

ผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี  
และเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นายณัฐพล สีจาด

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 INQUIRY METHOD WITH TEAM-BASED LEARNING TO  
CHEMISTRY PROBLEM SOLVING ABILITY AND ATTITUDES TOWARD GROUP WORK  
OF ELEVENTH GRADE STUDENTS

Mr. Nattaphon Seechad



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

ผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการ  
ทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โดย

นายณัฐพล สีจาด

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร.ปรีณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

อาจารย์ ดร.พร้อมพงศ์ เพียรพิณิชธรรม

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ปรีณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ดร.พร้อมพงศ์ เพียรพิณิชธรรม)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา)

ณัฐพล สีจาด : ผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี และเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (EFFECTS OF INQUIRY METHOD WITH TEAM-BASED LEARNING TO CHEMISTRY PROBLEM SOLVING ABILITY AND ATTITUDES TOWARD GROUP WORK OF ELEVENTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร. ปริณดา ลิ้มปานานท์ พรหมรัตน์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ. ดร.พร้อมพงศ์ เพียรพิณิจธรรม, 143 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม 2) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ 1) สถิติเชิงบรรยายได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ 2) สถิติเชิงสรุปอ้างอิงได้แก่ สถิติทดสอบที (one sample t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีหลังเรียนเท่ากับ 63.23 จัดอยู่ในระดับความสามารถดีและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนสูงที่สุด รองลงมาคือความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงมนทัศน์และปัญหาบูรณาการ โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 76.32 60.78 และ 56.35 ตามลำดับ

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการทำงานกลุ่มหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมเท่ากับ 3.71 จัดอยู่ในระดับเจตคติต่อการทำงานกลุ่มที่ดีและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านพฤติกรรมเท่ากับ 3.96 3.71 และ 3.46 ตามลำดับ โดยนักเรียนเห็นด้วยที่สุดว่า การช่วยเหลือกันเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานร่วมกันมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.47 รองลงมาคือ การยอมรับความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่นเป็นสิ่งที่ควรทำเท่ากับ 4.44 อย่างไรก็ตามนักเรียนยังคิดว่าเป็นการยากที่จะให้สมาชิก คนอื่นยอมรับความคิดเห็นของตนเอง มีคะแนนเท่ากับ 2.56

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 5783437327 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: TEAM-BASED LEARNING / PROBLEM SOLVING ABILITY IN CHEMISTRY / ATTITUDES TOWARD GROUP WORK

NATTAPHON SEECHAD: EFFECTS OF INQUIRY METHOD WITH TEAM-BASED LEARNING TO CHEMISTRY PROBLEM SOLVING ABILITY AND ATTITUDES TOWARD GROUP WORK OF ELEVENTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: PARINDA LIMPANONT PROMRATANA, Ed.D., CO-ADVISOR: PROMPONG PIENPINIJTHAM, Ph.D., 143 pp.

This study was pre-experimental research. The purposes of this study were: 1) to study problem solving ability of grade 11 students learning by the inquiry method with team-based learning; and 2) to study attitudes toward group work of grade 11 students learning by the inquiry method with team-based learning. The participants were grade 11 students at a high school of the secondary educational area office 2 during the first semester of academic year 2016. The research instruments were chemistry problem solving ability test and attitudes toward group work test. The collected data was analyzed by using 1) descriptive statistics that was mean, average percentage and standard deviation (S.D.) and 2) inferential statistics that was statistical t-test (one sample t-test)

The results showed that

1) the mean score in chemistry problem solving ability after learning was 63.23 percent which was higher than a significance level of .05. That is, the students had good chemistry problem solving ability. Algorithmic problems received the highest mean score of 76.32, followed by conceptual problems (60.78) and integrated problems (56.35) respectively.

2) It was found that the mean score in attitudes toward group work after learning was 3.71 which was higher than a significance level of .05. That is, the students had good attitudes toward group work. The mean scores of the cognitive and affective component were 3.96 and 3.71 respectively. The students had the highest mean score in attitudes toward group work in the aspect of helping each other is necessary for every member to work together (4.47) and listen to the opinions of others is what should do (4.44) respectively. However, the students admitted that it was difficult for them to convince other members to agree with their own reasons (2.56).

Department: Curriculum and Instruction

Field of Study: Science Education

Academic Year: 2015

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

Co-Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความกรุณาเอาใจใส่ต่อข้าพเจ้ามาโดยตลอด จาก อาจารย์ ดร.ปรีณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.พร้อมพงศ์ เพียรพิณิจธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา สละเวลาอันมีค่าให้การช่วยเหลือในการแก้ไขข้อผิดพลาด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ ประธานกรรมการ สอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะ และข้อคิดอันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าในการปรับปรุง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความรู้ ให้ประสบการณ์ ในการเรียนการทำงาน ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ทำให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์ได้ ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนในสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือ และกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด ขอขอบคุณน้อง ๆ ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ที่ได้ฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ มาด้วยกันจนบรรลุเป้าหมายในครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนการศึกษาและทุนในการทำวิทยานิพนธ์ใน โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (สควค.) ตลอด 2 ปีระหว่างเข้ารับการศึกษา ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยต่อไป

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย และคุณป้า ตลอดจนญาติพี่น้องในครอบครัว ที่คอยห่วงใย เอาใจใส่ ให้การสนับสนุน ในการเรียนมาโดยตลอด ด้วยความรักและปรารถนาดีทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจ และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้ได้สำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี.....	15
2. เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม.....	33
3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม (Team-based learning: TBL).....	43
4. วิธีสืบสอบ (Inquiry Method).....	56
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	60
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	64
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย.....	65
1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	65
2. รูปแบบการวิจัย.....	66

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....	67
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	67
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	79
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	83
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลัง เรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม .....	83
ตอนที่ 2 ผลของการวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบ ร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม.....	89
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	95
สรุปผลการวิจัย .....	95
อภิปรายผลการวิจัย .....	96
ข้อเสนอแนะ .....	100
รายการอ้างอิง.....	102
ภาคผนวก .....	111
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	112
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	114
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	120
ภาคผนวก ง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	136
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	143



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มกับการทำงานเป็นทีม  
(Pratibha Varma-Nelson, 2005) .....49

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในรูปแบบการสอน 5E (Bybee, 2006) .....58

ตารางที่ 3 โครงสร้างแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีตามองค์ประกอบของ  
การแก้ปัญหาแต่ละประเภท .....69

ตารางที่ 4 สารระและคะแนนในแต่ละข้อปัญหาจำแนกตามประเภทปัญหาในเคมี .....70

ตารางที่ 5 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน 5E กับการเรียนรู้เป็นทีม .....73

ตารางที่ 6 เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเพิ่มเติม เคมี 2 .....79

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ย  $\bar{X}$  คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}$  ร้อยละ) ค่าสถิติทดสอบ t (one sample  
t-test) และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วย  
วิธีสืบสอบร่วมกับ การเรียนรู้เป็นทีม.....84

ตารางที่ 8 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในปัญหาเชิงขั้นตอนจำแนกเป็นรายข้อ.....85

ตารางที่ 9 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในปัญหาเชิงมโนทัศน์จำแนกเป็นรายข้อ.....86

ตารางที่ 10 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในปัญหาบูรณาการจำแนกเป็นรายข้อ.....87

ตารางที่ 11 คะแนน ( $\bar{X}$ ) ค่าสถิติทดสอบ t (one sample t-test) และระดับเจตคติต่อ  
การทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม .....89

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถามรายชื่อ  
ขององค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย .....90

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถามรายชื่อ  
ขององค์ประกอบด้านจิตพิสัย .....91

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถามรายชื่อ  
ขององค์ประกอบด้านพฤติกรรม .....93

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยและกลุ่มประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้ร่วมมือกันเปิดประชาคมอาเซียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายสำคัญในการยกระดับการแข่งขันของภูมิภาค การร่วมกันแบ่งปันทรัพยากรทางการศึกษาระหว่างกัน จะนำไปสู่การส่งเสริมการพัฒนาทางด้าน เศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนากำลังคนให้เป็นไปตามมาตรฐาน เทียบเท่ากับอาเซียนหรือนานาชาติ ตลอดจนเตรียมความพร้อมประชากรวัยเรียนให้มีทักษะ เพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยจะต้องเรียนรู้ในวิชาแกนและแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 ทั้งสาระวิชาและทักษะ 3 ด้าน คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศสื่อและ เทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ เพื่อความสำเร็จด้านการทำงานและการดำเนินชีวิต (สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ., 2558) วิชาแกนที่มีความสำคัญต่อการทำงานและ การดำเนินชีวิตหนึ่งในนั้นคือ วิชาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริม และพัฒนาบุคลากรวัยเรียนของประเทศให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้การเรียนวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้ บุคคลวัยเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต และนอกจากที่กล่าวไปข้างต้น การเรียนวิทยาศาสตร์ยังทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ใหม่กับสิ่งรอบตัว เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา ที่ไม่คุ้นเคย เกิดการเรียนรู้ร่วมกันขณะลงมือปฏิบัติการ นำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับวิชาอื่นรวมถึง เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

เคมีเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งในวิทยาศาสตร์กายภาพซึ่งมุ่งศึกษาปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ สสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร เคมีเป็นศูนย์กลางของวิทยาศาสตร์ที่ใช้เชื่อมโยงกับสาขาอื่น ๆ ในวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ด้วยความก้าวหน้าทางด้านวิทยาการและเทคโนโลยีต่าง ๆ ช่วยให้

นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นพบธาตุและสารประกอบที่มีอนุภาคขนาดเล็ก รวมถึงสามารถอธิบายสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของสารต่าง ๆ ได้อีกด้วย ดังนั้นการศึกษาวิชาเคมีจะทำให้ผู้ที่ศึกษามีความเข้าใจต่อเคมีอันส่งผลทั้งต่อตนเองและสังคม (Chang, 2013) การศึกษาเคมีเกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานสามประการ คือ 1) การสังเกตและการวัดในระดับที่สามารถมองเห็นได้หรือเรียกว่าระดับมหภาค (Macroscopic level) 2) การใช้สัญลักษณ์ทางเคมีและสมการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายหรือเรียกว่า ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic level) และ 3) การทำนายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอะตอมและโมเลกุลในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้หรือเรียกว่า ระดับจุลภาค (Microscopic level) (Gabel, 1999) เป้าหมายของการเรียนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในระดับตัวบุคคลคือ การเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ รอบตัว เพื่อนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติหรือเหตุการณ์ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และสำหรับในระดับประเทศนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเคมีเพื่อส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ในระดับที่สูงต่อไป ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการคิด เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างสร้างสรรค์ และการคิดแก้ปัญหา จึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ทางเคมีและทักษะต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นฐานของเจตคติและคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ สามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาทางเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ประเทศมีบุคลากรที่มีคุณภาพ เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป (Surif, Ibrahim, & Mokhtar, 2012)

สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดให้การเรียนรู้เคมีอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร กำหนดมาตรฐานคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี สำหรับคุณภาพของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนเคมีนั้นผู้เรียนต้องเข้าใจชนิดและจำนวนอนุภาคที่เป็นส่วนประกอบโครงสร้างอะตอมของธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี การเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และผู้เรียนต้องมีความสามารถในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม สามารถวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองจากผลการทำกิจกรรมหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ รวมไปถึงการทำงานร่วมกับผู้อื่น

อย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) แต่อย่างไรก็ตามผลการประเมินระดับชาติจากคะแนนจากการทดสอบวิชาสามัญ 7 วิชา ในรายวิชาเคมี ย้อนหลังในปี 2556 - 2558 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ของประเทศไทยยังขาดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีที่ได้ประเมินตามมาตรฐานคุณภาพในสาระที่ 3 ที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและตัวชี้วัดการเรียนรู้ได้กำหนดไว้ข้างต้น การทดสอบมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน มีจำนวนผู้เข้าสอบประมาณ 90,000 คน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.38 27.66 และ 31.16 คะแนนตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557) แสดงให้เห็นว่านักเรียนเหล่านี้ต้องได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะทางเคมี สุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2556) ได้เขียนบทความแนะนำเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หากผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพก็จะสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดระดับสูง การแก้ปัญหา รวมทั้งการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าจัดให้มีการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน รวมทั้งส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตลอดชีวิต ด้วยวิธีการที่ยืดหยุ่น มีการกระตุ้นและสนใจในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติอย่างมีระบบ รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทำงานแบบร่วมมือ

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาทางเคมีเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้น นักการศึกษาจึงได้เสนอแนวทางต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี โดยเฉพาะแนวทางที่เน้นกระบวนการกลุ่มและการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังเห็นได้จากงานวิจัยของ Robinson and Niaz (1991) ซึ่งศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ในชั้นเรียนเตรียมเคมี โดยกลุ่มควบคุมถูกสอนโดยใช้การบรรยายทั่วไปและกลุ่มทดลองถูกสอนโดยใช้เทคนิคการทำงานร่วมกัน พบว่านักเรียนที่อยู่ในกลุ่มทดลองประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาปริมาณสารสัมพันธ์ในวิชาเคมีมากกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย และ Marcy and Grant (1997) ซึ่งพบว่ากระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้นักศึกษาปริญญาบัณฑิตได้บูรณาการมโนทัศน์ตลอดทั้งภาคการศึกษาในรายวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ โดยเปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบเดิมสู่กลวิธีที่มี

ความหมายมากขึ้น สอดคล้องกับที่ Reid and Yang (2002) อธิบายว่าการเรียนรู้เป็นกลุ่มสามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ฝึกการคิดแก้ปัญหาด้วยกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องแก้ปัญหา และการสอนโดยเพื่อนในระหว่างการเรียนรู้เป็นกลุ่มหรือการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการตัดสินใจ รวมทั้งสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมายอีกด้วย (Cortright, Collins, & DiCarlo, 2005)

การศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากลวิธีสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีได้แก่ กระบวนการกลุ่ม ที่มีลักษณะของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การเผชิญกับปัญหา ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอน และพบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมของ Michaelsen, Sweet, and Parmelee (2011) มีลักษณะที่สำคัญ สอดคล้องกับการเรียนรู้เป็นกลุ่มดังกล่าว เริ่มจากผู้เรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลจากนั้นใช้กระบวนการกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งน่าจะสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ นักการศึกษาที่นำขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาของนักเรียนนักศึกษาแสดงหลักฐานให้เห็นว่า ขั้นตอนของการทำแบบทดสอบประเมินความพร้อมทั้งรายบุคคลและทีม รวมถึงขั้นตอนการประยุกต์ความรู้ สามารถช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการทำแบบทดสอบประเมินความพร้อมของทีมและขั้นประยุกต์ความรู้ นักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นในการหาคำตอบจากปัญหาที่ได้รับ อีกทั้งทำให้ผลป้อนกลับจากครูและเพื่อนสมาชิกในทีมจะช่วยให้มีความเข้าใจและเห็นแนวทางสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น (McInerney & Fink, 2003; Hrynchak & Batty, 2012; Medina, Conway, Davis-Maxwell, & Webb, 2013)

การเรียนรู้เป็นทีมเป็นแนวทางที่เน้นความสำคัญของการให้ผู้เรียนทำการศึกษาเนื้อหา มาล่วงหน้าจากการอ่านจากตำรา แต่สำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานนั้น ควรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบหนึ่ง

ที่นิยมมากในปัจจุบันคือ รูปแบบการสอน 5E (5E Instructional model) ของ Bybee (Bybee, 2006) การวิจัยนี้จึงนำรูปแบบการเรียนการสอน 5E มาสอดคล้องแนวคิดและแนวทางของการเรียนรู้เป็นทีมเข้าไปอย่างสอดคล้องกันในแต่ละขั้นตอนของวิธีสืบสอบ ซึ่งประกอบด้วย การดำเนินการ 2 ช่วงคือการมอบหมายการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคล คือการศึกษาและทบทวนมโนทัศน์ และคำศัพท์ที่สำคัญจากเอกสาร หนังสือเรียน ตำรา หรือวิดีโอที่เกี่ยวกับบทเรียนถัดไป และกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นการทบทวนและล้างความรู้หรือประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคลโดยใช้การทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคล และรายกลุ่มตามลำดับ จากนั้นเชื่อมโยงความรู้เดิมด้วยคำถามสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความสนใจและความสงสัย 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นของการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติทดลอง การศึกษาจากวิดีโอ หรือจากกิจกรรมที่จัดไว้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อาจจัดกระทำและสรุปข้อมูล 3) ขั้นสร้างคำอธิบาย เป็นขั้นนำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตอบคำถามสำคัญและอธิบายนำเสนอ เพื่อร่วมกันสร้างความเข้าใจมโนทัศน์หรือทักษะที่ถูกต้อง เพื่อนำความเข้าใจมโนทัศน์ไปใช้ในขั้นต่อไป 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันแก้ไขปัญหาที่ได้รับของทีมนำความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมาใช้หรือประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ผ่านกิจกรรมที่ให้ทีมได้ร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหา 5) ขั้นประเมิน เป็นขั้นประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามวัตถุประสงค์ของการเรียนผ่านการให้ผลป้อนกลับและการประเมินตนเองระหว่างเรียนในแต่ละขั้น รวมถึงการประเมินสรุปในช่วงท้ายของขั้นขยายความรู้ ทำให้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้

นอกจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังพบว่าการเรียนรู้เป็นทีมยังช่วยส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาและต่อการทำงานเป็นกลุ่มอีกด้วย (McInerney & Fink, 2003; Jarjoura, Abou Tayeh, & Zgheib, 2014) ด้วยเหตุนี้จึงอาจทำให้การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ ร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมข้างต้น ที่มีขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มในแต่ละกิจกรรมเกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ของการทำงานกลุ่ม อาจทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม โดย อีรวุฒิ เอกะกุล (2550) อธิบายไว้ว่า เจตคติเกิดขึ้นได้จากการมีประสบการณ์และความรู้ บุคคลอาจตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เหมือนกันได้แตกต่างกัน เกิดเป็นความรู้สึก พอใจ ยอมรับ หรือ ไม่ชอบ ขึ้นกับภาวะทางอารมณ์ที่เกิดจากสิ่งเร้า ความชอบหรือไม่ชอบของแต่ละบุคคลมีระดับ

ความเข้มที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อพฤติกรรมที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าในครั้งถัดไปและยากแก่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหากมีระดับความเข้มข้นมาก พฤติกรรมภายนอกกับพฤติกรรมภายในอาจไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งจากการจัดการเรียนการสอนในชั้นสร้างความสนใจ กิจกรรมทดสอบประกันความพร้อมของกลุ่ม ผู้เรียนจะต้องร่วมกันหาคำตอบให้ถูกต้องทำให้ผู้เรียนแต่ละคนต้องระดมสมองและเสนอความคิดเห็น การเสนอความคิดที่มีอยู่ของแต่ละคนจะเป็นสิ่งเร้าให้สมาชิกคนอื่นตอบสนองทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย การที่สมาชิกในกลุ่มไม่เห็นด้วยอาจส่งผลทำให้ผู้เรียนไม่ยอมที่จะแสดงความคิดเห็นได้อีกต่อกลุ่ม หรือในชั้นของการสำรวจและค้นหา กลุ่มใดที่ผู้เรียนและสมาชิกมีส่วนร่วมและช่วยเหลือกันเป็นอย่างดีทำให้กลุ่มของตนเองได้ข้อมูลเพียงพอ และสามารถร่วมกันลงข้อสรุปได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานเป็นกลุ่ม เกิดเป็นเจตคติที่ดีต่อการทำงานเป็นกลุ่มในอนาคต

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นที่กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมและวิธีสืบสอบนั้น มีความสำคัญต่อการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ ที่ต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มต่อไป

### คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ และอยู่ในระดับใด
2. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมจะมีเจตคติต่อการทำงานกลุ่มสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ และอยู่ในระดับใด

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม
2. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

### สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเรียนรู้เป็นทีมสามารถช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ดังรายงานการวิจัยของ McInerney and Fink (2003) ใช้การเรียนรู้เป็นทีมในรายวิชาสรีรวิทยาลินทรีระดับปริญญาตรี ก่อนการใช้การเรียนรู้เป็นทีมพบว่า นักศึกษาไม่สามารถใช้ข้อความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานในจุลินทรีย์ได้ดีเท่าที่ควรและไม่สามารถใช้ข้อมูลในการคาดคะเนถึงสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ แต่ภายหลังจากจบภาคการศึกษาพบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับสูง สามารถใช้ข้อความรู้จากรายวิชาเคมีอินทรีย์และชีวเคมีมาช่วยในการแก้ปัญหา และงานวิจัยของ Loo (2013) ทดลองใช้การเรียนรู้เป็นทีมร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบเน้นกระบวนการ (Process Oriented Guided Inquiry Learning: POGIL) เพื่อศึกษาการรู้ข้อมูลทางเคมี เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การแก้ปัญหาเป็นทีมที่ได้แนะนำตามวิธีการในเอกสารประกอบกิจกรรมนั้นทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น และ Medina et al. (2013) ศึกษาผลลัพธ์ของการให้ผลป้อนกลับในการแก้ปัญหาจากการใช้การเรียนรู้เป็นทีม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนและประเภทของการให้ผลป้อนกลับแบบไหนที่จำเป็นต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาเภสัช ผลการศึกษาพบว่าการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของทักษะการแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนได้รับผลป้อนกลับในขั้นตอนการเรียนรู้เป็นทีม

จากผลการศึกษางานวิจัยเบื้องต้นผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานที่ 1 คือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมจะมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ซึ่งอยู่ในระดับดี



นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยว่าการเรียนรู้เป็นทีมสามารถส่งเสริมและพัฒนาเจตคติต่อรายวิชาได้ ดังรายงานการวิจัยของ Persky and Pollack (2011) ใช้การเรียนรู้เป็นทีมในรายวิชากายวิภาคศาสตร์ของวิทยาลัยเภสัชแห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ระยะ 6 โมดูล และใช้แบบประเมินเจตคติและแบบสอบถามว่า นักศึกษามีความจำที่คงทนที่มากขึ้นและเจตคติที่ดีต่อรายวิชา และ Jarjoura et al. (2014) ศึกษาผลของการเรียนรู้เป็นทีมต่อความสามารถและเจตคติต่อรายวิชาของนักเรียนเกรด 7 ในรายวิชาชีววิทยา ประเทศเลบานอน โดยเปรียบเทียบกับการสอนบรรยายทั่วไป พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้เป็นทีมมีระดับความสามารถและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนบรรยายทั่วไป

จากผลการศึกษางานวิจัยเบื้องต้นผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานที่ 2 คือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมจะมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการทำงานกลุ่มสูงกว่าเกณฑ์ 3.5 ซึ่งอยู่ในระดับดี

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่
  - 2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนรู้โดยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม
  - 2.2 ตัวแปรตาม คือ
    - 2.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี
    - 2.2.2 เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติม เคมี 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

### 1. การเรียนรู้เป็นทีม (Team-based learning)

การเรียนรู้เป็นทีม หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสมาชิกในทีม ทำให้สมาชิกได้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ วิธีคิดและช่วยกระตุ้นความคิดของกันและกัน ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ วิธีการที่หลากหลายตามแนวคิดของ Michaelsen et al. (2011) โดยมีขั้นตอนดังนี้

**1.1 การมอบหมายการเรียนรู้ล่วงหน้าเป็นรายบุคคล** เป็นขั้นการศึกษาและทบทวนโมโนทัศน์และคำศัพท์ที่สำคัญจากเอกสาร หนังสือเรียน ตำรา หรือวิดีโอที่เกี่ยวกับบทเรียนถัดไป

**1.2 การทดสอบการประกันความพร้อมรายบุคคล** เป็นขั้นทดสอบความพร้อมเป็นรายบุคคลด้วยแบบทดสอบประกันความพร้อม (individual readiness assurance test; iRAT) แบบปรนัย เพื่อประเมินความพร้อมจากการเรียนรู้ล่วงหน้าเป็นรายบุคคล

**1.3 การทดสอบการประกันความพร้อมเป็นกลุ่ม** เป็นขั้นทดสอบความพร้อมของกลุ่มด้วยแบบทดสอบประกันความพร้อมกลุ่ม (group readiness assurance test; gRAT) แบบปรนัย ซึ่งเป็นคำถามชุดเดียวกันกับแบบทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคล ทีมจะร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบสุดท้าย ก่อนจะเลือกคำตอบซึ่งกระดาษคำตอบที่ใช้จะสามารถให้ผลป้อนกลับในทันที ซึ่งเรียกเทคนิคนี้ว่า immediate feedback assessment technique (IF-AT) หากเลือกคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ทีมจะต้องเลือกคำตอบใหม่จนกว่าจะได้คำตอบที่ถูก

**1.4 การเขียนคำร้อง** เป็นขั้นสรุปผลคะแนนจากแบบทดสอบประกันความพร้อมของทีม จากนั้นทีมที่ได้คะแนนน้อยสามารถเขียนคำร้องเพื่อขอคำอธิบายในประเด็นต่าง ๆ ที่ยังมีข้อสงสัยจากแบบทดสอบ โดยคำร้องต้องอ้างอิงจากหลักฐาน

**1.5 การให้ผลป้อนกลับและทำให้กระจ่างชัด** เป็นขั้นอธิบายเพิ่มเติมในโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบทดสอบหรือประเด็นจากคำร้อง เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเท่าเทียมกัน

**1.6 การประยุกต์ความรู้** เป็นขั้นของการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันแก้ไขปัญหาที่ได้รับของทีม โดยนำความรู้และโมโนทัศน์มาใช้อภิปรายร่วมกันถึงแนวทางการแก้ปัญหา จากนั้น

แต่ละทีมนำเสนอการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ ทีมอื่น ๆ จะให้ผลป้อนกลับแก่กันทำให้ได้ตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

## 2. วิธีสืบสอบด้วยรูปแบบการสอน 5E (5E Instructional model)

วิธีสืบสอบด้วยรูปแบบการสอน 5 ขั้นตอน หมายถึง ขั้นตอนการเรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ลงมือศึกษาและสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดของ Bybee et al. (2006) มีขั้นตอนดังนี้

**2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นทบทวนและล้างความรู้หรือประสบการณ์เดิม จากนั้นเชื่อมโยงความรู้เดิมด้วยคำถามสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความสนใจและความสงสัย แสดงให้เห็นถึงเป้าหมายของการเรียนหรือผลการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาสาระ คำตอบของคำถามสำคัญจะแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้นซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพิสูจน์คำตอบว่าถูกหรือไม่ อย่างไร

**2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เป็นขั้นของการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติการทดลอง การศึกษาจากวิดีโอ หรือจากกิจกรรมที่จัดไว้ ซึ่งต้องใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม รวมถึงกระบวนการและทักษะที่มีอยู่ในการสำรวจและค้นหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำและสรุปข้อมูล

**2.3 ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation)** เป็นขั้นที่นำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตอบคำถามสำคัญและอธิบายนำเสนอ เพื่อร่วมกันสร้างความเข้าใจโมเดลหรือทฤษฎีที่ถูกต้องเพื่อนำความเข้าใจโมเดลไปใช้ในขั้นต่อไป

**2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นที่นำความรู้ความเข้าใจโมเดลที่ถูกต้องมาใช้หรือประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ผ่านกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นเพื่อให้ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง รวมถึงได้ฝึกฝนทักษะหรือพฤติกรรมอันเป็นเป้าหมาย กิจกรรมดังกล่าวอาจเป็นกิจกรรมกลุ่มที่มีการอภิปรายร่วมกัน การทำภาระงานให้สำเร็จตามที่ได้รับ ทำให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างกันเพิ่มเติมผ่านกระบวนการทำงานและการศึกษากลวิธีที่ทำให้งานประสบความสำเร็จ

**2.5 ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นขั้นของการประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามวัตถุประสงค์ของการเรียน ผ่านการให้ผลป้อนกลับและการประเมินตนเองระหว่างเรียนในแต่ละชั้น รวมถึงการประเมินสรุปในช่วงท้ายของชั้นขยายความรู้ว่ามีความเข้าใจในระดับใด ทำให้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อีก

### 3. วิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม (Inquiry method with Team-based learning)

วิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสมาชิกในทีม ทำให้สมาชิกได้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ วิธีคิดและช่วยกระตุ้นความคิดของกันและกัน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง และประยุกต์ความรู้รวมถึงวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### การมอบหมายการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคล

ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอน ศึกษาและทบทวนมโนทัศน์และคำศัพท์ที่สำคัญจากเอกสาร หนังสือเรียน ตำรา หรือวิดีโอที่เกี่ยวกับบทเรียนถัดไป

**3.1 ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นทบทวนและล้างความรู้หรือประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคลโดยใช้การทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคลและรายกลุ่มตามลำดับ ภายหลังจากได้รับผลป้อนกลับแล้วหากมีข้อสงสัยซักถามเพิ่มเติมทีมสามารถเขียนคำร้องพร้อมแสดงหลักฐานอ้างอิงแหล่งข้อมูล จากนั้นเชื่อมโยงความรู้เดิมด้วยคำถามสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความสนใจและความสงสัย แสดงให้เห็นถึงเป้าหมายของการเรียนหรือผลการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาสาระ คำตอบของคำถามสำคัญจะแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้นซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพิสูจน์คำตอบว่าถูกหรือไม่ อย่างไร

**3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นขั้นของการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติทดลอง การศึกษาจากวิดีโอ หรือจากกิจกรรมที่จัดไว้ซึ่งต้องใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมรวมถึงกระบวนการและทักษะที่มีอยู่ในการสำรวจและค้นหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำและสรุปข้อมูล

**3.3 ขั้นสร้างคำอธิบาย** เป็นขั้นของการนำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและค้นหา มาตอบคำถามสำคัญและอธิบายนำเสนอ เพื่อร่วมกันสร้างความเข้าใจมโนทัศน์หรือทักษะ ที่ถูกต้อง เพื่อนำความเข้าใจมโนทัศน์ไปใช้ในขั้นต่อไป นอกจากนี้การบรรยายสรุปสั้นๆ ในประเด็น ที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ดีขึ้น

