจัดระเบียบความคิดขึ้นใหม่ ในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention) จากนั้นนักเรียนแต่ละทีมนำมโนทัศน์ที่ได้ไปแข่งขันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในขั้นที่ 5 ขั้นการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติ (Practice applying knowledge) และนำความรู้และมโนทัศน์มาประยุกต์แก้ปัญหาในบริบทใหม่ ส่งผลให้นักเรียนขยายขอบข่ายความเข้าใจของมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้นในขั้นที่ 6 ขั้นการประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) สุดท้ายในขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนความคิดกระบวนการ (Reflect on the process) นักเรียนแต่ละทีมประเมิน 6 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้ สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันถึงจุดเด่นและข้อบกพร่องของการทำงานของทีม เพื่อใช้ปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อีกของทีมให้ดียิ่งขึ้นในการเรียนรู้ครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีจุดเด่นที่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบสืบสอบทั่วไปคือการมุ่งเน้นพัฒนากระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการ

ประเมินค่า และในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ถึง ชั้นที่ 7 ได้ผนวกการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังร่วมด้วย จากการสังเกตด้วยแบบสังเกตพบว่านักเรียนที่เป็นคนเก่งประจำทีมซึ่งพิจารณาได้จากบุคคลที่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองหรือเมื่อได้รับคำแนะนำ จะคอยช่วยเหลือนักเรียนที่เป็นคนอ่อนของทีม ซึ่งพิจารณาจากบุคคลที่ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ตัวอย่างเช่น ช่วยอธิบายขั้นตอนการทดลอง วิธีการทดลอง การใช้อุปกรณ์ การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การหาความชันของกราฟ เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรมให้สำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถช่วยกันเรียนรู้ก่อให้เกิดการสร้างมโนทัศน์ด้วยความเข้าใจของตนเองเพิ่มมากขึ้น ดังตัวอย่าง นักเรียนภายในกลุ่มสงสัยเกี่ยวกับการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา นักเรียนคนที่ 1 พูดว่า “ทำไมการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงเอาสัมประสิทธิ์หน้าจำนวนโมลมาคิด บางครั้งก็ไม่นำมาคิด” นักเรียนคนที่ 2 พูดว่า “จะนำสัมประสิทธิ์หน้าโมลมาคิดเมื่อถ้าหากโจทย์ให้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารชนิดหนึ่งมาแล้วถามหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารอีกชนิด เช่น ให้ข้อมูลสารตั้งต้นมาแต่ถามหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารผลิตภัณฑ์”

จากขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญของการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงส่งผลทำให้มโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์คือร้อยละ 70 ได้ และพบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถพัฒนาและเสริมสร้างมโนทัศน์ได้ครบทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ มโนทัศน์เชิงพรรณนา และมโนทัศน์เชิงทฤษฎี แต่ทั้งนี้จากผลการวิจัยพบว่ามโนทัศน์เชิงทฤษฎีเป็นประเภทของมโนทัศน์ที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้น้อยกว่ามโนทัศน์เชิงพรรณนา เนื่องจากมโนทัศน์เชิงทฤษฎีสามารถพัฒนาได้ยาก เนื่องจากเป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้หรือไม่สามารถสังเกตโดยตรง แต่รับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ ต่างจากมโนทัศน์เชิงพรรณนาเป็นความคิดรวบยอดที่สร้างได้จากการสังเกตได้โดยตรง (Lawson, 1995)

2. ความสามารถในการวิเคราะห์

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์อยู่ในระดับดี ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวตรงตามสมมติฐานในข้อที่ 3 และพบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 4 และสอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่ต้องการเสริมสร้างและพัฒนาทักษะกระบวนการด้านการคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hein (2012) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อทักษะการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีของนักเรียน 2 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการและกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไปพบว่า กลุ่มทดลองหลังได้รับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการนักเรียนมีทักษะการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีที่สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Straumanis และ Simons (2008) ได้ประเมินผลของการเรียนการสอนโดยการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในเนื้อหาเคมีอินทรีย์ พบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นและแนวการสอนนี้สามารถช่วยเพิ่มการเรียนรู้ของนักเรียน และส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญเช่น การคิด การทำงานเป็นทีม และการแก้ปัญหา เป็นต้น

จากผลการวิจัยการเรียนการสอนโดยการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์สูงขึ้นได้ อาจเนื่องจากการเรียนการสอนโดยการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดดังนี้ นักเรียนถูกกระตุ้นด้วยภาพ วิดีทัศน์ หรือสถานการณ์ในชั้นที่ 1 ชั้นระบุความต้องการที่จะเรียนรู้ (Identify a need to learn) โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบาย ทำนาย หรือตั้งสมมติฐาน ในชั้นที่ 2 ชั้นการเชื่อมโยงความเข้าใจเดิม (Connect to prior understanding) ซึ่งคำถามที่ใช้มีลักษณะที่ฝึกให้นักเรียนต้องวิเคราะห์หน่วยย่อย เป็นการให้นักเรียนแยกส่วนข้อมูลที่รวมอยู่ในเรื่องราวต่างๆ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญที่ข้อมูลไม่ได้กล่าวไว้ชัดเจน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นการให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆหรือองค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ในเรื่องราว เพื่อนำไปสู่การอธิบายหรือคำตอบ จากนั้นในชั้นที่ 3 ชั้นค้นสำรวจ (Exploration) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติทดลองหรือสำรวจเพื่อค้นหา

คำตอบของประเด็นปัญหา แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หลักการเพื่อลงข้อสรุปเป็นความคิดรวบยอดนำไปสู่การได้มาซึ่งมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ ในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention)

จากขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญของการเรียนการสอนสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงส่งผลทำให้ความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยก่อนการทดลองความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนอยู่ในระดับความสามารถพอใช้ หลังการทดลองนักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับความสามารถดี และพบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ได้ครบทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ แต่ทั้งนี้จากผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์หลักการเป็นประเภทของการวิเคราะห์ที่นักเรียนสามารถพัฒนาน้อยที่สุดจากระดับความสามารถควรปรับปรุงเป็นระดับความสามารถพอใช้ เนื่องจากการวิเคราะห์หลักการสามารถพัฒนายากที่สุดเพราะเป็นประเภทของการวิเคราะห์ที่มีความซับซ้อน เนื่องจากต้องค้นหาหลักการโดยการเชื่อมโยงส่วนย่อยต่าง ๆ มาสร้างความสัมพันธ์เพื่อลงข้อสรุป (Donald *et al.*, 2014)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่าการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถเสริมสร้างมโนทัศน์ทางเคมีและพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ได้เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1) ครูผู้สอนสามารถนำการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการไปใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการวิเคราะห์ เนื่องจากการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการแตกต่างจากการเรียนรู้สืบสอบทั่วไปที่มีจุดเน้นในการเสริมสร้างและพัฒนากระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่มและการทำงานอย่างร่วมพลัง ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และผนวกกับการเรียนรู้

