ผลการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูง
และความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายชวิศ สว่างไพศาลกุล

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 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# EFFECTS OF CONTEXTUAL LEARNING USING REACT STRATEGIES ON HIGHER ORDER THINKING ABILITY AND CHEMISTRY ANXIETY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Chawit Sawangpaisalkul

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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 2017

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ผลการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย |
| โดย | นายชวิศ สว่างไพศาลกุล |
| สาขาวิชา | การศึกษาวิทยาศาสตร์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | อาจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ |

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชวิศ สว่างไพศาลกุล : ผลการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (EFFECTS OF CONTEXTUAL LEARNING USING REACT STRATEGIES ON HIGHER ORDER THINKING ABILITY AND CHEMISTRY ANXIETY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ. ดร.ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ, หน้า.

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีรูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง (one-group pretest and posttest design) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์ และ 3) เปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาคะแนนเกณฑ์โดยใช้สัมประสิทธิ์ฟี ทดสอบสมมติฐาน ด้วยสถิติทดสอบ Wilcoxon signed ranks test t-test และขนาดของอิทธิพลผลการศึกษา พบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ต่ำกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. คะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ต่ำกว่ากว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| | | |
|---|---|---|
| ภาควิชา | หลักสูตรและการสอน | ลายมือชื่อนิสิต ..... |
| สาขาวิชา | การศึกษาวิทยาศาสตร์ | ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ..... |
| ปีการศึกษา | 2560 | ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม ..... |

# # 5883414027 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: REACT STRATEGIES/ HIGHER ORDER THINKING ABILITY/ CHEMISTRY ANXIETY

CHAWIT SAWANGPAISALKUL: EFFECTS OF CONTEXTUAL LEARNING USING REACT STRATEGIES ON HIGHER ORDER THINKING ABILITY AND CHEMISTRY ANXIETY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: PARINDA LIMPANONT PROMRATANA, Ed.D., CO-ADVISOR: NATTAPONG PAIBOONVORACHAT, D.Phil., pp.

This study was a pre-experimental research which using one-group pretest and post test design. The aims of the study were to 1) compare students' higher order thinking ability between pretest and posttest, 2) compare higher order thinking ability of students who learn through contextual learning using REACT strategies with the criteria, and 3) compare chemistry anxiety of students before and after learning through contextual learning using REACT strategies. The sample was thirty-nine of tenth grade students who studied in second semester, academic year 2017, from an extra-large school in Phetchabun province. The research instruments were lesson plans on stoichiometry using REACT strategies, higher order thinking ability tests and chemistry anxiety questionnaire. The collected data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation, Phi coefficient, Wilcoxon signed rank test t-test and effect size Cohen's *d* .

The findings revealed as follows:

1. students' average score of higher order thinking ability after learning through contextual learning using REACT strategies was higher than students' average score before learning at .05 level of significance.

2. students' average score of higher order thinking ability after learning through contextual learning using REACT strategies was lower than the criteria at .05 level of significance.

3. students' average score of chemistry anxiety after learning through contextual learning using REACT strategies was lower than students' average score of anxiety chemistry before learning at .05 level of significance

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| | | | |
|---|---|---|---|
| Department: | Curriculum and Instruction | Student's Signature | ..... |
| Field of Study: | Science Education | Advisor's Signature | ..... |
| Academic Year: | 2017 | Co-Advisor's Signature | ..... |

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้ให้คำชี้แนะให้คำปรึกษาและกวดขันเรื่องการทำวิจัยและพัฒนาวิชาชีพครู ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่า ในการตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน จนเป็นที่มาของความสำเร็จของวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและคุณครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่อนุเคราะห์และสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือและตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี ตลอดจนขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

ขอบคุณน้อง ๆ สควค. 58 และเพื่อนนิสิตทุกชั้นปีในสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเพื่อนสมัยเรียนที่เชียงใหม่ ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และสร้างรอยยิ้มในวันที่เหนื่อยล้า ขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นแหล่งของกำลังใจทั้งหมดและอยู่เบื้องหลังความสำเร็จของข้าพเจ้า รวมทั้งขอบคุณนายทศพล นำศรีเจริญสุข ผู้ที่ให้ความรักและอยู่เคียงข้างทั้งยามสุขและยามทุกข์ คอยเป็นพลังใจที่ดีให้เสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนข้าพเจ้า ทำให้ข้าพเจ้าดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างราบรื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**สารบัญ**

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

คำถามการวิจัย ..... 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 5

สมมติฐานของการวิจัย ..... 5

ขอบเขตของการวิจัย ..... 6

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ..... 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 9

1. การเรียนรู้ผ่านบริบท ..... 10

1.1 ความหมายของการเรียนรู้ผ่านบริบท ..... 10

1.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนรู้ผ่านบริบท ..... 11

2. การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ..... 12

2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ..... 12

2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ..... 12

2.3 ขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ..... 13

2.3.1 การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในลักษณะที่เป็นกลวิธี ..... 13

2.3.2 การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในลักษณะที่เป็นขั้นตอน ..... 15



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ..... 17
3. ความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 19
3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 19
3.2 ความสำคัญของความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 20
3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 20
3.4 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 22
3.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 25
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 27
4. ความวิตกกังวลในเคมี ..... 28
4.1 ความหมายของความวิตกกังวลในเคมี ..... 28
4.2 ความสำคัญของความวิตกกังวลในเคมี ..... 29
4.3 องค์ประกอบของความวิตกกังวลในเคมี ..... 29
4.4 แนวทางการวัดความวิตกกังวลในเคมี ..... 30
4.5 แนวทางการลดความวิตกกังวลในเคมี ..... 32
4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในเคมี ..... 33
กรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 36
1. รูปแบบการวิจัย ..... 36
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ..... 37
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 38
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 43
5. การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 44
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 52
สรุปผลการวิจัย ..... 52
อภิปรายผลการวิจัย ..... 52
ข้อเสนอแนะ ..... 58
รายการอ้างอิง ..... 60
ภาคผนวก ..... 65
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ..... 66
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 68
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ..... 82
ภาคผนวก ง แบบวัดการคิดขั้นพื้นฐาน ..... 99
ภาคผนวก จ คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญตาราง

หน้า

**ตาราง 1** ลักษณะการสอนและตัวอย่างการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ร่วมกับข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ระยะต่าง ๆ ..... 16

**ตาราง 2** ลักษณะการสอนและตัวอย่างการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่ระยะต่าง ๆ ..... 17

**ตาราง 3** คะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีเฉลี่ยของแต่ละห้อง จำนวน 4 ห้อง ..... 38

**ตาราง 4** คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความวิตกกังวลในเคมีก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ห้อง ..... 38

**ตาราง 5** เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เคมี ..... 39

**ตาราง 6** วิเคราะห์ลักษณะทางพุทธิพิสัย 3 ด้านบนสุดตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข (Anderson et al., 2001) ..... 42

**ตาราง 7** แสดงคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 47

**ตาราง 8** ค่ามัธยฐาน คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขนาดของอิทธิพล และการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนก่อนและหลังเรียน ..... 49

**ตาราง 9** คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์และการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ ..... 50

**ตาราง 10** คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนก่อนและหลังเรียน ..... 51

**ตาราง 11** ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงโดยผู้เชี่ยวชาญ ..... 102

**ตาราง 12** แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (Cronbach's alpha) ของแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง ..... 103

**ตาราง 13** ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีโดยผู้เชี่ยวชาญ 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# สารบัญภาพ

หน้า

**ภาพที่ 1** รูปแบบการวิจัยแบบ one-group pretest and posttest design..... 36

**ภาพที่ 2** กราฟแสดงคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูง..... 45



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# บทที่ 1
# บทนำ

การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงเป็นเป้าหมายสำคัญอย่างหนึ่งในการจัดการศึกษา (Zohar & Dori, 2003) เพราะนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดขั้นสูงจะมีการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล เหมาะสม และเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ (Aksela, 2005) อันนำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เกิดการถ่ายโอนความรู้และทักษะไปสู่ภาระงานหรือบริบทอื่น ๆ ที่หลากหลายได้ (Adams, 2015) โดย Brookhart (2010) เสนอมุมมองเกี่ยวกับความหมายของความสามารถในการคิดขั้นสูงว่า เป็นกระบวนการทางพุทธิพิสัย (cognitive process) 3 ขั้นบนสุดตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข ซึ่งประกอบด้วย วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ (Anderson et al., 2001) ความสามารถในการคิดขั้นสูงเป็นสิ่งจำเป็นที่สามารถช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ของตนจากวิชาหนึ่งไปสู่วิชาอื่น ๆ และมีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยให้นักเรียนประยุกต์วิชาเคมีไปยังสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (Toledo & Dubas, 2015)

จากการประเมินผลการศึกษาร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) จัดโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) มีลักษณะการวัดและประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีกรอบในการประเมินสี่ส่วน ได้แก่ บริบท ความรู้ สมรรถนะและเจตคติ โดยในส่วนของสมรรถนะนั้น จะวัดความสามารถในการประเมินค่าและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ โดย PISA 2015 มีลักษณะใหม่ที่เรียกว่าความต้องการทางพุทธิพิสัย (Cognitive demand) ซึ่งมีอนุกรมวิธานของบลูมเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนารูปแบบของความต้องการทางพุทธิพิสัย (cognitive demand schemes) การประเมินความสามารถของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับความต้องการทางพุทธิพิสัยนี้จะใช้ผ่านคำกริยา เช่น แปลความหมาย วิเคราะห์หรือประเมินค่า เป็นต้น (Organisation for Economic Co-operation Development, 2016) โดยในปี พ.ศ. 2558 ผลการทดสอบข้างต้นของนักเรียนไทยพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เท่ากับ 421 คะแนน ซึ่งจัดได้ว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD คือ 493 คะแนน และมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ PISA 2012 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

นอกจากการคิดขั้นสูงแล้ว ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนคือความวิตกกังวล (Huey, 2013) ซึ่งทางการศึกษาได้เริ่มมีความสนใจเกี่ยวกับความวิตกกังวลในวิชาต่าง ๆ โดยจะมีบริบทของวิชาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (Sherman & Wither, 2003)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เช่น ความวิตกกังวลในเคมี ซึ่ง Eddy (2000) ได้ให้ความหมายของความวิตกกังวลในเคมีว่าเป็นความกลัวสารเคมี และความกลัววิชาเคมี นักเรียนหลายคนโดยเฉพาะคนที่มีประสบการณ์ที่ไม่ดีเกี่ยวกับวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาหรือไม่เคยเรียนวิชาเคมีมาก่อน จะมีความวิตกกังวลเมื่อพวกเขาได้ยินคำว่า “เคมี” (Widanski & McCarthy, 2009) ความวิตกกังวลนี้ ส่งผลในทางลบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Aris & Siow, 2007) โดย Huey (2013) ศึกษาความวิตกกังวลในเคมีของกลุ่มนักศึกษา พบว่านักศึกษามีความกังวลเกี่ยวกับการสอบมากที่สุด (3.44) ตามด้วยการจัดการสารเคมี (2.19) และการเรียนรู้ในวิชาเคมี (1.96) ตามลำดับ งานวิจัยของ Jegede (2007) พบว่าแหล่งของความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนคือ การคำนวณ การทำความเข้าใจเนื้อหาและการมีประสบการณ์ที่เคยสอบตกวิชาเคมี

ในบริบทของประเทศไทย ยังไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาความวิตกกังวลในเคมีดังกล่าว แต่จากการสัมภาษณ์ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนเคมี 5 - 10 ปี ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ เกี่ยวกับความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มักจะมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการประเมินผลในวิชาเคมี เพราะนักเรียนคาดหวังที่จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูง นักเรียนจึงรู้สึกกดดันและเครียด ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ระดับปานกลางลงไป มักจะไม่ค่อยมีความวิตกกังวลในการเรียน (จุฑาลักษณ์ ชูไพรศิริกุล, สัมภาษณ์, 13 พฤศจิกายน 2560) นอกจากนี้ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมักจะรับรู้ว่าวิชาเคมียาก และจะวิตกกังวลด้วยการแสดงออกทางสีหน้าและท่าทางที่เคร่งเครียดเมื่อครูให้ทำโจทย์ที่มีการคำนวณ โดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ (อ้อมทิวา บุญโชติ, สัมภาษณ์, 14 พฤศจิกายน 2560) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jegede (2007) ที่พบว่า แหล่งของความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนคือ การคำนวณ การทำความเข้าใจเนื้อหาและการมีประสบการณ์ที่เคยสอบตกวิชาเคมี ซึ่งความวิตกกังวลในเคมีที่เกิดขึ้น มีผลต่อการลดความสนใจในการเรียนเคมี อันนำไปสู่การขาดความพยายามที่จะเรียนรู้ (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011)

ความวิตกกังวลในเคมีสามารถลดลงได้ โดยมีผู้เสนอแนวทางไว้อย่างหลากหลาย เช่น ด้านการประเมินผล โดย Aris and Siow (2007) แนะนำว่าครูสอนเคมีสามารถแบ่งการประเมินออกให้มีจำนวนครั้งที่มากขึ้นแทนการประเมินใหญ่เพียงครั้งเดียว ด้านการจัดการเรียนการสอน Woldeamanuel, Atagana, and Engida (2013) เสนอว่า ครูควรสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้สึกอยากมีส่วนร่วมโดยการให้ออกภาคสนามหรือทำกิจกรรมที่ได้ทดลอง ซึ่งประสบการณ์ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ส่งผลในการเพิ่มความสนใจและพัฒนาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ได้ (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011) นอกจากนี้การใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ สามารถลดความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนได้ (Yusuf, 2014) รวมทั้ง การสอนเนื้อหาที่การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้กับชีวิตประจำวัน จะทำให้ความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เพิ่มขึ้น (Akram, Ijaz, & Ikram, 2017) โดยหลักแล้ว การลดความวิตกกังวลในเคมี คือเปลี่ยนบรรยากาศในการเรียนรู้ จากการฟังเพียงอย่างเดียว มาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนคือ การลงมือปฏิบัติ การทดลอง การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ และการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับบริบทในชีวิตจริง เป็นต้น

การเรียนรู้ผ่านบริบท (Contextual learning) มีหลักการดังกล่าว ที่อาจนำไปสู่การลดความวิตกกังวลในเคมีได้ โดยหลักการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทจะเป็นการสอนที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ครูต้องการจะสอนเข้ากับบริบทในชีวิตของนักเรียนเพื่อสร้างให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Hull, 1999) บริบทนี้อาจจะเป็นบทบาทของนักเรียนในฐานะสมาชิกครอบครัว พลเมืองหรือวัยทำงาน (Berns & Erickson, 2001) ในบริบทที่หลากหลายของทั้งในและนอกห้องเรียน โดยประเภทของกิจกรรมที่ใช้จะมีลักษณะที่มีปัญหาเป็นฐาน มีการนำตนเอง ใช้บริบทที่หลากหลาย มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และตอบสนองความต้องการ ความสนใจที่หลากหลายของนักเรียน (Sears, 2002)

ไม่เพียงเท่านั้น การเรียนรู้ผ่านบริบทมีการเน้นในเรื่องของการรวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง การถ่ายโอนความรู้รวมถึงการคิดขั้นสูงด้วย (Triyanto 2010 cited in Suryawati & Osman, 2018) โดย F. King, Goodson, and Rohani (1998) เสนอว่าการจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงจะต้องให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ไม่แน่ใจ ถูกตั้งคำถามและการให้นักเรียนเผชิญกับข้อขัดแย้ง สอดคล้องกับอุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555) ที่กล่าวว่าวิธีการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงจะเน้นการให้คิดเกี่ยวกับปัญหาหรือโจทย์ที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้ ทิศนา แขมมณี (2558) ได้อธิบายกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาการคิดว่า จะใช้วิธีหรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการขยายความคิดที่ต่อเนื่องจากความคิดเดิม เช่น เกิดความคิดที่มีความละเอียดกว้างขวาง ลึกซึ้ง ถูกต้องมีเหตุผลและน่าเชื่อถือมากขึ้น หรือให้โอกาสผู้เรียนใช้และแสดงความคิด มีการสรุปและอภิปรายโต้ตอบเกี่ยวกับความคิดที่เกิดขึ้นในกระบวนการเรียนการสอน