**3.4 ขั้นขยายความรู้** เป็นขั้นที่ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันแก้ไขปัญหาที่ได้รับ ของทีม โดยนำความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมาใช้หรือประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ผ่านกิจกรรมที่ให้ทีมได้ร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการพัฒนาความเข้าใจ ได้อย่างลึกซึ้งและทักษะต่าง ๆ ได้ดี การทำเป้าหมายหรือภาระงานที่ได้รับจนสำเร็จจะทำให้ได้เรียนรู้ กระบวนการทำงาน การแก้ปัญหาและเติมเต็มความรู้ได้ จากนั้นการนำเสนอการแก้ปัญหาและ ผลลัพธ์ที่ได้ โดยกลุ่มอื่น ๆ จะให้ผลป้อนกลับแก่กันทำให้ได้ตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

**3.5 ขั้นประเมิน** เป็นขั้นของการประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถ ตามวัตถุประสงค์ของการเรียน ผ่านการให้ผลป้อนกลับและการประเมินตนเองระหว่างเรียน ในแต่ละขั้น รวมถึงการประเมินสรุปในช่วงท้ายของขั้นขยายความรู้ว่ามีความเข้าใจในระดับใด ทำให้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อย่างไร

#### 4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี (Chemistry problem solving ability)

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ ความรู้ทางเคมีและทักษะเพื่อดำเนินการหาคำตอบหรือผลลัพธ์ของโจทย์ปัญหาทางเคมี วัดจากแบบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนนซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ปัญหาเชิงขั้นตอน ปัญหาเชิงมโนทัศน์ และปัญหา บูรณาการ ตามลำดับดังนี้

4.1 ปัญหาเชิงขั้นตอน (Algorithmic Problems) หมายถึง ปัญหาที่ข้อความให้ข้อมูล มาครบถ้วน สามารถแก้ได้ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน มีขั้นตอนการแก้ปัญหาที่แน่นอนไม่ซับซ้อน มีคำตอบหรือผลลัพธ์เพียงคำตอบเดียว

4.2 ปัญหาเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Problems) หมายถึง ปัญหาที่ข้อความให้ข้อมูล จากระดับตัวแทนทางความคิดระดับใดระดับหนึ่ง แล้วต้องการให้อธิบายปรากฏการณ์โดยใช้มโนทัศน์

ที่เกี่ยวข้องกัน มโนทัศน์ที่ใช้อธิบายจะสามารถเชื่อมโยง คาคะเน บอกความสัมพันธ์จากปัญหาที่กำหนดไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ได้ ซึ่งอาจต้องใช้หลายนโนทัศน์ร่วมในการอธิบาย แต่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว

4.3 ปัญหาบูรณาการ (Integrated Problems) หมายถึง ปัญหาที่ข้อคำถามให้ข้อมูลที่จำเป็นมาเพียงบางส่วน ซึ่งต้องบูรณาการการแก้ปัญหาหลายขั้นตอนและการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาสำหรับการหาส่วนของข้อมูลที่หายไปก่อนจะแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์หรือคำตอบสุดท้ายได้ โดยวิธีการแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและค่อนข้างซับซ้อน ใช้ทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจมโนทัศน์ สำหรับคำตอบหรือผลลัพธ์มีเพียงคำตอบเดียว

### 5. เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม (Attitudes toward group work)

เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนต่อการทำงานกลุ่ม ในทางบวกหรือทางลบอันเป็นผลจากความรู้อารมณ์ ความเชื่อ อารมณ์และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นก่อนหน้าของแต่ละบุคคลที่ได้ดำเนินงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ด้วยการช่วยเหลือซึ่งกันและกันมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ติดต่อสื่อสาร ตัดสินใจ หาข้อตกลง และมีผลประโยชน์ที่ได้รับร่วมกัน ซึ่งจะทำให้บุคคลเข้าใจตนเองและสามารถปรับตัวให้เข้ากับการทำงานกลุ่มได้ดีขึ้น วัดโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อคำถาม โดยมี 3 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Hamer and O'Keefe (2013) ดังนี้

- 1) องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (cognitive component) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์ และความเชื่อของบุคคลที่มีต่อการทำงานกลุ่มทั้งด้านบวกและด้านลบ
- 2) องค์ประกอบด้านจิตพิสัย (affective component) หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการทำงานกลุ่มทั้งด้านบวกและด้านลบ
- 3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (behavioural component) หมายถึง การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่ตอบสนองต่อการทำงานกลุ่มทั้งด้านบวกและด้านลบ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ นำเสนอตามลำดับต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี (Chemistry problem solving ability)
  - 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
  - 1.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหา
  - 1.3 ประเภทของปัญหาทางเคมี
  - 1.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางเคมี
  - 1.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี
  - 1.6 แนวทางการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี
2. เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม (Attitudes toward group work)
  - 2.1 ความหมายของเจตคติ
  - 2.2 องค์ประกอบของเจตคติ
  - 2.3 ความหมายของการทำงานกลุ่ม
  - 2.4 เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม
  - 2.5 ปัจจัยที่ทำให้เกิดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม
  - 2.6 แนวทางการประเมินเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม
3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม (Team-based learning: TBL)
  - 3.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้เป็นทีม
  - 3.2 หลักการสำคัญของการเรียนรู้เป็นทีม
  - 3.3 ความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มกับการทำงานเป็นทีม

- 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม
4. วิธีสืบสอบ (Inquiry Method)
  - 4.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนวิธีสืบสอบ
  - 4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางเคมี
  - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

## 1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

จากการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางเคมีจากงานวิจัย สามารถจัดกระทำ ข้อมูลและสรุปข้อมูลจากการศึกษาได้ 6 ประเด็นดังนี้

### 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

จากการค้นคว้า ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหาจากงานวิจัยที่มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายและความสำคัญสามารถอธิบายได้ดังนี้

Cardellini (2006) ได้อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็น กระบวนการที่ต้องใช้ความรู้ การคิดสร้างสรรค์ การให้เหตุผลในการแก้ปัญหา มากกว่าการแทนค่า ตัวเลขลงในสูตรหรือกฎต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบ

Sternberg & Williams (อ้างถึงใน Taasiobshirazi & Glynn, 2009) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็น กระบวนการที่จำเป็นในการหาคำตอบของสถานการณ์หนึ่ง ๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้สามารถดำเนินผ่านอุปสรรคที่มีอยู่ระหว่างการแก้ปัญหา

Randles and Overton (2015) อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็น ทักษะและความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่ใช้ทั้งความรู้และประสบการณ์เดิมอันจำเป็นต่อการแก้ปัญหา เพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย



ในกรอบของโครงการประเมินผลของนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ในปี 2003 องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้ให้คำนิยามของการแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถที่ใช้กระบวนการทางปัญญาของบุคคลที่แตกต่างกันในการเข้าใจสถานการณ์ และสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และความรู้ทั่วไป (OECD, 2015)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถที่เน้นถึงการมองปัญหา การใช้ความรู้ และการเลือกวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยทั่วไปการหาวิธีการแก้ปัญหานั้นจะต้องมีการค้นหารูปแบบและสร้างวิธีการแก้ปัญหานั้นขึ้นมาโดยใช้ทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนและมิติสัมพันธ์

จากความหมายของการแก้ปัญหาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นความสามารถที่ต้องอาศัยความรู้ ทักษะและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ในการระบุปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ ดังนั้นการแก้ปัญหานั้นหมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางเคมีและทักษะเพื่อหาคำตอบหรือผลลัพธ์ของปัญหาทางเคมี

## 1.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหา

Bodner and Herron (2003) อธิบายถึงความสำคัญของการแก้ปัญหานั้นว่า บุคคลที่จะประสบความสำเร็จในวิชาเคมีได้นั้นต้องได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานั้นเป็นอย่างดี หรือนำทักษะการแก้ปัญหานั้นไปใช้ในวิชาเคมีสาขาอื่น ๆ ต่อไป ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาการแก้ปัญหานั้นอยู่เสมอ

Jawhara (อ้างถึงใน Surif et al., 2012) อธิบายถึงความสำคัญของการแก้ปัญหานั้นว่าการแก้ปัญหานั้นเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างอิสระ ส่งเสริมให้นักเรียนให้สำรวจ ค้นหาความจริง พัฒนาแนวคิด และแก้ปัญหา รวมถึงให้นักเรียนได้ฝึกการตัดสินใจและยอมรับผลที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจของตนเอง

Holroyd (อ้างถึงใน Surif et al., 2014) อธิบายถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาว่าเป็นส่วนสำคัญของประสบการณ์ที่นักเรียนควรได้รับจากโรงเรียน เนื่องจากการแก้ปัญหาสามารถส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาสาระและพัฒนาทักษะต่าง ๆ

จากความสำคัญของการแก้ปัญหาข้างต้น สรุปได้ว่า นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาเคมีที่โรงเรียนได้นั้น นักเรียนจะต้องเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อนำความรู้และมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา จึงจะมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้น นักเรียนจะได้เรียนรู้การยอมรับผลที่เกิดขึ้นจากการเลือกวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาและนำทักษะการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

## 1.2 ประเภทของปัญหาทางเคมี

นักการศึกษาทางเคมี ได้วิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของปัญหาที่สามารถพบในรายวิชาเคมี โดยพิจารณาจากโครงสร้างของปัญหา ได้แก่ ความสมบูรณ์ของข้อมูลในปัญหา วิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา และเป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการของปัญหาหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้อง พบข้อมูลดังนี้

Brabeck and Wood (1990) จำแนกประเภทของปัญหาโดยแบ่งตามโครงสร้างของปัญหาได้เป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

1) ปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน (Well-structured Problems) มีลักษณะที่วิธีการแก้ปัญหาเป็นที่รู้อยู่แล้วและข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหานั้นมีอยู่ในปัญหาแล้ว มโนทัศน์นำมาใช้ในจำนวนที่จำกัดและมีขั้นตอนที่ละชั้น โดยปกติมีวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นที่ยอมรับ แต่วิธีการอื่นก็สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้ ซึ่งพิจารณาวิธีหาคำตอบได้ว่าถูกหรือผิด

2) ปัญหาที่มีโครงสร้างอย่างหลวม (Ill-structured Problems) มีลักษณะที่วิธีการหาคำตอบมีหลากหลาย บางครั้งก็อาจไม่มีวิธีหาคำตอบ ไม่ให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ต้องใช้มโนทัศน์จำนวนมากกับข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด การประเมินวิธีการหาคำตอบค่อนข้างทำได้ยาก อาศัยการตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ที่จำเป็น

Lee, Goh, Chia, and Chin (1996) ได้แบ่งประเภทของปัญหาตามระดับความคุ้นเคยของนักเรียนเมื่อเผชิญกับปัญหาที่ได้รับออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ปัญหาที่คุ้นเคย (familiar problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนควรจะมีความรู้ค่อนข้างดีที่จะนำไปใช้แก้ปัญหา ความรู้เดิมไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก ความสำเร็จในการแก้ปัญหาในระดับนี้คือ ความถูกต้องในการแปลความหมายข้อความของปัญหาและการเชื่อมโยงของข้อมูลที่พอเพียง

2) ปัญหาที่คุ้นเคยบางส่วน (partially problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่แน่ใจในความรู้เดิม ความหมายของปัญหา และความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไรที่จะนำมารวมกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงคำแปลกับกฎ ขั้นตอน หรือแนวคิดนั้นมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาระดับนี้

3) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (unfamiliar problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน การแปลความหมายจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ถ้านักเรียนไม่รู้ว่าเป็นปัญหาอะไร นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีทักษะการเชื่อมโยงและความรู้เดิมที่เพียงพอ

Surif, Ibrahim, and Dalim (2014) ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาจากโครงสร้างของปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่ให้ในปัญหา วิธีการหาคำตอบที่ต้องใช้ และคำตอบหรือผลลัพธ์ จึงได้จัดกลุ่มของปัญหาทางเคมีเป็น 3 ประเภทดังนี้

#### 1) ปัญหาเชิงขั้นตอน (Algorithmic Problems)

ปัญหาเชิงขั้นตอนหมายถึง ปัญหาที่ต้องใช้ความเข้าใจระบบจำนวน การกระทำระหว่างตัวเลขหรือการคำนวณ เป็นปัญหาที่พบได้ทั่วไปในห้องเรียนซึ่งส่วนใหญ่พบในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ข้อจำกัดของปัญหาเชิงขั้นตอนคือเป็นปัญหาที่ขาดความเข้าใจโมโนทัศน์ ทำให้เนื้อหาความรู้ที่ได้รับไม่สามารถถูกถ่ายโอนมาใช้ในกระบวนการได้ สอดคล้องกับ Frank, Baker, and Herron (1987) กล่าวถึงข้อจำกัดของปัญหาประเภทนี้ไว้ว่าเป็นปัญหาที่ซ่อนความเข้าใจโมโนทัศน์ของนักเรียนไว้เมื่อเจอกับปัญหาที่แท้จริง นอกจากนี้ Wood (2006) อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเชิงขั้นตอนไว้ว่าเป็นปัญหาที่ให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับใช้แก้ปัญหาอย่างครบถ้วน และได้กำหนดเป้าหมายของปัญหาไว้อย่างชัดเจน วิธีการแก้ปัญหาก็จะใช้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อาจกล่าวได้ว่าปัญหาประเภทนี้เป็นแบบฝึกหัดที่มุ่งความสำคัญไปที่การประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมากกว่าใช้ทดสอบการแก้ปัญหของนักเรียน

### ตัวอย่างปัญหาเชิงขั้นตอน

เมทานอลปริมาตร 15 mL จะมีน้ำหนักกี่มิลลิกรัม (Kean, Middlecamp, & Scott, 1988)

จงคำนวณหาปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้น้ำตาลซูโครส 10.0 g ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่มากเกินไป (Bodner, 1991)

จงคำนวณหาน้ำหนักที่มากที่สุดของ  $\text{SO}_3$  ที่ถูกผลิตจาก 1.9 mol ของออกซิเจน และซัลเฟอร์ที่มากเกินไป จากปฏิกิริยา  $2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$  (Zoller, Lubezky, Nakhleh, Tessier, & Dori, 1995)

### 2) ปัญหาเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Problems)

ปัญหาเชิงมโนทัศน์ หมายถึง ปัญหาที่ปกติแล้วจะแสดงถึงสถานการณ์ทางเคมีซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย นักเรียนต้องตัดสินใจกับตัวเลือก คาดคะเนเหตุการณ์หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้น อธิบายกระบวนการ เชื่อมโยงหัวข้อต่าง ๆ ตระหนักถึงคำถามที่ให้ในแนวทางใหม่ และสกัดข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากแหล่งข้อมูลจำนวนมากหรือขอบเขตที่กว้าง ดังนั้นนักเรียนต้องสังเคราะห์คำตอบ และประเมินปัญหาเพื่อเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาประเภทนี้

3) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบสุดท้ายมากกว่าหนึ่งคำตอบและมีวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สำหรับในวิชาเคมีปัญหาปลายเปิดนั้นมีประโยชน์สำหรับประเมินนักเรียนว่าได้เข้าใจมโนทัศน์ทางเคมีอย่างลึกซึ้งหรือไม่ ซึ่งโดยปกติปัญหาปลายเปิดนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความคิดความเข้าใจหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาในวิชาเคมี ข้อดีของปัญหาปลายเปิดคือ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่ง Wood (2006) กล่าวว่าปัญหาปลายเปิดถูกพัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความฉลาดและคุณสมบัติเฉพาะให้กับนักเรียนสำหรับวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งปัญหาเช่นนี้ไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด แต่มีเพียงคำตอบที่ดีที่สุดและอาจมีความหลากหลายของวิธีการที่เป็นไปได้ในการค้นหา และ Reid & Yang (2002) แสดงตัวอย่างของคำถามปลายเปิดดังนี้

“คุณเคยได้กลิ่นน้ำหอมของใครสักคนเมื่อทันทีที่เดินเข้ามาในชั้นเรียนหรือไม่ เนื่องจากว่าอนุภาคของน้ำหอมนั้นได้เดินทางผ่านอากาศและเข้าสู่โพรงจมูกของคุณ อนุภาคของแก๊สทุกชนิดนั้นเดินทางผ่านอากาศแต่ด้วยความเร็วที่ต่างกัน ซึ่งพบว่าแก๊สต่างชนิดกันเคลื่อนที่

ได้ระยะทางต่างกันในเวลาเดียวกัน” ข้อมูลต่อไปนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลอง กระทำภายใต้สภาวะที่ความดันและอุณหภูมิเดียวกันที่เวลาเท่ากัน จงคาดคะเนว่า แก๊ส  $\text{Cl}_2$  จะเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าไรที่สภาวะเดียวกัน

แก๊ส	ระยะทาง (cm)
$\text{SO}_2$	50
HCl	66
$\text{NH}_3$	94

Nurrenbern and Robinson (1998) แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ คำถามเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Questions) และ ปัญหาที่ท้าทาย (Challenge Problems) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) คำถามเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Questions) เป็นคำถามที่ใช้ประเมินความเข้าใจและกระบวนการของนักเรียนเกี่ยวข้องกับรูปแบบของตัวแทนทางความคิดทั้ง 3 ระดับในวิชาเคมีที่นักเรียนต้องใช้ในการเชื่อมโยงความคิดทางเคมีได้แก่ ระดับมหภาค (macroscopic) จุลภาคหรือระดับอนุภาค (particulate) และระดับสัญลักษณ์ (symbolic) ที่ต้องนำมาใช้เพื่อแสดงเป็นตัวแทนและแปลความหมายของข้อมูลทางเคมี

#### ตัวอย่างคำถามเชิงมโนทัศน์

1.1) คำถามแบบเลือกตอบ 2 ชั้น ชั้นแรกถามนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและชั้นที่สองนักเรียนจะให้เหตุผลสำหรับปรากฏการณ์นั้น เช่น

- 
- A. เหล็กรวมตัวกับน้ำและออกซิเจนในอากาศจะทำให้เกิดสนิม ถ้าตะปูเหล็กเกิดสนิมอย่างสมบูรณ์ จะพบว่าน้ำหนักของตะปูเหล็กจะ
- ก. น้อยกว่าน้ำหนักเดิมของตะปูเหล็ก
- ข. เท่ากับน้ำหนักเดิมของตะปูเหล็ก
- ค. มากกว่าน้ำหนักเดิมของตะปูเหล็ก
- ง. ไม่สามารถที่จะคาดคะเนได้
-

- 
- B. เหตุผลอะไรที่คิดว่าเป็นแบบนี้
- ก. การเกิดสนิมทำให้เหล็กเบาขึ้น
- ข. สนิมประกอบด้วยเหล็กและออกซิเจน
- ค. ตะปูแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ
- ง. เหล็กในตะปูถูกทำลาย
- จ. สกัดสนิมหนักน้อยกว่าเหล็ก
- 

1.2) คำถามที่แสดงตัวแทนของสถานการณ์ทางเคมีในระดับอะตอมหรืออนุภาค โดยใช้ขนาดหรือสีที่ต่างกันสำหรับวงกลมหรือทรงกลมที่เป็นตัวแทนของอนุภาค เช่น

กำหนดให้ ○ แทนอะตอมของธาตุชนิดหนึ่ง และ ■ แทนอะตอมเดี่ยวของธาตุอีกชนิด ถ้าอะตอมสองชนิดเกิดปฏิกิริยาดังนี้  $\bigcirc + \blacksquare \blacksquare \rightarrow \bigcirc \blacksquare + \bigcirc \blacksquare$  ปฏิกิริยาที่แสดงด้วยสัญลักษณ์ดังกล่าวผิดไปจากทฤษฎีอะตอมของดาลตันในข้อใด

---

1.3) คำถามปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการใช้กราฟ ตาราง และข้อมูลอื่น ๆ เพื่อใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง เช่น



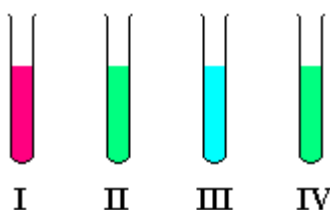
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเป็นกราฟสำหรับ

- ก. จุดเยือกแข็งของของเหลวบริสุทธิ์
- ข. จุดเดือดของของเหลวบริสุทธิ์
- ค. จุดเยือกแข็งของสารละลาย
- ง. จุดเดือดของสารละลาย
- จ. ไม่สามารถบอกได้
-

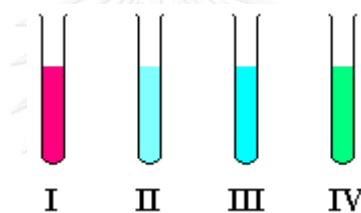
1.4) คำถามจากตัวอย่างที่นักเรียนจำเป็นต้องตอบคำถามหลังจากที่ได้สังเกตการสาธิตตัวอย่าง วิดีทัศน์หรือสถานการณ์จำลอง เช่น

ของเหลวใสไม่มีสี 4 ชนิดบรรจุอยู่ในหลอดทดลอง หมายเลข 1 – 4 ตามลำดับ ซึ่งของเหลวทั้ง 4 ชนิดอาจเป็นน้ำ สารละลายกรด สารละลายเบส และบัฟเฟอร์

เมื่อนำมาทดสอบครั้งที่ 1 โดยการหยดยูนิเวอร์ซอลอินดิเคเตอร์จำนวน 4 หยดลงในแต่ละหลอด ได้ผลดังนี้



เมื่อนำมาทดสอบต่อครั้งที่ 2 โดยการหยด 4M NaOH จำนวน 2 หยดลงในแต่ละหลอดได้ผลดังนี้



เมื่อนำมาทดสอบต่อครั้งที่ 3 โดยการหยด 4M HCl จำนวน 4 หยดลงในแต่ละหลอดได้ผลดังนี้



ของเหลวทั้ง 4 ชนิดคืออะไรบ้างตามลำดับ

## 1.5) คำถามเชิงเปรียบเทียบ เช่น

---

$\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{H}_2\text{O}$  เหมือนกับ

ก.  $\text{H}_2\text{O}$  และ  $\text{O}_2^-$ .

ข.  $\text{NH}_3$  และ  $\text{NH}_2^-$ .

ค.  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$ .

ง.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  และ  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

จ.  $\text{OH}^-$  และ  $\text{H}_2\text{O}$ .

---

1.6) คำถามเรียงอนุกรมให้สมบูรณ์ นักเรียนจำเป็นต้องเลือกตัวเลือกที่จะมาทำให้ออนุกรมนั้นสมบูรณ์

---

สปิซีส์อะไรต่อไปนี้ที่ตามด้วยอนุกรมที่เรียงจากความแรงของกรดและเบส

$\text{H}_3\text{O}^+ : \text{HF} : \text{NH}_3 : \text{OH}^- :$

ก.  $\text{H}_2\text{O}$

ข.  $\text{HSO}_4^-$

ค.  $\text{SO}_4^{2-}$

ง.  $\text{N}^{3-}$

จ.  $\text{O}_2$

---

2) ปัญหาที่ท้าทาย (Challenge Problems) เป็นปัญหาที่ต้องบูรณาการการแก้ปัญหาหลายขั้นตอนและอาจต้องใช้ขั้นตอนที่หลากหลาย เหมาะสำหรับให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน เกิดการเรียนรู้กระบวนการกลุ่มและให้นักเรียนมีการเรียนรู้เคมีอย่างกระตือรือร้น



### ตัวอย่างปัญหาที่ท้าทาย

สมมติว่าหากเราต้องการผลิตอะลูมิเนียมที่ฐานอวกาศบนดวงจันทร์ มีสูตรในการผลิตอยู่ 2 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ใช้อนอร์โทไซด์ ( $\text{CaSi}_2\text{Al}_2\text{O}_8$ ) ซึ่งเป็นแร่ที่พบได้ทั่วไปบนดวงจันทร์ นำมาหลอมในเตาหลอมที่อุณหภูมิ 2000 เคลวินในสุญญากาศ หลังจากที่ซิลิกอนทั้งหมดได้ถูกกำจัดออกไปแล้วโดยระเหยไปในรูปซิลิคอนออกไซด์ แล้วนำไปลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วทำให้ได้ของแข็งที่คล้ายแก้ว นำส่วนที่คล้ายแก้วออกไป นำไปบดและผสมให้เข้ากับกรดซัลฟิวริก ใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงในการแยกชั้นของเหลวที่มีอะลูมิเนียม นำไปผสมกับโซเดียมซัลเฟตและให้ความร้อนที่ 500 เคลวิน ใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงอีกเครื่องแยกเอาโซเดียมอะลูมิเนียมซัลเฟตออกมา นำไปอบที่ 1100 เคลวินเพื่อให้ของผสมระหว่างอะลูมิเนียมและโซเดียมซัลเฟตล้างด้วยน้ำเล็กน้อย ผสมอะลูมิเนียมเข้ากับคาร์บอน และทำปฏิกิริยากับคลอรีน จะได้เป็นอะลูมิเนียมคลอไรด์ นำอะลูมิเนียมคลอไรด์ผ่านกระบวนการแยกด้วยไฟฟ้า จะได้อะลูมิเนียมหลอมเหลว 1 ตัน

สูตรที่ 2 แคลเซียมอะลูมิเนตที่ถูกผลิตขึ้นในขั้นตอนของวิธีการที่ 1 สามารถถูกแยกออกเป็นอะลูมิเนียม แคลเซียม และออกซิเจนด้วยการแยกด้วยไฟฟ้า หลังจากละลายแคลเซียมอะลูมิเนตในสารละลายเกลืออิเล็กโทรไลต์หลอมเหลวของ  $\text{CaF}_2\text{-LiF}$

- จงเขียนสมการเคมีสำหรับแต่ละกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการผลิตอะลูมิเนียม
- ระบุความบริสุทธิ์และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทั้งสอง

จากการศึกษาประเภทของปัญหาทางเคมีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าปัญหาในวิชาเคมีแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ปัญหาเชิงขั้นตอน ปัญหาเชิงมโนทัศน์ และปัญหาบูรณาการ

1. ปัญหาเชิงขั้นตอน หมายถึง ปัญหาที่ข้อความให้ข้อมูลมาครบถ้วน สามารถแก้ได้ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน มีขั้นตอนการแก้ปัญหาที่แน่นอน ไม่ซับซ้อน มีคำตอบหรือผลลัพธ์เพียงคำตอบเดียว

2. ปัญหาเชิงมโนทัศน์ หมายถึง ปัญหาที่ข้อความให้ข้อมูลจากระดับตัวแทนทางความคิดระดับใดระดับหนึ่ง แล้วต้องการให้อธิบายปรากฏการณ์โดยใช้มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกัน

มโนทัศน์ที่ใช้อธิบายจะสามารถเชื่อมโยง คาดคะเน บอกความสัมพันธ์จากปัญหาที่กำหนดไปสู่คำตอบ หรือผลลัพธ์ได้ ซึ่งอาจต้องใช้หลายมโนทัศน์ แต่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว

3. ปัญหาบูรณาการ หมายถึง ปัญหาที่ข้อความถามให้ข้อมูลที่จำเป็นมาเพียงบางส่วน ซึ่งต้องบูรณาการการแก้ปัญหาหลายขั้นตอนและการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา สำหรับการหาส่วนของข้อมูลที่หายไปก่อนจะแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์หรือคำตอบสุดท้ายได้ โดยวิธีการแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและค่อนข้างซับซ้อน ใช้ทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจมโนทัศน์ สำหรับคำตอบหรือผลลัพธ์มีเพียงคำตอบเดียว

#### 1.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางเคมี

การแก้ปัญหาทางเคมีมีวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาแตกต่างกันไปตามประเภทของปัญหาที่พบ จากการศึกษาพบแนวทางการแก้ปัญหาทางเคมีดังนี้

Kean et al. (1988) อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนไว้ดังนี้

- 1) ระบุสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องสร้างรูปแบบกระดาศหรือในความคิดของพวกเขาสำหรับสถานการณ์ที่บรรยายในปัญหา
- 2) ระบุข้อความหรือข้อความที่ระบุความต้องการ นักเรียนจำเป็นต้องอ่านและแปลความหมายจากข้อความปัญหาหรือคำถาม
- 3) สร้างสมการจากข้อความปัญหา
- 4) วิเคราะห์ข้อความปัญหาสำหรับสมบัติและระบบของการวัด
- 5) ค้นหาและวิเคราะห์การเปลี่ยนหน่วยที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
- 6) ร่างแนวทางการแก้ไขปัญหา
- 7) นำข้อมูลปัญหามาคูณกันโดยใช้การเปลี่ยนหน่วย
- 8) คำนวณหาคำตอบหรือผลลัพธ์

Dahsah and Coll (2008) อธิบายกระบวนการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการเลือกใช้วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาทางเคมี นักเรียนสามารถใช้วิธีการ 2 วิธีในการคำนวณเพื่อหาคำตอบ วิธีแรกคือการเทียบสัดส่วนหรือเทียบบัญญัติไตรยางศ์ในการคำนวณ และวิธีที่สองคือการใช้ในการแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอนคือการเขียนสูตรหรือสมการทางเคมีและคำนวณหาคำตอบ

Parker Siburt, Bissell, and Macphail (2011) อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางเคมีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาขั้นตอนนี้

- 1) ระบุว่าปัญหาต้องการให้หาอะไร
- 2) เขียนข้อความที่เป็นกลวิธีสำหรับการแก้ปัญหา
- 3) แสดงวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ระบุนิพจน์ที่เกี่ยวข้อง
- 5) จัดกระทำจากปัญหาเริ่มต้นให้เป็นปัญหาใหม่ที่ใช้นิพจน์เดียวกัน
- 6) แก้ปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้น
- 7) ประเมินว่าปัญหาทั้งสองเชื่อมโยงกันอย่างไรในเชิงนิพจน์

Surif et al. (2014) อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนและเชิงนิพจน์ว่า การแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนนักเรียนต้องเลือกใช้สูตรในการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาประเภทนี้จะสามารถเลือกใช้สูตรในการคำนวณและขั้นตอนที่เหมาะสม สำหรับปัญหาเชิงนิพจน์ นักเรียนที่จะสามารถแก้ปัญหาเชิงนิพจน์ได้ต้องสามารถให้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และนักเรียนต้องมีความสามารถในการเข้าใจถึงระดับของความรู้ในวิชาเคมีทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่สามารถมองเห็นได้หรือระดับมหภาค (Macroscopic level) การใช้สัญลักษณ์ทางเคมีและสมการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย (Symbolic level) และการทำนายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอะตอมและโมเลกุลในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ (Microscopic level)

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางเคมีของนักการศึกษา พบว่ากระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละประเภทนั้นค่อนข้างมีความแตกต่างกันแต่ยังมีส่วนที่เหมือนกันบางขั้นตอน ดังนั้นสรุปกระบวนการแก้ปัญหาได้ดังนี้