แบบการร่วมมือรวมพลังที่ให้ผู้เรียนร่วมกันสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง โดยได้รับการชี้แนะจากครู

1.2) ในระยะแรกของการสอนครูควรเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการทำงานเป็นทีม โดยใช้วิธีให้นักเรียนคิดเดี่ยว จับคู่กันแลกเปลี่ยนความคิด และร่วมกันอภิปรายเป็นกลุ่ม และมีการกำหนดโครงสร้างของบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน

1.3) ระหว่างการดำเนินการสอนครูควรสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียน โดยใช้เทคนิคเข้ามาเสริมให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง เช่นในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการเล่นเกมที่มาร่วมกับการร่วมมือรวมพลัง ทำให้ผู้เรียนทุกคนช่วยกันมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อไปถึงความสำเร็จของกลุ่ม

2. ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1) ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นที่นอกเหนือจากมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนของการเรียนรู้สี่สอแบบแนะนำเน้นกระบวนการบางขั้นตอนที่เน้นการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา มีการฝึกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือรวมพลังกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ความรู้และมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวการสอนนี้ น่าจะมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของผู้เรียนซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

2.2) ควรเสริมเทคนิคเพิ่มเติมร่วมกับการร่วมมือรวมพลัง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมไปสู่ความสำเร็จของกลุ่มและคงการทำงานเป็นกลุ่มไว้ ซึ่งระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการเล่นเกมที่เทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมาใช้ร่วมกับงานวิจัยในครั้งนี้พบว่า นักเรียนทุกคนมีความกระตือรือร้นและอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และจากการสอบถามนักเรียนหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจกับการเรียนรู้โดยใช้แนวการสอนนี้ ซึ่งได้รับผลสะท้อนจากผู้เรียนว่ารู้สึกพึงพอใจและสนุกกับการร่วมมือรวมพลังเพื่อแข่งขันแก้ปัญหา

รายการอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

- Barthlow, M. J., & Watson, S. B. (2014). The effectiveness of process-oriented guided inquiry learning to reduce alternative conceptions in secondary chemistry. *School Science and Mathematics*, 114(5), 246-255.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain. *New York: McKay*, 20-24.
- Brown, S. D. (2010). A process-oriented guided inquiry approach to teaching medicinal chemistry. *American journal of pharmaceutical education*, 74(7), 121.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching*. In N. L. Gage (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 171–246). Chicago, IL: Rand McNally.
- Carin, A. A. (1989). *Teaching science through discovery*. Ontario: Macmillan Publishing Company. Ontario: Macmillan Publishing Company.
- Chase, A., Pakhira, D., & Stains, M. (2013). Implementing process-oriented, guided-inquiry learning for the first time: adaptations and short-term impacts on students' attitude and performance. *Journal of Chemical Education*, 90(4), 409-416.
- Clark, L. H. (1970). *Strategies and tactics in secondary school teaching*. London: Collier-Macmillan.
- Criasia, R., Lees, A., Mongelli, M., Shin, Y.-G., Stokes-Huby, H., & Vitale, D. (2009). Non-linear POGIL for Developing Cumulative Skills and Multidisciplinary Chemical Concepts for Non-science and Chemistry Majors *Chemistry Education in the ICT Age* (pp. 185-195): Springer.
- Crowther, a. o. (1997). Australian Collaborative Trial of Antenatal Thyrotropin-Releasing Hormone: adverse effects at 12-month follow-up. *Pediatrics*, 99(3), 311-317.
- Cruickshank, D. R., Jenkins, D. B., & Metcalf, K. K. (2009). *The Act of Teaching* New York: Mc Graw-Hill.

- Deborah, E. B., others. (2006). *Teachers' Guide for the Explicit Teaching of Thinking Skills*. New York: Yale University.
- Elder, L., & Paul, R. (2007). *Thinker's guide to analytic thinking: how to take thinking apart and what to look for when you do*: Foundation Critical Thinking.
- Geiger, M. (2010). Implementing POGIL in allied health chemistry courses: Insights from process education. *International Journal of Process Education*, 2(1), 19-34.
- Hanson, D. M. (2006). *Instructor's guide to process-oriented guided-inquiry learning*: Pacific Crest Lisle, IL.
- Hein, S. M. (2012). Positive impacts using POGIL in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 89(7), 860-864.
- Huxham, C. (1996). *Creating collaborative advantage*: Sage.
- Jacobsen, D., Eggen, P., Kauchak, D., and Dulaney, C. (1985). *Method for teaching a skills approach*. Columbus, Ohio Merrill.
- Kayser, T. A. (1994). *Team Power*. Burr Ridge: IRWIN.
- Lawson, A. E., Banks, D. L., & Logvin, M. (2007). Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 706-724.
- Macpherson, R., & Stanovich, K. E. (2007). Cognitive ability, thinking dispositions, and instructional set as predictors of critical thinking. *Learning and individual differences*, 17(2), 115-127.
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives. Experts in Assessment*: ERIC.
- Mewhinney, C. (2009). Interaction of learning approach with concept integration and achievement in a large guided inquiry organic class.
- Nitko, J. A. (2007). *Educational Assessment of Students*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Odum, A. L., and Kelly, P. V. (2001). *Integrating Concept Mapping and The Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concept to High School Biology Students*: Science Education.
- Opara, M. F. (2014). Improving Students' Performance in Stoichiometry through the Implementation of Collaborative Learning.

- Potgieter, M. (2015). *Exploring the effectiveness of POGIL and Chemorganisers in foundation chemistry*. University of Pretoria.
- Slavin, R. E., & Davis, N. (2006). *Educational psychology: Theory and practice*.
- Sternberg, J.R. (1997). *Thinking Style*. New York: The University of Cambridge.
- Straumanis, A., & Simons, E. (2008). In *Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)*; Moog, RS, Spencer, JN, Eds: American Chemical Society: Washington, DC.
- Sund , R. B., and Trowbridge, L.W. . (1973). *Teaching science by inquiry in secondary school*. Ohio: A bell & Howell
- Tandogan, R. O., & Orhan, A. (2007). The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Online Submission*, 3(1), 71-81.
- Thompson, T. W., Waskom, M. L., Garell, K.-L. A., Cardenas-Iniguez, C., Reynolds, G. O., Winter, R., . . . Alvarez, G. A. (2013). Failure of working memory training to enhance cognition or intelligence. *PloS one*, 8(5), e63614.