การเรียนรู้ผ่านบริบทช่วยให้นักเรียนสร้างโครงข่าย จัดระบบระเบียบมโนทัศน์ต่าง ๆ และยังพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่น วิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า (Suryawati & Osman, 2018) โดยลักษณะของการเรียนรู้ผ่านบริบทมีลักษณะสำคัญมีปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งหรือปัญหาและถูกเร้าในการใช้ความคิดระดับสูงและการแก้ปัญหา มีการส่งเสริมการนำตนเอง โดยให้นักเรียนตระหนักเกี่ยวกับความคิดของตนและรู้วิธีที่เหมาะสมในการเรียนรู้และการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องของตนเอง มีการใช้บริบทที่หลากหลายและยึดการจัดการเรียนการสอนในบริบทที่อยู่ในชีวิตของนักเรียน ใช้การทำงานกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นที่อยู่รอบ ๆ (Sears & Hersh, 1998) ซึ่งการเรียน

การสอนผ่านบริบท มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยม (Crawford, 2001) โดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้สร้างหรือขยายความรู้ของตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการคิด การถ่ายโอนความรู้ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากหลาย ๆแหล่งและหลายมุมมอง (Sears, 2003)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีพ (Center for Occupational Research and Development) หรือ CORD เสนอกลวิธีการสอนผ่านบริบท (Contextual teaching strategies) ที่ถูกใช้โดยครูที่จัดการเรียนการสอนได้ดีในสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งกลวิธีที่ถูกใช้มากที่สุดประกอบด้วย 5 กลวิธี เรียกรวมกันว่าการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ (REACT strategies) (Crawford, 2001)

การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ หมายถึง การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ผ่านบริบท เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน เข้ากับมโนทัศน์ใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งบริบทในที่นี้อาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคย เป็นสถานการณ์เสมือนจริงหรือสถานการณ์ (Hull, 1999) ประกอบด้วย 5 กลวิธี ได้แก่ (1) การเชื่อมโยง (2) การสร้างประสบการณ์ (3) การประยุกต์ (4) การร่วมมือ และ (5) การถ่ายโอน (Crawford, 2001) โดย Raub, Shukor, Arshad, and Rosli (2015) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ร่วมกับบรรยากาศการเรียนรู้เสมือน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย Suryawati and Osman (2018) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีลังกา (RANGKA strategies) ซึ่งพัฒนาขึ้นจากกลวิธีรีแอ็คท์ ที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากในการเรียนรู้ผ่านบริบท นักเรียนมีโอกาสได้ใช้การคิดระดับสูงผ่านกระบวนการของการระบุประเด็นปัญหาและวิเคราะห์ปัญหา Özbay and Kayaoğlu (2015) ใช้กลวิธีรีแอ็คท์โดยอาศัยบริบทของวิชาฟิสิกส์ในการสอนภาษาอังกฤษให้กับนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์เป็นภาษาอังกฤษเพื่อพัฒนาแรงจูงใจในการเรียนภาษาอังกฤษและระดับการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นและนักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงสิ่งที่พวกเขาเรียนร่วมถึงวิธีใช้ความรู้เหล่านั้นในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้แรงจูงใจในการเรียนภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้น สำหรับในวิชาเคมี ได้มีการศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์เช่นกัน โดย Ültay, Durukan, and Ültay (2015) ศึกษาผลของมโนทัศน์ในเรื่องสารละลายโดยใช้ข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ในการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ซึ่งมีการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้กลวิธีรีแอ็คท์ แต่กลุ่มทดลองมีการเพิ่มข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ร่วมด้วย ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนมโนทัศน์ในเรื่องสารละลายก่อนเรียนและหลังเรียน

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มเมื่อเทียบกันพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Ültay and Çalik (2016) ได้ศึกษาผลของการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อเจตคติต่อวิชาเคมีและมโนทัศน์ของนักศึกษาฝึกสอนในเรื่องกรด-เบส พบว่านักศึกษามีการจดจำมโนทัศน์ในเรื่องกรด-เบสได้นานขึ้น

จากงานวิจัยที่ปรากฏ ยังไม่พบการศึกษาในบริบทของนักเรียนไทยในวิชาเคมีว่า กลวิธีรีแอ็คท์ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงและลดความวิตกกังวลในเคมีได้หรือไม่ ทำให้เกิดความสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

**คำถามการวิจัย**

1. การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้หรือไม่อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์สามารถลดความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนได้หรือไม่อย่างไร

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์

3. เพื่อเปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**สมมติฐานของการวิจัย**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมี ดังงานวิจัยของ Raub et al. (2015) ที่ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ร่วมกับบรรยากาศการเรียนรู้เสมือนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย Suryawati and Osman (2018) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีลังกา (RANGKA strategies) ซึ่งพัฒนาขึ้นจากกลวิธีรีแอ็คท์ ที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากในการเรียนรู้

ผ่านบริบท นักเรียนมีโอกาสได้ใช้การคิดระดับสูงผ่านกระบวนการของการระบุประเด็นปัญหาและวิเคราะห์ปัญหา นอกจากนี้การยังมีการศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในวิชาเคมีโดย Ültay et al. (2015) ศึกษาผลของมโนทัศน์เกี่ยวกับสารละลาย โดยใช้ข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ในการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ โดยมีการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยกลวิธีรีแอ็คท์ แต่กลุ่มทดลองมีการเพิ่มข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ร่วมด้วยผลการศึกษาพบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนมโนทัศน์ในเรื่องสารละลายก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Ültay and Çalik (2016) ได้ศึกษาผลของการสอนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อเจตคติต่อวิชาเคมีและมโนทัศน์ของนักศึกษาฝึกสอนในเรื่องกรด-เบส พบว่านักเรียนมีการจดจำมโนทัศน์ในเรื่องกรด-เบสได้นานขึ้น

จากแนวคิดและงานวิจัยดังกล่าวจึงตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์มีความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์มีระดับความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์มีคะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ขอบเขตของการวิจัย**

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ

2.1.1 การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความสามารถในการคิดขั้นสูง

2.2.2 ความวิตกกังวลในเคมี

**คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย**

**1. การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ (REACT strategies)** หมายถึง การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ผ่านบริบท เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน เข้ากับมโนทัศน์ใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งบริบทในที่นี้อาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคย เป็นสถานการณ์เสมือนจริงหรือสถานการณ์สมมติ (Crawford, 2001; Hull, 1999) ประกอบด้วย 5 กลวิธี ได้แก่

*1) การเชื่อมโยง* หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิตหรือความรู้เดิม โดยการเชื่อมมโนทัศน์ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย จึงจะทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน

*2) การสร้างประสบการณ์* หมายถึง การเรียนรู้โดยการลงมือทำ ผ่านการสำรวจ การค้นพบ และการประดิษฐ์ ซึ่งกิจกรรมอาจจะเป็นลักษณะ กิจกรรมที่ต้องใช้ของจำลอง กิจกรรมที่ต้องแก้ปัญหา และการทดลอง

*3) การประยุกต์* หมายถึง การเรียนรู้ด้วยการนำความรู้ไปใช้ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกว่าจำเป็นจะต้องเข้าใจมโนทัศน์ ผ่านการมอบหมายแบบฝึกหัดที่มีสถานการณ์เสมือนจริง ซึ่งนักเรียนอาจจะได้เผชิญนอกชั้นเรียน

*4) การร่วมมือ* หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของการแบ่งปัน การโต้ตอบและการสื่อสารกับนักเรียนคนอื่น ครูใช้การทำงานกลุ่มให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือการทำกิจกรรมที่ต้องลงมือทำ

*5) การถ่ายโอน* หมายถึง การใช้ความรู้ในบริบทใหม่หรือสถานการณ์สมมติ ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อนในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2. ความสามารถในการคิดขั้นสูง** หมายถึง ความสามารถทางพุทธิพิสัยของนักเรียนในการคิดซึ่งมีขั้นตอนที่ซับซ้อนตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข (Anderson et al., 2001) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

*1) วิเคราะห์* หมายถึง ความสามารถในการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องของส่วนประกอบกับโครงสร้างโดยรวมหรือวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย การแยกความแตกต่าง การลำดับและการระบุคุณลักษณะ

*2) ประเมินค่า* หมายถึง ความสามารถในการตัดสินบนพื้นฐานของกฎเกณฑ์หรือมาตรฐาน ประกอบด้วย การตรวจสอบและการวิพากษ์วิจารณ์

*3) สร้างสรรค์* หมายถึง ความสามารถในการนำเอาส่วนประกอบต่าง ๆ มารวมกันเพื่อสร้างเป็นสิ่งใหม่ ประกอบด้วย การสร้าง การวางแผนและการประดิษฐ์

ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**3. ความวิตกกังวลในเคมี** หมายถึง ความรู้สึกตึงเครียด ความไม่สบายใจ ความหวาดหวั่นที่มีต่อสถานการณ์หรือเหตุการณ์ 3 ด้าน (Eddy, 2000) ได้แก่

*1) การเรียนรู้ในวิชาเคมี* หมายถึง การเข้าเรียน การศึกษา และการฟัง พูด อ่านและเขียนในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเคมี

*2) การประเมินผลในวิชาเคมี* หมายถึง การตอบคำถามทั้งในห้องเรียนและในแบบทดสอบวิชาเคมี และ

*3) การจัดการกับสารเคมี* หมายถึง การสัมผัส การหยิบจับ การใช้หรือการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี

ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีที่ผู้วิจัยปรับจาก Eddy (2000)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้ผ่านบริบท
    1.1 ความหมายของการเรียนรู้ผ่านบริบท
    1.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนรู้ผ่านบริบท
2. การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์
    2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์
    2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์
    2.3 ขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์
    2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์
2. ความสามารถในการคิดขั้นสูง
    2.1 ความหมายของความสามารถในการคิดขั้นสูง
    2.2 ความสำคัญของความสามารถในการคิดขั้นสูง
    2.3 องค์ประกอบความสามารถในการคิดขั้นสูง
    2.4 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง
    2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง
    2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดขั้นสูง
3. ความวิตกกังวลในเคมี
    3.1 ความหมายของความวิตกกังวลในเคมี
    3.2 ความสำคัญของความวิตกกังวลในเคมี
    3.3 องค์ประกอบของความวิตกกังวลในเคมี
    3.4 แนวทางการวัดความวิตกกังวลในเคมี
    3.5 แนวทางการลดความวิตกกังวลในเคมี
    3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**1. การเรียนรู้ผ่านบริบท**

**1.1 ความหมายของการเรียนรู้ผ่านบริบท**

บริบท หมายถึง สถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนสร้างความหมายที่มีต่อมโนทัศน์ กฎ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ ในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยแหล่งของบริบทอาจจะมาจาก บุคคล สังคม อาชีพ หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น โดยการนำบริบทไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีอยู่ 2 ลักษณะคือ การใช้บริบทในการแสดงตัวอย่างของมโนทัศน์ที่เคยถูกสอนไปแล้วโดยเฉพาะมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม และการใช้บริบทในลักษณะของการประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์หนึ่ง ๆ (De Jong, 2008) การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบท เป็นการสอนที่ช่วยให้ครูเชื่อมโยงวิชาที่สอนเข้ากับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง และกระตุ้นนักเรียนให้เชื่อมความรู้ของพวกเขาเข้ากับกิจกรรมที่ต้องใช้ความรู้นั้น ในฐานะสมาชิกครอบครัว สังคม และในชีวิตการทำงาน โดยใช้บริบทที่หลากหลายของทั้งในและนอกห้องเรียน (Berns & Erickson, 2001) การเรียนรู้ผ่านบริบท (contextual learning) และกลวิธีการสอนผ่านบริบท (contextual teaching strategies) มีความหมายในทำนองเดียวกันที่ว่า แต่ละบุคคลเรียนรู้โดยการสร้างความหมายผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับการแปลความหมายสิ่งที่อยู่แวดล้อมพวกเขา ซึ่งความหมายในที่นี้คือการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับประสบการณ์ชีวิตด้วยตัวเอง (Imel, 2000) ลักษณะสำคัญที่ของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบท (Sears & Hersh, 1998) คือ (1) มีปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งหรือปัญหา นักเรียนถูกเร้าในการใช้ความคิดระดับสูงและการแก้ปัญหา (2) ส่งเสริมการนำตนเอง โดยให้นักเรียนตระหนักเกี่ยวกับความคิดของตนเอง รู้ถึงวิธีที่เหมาะสมในการเรียนรู้และการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องของตนเอง (3) ใช้บริบทที่หลากหลาย (4) ยึดการจัดการเรียนการสอนในบริบทที่อยู่ในชีวิตของนักเรียน (5) ใช้การทำงานกลุ่มการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นที่อยู่รอบ ๆ เป็นตัวกำหนดสิ่งที่จะเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ และ (6) มีการประเมินตามสภาพจริงและมีวิธีที่หลากหลายในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

การเรียนรู้ผ่านบริบท สามารถสรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ต้องการจะสอนเข้ากับบริบทในชีวิตของนักเรียนเพื่อสร้างให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งบริบทนี้อาจจะเป็นบทบาทของนักเรียนในฐานะสมาชิกครอบครัวพลเมือง หรือวัยทำงาน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิมด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**1.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนรู้ผ่านบริบท**

ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์คือแนวคิดของการเรียนการสอนผ่านบริบท (contextual learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (context-based learning) นักเรียนจะถูกสอนข้อเท็จจริงและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ในลักษณะของการนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้เหล่านั้นไปใช้ในบริบทของชีวิตจริง (Curry Jr, Wilson, Flowers, & Farin, 2012)

**1.2.1. การเรียนรู้ผ่านบริบท (contextual learning)**

ทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านบริบท (Contextual learning theory) มีใจความว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีกระบวนการที่ทำให้ข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่จะได้รับนั้นอยู่ในความเข้าใจต่อพวกเขา ซึ่งสัมพันธ์กับกรอบความคิดหรือสิ่งที่พวกเขาเคยรับรู้ เช่น ความทรงจำหรือประสบการณ์เดิม (Hull, 1999) แนวการจัดการเรียนการสอนในลักษณะดังกล่าว มีรากมาจากทฤษฎีสรรคนิยมที่อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้ว่า มนุษย์สร้างความรู้ใหม่และความเข้าใจบนฐานของสิ่งที่พวกเขารู้และเชื่ออยู่แล้ว แต่ละบุคคลสร้างความรู้แทนการรับความรู้จากผู้อื่น (Crawford, 2001) ความรู้และการเรียนรู้จะถูกพิจารณาว่าเป็น สิ่งที่มีอยู่แล้ว (situated) ซึ่งความรู้ไม่สามารถแยกจากบริบทหรือกิจกรรมภายในกระบวนการเรียนรู้ ทั้งทางกายภาพและบริบททางสังคม ดังนั้นสถานการณ์จึงเป็นสิ่งพื้นฐานของสิ่งที่จะเรียนรู้ กล่าวคือนักเรียนควรเรียนรู้ทักษะและความรู้ในบริบทที่มีความหมาย (meaningful contexts) ตัวอย่างบริบทที่มีความหมาย เช่น ครอบครัว สังคม และอาชีพ (Sears & Hersh, 1998) ความรู้สามารถกระจายและปรับขยายได้และความสามารถที่มากขึ้นของบุคคล เป็นผลมาจากความพยายามเป็นพื้นฐานและการพัฒนาอัจฉริยภาพของตน ดังนั้นแนวการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทจึงเห็นว่าการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ซับซ้อนและมีกระบวนการที่หลากหลายเกิดขึ้น มากกว่าจะเป็นเพียงการฝึกฝนซ้ำหรือการตอบสนองตามสิ่งเร้า (Berns & Erickson, 2001) นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อพวกเขาสร้างความรู้ผ่านการสำรวจและมีการเรียนรู้เชิงรุก การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การส่งเสริมให้นักเรียนคิดและอธิบายเหตุผลของพวกเขาแทนการท่องจำ (Crawford, 2001)