การแก้ปัญหาเชิงขั้นตอน ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหา โดยมี 3 แนวทางการคือ การเทียบบัญญัติไตรยางค์หรือการวิเคราะห์เชิงสัดส่วน (proportional analysis) การเทียบหน่วยหรือการวิเคราะห์มิติ (dimensional analysis) และ การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน (algorithm) โดยต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหาและดำเนินการหาคำตอบสุดท้ายได้อย่างถูกต้อง

การแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์และการแก้ปัญหาบูรณาการ มีกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอน โดยต้องดำเนินการต่อไปนี้ 1) แปลความหมายและระบุปัญหา 2) วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุมโนทัศน์หรือตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 3) เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม 4) ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์หรือคำตอบที่ต้องการ 5) ประเมินและตรวจสอบคำตอบที่ได้

### 1.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบหรือผลลัพธ์ตามที่ต้องการได้นั้นยังต้องอาศัยปัจจัยจากบุคคลที่แก้ปัญหา ซึ่งปัจจัยจะช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาทางเคมีดังนี้

Lee et al. (1996) ระบุและอธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ ทักษะการเชื่อมโยงแบ่งออกเป็น การเชื่อมโยงมโนทัศน์และการเชื่อมโยงแนวคิด และทักษะการแปลความหมายจากปัญหา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1. ทักษะการเชื่อมโยง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

##### 1.1 การเชื่อมโยงมโนทัศน์

การเชื่อมโยงภายนอกในโครงสร้างทางปัญญา คือการเชื่อมโยงที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางปัญญามีอยู่ของความรู้ของผู้เรียนว่าถูกบูรณาการได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือเชื่อมโยง

ได้อย่างหลวม ๆ การเชื่อมโยงประเภทนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่วัดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

## 1.2 การเชื่อมโยงความคิด

การเชื่อมโยงความคิดเป็นการวัดความสามารถที่จะเชื่อมโยงแนวคิด มโนทัศน์ คำสำคัญ แผนภาพ หรือสมการ ผ่านการใช้คำใบ้ในข้อความของปัญหา แบ่งได้เป็น

1) การกระตุ้นส่วนที่จำเพาะของโครงสร้างทางปัญญาในการเรียนรู้ คือ ความแม่นยำในการเรียกคืนข้อมูลของส่วนที่จำเพาะของโครงสร้างทางปัญญาที่ถูกใช้สำหรับการเรียนรู้ชิ้นส่วนที่จำเพาะของความรู้ใหม่

2) การเชื่อมโยงภายนอกระหว่างโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่กับการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ คือ การจัดหมวดหมู่ของมโนทัศน์ที่ทำให้การเชื่อมโยงของโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เข้ากับมโนทัศน์ใหม่หรือความรู้ที่จะเรียนรู้

## 2. ทักษะการแปลความหมายปัญหา

ทักษะการแปลความหมายปัญหาเป็นความสามารถในการเข้าใจ วิเคราะห์ แปลความหมาย และระบุปัญหาที่ได้รับได้ ความถูกต้องของการแปลความหมายในบริบทปัญหา อาจรวมถึงเป้าหมายของปัญหาที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาที่จำเพาะ การแปลความหมายที่ผิดพลาดของส่วนสำคัญใด ๆ ในปัญหาอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง ระดับของการแปลความหมายปัญหาถูกกล่าวถึงใน 2 ระดับ ได้แก่ระดับทั่วไป หมายถึงการแสดงบริบทของปัญหาโดยใช้การสื่อความหมายของตนเองตามประสบการณ์ที่มี บางครั้งอาจใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์ในการแสดงบริบทของปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม สำหรับระดับที่จำเพาะ หมายถึงการแปลความหมายจากบริบทปัญหาที่สำคัญและจำเพาะสำหรับการแก้ปัญหา

Gayon (2005) สรุปปัจจัยที่ก่อให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีต่อไปนี้

1) ความคุ้นเคยกับปัญหา หมายถึง นักเรียนมีความคุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคยกับปัญหาที่ได้รับหรือไม่

2) ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเคมี หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะเข้าใจหรือประยุกต์มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเช่น ปริมาณสารสัมพันธ์ กฎของแก๊ส หรือ

ความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเลือกและการใช้โมโนทัศน์ทางเคมีที่เกี่ยวข้อง โดยปราศจากโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3) การประยุกต์กลวิธีการแก้ปัญหาที่จำเพาะและการใช้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเลือกและการใช้กลวิธีที่แสดงให้เห็นได้ว่าการดำเนินการเป็นไปอย่างไรตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย การสร้างโมโนทัศน์ จนถึงการหาคำตอบ ในอีกทางหนึ่งการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นสิ่งจำเป็นต่อปัญหาที่จำเพาะ ใช้พิสูจน์และตรวจสอบถึงวิธีการแก้ปัญหาให้มีความสอดคล้องกับกฎทางคณิตศาสตร์และยังเกี่ยวข้องกับการแสดงถึงความเข้าใจผ่านการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกัน

4) ความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจปัญหาโดยการถอดความและแปลความหมายจากข้อความซึ่งเกี่ยวข้องกับการแปลความหมายระหว่างสัญลักษณ์ทางเคมีกับข้อสารเคมี ระบุตัวแปรที่จะถูกแก้ปัญหาหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา และพิจารณาถึงข้อจำกัด

5) ความเข้าใจความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจและการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและการบอกจำนวน เช่น มีความดันเป็น 4 เท่าจากเดิม และอุณหภูมิลดลงครึ่งหนึ่ง

6) ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์ทางเคมี หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงโมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โมโนทัศน์อาจกล่าวถึงโดยตรงหรือไม่ก็ได้

### 1.6 แนวทางการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

การแก้ปัญหาทางเคมีมีวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทของปัญหาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยพบแนวทางดังนี้

Lee et al. (1996) ศึกษาผลของตัวแปรด้านพุทธิพิสัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่ามี 6 องค์ประกอบจึงนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่

เครื่องมือที่ใช้	จำนวน	เวลาที่ใช้ทำ	การประเมินผล
	ชื่อ	แบบทดสอบ	
Problem solving test for student (PSTS)	3	25 นาที	1. คะแนนการแก้ปัญหา 2. การแสดงการใช้ความรู้ที่เหมาะสม 3. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและเหมาะสม
Concept relatedness test (CRT)	2	20 นาที	1. คำตอบประกอบไปด้วยประพจน์ที่สร้างขึ้น 2. คำตอบประกอบปราศจากประพจน์ที่สร้างขึ้น
Association test (AT)	3	15 นาที	กำหนดคำสำคัญ และข้อความบางส่วนให้เรียงให้ได้ใจความ
Problem translating test (PTT)	3	15 นาที	1. ความเข้าใจ การวิเคราะห์ และการแปลความหมาย 2. การให้คำนิยาม
Verbal knowledge/Intellectual skill test (VKIST)	20	20 นาที	1. ความรู้ที่ไม่จำเพาะแต่เกี่ยวข้อง 2. ความรู้ที่จำเพาะ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน

Heyworth (1999) ประเมินการแก้ปัญหาโดยพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้เป็นเกณฑ์

- 1) การระบุข้อความที่แสดงเป้าหมาย
- 2) การหาความแตกต่างระหว่างเป้าหมายกับข้อมูลมีให้
- 3) การค้นหาการดำเนินการที่หลากหลาย
- 4) ความพยายามในการดำเนินการแก้ปัญหา
- 5) การทบทวนหรือประเมินคำตอบ

Gayon (2005) พัฒนาเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลที่เรียกว่า CPSAT และเครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถ PSAR โดย Chemistry Problem-Solving Ability Test (CPSAT) เป็นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้เนื้อหาในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ กฎของแก๊ส และความเข้มข้นของสารละลายประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 6 ปัญหาซึ่งในแต่ละปัญหามี 3 คำถามย่อย และใช้แบบประเมิน Problem-Solving Ability Rubric จากองค์ประกอบดังนี้

1) ความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจปัญหาในการแปลความหมายระหว่างสัญลักษณ์ทางเคมีกับชื่อสารเคมี ระบุตัวแปรที่จะถูกแก้ปัญหหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา และพิจารณาถึงข้อจำกัด

2) ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ทางเคมี หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

3) ความเข้าใจมโนทัศน์ทางเคมีที่เกี่ยวข้อง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะเข้าใจหรือประยุกต์มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการเลือกใช้มโนทัศน์ทางเคมีที่เกี่ยวข้องโดยปราศจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

4) การประยุกต์กลวิธีการแก้ปัญหาย่างจำเพาะและการใช้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงวิธีการหาคำตอบ ในอีกทางหนึ่งการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับกฎทางคณิตศาสตร์

5) การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจและการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและการบอกจำนวน

สำหรับการแปลผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อคิดเป็นร้อยละ จะสามารถจำแนกระดับความสามารถออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ร้อยละของคะแนนที่ได้	ระดับความสามารถ
81 - 100	โดดเด่น
61 - 80	ดี / เป็นที่น่าพอใจ
41 - 60	ปานกลาง
21 - 40	พอใช้



Randles and Overton (2015) อธิบายแนวทางสำหรับใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

- 1) ระบุส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลที่จำเป็น
- 2) ประเมินคำตอบคร่าว ๆ ซึ่งจะช่วยให้แก้ปัญหาได้ดีขึ้น
- 3) ใช้การคำนวณ และ/หรือ สมการในการแก้ปัญหา
- 4) ประเมินคำตอบของตนเอง
- 5) สะท้อนสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ
- 6) พัฒนารูปการแก้ปัญหาที่ชัดเจนซึ่งช่วยให้แก้ปัญหาได้
- 7) ไม่สนใจและไม่เลือกใช้ข้อมูลที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา
- 8) ใช้วิธีการแก้ปัญหาย่างมีตรรกะ และ/หรือ อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
- 9) ไม่แสดงสัญญาณว่าไม่เข้าใจหรือมีความสับสน

จากการศึกษาแนวทางการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีสรุปได้ว่าการประเมินความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมี 2 แนวทางคือ 1) ใช้แบบวัดชุดเดียวและประเมินโดยใช้องค์ประกอบหรือกระบวนการแก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ในการประเมิน 2) ใช้แบบวัดหลายชุดแยกตามองค์ประกอบในการแก้ปัญหา และมีเกณฑ์การประเมินแต่ละชุดแตกต่างกัน

## 2. เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานกลุ่มยังพบน้อย จึงได้ศึกษางานวิจัยและตำราที่เกี่ยวข้องกับเจตคติและการทำงานกลุ่มซึ่งจะเสนอใน 6 ประเด็นดังนี้

### 2.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติเป็นคำที่มีความหมายในเชิงนามธรรมและแต่ละบุคคลมีความเข้าใจและกล่าวถึงเจตคติในแง่มุมที่ต่างกัน จากการศึกษาจากงานวิจัยและตำราจากนักการศึกษาและนักจิตวิทยาทางการศึกษาที่ได้ให้ความหมายของเจตคติสรุปได้ดังนี้

Maio and Haddock (2009) ให้นิยามของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นการประเมินหรือตัดสินสิ่งใด ๆ บนฐานของข้อมูลในเชิงความรู้ ความรู้สึก และพฤติกรรม ซึ่งเจตคติมีส่งผลต่อทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น ว่าบุคคลคิดและทำอะไร เนื่องจากเจตคติเป็นพื้นฐานสำคัญของความเข้าใจของมนุษย์ที่คิดและแสดงพฤติกรรม

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2550) สรุปความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นพฤติกรรมหรือความรู้สึกทางด้านจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่งในทางสังคม รวมทั้งเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าหรือเกี่ยวกับประสบการณ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งช่วยให้เข้าใจตนเอง สิ่งแวดล้อมรอบข้าง ทำให้สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ เตรียมพร้อมต่อเหตุการณ์ในอนาคต

สุชีรา ภัทรายุตวรรัตน (2556) สรุปความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติ หมายถึง ความสลับซับซ้อนของความรู้สึก ความยาก ความกลัว ความเชื่อมั่น ความลำเอียง หรือการมีอคติของบุคคลในการที่จะสร้างความพร้อมที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามประสบการณ์ของบุคคลที่ได้รับมาในทางที่ดีหรือต่อต้านสภาพนั้น ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่อนุมานได้จากพฤติกรรม



Hamer and O'Keefe (2013) อธิบายว่าองค์ประกอบของเจตคติประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้

- 1) องค์ประกอบทางด้านพุทธิพิสัย (cognitive) หมายถึง การใช้ความรู้และประสบการณ์ของบุคคลต่อเจตคติต่อสิ่งนั้น ๆ
- 2) องค์ประกอบทางด้านจิตพิสัย (affective) หมายถึง การแสดงความรู้สึกทั้งทางด้านบวกและด้านลบที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งนั้น ๆ อาจหมายถึงการแสดงความรักหรือไม่ชอบ
- 3) องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (behavioral) หมายถึง การกระทำใดที่บุคคลกระทำต่อสิ่งนั้น ๆ

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2550) ได้อธิบายองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้บุคคลเกิดเจตคติได้ มี 3 องค์ประกอบดังนี้

- 1) ความรู้ (Cognitive component) หมายถึง การเกิดเจตคติของบุคคลจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจต่อสิ่งนั้นก่อน เพื่อนำข้อมูลรายละเอียดมาประกอบเป็นเหตุผลที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไป
- 2) ความรู้สึก (Feeling component) หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้นหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้วจนสามารถสรุปได้ว่าสิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ดีหรือไม่ดี ซึ่งเท่ากับอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น
- 3) ความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ (Action tendency component) หมายถึง การรวมของความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นจนทำให้เกิดความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งนั้น ในทางที่สนับสนุน คล้อยตาม หรือขัดแย้งตามความรู้และความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

สุชีรา ภัทรายตวรรัตน (2556) สรุปองค์ประกอบสำคัญของเจตคติว่ามี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) องค์ประกอบทางด้านพุทธิพิสัย (cognitive) หมายถึง เรื่องราว ความรู้ของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอาจเป็นความรู้ต่อบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในทางดีหรือไม่ดี ทางบวกหรือทางลบ

2) องค์ประกอบทางด้านจิตพิสัย (affective) หมายถึง อารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งจะถูกเร้าจากองค์ประกอบทางด้านพุทธิพิสัย เมื่อคนเรารู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้ว จะนำไปสู่การเกิดความรู้สึกในทางดีหรือไม่ดี ถ้าเรารู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ไม่ดี เราก็คงจะไม่ชอบหรือไม่พอใจในสิ่งนั้น

3) องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (behavioral) หมายถึง ความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางใดทางหนึ่ง

โดยสรุป เจตคติมีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบดังนี้ 1) องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (cognitive component) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์ และความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งใด ๆ ด้านบวกและด้านลบ 2) องค์ประกอบด้านจิตพิสัย (affective component) หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใด ๆ ทั้งด้านบวกและด้านลบ 3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (behavioural component) หมายถึง การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่ตอบสนองต่อสิ่งใด ๆ ทั้งด้านบวกและด้านลบ

### 2.3 ความหมายของการทำงานกลุ่ม

นักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการทำงานกลุ่มในด้านการศึกษา ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยและเอกสารมีผู้ให้ความหมายของการทำงานกลุ่มดังนี้

Fisher and Ellis (1990) ศึกษาและอธิบายความหมายของกลุ่มและการทำงานกลุ่มสามารถสรุปได้ว่า การทำงานกลุ่ม หมายถึง การรวมตัวกันของบุคคลที่มากกว่า 2 คนขึ้นไปที่มีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารร่วมกัน แบ่งปันและยอมรับเป้าหมายร่วมกัน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นส่งผลต่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มไม่ใช่แค่เพียงบุคคลใดบุคคลหนึ่ง นอกจากนี้ยังได้กล่าวไว้ว่ากลุ่มสามารถช่วยให้การทำงานกลุ่มมีคุณภาพและประสิทธิภาพซึ่งทำให้สำเร็จตามเป้าหมายมากกว่าที่บุคคลเพียงคนเดียวสามารถทำได้

Robyn, Adrian, and Jan (2008) อธิบายการทำงานกลุ่มไว้ว่า การกระทำระหว่างสมาชิกที่เป็นประโยชน์และตัดสินใจร่วมกันเพื่อให้การทำงานดำเนินต่อไปหรือเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่มที่ได้วางไว้

นาตยา ปิรันธนานนท์ (2543) อธิบายการทำงานกลุ่มในการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า การทำงานของผู้เรียนที่ให้ทุกคนมีความรับผิดชอบ ช่วยเหลือกัน เพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ ซึ่งต้องอาศัยการจัดระเบียบ การทำงานร่วมกันจนสำเร็จ การทำความเข้าใจสิ่งที่กำลังศึกษา และการทำให้การเรียนรู้มีคุณภาพ โดยการทำงานต้องมีกฎกติกาและการกำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน

กรมวิชาการ (2544) อธิบายการทำงานกลุ่มว่า การทำงานที่สมาชิกต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ต่อสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นผลงานของกลุ่มมาจากการแสดงความคิดเห็น การพึ่งพาอาศัยกันเพื่อช่วยให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด โดยสมาชิกต้องให้ผลป้อนกลับแก่กันในด้านการทำงาน การกระทำที่เป็นประโยชน์ รวมถึงการเล่าปัญหาหรือวิพากษ์การทำงานของกลุ่ม

ทิตินา แคมมณี (2545) ให้ความหมายของการทำงานกลุ่มว่า หมายถึง บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มาทำงานร่วมกันอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ โดยความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ จึงจำเป็นต้องประกอบไปด้วย การมีเป้าหมายร่วมกัน การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน การติดต่อสื่อสารกันในกลุ่ม การประสานงานกันในกลุ่ม การตัดสินใจร่วมกัน และการมีผลประโยชน์ร่วมกัน

จากการศึกษาความหมายของการทำงานกลุ่มสรุปได้ว่า การทำงานกลุ่มหมายถึง การทำงานร่วมกันของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่มีร่วมกัน ซึ่งต้องอาศัยการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน การติดต่อสื่อสารกันในกลุ่ม การตัดสินใจและหาข้อตกลงร่วมกัน รวมถึงการรับได้ผลประโยชน์ร่วมกัน

## 2.4 เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

จากการศึกษาความหมายและองค์ประกอบของเจตคติจากนักจิตวิทยา รวมถึงความหมายของการทำงานกลุ่มจากนักการศึกษาต่าง ๆ สามารถอธิบายความหมายของเจตคติต่อการทำงานกลุ่มว่า หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่อการทำงานกลุ่ม ในทางบวกหรือทางลบอันเป็นผลจากความรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ อารมณ์และพฤติกรรมก่อนหน้านี้ของแต่ละบุคคลที่ได้ดำเนินงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ด้วยการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ติดต่อสื่อสาร ตัดสินใจ หาข้อตกลง และมีผลประโยชน์ที่ได้รับร่วมกัน ซึ่งจะทำให้บุคคลเข้าใจตนเองและสามารถปรับตัวให้เข้ากับการทำงานกลุ่มได้ดีขึ้น โดยมี 3 องค์ประกอบสำคัญดังนี้

- 1) องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (cognitive component) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์ และความเชื่อของบุคคลที่มีต่อการทำงานกลุ่มทั้งด้านบวกและด้านลบ
- 2) องค์ประกอบด้านจิตพิสัย (affective component) หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการทำงานกลุ่มทั้งด้านบวกและด้านลบ
- 3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (behavioural component) หมายถึง การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่ตอบสนองต่อการทำงานกลุ่มทั้งด้านบวกและด้านลบ

## 2.5 ปัจจัยที่ทำให้เกิดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

Cantwell & Andrews (2002) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลสำหรับเจตคติต่อการทำงานกลุ่มสามารถสรุปเป็น 3 ปัจจัยดังนี้

- 1) ความพึงพอใจในการเรียนรู้รายบุคคล (preference for individual learning) หมายถึง ความรู้สึกไม่พึงพอใจของบุคคลในการทำงานกลุ่ม รวมไปถึงความรู้สึกไม่ดีที่เป็นผลมาจากสมาชิกในกลุ่ม การเห็นการทำงานกลุ่มเป็นเรื่องที่สับสนและไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับการทำงานเพียงลำพัง ซึ่งแสดงออกถึงการขาดการมีส่วนร่วมและความสนุกสนานในกิจกรรมกลุ่ม
- 2) ความพึงพอใจในการเรียนรู้เป็นกลุ่ม (preference for group learning) หมายถึง ความรู้สึกของความรับผิดชอบและความตั้งใจให้สำเร็จตามเป้าหมายในการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ความรู้สึกของการส่งเสริมความเข้าใจ ความสนุกสนานในการแบ่งปันภาระงานและความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในความสำเร็จของกลุ่ม รวมถึงลักษณะเฉพาะบุคคลที่เรียนรู้ร่วมกับสมาชิกอื่นในกลุ่ม

3) ความไม่สะดวกในการเรียนรู้เป็นกลุ่ม (discomfort in group learning) หมายถึง ความรู้สึกไม่สะดวกสบายในการเรียนรู้ในบริบทของกลุ่ม รู้สึกประหม่ากังวลและการไม่สามารถผ่อนคลายได้ ความกลัวที่จะขอความช่วยเหลือ และความยากที่จะเข้าใจธรรมชาติของภาระงานที่กลุ่มได้รับ

Gaudet et al. (2010) กล่าวถึงปัจจัยที่ใช้สำหรับการประเมินเจตคติต่อการทำงานกลุ่มดังนี้

1) คุณภาพของผลงาน (quality of product) หมายถึง การได้รับประโยชน์ของการทำงานกลุ่ม เช่น “เมื่อฉันทำงานกลุ่ม ฉันสามารถทำงานได้ดีขึ้น”

2) การสนับสนุนของเพื่อนสมาชิก (peer support) หมายถึง ความรู้สึกมีคุณค่าของตัวนักเรียนภายในกลุ่ม เช่น “ฉันรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นในกลุ่ม”

3) การพึ่งพาอาศัยกันของนักเรียน (student interdependence) หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนต่อการทำงานของคนอื่นที่มีความเท่าเทียมและสำคัญเท่ากันในการทำผลงาน เช่น “ความคิดเห็นของทุกคนเป็นสิ่งจำเป็นหากเราจะประสบความสำเร็จ”

4) อุปสรรคและความผิดหวัง (frustrations) หมายถึง ความรู้สึกท้อแท้ที่เกิดขึ้นทั่วไปขณะทำงานร่วมกัน เช่น “ฉันรู้สึกผิดหวังเมื่อสมาชิกในกลุ่มไม่เข้าใจเนื้อหา”

Murray-Harvey, Pourshafie, and Reyes (2013) สรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานกลุ่มได้ 3 ปัจจัยดังนี้

1) การเห็นคุณค่าในทัศนคติของผู้อื่น (Valuing others perspectives) หมายถึง นักเรียนได้เห็นคุณค่าของการทำงานกลุ่มนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานคนเดียว และยังเห็นคุณค่าในแง่มุมของบุคคลอื่นด้วย นอกจากนี้ยังได้เสริมว่ากลุ่มจะประสบความสำเร็จได้นั้นสมาชิกทุกคนต้องฟังเสียงของกันและกัน ความสามารถของแต่ละคนที่ต่างกันจะส่งเสริมให้ผลงานของกลุ่มมีประสิทธิภาพ การทำงานอย่างร่วมมือกันนั้นแตกต่างอย่างมากจากการใช้เวลาแข่งสังคมและการเรียนรู้ความเป็นมืออาชีพของแต่ละคนยังเกิดขึ้นภายในกลุ่มด้วย

2) การพึ่งพาอาศัยกัน (interdependence) หมายถึง นักเรียนตระหนักถึงการช่วยเหลือกันและกันให้กลุ่มได้ทำสำเร็จตามเป้าหมาย ได้พัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างกัน เรียนรู้บทบาทและ



หน้าที่ของตนเอง ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนคนอื่นผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการเชื่อมั่นว่าสมาชิกสามารถช่วยสมาชิกอื่นในการเรียนรู้ในส่วนที่ขาดหายไปได้

3) การเรียนรู้ตนเอง (learning about self) หมายถึง นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานกลุ่มถึงคุณค่าของความสำเร็จที่ได้ทำร่วมกันในกลุ่มมากกว่าคุณค่าที่เกิดจากตนเอง และได้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงทั้งทางพฤติกรรมและการรับรู้ที่มีต่อการทำงานกลุ่มซึ่งจะช่วยให้เรียนรู้ได้อย่างกระฉ่างชัดและมีกำลัง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถทำให้พวกเขาเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมรวมถึงพัฒนาการปฏิบัติงานได้

จากการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านบวกที่ส่งเสริมให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการทำงานกลุ่มมีดังนี้

- 1) ความพึงพอใจในการช่วยเหลือซึ่งกันในกลุ่ม
- 2) ความพึงพอใจในการแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบ
- 3) ความพึงพอใจในการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน
- 4) ความพึงพอใจในการเรียนรู้การทำงานและความเชื่อมั่นในกลุ่ม
- 5) ความพึงพอใจในผลงานและความสำเร็จของกลุ่ม

ปัจจัยด้านลบที่ขัดขวางการเกิดเจตคติที่ดีต่อการทำงานกลุ่มมีดังนี้

- 1) ความพึงพอใจในการทำงานเพียงลำพัง
- 2) ความรู้สึกผิดหวังและประทับใจอุปสรรคระหว่างทำงานกลุ่ม

## 2.6 แนวทางการประเมินเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

นักการศึกษาโดยเฉพาะนักจิตวิทยาทางการศึกษามีความเห็นเกี่ยวกับการวัดเจตคติว่าเป็นสิ่งที่วัดและประเมินได้ยาก จากการศึกษาพบแนวทางที่นักศึกษานำมาใช้ในการประเมินเจตคติต่อการทำงานกลุ่มได้ดังนี้

Cantwell and Andrews (2002) กล่าวถึงเจตคติต่อการทำงานกลุ่มในแง่ของความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ จึงได้พัฒนาแบบวัดความรู้สึกต่อการทำงานกลุ่ม (Feelings Towards Group Work) จำนวน 30 ข้อคำถาม เพื่อศึกษาปัจจัยทางพุทธิพิสัยและจิตพิสัยที่มีผลต่อการทำงานกลุ่มโดย

ใช้แบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับที่ 1 หมายถึง ไม่จริงเลย ถึงระดับที่ 5 หมายถึง เป็นจริงทั้งหมด

#### ตัวอย่าง

รายการ	5	4	3	2	1
1. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานกับการทำงานกลุ่ม					
10. ข้าพเจ้าชอบทำงานกลุ่มที่มีความหลากหลายทางเพศ					
20. ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนเป็นกลุ่ม					

Gaudet et al. (2010) ศึกษาผลของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยที่มีต่อเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม โดยใช้แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อบรรยากาศการทำงานกลุ่ม (Student Attitudes toward Group Environments: SAGE) จำนวน 54 ข้อคำถาม เพื่อสำรวจเจตคติที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดภาคการศึกษาในปี 2008 โดยใช้แบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ

#### ตัวอย่าง

รายการ	5	4	3	2	1
5. ข้าพเจ้าทำงานที่ได้รับเสร็จช้ากว่าปกติเมื่อทำงานร่วมกับนักเรียนคนอื่น					
15. สมาชิกในกลุ่มของข้าพเจ้าได้รับผลการเรียนในระดับดี ทั้งที่เขาไม่ได้ทำงานมากเท่าที่ควร					
20. ข้าพเจ้าเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกับนักเรียนคนอื่นที่มีความแตกต่างจากข้าพเจ้า					

นอกจากนี้ยังได้ใช้แบบเขียนตอบสั้นจำนวน 2 ข้อโดยใช้คำถามดังนี้

- 1) ข้อดี ประโยชน์ หรือคุณค่าอะไรที่นักเรียนได้รับจากการทำงานในบรรยากาศที่เป็นกลุ่ม
- 2) ข้อจำกัดอะไรที่นักเรียนเผชิญขณะทำงานร่วมกันในกลุ่ม

Heinstrom and Sormunen (2012) ศึกษาผลของการเขียนสารานุกรมออนไลน์อย่างร่วมมือรวมพลัง (collaborative wiki writing) ที่มีต่อเจตคติการทำงานกลุ่มของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จาก 1 (ไม่เห็นด้วย) ถึง 5 (เห็นด้วย)

### ตัวอย่าง

รายการ	5	4	3	2	1
การทำงานกลุ่มทำให้เกิดแนวคิดที่ดีจำนวนมาก					
ฉันมักจะได้รับความช่วยเหลือจากสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม					
การอภิปรายกลุ่มไม่มีประโยชน์และมักทำให้เสียเวลา					

จากการศึกษาแนวทางการวัดประเมินเจตคติต่อการทำงานกลุ่มนั้น มี 2 แนวทางคือ  
 1) การใช้แบบวัดมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จากระดับ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยที่สุด ถึงระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยที่สุด และ 2) การสัมภาษณ์หรือตอบสั้น

### 3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม (Team-based learning: TBL)

วิธีการสอนหนึ่งในวิชาเคมีที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีของนักเรียนนั้นที่ให้ผลลัพธ์เป็นอย่างดี คือ การสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นกลุ่มซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องร่วมกันแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงนำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมในการส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้เป็นทีม

Varma-Nelson and Coppola (2005) นำเสนอกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เป็นทีมที่อธิบายว่าทีมส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างไร ซึ่งเสนอไว้ดังนี้

1) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning) กล่าวว่า ความรู้ถูกสร้างขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลที่สร้างความรู้จากความรู้เดิมที่มีอยู่ ส่งผลให้เกิดการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การอภิปราย การโต้แย้งความคิด และฝึกกระบวนการทีมจากการให้ผลป้อนกลับแก่กัน

2) การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal teaching) นักเรียนที่มีความสามารถสูงจะเป็นผู้สอนนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า การอธิบายเนื้อหาความรู้จำเป็นต้องสะท้อนการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะการสื่อสารระหว่างบุคคลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความเข้าใจในการเรียนรู้แบบทีม การฝึกสะท้อนจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจการเรียนรู้ที่แท้จริงจากการอภิปรายจากคำตอบของคนอื่นและการลงข้อสรุปซึ่งดีกว่าการจดจำคำตอบเพียงอย่างเดียว

3) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมตามแนวคิดของ Vygotsky (Vygotsky's social constructivism) ที่เชื่อว่าชุมชนหรือสังคมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากสำหรับนักเรียนในการสร้างความหมาย มี 2 องค์ประกอบที่สำคัญคือ 1) บุคคลที่มีระดับความสามารถที่สูงกว่าผู้เรียนในเรื่องที่จำเพาะหรือกิจกรรมที่จำเป็นในการเรียนรู้ และ 2) ภาระงานถูกออกแบบให้ผู้เรียนได้ฝึกการใช้เหตุผลเพื่อให้ประสบความสำเร็จหรือมีความเข้าใจโดยให้ความช่วยเหลืออย่างเหมาะสม Zone of Proximal Development (ZPD) เป็นมโนทัศน์ที่สำคัญของทฤษฎีนี้เพื่อให้สามารถออกแบบภาระงานได้อย่างเหมาะสม

Hrynchak and Batty (2012) อธิบายลักษณะการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้เป็นทีมว่าเป็นหลักการของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้พัฒนาสื่อการเรียนการสอน แบบทดสอบ หรือปัญหาที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มในการแก้ไขปัญหาซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการบูรณาการความรู้ใหม่เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม การเรียนรู้โดยการบรรยายจะถูกลดบทบาทลงเพราะใช้หลักการของผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และเน้นความสำคัญของการให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียน (scaffolding) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ดังกล่าว

Jarjoura et al. (2014) อธิบายการเรียนรู้เป็นทีมว่าแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งมีรากฐานเช่นเดียวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของ Vygotsky ซึ่งในบริบทในห้องเรียนนั้นนักเรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น กิจกรรมที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงหรือส่งเสริมการคิดขั้นสูง โดยครูหรือเพื่อนสมาชิกในกลุ่มมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศักยภาพของตนเองให้สูงขึ้นไปอีกระดับหรือที่เรียกช่องว่างนั้นว่า “zone of proximal development” ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จจากการเรียนแบบร่วมมือ

การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เป็นทีมจากนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านพบว่า ทฤษฎีที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงมีดังนี้

1) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) คือ ทฤษฎีที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อบุคคลรับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ผ่านกระบวนการซึมซาบ (assimilation) เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญา (schema) แต่หากความรู้ที่รับเข้าไบนั้นไม่สามารถเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุล ทำให้ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเอง Piaget เชื่อว่าบุคคลมีพัฒนาการทางสติปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อม (ทศนา แชนณี, 2557)

2) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) โดย Vygotsky ให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจากการใช้ภาษาและวัฒนธรรม รวมถึงแนวคิด การให้ความช่วยเหลือชี้แนะจากบุคคลที่มีความสามารถในระดับสูงแก่บุคคลที่อยู่ในระดับต่ำกว่า (scaffolding) เพื่อให้บุคคลที่มีความสามารถต่ำกว่าพัฒนาศักยภาพของตนเองจากที่เป็นอยู่ไปสู่ระดับ ที่ควรพัฒนาได้ เป็นแนวคิดที่เรียกว่า Zone of Proximal Development ดังนั้นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้น ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้นั้น ต้องสนับสนุนให้แต่ละบุคคลสามารถ ทำงานได้และนำมารวมเข้ากับของสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อให้ได้งานที่สมบูรณ์ มีหลักการสำคัญดังนี้ การทำงานเป็นกลุ่มที่ให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันและสามารถพัฒนาและฝึกฝนให้เกิดทักษะ การทำงานแบบร่วมมือและประสบความสำเร็จร่วมกันด้วยความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุ เป้าหมาย กลุ่มจำเป็นต้องมีแนวทางและได้รับคำแนะนำในการทำงานเพื่อให้ได้ผลผลิตที่คาดหวังไว้ และสมาชิกทุกคนควรมีหน้าที่ มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน (Schunk, 2004)

### 3.2 หลักการสำคัญของการเรียนรู้เป็นทีม

การเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนคุ้นเคยนั้นไปสู่การจัดการเรียนการสอน ที่ให้นักเรียนได้ใช้โมโนทัศน์เพื่อแก้ปัญหาเป็นงานที่ไม่ง่ายนัก การเปลี่ยนแปลงนี้จำเป็นต้อง เปลี่ยนแปลงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน บทบาทหลักของครูผู้สอนจากที่เป็นผู้ให้ข้อมูล กลายเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ออกแบบและจัดการกระบวนการเรียนการสอน สำหรับบทบาทนักเรียนจากที่ เป็นผู้รับข้อมูลเป็นผู้ที่ยอมรับความรับผิดชอบสำหรับการเริ่มต้นบทเรียนที่นักเรียนต้องเตรียมตัว สำหรับการดำเนินงานเป็นทีมในชั้นเรียน ซึ่ง Michaelsen et al. (2011) อธิบายหลักการสำคัญของ การเรียนรู้เป็นทีมไว้ดังนี้

#### 1) การจัดกลุ่มต้องเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีการจัดการที่ดี

ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม ครูต้องคาดคะเนข้อมูลของผู้เรียนใน แต่ละกลุ่มว่าจะมีศักยภาพที่สามารถบรรลุงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างสมบูรณ์ และต้องมึ ความแตกต่างของความสามารถระหว่างกลุ่มน้อยที่สุดหรือมีระดับที่เท่ากัน หลีกเลี่ยงสมาชิกที่จะไป ขัดขวางการพัฒนาความสามัคคีภายในกลุ่ม และต้องมั่นใจว่าแต่ละกลุ่มจะมีโอกาสที่จะพัฒนา การเรียนรู้เป็นทีม

## 2) นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อคุณภาพของงานทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่ม

ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมนักเรียนจำเป็นต้องทำหน้าที่ทั้งเป็นผู้วิจัยและเพื่อนสมาชิกเพื่อปริมาณและคุณภาพของงานแต่ละคน นอกจากนี้ทีมต้องมีความรับผิดชอบทั้งปริมาณและคุณภาพในงานของกลุ่ม

ความรับผิดชอบต่อการเตรียมพร้อมก่อนเรียนแต่ละบุคคลมีผลต่อการเรียนรู้และการพัฒนาของทีม ถ้าสมาชิกจำนวนหนึ่งของทีมไม่ได้เตรียมตัวมาสำหรับภาระงานกลุ่มที่ซับซ้อนจะทำให้ทีมทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะสำเร็จภาระงานนั้นได้น้อย การอภิปรายภายในกลุ่มจะเกิดขึ้นได้น้อยหรืออาจถูกละเลยไป นอกจากนี้การขาดการเตรียมพร้อมจะไปกีดกันพัฒนาการของความสามัคคีในกลุ่มเนื่องจากว่าคนที่มีความพยายามมากต่อการเตรียมพร้อมจะไม่พอใจที่ต้องนำพาเพื่อนไปสู่เป้าหมาย ด้วยเหตุนี้ประสิทธิภาพของการใช้การเรียนรู้แบบทีมนักเรียนแต่ละคนจำเป็นต้องรับผิดชอบต่อการเตรียมพร้อมก่อนเข้าชั้นเรียน

ความรับผิดชอบต่อในการสนับสนุนทีม สมาชิกเสียสละเวลาและความพยายามเพื่อทำงานกลุ่ม ซึ่งสามารถประเมินการสนับสนุนนี้จากเพื่อนร่วมทีม นั่นคือสมาชิกควรได้รับโอกาสในที่จะประเมินการมีส่วนร่วมของสมาชิกในทีม การมีส่วนร่วมนี้รวมไปถึงกิจกรรมนอกชั้นเรียน เช่น การเตรียมพร้อมสำหรับงานกลุ่ม การเข้าชั้นเรียนตรงเวลา การหมั่นเข้าประชุมกันของสมาชิกมีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่มเชิงบวก และให้ความสนับสนุนสมาชิกอื่นในทีม การประเมินเพื่อนร่วมทีมนี้มีความสำคัญมากเพราะสมาชิกเพียงคนเดียวไม่สามารถมีข้อมูลพอที่จะประเมินสมาชิกคนอื่นได้อย่างถูกต้อง

ความรับผิดชอบต่อความสามารถของทีมที่มีคุณภาพสูง นับว่าเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการทำให้มั่นใจได้ว่าความรับผิดชอบกำลังพัฒนาค่าเฉลี่ยที่มีประสิทธิภาพที่จะประเมินความสามารถของทีม มีหลักสำคัญที่ใช้ประเมินทีมอย่างมีประสิทธิภาพคือ 1) การมอบหมายงานที่ทีมจำเป็นต้องสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่สามารถถูกเปรียบเทียบข้ามทีมและพร้อมกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 2) การใช้การดำเนินการเพื่อทำให้มั่นใจว่าการเปรียบเทียบเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในเวลาที่เหมาะสม

3) นักเรียนต้องได้รับผลตอบกลับอย่างสม่ำเสมอและทันที การให้ผลตอบกลับอย่างทันที เป็นหลักสำคัญในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมอธิบายได้ดังนี้ 1) ผลตอบกลับ มีความสำคัญต่อการเรียนเนื้อหาและความคงทน 2) การให้ผลตอบกลับอย่างทันทีส่งผลกระทบต่อ การพัฒนาในกลุ่ม

4) ภาระงานกลุ่มต้องสนับสนุนทั้งการเรียนรู้และการพัฒนาทีม พื้นฐานที่สำคัญที่สุดของ การออกแบบภาระงานที่ให้กับทีมนั้นต้องส่งเสริมทั้งการเรียนรู้และการพัฒนาทีมคือต้องมั่นใจว่า ปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มนั้นเป็นสิ่งจำเป็น ในกรณีตัวอย่างส่วนใหญ่พบว่าการมอบหมายภาระงานให้ทีม นั้นทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในทีมอยู่ในระดับสูง ซึ่งเกิดจากที่ทีมใช้มนทัศน์ในการตัดสินใจในประเด็น ซ้ำซ้อนที่เกี่ยวข้องและทำให้ทีมนำเสนอการตัดสินใจในรูปแบบง่าย ๆ ในทางตรงกันข้ามถ้าภาระงานที่ มอบหมายให้นักเรียนนั้นเกี่ยวข้องกับการผลิตผลลัพธ์ที่ซ้ำซ้อน เช่น เอกสารที่มีความยาวมาก ซึ่งมักจะจำกัดการเรียนรู้และการพัฒนาทีมเนื่องจากว่า การอภิปรายจะเกิดขึ้นอย่างสั้น ๆ เพราะนักเรียนจะรู้สึกว่าเป็นงานที่เร่งด่วนต้องรีบทำซึ่งมีผลต่อการให้คะแนน และแทนที่จะให้ ความสนใจกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง นักเรียนมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ

### 3.3 ความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มกับการทำงานเป็นทีม

การทำงานกลุ่มและการทำงานเป็นทีม มีทั้งความเหมือนและความแตกต่างกันในลักษณะ ต่าง ๆ ซึ่งจากการศึกษาจากงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถอธิบายความแตกต่างได้ดังนี้

Zeff and Higby (2002) อธิบายความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มและ การทำงานเป็นทีมได้ดังนี้

1) การทำงานเป็นกลุ่ม หมายถึง การรวมตัวกันของคนทำงานอยู่ในสายงานหรือสถานที่ เดียวกันมาทำงานร่วมกันเพื่อให้ภาระงานที่ได้รับสำเร็จ ผลงานของกลุ่มเกิดจากการแบ่งปันข้อมูล ความคิดเห็นและความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งแก่กัน จุดสำคัญของการทำงานเป็นกลุ่มคือความสามารถของ แต่ละบุคคลและการกระทำที่เกิดขึ้นภายในที่เป็นตัวขับเคลื่อนการทำงาน กลุ่มทั่ว ๆ ไปจะมีกฎและ บรรทัดฐาน ผู้นำกลุ่มส่วนใหญ่จะอยู่ในตำแหน่งสูง ซึ่งจะประเมินการทำงานของสมาชิกเป็นรายบุคคล ผลงานของแต่ละคนจะเป็นตัวบอกความสำเร็จของกลุ่ม



2) การทำงานเป็นทีม หมายถึง กลุ่มของคนจำนวนน้อย ๆ ที่มีทักษะที่ส่งเสริมกันและมีเป้าหมายที่ยอมรับร่วมกัน แนวทางการทำงานขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลและมีความรับผิดชอบร่วมกัน โดยทีมทำงานด้วยความเคารพซึ่งกันและกัน ทีมมีผลงานที่เกิดจากการนำมารวมกันด้วยลักษณะเฉพาะของสมาชิกแต่ละคน การทำงานเป็นทีมทำให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาและให้เห็นความสำคัญของสมาชิกในทีม

Adel and Mostafa (2005) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มกับการทำงานเป็นทีมในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) การทำงานเป็นกลุ่ม หมายถึง การทำงานร่วมกันของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ที่มีปฏิสัมพันธ์กันและพึ่งพาอาศัยกัน เพื่อที่จะทำให้อัตถุประสงค์ที่จำเพาะร่วมกัน ผลการทำงานของกลุ่มโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละคน สมาชิกแต่ละคนจะใช้ความสามารถของตนเองเพื่อบรรลุเป้าหมายและรับผิดชอบต่อผลการทำงานในส่วนของตนเองเท่านั้น เป้าหมายของกลุ่มเป็นเป้าหมายที่มีความสนใจร่วมกัน และการทำงานกลุ่มจำเป็นต้องทำงานตามการบริหารงาน

2) การทำงานเป็นทีม หมายถึง การทำงานของกลุ่มที่สมาชิกแต่ละคนมีทักษะที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน ผลงานของทีมขึ้นอยู่กับลักษณะจำเพาะของสมาชิกแต่ละคน และขึ้นอยู่กับผลงานที่นำมารวมกัน นอกจากนี้ทีมยังให้ความสำคัญทั้งความรับผิดชอบส่วนบุคคลและของทีม ซึ่งหมายถึงสมาชิกแต่ละคนของทีมจะมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อผลงานที่ทำออกมาด้วยกัน โดยเป้าหมายของทีมเกิดจากการลงความเห็นชอบร่วมกัน ซึ่งอาจเป็นเป้าหมายที่มุ่งสู่ความเป็นที่หนึ่งหรือเป็นทีมที่ดีที่สุด การทำงานของสมาชิกเกิดขึ้นอย่างมีอิสระไม่ต้องอาศัยการบริหารจัดการ

Pratibha Varma-Nelson (2005) อธิบายความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มและการทำงานเป็นทีมสรุปได้ดังนี้

1) ลักษณะของการทำงานเป็นกลุ่มจะมีหัวหน้ากลุ่มเพียงคนเดียว สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง สมาชิกจะได้รับหน้าที่ในการทำงานเป็นคำสั่งซึ่งอยู่ภายใต้ภารกิจเดียวกัน แต่ละคนจะส่งผลงานตามความรับผิดชอบ การประชุมการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินผลการทำงานเกิดขึ้นโดยตรงจากอิทธิพลของผู้อื่น ผู้แทนจะทำหน้าที่นำอภิปรายและตัดสินใจอย่างเป็นทางการ พบปะกันเมื่อจำเป็น

2) ลักษณะของการทำงานเป็นทีม สมาชิกในทีมจะแบ่งปันบทบาทกันเป็นผู้นำตามที่เห็นว่าเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ มีความรับผิดชอบและเป้าหมายในการทำงานร่วมกันซึ่งสามารถเสนอหน้าที่รับผิดชอบตามความถนัด ผลงานที่ได้จะนำมารวมกัน สนับสนุนการอภิปรายแบบเปิดและการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ประเมินความสามารถโดยตรงตามผลงาน อภิปรายและตัดสินใจร่วมกันระหว่างการปฏิบัติงานจริง มีความซื่อสัตย์ ทำงานด้วยความสนุกสนานและพบปะเพื่อทำงานร่วมกัน

จากการศึกษาลักษณะการทำงานเป็นกลุ่มและการทำงานเป็นทีมจากนักการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปประเด็นเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มและการทำงานเป็นทีมได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มกับการทำงานเป็นทีม (Pratibha Varma-Nelson, 2005)

ประเด็นเปรียบเทียบ	การทำงานเป็นกลุ่ม	การทำงานเป็นทีม
ความสามารถและทักษะ	มีความแตกต่างและหลากหลาย	มีความแตกต่าง แต่ช่วยส่งเสริมกัน
ผู้นำ	มีผู้นำเพียงคนเดียว มีหน้าที่จัดการการทำงาน	ผลัดกันเป็นผู้นำ มีหน้าที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนซึ่งกันและกัน
เป้าหมาย	มีเป้าหมายเดียวกัน เป้าหมายได้จากผู้นำเป็นคนกำหนด	มีเป้าหมายร่วมกัน สมาชิกทุกคนในทีมยอมรับเป้าหมายของทีม
ความรับผิดชอบ	รับผิดชอบในหน้าที่และผลงานของตนเอง	รับผิดชอบร่วมกันทั้งของตนเองและของทีม

**ตารางที่ 1 (ต่อ) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทำงานเป็นกลุ่มกับการทำงานเป็นทีม**

ประเด็นเปรียบเทียบ	การทำงานเป็นกลุ่ม	การทำงานเป็นทีม
การทำงาน	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย แต่ละคน และได้รับการ ประเมินรายบุคคล	ทำงานอย่างเป็นอิสระและ ทำงานร่วมกัน ประเมินจาก ผลงานเดียวกัน ผลที่ได้รับ เท่ากันทุกคน
การตัดสินใจ	เสนอความคิดเห็น ร่วมอภิปรายเพื่อช่วยผู้นำใน การตัดสินใจ	ทุกคนแสดงความคิดเห็น อภิปรายและหาข้อสรุปใน การตัดสินใจร่วมกัน
เวลาที่ใช้ในการทำงาน ร่วมกัน	ทำงานด้วยกันน้อย แยกย้าย กันไปทำงาน	ทำงานร่วมกันในทีเดียวกันจน บรรลุวัตถุประสงค์

### 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม

Dinan and Frydrychowski (1995) ใช้วิธีการเรียนรู้เป็นทีมสำหรับสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์ของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ของวิทยาลัย Canisius รัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา มีรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

วันแรกของชั้นเรียน ครูอธิบายการเรียนรู้แบบทีมให้กับนักเรียน จากนั้นจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิก 5 – 6 คน ซึ่งจะเรียนร่วมกันไปตลอดจนจบภาคการศึกษา และครูต้องแน่ใจว่าในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันโดยต้องคำนึงถึง ระดับทางการศึกษา เชื้อชาติ และลักษณะทางเพศ นักเรียนภายในกลุ่มทำความรู้จักกันและทำกิจกรรมร่วมกัน ครูถ่ายรูปของนักเรียนแต่ละกลุ่มไว้เพื่อให้ง่ายต่อการจำชื่อและใบหน้าของนักเรียน

วันที่สองของชั้นเรียน ครูอธิบายเกณฑ์การให้คะแนนในส่วนของคุณภาพความรับผิดชอบ รายบุคคล และคะแนนสำหรับกลุ่ม และการประเมินเพื่อนสมาชิกเป็นส่วนหนึ่งของการให้คะแนน จากนั้นครูให้แต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการกำหนดน้ำหนักการให้คะแนนของทั้งสามส่วนข้างต้น

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจมีความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันซึ่งต้องใช้การเจรจาต่อรองให้ตกลงกันได้ การทำเช่นนี้ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพในการสร้างความเป็นทีมและเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนทุกคนมีสิทธิและเสียงในความยุติธรรมและความเท่าเทียมกันในกระบวนการจะเกิดขึ้น ในรายวิชาต่อไป ก่อนจบวันที่สองครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าครั้งต่อไปจะมีแบบทดสอบย่อยให้นักเรียนไปเตรียมตัวล่วงหน้าในเนื้อหาดังกล่าว

ในชั้นเรียนทั่วไป ครูให้นักเรียนเข้าทีมและนั่งเป็นวงกลม ครูใช้เวลาให้นักเรียน 10 นาทีก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใน 10 นาทีนี้ให้สมาชิกในทีมช่วยซึ่งกันและกันเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือปัญหาที่นักเรียนพบจากบทเรียน จากนั้นครูแจกแบบทดสอบย่อยให้แก่ นักเรียน ในตอนแรกครูให้นักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเองก่อนและหลังจากนั้นให้ทำร่วมกันเป็นทีมอีกครั้งหนึ่งซึ่งใช้แบบทดสอบเดียวกัน ในขณะที่ทีมทำแบบทดสอบร่วมกัน ครูจะตรวจแบบทดสอบรายบุคคลเพื่อให้คะแนนรายบุคคล เมื่อหมดเวลาแบบทดสอบจะถูกเก็บและเมื่อครูให้คะแนนเสร็จแล้วจะถูกส่งคืนแก่นักเรียน จากนั้นอีก 30 นาที ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของตนเอง ให้นักเรียนเสนอและแสดงความคิดเห็นต่อคำตอบ ซึ่งนักเรียนอาจต้องได้รับแรงกระตุ้นเพื่อให้ตั้งคำถามและร่วมอภิปรายเล็กน้อย คำถามของนักเรียนจะเปิดโอกาสให้ครูได้บรรยายบทเรียนพอสังเขปซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยครูแสดงให้นักเรียนเห็นวัตถุประสงค์การเรียนของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เห็นประเด็นที่จะต้องช่วยกันทำให้ชัดเจน และครูแจ้งบทเรียนในครั้งหน้าต่อไป

การทดสอบจะเกิดขึ้นทุก ๆ 3 อาทิตย์โดยการทดสอบมีทั้งการทดสอบรายบุคคลและการทดสอบของทีม และการประเมินโดยเพื่อนจะทำ 2 ครั้งตลอดภาคการศึกษา

Michaelsen et al. (2011) การใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมให้มีประสิทธิภาพนั้นการออกแบบรายวิชาจากเริ่มต้นไปถึงสิ้นสุดนั้นเป็นสิ่งจำเป็น และกระบวนการออกแบบนั้นควรเริ่มก่อนที่จะเริ่มภาคการศึกษา กระบวนการเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจและการออกแบบกิจกรรมในช่วง 4 เวลาที่ต่างกัน ได้แก่ ก่อนเริ่มการเรียนการสอน วันแรกของการเรียนการสอน การเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และใกล้สิ้นสุดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ก่อนเริ่มการเรียนการสอน ครูใช้การออกแบบย้อนกลับสำหรับบทเรียนว่าต้องการให้นักเรียนทำ และต้องเป็นสิ่งที่นักเรียนได้ใช้ความรู้ รวมถึงการออกแบบระบบการให้คะแนนแก่นักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพ

2) วันแรกของการเรียนการสอน ครูแนะนำให้ให้นักเรียนให้เข้าใจถึงการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทราบและเตรียมพร้อม จากนั้นครูให้นักเรียนจัดกลุ่มโดยอาศัยวิธีจัดกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ สุดท้ายชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินและการให้คะแนนในรายวิชา อาจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการให้น้ำหนักของคะแนนในส่วนต่าง ๆ

3) การเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมจะเริ่มด้วยกระบวนการประเมินความพร้อม ซึ่งเกิดขึ้นอย่างน้อย 5-7 ครั้ง ในแต่ละภาคการศึกษา กระบวนการประเมินความพร้อม (RAP) มีองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการดังนี้ การมอบหมายให้อ่านหนังสือ การทดสอบรายบุคคล (iRAT) การทดสอบเป็นทีม (tRAT) กระบวนการแจ้งข้อสงสัย และการให้ผลป้อนกลับจากครู

4) ใกล้สิ้นสุดการเรียนการสอน ครูสามารถช่วยนักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แข็งแกร่งและขยายความเข้าใจของนักเรียนทั้งเนื้อหาสาระและกระบวนการกลุ่มโดยการให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมได้สอนอะไรบ้างทั้งในมนทัศน์ การทำงานเป็นทีม การตอนสอนที่ส่งเสริมการทำงานของทีมและของตนเอง

Loo (2013) ได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดของ POGIL การเรียนรู้แบบแนะนำ และการเรียนรู้เป็นทีม ซึ่งมีเป้าหมายสำหรับนักเรียนให้ได้รับประสบการณ์ภาคปฏิบัติโดยใช้การรู้เรื่องเคมีที่จะเขียนรายงานผลปฏิบัติการทดลอง ทีมนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตามใบงานร่วมกัน ซึ่งช่วยแนะนำนักเรียนผ่านแบบฝึกการแก้ปัญหา มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ผู้สอนเสนอข้อมูลของปัญหาหรือภาระงานและอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเขียนรายงานผลปฏิบัติการทดลอง การบรรยายมีระยะเวลาสั้นๆและครอบคลุมเนื้อหาหมโนทัศน์หรือการประยุกต์ซึ่งเน้นขั้นตอนข้อมูลสำหรับการแก้ไขปัญหา เช่น การค้นหาแหล่งอ้างอิงจากการสังเคราะห์สารประกอบทางเคมีครั้งแรกซึ่งจะให้ข้อมูลเชิงประวัติศาสตร์ของการวิจัย

2. การทำงานเป็นทีม นักเรียนดำเนินการตามใบงานซึ่งแนะนำไว้เป็นขั้นตอนผ่านภาระงานในเชิงเทคนิคและเชิงวิเคราะห์เพื่อที่จะแก้ปัญหาข้อมูล ตามแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนตอบสนองต่อช่องว่างสำหรับเติมคำตอบที่เป็นเป้าหมายและคำถามแบบตอบสั้น โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ผู้สอนตรวจสอบการดำเนินงานและให้การสนับสนุนโดยการผลักดันตอบทีละทีมและตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่ม

3. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่มย่อยเพื่อตอบคำถามให้กว้างขึ้น

4. หลังจากทีมนักเรียนแต่ละทีมทำกิจกรรมได้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว นักเรียนทุกคนกลับเข้ากลุ่มเดิมอีกครั้ง ผู้สอนทำการทบทวนบทเรียน แบบฝึกหัด และนักเรียนอภิปรายคำตอบของตนเองที่ได้ทำไป เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้สอนและผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ชั้นเรียน และเพื่อให้แน่ใจว่าทุกคนได้รับการแก้ไขข้อผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนแล้ว การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนควรส่งเสริมการสอนแบบเพื่อนสอนเพื่อน ในขณะที่แต่ละกลุ่มได้แบ่งปันและอธิบายประสบการณ์การเรียนรู้

Davidson, Major, and Michaelsen (2014) สรุปขั้นตอนของการนำการเรียนรู้เป็นทีมไปใช้ไว้ดังนี้

ระยะที่ 1 การมอบหมายภาระงานล่วงหน้า

ระยะที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 30 – 60 นาที แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1) การทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคล เป็นการทดสอบนักเรียนว่ามีความพร้อมหรือไม่โดยครอบคลุมเนื้อหาที่ครูมอบหมายไปก่อนหน้า

2) การทดสอบประกันความพร้อมของทีม ให้นักเรียนเข้าทีมแล้วทำแบบทดสอบที่เหมือนกับการทดสอบรายบุคคลอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันเพื่อหาคำตอบ โดยในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ผลป้อนกลับในทันทีจากการตัดสินใจ หลังจากทีมนักเรียนนับคะแนนรวมแล้ว หากทีมยังรู้สึกว่าจะสามารถสร้างข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลสำหรับคำตอบของตนเองที่ได้ทำผิดพลาดไปเพื่อจะได้รับการคะแนนเต็ม พวกเขาสามารถเขียนคำร้องได้โดยมีหลักฐานอ้างอิง

3) การทำให้ชัดเจนและการทบทวน ผู้สอนช่วยให้นักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยมีความเข้าใจให้ถูกต้อง

ระยะที่ 3 การนำความรู้ไปใช้ เป็นระยะที่ต้องให้เวลามากที่สุด ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 1.5 – 2 ชั่วโมง ผู้สอนให้นักเรียนนำความรู้เนื้อหาไปใช้ในกิจกรรมทีม

Jarjoura et al. (2014) ใช้การเรียนรู้เป็นทีมในการสอนวิชาชีววิทยาของนักเรียนเกรด 7 ใช้เวลา 8 คาบ คาบละ 50 นาที และ 2 คาบ สำหรับสรุปการเรียนรู้การสอน มีขั้นตอนดังนี้

ก่อนการเรียนการสอน ครูอธิบายนักเรียนถึงการจัดการเรียนการสอนและระบบการให้คะแนน จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาบทเรียนในหนังสือเองที่บ้าน โดยมีคำแนะนำในการอ่านที่รวมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ไว้

ระหว่างการเรียนการสอน 10 นาทีแรกของแต่ละคาบ นักเรียนทำแบบทดสอบรายบุคคล จากนั้นอีก 5 นาที ทีมทำแบบทดสอบร่วมกันอีกครั้ง จากนั้น 25 นาทีต่อมา ครูให้นักเรียนแต่ละทีมร่วมกันแก้ปัญหาในประเด็นที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับโลกความจริง เป็นการช่วยให้นักเรียนได้นำความรู้มาใช้เพื่อแก้ปัญหา และ 10 นาทีสุดท้าย ครูให้ทีมร่วมกันนำเสนอและอภิปรายการแก้ปัญหาของทีมตนเอง

#### ตัวอย่างกิจกรรมในขั้นการทดสอบของทีม

ครูหรือนักเรียนอ่านคำถาม จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละทีมปรึกษาและช่วยกันหาคำตอบ จากนั้นยกการ์ดคำตอบ A B C หรือ D ครูเลือกทีมที่ตอบแตกต่างไปจากทีมอื่น การอภิปรายนี้จะช่วยให้ครูได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนที่ขาดไป

#### ตัวอย่างกิจกรรมในขั้นการประยุกต์ความรู้

ครูให้ปัญหาแต่ละทีมช่วยกันแก้ปัญหา จากนั้นครูเดินสำรวจนักเรียนรอบห้องเพื่อสังเกตการมีส่วนร่วมในทีม ช่วยเหลือและให้ข้อมูลที่กระจำจชัดขึ้น ให้ผลป้อนกลับนักเรียนอย่างทันที และประเมินระดับความสามารถของนักเรียนทั้งรายบุคคลและทีม

สำหรับ 2 คาบสุดท้ายของการเรียนการสอน ครูมุ่งเน้นไปที่มโนทัศน์ที่ยังเป็นปัญหาอยู่ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนถามสิ่งที่ยังสงสัยหรือมีความเข้าใจผิดพลาด และจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันประเมินโดยใช้แบบประเมินโดยเพื่อน (ตามแบบของ Michaelsen et al., 2011) และแบบประเมินความคิดเห็นหรือประสบการณ์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม

จากผลการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีมตามหลักการของ Michaelsen et al. (2011) ที่เป็นผู้พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอน พบว่ามีการศึกษาต่าง ๆ ได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้เป็นทีมดังนี้

1) การมอบหมายการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคล ผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนศึกษามโนทัศน์สำคัญและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนต่อไป โดยครูอาจให้ศึกษาจากเอกสาร ตำรา หนังสือเรียน หรือวิดีโอทัศน์