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์. กรุงเทพมหานคร: ชัคเชสมิเดีย
- ทีศนา เขมมณี และ คณะ. (2540). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: เดอร์มาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- น้องนาง ปรี่องาม และน้อยทิพย์ ลี้มเจริญยิ่ง. (2554). การพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องกรด – เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2549). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).
- วรภรณ์ ศรีวิโรจน์ และคณะ. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบ

- ร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(3), 1-13.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2532). การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ: การวิจัยทางการศึกษา.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริวิมล หมวกทอง. (2556). การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่มี
ต่อความสามารถด้านการวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัด
เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต),
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2557). ผลการประเมิน
คุณภาพภายนอก. from <http://aqa.onesqa.or.th/> Summary
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.
กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คเซ็นเตอร์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2548). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพมหานคร: อี.เค.บุ๊คส์





รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.สลา สามีภักดิ์ | อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์ ชื่นจิตร เดชอุดม | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |
| 3. อาจารย์ สมานจิตร พงษ์สนาม | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดมโนทัศน์

- | | |
|---|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเดช เบิกฟ้า | อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง | อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 3. อาจารย์ สุรพร เกิ่งทอง | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

- | | |
|---|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร | อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัตน์ ทานาค | อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 3. อาจารย์ ปิยมาศ ศรีสมพันธ์ | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี
2. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบวัดมโนทัศน์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที
3. ข้อสอบเป็นปรนัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ข้อสอบเชิงคำถามเชิงเนื้อหาและเหตุผลในการเลือกตัวเลือกของคำตอบนั้น ๆ
4. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงบนข้อที่เลือก และหากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในช่องคำตอบใหม่ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ข้อคำถาม				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1	x					x		x

แบบวัดมโนทัศน์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำสั่ง : เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ในปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊สไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ดังสมการ สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ด้วยวิธีใดบ้าง



ก. วัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ที่ลดลงเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

ข. วัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ที่ลดลง หรือวัดปริมาตรของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจนที่เกิดขึ้น

ค. วัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ที่เพิ่มขึ้น หรือวัดปริมาตรของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจนที่ลดลงเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

ง. วัดปริมาตรของแก๊สไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ที่ลดลง หรือวัดปริมาตรของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์หรือแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

สาเหตุที่เลือกตอบ

1. สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการเพิ่มขึ้นของสารตั้งต้นหรือการลดลงของผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

2. สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์

3. สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

4. สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการลดลงของสารตั้งต้นเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

2. ในการทดลองวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะอะลูมิเนียมกับสารละลายไฮดรอกไซด์โดยจับเวลาที่เก็บแก๊สทุกๆ 1 cm^3 นำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา ณ เวลา 20, 40, 60, 80 และ 100 วินาที ถ้าผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎี อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลาใดเร็วที่สุด

ก. 20

ข. 60

ค. 80

ง. 100

สาเหตุที่เลือกตอบ

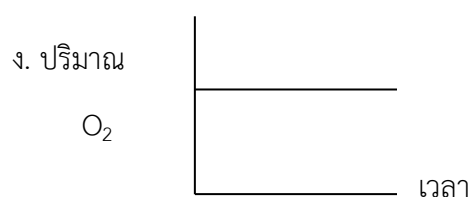
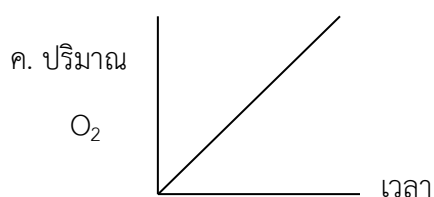
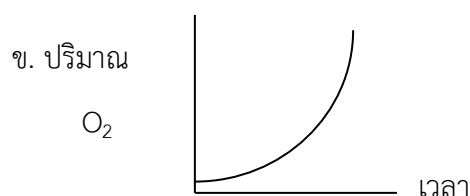
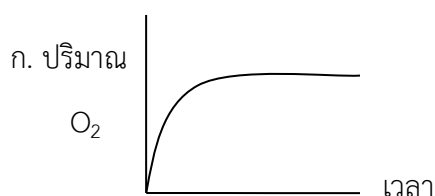
1. เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ได้เพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงเร็วขึ้น

2. เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงเร็วขึ้น

3. เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง อัตราการเกิดเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงเร็วขึ้น

4. เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง อัตราการเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงช้าลง

3. สำหรับปฏิกิริยา $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ ซึ่งเกิดขึ้นในระบบปิด อัตราการสลายตัวของ H_2O_2 (วัดจากปริมาตรของแก๊ส O_2 ที่เกิดขึ้น) เปลี่ยนไปตามเวลาดังรูปใด



สาเหตุที่เลือกตอบ

1. ในช่วงเวลาเริ่มต้นของการเกิดปฏิกิริยา เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ได้ช้า ความชันของกราฟจึงต่ำ แต่เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป เกิดผลิตภัณฑ์ได้เร็วขึ้น ความชันของกราฟจึงสูงขึ้น
2. ในช่วงเวลาเริ่มต้นของการเกิดปฏิกิริยา เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็ว ความชันของกราฟจึงสูง แต่เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป เกิดผลิตภัณฑ์ได้ช้าลง ความชันของกราฟจึงลดลง
3. เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป เกิดผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นคงที่อย่างต่อเนื่อง ความชันของกราฟจึงคงที่
4. เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป เกิดผลิตภัณฑ์เท่าเดิม ความชันของกราฟจึงเท่ากับศูนย์

4. แก๊ส NO_2 สลายตัวได้ตามสมการ



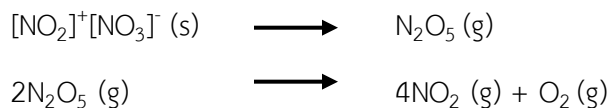
อัตราการเกิด O_2 จะเป็นเท่าใด

$$\text{ก. } -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} \quad \text{ข. } \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} \quad \text{ค. } 2 \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} \quad \text{ง. } 2 \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t}$$

สาเหตุที่เลือกตอบ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารตั้งต้นหารด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารตั้งต้น
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารแต่ละชนิดในปฏิกิริยาหารด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารนั้นๆ
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารตั้งต้นคูณด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารตั้งต้น
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารแต่ละชนิดในปฏิกิริยาคูณด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารนั้นๆ

5. ไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์เป็นของแข็งไอออนิกไม่มีสี $[\text{NO}_2]^+[\text{NO}_3]^-$ เมื่อให้ความร้อนที่ 32°C , 1 atm จะได้แก๊ส N_2O_5 ซึ่งจะสลายต่อไปเป็นแก๊สน้ำตาลของไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจน ดังสมการ



อัตราการสลายตัวของ N_2O_5 เป็นเท่าใด

ก. $2 \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t}$ ข. $-\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t}$ ค. $-\frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t}$ ง. $4 \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t}$

สาเหตุที่เลือกตอบ

1. อัตราการสลายตัวของสารตั้งต้นจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารตั้งต้นคูณด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารตั้งต้นในปฏิกิริยา เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

2. อัตราการสลายตัวของสารตั้งต้นจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารตั้งต้นหารด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งมีค่าเป็นบวกเนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

3. อัตราการสลายตัวของสารตั้งต้นจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารตั้งต้นเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งมีค่าเป็นลบเนื่องจากเมื่อเกิดปฏิกิริยาปริมาณสารตั้งต้นลดลง