**1.2.2 การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน Context-based learning**

การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทหรือสถานการณ์ในฐานะของบุคคล สังคม อาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาสร้างความหมายที่มีต่อความรู้หรือมโนทัศน์ในวิชานั้น ๆ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยครูอาจใช้บริบทในการสาธิตหรือแสดงให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้หรือมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมของนักเรียนมีอยู่เดิมแล้วให้เข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือครูจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ในลักษณะที่มีการนำมโนทัศน์ไปใช้

(De Jong, 2008) โดยการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีเป้าหมายคือ การที่นักเรียนจะต้องใช้ความรู้และความเข้าใจมโนทัศน์ของตน ในการตั้งประเด็นปัญหา สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และประเมินปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ทั้งในมิติของส่วนบุคคล สังคม หรืออาชีพ (Atkins, 2015)

**2. การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

**2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

Hull (1999) ได้กล่าวถึงสภาพปัญหาของการเรียนการสอนในโรงเรียนว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่พวกเขาเรียนรู้และวิธีที่จะนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ นักเรียนมีแต่ช่วงเวลาที่ยากลำบากในการพยายามทำความเข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ และมองไม่เห็นว่าเข้าใจมโนทัศน์เหล่านั้น จะนำไปเชื่อมโยงในชีวิตการทำงานหรือในสังคมที่ตนอาศัยอยู่ได้อย่างไร การเรียนรู้ผ่านบริบทจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ จากโรงเรียนไปสู่ชีวิตการทำงานและให้มีความเข้าใจความหมายของสิ่งที่ได้เรียนรู้ในบริบทนั้น ๆ นอกจากนี้ยังต้องการที่จะช่วยให้นักเรียนทุกคนที่มีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกันได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ครูจะเร้าให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในกระบวนการของการเรียนรู้ นักเรียนต้องอภิปรายกลยุทธ์ที่พวกเขาเลือกใช้แก้ปัญหากับเพื่อนนักเรียนคนอื่น นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นภายในกลุ่มเพื่อให้พวกเขาปรับและเปลี่ยน (shape and reformulate) มโนทัศน์ของพวกเขา และสุดท้ายครูต้องสร้างให้นักเรียนรู้สึกสนใจ มั่นใจและมีความต้องการที่จะเข้าใจในเรื่องที่เรียน (Crawford, 2001) การเรียนรู้ผ่านบริบททำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งช่วยสร้างการเชื่อมโยงความรู้และกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ (Atkins, 2015) ตรงกับหลักการเรียนรู้โดยใช้การทำงานของสมองเป็นฐานที่ว่าสมองจำเป็นต้องสร้างความหมายบางอย่างขึ้นมา (Crawford, 2001) โดยการค้นหาและสร้างความหมายด้วยการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาเข้ากับบริบทของนักเรียนในชีวิตประจำวัน สามารถช่วยเพิ่มเจตคติและแรงจูงใจให้กับนักเรียนได้ (Curry Jr et al., 2012)

**2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์เป็นกลวิธีที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนผ่านบริบท ซึ่งมีฐานมาจากหลักการของสรรคนิยม (Crawford, 2001) รูปแบบการเรียนรู้ผ่านบริบทมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้จากโรงเรียนไปสู่ชีวิตการทำงาน และให้มีความเข้าใจความหมายของสิ่งที่ได้เรียนรู้ในบริบทนั้น ๆ นอกจากนี้ยังต้องการที่จะช่วยให้นักเรียนทุกคนที่มีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกันได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้

ที่หลากหลายทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีพในสหรัฐอเมริกา (Center for Occupational Research and Development) หรือ CORD เป็นผู้เสนอหลักสูตรและการสอนตามแนวการจัดการเรียนการสอนผ่านบริบทที่เรียกว่าการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ขึ้น ซึ่งมี 5 กลวิธีที่สำคัญคือการเชื่อมโยง การสร้างประสบการณ์ การประยุกต์ การร่วมมือ และการถ่ายโอน (Hull, 1999)

**2.3 ขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์มีการใช้อยู่ในสองลักษณะคือใช้เป็นกลวิธี (Crawford, 2001; Hull, 1999; Raub et al., 2015) และเป็นขั้นตอน (Ultay, 2012; Ültay et al., 2015) ซึ่งแต่ละลักษณะมีรายละเอียดดังนี้

**2.3.1 การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในลักษณะที่เป็นกลวิธี**

**1) การเชื่อมโยง (relating)**

การเชื่อมโยงเป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในบริบทของประสบการณ์ชีวิตหรือความรู้เดิม โดยครูใช้การเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนเชื่อมต่อสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วเข้ากับข้อมูลใหม่ (Crawford, 2001) การทำให้เกิดการเชื่อมโยงที่ดีนั้นขึ้นกับสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ครูจัดให้นักเรียนมีประสบการณ์ ครูสามารถเริ่มต้นโดยการถามคำถามที่นักเรียนทุกคนเคยมีประสบการณ์และสามารถตอบได้ อย่างไรก็ตามบางประสบการณ์ที่เป็นบริบทในชีวิตจริง เช่น ชีวิตการทำงานที่นักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน ครูอาจจัดให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ผ่านกิจกรรมในห้องเรียนได้ (Hull, 1999)

**2) การสร้างประสบการณ์ (experiencing)**

เป็นการเรียนรู้ผ่านบริบทของการค้นหา ค้นคว้าและการคิดค้น ครูให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงคือเรียนรู้โดยการลงมือทำผ่านการค้นหา ค้นคว้าและการคิดค้น โดยครูจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์มาไว้ในห้องเรียน ซึ่งอาจใช้ของจำลอง (manipulatives) หรือกิจกรรมการแก้ปัญหา การทดลองและการทำโครงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ (1) ของจำลองเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถใช้เป็นตัวแทนในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น บล็อกตัวเลข โมเดล หรือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (2) กิจกรรมการแก้ปัญหา สามารถเลือกกิจกรรมได้โดยยึดมโนทัศน์หลักซึ่งปรากฏในจุดประสงค์หรือมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร เพื่อให้นักเรียนเห็นความต้องการหรือเหตุผลที่จะใช้มโนทัศน์ที่กำลังเรียนรู้ใหม่นั้นว่ามีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาของกิจกรรม ลักษณะของอภิปราย แก้ปัญหา สรุปผลและสร้างความรู้ตามความคิดของนักเรียนได้ในเวลาที่เหมาะสม โดยการสร้างประสบการณ์ที่เจาะจงเป็นจุดสำคัญที่ต้องเกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการเรียนรู้ด้วยกลวิธีนี้ (3) การทดลองและการทำโครงงาน นักเรียนจะต้องทำการทดลอง เก็บข้อมูล สรุปและทำนายผล สะท้อน บนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่ใช้ในกิจกรรม (Crawford, 2001)

**3) การประยุกต์ (applying)**

เป็นการเรียนรู้โดยการนำมโนทัศน์ไปใช้ การใช้มโนทัศน์จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเร้าให้แก้ปัญหาในกิจกรรมหรือโครงงานที่มีการลงมือ โดยภาระงานนั้นจะต้องสมจริงหรือสมเหตุสมผล ภาระงานอาจจะเป็นโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะสำคัญคือเป็นเหตุการณ์จริงและสาธิตการใช้ประโยชน์จากมโนทัศน์ทางวิชาการในเหตุการณ์นั้นได้ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ใช้ในโจทย์ปัญหาควรมีความหลากหลาย ซึ่งอาจจะเป็นเหตุการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนในปัจจุบันหรือในอนาคตที่นักเรียนจะต้องออกไปเกี่ยวข้องในฐานะสมาชิกของสังคม เช่น ในฐานะผู้บริโภค สมาชิกครอบครัว คนทำงานหรือพลเมือง เป็นต้น โดยหลักการในการออกแบบภาระงานจะต้องเป็นภาระงานที่ (1) มีความหมายในโลกของความเป็นจริง (2) มีความสร้างสรรค์ หลากหลายและน่าสนใจ และ (3) มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถนักเรียน (Crawford, 2001)

**4) การร่วมมือ (cooperating)**

เป็นการเรียนรู้ในบริบทของการแบ่งปันข้อมูล การโต้ตอบ และการสื่อสารกับเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ซึ่งกลวิธีการสอนนี้ใช้สำหรับบางปัญหาที่มีความซับซ้อน เช่น กิจกรรมที่ต้องลงมือทำหรือปฏิบัติการทดลองบางอย่างที่จะทำได้สำเร็จต้องใช้การทำงานเป็นกลุ่ม การให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีกว่า การแก้ปัญหาด้วยตัวเอง เพราะการฟังความคิดของคนอื่น ๆ จะทำให้นักเรียนได้ทบทวนความคิดหรือความเข้าใจของตนเอง (Crawford, 2001)

บทบาทของครูในกลวิธีการสอนนี้คือ การมอบหมายหน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม การกำหนดหน้าที่นี้จะเป็นการสร้างบทบาทและความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนตระหนักว่าทำให้การปฏิบัติภาระกิจของกลุ่มประสบความสำเร็จ โดย Johnson and Johnson (1990 cited in Crawford, 2001) สร้างแนวทางเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมในการทำงานกลุ่มที่ดีดังนี้

4.1) การสร้างการพึ่งพากันเชิงบวกภายในกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนเกิดความรู้สึกว่าความสำเร็จของกลุ่มเกิดจากความสำเร็จของทุก ๆ คน โดยการสร้างให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางบวกในกลุ่มคือ (1) นักเรียนจะได้รับรางวัลหรือเป้าหมายเดียวกัน (2) นักเรียนจะทำหน้าที่ที่ตนได้รับมอบหมายสำเร็จหรือไม่ต้องอาศัยข้อมูลจากเพื่อนสมาชิกอื่น ๆ ภายในกลุ่มและ (3) นักเรียนแต่ละคนได้รับการแบ่งงานเท่า ๆ กัน

4.2) การมีปฏิสัมพันธ์กันของนักเรียนขณะที่ทำงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิสัมพันธ์ประกอบด้วย การให้นักเรียนช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจกัน การอธิบายความคิดเห็นและการแก้ปัญหา การอภิปรายความคิดเห็นของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน

4.3) การมีความรับผิดชอบในการทำงานของตนให้แล้วเสร็จ ไม่ปล่อยให้บางคนนิ่งนอนใจแล้วรอผลงานจากคน วิธีการคือให้แบบทดสอบรายบุคคลและสุ่มเลือกนักเรียนในกลุ่มหนึ่งคนเป็นตัวแทนในการนำเสนองาน

4.4) การมีมนุษยสัมพันธ์และการมีทักษะในการทำงานกลุ่ม ทักษะดังกล่าวประกอบด้วย ความเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การสร้างความเชื่อมั่น การสื่อสาร และการจัดการกับความขัดแย้ง

4.5) การอภิปรายการทำงานของแต่ละฝ่ายภายในกลุ่ม นักเรียนจะได้รับการสะท้อนเกี่ยวกับบทหน้าหน้าที่ในการทำงานกลุ่มจากสมาชิกคนอื่น ๆ ภายในกลุ่ม เพื่อให้พวกเขาปรับและเปลี่ยนแปลงการทำงานเพื่อให้สอดคล้องกันโดยมีทิศทางไปในทางเดียวกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม

**5) การถ่ายโอน (transferring)**

เป็นการใช้ความรู้ในบริบทใหม่หรือเหตุการณ์ใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่เคยพบมาก่อนในชั้นเรียนจัดสถานการณ์ที่มักเกิดการหลีกเลี่ยง (avoiding situation) หรือสิ่งที่ไม่คุ้นเคยแก่นักเรียน นักเรียนจะเกิดความต้องการพัฒนาทักษะใหม่หรือต้องการความรู้ใหม่ในการปรับสถานการณ์นั้นให้เข้าสู่ภาวะปกติ (Crawford, 2001)

### 2.3.2 การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในลักษณะที่เป็นขั้นตอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้รีแอ็คท์ในลักษณะที่เป็นขั้นตอน มีตัวอย่างการสอนที่ปรากฏในงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

Ültay et al. (2015) ศึกษาผลของมโนทัศน์เกี่ยวกับสารละลายโดยใช้ข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ ในการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ โดยมีขั้นตอนและวิธีการสอนดังตาราง 1

**ตาราง 1** ลักษณะการสอนและตัวอย่างการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ร่วมกับข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ระยะต่าง ๆ

| ระยะ | ลักษณะการสอน |
|---|---|
| การเชื่อมโยง | ครูเสนอบทความเกี่ยวกับสารละลายให้นักเรียนอ่าน โดยเนื้อหาในบทความเป็นเรื่องของนักเรียนสามคนในโรงอาหารซึ่งกำลังจะสั่งเครื่องดื่ม เช่น นมน้ำชา ต่อมาสมาชิกคนหนึ่งต้องการสั่งพุดดิ้งช็อกโกแลต จากนั้นครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียนโดยสัมพันธ์กับบทความ เช่น นักเรียนคิดว่านมเป็นสารผสมหรือสารละลาย นักเรียนคิดว่าพุดดิ้งเป็นสารละลายหรือไม่ น้ำตาลจะอยู่ที่ไหนเมื่อเติมลงในน้ำชา |
| การสร้างประสบการณ์ | ครูให้ข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ 1 (CCT1) และ 2 (CCT2) ที่มีคำถามอยู่ด้วย โดยครูให้เวลานักเรียนคิดและเขียนคำตอบลงไป (CCT1 เป็นเรื่องกระบวนการของการละลาย และ CCT2 เป็นเรื่องชนิดของสารละลาย) จากนั้นครูนำนักเรียนทำกิจกรรมสำรวจความรู้ใหม่ โดยตั้งคำถามการทดลองว่า ของแข็งสามารถละลายในน้ำหรือของเหลวอื่นได้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ครูจะต้องพยายามแสดงให้นักเรียนเห็นว่าความรู้ความเข้าใจเดิมของนักเรียนไม่มีผลหรือยังเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยผ่านกิจกรรม |
| การประยุกต์ | ครูให้นักเรียนเสนอความรู้ของตนเองเกี่ยวกับเคมีของสารละลายและช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ จากนั้นครูแสดงบางตัวอย่างในการอธิบายกระบวนการละลายโดยนำเสนอบนกระดาน และพยายามทำให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการละลายในความคิดของนักเรียนให้ชัดเจนโดยการเสนอตัวอย่างอื่น ๆ เพิ่มเติม |
| การร่วมมือ | ครูให้นักเรียนค้นหาคำตอบว่า เยลลี่และครีมที่พบในอาหารว่างที่อยู่ในโรงอาหารเป็นของผสมประเภทไหน ทำไม และของผสมเหล่านั้นแตกต่างจากสารละลายอย่างไร โดยให้นักเรียนทำงานและตอบคำถามเป็นกลุ่ม |
| การถ่ายโอน | ครูให้เอกสารเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น นักเรียนเคยสังเกตไหมว่าน้ำตาลที่ละลายในน้ำร้อนจะละลายได้เร็วกว่าน้ำตาลที่ละลายในน้ำเย็น อะไรเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย อุณหภูมิมีผลต่อการละลายอย่างไร หลังจากที่เราเติมน้ำตาลลงไปในน้ำชา ถ้าเราคนอย่างรวดเร็ว จะมีผลต่อการละลายหรือไม่ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะต้องพยายามอธิบายและตอบคำถามโดยการทำนาย |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ültay and Çalik (2016) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ การสอนโดยรูปแบบการสอน 5E และการสอนด้วยวิธีบรรยาย ที่มีผลต่อเจตคติต่อวิชาเคมีและมโนทัศน์ของนิสิตฝึกสอนในเรื่องกรด-เบส ใช้เวลา 8 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีระยะ การสอนดังตาราง 2