2) การทดสอบการประกันความพร้อมรายบุคคล ผู้สอนทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบรายบุคคลเพื่อประเมินความเข้าใจพื้นฐานของนักเรียนที่ได้ไปศึกษาจากที่ผู้สอนมอบหมายไปล่วงหน้า

3) การทดสอบการประกันความพร้อมเป็นกลุ่ม ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคลอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาคำตอบที่ถูกต้อง และในแต่ละข้อของแบบทดสอบนักเรียนจะได้รับผลป้อนกลับในทันที หากยังหาคำตอบที่ได้อย่างไม่ถูกต้อง จะต้องปรึกษาและอภิปรายร่วมกันเพื่อหาคำตอบอีกครั้งจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

4) การให้ร้องอุทธรณ์ ผู้สอนสรุปคะแนน และเปิดโอกาสให้ทีมที่ยังมีข้อสงสัยเกี่ยวกับคำตอบที่ผู้สอนได้เฉลยไปมีโอกาสดูแย้ง และหาหลักฐานมากล่าวอ้าง ซึ่งจะให้นักเรียนได้ตรวจสอบตนเองจากแหล่งอ้างอิงได้

5) การให้ผลป้อนกลับและทำให้กระจ่างชัด ผู้สอนพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบและในการร้องอุทธรณ์ว่ายังมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร ผู้สอนต้องรีบแก้ไขและอธิบายสรุปให้เข้าใจถูกต้องอีกครั้ง

6) การประยุกต์ความรู้ ผู้สอนให้นักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อให้นักเรียนร่วมกันนำความรู้มาแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ และนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน



#### 4. วิธีสืบสอบ (Inquiry Method)

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าความรู้เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติพบว่านักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงได้นำแนวทางการทำงานดังกล่าวมาปรับใช้กับนักเรียน จึงเกิดเป็นวิธีสืบสอบขึ้นมา ดังที่จะนำเสนอในรายละเอียดดังนี้

##### 4.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนวิธีสืบสอบ

Farrell, Moog, and Spencer (1999) กล่าวว่า การสืบสอบหรือวิธีสืบสอบนั้นสอดคล้องกับหลักการของคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ซึ่งมีลักษณะดังนี้ วิธีสืบสอบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและการคิดร่วมกันในชั้นเรียน ให้สร้างความรู้และลงข้อสรุปด้วยตนเองจากการวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกัน เรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจในทศน์และแก้ปัญหาาร่วมกัน

Terwel (1999) ศึกษาหลักสูตรในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ถูกออกแบบภายใต้แนวคิดของคอนสตรัคติวิสต์ พบว่าหลักสูตรหรือโปรแกรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบนั้นเป็นหนึ่งในหลักสูตรที่เขาได้ศึกษาและกล่าวถึงไว้ในการศึกษาวิจัย

Abd-El-Khalick et al. (2004) กล่าวถึงการสืบสอบว่าเป็นแนวการสอนตามหลักคอนสตรัคติวิสต์ที่มีวัตถุประสงค์ทางการศึกษาร่วมกันจำนวนมาก เช่น การเน้นให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์และความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนได้รับมากับการพัฒนามโนทัศน์ในประวัติศาสตร์

การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีสืบสอบจากนักการศึกษาพบว่า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีสืบสอบที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงคือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อบุคคลรับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ผ่านกระบวนการซึมซาบ (assimilation) เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญา (schema) แต่หากความรู้ที่รับเข้าไปนั้นไม่สามารถเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation)

เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุล ทำให้ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเอง Piaget เชื่อว่าบุคคลมีพัฒนาการทางสติปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมี ปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อม (ทิตินา แชมมณี, 2557)

#### 4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ

แนวคิดการสืบสอบนั้นทำให้นักการศึกษาสนใจนำแนวคิดต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นรูปแบบการเรียนการสอน แนวคิด กลวิธีการเรียนรู้ หรือวงจรการเรียนรู้ เมื่อพิจารณาลักษณะที่เฉพาะของวิธีสืบสอบแล้วนั้นมาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิธีสืบสอบอย่างหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือ รูปแบบการสอน 5E (Bybee et al., 2006) ซึ่งจะนำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

รูปแบบการสอน 5E (5E Instructional model) มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นทบทวนและล้างความรู้หรือประสบการณ์เดิม จากนั้นเชื่อมโยงความรู้เดิมด้วยคำถามสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความสนใจและความสงสัย แสดงให้เห็นถึงเป้าหมายของการเรียนหรือผลการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาสาระ คำตอบของคำถามสำคัญจะแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้นซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพิสูจน์คำตอบว่าถูกหรือไม่ อย่างไร

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เป็นขั้นของการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติการทดลอง การศึกษาจากวิดีโอทัศน์ หรือจากกิจกรรมที่จัดไว้ ซึ่งต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิมรวมถึงกระบวนการและทักษะที่มีอยู่ในการสำรวจและค้นหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำและสรุปข้อมูล

3. **ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation)** เป็นขั้นที่นำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตอบคำถามสำคัญและอธิบายนำเสนอ เพื่อร่วมกันสร้างความเข้าใจมโนทัศน์หรือทักษะที่ถูกต้องเพื่อนำความเข้าใจมโนทัศน์ไปใช้ในขั้นต่อไป

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นที่นำความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมาใช้หรือประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ผ่านกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นเพื่อให้ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง รวมถึงได้ฝึกฝนทักษะหรือพฤติกรรมเป้าหมาย กิจกรรมดังกล่าวอาจเป็นกิจกรรมกลุ่มที่มีการอภิปราย

ร่วมกัน การทำภาระงานให้สำเร็จตามที่ได้รับ ทำให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างกันเพิ่มเติม ผ่านกระบวนการทำงานและการศึกษากลวิธีที่ทำให้งานประสบความสำเร็จ

**2.5 ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นขั้นของการประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามวัตถุประสงค์ของการเรียน ผ่านการให้ผลป้อนกลับและการประเมินตนเองระหว่างเรียนในแต่ละชั้น รวมถึงการประเมินสรุปในช่วงท้ายของชั้นขยายความรู้ว่ามีความเข้าใจในระดับใด ทำให้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อีก

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอน 5E สรุปบทบาทหน้าที่ของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในรูปแบบการสอน 5E (Bybee, 2006)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. สร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สร้างความสนใจ</li> <li>• ทำให้เกิดความสงสัย</li> <li>• ตั้งประเด็นคำถาม</li> <li>• ล้วงความรู้เดิม ว่านักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือหัวข้อนั้น ๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ถามคำถาม</li> <li>• แสดงความสนใจในหัวข้อเรื่อง</li> </ul>
2. สำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ส่งเสริมนักเรียนให้ทำงานด้วยกัน โดยไม่ใช้การสอนโดยตรง</li> <li>• สังเกตและฟังนักเรียนขณะที่ทำกิจกรรม</li> <li>• ถามคำถามนำเพื่อให้นำนักเรียนไปสู่การตรวจสอบค้นคว้าเมื่อจำเป็น</li> <li>• ใ้เวลานักเรียนในการแก้ปัญหา</li> <li>• ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> <li>• สร้างสิ่งที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• คิดอย่างอิสระภายใต้ขอบเขตของกิจกรรม</li> <li>• ทดสอบสมมติฐาน</li> <li>• สร้างสมมติฐานใหม่</li> <li>• บันทึกสิ่งที่สังเกตและแนวคิด</li> <li>• ถามคำถามที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>

ตารางที่ 2 (ต่อ) บทบาทของครูและนักเรียนในรูปแบบการสอน 5E (Bybee, 2006)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. <b>ขั้นสร้างคำอธิบาย</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบาย มโนทัศน์และนิยามด้วยคำของตนเอง</li> <li>ร้องขอหลักฐานจากนักเรียนและนำไปสู่ความชัดเจน</li> <li>ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นฐานในการอธิบายมโนทัศน์</li> <li>ประเมินการเข้าใจของนักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรือคำตอบ</li> <li>รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างมีวิจารณญาณ</li> <li>ตั้งคำถามจากคำอธิบายของคนอื่น</li> <li>รับฟังและพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายที่ครูได้นำเสนอ</li> <li>อ้างอิงถึงกิจกรรมก่อนหน้า</li> <li>ใช้ข้อมูลที่บันทึกไว้มาสร้างคำอธิบาย</li> <li>ประเมินความเข้าใจของตนเอง</li> </ul>
4. <b>ขั้นขยายความรู้</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ให้นักเรียนได้นำคำอธิบาย นิยามที่ได้สร้างไว้มาใช้</li> <li>ส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์และขยายมโนทัศน์และทักษะในสถานการณ์ใหม่</li> <li>ให้นักเรียนระลึกถึงคำอธิบายแบบอื่น</li> <li>ให้นักเรียนได้อ้างอิงจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ และถาม “อะไรที่รู้แล้ว” “ทำไมถึงคิดเช่นนั้น”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ประยุกต์ความรู้ คำนิยาม คำอธิบาย และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกัน</li> <li>ใช้ข้อมูลก่อนหน้าในการถามคำถามเสนอทางแก้ไข สร้างการตัดสินใจและออกแบบการทดลอง</li> <li>ลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผลจากหลักฐาน</li> <li>บันทึกการสังเกตและคำอธิบาย</li> <li>ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน</li> </ul>
5. <b>ขั้นประเมิน</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ถามคำถามปลายเปิด เช่น “ทำไมคุณถึงคิดว่า...” “หลักฐานอะไรที่มี” “คุณรู้อะไรเกี่ยวกับ ... บ้าง” “จะอธิบาย...ได้อย่างไร”</li> </ul>	

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวนทั้งสิ้น 15 เรื่อง สามารถแบ่งออกเป็นประเด็นได้ 3 ประเด็น คือ 1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี และ 2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

### 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

Chiu (2001) ศึกษาความแตกต่างของความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอน และการแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์ในวิชาเคมีจากนักเรียนเกรด 11 จำนวน 76 คน พบว่าความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทั้งสองประเภทนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนได้ดีกว่าปัญหาเชิงมโนทัศน์

McInerney and Fink (2003) ใช้การเรียนรู้เป็นทีมเพื่อการพัฒนาความเข้าใจและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในรายวิชาสรีรวิทยาจุลินทรีย์ ก่อนการใช้การเรียนรู้เป็นทีม พบว่านักศึกษาไม่สามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานในจุลินทรีย์ได้ดีพอ และมีความยากในการคาดคะเนถึงข้อมูลดังกล่าวกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หลังจากจบภาคการศึกษาพบว่านักเรียนมีระดับความสามารถในระดับสูง สามารถใช้ข้อมูลจากรายวิชาเคมีอินทรีย์และชีวเคมีช่วยในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นถึงความคงทนของข้อมูล

Salta and Tzougraki (2011) ศึกษาความสามารถของนักเรียนกรีกในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ เกี่ยวกับกฎทรงมวลของสารระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีจากนักเรียนเกรด 9 จำนวน 499 คน และนักเรียนเกรด 11 จำนวน 624 คน โดยใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบจากมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นแต่ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์ลดลง และใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและแบบทดสอบมโนทัศน์ทางเคมี จำนวน 57 ข้อ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่มีผลสัมฤทธิ์สูงและมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

เชิงชั้นตอนสูงด้วย และได้สรุปว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงชั้นตอนไม่ขึ้นกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์

Loo (2013) ทดลองใช้การเรียนรู้เป็นทีมร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบเน้นกระบวนการ (Process Oriented Guided Inquiry Learning: POGIL) เพื่อศึกษาการรู้ข้อมูลทางเคมี เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่มสูงขึ้น และการได้รับการสอนโดยเพื่อนด้วยกิจกรรมเปรียบเทียบเป็นความก้าวหน้าในการเรียนรู้ การติดตาม การบริหารจัดการเวลา และการจัดการอย่างมีขั้นตอน นอกจากนี้ยังพบว่าการแก้ปัญหาเป็นทีมที่ได้แนะนำวิธีการในเอกสารประกอบกิจกรรมนั้นทำให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงการสอนโดยเพื่อน บทบาทการทำงานกลุ่มซึ่งช่วยส่งเสริมการค้นพบอย่างร่วมมือรวมพลังและสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในห้องเรียน

Medina et al. (2013) ศึกษาผลลัพธ์ของการให้ผลป้อนกลับในการแก้ปัญหาจากการใช้การเรียนรู้เป็นทีม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนและประเภทของการให้ผลป้อนกลับแบบไหนที่จำเป็นต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาเภสัช และประเมินโดยใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้น ผลการศึกษาพบว่าการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของทักษะการแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนได้รับผลป้อนกลับในขั้นตอนการเรียนรู้เป็นทีม

Surif et al. (2014) ศึกษาผลสัมฤทธิ์และเปรียบเทียบระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนชั้นปีที่ 2 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมาเลเซีย (UTM) ของปัญหาทั้ง 3 ประเภท คือ ปัญหาเชิงชั้นตอน ปัญหาเชิงมโนทัศน์ และปัญหาปลายเปิดโดยใช้แบบทดสอบแบบให้เขียนตอบ พบว่านักเรียนกว่าร้อยละ 96 สามารถแก้ปัญหาเชิงชั้นตอนได้ มีเพียงร้อยละ 54 และร้อยละ 15 ที่สามารถแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์และปัญหาปลายเปิดได้ตามลำดับ

พิมพ์พร อสัมภินพงศ์ (2550) ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีทั่วไป

สุติเทพ ศิริพิพัฒน์กุล (2553) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนิสิตปริญญาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้วยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันด้วยกรณีศึกษาและเทคโนโลยีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่ต่างกัน พบว่า หลังเรียน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน

พัชรา พยัคฆา (2557) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของพิชชินีร่วมกับแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีดังกล่าวมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีทั่วไป

## 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

Gaudet et al. (2010) ศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อส่งเสริมความสามารถทางด้านการศึกษาและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนในระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นเรียนวิชาชีววิทยา โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 6 คน กับกลุ่มที่เรียนเป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติเชิงบวกมากกว่ากลุ่มควบคุม

Persky and Pollack (2011) ใช้การเรียนรู้เป็นทีมในรายวิชากายวิภาคศาสตร์ของวิทยาลัย เกสซ์แห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ระยะ 6 โมดูล และใช้แบบประเมินเจตคติและแบบสอบถามว่า นักศึกษามีความจำที่คงทนที่มากขึ้นและเจตคติที่ดีต่อรายวิชานี้

Hamer and O'Keefe (2013) ทำวิจัยเพื่อศึกษาผลของการสอนทักษะกระบวนการกลุ่มที่มีต่อเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียน เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง พบว่าการสอนดังกล่าวสามารถเปลี่ยนเจตคติต่อการทำงานกลุ่มด้วยการสอดแทรกการสอนทักษะกระบวนการกลุ่มในระหว่างการทำงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมายได้ดีขึ้น

Jarjoura et al. (2014) ศึกษาผลของการเรียนรู้เป็นทีมต่อความสามารถและเจตคติของนักเรียนเกรด 7 ในรายวิชาชีววิทยา ประเทศเลบานอน โดยเปรียบเทียบกับการสอนบรรยายทั่วไป พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้เป็นทีมมีระดับความสามารถและเจตคติสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนบรรยายทั่วไป

Natoli, Jackling, and Seelanatha (2014) ศึกษาผลของกลวิธีการจัดการกลุ่มของผู้สอนต่อเจตคติของนักเรียนต่อการทำงานกลุ่มและทักษะทั่วไป โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มีการจัดการกลุ่มที่ดีกับกลุ่มที่มีการจัดการกลุ่มที่ไม่ดีพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีการจัดการกลุ่มที่ดีเมื่อต่อการทำงานกลุ่มจะมีเจตคติทางด้านบวกต่อการทำงานกลุ่ม

ปัทมา ศรขาว (2540) ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยสยาม ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีทั่วไป พบว่า นักศึกษาที่เรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีทั่วไปในระดับความสามารถเดียวกัน และนักศึกษาที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับปานกลางและต่ำมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันระหว่าง 2 กลุ่ม

พิมพ์พร อสัมภินพงศ์ (2550) ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน แต่ไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีทั่วไป





## บทที่ 3

### การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการใช้วิธีสืบสอบรวมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental research) ที่มีรูปแบบการวิจัย One-Group Posttest-Only Design โดยมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม มีการเก็บข้อมูลทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. รูปแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีของการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม
- 1.2 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้เป็นทีม
- 1.3 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากเอกสารประกอบหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 5 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และวิเคราะห์ประเภทของปัญหาที่ปรากฏในหนังสือเรียนตามหลักสูตร  
แกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบการเรียนตามหลักสูตรของโรงเรียน

1.4 ศึกษาหลักการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร  
แกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.5 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีและ  
แบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

## 2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Research) ที่มีรูปแบบ  
การวิจัยแบบศึกษาหนึ่งกลุ่มวัดครั้งเดียว (The One-Group Post-test-Only Designs) โดยกลุ่ม  
ตัวอย่างเรียนเคมีด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม เริ่มจากการให้สิ่งทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง  
หลังจากให้สิ่งทดลองแล้วทำการสังเกตและวัดตัวแปรตาม ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพต่อไปนี้

แผนภาพรูปแบบการวิจัยแบบศึกษาสองกลุ่มวัดครั้งเดียว



X หมายถึง วิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

O หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

ทั้งนี้ ในการวิจัยนี้ระหว่างการให้กลุ่มตัวอย่างเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม  
จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการสังเกตผู้เรียน การวิเคราะห์ผลงานและแบบทดสอบ  
ของผู้เรียน เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ก่อนการวัดข้อมูลเชิงปริมาณหลัง  
การทดลอง

### 3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สหศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สหศึกษาแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ใช้การเลือกแบบจำเพาะ คือ เลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีบริบทใกล้เคียงกับนักเรียนจากการศึกษาสภาพปัญหา ให้มีเพศและระดับผลการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในกลุ่มตัวอย่าง โดยสัมภาษณ์จากครูผู้สอนและได้รับความเห็นชอบให้ใช้กลุ่มตัวอย่าง

### 4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

**เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล** เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของ 2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถแก้ปัญหาทางเคมี 2) แบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้

**4.1 แบบวัดความสามารถแก้ปัญหาในวิชาเคมี** เป็นแบบวัดอัตนัย แบ่งเป็น 3 ตอน โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถแก้ปัญหาทางเคมีทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในด้านความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา ประเภทของปัญหา

กระบวนการในการแก้ปัญหา ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และวิธีการวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

2) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมที่ต้องการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีที่ศึกษา และสร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบวัดตามประเภทปัญหาในเคมี และพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถการแก้ปัญหาตามแนวทางของ Gayon (2005) แสดงในตารางที่ 3

3) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดมโนทัศน์หลักสำหรับใช้ในแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมี และสร้างแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามแบบประเมินความสามารถการแก้ปัญหา รวม 40 คะแนน โดยแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากันตามความยากง่ายของวิธีการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 4

4) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของพฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัด ลักษณะการใช้คำถาม ความถูกต้องเหมาะสมของการใช้ภาษา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้น

5) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีทั้งฉบับ ในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ให้มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของปัญหาแต่ละประเภท และความเหมาะสมของการใช้ภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ จากนั้นพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาปรากฏว่ามีความสอดคล้อง 10 ข้อ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในประเด็นดังนี้ การสะกดคำ การใช้คำที่กระชับและชัดเจน การใช้หน่วยให้สอดคล้องกัน การกำหนดมวลอะตอม และเกณฑ์การให้คะแนนที่สอดคล้องกัน

6) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบข้อสอบรายข้อ ในเรื่องความชัดเจนและความเข้าใจภาษาในข้อคำถาม พบว่ายังมีประเด็นในการปรับปรุงดังนี้ การกำหนดมวลอะตอมรายข้อให้สังเกตเห็นได้ชัด

ตารางที่ 3 โครงสร้างแบบวัดความสามารถทางเคมีตามองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแต่ละประเภท

ประเภทปัญหา	องค์ประกอบการแก้ปัญหา	พฤติกรรมบ่งชี้
ปัญหาเชิงขั้นตอน	การระบุปัญหา	ทวนคำตอบจากปัญหาได้ถูกต้อง
	การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา	เลือกใช้และแสดงวิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาได้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเทียบบัญญัติตรงยาค์</li> <li>- การใช้แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย</li> <li>- การใช้สูตรความสัมพันธ์</li> </ul>
	การคำนวณทางคณิตศาสตร์	สามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์หาผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง
ปัญหาเชิงโมโนทัศน์	ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์หาคำตอบได้ถูกต้อง
	การเลือกโมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง	ระบุและใช้โมโนทัศน์ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง
ปัญหาบูรณาการ	การระบุปัญหา	ทวนคำตอบจากปัญหาได้ถูกต้อง
	การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา	เลือกใช้และแสดงวิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาได้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเทียบบัญญัติตรงยาค์</li> <li>- การใช้แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย</li> <li>- การใช้สูตรความสัมพันธ์</li> </ul>
	การคำนวณทางคณิตศาสตร์	สามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์หาผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง
	ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์หาคำตอบได้ถูกต้อง
	การเลือกโมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง	ระบุและใช้โมโนทัศน์ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4 สาระและคะแนนในแต่ละข้อปัญหาจำแนกตามประเภทปัญหาในเคมี

ประเภทปัญหา	ข้อที่	คะแนน	เนื้อหาสาระที่ใช้
ปัญหาเชิง ขั้นตอน	1.1	1.5	โมล กำหนดให้ใช้การเทียบบัญญัติไตรยางค์
	1.2	1.5	โมล กำหนดให้ใช้สูตรความสัมพันธ์
	2	2	ความเข้มข้นของสารละลาย กำหนดให้ใช้แฟคเตอร์
	3	3	สมบัติบางประการของสารละลาย
	4	3	สูตรเคมี
ปัญหาเชิง มโนทัศน์	1	3	โมล
	2	3	ความเข้มข้นของสารละลาย
	3	3	สมบัติบางประการของสารละลาย
ปัญหาบูรณาการ	1	6	สมบัติบางประการของสารละลาย
	2	7	สมบัติบางประการของสารละลายและสูตร เคมี
	3	7	สูตรเคมีและสมการเคมี
รวม	10	40	

7) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษา  
ตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

## 4.2 แบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

แบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มมีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับความคิดเห็น คือ เห็นด้วยที่สุด เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยที่สุด ใช้วัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม
- 2) ศึกษาแนวคิดการสร้างแบบวัด แล้วนำมาปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ปรับภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยที่สุด เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยที่สุด
- 3) สร้างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มแบบมาตราประมาณค่า โดยใช้ข้อคำถามที่แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม 3 องค์ประกอบตามที่ได้กำหนดไว้ โดยกำหนดให้แต่ละองค์ประกอบของเจตคติมีข้อคำถาม 15 ข้อคำถาม
- 4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม ดังนี้

### 4.1) ข้อความเชิงนิมิตพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

เห็นด้วยที่สุด	ให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน

### 4.2) ข้อความเชิงนิเสธพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน

- 5) นำแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติ



ต่อการทำงานกลุ่มทั้งฉบับ ในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ดัชนี IOC ให้มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบ และความเหมาะสมของการใช้ภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ จากนั้นพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากข้อคำถามทั้งหมด 45 ปรากฏว่ามีความสอดคล้อง 30 ข้อ ( รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง) แต่พบว่ามีบางองค์ประกอบไม่ครบตามจำนวนที่ตั้งไว้คือ 10 ข้อ จึงได้ปรับปรุงข้อคำถามให้ครบองค์ประกอบละ 10 ข้อคำถามและให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง

6) นำแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ในเรื่องความชัดเจนและความเข้าใจภาษาในข้อคำถาม พบว่านักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความเข้าใจประเด็นคำถามทุกข้ออย่างดี

7) นำแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่ แผนจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

#### 4.3 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

แผนการจัดการเรียนสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม ในรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 2 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ จำนวน 6 แผนการสอน ใช้เวลาเรียน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

##### 1.1) วิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

จากการศึกษาแนวคิดวิธีสืบสอบด้วยรูปแบบการสอน 5E ในแต่ละขั้นตอนนั้นยังไม่สามารถช่วยเสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนได้ชัดเจนมากนัก ดังนั้นจึง

จำเป็นต้องนำแนวคิดการเรียนรู้เป็นทีมมาใช้ในขั้นตอนของ 5E เพื่อให้เห็นกิจกรรมที่จะสามารถช่วยส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีดังกล่าว อีกทั้งยังสามารถทำให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติต่อการทำงานกลุ่มได้ดียิ่งขึ้นนอกจากการใช้รูปแบบการสอน 5E เพียงอย่างเดียว ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงนำทั้งวิธีสืบสอบด้วยรูปแบบการสอน 5E กับการเรียนรู้เป็นทีมมาบูรณาการเป็นการจัดการเรียนการสอนที่จะสามารถช่วยพัฒนานักเรียนในด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัยได้อย่างชัดเจน ซึ่งเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน 5E กับการเรียนรู้เป็นทีม

วิธีสืบสอบตามรูปแบบการสอน 5E	การเรียนรู้เป็นทีม
	<p>1. การมอบหมายการเรียนรู้ล่วงหน้า</p> <p>รายบุคคล (Pre-class individual study)</p> <p>- ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาความหมายของมโนทัศน์สำคัญและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่จะศึกษาในคาบเรียนถัดไป จากเอกสาร ตำรา หนังสือเรียน หรือวิดีโอทัศน์</p>
<p>ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)</p> <p>ผู้สอนประเมินความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อนำผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่จะสอนต่อไป ผ่านการใช้คำถามการระบุปัญหา จากกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ เพื่อให้ดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นหาคำตอบต่อไป</p>	<p>2. การทดสอบการประกันความพร้อม</p> <p>รายบุคคล (Individual readiness assurance test: iRAT)</p> <p>- เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการจัดการเรียนรู้</p> <p>- ผู้เรียนทำแบบทดสอบปรนัย เพื่อทดสอบความพร้อมของผู้เรียน โดยตรวจสอบเฉพาะความรู้พื้นฐานที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>- ข้อคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบ เมื่อพิจารณาจากระดับผลสัมฤทธิ์ตาม Bloom จะอยู่ในชั้นความจำ ความเข้าใจ และการประยุกต์ความรู้</p> <p>อย่างง่าย</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ) เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน 5E กับการเรียนรู้เป็นทีม

วิธีสืบสอบตามรูปแบบการสอน 5E	การเรียนรู้เป็นทีม
<p><b>ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)</b></p> <p>ผู้สอนประเมินความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อนำผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่จะสอนต่อไป ผ่านการใช้คำถามการระบุปัญหา จากกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ เพื่อให้ดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นหาคำตอบต่อไป</p>	<p><b>3. การทดสอบการประกันความพร้อมเป็นกลุ่ม (Group readiness assurance test: gRAT)</b></p> <p>- เมื่อทำแบบทดสอบรายบุคคลเสร็จแล้ว ผู้เรียนทำแบบทดสอบรายกลุ่มโดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกับ iRAT</p> <p>- ใช้วิธีการให้คะแนนที่มีลักษณะเฉพาะที่เรียกว่า immediate feedback assessment technique (IF-AT)</p> <p>- กลุ่มต้องอภิปรายเพื่อหาข้อตกลงในการเลือกคำตอบบนกระดาษพิเศษ กลุ่มชูกระดาษคำตอบเพื่อดูเฉลย หากคำตอบที่เลือกไม่ถูกต้อง ทีมจะต้องอภิปรายร่วมกันเพื่อเลือกคำตอบใหม่จนกว่าจะถูก</p>
	<p><b>4.1 การเขียนคำร้อง (Appeals)</b></p> <p>- เมื่อสิ้นสุดการทดสอบแบบทีมแล้ว ผู้สอนสรุปผลคะแนน และให้ผู้เรียนได้เขียน “คำร้อง” เพื่อพิจารณาคำตอบของกลุ่มที่ตอบผิด</p> <p>- โดยคำร้องประกอบด้วย 1) ข้อโต้แย้ง 2) หลักฐานที่อ้างอิงจากสื่อที่ได้ศึกษา</p> <p>- ทีมสร้างข้อโต้แย้ง เพื่อรักษาสិทธิ์และป้องกันคำตอบของตนเอง</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ) เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน 5E กับการเรียนรู้เป็นทีม

วิธีสืบสอบตามรูปแบบการสอน 5E	การเรียนรู้เป็นทีม
<p><b>ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)</b></p> <p>ผู้เรียนลงมือสำรวจเพื่อค้นหาคำตอบจากปัญหาในขั้นแรก ผู้เรียนจะได้ลงมือศึกษาผ่านกิจกรรมที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ หรือลงมือทำปฏิบัติการ หรือการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างจากสิ่งที่สังเกตและลงมือทำรวมถึงระบุคำถามและคาดคะเนคำตอบจากเหตุการณ์ที่สังเกตได้</p>	<p><b>4.2 การเขียนคำร้อง (Appeals)</b></p> <p>- จากคำร้องที่เขียนมา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะย้อนกลับไปทบทวนเอกสาร ตำราว่าคำตอบที่ได้มานั้นได้มาอย่างไร จากแหล่งใด</p> <p>- ผู้สอนเก็บคำร้องไว้ตรวจสอบหลังเลิกเรียน</p>
<p><b>ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation)</b></p> <p>ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาสร้างเป็นคำอธิบาย และผู้สอนนำคำอธิบายนั้นมาปรับแก้ไขให้ถูกต้องตามมโนทัศน์ที่ผู้เรียนควรรู้ และผู้สอนจะเน้นคำนิยามของมโนทัศน์ กระบวนการ หรือทักษะอย่างเป็นทางการเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในที่ลึกซึ้งและถูกต้องที่เท่ากันในทุกคน เพื่อที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป</p>	<p><b>5. การบรรยายย่อ (Mini-lecture)</b></p> <p>- ผู้สอนพิจารณาความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียนจากขั้นที่ผ่านข้างต้น ว่ามโนทัศน์ใดที่ยังเป็นปัญหา</p> <p>- ผู้สอนบรรยายเฉพาะมโนทัศน์ที่เป็นปัญหา</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ) เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน 5E กับการเรียนรู้เป็นทีม