4. อัตราการสลายตัวของสารตั้งต้นจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณโมลหรือโมลาร์ของสารผลิตภัณฑ์คูณด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในปฏิกิริยา เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้ตรวจสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 3 ตอน ในแต่ละตอนวัดด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หน่วยย่อย 7 ข้อ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ 7 ข้อ

ตอนที่ 3 วิเคราะห์หลักการ 7 ข้อ

รวม 21 ข้อ

2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ห้องเรียน และเลขที่ให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบ

3. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับนี้ใช้เวลาในการสอบ 40 นาที

4. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเครื่องหมาย — ทับตัวเลือกดั้งกล่าวและกากบาทในช่องตัวเลือกใหม่

ข้อ	คำตอบ			
	ก	ข	ค	ง
1	X		X	

5. คำถามในแต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว ถ้าตอบเกิน 1 ตัวเลือกหรือไม่ตอบนักเรียนจะไม่ได้คะแนนในข้อนั้น

6. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ

7. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบให้ผู้คุมสอบเมื่อหมดเวลาการสอบ

แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำสั่ง : เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

คำชี้แจง : ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 1-3

นักทรมีโอกาสเข้าร่วมงาน open house ของคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้ร่วมทำกิจกรรมในฐานแบบจำลองการดำเนินไปของปฏิกิริยา ซึ่งจำลองพลังงานก่อกัมมันต์เป็นภูเขาแล้วเปรียบนักทรมเป็นอนุภาคที่มีพลังงานจลน์ค่าหนึ่ง จากนั้นให้นักทรมเข็นรถเข็นขึ้นชันภูเขาที่มีความสูงต่างกันดังภาพที่ 1 โดยกำหนดว่าหากนักทรมเข็นรถเข็นข้ามภูเขาไปอีกฝั่งหนึ่งจะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น



ภาพที่ 1 การเข็นรถของนักทรมบนภูเขาที่มีความสูงต่างกัน

จากนั้นให้นักทรมเปรียบเทียบแรงที่ต้องใช้ในการเดินข้ามภูเขากับเวลาที่ใช้ในการเดินข้ามภูเขา จากการทดลองนักทรมสามารถสรุปได้ดังนี้

- แรงที่ใช้ในการเข็นรถข้ามภูเขาสามารถเรียงตามลำดับได้ดังนี้ $B > C > A$
- เวลาที่ใช้ในการเดินข้ามภูเขาสามารถเรียงตามลำดับได้ดังนี้ $B > C > A$

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ข้อใดต่อไปนี้กล่าว **ไม่ถูกต้อง** (วิเคราะห์หน่วยย่อย)

- ก. การทดลองเปรียบเทียบนักทรมเป็นพลังงานก่อกัมมันต์
- ข. การทดลองจำลองพลังงานก่อกัมมันต์เป็นภูเขา
- ค. ในการทดลองเปรียบเทียบความสูงของภูเขาคือค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของการเกิดปฏิกิริยา
- ง. หากนักทรมเข็นรถเข็นข้ามภูเขาไปอีกฝั่งหนึ่งในการทดลองจะเปรียบเหมือนมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

2. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าว **ถูกต้อง** (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. B เกิดปฏิกิริยาช้าสุด เนื่องจากต้องใช้พลังงานจลน์ที่ได้จากการชนมากที่สุด
- ข. A เกิดปฏิกิริยาเร็วสุด เนื่องจากมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำสุด
- ค. C เกิดปฏิกิริยาเร็วสุด เนื่องจากมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำสุด
- ง. B เกิดปฏิกิริยาเร็วสุด เนื่องจากต้องใช้พลังงานจลน์ที่ได้จากการชนมากที่สุด

3. จากการทดลองสามารถสรุปได้อย่างไร (วิเคราะห์หลักการ)

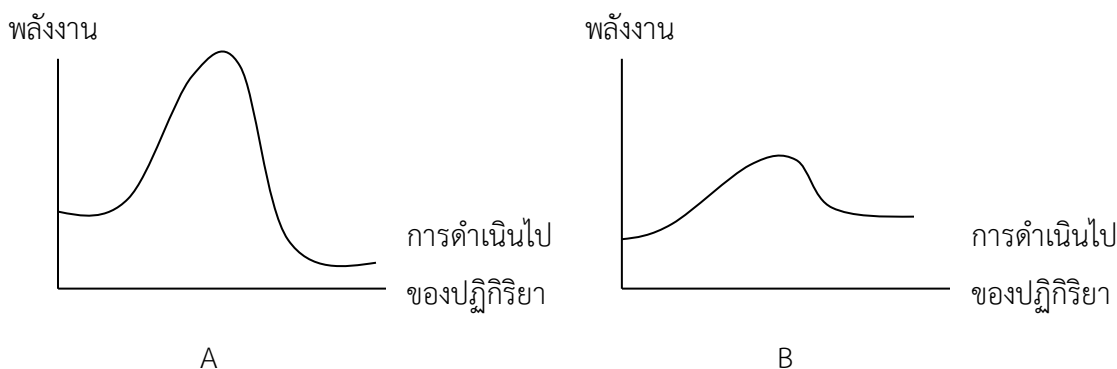
- ก. ปฏิกิริยาเคมีเกิดจาก อนุภาคมีพลังงานจลน์ที่ได้จากการชนมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์มากปฏิกิริยาเกิดเร็ว แต่ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์น้อยปฏิกิริยาเกิดช้า
- ข. ปฏิกิริยาเคมีเกิดจาก อนุภาคมีพลังงานจลน์ที่ได้จากการชนมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์มากปฏิกิริยาเกิดช้า แต่ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์น้อยปฏิกิริยาเกิดเร็ว
- ค. ปฏิกิริยาเคมีเกิดจาก อนุภาคมีพลังงานจลน์ที่ได้จากการชนน้อยกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์มากปฏิกิริยาเกิดช้า แต่ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์น้อยปฏิกิริยาเกิดเร็ว
- ง. ปฏิกิริยาเคมีเกิดจาก การชนกันของสารตั้งต้น ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์มากปฏิกิริยาเกิดช้า แต่ถ้าพลังงานก่อกัมมันต์น้อยปฏิกิริยาเกิดเร็ว