**ตาราง 2** ลักษณะการสอนและตัวอย่างการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่ระยะต่าง ๆ

| ระยะ | ลักษณะการสอน |
|---|---|
| การเชื่อมโยง | ครูเสนอบทความเกี่ยวกับ “ฝนกรด” และตั้งคำถามเพื่อล้วงเอาบริบทสำหรับการเรียนรู้ต่อไป |
| การสร้างประสบการณ์ | ให้นักเรียนทำกิจกรรมการสืบสอบเป็นฐาน เช่นการจำแนกกรด-เบส และการวัดค่า pH โดยนักเรียนสามารถใช้ความรู้เดิมที่มีในการลำดับการสำรวจตรวจสอบและการสร้างความรู้ใหม่ โดยจะต้องเชื่อมโยงกับบริบทในระยะที่หนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนสร้างมาตรวัดค่า pH ของฝนกรดในบทความเป็นต้น |
| การประยุกต์ | ครูให้นักเรียนใช้ความรู้จากขั้นประสบการณ์มานำเสนอ หรือทำการทดลองโดยเชื่อมโยงกับบริบทในระยะที่หนึ่ง เช่น ปฏิกิริยากรด-เบสในฝนกรดเป็นอย่างไร |
| การร่วมมือ | ครูจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้ปัญหาในชีวิตจริง หรือ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม หรือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์กับบริบทในระยะแรก เช่น ให้นักเรียนตอบคำถามว่า “จะเกิดอะไรขึ้นถ้าค่า pH ในเลือดเพิ่มขึ้นหรือลดลง” |
| การถ่ายโอน | นักเรียนนำความรู้เรื่องกรด-เบสไปใช้แก้ปัญหาหรืออธิบายในบริบทใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เช่น จงหาวิธีการแก้ปัญหาฝนกรด จงคิดค้นวิธีแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์เพื่อป้องกันฝนกรด หรือ เราจะทำอย่างไรเมื่อผึ้งหรือต่อต่อยจงอธิบายโดยให้ความสัมพันธ์ในเรื่องกรด-เบส |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

Özbay and Kayaoğlu (2015) ใช้กลวิธีรีแอ็คท์โดยอาศัยบริบทของวิชาฟิสิกส์ในการสอนภาษาอังกฤษให้กับนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์เป็นภาษาอังกฤษเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนภาษาอังกฤษและระดับการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่ในโปรแกรมเตรียม

ภาษาอังกฤษของโรงเรียนภาษาต่างประเทศใน Karadeniz Technical University ประเทศตุรกี มีอายุระหว่าง 17 – 20 ปี เป็นหญิง 12 คนและชาย 5 คน รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบผสม (Mixed method) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน การสัมภาษณ์ จัดการเรียนการสอน 2 ชั่วโมง 4 วันต่อสัปดาห์ ให้เวลา 3 สัปดาห์ (two-hour instruction four days a week for three weeks) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้น และนักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงสิ่งที่พวกเขาเรียนและวิธีใช้ความรู้เหล่านั้นในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้แรงจูงใจในการเรียนภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้น

Ültay et al. (2015) ศึกษาผลของมโนทัศน์เกี่ยวกับสารละลายโดยใช้ ข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ (conceptual change texts) ในกลวิธีรีแอ็คท์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของภาควิชาประถมศึกษา จำนวน 61 คน รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองวัดสองครั้ง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบมโนทัศน์เรื่องสารละลายร่วมกับการสัมภาษณ์ โดยการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้กลวิธีรีแอ็คท์ โดยกลุ่มทดลองมีการเพิ่มข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ร่วมด้วย ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนมโนทัศน์ในเรื่องสารละลายก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มเมื่อเทียบกันพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Ültay and Çalik (2016) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างการสอนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์ การสอนโดยรูปแบบการสอน 5E และการสอนด้วยวิธีบรรยายที่มีผลต่อเจตคติต่อวิชาเคมีและมโนทัศน์ของนักศึกษาฝึกสอนในเรื่องกรด-เบสจำนวน 95 คน อายุ 17 – 20 ปี จากภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ใช้เวลา 8 คาบ คาบละ 50 นาที รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองวัดสองครั้ง เครื่องมือวิจัยมีแบบทดสอบมโนทัศน์เรื่องกรด-เบสแบบสองชั้น แบบวัดเจคติต่อเคมีและแบบสอบถามประสบการณ์ และการสัมภาษณ์กึ่งโรงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า คะแนนมโนทัศน์เรื่องกรด-เบสหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ในนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม และการทดสอบ delayed post-test ของนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์และนักเรียนในกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย กลวิธีรีแอ็คท์ช่วยให้นักศึกษาของกลุ่มทดลองจดจำมโนทัศน์ได้นานกว่า ขณะที่การสอนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบ 5E มีประสิทธิภาพในการทำให้เรียนรู้มโนทัศน์ได้ดี สำหรับเจตคติต่อวิชาเคมีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 3 กลุ่ม

Suryawati and Osman (2018) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีลังกา (RANGKA strategies) ซึ่งพัฒนาขึ้นจากกลวิธีรีแอ็คท์ ที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในประเทศอินโดนีเซีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในโรงเรียนรัฐบาล 3 โรงเรียน จำนวน 215 คน รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองวัดหนึ่งครั้งหลังเรียน (quasi-experimental post-test) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง

ที่เรียนด้วยกลวิธีลังกา 3 กลุ่มและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป 3 กลุ่ม แยกตามโรงเรียน เนื้อหาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่ใช้เป็นเรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มตัวทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากในการเรียนรู้ผ่านบริบท นักเรียนมีโอกาสได้ใช้การคิดระดับสูงผ่านกระบวนการของการระบุประเด็นปัญหา วิเคราะห์ปัญหา เช่น เมื่อไหร่ที่แมลงสาบจะเคลื่อนที่เข้าไปในที่มืด หลังจากผ่านไปแล้ว 10 นาทีทำไมแมลงสาบที่อยู่ในหลอดปิดถึงเริ่มนิ่ง เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญในเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

**3. ความสามารถในการคิดขั้นสูง**

**3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดขั้นสูง**

การคิดเป็นกระบวนการทางพุทธิพิสัยอย่างหนึ่ง การให้ความหมายของความสามารถในการคิดขั้นสูงเป็นไปได้ยากที่จะให้ความหมายได้อย่างถูกต้องชัดเจน (Resnick, 1987) แต่ก็ได้มีการให้ความหมายไว้อย่างกว้าง ๆ ดังในพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัยได้ให้ความหมายของการคิดขั้นสูงในลักษณะที่เป็น ความสามารถในการคิดที่มีกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดที่ซับซ้อน ส่วนใหญ่เกิดจากการรวมขั้นของการคิดพื้นฐานและการคิดทั่วไปเข้าด้วยกัน ซึ่งการคิดขั้นสูงนี้จะส่งผลต่อความสามารถอื่น ๆ เช่น การวิเคราะห์ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558) National Research Council (1987 cited in Mainali, 2013) อธิบายความหมายของการคิดขั้นสูงว่าเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งมีทางออกที่หลากหลายที่เป็นไปได้ วิถีของการกระทำสำหรับการแก้ปัญหาที่ไม่เฉพาะเจาะจงหรือเรียกว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาท่านอื่น ๆ ที่พิจารณาความสามารถในการคิดขั้นสูงโดยใช้เป้าหมายของการศึกษาเป็นพื้นฐาน ซึ่งจุดประสงค์การเรียนรู้จะประกอบด้วยสองส่วนคือความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือมโนทัศน์และความสามารถในการใช้ความรู้นั้น เช่น การคิด การใช้เหตุผลและการแก้ปัญหา ในการพิจารณา แบ่งเป็น 3 ลักษณะ (Brookhart, 2010) คือ 1) การเรียนรู้เพื่อให้เกิดการถ่ายโอน หมายถึงการที่นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียนไปใช้ในบริบทอื่นนอกเหนือจากที่เรียนได้ (Lewis & Smith, 1993) ซึ่งต้องการให้นักเรียนมีระดับของพุทธิพิสัยที่สูงขึ้นอันจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและเกิดการถ่ายโอนความรู้และทักษะไปสู่ภาระงานหรือบริบทที่หลากหลาย (Adams, 2015) โดยการถ่ายโอนในฐานะที่เป็นความสามารถในการคิดขั้นสูงคือลักษณะทางพุทธิพิสัย 3 ขั้นบนสุดในอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข (Brookhart, 2010) สอดคล้องกับ Chinedu, Olabiyi, and Kamin (2015) ที่ว่าการคิดขั้นสูงคือการมุ่งไปที่การพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเมินค่า

อย่างมีเหตุผลจากข้อมูลที่ปรากฏและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ 2) ความสามารถในการคิดขั้นสูงคือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมุ่งเน้นเป้าหมายการศึกษาไปยังผู้ที่ได้รับการศึกษาควรจะต้องสามารถเลือกและตัดสินใจได้ว่าสิ่งใดควรทำหรือควรเชื่อ และ 3) การที่บุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อนแล้วใช้การคิดในการหาวิธีทางแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างหลากหลายและมีความสร้างสรรค์ ซึ่งความหมายของการคิดขั้นสูงจะหมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหา (Brookhart, 2010)

โดยสรุปจะเห็นได้ว่าความสามารถในคิดขั้นสูงจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สิ่งที่นอกเหนือจากความรู้ที่ครูต้องการสอน และยิ่งไปกว่านั้นยังต้องการให้นักเรียนสามารถที่จะประเมินตัดสินเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษาไปด้วย นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการที่นักเรียนสามารถที่จะสร้างสรรค์ทางเลือกหรือวิธีการที่หลากหลายเพื่อใช้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายหนึ่ง ๆ ที่นักเรียนไม่เคยรู้มาก่อน ดังนั้นความสามารถในการคิดขั้นสูงจึงหมายถึง ลักษณะทางพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข ซึ่งประกอบด้วย วิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์

### 3.2 ความสำคัญของความสามารถในการคิดขั้นสูง

การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงเป็นเป้าหมายสำคัญอย่างหนึ่งในการจัดการศึกษา (Zohar & Dori, 2003) เพราะนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดขั้นสูงจะมีการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล เหมาะสมและสร้างสรรค์ (Aksela, 2005) การคิดขั้นสูงเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความเป็นเลิศและมีอิสรภาพทางความคิด นอกจากนี้ยังเป็นการทำให้ความรู้เข้าไปอยู่ในความทรงจำระยะยาว แทนการท่องจำซึ่งจะจำได้สั้นกว่า นอกจากนี้นักเรียนยังได้รับความรู้เชิงลึก (หรือความเข้าใจมโนทัศน์เชิงลึก) ซึ่งจะช่วยในการนำความรู้ไปใช้ในบริบทใหม่ ซึ่งเป็นประโยชน์สูงสุดของการคิดขั้นสูง (Mainali, 2013) ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในวิชาเคมีต้องใช้ความสามารถในการคิดขั้นสูง อันได้แก่ การวิเคราะห์ การประเมินค่า การสร้างความรู้จากแบบจลองและตัวแทนความคิดที่หลากหลาย (Aksela, 2005)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดขั้นสูง

หากพิจารณาความหมายของความสามารถในการคิดขั้นสูงว่าเป็นลักษณะทางพุทธิพิสัยในอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข จะประกอบด้วย วิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) วิเคราะห์ (analyze) หมายถึง การแยกข้อมูลให้เป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และกำหนดได้ว่าแต่ละส่วนนั้นมีความสัมพันธ์กับส่วนอื่น ๆ อย่างไร และสัมพันธ์กับโครงสร้างหรือจุดประสงค์โดยรวมทั้งหมดอย่างไร เนื่องจากคำตอบไม่ได้ปรากฏจากข้อมูลที่ได้รับโดยตรง นักเรียนจะต้องสามารถระบุได้ว่าอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลหรือเหตุจูงใจที่อยู่เบื้องหลังสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง (ทิศนา แขมมณี, 2558) การวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 ลักษณะทางพุทธิพิสัย ได้แก่ การแยกความแตกต่าง (differentiating) การลำดับ (organizing) และการระบุคุณลักษณะ (attributing) (Anderson et al., 2001)

1.1) การแยกความแตกต่าง หมายถึง การแยกส่วนที่สัมพันธ์กันออกจากส่วนที่ไม่สัมพันธ์กันหรือการแยกส่วนที่สำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญของข้อมูลที่ได้รับ โดยพิจารณาถึงโครงสร้างของระบบ โดยเฉพาะการกำหนดวิธีที่แต่ละส่วน มีความสอดคล้องเหมาะสมกับโครงสร้างของทั้งระบบ การแยกความแตกต่างจะเกิดเมื่อนักเรียนแบ่งแยกส่วนที่สัมพันธ์กันออกจากส่วนที่ไม่สัมพันธ์กันหรือส่วนที่สำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ ชื่ออื่นคือ การแบ่งแยก (discriminating) การแยก (distinguishing) การมุ่งเน้น (focusing) และการเลือก (selecting) (Anderson et al., 2001)

1.2) การลำดับ หมายถึง การกำหนดวิธีที่แต่ละองค์ประกอบรวมเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสมหรือทำหน้าที่ภายในโครงสร้างได้เหมาะสม การลำดับนักเรียนจะต้องสร้างการเชื่อมต่อกันอย่างเป็นระบบและสัมพันธ์กันระหว่างแต่ละส่วนของข้อมูลที่ได้รับ ชื่ออื่น ๆ ได้แก่ การหา (finding) ความเกี่ยวข้องกัน (coherence) การบูรณาการ (integrating) การวางโครงเรื่อง (outlining) การแจกแจง (parsing) และการปรับโครงสร้าง (structuring) (Anderson et al., 2001)

1.3) การระบุคุณลักษณะ หมายถึง การกำหนดจุดที่เป็นมุมมอง อคติ คุณค่าหรือเจตนาภายใต้สิ่งที่ถูกนำเสนอ ชื่ออื่น ๆ การปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (deconstructing) การให้คุณลักษณะจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถสืบหามุมมอง อคติ คุณค่าหรือความสนใจภายใต้สิ่งที่ต้องการจะสื่อสาร การระบุคุณลักษณะเกี่ยวข้องกับกระบวนการการปรับโครงสร้างในสิ่งที่ให้นักเรียนสรุปความตั้งใจของผู้แต่งสารนั้น (Anderson et al., 2001)

2) ประเมินค่า (evaluate) หมายถึง การตัดสินบนฐานของกฎเกณฑ์หรือมาตรฐาน โดยเกณฑ์ที่ใช้จะต้องมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล มีความสอดคล้องกลมกลืน ซึ่งนักเรียนอาจจะเป็นผู้กำหนดเกณฑ์เองหรือมีการกำหนดมาให้ มาตรฐานในที่นี้อาจจะเป็นทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งมาตรฐานนี้จะถูกใช้เป็นเกณฑ์ กลุ่มของการประเมินผลประกอบด้วยกระบวนการพุทธิพิสัยของการตรวจสอบ (checking) เป็นการตัดสินเกี่ยวกับความสอดคล้องภายใน และการวิพากษ์วิจารณ์ (critiquing) เป็นการตัดสินบนพื้นฐานของเกณฑ์ภายนอก (Anderson et al., 2001)

2.1) การตรวจสอบ หมายถึง การตรวจสอบความไม่สอดคล้องหรือการชักนำภายในกระบวนการหรือผลหนึ่ง ๆ และการกำหนดว่ากระบวนการหรือผลนั้นมีความสอดคล้องภายในนอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการตามที่กำลังดำเนินการอยู่ (Anderson et al., 2001)

2.2) การวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง การตรวจสอบความไม่สอดคล้องระหว่างผลและเกณฑ์ภายนอก เป็นการกำหนดว่าผลมีความสอดคล้องภายนอกตามข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ การวิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวข้องกับการตัดสินผลหรือการดำเนินการหนึ่ง ๆ บนฐานของเกณฑ์หรือมาตรฐานภายนอก นักเรียนจะต้องชี้ข้อดี ข้อเสียของผลและทำการตัดสินใจบนพื้นฐานของคุณลักษณะของข้อดีข้อเสียเหล่านั้น (Anderson et al., 2001)