วิธีสืบสอบตามรูปแบบการสอน 5E	การเรียนรู้เป็นทีม
<p><b>ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)</b></p> <p>ผู้สอนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อนำความรู้มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกัน เสนอความคิดเห็น ร่วมกันลงมือทำภาระงานให้สำเร็จ เรียนรู้การทำงานร่วมกัน กระบวนการทำงาน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจ ได้เรียนรู้จากสมาชิกในกลุ่ม</p>	<p><b>6. การประยุกต์ความรู้</b></p> <p>- ผู้สอนให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มตามเดิม</p> <p>- ผู้เรียนร่วมกันนำความรู้มาแก้ไขสถานการณ์ปัญหาจากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้</p> <p>- กิจกรรมมีลักษณะสำคัญตามหลัก 4S</p> <p>1) ปัญหาที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน (significant problem) คำถามสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนอยากที่จะแก้ปัญหา</p> <p>2) แต่ละทีมต้องได้รับปัญหาที่เหมือนกัน (same problem) ปัญหาที่เหมือนกันในแต่ละทีมจะเปิดโอกาสการอภิปรายระหว่างทีม</p> <p>3) มีตัวเลือกที่จำเพาะเจาะจง (specific choice) ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้มนทัศน์ที่ได้เรียนไปมาแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อสรุปและสังเคราะห์คำตอบที่มีความจำเพาะ</p> <p>4) รายงานได้ทันที (simultaneous reports) เมื่อแต่ละคนในทีมหรือแต่ละทีม เลือกคำตอบได้แล้วก็จะแสดงคำตอบของตนเอง ซึ่งจะทำได้แต่ละคนหรือแต่ละทีมได้แสดงผลที่เหมือนหรือต่างกัน</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ) เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน 5E กับการเรียนรู้เป็นทีม

วิธีสืบสอบตามรูปแบบการสอน 5E	การเรียนรู้เป็นทีม
<b>ขั้นประเมิน (Evaluation)</b>	
<p>ผู้สอนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองว่ามีความเข้าใจและความสามารถอยู่ในระดับใด และเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ประเมินผู้เรียนว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนในครั้งนั้นหรือไม่ ซึ่งนักเรียนและครูสามารถประเมินผลระหว่างเรียนในแต่ละขั้นของ 5E ได้</p>	

จากตารางข้างต้นสามารถสรุปเป็นการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมได้ดังนี้

1. **การมอบหมายการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคล** ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอน ศึกษาและทบทวนมโนทัศน์และคำศัพท์ที่สำคัญจากเอกสาร หนังสือเรียน ตำรา หรือวิดีโอทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนถัดไป

2. **ขั้นสร้างความสนใจ** การทบทวนและล้างความรู้หรือประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคลโดยใช้การทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคลและรายกลุ่มตามลำดับ ภายหลังจากที่ได้รับผลป้อนกลับแล้วหากมีข้อสงสัยซักถามเพิ่มเติมทีมสามารถเขียนคำร้องพร้อมแสดงหลักฐานอ้างอิงแหล่งข้อมูล จากนั้นเชื่อมโยงความรู้เดิมด้วยคำถามสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความสนใจและความสงสัย แสดงให้เห็นถึงเป้าหมายของการเรียนหรือผลการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาสาระ คำตอบของคำถามสำคัญจะแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้นซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพิสูจน์คำตอบว่าถูกหรือไม่ อย่างไร

**3. ขั้นสำรวจและค้นหา** การมีส่วนร่วมในกิจกรรมสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติการทดลอง การศึกษาจากวิดีโอทัศน์ หรือจากกิจกรรมที่จัดไว้ ซึ่งต้องใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมรวมถึงกระบวนการและทักษะที่มีอยู่ในการสำรวจและค้นหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำและสรุปข้อมูล

**4. ขั้นสร้างคำอธิบาย** การนำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตอบคำถามสำคัญและอธิบายนำเสนอ เพื่อร่วมกันสร้างความเข้าใจมโนทัศน์หรือทักษะที่ถูกต้อง เพื่อนำความเข้าใจมโนทัศน์ไปใช้ในขั้นต่อไป นอกจากนี้การบรรยายสรุปสั้น ๆ ในประเด็นที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ดีขึ้น

**5. ขั้นขยายความรู้** การร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันแก้ไขปัญหาที่ได้รับของทีม โดยนำความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมาใช้หรือประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ผ่านกิจกรรมที่ให้ทีมได้ร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและทักษะต่าง ๆ ได้ดี การทำเป้าหมายหรือภาระงานที่ได้รับจนสำเร็จจะทำให้ได้เรียนรู้กระบวนการทำงาน การแก้ปัญหาและเติมเต็มความรู้ได้ จากนั้นการนำเสนอการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ ทีมอื่น ๆ จะให้ผลป้อนกลับแก่กันทำให้ได้ตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

**6. ขั้นประเมิน** การประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามวัตถุประสงค์ของการเรียน ผ่านการให้ผลป้อนกลับและการประเมินตนเองระหว่างเรียนในแต่ละขั้น รวมถึงการประเมินสรุปในช่วงท้ายของขั้นขยายความรู้ว่ามีความเข้าใจในระดับใด ทำให้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2) ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 2

3) วิเคราะห์เนื้อหาวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 และกำหนดเนื้อหาสาระ จำนวนคาบเรียนดังตารางที่ 6

4) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ วัตถุประสงค์ การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแก้ไข ความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกัน

การเรียนรู้เป็นทีม และให้ข้อเสนอแนะนำแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขปรับปรุง และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน พิจารณาตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

**ตารางที่ 6** เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเพิ่มเติม เคมี 2

แผนที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	มวลอะตอมและมวลโมเลกุล	2
2	จำนวนโมลของสาร	3
3	ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลาย	3
4	สมบัติบางประการของสารละลาย	3
5	การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี	2
6	สมการเคมี	2
	<b>รวม</b>	<b>15</b>

### 5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

#### 5.1 ก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยใช้เวลา 2 คาบเรียน ในการแนะนำตนเอง สร้างความคุ้นเคยกับนักเรียน อธิบายจุดมุ่งหมายของการวิจัย และแนะนำนักเรียนให้ทราบถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม จากนั้นให้นักเรียนกรอกแบบสอบถามเบื้องต้นเกี่ยวกับตนเอง และผลการเรียนวิชาเคมีที่ผ่านมา ผู้วิจัยใช้ข้อมูลเบื้องต้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเพิ่มเติมเคมี ของภาคเรียนที่ผ่านมาในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาละให้ได้ 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน มีเพศที่ต่างกัน และสะดวกใจในการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนให้ย้ายกลุ่มได้ตามความเหมาะสม ซึ่งกลุ่มที่จัดไว้จะต้องเรียนรู้ร่วมกันจนครบระยะเวลาที่กำหนดคือ 15 คาบ



## 5.2 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 แผนการสอน คิดเป็น 15 คาบ ใช้เวลาเรียน 5 สัปดาห์ คาบละ 50 นาที ดังตารางที่ 6

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา จากแบบทดสอบพร้อมกับความพร้อมรายบุคคล จากการฝึกการแก้ปัญหาในชั้นเรียน และหลังจากการให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนว่ามี การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างไร
2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยการเข้าไปอยู่ในกลุ่ม ฟังนักเรียน ขณะที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสอบถามกัน สังเกตนักเรียนขณะทำการศึกษาค้นคว้าหรือกิจกรรม การทดลองร่วมกัน และประเมินผลงานของแต่ละกลุ่ม
3. การประเมินตนเองของนักเรียน โดยผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้สึกต่อการทำงานกลุ่ม 2 ครั้ง คือ หลังเรียนจบแผนที่ 3 และแผนที่ 6 โดยใช้แบบประเมินออนไลน์ซึ่งผู้เรียนสามารถทำการประเมินตนเองได้จากที่บ้าน

## 5.3 ขั้นตอนหลังการทดลอง

หลังจากดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี โดยใช้เวลา 60 นาที และแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม โดยใช้เวลา 20 นาที

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

### 6.1 การวิเคราะห์ความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมี มีวิธีการดังนี้

1) หาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีหลังเรียนโดยจำแนกตามประเภทปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2) นำคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพื่อทดสอบว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 หรือไม่ด้วยสถิติทดสอบที (one sample t-test) จากนั้นแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยร้อยละมีความสามารถอยู่ระดับใด โดยใช้เกณฑ์ (Gayon, 2005) ดังนี้

ร้อยละของคะแนนที่ได้	ระดับความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมี
81 - 100	เชี่ยวชาญ
61 - 80	ดี
41 - 60	ปานกลาง
21 - 40	พอใช้
0 - 20	ต้องปรับปรุง

3) วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดโดยพิจารณาตามองค์ประกอบของปัญหาที่ได้กำหนดไว้ โดยวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยร้อยละเป็นรายข้อ และจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

4) วิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในข้อที่นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

## 6.2. การวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม มีวิธีการดังนี้

- 1) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อการทำงานกลุ่มหลังเรียน โดยจำแนกตามองค์ประกอบของเจตคติของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- 2) นำค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพื่อแปลความหมายว่าอยู่ระดับใด โดยตัดแปลงจากเกณฑ์ของ Best (2006) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับเจตคติ
4.50 – 5.00	ดีที่สุด
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	ไม่ดี
1.00 – 1.49	ไม่ดีที่สุด

- 3) นำข้อมูลจากแบบวัดเจตคติมาพิจารณาตามองค์ประกอบและจำแนกเป็นรายชื่อเพื่อศึกษาว่าประเด็นใดนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดหรือน้อยที่สุดในแต่ละองค์ประกอบของเจตคติ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการศึกษากิจการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจาก แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

ตอนที่ 2 ผลของการวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน ด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน ด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี จำนวน 10 ข้อ แบบอัตนัย โดยดำเนินการเก็บข้อมูล หลังทดสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์ผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกับ เกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ย  $\bar{X}$  คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}$  ร้อยละ) ค่าสถิติทดสอบ t (one sample t-test) และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

คะแนนหลังเรียน	$\bar{X}$	$\bar{X}$ ร้อยละ	S.D.	t	ระดับ ความสามารถ
คะแนนรวม	25.29	63.23	6.41	1.910*	ดี
ปัญหาเชิงขั้นตอน	8.39	76.32	2.31	7.332*	เชี่ยวชาญ
ปัญหาเชิงมโนทัศน์	5.47	60.78	2.22	0.282	ดี
ปัญหาบูรณาการ	11.27	56.35	3.81	1.503	ปานกลาง

\*p-value < .05

จากตารางที่ 7 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และเมื่อเทียบระดับความสามารถของนักเรียนจัดอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีตามประเภทของปัญหาพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนสูงสุดและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด รองลงมาคือปัญหาเชิงมโนทัศน์และปัญหาบูรณาการตามลำดับ

## 2. วิเคราะห์การแก้ปัญหาทางเคมีตามประเภทของปัญหา

2.1 การแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี จากตอนที่ 1 จำนวน 4 ข้อ มาวิเคราะห์เป็นรายข้อตามเนื้อหา ลักษณะการแก้ปัญหา คะแนนเฉลี่ย และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 พบข้อมูลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในปัญหาเชิงชั้นตอนจำแนกเป็นรายชื่อ

ข้อ	เนื้อหาสาระ	ลักษณะวิธีการ แก้ปัญหา	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละหลัง เรียน	ร้อยละของนักเรียนที่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
1.1	โมล	กำหนดให้ใช้การ เทียบ บัญญัติไตรยางค์	1.5	90.67	95.34
1.2	โมล	กำหนดให้ใช้สูตร	1.5	74.00	79.07
2	ความเข้มข้น ของ สารละลาย	กำหนดให้ใช้การ วิเคราะห์หน่วย	2	79.00	88.37
3	สมบัติบาง ประการของ สารละลาย		3	73.33	80.85
4	สูตรเคมี		3	70.00	69.77

จากตารางที่ 8 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละหลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ สามารถแก้ปัญหาโดยใช้วิธีเทียบบัญญัติไตรยางค์ในสาระเรื่องโมลได้สูงที่สุด รองมาคือการวิเคราะห์หน่วยในเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย และนักเรียนแก้ปัญหาเรื่องสูตรเคมีได้น้อยที่สุด โดยปัญหานี้ได้กำหนดปริมาณร้อยละของธาตุที่เป็นองค์ประกอบชนิดหนึ่งมาให้ และให้หาสูตรอย่างง่ายของสารประกอบ ซึ่งพบว่านักเรียนแสดงวิธีการคำนวณอัตราส่วนอย่างต่ำอย่างไม่ถูกต้องและไม่ทวนคำตอบจากผลลัพธ์ที่หาได้

2.2 การแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี จากตอนที่ 2 จำนวน 3 ข้อ มาวิเคราะห์เป็นรายข้อตามเนื้อหา ลักษณะการแก้ปัญหา คะแนนเฉลี่ย และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 พบข้อมูลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในปัญหาเชิงมโนทัศน์จำแนกเป็นรายข้อ

ข้อ	เนื้อหาสาระ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละหลังเรียน	ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
1	โมล	3	69.00	72.09
2	ความเข้มข้นของสารละลาย	3	64.33	76.74
3	สมบัติบางประการของสารละลาย	3	46.33	53.49

จากตารางที่ 9 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพียง 2 ข้อ คือ ข้อ 1 และ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี ที่มีเนื้อหาสาระเรื่องโมลได้มากที่สุด รองลงมาคือเนื้อหาสาระเรื่องความเข้มข้นของสารละลายซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มากที่สุด และเนื้อหาสาระเรื่องสมบัติบางประการของสารละลายมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละและจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์น้อยที่สุด โดยลักษณะของปัญหาให้อธิบายว่าทำไมกบชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคที่หนาวมีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ จึงมีชีวิตอยู่ได้ด้วยการเพิ่มปริมาณกลูโคสในเลือด ซึ่งพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนแบ่งออกได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนที่ยังมีความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนเข้าใจว่าปริมาณกลูโคสที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำในร่างกายมีจุดเยือกแข็งต่ำลง ซึ่งจุดเยือกแข็งที่ต่ำลงเป็นจุดเยือกแข็งของสารละลายที่ประกอบไปด้วยน้ำ กลูโคส เลือด และสารอื่น ๆ ไม่ใช่เพียงแค่น้ำเท่านั้น

กลุ่มที่ 2 นักเรียนที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนเข้าใจว่าการเพิ่มปริมาณกลูโคสจะเป็นการเพิ่มกระบวนการสลายเพื่อให้ได้พลังงาน ข้อความจริงคือกระบวนการดังกล่าวเป็นการลดปริมาณกลูโคสเพื่อสลายให้ได้พลังงาน ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกลูโคสในเลือดแล้วได้พลังงานเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

2.3 การแก้ปัญหาบูรณาการจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี จากตอนที่ 3 จำนวน 3 ข้อ มาวิเคราะห์เป็นรายข้อตามเนื้อหา ลักษณะการแก้ปัญหา คะแนนเฉลี่ย และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 พบข้อมูลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในปัญหาบูรณาการจำแนกเป็นรายข้อ

ข้อ	เนื้อหาสาระ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละหลังเรียน	ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
1	สมบัติบางประการของสารละลาย	6	50.33	25.58
2	สมบัติบางประการของสารละลาย และสูตรเคมี	7	66.57	67.44
3	สูตรเคมีและสมการเคมี	7	54.57	18.60

จากตารางที่ 10 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผ่านเกณฑ์ที่กำหนดเพียงข้อเดียวคือข้อที่ 2 ที่มีเนื้อหาสาระเรื่องสมบัติบางประการของสารละลายและสูตรเคมี ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มากที่สุด สำหรับคะแนนเฉลี่ยร้อยละรองลงมาคือ สารสูตรเคมีและสมการเคมีแต่มีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์น้อยที่สุด ซึ่งการแก้ปัญหาใน ข้อที่ 1 และ 3 นักเรียนจำเป็นต้องแสดงคำตอบที่อธิบายเหตุผล และแสดงวิธีทำที่ให้เห็นว่าเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนไม่สามารถแสดงคำตอบและวิธีทำได้ถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนด

ปัญหาข้อที่ 1 ให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงต้องใส่สารบางอย่างลงในหม้อน้ำ รดยนต์ในฤดูหนาว โดยมีสารให้เลือก 2 สาร นักเรียนจะเลือกสารใด เพราะเหตุใด แต่อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนไม่ตอบคำถามแรกว่าใส่สารบางอย่างลงไปเพราะเหตุใด และนักเรียนเลือกตอบว่าใช้สารใดแต่ไม่แสดงให้เห็นหรืออธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้สารนั้น

ปัญหาข้อที่ 3 กำหนดข้อมูลที่ได้จากการทดลองให้นักเรียนเขียนสมการเคมีจากปฏิกิริยาดังกล่าว ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ข้อมูลจากการทดลองมาหาว่าสารประกอบนั้นคือสารใด และนำไปเขียน



สมการเคมีที่ดุลแล้ว แต่อย่างไรก็ตามพบว่า นักเรียนไม่แสดงวิธีหามวลของธาตุองค์ประกอบจากการทดลองและไม่แสดงวิธีการหาสูตรอย่างง่ายของสารประกอบอย่างเป็นขั้นตอนได้ครบและสมบูรณ์

จากข้อมูลข้างต้นสรุปผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี หลังเรียนเท่ากับ 63.23 จัดอยู่ในระดับความสามารถดี และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนสูงที่สุด รองลงมาคือความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงโมโนทัศน์และปัญหาบูรณาการ โดยมีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละเท่ากับ 76.32 60.78 และ 56.35



## ตอนที่ 2 ผลของการวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบ ร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

การศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียน จำนวน 30 ข้อประเด็นคำถาม โดยดำเนินการวัดเจตคติหลังการทดลอง จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติของการทำงานกลุ่มของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ด้วย ค่าสถิติทดสอบ t (one sample t-test) ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 คะแนน ( $\bar{X}$ ) ค่าสถิติทดสอบ t (one sample t-test) และระดับเจตคติต่อการทำงาน กลุ่มของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม

เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม	$\bar{X}$	S.D.	t	ระดับเจตคติ
คะแนนรวม	3.71	0.35	3.380*	ดี
ด้านพุทธิพิสัย	3.96	0.41	6.334*	ดี
ด้านจิตพิสัย	3.71	0.42	2.850*	ดี
ด้านพฤติกรรม	3.46	0.44	0.516	ปานกลาง

\*p-value < .05

จากตารางที่ 11 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการทำงานกลุ่มเท่ากับ 3.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จัดอยู่ในระดับเจตคติที่ดี และเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานกลุ่มพบว่า องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัยมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

## 2. ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานกลุ่มตามองค์ประกอบของเจตคติ

2.1 องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัยมีประเด็นคำถามจำนวน 10 ข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดคะแนนเฉลี่ยรายข้อคำถาม ดังตารางที่ 12

**ตารางที่ 12** คะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถามรายข้อขององค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	คะแนนเฉลี่ย*
3	ฉันคิดว่าการขาดการสื่อสารกันในกลุ่มทำให้ผลงานออกมาไม่ดี	4.12
5	ฉันคิดว่ากลุ่มควรกำหนดเวลารวบรวมผลงานให้พร้อมกันก่อนเริ่มทำงาน	4.21
7	ฉันคิดว่าการช่วยเหลือกันของสมาชิกทุกคนเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานร่วมกัน	4.47
11	ฉันคิดว่าคุณภาพผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม	3.91
13	ฉันคิดว่าฉันได้รับการยอมรับจากเพื่อนสมาชิกมากขึ้น	3.63
14	ฉันคิดว่าจะเรียนทันเพื่อนมากขึ้นเมื่อเรียนร่วมกับคนอื่น	3.53
21	ฉันคิดว่าเมื่อกลุ่มมีปัญหา ทุกคนควรร่วมมือแก้ไขปัญหานั้น	4.19
24	ฉันคิดว่าความสามารถของสมาชิกในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน**	2.87
26	ฉันคิดว่าการยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นเป็นสิ่งที่ทุกคนควรทำ	4.44
29	ฉันคิดว่าฉันควรเปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน	4.22

\* ระดับคะแนน 1 (ไม่เห็นด้วยที่สุด) ถึง 5 (เห็นด้วยที่สุด)

\*\* ข้อความเชิงนิเสธ

จากตารางที่ 12 พบว่านักเรียนมีคะแนนขององค์ประกอบด้านพุทธิพิสัยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดใน 3 ประเด็นตามลำดับดังนี้ 1) การช่วยเหลือกันของสมาชิกทุกคนเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานร่วมกัน 2) การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นเป็นสิ่งที่ทุกคนควรทำ และ 3) ควรเปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนมีคะแนนองค์ประกอบด้านพุทธิพิสัยต่ำกว่าเกณฑ์ 1 ประเด็นได้แก่ ความสามารถของสมาชิกในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากันซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการทำงานเป็นกลุ่มที่ดี

2.2 องค์ประกอบด้านจิตพิสัยมีประเด็นคำถามจำนวน 10 ข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดคะแนนเฉลี่ยรายข้อคำถาม ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถามรายข้อขององค์ประกอบด้านจิตพิสัย

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	คะแนนเฉลี่ย*
1	ฉันชอบทำงานร่วมกับคนอื่น	3.84
2	ฉันรู้สึกภูมิใจที่กลุ่มของฉันประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้	4.28
4	ฉันรู้สึกว่ามันยากที่จะโน้มน้าวให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจเหตุผลที่ฉันนำเสนอ**	2.56
9	ฉันยอมรับความแตกต่างของเพื่อนในกลุ่มได้	4.12
19	ฉันรู้สึกสนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกคนอื่น	3.75
22	ฉันเข้ากับทุกคนในกลุ่มได้ดี	4.06
23	ฉันพอใจที่ฉันสามารถเรียนรู้ได้เท่ากับคนอื่น	3.97
27	ฉันวิตกกังวลอย่างมากกับปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานกลุ่ม**	2.66

ตารางที่ 13 (ต่อ) คะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถามรายชื่อขององค์ประกอบด้านจิตพิสัย

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	คะแนนเฉลี่ย*
28	ฉันพอใจและยอมรับผลลัพธ์จากการทำงานกลุ่ม	3.91
30	ฉันชอบเรียนรู้วิธีการทำงานของคนอื่น	3.97

\* ระดับคะแนน 1 (ไม่เห็นด้วยที่สุด) ถึง 5 (เห็นด้วยที่สุด)

\*\* ข้อความเชิงนิเสธ

จากตารางที่ 13 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านจิตพิสัยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดใน 3 ประเด็นตามลำดับดังนี้ 1) รู้สึกภูมิใจที่กลุ่มประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้ 2) ยอมรับความแตกต่างของเพื่อนในกลุ่มได้ และ 3) รู้สึกเข้ากับทุกคนในกลุ่มได้ดี นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านจิตพิสัยต่ำกว่าเกณฑ์ 2 ประเด็นดังนี้ 1) รู้สึกว่ายากที่จะโน้มน้าวให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจเหตุผลที่น่าเสนอ และ 2) วิตกกังวลอย่างมากกับปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานกลุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนประสบปัญหาในการนำเสนอเหตุผลและรู้สึกวิตกกังวลกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างมาก

2.3 องค์ประกอบด้านพฤติกรรมมีประเด็นคำถามจำนวน 10 ข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดคะแนนเฉลี่ยรายชื่อคำถาม ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถามรายชื่อขององค์ประกอบด้านพฤติกรรม

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	คะแนนเฉลี่ย*
6	ฉันมักจะเสนอความคิดเห็นเพื่อให้กลุ่มตัดสินใจได้ดีขึ้น	3.44
8	ฉันสามารถแสดงความเป็นตัวของตัวเองได้เวลาอยู่ในกลุ่ม	3.69
10	บางครั้งที่ฉันไม่ได้ให้ความสนใจขณะที่กลุ่มกำลังทำงาน**	2.66
12	ฉันจะไม่เริ่มงานจนกว่าทุกคนจะได้ข้อสรุปในการทำงานเรียบร้อยแล้ว	3.53
15	ฉันไม่ออกจากกลุ่มจนกว่าครูจะสั่ง	3.66
16	ฉันมักจะปฏิเสธและโต้แย้งความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น**	3.28
17	ฉันได้เรียนรู้และพัฒนาตนเองจากการทำงานร่วมกับคนอื่น	3.53
18	เมื่อฉันมีปัญหาฉันสามารถขอความช่วยเหลือจากคนอื่นได้	3.81
20	ฉันทำให้กลุ่มมีคะแนนที่ดีขึ้น	3.43
25	ฉันเข้าร่วมประชุมและวางแผนการทำงานทุกครั้ง	3.56

\* ระดับคะแนน 1 (ไม่เห็นด้วยที่สุด) ถึง 5 (เห็นด้วยที่สุด)

\*\* ข้อความเชิงนิเสธ

จากตารางที่ 14 พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านพฤติกรรมที่สูงกว่าเกณฑ์มากที่สุด 3 ประเด็นดังนี้ 1) เมื่อมีปัญหาสามารถขอความช่วยเหลือจากคนอื่นได้ 2) ฉันสามารถแสดงความเป็นตัวของตัวเองได้เวลาอยู่ในกลุ่ม และ 3) ไม่ออกจากกลุ่มจนกว่าครูจะสั่ง นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านพฤติกรรมต่ำกว่าเกณฑ์น้อยสุด 3 ประเด็นดังนี้ 1) บางครั้งที่ฉันไม่ให้ความสนใจขณะที่กลุ่มกำลังทำงาน 2) มักจะปฏิเสธและโต้แย้งความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น และ 3) ทำให้กลุ่มมีคะแนนที่ดีขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระหว่างทำงานกลุ่มนักเรียนยังไม่ให้ความสนใจในการทำงานกลุ่มเท่าที่ควร ไม่ยอมรับและยังโต้แย้งความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม และนักเรียนไม่ทำให้กลุ่มมีคะแนนที่ดีขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ย เจตคติต่อการทำงานกลุ่มหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมเท่ากับ 3.71 จัดอยู่ใน ระดับเจตคติต่อการทำงานกลุ่มที่ดีและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านพฤติกรรมเท่ากับ 3.96 3.71 และ 3.46 ตามลำดับ โดยนักเรียนเห็นด้วยที่สุดว่า การช่วยเหลือกันเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงาน ร่วมกันมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.47 รองลงมาคือ การยอมรับความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่นเป็นสิ่งที่ ควรทำเท่ากับ 4.44 และนักเรียนยังคิดว่า หากที่จะให้สมาชิกคนอื่นยอมรับความคิดเห็นของตนเอง มีคะแนนเท่ากับ 2.56



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการทดลองขั้นต้น ศึกษาผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 47 คน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 16 คาบ ระหว่างการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกต การทำแบบทดสอบประกันความพร้อม ทั้งรายบุคคลและกลุ่ม การประเมินตนเองของนักเรียนจากแบบประเมิน และเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้สถิติทดสอบที (one sample t-test)

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี หลังเรียนเท่ากับ 63.23 จัดอยู่ในระดับความสามารถดีและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนสูงที่สุด รองลงมาคือความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงโมโนทัศน์และปัญหาบูรณาการ โดยมีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละเท่ากับ 76.32 60.78 และ 56.35

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการทำงานกลุ่มหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมเท่ากับ 3.71 จัดอยู่ในระดับเจตคติต่อการทำงานกลุ่มที่ดี



และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านพฤติกรรมเท่ากับ 3.96 3.71 และ 3.46 ตามลำดับ โดยนักเรียนเห็นด้วยที่สุดว่า การช่วยเหลือกันเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานร่วมกันมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.47 รองลงมาคือ การยอมรับความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่นเป็นสิ่งที่ควรทำเท่ากับ 4.44 และนักเรียนยังคิดว่าเป็นการยากที่จะให้สมาชิกคนอื่นยอมรับความคิดเห็นของตนเอง มีคะแนนเท่ากับ 2.56

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นสำหรับการอภิปรายผลการวิจัยที่สำคัญ 2 ประเด็นดังนี้

#### 1.ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

จากผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมเท่ากับ 63.23 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จัดอยู่ในระดับความสามารถดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McInerney and Fink (2003) ที่ใช้การเรียนรู้เป็นทีมชั้นเรียนสรีรวิทยาจุลินทรีย์ (Microbial Physiology) มีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนสูงที่สุดเท่ากับ 76.32 รองลงมาคือปัญหาเชิงมโนทัศน์และปัญหาบูรณาการตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักการศึกษา 3 คน ที่พบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนได้ดีกว่าปัญหาเชิงมโนทัศน์ (Chiu, 2001; Salta, 2011; and Surif et al., 2014) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังที่จะกล่าวต่อไป

ประการแรก การสอนด้วยวิธีสืบสอบซึ่งใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม ในขั้นสร้างคำอธิบาย นักเรียนจะนำข้อมูลจากการสำรวจและค้นหาจัดกระทำ ลงข้อสรุป และตอบคำถามพร้อมอธิบายเหตุผลจากข้อมูลที่นักเรียนได้มา โดยครูให้คำแนะนำและผลป้อนกลับ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในทศน์ที่ถูกต้องและสามารถนำทศน์นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปได้ นอกจากนี้ในขั้นขยายความรู้ของวิธีการสืบสอบและการเรียนรู้เป็นทีม นักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหา ประเภทของปัญหาที่นักเรียนได้ร่วมกันแก้จะเริ่มจากปัญหาเชิงขั้นตอนไปจนถึงปัญหาเชิงบูรณาการ ทำให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ การนำความรู้มาใช้ เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันจนได้ผลลัพธ์หรือคำตอบ เช่นเดียวกับ มริจี้ คงทรัพย์ (2554) ที่อธิบายว่า ในขั้นสร้างคำอธิบาย นักเรียนจะได้นำข้อมูลที่ได้นำจัดกระทำ วิเคราะห์และอภิปรายร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาในขั้นขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้