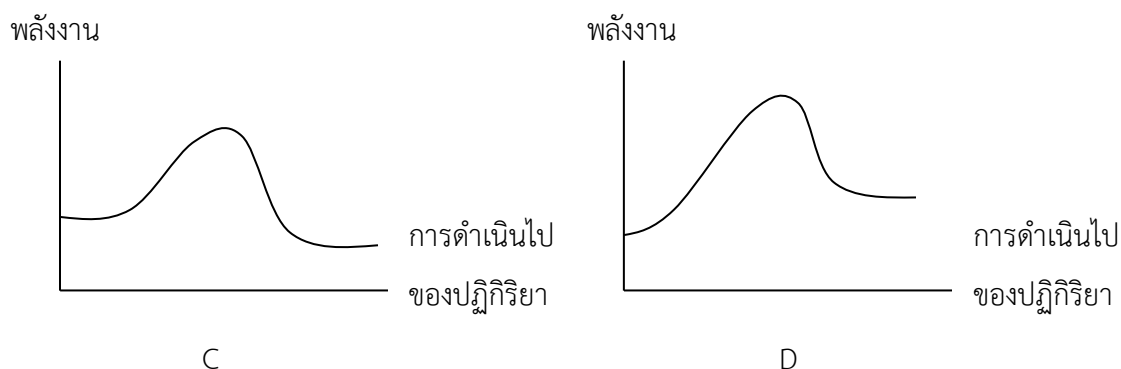
คำชี้แจง: จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 4 – 6

สิรภพได้เข้าร่วมเล่นเกม ในงานเปิดโลกกิจกรรมของภาควิชาเคมี ซึ่งมีข้อมูลประกอบการใช้ตอบคำถามดังนี้

ข้อมูลชุดที่ 1

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของการเกิดสารชนิดต่างๆ





ข้อมูลชุดที่ 2

ตารางแสดงประเภทของปฏิกิริยา พลังงานก่อกัมมันต์ และความเร็วในการเกิดปฏิกิริยา

ปฏิกิริยา	ประเภทของปฏิกิริยา	พลังงานก่อกัมมันต์	ความเร็วในการเกิดปฏิกิริยา
A	คายพลังงาน	-	ช้าที่สุด
B	-	น้อยที่สุด	-
C	-	น้อยกว่า D	-
D	ดูดพลังงาน	-	ช้ากว่า C เร็วกว่า A

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามดังนี้

4. ข้อใดแปลผลจากกราฟในข้อมูลชุดที่ 1 ได้ถูกต้อง (วิเคราะห์หน่วยย่อย)

ก. ในปฏิกิริยา A สารตั้งต้นมีพลังงานน้อยกว่าสารผลิตภัณฑ์

ข. ในปฏิกิริยา B สารตั้งต้นมีพลังงานมากกว่าสารผลิตภัณฑ์

ค. ในปฏิกิริยา D สารผลิตภัณฑ์มีพลังงานน้อยกว่าสารตั้งต้น

ง. ในปฏิกิริยา A และ C สารตั้งต้นมีพลังงานมากกว่าสารผลิตภัณฑ์

5. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง** (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. B เกิดปฏิกิริยาแบบดูดพลังงาน
- ข. C เกิดปฏิกิริยาแบบคายพลังงาน
- ค. D มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์มากกว่า B แต่น้อยกว่า C
- ง. A มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์มากที่สุด

6. พิจารณาข้อสรุปต่อไปนี้ ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง** (วิเคราะห์หลักการ)

1. ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาเคมีที่ผลิตภัณฑ์มีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น
 2. ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นมีพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์
 3. หากพลังงานก่อกัมมันต์มีค่ามากปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นช้า
 4. หากพลังงานก่อกัมมันต์มีค่ามากปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเร็ว
- ก. 1 และ 3 ข. 2 และ 4 ค. 1 2 และ 3 ง. 1 2 และ 4

แบบสังเกตการร่วมมือร่วมพลัง

กลุ่มที่..... ครั้งที่.....วันที่สังเกต.....

บทบาท	พฤติกรรมที่สังเกต	ผลการสังเกต		เพิ่มเติม
		ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	
ผู้จัดการ	1. การแบ่งงานให้กับสมาชิกในกลุ่ม			
	2. การควบคุมการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม			
	3. การจัดการกับอุปสรรคที่เกิดขึ้น			
ผู้วิเคราะห์	1. วางแผนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด			
	2. วางแผนการทดลอง			
	3. ประเมินการทำงานของกลุ่ม			
ผู้นำเสนอ	1. นำเสนอข้อมูลของกลุ่มอย่างครบถ้วน ไม่บิดเบือนข้อมูล			
	2. นำเสนอข้อมูลทันภายในเวลาที่กำหนด			
ผู้บันทึก	1. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ			
	2. บันทึกข้อมูลที่เกิดจากการอภิปรายและลงข้อสรุปของกลุ่ม			

แบบประเมินตนเอง

กลุ่มที่..... ครั้งที่.....วันที่การประเมิน.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนประเมินศักยภาพของกลุ่มด้วยการให้คะแนน พร้อมเขียนเหตุผลว่าทำไมถึงประเมินเช่นนั้นและบอกแนวทางการแก้ไขเพื่อเพิ่มศักยภาพของกลุ่มต่อไป โดยมีระดับเกณฑ์การประเมินดังนี้ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = ควรปรับปรุง 1 = ต้องปรับปรุง

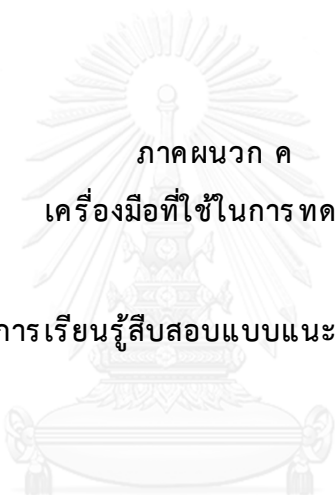
หัวข้อ	คะแนน	เหตุผล	แนวทางแก้ไข
1. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้			
2. ตั้งคำถามเมื่อเกิดข้อสงสัย			
3. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการออกความคิดเห็น			
4. การรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม			
5. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน			
6. สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจการใช้วัสดุอุปกรณ์วิธีการ และขั้นตอนในทดลอง			
7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสมบูรณ์			
รวมคะแนน			

ตัวอย่างแบบประเมินตนเองของนักเรียน

แบบประเมินกลุ่มที่..... 2..... ครั้งที่..... 1.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนประเมินศักยภาพของกลุ่มด้วยการให้คะแนน พร้อมเขียนเหตุผลว่าทำไมถึงประเมินเช่นนั้นและบอกแนวทางการแก้ไขเพื่อเพิ่มศักยภาพของกลุ่มต่อไป โดยมีระดับเกณฑ์การประเมินดังนี้ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = ควรปรับปรุง 1 = ต้องปรับปรุง