3) สร้างสรรค์ (create) หมายถึง การจัดวางองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ รวมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างสิ่งใหม่ สิ่งที่สอดคล้องกันทั้งหมดหรือทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (Anderson et al., 2001) นักเรียนจะต้องสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ได้ ในรูปของสิ่งประดิษฐ์ ความคิดหรือภาษา นอกจากนี้ยังสามารถทำนายสถานการณ์ล่วงหน้า และคิดวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี (ทิศนา แขมมณี, 2558) โดยการสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับการสร้าง (generating) การวางแผน (planning) และการผลิต (producing)

3.1) การสร้าง หมายถึง การตั้งสมมติฐานขึ้นมาบนฐานของเกณฑ์ ชื่ออื่น ๆ คือการตั้งสมมติฐาน (hypothesizing)

3.2) การวางแผน หมายถึง การคิดวิธีการขึ้นมาใหม่สำหรับการสร้างบางภาระงาน ชื่ออื่น ๆ การออกแบบ (designing)

3.3) การผลิต (producing) การคิดค้นผลิตภัณฑ์ ชื่ออื่น ๆ การสร้าง (constructing) (Anderson et al., 2001)

**3.4 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง**

พฤติกรรมที่สะท้อนความสามารถในการคิดขั้นสูงคือ บุคคลจะทำบางสิ่งเกี่ยวกับความรู้หรือข้อเท็จจริงที่ได้รับ เช่น ต้องเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ อ้างอิงจากความรู้ เชื่อมโยงความรู้เข้ากับข้อเท็จจริงหรือมโนทัศน์อื่น ๆ จัดกลุ่ม จัดการ จัดวาง ความรู้เข้าด้วยกันในทิศทางหรือรูปแบบใหม่ และใช้ข้อเท็จจริงในการค้นหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ ๆ (Thomas & Thorne, 2009) ดังนั้น ความสามารถในการคิดขั้นสูงจะสะท้อนผลออกมาในรูปแบบของ การอธิบาย การวิพากษวิจารณ์ ความถูกต้องหรือตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ เกี่ยวกับบริบทของความรู้และประสบการณ์ที่กำหนดให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดขั้นสูงมีอยู่ 3 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่ (1) การเลือกประกอบด้วย การตอบหลายตัวเลือก การจับคู่ การจัดอันดับ (2) การเขียนตอบ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะของการตอบสั้นหรือตอบยาวเพื่อ การอธิบายหรือแสดงเหตุผลในการเลือกหรือสร้างคำตอบ (F. King et al., 1998) โดย Brookhart (2010) เสนอแนวทางในการประเมินความสามารถในการคิดขั้นสูง ที่ประกอบด้วย วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

**1) การประเมินวิเคราะห์** เป็นการประเมินคุณภาพการคิดของนักเรียนว่าสามารถแยกข้อมูลให้เป็นส่วน ๆ และให้เหตุผลกับแต่ละข้อมูลนั้น คำถามการประเมินการวิเคราะห์มุ่งเน้นไปที่คำถามหรือแนวคิดหลักหรือการได้รับประเด็นของบางสิ่งที่นักเรียนสามารถทบทวนได้อย่างละเอียดเพื่อกำหนดแนวคิดหลัก วิจัยหรือโต้แย้ง (Brookhart, 2010) นักเรียนที่วิเคราะห์ได้ จะมีความสามารถดังนี้คือ (1) การแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อคิดเห็น (2) เชื่อมโยงข้อสรุปกับข้อความที่สนับสนุน (3) แยกแยะส่วนที่เกี่ยวข้องออกจากส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง (4) กำหนดวิธีที่แนวคิดต่าง ๆ เชื่อมโยงกัน (5) หาแนวคิดเบื้องหลังของเรื่องที่กล่าวถึง (6) แยกแยะจุดเด่นจากแนวคิดย่อย ๆ หรือหาใจความหลักของเรื่อง และ (7) หาหลักฐานในการสนับสนุนจุดประสงค์ของผู้แต่ง (Anderson et al., 2001)

*ตัวอย่างข้อสอบวิเคราะห์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์*

ใส่ลูกบอกลูกหนึ่งลงในกระบอกตวงที่มีน้ำอยู่ข้างใน ระดับน้ำเพิ่มขึ้นจาก 20 mL เป็น 50 mL จงหาปริมาตรของลูกบอล

a. 20 mL
b. 30 mL
c. 50 mL
d. 70 mL

(Lord, French, & Crow, 2009)

**2) การประเมินประเมินค่า** ครูต้องใช้ข้อคำถามหรือภาระงานที่สามารถประเมินวิธีที่นักเรียนตัดสินคุณค่าของข้อมูลหรือวิธีการโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน (เชิงวรรณกรรม ประวัติศาสตร์ และวิทยาศาสตร์) หรือเกณฑ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมาด้วยตัวเอง ซึ่งจะต้องเป็นเกณฑ์ที่มีเหตุผลอยู่บนพื้นฐานของการวิจัยหรือข้อสรุปและมีหลักฐานสนับสนุนหรือมีตรรกะ ไม่ได้มาจากการอ้างอิงส่วน เพื่อให้ประเมินการประเมินผลของนักเรียนเป็นไปได้ดี ให้ข้อมูลและถามให้พวกเขาตัดสินคุณค่าของสิ่งที่มีจุดประสงค์เฉพาะอย่าง (Brookhart, 2010)

*ตัวอย่างข้อสอบประเมินค่าในรายวิชาวิทยาศาสตร์*

ปัจจัยที่ไม่มีชีวิต (abiotic factor) ที่มีผลอย่างมากต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงในพืชสีเขียว โดยปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการผลิตน้ำตาลในพืชคือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(1) ปริมาณน้ำ

(2) ปริมาณแสง

(3) ปริมาณ $CO_2$

(4) อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

(5) การเคลื่อนที่ของอากาศ

(6) ปริมาณของสารตั้งต้นในการเจริญเติบโต

ถ้าเติมเพียงเล็กน้อยในปริมาณของปัจจัยที่จะให้ผลเชิงบวกต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง และปัจจัยใดจะให้ผลทางลบต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

a. + (1), (2), (3) และ – (4), (5), (6)

b. + (2), (3) (5), (6) และ - (1), (4)

c. + (1), (2), (3) (4), (5) และ - (6)

d. + (3) (4) และ - (1), (2), (5), (6)

e. + (1), (2), (3) (4) และ - (5), (6)

(Lord et al., 2009)

**3) การประเมินสร้างสรรค์** สร้างสรรค์ในอนุกรมวิธานของบลูมนั้นจะทำการประเมินว่า นักเรียนสามารถรวมสิ่งที่ไม่เหมือนกัน เข้าด้วยกันในแนวทางใหม่ หรือจัดระบบระเบียบสิ่งที่มีอยู่แล้วเพื่อทำให้กลายเป็นสิ่งใหม่ ภาระงานหรือปัญหาที่ให้นักเรียนทำจะประกอบด้วย (1) ต้องทำให้เกิดการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (2) การวางแผนที่มีขั้นตอนเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์บางอย่างโดยเฉพาะ หรือ (3) การประดิษฐ์ การทำบางสิ่งที่ใหม่ขึ้นมา ในวิชาวิทยาศาสตร์ (Brookhart, 2010)

*ตัวอย่างข้อสอบสร้างสรรค์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์*

กรดโดโมอิค (domoic acid) ที่ผลิตจากไดอะตอม สามารถจับกับฮิปโปแคมปัล กลูตาเมท รีแซปเตอร์ (hippocampal glutamate receptors) ถ้าบุคคลบริโภคหอยที่เจือปนสิ่งมีชีวิตนี้มากเกิดจนไปจนทำให้เกิดอันตราย ผลกระทบอะไรที่อาจเป็นไปได้

a. ตาบอด

b. หูหนวก

c. ความจำเสื่อม

d. สมองพิการ

e. ตัวเกร็ง

(ในการตอบคำถามนี้ นักเรียนจะต้องเข้าใจบทบาทของฮิปโปแคมปัสและบทบาทของกลูตาเมทในบริเวณดังกล่าวของสมอง ความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับสมองจะใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ใหม่ที่เกินขอบเขตกว่าที่นักเรียนเรียนในชั้นเรียน)

(Lord et al., 2009)

อะไรจะเป็นผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผลที่สุดของการผสมสาร X และ สาร Y ซึ่งทั้งสองสามารถละลายในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง

a. การตกตะกอนของของแข็ง

b. การเปลี่ยนสีของของเหลว

c. การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิ

d. การลดลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิ

(คำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของ X และ Y ในฐานะสารประกอบและความรู้เรื่องการแตกตัวของสารเหล่านั้นและปฏิกิริยาของสารประกอบแต่ละชนิดซึ่งคำตอบทั้งหมดสะท้อนผลการเรียนรู้ได้ว่านักเรียนมีประสบการณ์ก่อนหน้าอะไรเมื่อสารประกอบทั้งสองผสมกัน)

(Lord et al., 2009)

**3.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง**

วิธีการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงจะเน้นการให้คิดเกี่ยวกับปัญหาหรือโจทย์ที่มีความซับซ้อน (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555) เมื่อนักเรียนได้เผชิญกับปัญหา ความไม่แน่ใจ หรือข้อขัดแย้ง แล้วตั้งคำถามระดับสูง (Higher order level questions) เช่น ให้นักเรียนแยกแยะข้อมูลสำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่สำคัญ ค้นหาสาเหตุหรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น แสดงวิธีทำที่ใช้แก้ปัญหา เสนอมุมมองเกี่ยวกับการแก้ปัญหานั้นได้อย่างหลากหลายโดยใช้ข้อมูลสนับสนุนที่เชื่อถือได้ สร้างข้อสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผลและเหมาะสม สอดคล้องกัน (Mainali, 2013)

รูปแบบการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงมีสองลักษณะ คือ การสอนโดยตรงคือการฝึกการคิดขั้นสูงโดยไม่ได้อิงกับเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นการใช้ หลักสูตรหรือโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อฝึกทักษะการคิดโดยตรง มีการใช้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่หลากหลาย (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558) และการสอนให้เกิดการคิดขั้นสูงโดยแทรกผ่านเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ (Yen & Halili, 2015) โดย ทิศนา แขมมณี (2558) อธิบายหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดว่า เป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนใช้รูปแบบวิธีการและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ซึ่งอาศัยสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดขยายต่อเนื่องจากความคิดเดิมที่มีอยู่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น เกิดความคิดที่มี

ความละเอียด กว้างขวาง ลึกซึ้ง ถูกต้องมีเหตุผลและน่าเชื่อถือมากขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้ผู้สอนยังต้องมีการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการคิดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียนได้แก่ (1) ทักษะการคิดพื้นฐาน เช่น การจำ การระลึกได้ เป็นต้น (2) ทักษะการคิดที่เป็นแกนสำคัญ เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม การจำแนกการจัดหมวดหมู่ เป็นต้น และ (3) ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น ทักษะการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ เป็นต้น ในกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการคิด ผู้สอนต้องให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการใช้ความคิดและแสดงความคิด ด้วยการให้มีการอภิปราย โต้ตอบเกี่ยวกับความคิดที่เกิดขึ้นในกระบวนการเรียนการสอน มีการร่วมกันสรุปประเด็นที่ได้จากกระบวนการคิดที่เกิดขึ้นและผู้สอนมีการวัดและประเมินผลการเรียนทางด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการคิด เช่นเดียวกับ Limbach and Waugh (2009 cited in Mainali, 2013) เสนอกระบวนการ 5 ขั้นตอนในการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง ประกอบด้วย (1) การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ครูจะต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจนว่านักเรียนจะต้องแสดงออกหรือตอบสนองการคิดขั้นสูงอะไรและอย่างไร (2) สอนผ่านการตั้งคำถาม ระดับการคิดของนักเรียนจะขึ้นกับระดับของคำถามที่ครูใช้ นักเรียนทุกคนต้องได้ประสบกับคำถามระดับสูงสักครั้งเมื่อพวกเขาคุ้นเคยกับมโนทัศน์หนึ่ง ๆ ซึ่งประเภทของคำถามที่ใช้จะขึ้นกับระดับของการคิดที่ต้องการ หากเป็นคำถามเพื่อพัฒนาการคิดขั้นพื้นฐาน อาจใช้คำถามที่มีคำตอบแน่นอนชัดเจนหรือหากต้องการกระตุ้นการคิดขั้นสูง อาจใช้คำถามที่มีคำตอบได้หลากหลาย (3) ฝึกหัดก่อนทำการประเมิน การฝึกเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการทำให้เกิดทักษะอย่างเชี่ยวชาญ นักเรียนจำเป็นจะต้องได้รับการฝึกในสิ่งที่เขากำลังจะถูกประเมิน การเลือกกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่ต้องการจึงเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับการฝึกความสามารถในการคิดขั้นสูง นักเรียนจะต้องได้เสนอข้อโต้แย้ง เสนอข้อคิดเห็น มองเห็นและสามารถวิพากษ์วิจารณ์หลักฐาน และคิดได้อย่างอิสระปราศจากอคติ (4) ทบทวน ปรับปรุงและพัฒนาครูมุ่งมั่นที่จะปรับปรุงชั้นเรียนอย่างต่อเนื่องด้วยการรับฟังและเก็บข้อมูลผลป้อนกลับจากนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่พวกเราได้เรียนรู้ไปแล้วและยังไม่ได้เรียนรู้สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการคิดขั้นสูง (5) ให้ผลป้อนกลับและประเมินการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องได้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่พวกเขาจะถูกประเมิน

Bloom (1956 อ้างถึงใน อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555) เสนอเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งอธิบายถึงพัฒนาการและขั้นตอนของการคิดว่ามีระดับขั้นจากระดับความคิดที่ต่ำกว่าไปสู่ระดับความคิดที่สูงกว่า วัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามอนุกรมวิธานนี้จะมีลักษณะเป็นข้อความที่อธิบายผลลัพธ์ที่ต้องการหรือตอบจบของกระบวนการจัดการเรียนรู้วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่แตกกัน จะใช้แนวทางและเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น หากวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นการให้

นักเรียน “จดจำ” ข้อเท็จจริงหรือความรู้พื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนก็จะใช้วิธีการให้ท่องจำหรือเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความจำ การทำตัวอักษรย่อ การร้องเพลงหรือแนวทางอื่นที่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้เรียนจดจำความรู้ได้ แต่หากเป็นวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย “วิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์” แล้ว การจัดการเรียนรู้ก็จะแตกต่างจากเพียงแค่ให้นักเรียนจำหรือเข้าใจอย่างมาก บทบาทของครูในการอำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จะลดการชี้นำหรือการสอนโดยตรง (Anderson et al., 2001)

สุคนธ์ สินธพานนท์ วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรรณี สินธพานนท์ (2555) อธิบายบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ เพื่อวัตถุประสงค์ในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะทางความคิด ดังนี้ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและทำกิจกรรม มีการโต้ตอบและตั้งคำถาม (2) ให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ผ่านประสบการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย (3) ฝึกให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการ เปรียบเทียบ พิจารณารายละเอียด หาความสัมพันธ์หรือหลักการเบื้องหลัง (4) ฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาและตัดสินใจ (5) ฝึกให้รู้จักตั้งประเด็นปัญหา คาดคะเนผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ วางแผนเพื่อการวินิจฉัย สรุปและพัฒนาแนวคิด (6) ฝึกให้รู้จักสร้างทางเลือกใหม่ สร้างนวัตกรรม ตั้งสมมติฐาน (7) ฝึกให้รู้จักประเมินค่า ประเมินข้อมูล เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด Anderson et al. (2001) ได้ยกตัวอย่าง ลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เน้น “ประเมินค่า” หลักการสำคัญคือครูจะต้องทำให้นักเรียนตระหนักถึงเกณฑ์ที่ตนควรจะใช้ในการนำมาประเมินค่า ซึ่งกิจกรรมที่ครูใช้จะเป็นกิจกรรมเพื่อให้ประเมินค่า มีลักษณะ 2 อย่างด้วยกันคือ การตรวจสอบการทำงานในกระบวนการและการวิพากษ์วิจารณ์ผลลัพธ์ที่ได้ในตอนท้าย ครูใช้เวลาส่วนใหญ่ในการให้คำปรึกษา การทำงานร่วมกับนักเรียนและตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน ให้ข้อมูลหรือผลป้อนกลับเท่าที่จำเป็นและเหมาะสมเมื่อนักเรียนต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