ประการที่สอง การนำหลักการการเรียนรู้เป็นทีมในส่วนของการทำงานแบบทดสอบประกันความพร้อมของนักเรียนทั้งรายบุคคล (iRAT) และรายกลุ่ม (tRAT) ในขั้นสร้างความสนใจนั้น ทำให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ประเภทของปัญหาที่ใช้ในแบบทดสอบประกันความพร้อมมักเป็นปัญหาเชิงขั้นตอนและปัญหาเชิงมโนทัศน์ นักเรียนจะได้ฝึกการแก้ปัญหาทั้งสองประเภทผ่านกิจกรรมในขั้นนี้ซึ่งอยู่ในขั้นของการสร้างความสนใจ โดยตอนแรกนักเรียนจะทำแบบทดสอบประกันความพร้อมเป็นรายบุคคลแบบอัตโนมัติ นักเรียนแต่ละคนจะได้แสดงความรู้ ความเข้าใจและกระบวนการแก้ปัญหา และเมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มทำแบบทดสอบประกันความพร้อมของกลุ่มแล้วนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิด ความเข้าใจและกระบวนการแก้ปัญหาให้แกกันเพื่อที่จะนำพากลุ่มของตนเองให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนที่มีความพร้อมน้อยกว่าสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจความรู้พื้นฐานในขั้นนี้ได้ และผลป้อนกลับทันทีที่นักเรียนได้รับ จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานวิจัยของ Chad (2012) ที่รายงานเกี่ยวกับขั้นตอนสำคัญของการเรียนรู้เป็นทีมคือการทำแบบทดสอบประกันความพร้อม พบว่าการทำแบบทดสอบประกันความพร้อมของทีม (tRAT) นั้นเป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกันเป็นทีมโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนที่มีผลคะแนนที่น้อยกว่าทดสอบความพร้อมรายบุคคล ซึ่งเปรียบเทียบผลคะแนนทดสอบ

ทั้งสองพบว่า คะแนนจากแบบทดสอบประกันความพร้อมของทีมสูงกว่าแบบทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคลกว่าร้อยละ 90 และได้รับความคิดเห็นเกี่ยวกับการทดสอบประกันความพร้อมจากนักเรียนพบว่า กิจกรรมนี้กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้เวลาเรียนรู้และเตรียมตัวมากขึ้น

จากเหตุผลทั้งสองประการ สรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีผ่านขั้นตอนการเรียนรู้และกิจกรรมที่ครูจัดให้รวม 3 ขั้นตอนที่ได้ชัดเจน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสร้างคำอธิบาย และขั้นขยายความรู้ แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่านักเรียนมีความสามารถในแก้ปัญหาทางเคมีเชิงมนทัศน์และบูรณาการต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอาจเนื่องมาจาก ในขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนได้พบกับปัญหาประเภทดังกล่าวน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาบูรณาการที่นักเรียนจะได้พบเพียงในขั้นขยายความรู้ของแต่ละเนื้อหาสาระ และได้ฝึกการแก้ปัญหาบูรณาการเพียง 1 ถึง 3 ปัญหาเท่านั้นทำให้นักเรียนยังไม่มีควมคุ้นเคยและขาดประสบการณ์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนเท่าที่ควร และถึงแม้ว่าในขั้นสร้างคำอธิบาย นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจมนทัศน์ได้ดีแต่เมื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาเชิงมนทัศน์ จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงมนทัศน์ยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากการแก้ปัญหาเชิงมนทัศน์นักเรียนจำเป็นต้องระบุและเลือกใช้มนทัศน์และเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่ออธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายในรายละเอียดและเชื่อมโยงได้อย่างถูกต้องทำให้มีคะแนนในระดับที่ยังไม่สูงเท่าที่ควร

## 2. เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

จากผลการวิจัย นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานกลุ่มหลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมวัดจากแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gaudet et al. (2010) ที่ได้ใช้การเรียนรู้กลุ่มย่อยในรายวิชาประสาทวิทยา พบว่าเจตคติต่อการทำงานกลุ่มของนักเรียนมีการพัฒนาตลอดภาคการศึกษา และงานวิจัยของ Jarjoura et al. (2014) ศึกษาผลของการเรียนรู้เป็นทีมต่อความสามารถและเจตคติของนักเรียนเกรด 7 ในรายวิชาชีววิทยา โดยเปรียบเทียบกับการสอนบรรยายทั่วไป พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้เป็นทีม

มีระดับความสามารถและเจตคติสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนบรรยายทั่วไป อาจเนื่องมาจากเหตุผลที่จะกล่าวต่อไปนี้

การเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม สามารถช่วยส่งเสริมการสร้างเจตคติที่ดีต่อการทำงานกลุ่มได้ด้วยลักษณะทั่วไปของการเรียนรู้เป็นทีม ในแต่ละทีมจะมีนักเรียนประมาณ 4-6 คน สมาชิกแต่ละทีมจะมีเพศและความสามารถที่ต่างกัน โดยนักเรียนจะใช้เวลาเรียนร่วมกันตลอดทุกคาบไม่มีการเปลี่ยนกลุ่ม ระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยเหลือและแก้ปัญหาาร่วมกัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองให้เข้ากับสมาชิกทุกคนได้ ซึ่งการที่นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานกลุ่มได้นั้น นักเรียนจำเป็นที่จะต้องเข้าใจกระบวนการกลุ่มทั่วไป เช่น การแบ่งหน้าที่ การสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การประณิประนอม และมีข้อตกลงร่วมกัน นอกจากนี้ นักเรียนแต่ละคนต้องมีความรู้สึกที่ดีต่อการทำงาน มิตรภาพที่ดีระหว่างกัน และแสดงออกตามบทบาทและหน้าที่ใช้ทักษะการสื่อสารซึ่งทำให้ทั้งกลุ่มและตนเองประสบความสำเร็จ (Dinan & Frydrychowski, 1995; McInerney & Fink, 2003; Loo, 2013)

แต่เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของเจตคติและประเด็นต่าง ๆ ยังพบว่ายังมีบางประเด็นคำถามที่นักเรียนมีเจตคติต่อการทำงานกลุ่มต่ำกว่าเกณฑ์ในประเด็นนั้น ๆ อยู่พอสมควร ในองค์ประกอบด้านพุทธิพิสัยนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าการทำงานกลุ่มที่ดีนั้นสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีความสามารถเท่ากันจึงจะทำให้การทำงานกลุ่มเป็นไปด้วยดีซึ่งสอดคล้องกับประเด็นในองค์ประกอบด้านพฤติกรรมที่ว่านักเรียนไม่สามารถช่วยให้กลุ่มมีคะแนนที่ดีขึ้นได้ นักเรียนอาจรู้สึกว่าคุณเองยังมีความสามารถน้อยกว่าสมาชิกคนอื่น ๆ หากตนเองมีความสามารถเท่ากันกับสมาชิกคนอื่นอาจจะช่วยให้กลุ่มมีคะแนนที่ดีขึ้นได้ อีกประเด็นที่น่าสนใจ คือ ในองค์ประกอบด้านพุทธิพิสัยนักเรียนคิดว่ายากที่จะโน้มน้าวสมาชิกคนอื่นในกลุ่มให้เห็นด้วยกับความคิดเห็นของตนเองซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบด้านพฤติกรรม 2 ประเด็นคือ นักเรียนไม่ให้ความสนใจระหว่างที่กลุ่มกำลังทำงานและนักเรียนมักจะปฏิเสธและโต้แย้งความคิดเห็นสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม แสดงให้เห็นว่าในการทำงานกลุ่มนักเรียนอาจพบเห็นการโต้แย้งกันในกลุ่มจึงทำให้คิดว่าหาก

ตนเองเสนอความคิดเห็นและโน้มน้าวให้เห็นด้วยนั้นอาจได้ผลตอบรับไม่ดีเท่าที่ควรทำให้บางคนอาจแสดงพฤติกรรมไม่สนใจว่ากลุ่มกำลังทำอะไร และบางคนก็เป็นคนปฏิเสธและโต้แย้งเสียเอง

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้สำหรับครูผู้สอน

1.1 การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่สามารถนำไปส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีและเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำวิธีการจัดการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในโรงเรียน จำเป็นต้องคำนึงถึงเวลาที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมของการทดสอบประกันความพร้อมทั้งรายบุคคลและกลุ่มให้มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและวัตถุประสงค์ของการทำแบบทดสอบ และตลอด 1 ภาคการศึกษา ครูผู้สอนอาจใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนนี้ในเนื้อหาบทเรียนที่ เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้และความสามารถของนักเรียนในบางบทเรียนได้ แต่อย่างน้อยควรใช้แนวทางการจัดการเรียนการสอนนี้ 30 ชั่วโมงขึ้นไป

1.2 ในขั้นตอนของการทำแบบทดสอบประกันความพร้อม ครูผู้สอนควรออกแบบแบบทดสอบให้ครอบคลุมประเภทของปัญหาทางเคมีและใช้ระดับคำถามในขั้นสูงของบลูมอย่างหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนและสร้างความคุ้นเคย

1.3 กิจกรรมที่ให้นักเรียนเรียนรู้และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มนั้น ครูผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการกลุ่มเป็นอย่างดี แล้วออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันทุกคน เช่น มีกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

2.1 ควรทำการศึกษาวิจัยผลของวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม กับรายวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา ดาราศาสตร์ และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย รวมทั้ง นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1

2.2 ควรทำการศึกษาวิจัยตัวแปรอื่น ๆ ที่พิจารณาแล้วว่านักเรียนต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาในยุคสมัยปัจจุบัน เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการสืบสอบ และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.3 ควรทำการศึกษาวิจัยด้วยรูปแบบการวิจัยอื่น ๆ เช่น แบบศึกษาสองกลุ่มวัดสองครั้ง หรือแบบศึกษาสองกลุ่มวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กรมวิชาการ. (2544). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

ทีศนา แคมมณี. (2545). กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานเป็นทีมและการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ:

นิชินแอดเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.

ทีศนา แคมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.

กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2550). การวัดเจตคติ/Measurement of Attitude. อุบลราชธานี:

วิทยาออฟเซทการพิมพ์.

นาดยา ปิลันธนานนท์. (2543). การเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: แม็ค.

ปัทมา ศรชว. (2540). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยสยาม.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและ

การสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัชรา พัยคณา. (2557). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของพิชชีนี

ร่วมกับแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและปฏิสัมพันธ์

ทางสังคมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชา

การศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิมพ์พร อสัมภินพงศ์. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มริจิ คงรัตน์. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอนวารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 6(1).

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). รายงานประจำปี 2557. เข้าถึงจาก [http://www.niets.or.th/uploads/content\\_pdf/pdf\\_1438068312.pdf](http://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1438068312.pdf) [17 ตุลาคม 2558]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์อนาคต. เข้าถึงจาก [www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM3.pdf](http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM3.pdf) [21 ตุลาคม 2558]

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. (2558). แนวทางการทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. เข้าถึงจาก [www.secondary11.go.th/2016/th/download/files/guidance10.pdf](http://www.secondary11.go.th/2016/th/download/files/guidance10.pdf) [21 ตุลาคม 2558]

สุชีรา ภัทรายุทธวรรตน์. (2556). คู่มือการวัดทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ: ตรีเทพ.

สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท., 42(185), 10-13.



สุติเทพ ศิริพิพัฒนกุล. (2553). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้เป็นทีมของ นิสิตปริญญาบัณฑิตด้วยรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันด้วย กรณีศึกษาและเทคโนโลยีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

### ภาษาอังกฤษ

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Tuan, H.-l. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.

Adel, M. Z., & Mostafa, M. K. (2005). *Teams and Work Groups*. Cairo, Egypt: Center for Advancement of Postgraduate Studies and Research in Engineering Sciences.

Bedwell, W. L., Salas, E., & Fiore, S. (2011). *Developing the 21st century (and beyond) workforce: A review of interpersonal skills and measurement strategies*. Paper presented at the NRC Workshop on Assessing 21st Century Skills. Retrieved from: [http://www7.nationalacademies.org/bota/21st\\_Century\\_Workshop\\_Salas\\_Fiore\\_Paper.pdf](http://www7.nationalacademies.org/bota/21st_Century_Workshop_Salas_Fiore_Paper.pdf) [2015, Oct 16]

Best, J. W. (2006). *Research in education* (10th ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.

Bodner, G. M. (1991). Toward a unified theory of problem solving: A view from chemistry. *Toward a unified theory of problem solving: Views from the content domain*, 21-34.

Bodner, G. M., & Herron, J. D. (2003). Problem-solving in chemistry *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 235-266): Springer.

- Brabeck, M. M., & Wood, P. K. (1990). Cross-sectional and longitudinal evidence for differences between well-structured and ill-structured problem solving abilities. *Adult development*, 2, 133-146.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, CO: BSCS*, 5, 88-98.
- Cantwell, R. H., & Andrews, B. (2002). Cognitive and psychological factors underlying secondary school students' feelings towards group work. *Educational Psychology*, 22(1), 75-91.
- Cardellini, L. (2006). Fostering creative problem solving in chemistry through group work. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 131-140.
- Chad, P. (2012). The use of team-based learning as an approach to increased engagement and learning for marketing students: A case study. *Journal of Marketing Education*, 0273475312450388.
- Chang, R. (2013). *Chemistry / Raymond Chang, Kenneth A. Goldsby*. New York: McGraw-Hill.
- Chiu, M.-H. (2001). Algorithmic problem solving and conceptual understanding of chemistry by students at a local high school in Taiwan. *Proceedings-National Science Council Republic Of China Part D Mathematics Science And Technology Education*, 11(1), 20-38.
- Cortright, R. N., Collins, H. L., & DiCarlo, S. E. (2005). Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems. *Advances in physiology education*, 29(2), 107-111.

- Dahsah, C., & Coll, R. K. (2008). Thai Grade 10 And 11 Students' understanding Of Stoichiometry And Related Concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 573-600.
- Davidson, N., Major, C. H., & Michaelsen, L. K. (2014). *Small-group Learning in Higher Education: Cooperative, Collaborative, Problem-based, and Team-based Learning*: Miami University.
- Dinan, F. J., & Frydrychowski, V. A. (1995). A team learning method for organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 72(5), 429.
- Farrell, J. J., Moog, R. S., & Spencer, J. N. (1999). A guided-inquiry general chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 570.
- Fisher, B. A., & Ellis, D. G. (1990). *Small group decision making : communication and the group process* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Frank, D. V., Baker, C. A., & Herron, J. D. (1987). Should students always use algorithms to solve problems? *Journal of Chemical Education*, 64(6), 514.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548.
- Gaudet, A. D., Ramer, L. M., Nakonechny, J., Cragg, J. J., & Ramer, M. S. (2010). Small-group learning in an upper-level university biology class enhances academic performance and student attitudes toward group work. *PloS one*, 5(12), e15821-e15821.
- Gayon, E. E. P. (2005). The Problem-solving ability of high school chemistry students and its implications in redefining chemistry education.

- Hamer, L. O., & O'Keefe, R. D. (2013). Achieving Change in Students' Attitudes Toward Group Projects by Teaching Group Skills. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 13(2), 25-33.
- Heinstrom, J., & Sormunen, E. (2012). Students' Group Work Attitudes and Experiences in Collaborative Wiki Writing. *Social Information Research*, 5, 75-100.
- Heyworth, R. M. (1999). Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of a basic problem in chemistry. *International Journal of Science Education*, 21(2), 195-211.
- Hrynchak, P., & Batty, H. (2012). The educational theory basis of team-based learning. *Medical teacher*, 34(10), 796-801.
- Jarjoura, C., Abou Tayeh, P., & Zgheib, N. K. (2014). Using Team-Based Learning to Teach Grade 7 Biology: Student satisfaction and improved performance. *Journal of Biological Education*(ahead-of-print), 1-19.
- Kean, E., Middlecamp, C. H., & Scott, D. (1988). Teaching students to use algorithms for solving generic and harder problems in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 65(11), 987.
- Lee, K. W. L., Goh, N. K., Chia, L. S., & Chin, C. (1996). Cognitive variables in problem solving in chemistry: A revisited study. *Science Education*, 80(6), 691-710.
- Loo, J. L. (2013). Guided and team-based learning for chemical information literacy. *The Journal of Academic Librarianship*, 39(3), 252-259.
- Maior, G. R., & Haddock, G. (2009). *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*: SAGE Publications.

- Marcy, H. T., & Grant, E. R. (1997). "I believe I will go out of this class actually knowing something": Cooperative learning activities in physical chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 819-835.
- McInerney, M. J., & Fink, L. D. (2003). Team-based learning enhances long-term retention and critical thinking in an undergraduate microbial physiology course. *Microbiology Education*, 4, 3.
- Medina, M. S., Conway, S. E., Davis-Maxwell, T. S., & Webb, R. (2013). The impact of problem-solving feedback on team-based learning case responses. *American journal of pharmaceutical education*, 77(9).
- Michaelsen, L. K., Sweet, M., & Parmelee, D. X. (2011). *Team-Based Learning: Small Group Learning's Next Big Step: New Directions for Teaching and Learning*, Number 116 (Vol. 103): John Wiley & Sons.
- Murray-Harvey, R., Pourshafie, T., & Reyes, W. S. (2013). What teacher education students learn about collaboration from problem-based learning. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 1(1), 114-134.
- Natoli, R., Jackling, B., & Seelanatha, L. (2014). The impact of instructor's group management strategies on students' attitudes to group work and generic skill development. *Pedagogies: An International Journal*, 9(2), 116-132.
- Nurrenbern, S. C., & Robinson, W. R. (1998). Conceptual questions and challenge problems. *Journal of Chemical Education*, 75(11), 1502.
- OECD, P. (2015). Draft Collaborative Problem Solving Framework.(2013).

- Parker Siburt, C. J., Bissell, A. N., & Macphail, R. A. (2011). Developing metacognitive and problem-solving skills through problem manipulation. *Journal of Chemical Education*, 88(11), 1489-1495.
- Persky, A. M., & Pollack, G. M. (2011). A modified team-based learning physiology course. *American journal of pharmaceutical education*, 75(10).
- Pratibha Varma-Nelson, B. P. C. (2005). Team Learning. In N. C. Pienta, M. (Ed.), *Chemist's Guide to Effective Teaching* (pp. 155-169). Saddle River, NJ: Pearson.
- Randles, C., & Overton, T. (2015). Expert vs. novice: approaches used by chemists when solving open-ended problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 811-823.
- Reid, N., & Yang, M.-J. (2002). Open-ended problem solving in school chemistry: A preliminary investigation. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1313-1332.
- Robinson, W. R., & Niaz, M. (1991). Performance based on instruction by lecture or by interaction and its relationship to cognitive variable. *International Journal of Science Education*, 13(2), 203-215.
- Robyn, M. G., Adrian, A., & Jan, T. (2008). *The teacher's role in implementing cooperative learning in the classroom* (Vol. 7). New York: Springer.
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Conceptual versus algorithmic problem-solving: focusing on problems dealing with conservation of matter in chemistry. *Research in Science Education*, 41(4), 587-609.
- Schunk, D. H. (2004a). *Learning theories* (4th ed.). Printice Hall Inc., New Jersey: Pearson Education.

- Schunk, D. H. (2004b). *Learning theories : an educational perspective* (4th ed.). Upper Saddle River, N.J. : Pearson/Merrill/Prentice Hall, 2004.
- Surif, J., Ibrahim, N. H., & Dalim, S. F. (2014). Problem Solving: Algorithms and Conceptual and Open-ended Problems in Chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 4955-4963.
- Surif, J., Ibrahim, N. H., & Mokhtar, M. (2012). Conceptual and Procedural Knowledge in Problem Solving. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 416-425.
- Taasoobshirazi, G., & Glynn, S. M. (2009). College students solving chemistry problems: A theoretical model of expertise. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1070.
- Terwel, J. (1999). Constructivism and its implications for curriculum theory and practice. *Journal of curriculum studies*, 31(2), 195-199.
- Varma-Nelson, P., & Coppola, B. P. (2005). Team learning (pp. 155-169): Pearson: Saddle River, NJ.
- Wood, C. (2006). The development of creative problem solving in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 96-113.
- Zeff, L. E., & Higby, M. A. (2002). Teaching more than you know. *Academic Exchange*, 3(6).
- Zoller, U., Lubezky, A., Nakhleh, M. B., Tessier, B., & Dori, Y. J. (1995). Success on algorithmic and LOCS vs. conceptual chemistry exam questions. *Journal of Chemical Education*, 72(11), 987.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY





## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมี

1. อาจารย์ ดร. ณัฐพงษ์ ไพบูลย์วรชาติ อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. สกฤษ สุข อุ๋นอรุณทัย อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ธาริณี วิทยาอนิวรรณ อาจารย์โรงเรียนสาธิต  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ ดร. นันทวัฒน์ ภัทรกรนันท์ อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. อาจารย์ สุภาพร ขาวพิมพ์ อาจารย์โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันติ ศรีประเสริฐ อาจารย์ คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ สุภาพร ขาวพิมพ์ อาจารย์โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)



ภาคผนวก ข  
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเพิ่มเติม เคมี2

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้สาระ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แบบวัดแบ่งออกเป็น 3 ตอน ทั้งหมด 10 ข้อ ดังนี้

ตอนที่ 1 ปัญหาเชิงขั้นตอน	จำนวน	4 ข้อ	11 คะแนน
ตอนที่ 2 ปัญหาเชิงโมโนทัศน์	จำนวน	3 ข้อ	9 คะแนน
ตอนที่ 3 ปัญหาบูรณาการ	จำนวน	3 ข้อ	<u>20 คะแนน</u>
	รวม		<u>40 คะแนน</u>

2. แบบวัดนี้เป็นข้อสอบอัตนัย ให้นักเรียนแสดงวิธีทำหรือตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดให้

3. กรุณาทำแบบวัดนี้ทุกข้อ เพื่อประโยชน์ต่อการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผลข้อมูลให้มีคุณภาพสูงสุด

### หมายเหตุ

ให้นักเรียนเขียนชื่อและนามสกุล เลขที่และชั้น ให้ชัดเจนและควรตรวจสอบคำตอบก่อนส่ง

แบบวัด

สำหรับกรอกคะแนน			
ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 3	รวม

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบวัดชุดนี้ด้วยความตั้งใจ

ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีต่อไป

ชื่อ-นามสกุล \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_

### ตอนที่ 1 ปัญหาเชิงขั้นตอน

1. จงแสดงวิธีการหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

ก. จำนวนโมลของมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) ที่มีมวล 3.2 กรัม (แสดงวิธีทำโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์)

ข. จำนวนโมลของแก๊สไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ ) ปริมาตร  $44.8 \text{ dm}^3$  ที่ STP (แสดงวิธีทำโดยการใช้สูตร)

2. สารละลายแคลเซียมโบรไมด์ ( $\text{CaBr}_2$ ) เข้มข้น 52.0% โดยมวล และมีความหนาแน่น  $1.80 \text{ g/cm}^3$  โมลาริตีของสารละลายนี้มีค่าเท่าไร (แสดงวิธีทำโดยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย และกำหนดให้มวลอะตอมของ  $\text{Ca} = 40$  และ  $\text{Br} = 80$ )

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### ตอนที่ 2 ปัญหาเชิงโน้ตค้น

3. ในฤดูหนาวทางตอนเหนือของอเมริกาจะมีสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงมาก น้ำที่อยู่ในสิ่งมีชีวิตจะแข็งตัวและทำลายเซลล์ให้เกิดความเสียหายจนถึงแก่ความตาย แต่มีกบไม้ชนิดหนึ่งที่สามารถทนต่อสภาพภูมิอากาศนี้ได้ เนื่องจากตับของกบชนิดนี้สามารถเพิ่มปริมาณกลูโคสในปริมาณมากได้ เพราะเหตุใดกลูโคสที่ถูกผลิตขึ้นจึงทำให้กบยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

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

### ตอนที่ 3 ปัญหาบูรณาการ

1. ในฤดูหนาวผู้ใช้รถยนต์ที่ในแถบประเทศยุโรปนิยมใส่ 1,4 บิวทิลีนไกลคอล ( $C_4H_{10}O_2$ ) หรือ เอทิลีนไกลคอล ( $C_2H_6O_2$ ) ลงในหม้อน้ำของรถยนต์เพราะเหตุใด หากนักเรียนจะเลือกใส่สารดังกล่าว นักเรียนจะเลือกสารใดเพราะเหตุใด สารทั้งสองมีจุดเยือกแข็งต่างกันเท่าไร (กำหนดให้  $K_f$  น้ำ =  $1.8\text{ }^{\circ}\text{C kg/mol}$  น้ำในหม้อน้ำมีปริมาณ 5000 g ปริมาณสารที่เติม 775 g)

2. ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมวิศวกรเคมีได้ควบคุมการผลิตสารต่าง ๆ จากปิโตรเลียม พบสารชนิดหนึ่งที่ไม่ทราบชื่อจึงนำไปทดสอบด้วยการเผาอย่างสมบูรณ์ได้ผลิตภัณฑ์เพียงแก๊ส  $CO_2$  และ  $H_2O$  เท่านั้น จากนั้นวิเคราะห์องค์ประกอบของสารอินทรีย์ชนิดนี้ พบ C ร้อยละ 49.32 และ O ร้อยละ 43.83 และเมื่อแบ่งสารอินทรีย์นี้มา 7.3 กรัม ละลายในเอทานอล 100 กรัม ปรากฏว่าสารละลายมีจุดเดือดสูงขึ้น  $0.61$  องศาเซลเซียสจากเดิม วิศวกรเคมีคนนี้จะใช้ข้อมูลเหล่านี้หาสูตรโมเลกุลของสารดังกล่าวได้อย่างไร (กำหนดให้  $K_b$  ของเอทานอลมีค่าเท่ากับ  $1.22\text{ }^{\circ}\text{C kg/mol}$ )

### ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่ม

#### คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความที่บ่งชี้ลักษณะพฤติกรรม นิสัย หรือความรู้สึก เกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม จำนวน 30 ข้อทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือแบ่งเป็น 5 ช่อง ที่แสดงระดับ ความคิดเห็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยที่สุด (5) เห็นด้วย (4) ไม่แน่ใจ (3) ไม่เห็นด้วย (2) และไม่เห็นด้วย ที่สุด (1)
2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับ ระดับความจริงของนักเรียนที่มีต่อข้อความนั้น

#### ตัวอย่าง


ข้อที่	ข้อความ	ระดับความจริง				
		5	4	3	2	1
1	การทำงานกลุ่มทำให้ฉันทำงานได้ดีขึ้น		✓			
2	สมาชิกในกลุ่มของฉันช่วยให้ฉันเรียนรู้สิ่งใหม่	✓				
3	การให้คะแนนทุกคนในกลุ่มเท่ากันไม่ยุติธรรม สำหรับฉัน					✓

\*\*\*หมายเหตุ\*\*\*

ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อการทำงานกลุ่มฉบับนี้ เป็นการแสดงความคิดเห็น ไม่มีคำตอบที่ ถูกหรือผิด รวมทั้งคำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน ขอให้นักเรียนตอบตาม ความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ฉันชอบทำงานร่วมกับคนอื่น					
2	ฉันรู้สึกภูมิใจที่กลุ่มของฉันประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้					
3	ฉันคิดว่าการขาดการสื่อสารกันในกลุ่มทำให้ผลงานออกมาไม่ดี					
4	ฉันรู้สึกว่ามีบางอย่างที่ฉันน่าจะนำเสนอให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจเหตุผลที่ฉันนำเสนอ					
5	ฉันคิดว่ากลุ่มควรกำหนดเวลารวบรวมผลงานให้พร้อมกันก่อนเริ่มทำงาน					
6	ฉันมักจะเสนอความคิดเห็นเพื่อให้กลุ่มตัดสินใจได้ดีขึ้น					
7	ฉันคิดว่าการช่วยเหลือกันของสมาชิกทุกคนเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานร่วมกัน					
8	ฉันสามารถแสดงความเป็นตัวของตัวเองได้เวลาอยู่ในกลุ่ม					
9	ฉันยอมรับความแตกต่างของเพื่อนในกลุ่มได้					
10	บางครั้งฉันไม่ได้ให้ความสนใจขณะที่กลุ่มกำลังทำงาน					





ภาคผนวก ค  
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบรวมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่ 3

วิชา เพิ่มเติม เคมี 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลาย

เวลา 200 นาที

#### ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของสารละลาย บอกตัวทำละลาย ตัวละลาย และวิธีการบอกปริมาณตัวละลายในสารละลายได้
2. สามารถเตรียมสารละลายมาตรฐานให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้

#### สาระสำคัญ

สารละลาย (Solution) คือ สารเนื้อเดียวที่เกิดจากการผสมกันระหว่างตัวทำละลาย (solvent) และตัวละลาย (solute) เข้าด้วยกัน

ความเข้มข้นของสารละลาย คือ ค่าที่แสดงอัตราส่วนระหว่างปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือสารละลาย เช่น การบอกเป็นร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล

การเตรียมสารละลายทำได้โดยนำสารบริสุทธิ์มาละลายในตัวทำละลายโดยตรง และสามารถนำสารละลายที่มีอยู่แล้วมาเติมตัวทำละลายเพื่อให้ความเข้มข้นของสารละลายเจือจางลง

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

##### ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

1. ระบุตัวทำละลายและตัวละลายจากสารละลายที่กำหนดให้ได้
2. บอกความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ได้
3. อธิบายหลักการการเตรียมสารละลายได้

##### ด้านกระบวนการ (P)

1. แสดงวิธีการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายจากปริมาณที่กำหนดให้ได้
2. แสดงวิธีการคำนวณความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ จากหน่วยความเข้มข้นอื่นที่กำหนดให้ได้
3. วางแผนและเตรียมสารละลายตัวอย่างได้

### ด้านคุณลักษณะ (A)

มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง

### สาระการเรียนรู้

สารละลาย (Solution) คือ สารเนื้อเดียวที่เกิดจากการผสมกันระหว่างตัวทำละลาย (solvent) และตัวถูกละลาย (solute) สารละลายอาจมีตัวถูกละลายมากกว่า 1 ชนิด และตัวถูกละลายในสารละลายแต่ละชนิดอาจมีปริมาณต่างกัน ซึ่งทำให้สารละลายมีความเข้มข้นไม่เท่ากัน

1. ความเข้มข้นของสารละลาย คือ ค่าที่แสดงอัตราส่วนระหว่างปริมาณของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือสารละลาย เช่น การบอกเป็นร้อยละมี 3 แบบ คือ ร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

ความเข้มข้นส่วนในล้านส่วน (ppm) หมายถึง มวลหรือปริมาตรของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย 1 ล้านหน่วย สัญลักษณ์ ppm อาจใช้หน่วยเป็น mg/dm<sup>3</sup>, mg/L, mg/kg, µg/g, µg/cm<sup>3</sup>

ความเข้มข้นส่วนในพันล้านส่วน (ppb) หมายถึง ปริมาณตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย 1 พันล้านหน่วย

โมลาริตี หรือ โมลาร์ (M) หมายถึง จำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 dm<sup>3</sup> มีหน่วยเป็น mol/dm<sup>3</sup>

**โมแลลิตี หรือ โมแลล (m)** หมายถึงจำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 kg มีหน่วยเป็น mol/kg

**เศษส่วนโมล** หมายถึง อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นต่อจำนวนโมลของสารทั้งหมดในสารละลาย เช่น สารละลายชนิดหนึ่งประกอบด้วยสาร A a โมล สาร B b โมล สาร C c โมล