หัวข้อ	คะแนน	เหตุผล	แนวทางแก้ไข
1. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	3	มีข้อดีเมื่อเวลาจบ นกดูขงวัน แต่ไม่ได้ให้ความสนใจ มากเป็นส่วนใหญ่	นัดเวลา ครูผู้สอนที่ช่วย ตอบข้อสงสัยหรือให้ข้อแนะ คิดงานก่อนแล้วไปให้กลุ่ม พิจารณา
2. ตั้งคำถามเมื่อเกิดข้อสงสัย	4	ส่วนใหญ่กล้าที่จะถาม เวลาครูสอนที่ไปแก้ไข	ควรตั้งใจ ฟังให้มากขึ้นจะได้ มีข้อสงสัยน้อยลง เวลาได้ไป ให้เวลาให้คำปรึกษาจากที่ไป
3. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการออกความคิดเห็น	3	ไว้ใจทุกคนในกลุ่มที่ จะเข้าใจหรือสามารถ ที่จะออกความเห็นได้	ควรเสนอแนะที่เข้าใจเมื่อ ไม่เข้าใจ สงสัย
4. การรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม	3	มีสมาชิกที่พูดดี ความ ดีของงานเรา และไม่รีบ ตอบเห็นชอบคนอื่น	ควรรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ในกลุ่มเมื่อมีโอกาสได้ฟังความคิดเห็น จากเพื่อนที่ต่างกัน
5. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	4	ส่วนใหญ่ได้ใจตามที่มีข้อดี ของเพื่อนร่วมกลุ่มที่ช่วยกัน ช่วยกันทำงาน	ควรช่วยกันเพื่อนเมื่อเห็น เพื่อนมีปัญหา
6. สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจการใช้วัสดุอุปกรณ์วิธีการ และขั้นตอนในทดลอง	3	ส่วนใหญ่ได้ใจมีใจที่เข้าใจ อุปกรณ์งานแล้ว แต่อะไร ที่ยังไม่เข้าใจหรือยังไม่ เข้าใจ	ถามอาจารย์ เมื่อไม่เข้าใจหรือ เมื่อเจอข้อสงสัยหรือข้อ สงสัยที่สงสัยแล้ว ออกไปดูก็ได้
7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสมบูรณ์	4	แต่อย่างไรก็ตามหากมีการ แจ้งใจหรือหากใจที่ทำงาน ในใจหรือถ้าไม่มีการแจ้ง ใจที่ทำงาน	ควรตั้งใจฟัง/อ่านขั้นตอน และแบ่งหน้าที่ในกลุ่มให้ ชัดเจน
รวมคะแนน	24		



ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (การทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะ แมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

เวลาที่ใช้ในการสอน 150 นาที

สาระการเรียนรู้มาตรฐาน และตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 3.2 ม. 4-6/2 ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ว 8.1 ม. 4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม. 4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ว 8.1 ม. 4-6/4 เลือกว่าสตุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม. 4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ว 8.1 ม. 4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว 8.1 ม. 4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ว 8.1 ม. 4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม. 4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้

วัตถุประสงค์

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการวัดปริมาณสารที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
2. บอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยได้
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา และแปลผลจากกราฟได้
4. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆได้
5. คำนวณหาค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

เนื้อหา/สาระ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์เมื่อเวลาผ่านไป และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยา ซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถวัดได้จากความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ลดลงหรือสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และเมื่อนำปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไปของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์เทียบกับเวลาจะทำให้ทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ โดยเส้นกราฟช่วงใดมีค่าความชันมาก แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นเร็ว แต่ถ้าความชันน้อยแสดงว่าปฏิกิริยาในช่วงเวลานั้นเกิดช้า

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ชั้นระบุความต้องการที่จะเรียนรู้ (Identify a need to learn)

เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการคิด นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจโดยครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น

1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยแสดงรูปภาพปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และชีวิตประจำวัน เช่น การระเบิดของดินปืน การสุกของผลไม้ และการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิต พร้อมใช้คำถามดังนี้



1.1.1 นักเรียนคิดว่าภาพไหนบ้างที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น (มีหลายคำตอบเนื่องจากเป็นความคิดเห็นของนักเรียน)

1.1.2 ปฏิกิริยาเคมี หมายถึงอะไร (สารเกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นสารใหม่ที่มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม)

1.1.3 การเกิดปฏิกิริยาเคมีชนิดใดเกิดช้าที่สุด (การเนาเปื่อยของซากสัตว์)

1.1.4 ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเนาเปื่อยของสิ่งมีชีวิตจึงเกิดช้าที่สุด นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบกับอะไร (ระยะเวลา)

1.2 ครูกล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลานั้นคือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากนั้นครูใช้คำถามต่อไปว่า นักเรียนคิดว่าสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ด้วยวิธีใดบ้าง (วัดจากการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้น หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)

1.3 ครูกล่าวว่ามันนี่เราจะมาศึกษาการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก จากนั้นครูชี้แนะวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การวัดและประเมินผลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ขั้นการเชื่อมโยงความเข้าใจเดิม (Connect to prior understanding)

เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่ม ครูใช้คำถามหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้อธิบายหรือทำนายโดยอาศัยความรู้และความเข้าใจเดิม

2.1 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกและการเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยใช้ความรู้เดิมเรื่องสมการเคมี จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้

2.1.1 นักเรียนคิดว่าเมื่อเกิดปฏิกิริยา สารตั้งต้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร (ปริมาณของสารตั้งต้นลดลง)

2.1.2 จากการเรียนเรื่องสมการเคมี เมื่อโลหะทำปฏิกิริยากับกรดจะเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ใด (เกลือไอออนิก และแก๊สไฮโดรเจน)

2.1.3 เกลือไอออนิกที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก คือเกลือไอออนิกชนิดใด ละลายน้ำหรือไม่ (แมกนีเซียมคลอไรด์ ละลายในน้ำ)

2.1.4 นักเรียนสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ด้วยวิธีใดบ้าง (ปริมาณโลหะแมกนีเซียมที่เปลี่ยนแปลงไป ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน หรือ ปริมาณของแมกนีเซียมคลอไรด์ที่เกิดขึ้น) (วิเคราะห์องค์ประกอบ)

2.1.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก พร้อมอธิบายเหตุผลว่าเหตุใดจึงใช้วิธีนี้

2.1.6 ครูกล่าวว่าการทดลองนี้จะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่าทำไมจึงเลือกวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาด้วยวิธีการนี้ (เพราะการวัดปริมาณแมกนีเซียมที่ลดลงเทียบกับเวลาโดยการชั่งมวลทำได้ยาก หรือการวัดแมกนีเซียมคลอไรด์ที่เกิดขึ้นก็ทำได้ยากเช่นเดียวกันเนื่องจากเป็นเกลือไอออนิกที่ละลายในน้ำและมีสีขาว)

2.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 – 6 คน และกำหนดบทบาทของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม 4 บทบาท ดังนี้ ผู้จัดการ ผู้พูดหรือผู้นำเสนอ ผู้บันทึก และผู้วิเคราะห์แนวทางหรือผู้สะท้อนการทำงานของกลุ่ม และชี้แจงหน้าที่และการทำงานของแต่ละบทบาท

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนความคิดซึ่งกันและกัน โดยคิดเป็นคู่ และคิดเป็นกลุ่ม เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกว่าปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือไม่ อย่างไร (ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา) (**วิเคราะห์ความสัมพันธ์**)

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ครูกำหนดให้ และบันทึกลงในใบการทดลอง (ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจะเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไป)

(**วิเคราะห์หลักการ**)

3. ขั้นสำรวจ (Exploration)

เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทดลองการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกจากใบกิจกรรมการทดลอง

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามก่อนการทดลองในประเด็นต่อไปนี้

3.2.1 จากการทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกสารใดเป็นสารตั้งต้น สารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์ และสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร (สารตั้งต้น ได้แก่ Mg และ HCl และสารผลิตภัณฑ์ ได้แก่ $MgCl_2$ และ H_2 ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ ดังนี้ $Mg (s) + 2HCl (aq) \longrightarrow MgCl_2 (aq) + H_2 (g)$) (**วิเคราะห์องค์ประกอบ**)

3.2.2 จากการทดลองนักเรียนสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร (วัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเหตุใดจึงสามารถวัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนได้โดยสังเกตจากระยะที่ของเหลวในกระบอกตวงลดลง (เพราะแก๊สไฮโดรเจนจะเข้าไปแทนที่ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกในกระบอกตวง) **(วิเคราะห์หลักการ)**

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง วางแผนและออกแบบการบันทึกผลการทดลองโดยใช้รูปของแบบตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนกับระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินปฏิกิริยา นักเรียนที่มีบทบาทเป็นผู้จัดการทำการแจกจ่ายงานและความรับผิดชอบให้แก่สมาชิกในกลุ่ม

3.5 นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ

4. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention)

เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการคิด นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองโดยนักเรียนที่มีบทบาทเป็นผู้นำเสนอ จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจากคำถามดังนี้

4.1.1 การเกิดแก๊สในแต่ละช่วงปริมาตรใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (ใช้เวลาไม่เท่ากัน ในช่วงแรกที่เกิดปฏิกิริยาใช้นเวลาน้อย แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดเร็ว และในช่วงการเกิดปฏิกิริยาถัดมาใช้นเวลามากขึ้นตามลำดับ แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดช้า) **(วิเคราะห์องค์ประกอบ)**

4.1.2 ให้นักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สกับเวลา แล้วเปรียบเทียบค่าความชันของกราฟในแต่ละช่วงเวลา **(วิเคราะห์ความสัมพันธ์)**



(ในช่วงเริ่มต้นปฏิกิริยา ปฏิกิริยาเกิดเร็ว กราฟมีความชันมาก แต่เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ปฏิกิริยาเกิดช้าลง ความชันของกราฟจึงลดลง)

4.1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยาต่อระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา ทั้งนี้ครูกล่าวเพิ่มเติมว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยา คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

4.1.4 ช่วงเวลาเริ่มต้นในการเกิดปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นอย่างไร (ในช่วงเริ่มต้นปฏิกิริยา อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนสูง) แต่เมื่อเวลาดำเนินไปอัตราการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงอย่างไร (เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนลดลง)

(วิเคราะห์องค์ประกอบ)

4.1.5 เหตุใดเมื่อเวลาผ่านไปอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจึงลดลง (ปริมาณของสารตั้งต้นคือ แมกนีเซียมและกรดไฮโดรคลอริกลดลง)

4.1.6 ค่าความชันที่ได้จากกราฟสามารถบอกอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร (เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาสูง ความชันของกราฟจะสูง เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลงความชันของกราฟจะต่ำ) (วิเคราะห์หลักการ)

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และวิธีวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย โดยให้นักเรียนที่มีบทบาทเป็นผู้นำเสนอ (อัตราการเกิดปฏิกิริยาหมายถึง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์เมื่อเวลาผ่านไป และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยหมายถึง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์เมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยา) (วิเคราะห์หลักการ)

4.3 ครูแจกใบสรุปความรู้และแบบฝึกหัด

5. ขั้นการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติ (Practice applying knowledge)

เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ตอบคำถามของปัญหาจากสถานการณ์ในแบบฝึกหัดที่กำหนด ในขั้นนี้ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแข่งขันตอบคำถาม โดยมีกติกา ดังนี้ หากนักเรียนกลุ่มใดตอบคำถามถูกต้องจำนวนข้อมากที่สุด และส่งคำตอบเร็วที่สุด ได้รับดาวคะแนนประจำกลุ่ม 3 ดวง ลำดับรองลงมาได้ 2 ดวง และ 1 ดวง ทั้งหมด 3 ลำดับ ส่วนลำดับถัดไปจะไม่ได้รับดาว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะสะสมดาว

ในแต่ละคาบเรียน และเมื่อจบบทเรียนนักเรียนกลุ่มใดมีดาวประจำกลุ่มสูงสุดจะได้รับของรางวัล ซึ่งครูกำหนดสถานการณ์ในคาบเรียนนี้ดังนี้

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคำนวณหาความเข้มข้นของสารจากโจทย์ที่กำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยามาให้แล้ว

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงไป ณ วินาทีที่โจทย์กำหนด

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาเวลาที่สิ้นสุดปฏิกิริยาเมื่อโจทย์กำหนดความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาให้

5.4 นักเรียนที่มีบทบาทเป็นผู้บันทึกเขียนคำตอบและวิธีคิดในการแก้ปัญหาสถานการณ์นั้นๆ ส่งครู

6. ขั้นการประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts)

เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนนำความรู้ ความคิดรวบยอด ที่นักเรียนสร้างขึ้น ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงส่งผลให้นักเรียนขยายขอบข่ายความเข้าใจของมโนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น

6.1 ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันดังนี้

“คนที่มีนิสัยรับประทานรสจัดรับประทานอาหารไม่ตรงเวลา ชอบรับประทานกาแฟ สุกๆ หรือ ดื่มน้ำอัดลม มีความเครียดสะสมวิตกกังวลเป็นประจำ จะก่อให้เกิดอาการปวดท้องจากกรดเกิน ที่กระเพาะอาหาร ซึ่งอาจนำไปสู่โรคแผลในกระเพาะอาหารหรือกรดไหลย้อนได้ โดยยาที่ใช้บรรเทาอาการดังกล่าวคือ ยาในกลุ่ม “ยาลดกรด” กลไกในการออกฤทธิ์ของยาลดกรดคือการนำความเป็นต่างของยาสะเทินกับกรดในกระเพาะอาหารหรือลำไส้เพื่อลดความเป็นกรด ซึ่งยาลดกรดที่นิยมใช้คือ ยาลดกรดที่มีส่วนผสมของสารประกอบโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate, NaHCO_3) หรือโซดามินท์ (sodamint) ที่สลายตัวในน้ำแล้วเกิดผลิตภัณฑ์คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างจึงสามารถสะเทินกับกรดในกระเพาะอาหารได้”

(ที่มา: ปรับจาก <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/dic/knowledge>)



โดยครูใช้รูปภาพพร้อมกับใช้คำถามดังนี้

6.1.1 ยาลดกรดมีกลไกในการออกฤทธิ์อย่างไร (การนำความเป็นต่างของยาสะท้อนกับกรดในกระเพาะอาหารหรือลำไส้เพื่อลดความเป็นกรด) (วิเคราะห์หน่วยย่อย)