### 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดขั้นสูง

นิติกร อ่อนโยน (2551) ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้อง โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ระยะเวลาในการสอน 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับระดับสูง มีความความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถดังกล่าวสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการวิทยาศาสตร์แบบปกติ การสืบสอบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงทำให้นักเรียนถูกกระตุ้นความคิดในการสร้างความรู้ นักเรียนได้ใช้การคิดวิเคราะห์ในการจำแนกความแตกต่างของสัตว์ ส่วนการสังเคราะห์ครูให้นักเรียนคิดค้น ออกแบบการคุมกำเนินวิธีใหม่โดยอาศัยข้อมูลที่วิเคราะห์แล้ว

นอกจากนี้คำถามระดับสูงที่มีลักษณะคำถามปลายเกิด มีคำตอบได้หลากหลาย เช่น คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้บอกความสัมพันธ์ คำถามให้จำแนกประเภท ช่วยกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ และคำถามให้ออกแบบ คำถามให้ทำนาย ช่วยกระตุ้นการคิดสังเคราะห์ และยิ่งเมื่อใช้คำถามระดับสูงในปริมาณมากร่วมกับเทคนิคสนับสนุนการใช้คำถาม เช่น การกระตุ้นการตอบคำถาม (Prompting) การกระจายคำถาม (Redirection) และเวลารอคอยคำตอบ (Wait-time) จะช่วยพัฒนาการคิดของนักเรียนได้

**4. ความวิตกกังวลในเคมี**

**4.1 ความหมายของความวิตกกังวลในเคมี**

ความวิตกกังวล หมายถึง ความไม่แน่ใจ ความไม่สบายใจ ความหวาดหวั่น หรือความตึงเครียด ซึ่งเป็นอารมณ์ของบุคคลที่เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองต่อบางสิ่งหรือเหตุการณ์ที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ (Shives, 2008) โดย Freud (1924 cited in Spielberger, 2013) ให้ความหมายของความวิตกกังวลในบริบทของทฤษฎีทางจิตวิทยาว่า เป็นความรู้สึกบางอย่างที่มีสภาวะหรือสภาพไม่พึงปรารถนา ได้แก่ ความหงุดหงิด ความหวาดหวั่น ความวิตกกังวลเกี่ยวกับอนาคต พร้อมกับมีอาการทางกายร่วมด้วย เช่น อาการใจสั่น หายใจผิดจังหวะ เหงื่อออกมาก ตัวสั่นเทา เวียนศีรษะ เป็นต้น สำหรับทางการศึกษาได้เริ่มมีความสนใจเกี่ยวกับความวิตกกังวลในวิชาต่าง ๆ เช่นกัน โดยความหมายของความวิตกกังวลในวิชานั้น ๆ จะแตกต่างจากความวิตกกังวลโดยทั่วไป โดยจะมีบริบทของวิชาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (Sherman & Wither, 2003) เช่น ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกตึงเครียดและความวิตกกังวลที่แทรกขึ้นมากับการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งในชีวิตประจำวันและในทางวิชาการ (Suinn & Winston, 2003) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในทางเคมี มีการศึกษาเกี่ยวกับความวิตกกังวลในเคมีเช่นกัน แต่จะมีการปรับเปลี่ยนความหมายให้สอดคล้องกับบริบทเฉพาะของเคมี โดย Eddy (2000) ให้ความหมายของความวิตกกังวลในเคมีว่า เป็นความกลัวสารเคมี และความกลัววิชาเคมี ต่อมา Aris and Siow (2007) ได้อธิบายความหมายของความวิตกกังวลในเคมีเพิ่มเติมว่า เป็นอารมณ์ของความตึงเครียดหรือเคร่งเครียดต่อความกลัวอย่างไม่มีเหตุผลหรือความไม่ชอบเกี่ยวกับการเรียนรู้ในวิชาเคมีหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเคมี สอดคล้องกับ Widanski and McCarthy (2009) ที่กล่าวว่าความวิตกกังวลในเคมีครอบคลุมความกังวลของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิชาเคมี ความกลัวในการประเมินผลในวิชาเคมีและความวิตกกังวลเกี่ยวกับการจัดการกับสารเคมี และ Huey (2013) กล่าวว่าความวิตกกังวลในเคมี เป็นเจตคติเชิงลบต่อวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความกลัวสารเคมีและเป็นความกลัววิชาเคมี

โดยสรุป ความวิตกกังวลในเคมีหมายถึง ความรู้สึกตึงเครียด ความไม่สบายใจ ความหวาดหวั่นที่มีต่อสถานการณ์หรือเหตุการณ์ 3 ด้าน ได้แก่ กับการเรียนรู้ในวิชาเคมี การประเมินผลในวิชาเคมีและการจัดการกับสารเคมี

**4.2 ความสำคัญของความวิตกกังวลในเคมี**

วิชาเคมีถูกรับรู้ว่าเป็นวิชาที่ยากและท้าทาย นักเรียนมักจะระมัดระวังในการเลือกเรียนวิชาเคมีหรืออย่างน้อยที่สุดจะเลือกเรียนเพื่อให้ครบกำหนดตามหลักสูตรเท่านั้น (Widanski & McCarthy, 2009) นักเรียนรู้สึกวิชาว่าเคมีมีความเป็นนามธรรมมากเกินไป เพราะนักเรียนไม่เคยเห็นสิ่งนั้น (รูปธรรม) ในการสอนมากนัก ซึ่งขัดกับเป้าหมายหลักของการสอนเคมี (Woldeamanuel et al., 2013) เพราะโดยแท้จริงแล้วการเรียนรู้วิชาเคมีจะต้องช่วยให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงวิชาเคมีและอุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม ชีวิตประจำวันเข้าด้วยกัน และให้เห็นถึงประโยชน์และโทษ ซึ่งการสอนเนื้อหาที่ขาดการเชื่อมความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันนำไปสู่การขาดความน่าสนใจ (Akram et al., 2017) ท้ายที่สุดนักเรียนมองว่าวิชาเคมีเป็นภาระที่พวกเขาต้องแบกรับมากกว่าเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่า เจตคติลบต่อวิชาเคมีนี้นำไปสู่ความวิตกกังวลในเคมี (Huey, 2013) นักเรียนหลายคนโดยเฉพาะคนที่มีประสบการณ์ที่ไม่ดีเกี่ยวกับวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาหรือไม่เคยเรียนวิชาเคมีมาก่อน จะมีความวิตกกังวลเมื่อพวกเขาได้ยินคำว่า “เคมี” ความวิตกกังวลนี้ทำให้นักเรียนรับรู้ว่าชั้นเรียนวิชาเคมีของพวกเขาเป็นสิ่งที่ยากมากกว่าที่เป็นจริง และมีผลในเชิงลบต่อการเรียนรู้ (Widanski & McCarthy, 2009) และความวิตกกังวลนี้ยังส่งผลในทางลบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี (Aris & Siow, 2007) การรู้ถึงการมีอยู่ของความวิตกกังวลในเคมีเป็นขั้นแรกในการลดเจตคติด้านลบที่มีต่อวิชาเคมี การเปลี่ยนเจตคติด้านลบนี้จะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของการเลือกเรียน ผลสำเร็จและความคงทนในการเรียนวิชาเคมี การพัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีจะส่งผลดีอย่างมากต่อการศึกษาเคมี งานวิจัยและการเติบโตทางเคมีในอุตสาหกรรม (Widanski & McCarthy, 2009)

**4.3 องค์ประกอบของความวิตกกังวลในเคมี**

Aris and Siow (2007) ระบุปัจจัยของความวิตกกังวลในเคมีซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนลดลงประกอบด้วย 1) ความวิตกกังวลในการเรียนรู้ในวิชาเคมี 2) ความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมี เช่น การสอบแบบไม่ทราบล่วงหน้า การทำแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาที่ยากและ 3) ความวิตกกังวลในการจัดการกับสารเคมี ความกลัวเมื่อสารเคมีรั่วไหล การทำงานกับกรดและการผสมสารเคมี สอดคล้องกับ Widanski and McCarthy (2009) ที่เสนอว่า ความกลัวเกี่ยวกับการประเมินเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความวิตกกังวลในเคมี การทดสอบสามารถก่อให้เกิด การปิดกั้นจิตและสามารถทำให้นักเรียนรู้สึกยังทำได้

ไม่ดีพอ ท้อแท้ และเกิดความตื่นตระหนก นักเรียนอาจกังวลทั้งเกี่ยวกับเกรดหรือความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาเคมี และบางคนอาจจะมีความกลัวในการทำงานกับสารเคมี การใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการหรือการเก็บรวบรวมข้อมูลในห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากสื่อ หลายคนเชื่อว่าการสัมผัสกับสารเคมีในห้องปฏิบัติการทำให้เกิดพิษและทำลายสุขภาพ

โดยสรุปแล้วองค์ประกอบของความวิตกกังวลในเคมีประกอบไปด้วยความวิตกกังวลเกี่ยวกับ 1) การเรียนรู้ในวิชาเคมี 2) การประเมินผลในวิชาเคมีและ 3) การจัดการกับสารเคมี

**4.4 แนวทางการวัดความวิตกกังวลในเคมี**

ความวิตกกังวลในเคมี Eddy (2000) เป็นคนแรกที่สร้างแบบวัดซึ่งเรียกว่า แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี (derived chemistry anxiety rating scale: DCARS) โดยดัดแปลงจาก มาตรประมาณค่าความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ฉบับปรับปรุง (revised mathematics anxiety rating scale: RMARS) RMARS ถูกนำมาใช้สำหรับการพัฒนาแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี เพราะนิยามของความวิตกกังวลในเคมีถูกสรุปโดยการเปรียบเทียบจากคำนิยามของความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์และคำนิยามของความกลัวคณิตศาสตร์ของ Richardson and Suinn ซึ่งกรณีของแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี แบ่งออกเป็นสามด้านในการประเมินความวิตกกังวลคือ การเรียนรู้วิชาเคมี (learning chemistry) การประเมินผลในวิชาเคมี (being evaluated in chemistry) และการจัดการกับสารเคมี (handling chemicals) ระดับของความวิตกกังวลถูกวัดใน 5 ระดับดังนี้

1 แสดงถึง ไม่มีความกังวล

2 แสดงถึง มีความกังวลเล็กน้อย

3 แสดงถึง มีความกังวลปานกลาง

4 แสดงถึง มีความกังวลมาก

5 แสดงถึง มีความกังวลมากที่สุด

ช่วงของคะแนนเริ่มตั้งแต่ 36 ถึง 180 คะแนน ดังนั้นค่าเฉลี่ย จะเป็นตัวแทนของความวิตกกังวลในเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

*ตัวอย่างแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี*

**ด้านที่ 1 ความวิตกกังวลในการเรียนรู้ในวิชาเคมี**

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | การอ่านหรือการแปลความหมายกราฟหรือแผนภูมิที่แสดงผลการทดลองทางเคมี | | | | | |
| 2 | การเริ่มบทใหม่ในหนังสือเคมี | | | | | |

1 = ไม่มีความกังวล; 2 = มีความกังวลเล็กน้อย; 3 = มีความกังวลปานกลาง; 4 = มีความกังวลมาก; 5 = มีความกังวลมากที่สุด

**ด้านที่ 2 ความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมี**

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | การแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เช่น ถ้ามีไฮโดรเจน x กรัม ทำให้เกิดน้ำซึ่งมีน้ำหนักทั้งหมด y กรัม จงหาน้ำหนักของออกซิเจนที่ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน | | | | | |
| 2 | การรอรับข้อสอบวิชาเคมีกลับคืนซึ่งคุณคาดหวังว่าจะทำได้ดี | | | | | |

1 = ไม่มีความกังวล; 2 = มีความกังวลเล็กน้อย; 3 = มีความกังวลปานกลาง; 4 = มีความกังวลมาก; 5 = มีความกังวลมากที่สุด

**ด้านที่ 3 ความวิตกกังวลในการจัดการกับสารเคมี**

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | การรั่วไหลของสารเคมี | | | | | |
| 2 | ได้ยินนักเรียนคนอื่นเล่าถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี | | | | | |

1 = ไม่มีความกังวล; 2 = มีความกังวลเล็กน้อย; 3 = มีความกังวลปานกลาง; 4 = มีความกังวลมาก; 5 = มีความกังวลมากที่สุด

แบบวัดความวิตกกังวลในเคมีที่สร้างขึ้นโดย Eddy (2000) ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการวัดความวิตกกังวลในเคมี (Aris & Siow, 2007; Huey, 2013; Widanski & McCarthy, 2009)

Woldeamanuel et al. (2013) ศึกษาความวิตกกังวลของนักศึกษาต่อการเรียนรู้วิชาเคมีในบางมหาวิทยาลัยของประเทศเอธิโอเปีย มีการระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวลนั้น

มีการตรวจสอบความแตกต่างทางเพศ ที่มีผลต่อการเรียนรู้วิชาเคมี และแนะนำแนวทางการเพิ่มความนิยมต่อการเรียนวิชาเคมี เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม 360 ชุด ข้อคำถามในแบบสอบถามได้จากการสำรวจ โดยพบว่ามี 40 ด้าน ที่มีผลต่อการเรียนรู้วิชาเคมี โดยแต่ละด้านถูกนำมาสร้างเป็น Stanine test ที่ stanine 1 – 3 มีความเห็นด้วยกับด้านนั้นต่ำ 4 – 6 มีความเห็นด้วยปานกลาง และ 7 – 9 มีความเห็นด้วยสูง โดยมีการจัดอันดับ 16 ด้านแรกจากทั้งหมด 40 ด้าน ที่นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุด วิเคราะห์โดยนับความถี่และร้อยละ กลุ่มประชากรเป็นนักศึกษาสาขาเคมีชั้นปีที่สองในช่วงปี 2009 - 2010 ใน 3 มหาวิทยาลัยของรัฐบาล ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างหลายขั้นตอนในการเลือกตัวอย่างที่จะศึกษา นักศึกษาถูกแยกตามภูมิลำเนา (ชนบทและในเมือง) และเพศ (ชายและหญิง) ในแต่ละมหาวิทยาลัยที่มีอัตราส่วนนักศึกษาชนบทต่อนักศึกษาในเมืองแบบ 1 ต่อ 1 จะใช้วิธีการเลือกสุ่ม ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจึงมีทั้งหมด 360 คน แต่ได้รับการตอบกลับ 300 คน ผลที่ได้คือนักศึกษาหญิงและนักศึกษาชนบทมีความวิตกกังวลสูงกว่านักศึกษาชายและนักศึกษาที่อยู่ในเมืองตามลำดับ นอกจากนี้ สิ่งที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวลประกอบด้วย หลักสูตรที่มีความซ้ำซ้อน (redundancy of the curriculum) ขาดการรับรู้แนวทางในการประกอบอาชีพ ตัวคุณครู และวิธีการสอนของครูขาดสื่อการสอนและการทดลอง

**4.5 แนวทางการลดความวิตกกังวลในเคมี**

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการลดความวิตกกังวลในเคมีนั้นยังไม่ปรากฏมากนัก แต่มีนักวิจัยหรือนักการศึกษาบางท่านให้ข้อเสนอแนะเพื่อลดความวิตกกังวลในเคมี ได้แก่

Aris and Siow (2007) แนะนำว่า ครูสอนเคมีสามารถลดความวิตกกังวลในการประเมินผลวิชาเคมีได้โดยการแบ่งการประเมินออกให้มีจำนวนครั้งที่มากขึ้นแทนการประเมินใหญ่เพียงครั้งเดียว รวมถึงการสอนและฝึกเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะเริ่มเรียนวิชาเคมี สามารถช่วยลดความวิตกกังวลเมื่อนักเรียนต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการได้ นอกจากนี้การสอนที่มีบรรยากาศผ่อนคลาย พบว่ามีผลต่อการลดความวิตกกังวลและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้