## 2. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

การคำนวณเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายอาศัยหลักการที่ว่า “เมื่อนำสารบริสุทธิ์ (ของแข็งของเหลว หรือก๊าซ) มาละลายในน้ำ มวลของสารในขณะที่เป็นสารบริสุทธิ์ ย่อมเท่ากับมวลของสารในขณะที่อยู่ในสารละลาย” ในแง่ของโมล “จำนวนโมลของสารที่เป็นสารบริสุทธิ์ ย่อมเท่ากับจำนวนโมลของสารที่เป็นสารละลาย” **โมลสารบริสุทธิ์ = โมลของสารละลาย**

**3. การเตรียมสารละลายโดยการทำให้เจือจาง** ทำได้โดยนำสารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้วมาเติมน้ำให้เจือจางลงให้ได้ความเข้มข้นใหม่ การคำนวณเกี่ยวกับการเจือจางอาศัยหลักการที่ว่า “เมื่อเติมน้ำลงไปโดยสารละลาย จะทำให้ปริมาตรและความเข้มข้นของสารละลายเปลี่ยนแปลงไป แต่จำนวนโมลของสาร (ตัวถูกละลาย) จะเท่าเดิม”

**จำนวนโมลก่อนเติมน้ำ = จำนวนโมลหลังเติมน้ำ**

$$\frac{C_1 V_1}{1000} = \frac{C_2 V_2}{1000}$$

หรือ  $C_1 V_1 = C_2 V_2$

## การมอบหมายการเรียนรู้ล่วงหน้ารายบุคคล (ก่อนเริ่มคาบเรียนอย่างน้อย 3 วัน)

ครูมอบหมายให้นักเรียนทบทวนล่วงหน้าเรื่อง คำนิยามของสารละลาย และการใช้อุปกรณ์ สำหรับการเตรียมสารละลาย จากหนังสือเรียนวิชาเพิ่มเติมเคมี 2 หน้า 24 และ 40

## กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นสร้างความสนใจ (20 นาที)

1. นักเรียนทำแบบทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคลเรื่อง สารละลาย จำนวน 5 ข้อแบบ อัตนัยใช้เวลาประมาณ 5 นาที เพื่อครบเวลาที่กำหนดนักเรียนรวบรวมส่งครู

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบประกันความพร้อมของกลุ่มเรื่อง สารละลาย จำนวน 5 ข้อแบบปรนัย ซึ่งมีข้อความลักษณะเดียวกับแบบทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคล

#### 2.1 การเลือกตอบและการให้คะแนน

ในการเลือกตอบแต่ละครั้งนักเรียนจะสามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่เลือกนั้นถูกหรือผิด หากนักเรียนตอบถูกแต่ละข้อในครั้งแรกจะได้ 3 คะแนน หากตอบผิดนักเรียนต้องเลือกคำตอบใหม่และคะแนนจะลดลง 1 คะแนนในแต่ละครั้ง

#### 2.2 การเขียนคำร้อง

ในแต่ละข้อ หากกลุ่มมีข้อสงสัยในคำตอบของครู นักเรียนสามารถเขียนคำร้องโดยระบุเลขข้อคำถาม และคำตอบที่นักเรียนมีข้อโต้แย้ง พร้อมอธิบายเหตุผลและบอกแหล่งอ้างอิง

#### 2.3 เมื่อแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบครบทุกข้อแล้ว ให้บอกคะแนนสุดท้ายของกลุ่ม

3. ครูสรุปคะแนนของแต่ละกลุ่ม และนำคำร้องที่กลุ่มเขียนขึ้นมาอธิบายเหตุผลที่ถูกต้อง

4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนคิดเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนดังนี้

4.1 สารละลายประกอบด้วย ตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย นักเรียนคิดว่านักเคมีบอกความเข้มข้นของสารละลาย จากปริมาณของสารใด

4.2 นักเรียนตอบคำถามด้วยตัวเอง จากนั้นแลกเปลี่ยนคำตอบกับเพื่อนในกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปคำตอบของกลุ่มและเสนอคำตอบกับชั้นเรียน

### ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

1. นักเรียนรับเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
2. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเอกสารและปฏิบัติตามคำชี้แจงในเอกสาร จากนั้นวางแผนเพื่อดำเนินกิจกรรม
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
4. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม
5. แต่ละกลุ่มปฏิบัติตามวิธีทำกิจกรรมที่อยู่ในเอกสาร โดยครูคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง และเน้นย้ำสิ่งที่นักเรียนต้องสังเกตและจดบันทึก
6. ตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำผลการทำกิจกรรม มาเขียนไว้บนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบผลของแต่ละกลุ่มกับกลุ่มตนเอง และให้ทั้งห้องร่วมกันลงข้อสรุปที่ได้

### ขั้นสร้างคำอธิบาย (40 นาที)

1. นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามต่อนักเคมีบอกความเข้มข้นของสารละลายจากปริมาณของสารใด จากนั้นแลกเปลี่ยนคำตอบกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มของตนเอง
2. แต่ละกลุ่มตอบคำถามสำคัญโดยแสดงหลักฐานจากการทดลองและผลการทดลองของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน
3. ครูเปิดโอกาสให้กลุ่มอื่นซักถามข้อสงสัยหรือแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม
4. ครูอ่านคำถามหลังทำกิจกรรมและให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูให้ผลป้อนกลับและข้อมูลที่ถูกต้องหลังจากที่นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ

### ขั้นขยายความรู้ (90 นาที)

1. แต่ละกลุ่มรับเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 3.2 สถานการณ์ปัญหาเรื่อง “การเตรียมสารละลาย” ที่ครูกำหนดให้ ในตอนที่ 1 กลุ่มร่วมกันวางแผนโดยจัดทำแผนขั้นตอนการเตรียมสารละลายดังกล่าวใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที จากนั้นให้ครูตรวจสอบก่อน
2. เมื่อครูพิจารณาเห็นชอบแล้วให้นักเรียนรับอุปกรณ์และดำเนินการเตรียมสารละลายได้ใช้เวลาไม่เกิน 50 นาที โดยนักเรียนจะต้องทำการบันทึกภาพหรือภาพเคลื่อนไหวขณะเตรียมสารละลาย และจัดกระทำส่งครูภายหลัง

3. แต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดจำนวน 5 ข้อ ในตอนที่ 2  
ข้อละ 3 นาที

3.1 เมื่อครบเวลาที่กำหนด ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมาเขียนคำตอบหน้ากระดาน

3.2 ครูเฉลยคำตอบและให้คะแนน กลุ่มที่ตอบถูกได้ 2 คะแนน กลุ่มที่ตอบผิด -1  
คะแนน และกลุ่มที่ออกมาเขียนคำตอบซ้ำที่หากตอบถูกจะไม่ได้คะแนน

3.3 กลุ่มที่ตอบผิดครูให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีคำนวณบนกระดาน และให้นักเรียนที่  
เหลือช่วยหาข้อผิดพลาด และให้คำแนะนำ จากนั้นครูสรุปวิธีคำนวณอีกครั้ง

3.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยซักถามเพิ่มเติม

#### ขั้นประเมิน

1. ครูประเมินนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอนจากการสังเกตและ  
ให้ผลป้อนกลับในทันทีเมื่อสังเกตเห็นข้อผิดพลาด

2. นักเรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเองระหว่างเรียนจากการสะท้อนของเพื่อนสมาชิกใน  
กลุ่มและจากครู และประเมินตนเองหลังเรียนผ่านแบบประเมินออนไลน์ที่ได้จัดเตรียมไว้

## การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การประเมิน การเรียนรู้	สิ่งที่วัด	เกณฑ์การประเมิน			
ด้านความรู้ ความเข้าใจ และด้าน กระบวนการ	ความถูกต้องของ คำตอบหลัง กิจกรรม	1. ตอบคำถามหลังกิจกรรมได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 70			
	ความถูกต้องของ วิธีการแก้ปัญหา และการเตรียม สารละลาย	1. แสดงวิธีการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 3 ข้อ 2. แสดงวิธีการเตรียมสารละลายได้ถูกต้องตามขั้นตอนมากกว่าร้อย ละ 70			
ด้าน คุณลักษณะ	ความกระตือรือร้น การทำงานเป็น กลุ่ม และความ รับผิดชอบ	3	2	1	0
		-ให้ความสนใจ กับเนื้อหาหรือ กิจกรรมตลอด คาบเรียน -มีส่วนร่วมใน การตั้งคำถาม และตอบ คำถามทุกครั้ง ที่มีโอกาส -ทำงานตาม หน้าที่ของ ตนเองจน สำเร็จด้วย ตนเอง ทุก ชิ้นงาน -ช่วยเหลือ เพื่อนสมาชิก ในกลุ่มอย่าง สม่ำเสมอ	-ให้ความสนใจ กับเนื้อหาหรือ กิจกรรมบาง ช่วง -มีส่วนร่วมใน การตั้งคำถาม และตอบ คำถามบางครั้ง -ทำงานตาม หน้าที่ของ ตนเองจน สำเร็จทุก ชิ้นงานโดยมี เพื่อน ช่วยเหลือ -ช่วยเหลือ เพื่อนสมาชิก ในกลุ่มบางครั้ง	-ให้ความสนใจ กับเนื้อหาหรือ กิจกรรมเวลาที่ ครูกระตุ้น เตือน -ไม่มีส่วนร่วม ในการตั้ง คำถามและ ตอบคำถาม -ไม่ทำงาน ตามหน้าที่ของ ตนเองต้องมี เพื่อนคอย ช่วยเหลือ -ช่วยเหลือ เพื่อนสมาชิก ในกลุ่มบางครั้ง	-ไม่ให้ความสนใจ กับเนื้อหาหรือ กิจกรรมตลอด คาบเรียน -ไม่มีส่วนร่วม ในการตั้ง คำถามและ ตอบคำถาม -ไม่ทำงานตาม หน้าที่ของ ตนเอง -ไม่ช่วยเหลือ เพื่อนสมาชิก ในกลุ่ม



## สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคลและรายกลุ่ม
2. เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 3.1 และ 3.2
3. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับเตรียมสารละลาย
4. สไลด์นำเสนอ

### แบบทดสอบประกันความพร้อมรายบุคคลครั้งที่ 3

#### เรื่อง คำนิยามของสารละลายและการใช้อุปกรณ์สำหรับการเตรียมสารละลาย

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารละลาย หมายถึง (สารผสมเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสาร 2 ชนิดขึ้นไป ประกอบด้วย ตัวทำละลายกับตัวถูกละลายหรือตัวละลาย).....
2. เมื่อนำเกลือแกง (NaCl) ใส่ลงไปใต้น้ำเกลือแกงละลายได้ เพราะเหตุใด (เมื่อใส่เกลือลงไปใต้น้ำ น้ำจะล้อมรอบเกลือ แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างน้ำกับไอออนของเกลือมีมากกว่าพันธะไอออนิกระหว่างโซเดียมไอออนกับคลอไรด์ไอออน ทำให้เกลือแตกตัวเป็นไอออนแล้วกลายเป็นสารละลาย).....
3. น้ำเชื่อม ประกอบด้วย น้ำและน้ำตาล สารใดเป็นตัวทำละลายเพราะเหตุใด (น้ำเพราะมีสถานะเดียวกับสารละลาย) น้ำส้มสายชู ประกอบด้วย กรดแอสติค 5% และน้ำ 95% สารใดเป็นตัวทำละลายเพราะเหตุใด (น้ำเป็นตัวทำละลายเพราะมีปริมาณมากกว่า).....
4. อุปกรณ์ใดที่ใช้สำหรับปรับปริมาตรของสารละลายตามที่ต้องการให้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด (ขวดวัดปริมาตร).....
5. นักเรียนจะตวงสารละลายเข้มข้นเพื่อนำมาเจือจางด้วยอุปกรณ์ใด .....(ปิเปต).....

### แบบประกันความพร้อมของกลุ่มครั้งที่ 3

#### เรื่อง คำนิยามของสารละลายและการใช้อุปกรณ์สำหรับการเตรียมสารละลาย

ให้กลุ่มเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวถึงสารละลายได้ถูกต้อง
  - ก. สารผสมเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสาร 2 ชนิดขึ้นไป ประกอบด้วย ตัวทำละลายกับตัวถูกละลายหรือตัวละลาย
  - ข. สารเนื้อผสมที่ประกอบด้วยสาร 2 ชนิดขึ้นไป ประกอบด้วย ตัวทำละลายกับตัวถูกละลายหรือตัวละลาย
  - ค. สารประกอบที่ประกอบด้วยสาร 2 ชนิดขึ้นไป ประกอบด้วย ตัวทำละลายกับตัวถูกละลายหรือตัวละลาย
  - ง. สารประกอบเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสาร 2 ชนิดขึ้นไป ประกอบด้วย ตัวทำละลายกับตัวถูกละลายหรือตัวละลาย
2. เมื่อนำเกลือแกง (NaCl) ใส่ลงไปในน้ำเกลือแกงละลายได้ เพราะเหตุใด
  - ก. เกลือแตกตัวเป็นไอออนได้เอง
  - ข. น้ำล้อมรอบเกลือ ทำให้เกลือแตกตัวเป็นไอออน
  - ค. คลอไรด์ไอออนมีค่า EN สูงทำให้ยึดเหนี่ยวกับน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน
  - ง. โซเดียมเสียอิเล็กตรอนให้ออกซิเจนอะตอมของน้ำ
3. น้ำเชื่อม ประกอบด้วย น้ำและน้ำตาล และ น้ำส้มสายชู ประกอบด้วย กรดแอสซิติก 5% และน้ำ 95% สารใดเป็นตัวทำละลายของสารละลายทั้งสองตามลำดับ
  - ก. สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลาย และ สารที่มีปริมาณน้อยกว่าในสารละลาย
  - ข. สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลาย และ สารที่มีปริมาณมากกว่าในสารละลาย
  - ค. สารที่มีสถานะต่างกับกับสารละลาย และ สารที่มีปริมาณน้อยกว่าในสารละลาย
  - ง. สารที่มีสถานะต่างกับกับสารละลาย และ สารที่มีปริมาณมากกว่าในสารละลาย

4. อุปกรณ์ใดที่ใช้สำหรับปรับปริมาตรของสารละลายตามที่ต้องการที่มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด
- ก. ปิเปต
  - ข. กระจกตวง
  - ค. กระจกปรับปริมาตร
  - ง. **ขวดวัดปริมาตร**
5. นักเรียนจะตวงสารละลายเข้มข้นเพื่อนำมาเจือจางด้วยอุปกรณ์ใด
- ก. ขวดวัดปริมาตร
  - ข. กระจกตวง
  - ค. **ปิเปต**
  - ง. กระจกปรับปริมาตร



### เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 3.1

#### เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติดังนี้

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. อ่านวิธีทำกิจกรรมให้เข้าใจ | 2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม |
| 3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล       | 4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม |

**กิจกรรม** ความเข้มข้นของสารละลาย

**วัตถุประสงค์ของกิจกรรม**

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสารละลายที่มีปริมาณตัวละลายและทำตัวละลายต่างกัน
2. เพื่อศึกษาวิธีการบอกความเข้มข้นของสารละลาย

**สารเคมีและอุปกรณ์**

1. สารเคมีตัวอย่าง
2. กระจกบอกลงขนาด  $100 \text{ cm}^3$
3. ซ้อนตักสาร เบอร์ 3

**วิธีทำกิจกรรม**

1. ตักสารเคมีตัวอย่างลงในกระจกบอกลงขนาด  $100 \text{ cm}^3$  จำนวน 1 ซ้อน ทั้ง 3 กระจกบอกลง
2. เติมน้ำให้มีปริมาตรต่างกันในแต่ละกระจกบอกลง (จดปริมาตร) คนให้เข้ากัน เปรียบเทียบสีของสารละลายทั้ง 3 กระจกบอกลง บันทึกผลโดยใช้หมายเลข 3 แสดงว่าสีเข้มมากที่สุด และหมายเลข 1 แสดงว่าอ่อนสุด
3. นำกระจกบอกลงทั้ง 3 ล้างทำความสะอาด
4. เติมน้ำให้มีปริมาตร  $50 \text{ cm}^3$  เท่ากับทุกกระจกบอกลง
5. ตักสารเคมีตัวอย่างลงในกระจกบอกลงด้วยปริมาณต่างกัน 1 ซ้อน 2 ซ้อน และ 3 ซ้อน ตามลำดับ เปรียบเทียบสีของสารละลายทั้ง 3 กระจกบอกลง บันทึกผลโดยใช้หมายเลข 3 แสดงว่าสีเข้มมากที่สุด และหมายเลข 1 แสดงว่าอ่อนสุด

### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. สารใดเป็นตัวทำละลาย สารใดเป็นตัวถูกละลาย

.....น้ำเป็นตัวทำละลาย และสารเคมีตัวอย่างเป็นตัวละลาย.....

2. ความเข้มข้นของสีในสารละลาย น่าจะขึ้นอยู่กับปริมาณของสารใด

.....น่าจะขึ้นอยู่กับปริมาณของสารเคมีตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น สีน่าจะเพิ่มขึ้น.....

### ตารางบันทึกผลกิจกรรม

กระบอกที่	1	2	3
ปริมาณสาร (ซ็อน)	1	1	1
ปริมาตรน้ำ	25	50	75
ความเข้มข้นของสารละลาย	3	2	1
ปริมาณสาร (ซ็อน)	1	2	3
ปริมาตรน้ำ	50	50	50
ความเข้มข้นของสารละลาย	1	2	3

จากตารางบันทึกผลกิจกรรม นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างไร

จากข้อมูลในตารางบันทึกผล สรุปได้ว่า เมื่อใช้ปริมาณตัวละลายเท่ากันในตัวทำละลายที่มีปริมาตรต่างกัน ความเข้มข้นของสารละลายจะน้อยลงตามลำดับ และเมื่อใช้เพิ่มปริมาตรตัวละลายในตัวทำละลายที่มีปริมาตรเท่ากัน ความเข้มข้นของสารละลายจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารละลายแปรผันตามปริมาณตัวละลายและแปรผกผันกับปริมาณตัวทำละลาย.....

### คำถามหลังกิจกรรม

1. ภายหลังเติมสารเคมีตัวอย่างที่มีปริมาณต่างกัน ลงในน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันในทุกกระบอกตวง ปริมาตรของสารละลายทั้ง 3 กระบอกแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ไม่แตกต่างกัน เพราะปริมาตรที่สังเกตได้ทั้ง 3 กระบอกเท่ากัน อาจเนื่องมาจากปริมาตรของสารเคมี ตัวอย่างซึ่งเป็นของแข็งมีน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรของน้ำ ดังนั้นในกรณีนี้จึงถือได้ว่าปริมาตรของ สารละลายเท่ากับปริมาตรของตัวทำละลาย

2. จากตารางบันทึกผลกิจกรรม นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาณสารละลายและปริมาณตัวถูกละลายได้อย่างไร

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลาย} = \frac{\text{ปริมาณตัวละลาย}}{\text{ปริมาณสารละลาย}}$$

3. สมมติให้ปริมาณสารเคมีตัวอย่าง 1 ซ้อน มีปริมาณ 5 g สารละลายแต่ละกระบอกจะมีความเข้มข้นเท่าใด

กระบอกที่	1	2	3
ปริมาณสาร (g)	5	10	15
ปริมาตรสารละลาย (cm <sup>3</sup> )	50	50	50
ความเข้มข้น (g/cm <sup>3</sup> )	0.1	0.2	0.3

4. จากข้อ 2 ในกระบอกตวงที่ 2 มีปริมาณสาร 0.2 g ใน 1 cm<sup>3</sup> ถ้าในสารละลาย 100 cm<sup>3</sup> จะมีปริมาณสารเท่าใด

ในสารละลาย 1 cm<sup>3</sup> มีปริมาณสารอยู่ 0.2 g

ดังนั้น ในสารละลาย 100 cm<sup>3</sup> มีปริมาณสารอยู่ 0.2 x 100 = 20 g

5. ดังนั้นจากข้อ 2 และข้อ 4 จะเขียนความสัมพันธ์ใหม่ในรูปร้อยละความเข้มข้นของสารละลายได้ อย่างไร

$$\text{ร้อยละความเข้มข้นของสารละลาย} = \frac{\text{ปริมาณตัวละลาย}}{\text{ปริมาณสารละลาย}} \times 100$$

6. นักเรียนสามารถสรุปหลักการการบอกความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร  
การบอกความเข้มข้นของสารละลายนิยมบอกปริมาณของตัวละลายในสารละลายหรือตัวทำละลาย
7. นอกจากการบอกปริมาณเป็นร้อยละแล้ว ยังสามารถบอกความเข้มข้นของสารละลายได้ในหน่วยใดบ้าง  
สามารถบอกในหน่วย ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้.....
8. วาดแผนผังแสดงความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ



## เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 3.2

### เรื่อง การเตรียมสารละลาย

#### คำชี้แจง

1. เอกสารประกอบกิจกรรมฉบับนี้ประกอบด้วยกิจกรรม 2 ตอน
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการในแต่ละตอน
3. แต่ละตอนกิจกรรมใช้เวลาประมาณ 60 นาที

#### ตอนที่ 1

1. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์และวางแผนการเตรียมสารละลาย จากนั้นให้ครูตรวจ

#### พิจารณา

2. ดำเนินการเตรียมสารละลายตามแผนที่วางไว้
3. ระหว่างการดำเนินการเตรียมสารละลาย นักเรียนต้องบันทึกภาพหรือภาพเคลื่อนไหวในแต่ละขั้นตอน เพื่อจัดทำส่งภายหลัง

“ในการศึกษาปฏิกิริยาสะเทินระหว่าง กรดกับเบส ต้องใช้สารละลายมาตรฐานเช่น NaOH หรือ HCl หากต้องการให้สารละลายมาตรฐานทั้งสองมีความเข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$  นักเรียนจะมีวิธีการเตรียมสารทั้งสองอย่างไร (กำหนดให้มี NaOH อยู่ 100 กรัม และมี  $6 \text{ mol/dm}^3$  HCl อยู่  $250 \text{ cm}^3$ )”

#### ตอนที่ 2

1. แต่ละกลุ่มร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาเคมีจำนวน 5 ข้อ ให้อเวลาทำข้อละ 3 นาที
2. เมื่อครบเวลาที่กำหนด ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนคำตอบบนกระดาน
3. กลุ่มที่ตอบถูกได้คะแนน 2 คะแนน กลุ่มที่ตอบผิด -1 คะแนน สำหรับกลุ่มที่ออกมาช้าสุด

ในแต่ละข้อถ้าตอบถูกจะไม่ได้คะแนน



ภาคผนวก ง  
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมี และคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ประเภทของ ปัญหา	ข้อ ปัญหา	ระดับความ สอดคล้อง			IOC	ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคำถาม ความถูกต้องของเฉลยและเกณฑ์การให้คะแนน
		-1	0	1		
ปัญหาเชิง ขั้นตอน	1	-	-	3	1.0	- หน่วยของสาร 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm <sup>3</sup> /mol
	2	-	-	3	1.0	- ควรใช้หน่วยความหนาแน่นเป็น g/cm <sup>3</sup> - ควรจะกำหนดมวลอนุภาค Ca Br
	3	-	-	3	1.0	- ควรมีการเกณฑ์การให้คะแนนเมื่อทำ molality - ควรมีคะแนนมากกว่า 2 คะแนน
	4	-	-	3	1.0	
ปัญหาเชิง มโนทัศน์	1	-	2	1	0.3	- ชื่อธาตุตัวอย่างไม่สอดคล้องกับเลขอะตอม นักเรียนอาจสงสัย - ควรกำหนดเลขอะตอม - สัญลักษณ์ธาตุสมมติเป็นสัญลักษณ์ที่มีจริง แต่ชื่อไม่ถูก - ได้สอนวิธีการเลือกธาตุมาตรฐานมาก่อน หรือไม่ - ธาตุมาตรฐานจะเลือกธาตุไหนมา เปรียบเทียบก็ได้

ตารางที่ 15 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีและคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ประเภทของปัญหา	ชื่อปัญหา	ระดับความสอดคล้อง	IOC	ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคำถาม ความถูกต้องของเฉลยและเกณฑ์การให้คะแนน
ปัญหาเชิง มโนทัศน์	2	- 1 2	0.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรกำหนดว่านำธาตุทั้ง 4 ชนิดมาอย่างละ x กรัม</li> <li>- แก้อัปเดตจาก <math>B &gt; C &gt; A &gt; D</math> เป็น <math>C &gt; B &gt; A &gt; D</math></li> <li>- เกณฑ์ให้คะแนนพิจารณาหาก วาง C ผิดที่ แต่สามารถอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง</li> </ul>
	3	- - 3	1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้หน่วย <math>\text{cm}^3</math></li> <li>- น่าจะให้นักเรียนอธิบายว่าจะเตรียมอย่างไรจากข้อมูลที่ให้</li> <li>- ตัดคำว่า “ให้มี” ออก</li> <li>- เปลี่ยนคำว่า “แต่มี” เป็น “ที่มี”</li> </ul>
	4	- - 3	1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบการสะกดคำ</li> <li>- เพิ่มคำว่า “สภาพภูมิอากาศ”</li> <li>- เปลี่ยนคำตอบ จาก “แข็งตัวข้างล่าง” เป็น “ไม่แข็งตัว หรือ แข็งตัวยกขึ้น”</li> <li>- เกณฑ์การให้คะแนน เพิ่มการให้คะแนนในส่วนที่นักเรียนใช้คำที่มีความหมายหรือใกล้เคียงกัน</li> </ul>
ปัญหา บูรณาการ	1	- 1 2	0.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หากนักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบด้วยวิธีอื่นจะให้คะแนนอย่างไร</li> <li>- คำถามไม่ชัดเจน อาจเปลี่ยนเป็น “ได้มาสุดกี่ขวด ถ้าขวดละ 1 ลิตร”</li> <li>- ตัดคำว่า “ให้” ตรง “ช่วยให้ป้องกัน”</li> <li>- กำหนดสารประกอบของฟลูออไรด์จะดีกว่า เช่น NaF</li> </ul>

ตารางที่ 15 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางเคมีและคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ประเภทของปัญหา	ชื่อปัญหา	ระดับความสอดคล้อง	IOC	ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคำถาม ความถูกต้องของเฉลยและเกณฑ์การให้คะแนน
	2	- - 3	1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบการสะกดคำ</li> <li>- เปลี่ยนจาก “ให้อยู่ไม่ต่ำกว่า” เป็น “ไม่ให้ต่ำกว่า”</li> <li>- หรืออาจเปลี่ยนคำถามว่า ป้องกันได้ถึงอุณหภูมิต่ำสุดได้ต่างกันเท่าไร</li> <li>- พิจารณาเกณฑ์การให้คะแนน ให้มีความเหมาะสม</li> </ul>
ปัญหาบูรณาการ	3	- - 3	1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบการสะกดคำ</li> <li>- ใช้คำว่า วิศกรเคมี</li> <li>- คำถามไม่ชัดเจน อาจถามว่า “สูตรโมเลกุลนี้ถูกต้องหรือไม่เพราะเหตุใด”</li> <li>- หรืออาจเปลี่ยนคำถามเป็น ทราบได้อย่างไร</li> <li>- ควรกำหนดค่า <math>K_b</math> ของเอทานอลให้ด้วย</li> <li>- เปลี่ยนจาก “ครูซิเบิล” เป็น “ถ้วยกระเบื้อง”</li> </ul>
	4	- - 3	1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คำถามควรทำให้ชัดเจน เพิ่มว่าต้องดูสมการด้วย</li> <li>- ตรวจสอบความถูกต้องของคำ</li> <li>- พิจารณาการให้คะแนน</li> </ul>

ปัญหาที่มีค่า IOC > 0.5 ขึ้นไปสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดเจตคติของการทำงานกลุ่มและ  
คำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

องค์ประกอบ เจตคติ	ข้อความ	ระดับความ สอดคล้อง			IOC	ข้อเสนอแนะความคิดเห็น เพิ่มเติม
		-1	0	1		
		1	-	-		
2	1	1	1	0.0	- ควรขยายความคำว่าสิ่งที่ดี - “คิดว่า” เป็น จิตพิสัย	
3	-	2	1	0.3		
4	-	-	3	1		
5	-	1	2	0.6		
6	-	-	3	1		
องค์ประกอบ ด้านพุทธิพิสัย	7	-	1	2	0.6	
8	1	-	2	0.3		
9	-	1	2	0.6		
10	-	-	3	1		
11	1	-	2	0.3		
12	-	1	2	0.6		
13	-	-	3	1		
14	1	-	2	0.3		
15	-	-	3	1		

ตารางที่ 16 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดเจตคติของการทำงานกลุ่ม และคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

องค์ประกอบ เจตคติ	ข้อคำถาม	ระดับความ สอดคล้อง			IOC	ข้อเสนอแนะความคิดเห็น เพิ่มเติม
		-1	0	1		
	1	1	-	2	0.3	
	2	-	2	1	0.3	
	3	-	-	3	1.0	
	4	-	1	2	0.6	
	5	-	-	3	1.0	
	6	-	2	1	0.3	
องค์ประกอบ ด้านจิตพิสัย	7	1	1	1	0.0	
	8	-	-	3	1.0	
	9	-	1	2	0.6	
	10	-	1	2	0.6	
	11	-	1	2	0.6	
	12	-	-	3	1.0	
	13	-	1	2	0.6	
	14	-	2	1	0.3	
	15	-	1	2	0.6	

ตารางที่ 16 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดเจตคติของการทำงานกลุ่ม และคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

องค์ประกอบ เจตคติ	ข้อคำถาม	ระดับความ สอดคล้อง			IOC	ข้อเสนอแนะความคิดเห็น เพิ่มเติม
		-1	0	1		
	1	-	-	3	1.0	
	2	-	1	2	0.6	
	3	1	-	2	0.3	
	4	-	1	2	0.6	
	5	-	1	2	0.6	
	6	-	1	2	0.6	
	7	-	-	3	1.0	
องค์ประกอบ ด้านพฤติกรรม	8	-	-	3	1.0	
	9	-	1	2	0.6	
	10	-	1	2	0.6	
	11	-	1	2	0.6	
	12	-	1	2	0.6	
	13	-	1	2	0.6	
	14			3	1.0	
	15	-	-	3	1.0	

ข้อคำถามที่มีค่า IOC > 0.5 ขึ้นไปสามารถนำไปใช้ได้

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัฐพล สีจาด เกิดเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2533 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557 ด้วยทุนสนับสนุนในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