6.1.2 ในยาลดกรดที่มีส่วนผสมของ NaHCO_3 เมื่อสลายตัวในน้ำจะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใด และมีสมบัติอย่างไร (NaOH มีสมบัติเป็นต่าง) (วิเคราะห์หน่วยย่อย)

6.1.3 เมื่อใส่ยาลดกรดลงในน้ำจากภาพนักเรียนสามารถสังเกตการเกิดปฏิกิริยาจากอะไร (วิเคราะห์หน่วยย่อย)

6.1.4 ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นนั้นคือแก๊สชนิดใด (CO_2) (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

6.1.5 สามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการสลายตัวของ NaHCO_3 ในน้ำได้อย่างไร
 $(2\text{NaHCO}_3 (s) + \text{H}_2\text{O} (l) \longrightarrow 2\text{NaOH} (aq) + \text{H}_2\text{O} (l) + 2\text{CO}_2 (g))$ (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

6.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาวิธีการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่พร้อมออกแบบการทดลอง และนำเสนอรูปแบบการทดลองการวัดอัตราการสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น หากพบว่าเกิด CO_2 10 cm^3 ใน 4 วินาที(วิเคราะห์หลักการ)

7. ขั้นสะท้อนความคิดกระบวนการ (Reflect on the process)

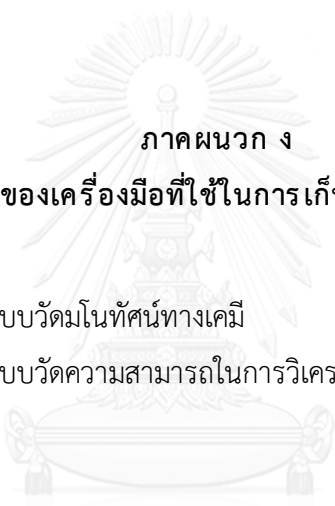
เป็นขั้นที่เน้นกระบวนการประเมินค่า นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มประเมินตนเองเพื่อสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันถึงจุดเด่นและข้อบกพร่องของการทำงานของกลุ่มจากการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนที่ผ่านมา โดยให้นักเรียนที่มีบทบาทผู้สะท้อนวิเคราะห์สรุปการทำงานของกลุ่ม

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์การทดลองและสารเคมี
2. ใบกิจกรรมการทดลอง

การวัดและการประเมินผล

1. การตอบคำถามในใบกิจกรรมการทดลอง
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานอย่างร่วมพลัง



ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดทัศนทัศน์ทางเคมี
2. แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี

ข้อ	วัตถุประสงค์ที่วัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	ความจำในความหมายของอัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
2	ความเข้าใจในการคำนวณหาอัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
3	ความเข้าใจค่าความชันกับอัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
4	ความเข้าใจค่าความชันกับอัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
5	ความเข้าใจระหว่างค่าความชันกับอัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	0.67	วัดได้สอดคล้อง
6	ความรู้และความเข้าใจในอัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสมการเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
7	ความรู้และความเข้าใจในอัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสมการเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
8	ความจำในแนวคิดการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
9	ความเข้าใจในการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์	1	วัดได้สอดคล้อง
10	ความจำและความเข้าใจในประเภทของปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
11	ความจำและความเข้าใจในประเภทของปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
12	ความรู้และความจำในอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
13	ความรู้และความจำในอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
14	ความจำและความเข้าใจในประเภทของปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
15	ความจำในปัจจุบันที่มีผลต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
16	ความรู้และความเข้าใจผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
17	ความรู้และความเข้าใจผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
18	ความเข้าใจหลักการเขียนกฎอัตราของปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
19	ความเข้าใจหลักการเขียนกฎอัตราของปฏิกิริยาเคมี	0.67	วัดได้สอดคล้อง
20	ความรู้และความเข้าใจผลของความเข้มข้นต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
21	ความรู้และความเข้าใจในผลของอุณหภูมิต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
22	ความรู้และความเข้าใจในผลของอุณหภูมิต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
23	ความรู้และความเข้าใจในผลของอุณหภูมิต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
24	ความรู้และความเข้าใจในพลังงานก่อกัมมันต์ของการเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
25	ความรู้และความเข้าใจในผลของอุณหภูมิต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
26	ความรู้และความเข้าใจในพลังงานก่อกัมมันต์ของการเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
27	ความจำในปัจจุบันที่มีผลต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
28	ความรู้และความเข้าใจในผลของตัวเร่งต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
29	ความรู้และความเข้าใจในผลของตัวเร่งต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง
30	ความรู้และความเข้าใจในผลของตัวเร่งต่ออัตราากาเกิดปฏิกิริยา	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 13 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี

ข้อ	ค่าระดับความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.80	0.20
2	0.67	0.20
3	0.80	0.21
4	0.66	0.35
5	0.56	0.28
6	0.44	0.25
7	0.67	0.65
8	0.24	0.22
9	0.84	0.62
10	0.77	0.23
11	0.78	0.46
12	0.80	0.46
13	0.79	0.54
14	0.76	0.31
15	0.77	0.38
16	0.75	0.23
17	0.72	0.23
18	0.59	0.50
19	0.47	0.77
20	0.55	0.20
21	0.74	0.46
22	0.58	0.40
23	0.65	0.26
24	0.24	0.57
25	0.73	0.20
26	0.23	0.34
27	0.43	0.28
28	0.56	0.28
29	0.68	0.52
30	0.71	0.34

ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการ
วิเคราะห์

ข้อ	วัตถุประสงค์ที่วัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	วิเคราะห์หน่วยย่อย	1	วัดได้สอดคล้อง
2	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
3	วิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
4	วิเคราะห์หน่วยย่อย	1	วัดได้สอดคล้อง
5	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
6	วิเคราะห์หลักการ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	วิเคราะห์หน่วยย่อย	1	วัดได้สอดคล้อง
8	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
9	วิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
10	วิเคราะห์หน่วยย่อย	1	วัดได้สอดคล้อง
11	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
12	วิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
13	วิเคราะห์หน่วยย่อย	1	วัดได้สอดคล้อง
14	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
15	วิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
16	วิเคราะห์หน่วยย่อย	1	วัดได้สอดคล้อง
17	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
18	วิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
19	วิเคราะห์หน่วยย่อย	1	วัดได้สอดคล้อง
20	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
21	วิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 15 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ข้อ	ค่าระดับความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.40	0.43
2	0.30	0.36
3	0.43	0.20
4	0.66	0.34
5	0.70	0.30
6	0.45	0.20
7	0.45	0.23
8	0.28	0.28
9	0.60	0.43
10	0.62	0.74
11	0.79	0.20
12	0.66	0.39
13	0.79	0.20
14	0.72	0.27
15	0.49	0.52
16	0.79	0.25
17	0.53	0.25
18	0.28	0.31
19	0.79	0.20
20	0.34	0.34
21	0.36	0.36

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกัลยา ภูทัตโต เกิดวันที่ 4 กันยายน 2534 ที่ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557