Woldeamanuel et al. (2013) กล่าวว่า การทำให้นักเรียนชอบวิชาเคมีได้คือการลดบางเนื้อหา การพัฒนากลวิธีการสอนที่ช่วยนักเรียนที่วิตกกังวล การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่ทำให้นักเรียนผ่อนคลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในเคมี**

Eddy (2000) ศึกษาความวิตกกังวลในเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 480 คน เป็นนักศึกษาเอกเคมีจำนวน 45 คนและนักศึกษาสหเวชศาสตร์จำนวน 435 คน ที่เรียนในวิชาเคมีเบื้องต้นเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 36 ข้อ วัดความวิตกกังวลในเคมีด้านการเรียนรู้ในวิชาเคมี การประเมินผลในวิชาเคมีและการจัดการจับสารเคมี ผลการศึกษาพบว่าความวิตกกังวลในการเรียนรู้ในวิชาเคมีและการจัดการกับสารเคมี มีระดับความวิตกกังวลเล็กน้อยถึงปานกลาง ในขณะที่ความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างปานกลางไปจนถึงมาก นอกจากนี้ยังมีการสัมภาษณ์นักศึกษาที่มีความวิตกกังวลสูง 8 คน พบว่า การคำนวณการตอบคำถามในชั้นเรียน การสอนเร็วและการไม่เห็นความสัมพันธ์ของความรู้ในวิชาเคมีที่มีต่อชีวิตจริง มีส่วนอย่างมากที่ทำให้เกิดความวิตกกังวลในการเรียนรู้ในวิชาเคมี ส่วนการทดสอบและการคาดเดาประเภทของแบบทดสอบ มีผลทำให้ความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมีสูง ส่วนความกังวลในการจัดการกับสารเคมี พบว่า การจุดตะเกียง จุดไฟ กรดกัดกร่อน การระเบิดและสารเคมีที่สัมผัสกับผิวหนังมีต่อความวิตกกังวลของนักศึกษา

Aris and Siow (2007) ศึกษาระดับความวิตกกังวลในวิชาเคมีในกลุ่มของนักศึกษาวิศวกรรม และความสัมพันธ์ของความวิตกกังวลกับผลสัมฤทธิ์ในเรื่องพันธะเคมี รวมถึงการหาปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความวิตกกังวลในวิชาเคมีของนักเรียนในเรื่องพันธะเคมี ในกลุ่มตัวอย่างที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 98 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม โดยเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี จำนวน 36 ข้อ พบว่า ความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมีสูงกว่าความวิตกกังวลในการเรียนรู้ในวิชาเคมีและการจัดการกับสารเคมีตามลำดับ ในช่วงระดับความกังวลปานกลางถึงระดับความกังวลมาก ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในวิชาเคมีกับผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาวิศวกรรมในเรื่องพันธะเคมีพบว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือการลดลงของความวิตกกังวลส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาเพิ่มสูงขึ้น

Widanski and McCarthy (2009) ศึกษาระดับความวิตกกังวลในเคมีโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เคยลงทะเบียนเรียนวิชา จิตวิทยา เคมีทั่วไปและเคมีอินทรีย์ คิดเป็นชายร้อยละ 34 และหญิงร้อยละ 66 อายุไม่เกิน 25 ปี ผลการศึกษาพบว่า ความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมีของนักศึกษาหญิงสูงกว่านักศึกษาชาย อันเนื่องจากการขัดเกลาทางสังคม (socialization) ที่เพศหญิงมักจะเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นงานของผู้ชายจากบริบทของสังคมและประวัติศาสตร์ นักศึกษาหญิงในกลุ่มตัวอย่างอาจจะมีความเห็นว่าตนจะไม่ประสบความสำเร็จในชั้นเรียนวิชาเคมี ตัวอย่างประชากรกลุ่มสายสหเวชจะมีความวิตกกังวลในการเรียนรู้ในวิชาเคมีสูงกว่าสายวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนวิชาเคมีมาก่อนจะมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเรียนรู้และการประเมินผลในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มที่เคยเรียนมาก่อน

Woldeamanuel et al. (2013) ศึกษาความวิตกกังวลของนักศึกษาต่อการเรียนรู้วิชาเคมีในบางมหาวิทยาลัยของประเทศเอธิโอเปีย กลุ่มประชากรเป็นนักศึกษาสาขาเคมีชั้นปีที่สอง จำนวน 300 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 40 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยนับความถี่และร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาหญิงและนักศึกษาชนบทมีความวิตกกังวลสูงกว่านักศึกษาชายและนักศึกษาที่อยู่ในเมืองตามลำดับ นอกจากนี้ สิ่งที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวลประกอบด้วย หลักสูตรที่มีความซ้ำซ้อน (redundancy of the curriculum) การขาดการรับรู้แนวทางในการประกอบอาชีพ ตัวผู้สอนและวิธีการสอนของครู การขาดสื่อการสอนและไม่มีการทดลอง

Huey (2013) ศึกษาการประเมินความวิตกกังวลในวิชาเคมีของกลุ่มนักศึกษาระดับวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 สาขาเคมี ประเทศมาเลเซีย มีตัวอย่าง 67 คน เป็นหญิง 38 คน และชาย 27 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องตอบคำถาม 36 ข้อในแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี ผลที่ได้พบว่า นักศึกษามีความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมีมากที่สุด (3.44) ตามด้วยการจัดการกับสารเคมี (2.99) และการเรียนรู้ในวิชาเคมี (1.96) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและความวิตกกังวลทั้งสามด้านมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกที่ $p < 0.01$ (99%) ความวิตกกังวลในการประเมินผลในวิชาเคมี เช่น การสอบ การทดสอบย่อยและการสอบปลายภาค เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความกังวลมากที่สุด เนื่องจาก ระบบการศึกษาที่เน้นการทดสอบเป็นสำคัญ เป็นตัวก่อให้เกิดความรู้สึกกดดันต่อนักเรียนในการทำข้อสอบให้ได้ดี นักเรียนหลายคนใช้วิธีการท่องจำแทนที่จะพยายามทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้

Yusuf (2014) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมีและระดับความวิตกกังวลในวิชาเคมี ในเนื้อหาเรื่องการดุลสมการเคมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 80 คน ระยะเวลา 6 สัปดาห์ รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองวัดสองครั้ง โดยกลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีบรรยาย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมและความวิตกกังวลของนักเรียนกลุ่มทดลองลดลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

**การเรียนรู้ผ่านบริบท (contextual learning)**
เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ต้องการจะสอนเข้ากับบริบทในชีวิตของนักเรียนเพื่อสร้างให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งบริบทนี้อาจจะเป็นบทบาทของนักเรียนในฐานะสมาชิกครอบครัวพลเมืองหรือวัยทำงาน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิมด้วยตนเอง

**กลวิธีรีแอ็คท์ (REACT strategies)** หมายถึง การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ผ่านบริบท เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน เข้ากับมโนทัศน์ใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งบริบทในที่นี้อาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคย เป็นสถานการณ์เสมือนจริงหรือสถานการณ์สมมติ (Crawford, 2001; Hull, 1999) ประกอบด้วย 5 กลวิธี ได้แก่

*1) การเชื่อมโยง* หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิตหรือความรู้เดิม โดยการเชื่อมมโนทัศน์ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย จึงจะทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน

*2) การสร้างประสบการณ์* หมายถึง การเรียนรู้โดยการลงมือทำ ผ่านการสำรวจ การค้นพบ และการประดิษฐ์ ซึ่งกิจกรรมอาจจะเป็นลักษณะ กิจกรรมที่ต้องใช้ของจำลอง กิจกรรมที่ต้องแก้ปัญหา และการทดลอง

*3) การประยุกต์* หมายถึง การเรียนรู้ด้วยการนำความรู้ไปใช้ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกว่าจำเป็นจะต้องเข้าใจมโนทัศน์ ผ่านการมอบหมายแบบฝึกหัดที่มีสถานการณ์เสมือนจริง ซึ่งนักเรียนอาจจะได้เผชิญนอกชั้นเรียน

*4) การร่วมมือ* หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของการแบ่งปัน การโต้ตอบและการสื่อสารกับนักเรียนคนอื่น ครูใช้การทำงานกลุ่มให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือการทำกิจกรรมที่ต้องลงมือทำ

*5) การถ่ายโอน* หมายถึง การใช้ความรู้ในบริบทใหม่หรือสถานการณ์สมมติ ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อนในชั้นเรียน

**ความสามารถในการคิดขั้นสูง** หมายถึง ความสามารถทางพุทธิพิสัยของนักเรียนในการคิดซึ่งมีขั้นตอนที่ซับซ้อนตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข (Anderson et al., 2001) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

*1) วิเคราะห์* หมายถึง ความสามารถในการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องของส่วนประกอบกับโครงสร้างโดยรวมหรือวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย การแยกความแตกต่าง การลำดับและการระบุคุณลักษณะ

*2) ประเมินค่า* หมายถึง ความสามารถในการตัดสินบนพื้นฐานของกฎเกณฑ์หรือมาตรฐาน ประกอบด้วย การตรวจสอบและการวิพากษ์วิจารณ์

*3) สร้างสรรค์* หมายถึง ความสามารถในการนำเอาส่วนประกอบต่าง ๆ มารวมกันเพื่อสร้างเป็นสิ่งใหม่ ประกอบด้วย การสร้าง การวางแผนและการประดิษฐ์

**ความวิตกกังวลในเคมี** หมายถึง หมายถึง ความรู้สึกตึงเครียด ความไม่สบายใจ ความหวาดหวั่นที่มีต่อสถานการณ์หรือเหตุการณ์ 3 ด้าน (Eddy, 2000) ได้แก่

*1) การเรียนรู้ในวิชาเคมี* หมายถึง การเข้าเรียน การศึกษา และการฟัง พูด อ่านและเขียน ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเคมี

*2) การประเมินผลในวิชาเคมี* หมายถึง การตอบคำถามทั้งในห้องเรียนและในแบบทดสอบวิชาเคมี และ

*3) การจัดการกับสารเคมี* หมายถึง การสัมผัส การหยิบจับ การใช้หรือการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นมีรูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง (one-group pretest and posttest design) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดวิธีดำเนินวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

**1. รูปแบบการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีรูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง มีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่เรียนเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลองดังภาพที่ 1

| | |
|---|---|
| กลุ่มตัวอย่าง | $O_1$----------X----------$O_2$ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ภาพที่ 1** รูปแบบการวิจัยแบบ one-group pretest and posttest design

| | | |
|---|---|---|
| $O_1$ | หมายถึง | การเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีก่อนการทดลอง |
| X | หมายถึง | การเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ |
| $O_2$ | หมายถึง | การเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีหลังการทดลอง |

**2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 การเลือกโรงเรียน

ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษประเภทสหศึกษาที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีห้องปฏิบัติการเคมีและผู้บริหารและคณาจารย์ของโรงเรียนให้ความร่วมมือในการทำวิจัยอย่างดี

2.2.2 การเลือกห้องเรียน

เนื่องจากโรงเรียนนี้มีห้องเรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์แบบปกติ ที่คละความสามารถจำนวน 4 ห้อง จึงได้ทำการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่างโดยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียนในแต่ละห้องมาคำนวณให้เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีเฉลี่ยของห้อง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ด้วยสถิติทดสอบเอฟ (F-test) พบว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลดังตาราง 3

**ตาราง 3** คะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีเฉลี่ยของแต่ละห้อง จำนวน 4 ห้อง

| ห้องเรียน | จำนวน (คน) | ($\bar{X}$) | S.D. | F-test |
|---|---|---|---|---|
| ม. 4/5 | 39 | 65.79 | 5.88 | 1.579 |
| ม. 4/6 | 39 | 69.95 | 7.66 | |
| ม. 4/7 | 39 | 64.51 | 11.60 | |
| ม. 4/8 | 38 | 64.13 | 21.87 | |
| Levence Statistics | | = 7.952* | | |
| Brown-Forsythe Statistics | | = 1.555 | | |

*$p < .05$

ต่อมาได้นำแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีให้นักเรียนทั้ง 4 ห้องทำ คำนวณให้เป็นคะแนนความวิตกกังวลในเคมีเฉลี่ยของแต่ละห้อง คัดเลือกห้องที่มีคะแนนความวิตกกังวลในเคมีเฉลี่ยสูงสุดเป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งคือห้องเรียน ม.4/7 แสดงผลดังตาราง 4

**ตาราง 4** คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความวิตกกังวลในเคมีก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ห้อง

| ห้องเรียน | ($\bar{X}$) | S.D. |
|---|---|---|
| ม. 4/5 | 97.32 | 22.10 |
| ม. 4/6 | 86.83 | 21.63 |
| ม. 4/7 | 102.49 | 20.76 |
| ม. 4/8 | 93.32 | 13.27 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นแผนการจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง และแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ โดยมีขั้นตอนการเขียนแผนและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาตำรา เอกสาร วารสารและงานวิจัยฉบับพิมพ์ และฐานข้อมูลออนไลน์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ รวมถึงศึกษาและวิเคราะห์สาระเคมีที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอนคือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยเป็นสาระที่หลักสูตรของโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลครั้งนี้กำหนดไว้

2) เรียบเรียงและจัดเนื้อหาสาระเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งได้ทั้งหมด 9 แผน จำนวน 19 คาบ สรุปได้ดังตารางที่ 5

**ตาราง 5** เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เคมี

| แผนลำดับที่ | เนื้อหา | บริบทที่ใช้ | จำนวนคาบ |
|---|---|---|---|
| 1 | ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ | การผลิตน้ำเกลือ<br>ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ | 2 |
| 2 | การเจือจางสารละลาย | การชงนมร้อน | 1 |
| 3 | สมบัติบางประการเกี่ยวกับสารละลาย | การทำงานของน้ำยาหล่อเย็นในรถยนต์ | 3 |
| 4 | สูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล | ปริมาณธาตุต่าง ๆ ที่ถลุงได้จากแร่ | 2 |
| 5 | สมการเคมี | สมการทางคณิตศาสตร์ | 2 |
| 6 | มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี | การเกิดฝนกรด | 2 |
| 7 | ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี | การผลิตแก๊สในอุตสาหกรรม | 2 |
| 8 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี | นักเคมีในห้องปฏิบัติการของโรงงาน | 3 |
| 9 | สารกำหนดปริมาณ | การทำแซนด์วิช | 2 |
| | **รวม** | | **19** |

3) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามสาระและจำนวนคาบที่กำหนด โดยใช้การสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ซึ่งมี 5 กลวิธีการสอน ได้แก่ *(1) การเชื่อมโยง* หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิตหรือความรู้เดิม โดยการเชื่อมมโนทัศน์ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย จึงจะทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน *(2) การสร้างประสบการณ์* หมายถึง การเรียนรู้โดยการลงมือทำ ผ่านการสำรวจ การค้นพบ และการประดิษฐ์ ซึ่งกิจกรรมอาจจะเป็น

ลักษณะ กิจกรรมที่ต้องใช้ของจำลอง กิจกรรมที่ต้องแก้ปัญหา และการทดลอง *(3) การประยุกต์* หมายถึงการเรียนรู้ด้วยการนำความรู้ไปใช้ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกว่าจำเป็นจะต้องเข้าใจมโนทัศน์ผ่านการมอบหมายแบบฝึกหัดที่มีสถานการณ์เสมือนจริง ซึ่งนักเรียนอาจจะได้เผชิญนอกชั้นเรียน *(4) การร่วมมือ* หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของการแบ่งปัน การโต้ตอบและการสื่อสารกับนักเรียนคนอื่น ครูใช้การทำงานกลุ่มให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือการทำกิจกรรมที่ต้องลงมือทำ และ *(5) การถ่ายโอน* หมายถึง การใช้ความรู้ในบริบทใหม่หรือสถานการณ์สมมติ ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อนในชั้นเรียน

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ตลอดจนความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องกันทั้งหมดระหว่างผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระไปจนถึงการวัดและประเมินผล จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขเสร็จแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านซึ่งประกอบด้วยอาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์หรือคณะศึกษาศาสตร์ เพื่อตรวจพิจารณารายละเอียดต่าง ๆ เช่นเดียวกับการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยได้รับคำแนะนำดังรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

5.1) ด้านภาษา ผู้ทรงคุณคุณวุฒิแนะนำให้ปรับการเขียนที่มีบางประโยคหรือข้อความใช้เป็นภาษาพูดให้มีความเป็นทางการและเป็นภาษาเขียนที่สื่อความหมายชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น “ครูถามเรียน” เป็น “ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป” เป็นต้น

5.2) การวัดและการประเมินผลวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุ ควรเพิ่มหลักฐานที่ใช้ในการพิจารณาว่านักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว เช่น การประเมินทักษะในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี และการประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม หลักฐานที่ใช้อาจจะเป็นแบบบันทึกการสังเกตการใช้อุปกรณ์และสารเคมี และแบบบันทึกการสังเกตการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น

5.3) การเลือกใช้คำให้สื่อความหมายถึงจุดมุ่งหมายในการกระทำของครู เช่น “ครูนำอภิปราย” หรือ “ครูตั้งคำถามเพื่อนำอภิปรายไปสู่ข้อสรุป”

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน และนำเสนอให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งแล้วจึงนำไปใช้ทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนเดียวกันแต่ต่างห้องเรียน เพื่อตรวจสอบลักษณะของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการสอนให้มีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้

7) นำข้อมูลจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทดลองสอนมาปรับแก้ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดขั้นสูง เพื่อระบุแนวคิด นิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับคุณลักษณะของความสามารถในการคิดขั้นสูง กรอบแนวคิดในการวิจัย รวมทั้งศึกษาแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้และออกแบบข้อคำถามสำหรับแบบวัด

2) จัดทำตารางโครงสร้างตามนิยาม และพฤติกรรมบ่งชี้ลักษณะทางพุทธิพิสัยของความสามารถในการคิดขั้นสูง ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่ใช้สอน โดยผู้วิจัยนำนิยามเชิงปฏิบัติการจากขั้นตอนที่ 1 มาสร้างตารางวิเคราะห์ลักษณะทางพุทธิพิสัย 3 ด้านบนสุดตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข (Anderson et al., 2001) ได้คำถามจำนวน 14 ข้อ วัดพฤติกรรมด้านวิเคราะห์จำนวน 8 ข้อ ประเมินค่าจำนวน 3 ข้อและสร้างสรรค์จำนวน 3 ข้อ

3) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง โดยปรับปรุงจากแนวคิดของ Brookhart (2010) แบ่งเป็น 2 เกณฑ์ตามลักษณะข้อสอบ คือ(1) ข้อสอบปรนัย คะแนนเต็ม 1 คะแนน หากตอบถูกหรือตอบตรงประเด็นได้ 1 คะแนน หากตอบผิด ไม่ได้คะแนน (2) ข้อสอบอัตนัย คะแนนเต็ม 2 คะแนน แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนคำตอบ คะแนนเต็ม 0.5 คะแนน หากตอบถูกหรือตอบตรงประเด็น ได้ 0.5 คะแนน หากตอบไม่ถูกหรือตอบไม่ตรงประเด็น ไม่ได้คะแนน และส่วนคำอธิบาย คะแนนเต็ม 1.5 คะแนน หากอธิบายโดยใช้หลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและมีเหตุผลทั้งหมด ได้ 1.5 คะแนน หากอธิบายโดยใช้หลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและมีเหตุผลเพียงบางส่วน ได้ 0.75 คะแนน และถ้าอธิบายโดยไม่มีหลักเกณฑ์ ไม่เหมาะสมหรือไม่มีเหตุผล ได้ 0 คะแนน จากนั้นนำแบบวัดให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมหรือสอดคล้องของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ และปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) ผู้วิจัยนำแบบวัดที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงแก้ไขดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1) ปรับสถานการณ์ที่ใช้ให้มีความยากและง่ายสลับกันไป บางสถานการณ์มีรายละเอียดค่อนข้างมาก นักเรียนอาจจะใช้เวลาในการทำข้อสอบไม่ทัน ได้ปรับสถานการณ์ให้ง่ายขึ้นและตัดข้อมูลในสถานการณ์ที่ไม่จำเป็นออกไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2) คำถามที่วัดสร้างสรรค์ในข้อที่ 7 และ 14 ผู้เชี่ยวชาญให้ปรับระดับเป็นการวัดวิเคราะห์

4.3) ให้ใช้คำศัพท์เฉพาะทางเคมี

5) ปรับปรุงข้อคำถามตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ โดยได้สัดส่วนข้อสอบใหม่เป็นวิเคราะห์จำนวน 10 ข้อ ประเมินค่าจำนวน 3 ข้อ และสร้างสรรค์จำนวน 1 ข้อ รายละเอียดดังตาราง 6

**ตาราง 6** วิเคราะห์ลักษณะทางพุทธิพิสัย 3 ด้านบนสุดตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข (Anderson et al., 2001)

| **เนื้อหาที่ใช้** | **ลักษณะทางพุทธิพิสัยที่ต้องการวัด (จำนวนข้อ)** | | |
|---|---|---|---|
| | **วิเคราะห์** | **ประเมินค่า** | **สร้างสรรค์** |
| 1. ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลาย | 1 | 1 | 1 |
| 2. สมบัติบางประการเกี่ยวกับสารละลาย | 2 | 1 | |
| 3. สูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล | 1 | | |
| 4. สมการเคมี | 1 | | |
| 5. มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี | 1 | 1 | |
| 6. ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี | 1 | | |
| 7. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี | 2 | | |
| 8. สารกำหนดปริมาณ | 1 | | |
| **รวม** | **10** | **3** | **1** |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำไปทดลองใช้ โดยใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ที่เคยเรียนวิชาเคมีในเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์มาแล้ว จำนวน 62 คน โดยนำผลการตอบของทั้งสองชั้นเรียนมารวมกัน วิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ พบว่าอยู่ในช่วง 0.30 – 0.59 และค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.25 – 0.77 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งฉบับทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ที่ 0.86

6) ผู้วิจัยสร้างแบบวัดการคิดขั้นสูงขึ้นอีกหนึ่งฉบับที่มีโครงสร้างข้อสอบคล้ายกับฉบับข้างต้น แต่มีการปรับเปลี่ยนตัวเลข สารเคมี และลักษณะของสถานการณ์ที่ใช้ จากนั้น

ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบทั้งสองฉบับ ได้ความเห็นว่าข้อสอบทั้งสองฉบับมีความสอดคล้องกัน

7) ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลอีกครั้งก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3.2.2 แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในเคมี เพื่อระบุแนวคิด นิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับคุณลักษณะของความวิตกกังวลในวิชาเคมี กรอบแนวคิดในการวิจัย และศึกษาแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

2) นำแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีที่สร้างขึ้นโดย Eddy (2000) มาปรับให้ภาษาและสำนวนการเขียนเป็นบริบทของนักเรียนในประเทศไทย โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมหรือสอดคล้องของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ และปรับปรุงตามคำแนะนำ

3) ผู้วิจัยนำแบบวัดที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้กับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความเหมาะสมหรือสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

3.1) ปรับภาษาที่ใช้ให้มีความเหมาะสม เป็นประโยคที่สมบูรณ์และสื่อความหมาย เช่น “เดินอยู่ในโรงเรียนและนึกถึงการปฏิบัติการเคมี” ปรับเป็น “นึกถึงการปฏิบัติการเคมีที่อยู่ในโรงเรียน” หรือ “ทำสารเคมีหก” ปรับเป็น “ทำสารเคมีหกขณะทำการทดลอง”

3.2) แก้ไขการใช้คำให้ถูกต้อง เป็น เพิ่มคำว่า “แก๊ส” หน้าคำว่า “ไฮโดรเจน”

4) ปรับปรุงข้อคำถามตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง แก้ไขอีกครั้ง จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อปรับภาษาของข้อความบางข้อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

**4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

ก่อนการสอน ผู้วิจัยทำการคัดเลือกห้องเรียนโดยใช้แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างเป็นห้องเรียนที่มีคะแนนความวิตกกังวลในเคมีสูงสุดแล้ว จึงเก็บข้อมูลของนักเรียน

โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับก่อนเรียน ใช้เวลาประมาณ 100 นาที ในการทำแบบทดสอบ

4.2 การดำเนินการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 19 คาบ คาบละ 50 นาที ระหว่างการทดลองมีการทดสอบย่อยที่วัดความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ของนักเรียนหลังเรียนในเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในการอภิปรายผลเพิ่มเติม โดยแบบทดสอบย่อยมีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย มีจำนวน 5 ชุด ชุดละ 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบชุดละ 10 นาที

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

หลังจากดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี และแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบวัด 20 และ 100 นาที ตามลำดับ

**5. การวิเคราะห์ข้อมูล**

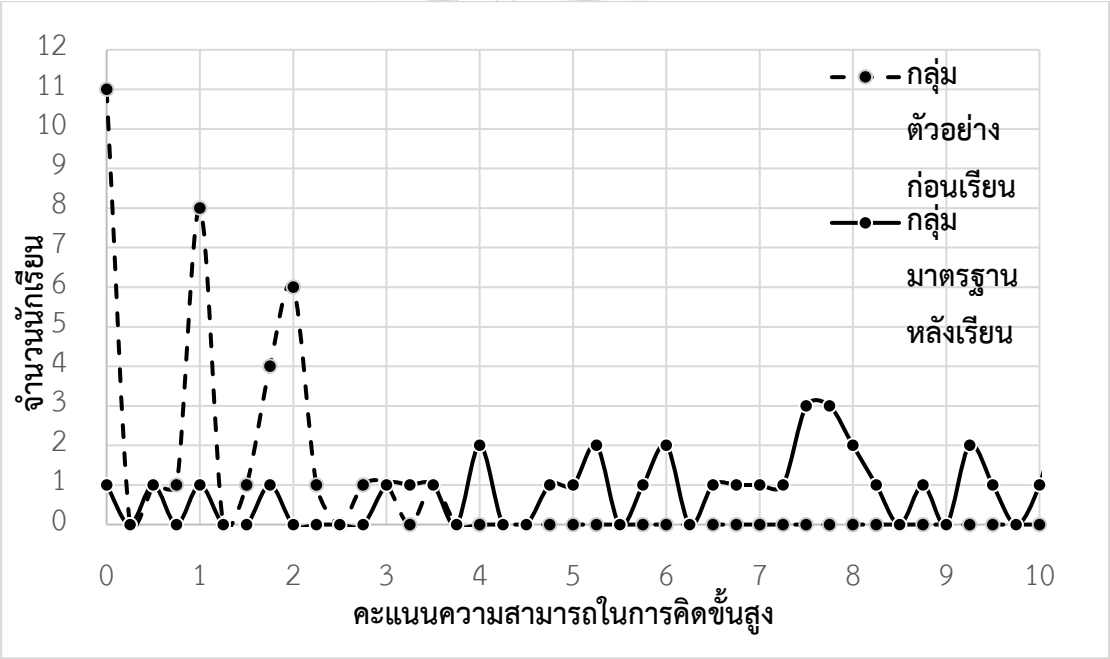
ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง

5.1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียน จะพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการเลือกใช้สถิติที่ทดสอบโดยดูการกระจายของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียน หากมีการกระจายแบบโค้งปกติจะใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (dependent t-test) แต่ถ้ามีการกระจายแบบไม่ใช่โค้งปกติจะใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon signed-ranks test ร่วมกับสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ โดยกำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังศึกษาขนาดของอิทธิพล (ffect size Cohen's *d*) ร่วมด้วย โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการบอกระดับของขนาดอิทธิพล (Cohen, Manion, & Morrison, 2007) เป็นดังนี้

0 – 0.20 เท่ากับ มีอิทธิพลน้อยมาก (weak effect)
0.20 – 0.50 เท่ากับ มีอิทธิพลเล็กน้อย (modest effect)
0.51 – 1.00 เท่ากับ มีอิทธิพลปานกลาง (moderate effect)
มากกว่า 1.00 เท่ากับ มีอิทธิพลมาก (strong effect)

5.1.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูง จากแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ ใช้โดยใช้สถิติทดสอบทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (one-group sample t-test) กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 การหาคะแนนเกณฑ์ของความสามารถในการคิดขั้นสูง ผู้วิจัยใช้วิธีการหาคะแนนจุดตัด (Cut-off score) โดยนำแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับหลังเรียน ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มมาตรฐาน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตฯแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่เคยเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาแล้ว จำนวน 50 คน พิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้วิธีของเบอร์ก (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539) ด้วยการนำคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างและคะแนนหลังเรียนของกลุ่มมาตรฐานมาเขียนกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับจำนวนนักเรียน เพื่อหาคะแนนจุดตัด (จุดที่กราฟตัดกัน) ได้ผลดังภาพที่ 2




**ภาพที่ 2** กราฟแสดงคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูง

จากภาพที่ 2 พบว่าคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) คือ 3 คะแนน ดังนั้นคะแนนในช่วงนี้จึงมีโอกาสเป็นไปได้ที่จะเป็นคะแนนจุดตัด จึงนำคะแนนตั้งแต่ 2.5, 2.75, 3, 3.25 และ 3.5 ไปตรวจสอบ ด้วยการนำคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเทียบกับคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มมาตรฐาน แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

| | | การจำแนกเกณฑ์ | |
|---|---|---|---|
| | | **กลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน** | **กลุ่มมาตรฐานหลังเรียน** |
| **คะแนนจุดตัด** | **ไม่ผ่านเกณฑ์** | กลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ (TN) | กลุ่มมาตรฐานหลังเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ (FN) |
| | **ผ่านเกณฑ์** | กลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนผ่านเกณฑ์ (FM) | กลุ่มมาตรฐานหลังเรียนผ่านเกณฑ์ (TM) |

หาความน่าจะเป็นในการตัดสินใจที่ถูกต้องของคะแนนจุดตัด คือ ค่า P(TM) + P(TN) และหาค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนจุดตัด คือ ค่า P(FN) + P(FM) และหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด จากสูตร

$$\phi_{VC} = \frac{P(TM)-BR(SR)}{\sqrt{BR(1-BR)SR(1-SR)}}$$

เมื่อ $\phi_{VC}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด

BR แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มมาตรฐานหลังเรียนในประชากรได้จาก (P(FN)+P(TM))

SR แทน ค่าความน่าจะเป็นของการพยากรณ์กลุ่มผ่านเกณฑ์ในประชากรได้จาก (P(FM)+P(TM))

P(TM) แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มมาตรฐานหลังเรียนผ่านเกณฑ์ได้จาก TM/(M+N)

P(TN) แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ได้จาก TN/(M+N)

P(FM) แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มก่อนเรียนผ่านเกณฑ์ ได้จาก FM/(M+N)

P(FN) แทน ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มหลังเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ได้จาก FN/(M+N)

M แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดก่อนเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เลือกคะแนนเกณฑ์ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจที่ถูกต้องของคะแนนจุดตัด P(TM)+P(TN) สูงสุด ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจที่ไม่ถูกต้องของคะแนนจุดตัด P(FN)+P(FM) ต่ำสุด และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ($\phi_{VC}$) สูงสุด เป็นคะแนนจุดตัด ได้ผลดังตาราง 7

**ตาราง 7** แสดงคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของความสามารถในการคิดขั้นสูง

| คะแนนจุดตัด | P(TM)+P(TN) | P(FM)+P(FN) | Phi coefficient |
|---|---|---|---|
| 2.5 | 0.92 | 0.08 | 0.83 |
| 2.75 | 0.92 | 0.08 | 0.83 |
| 3* | 0.93 | 0.07 | 0.86 |
| 3.25* | 0.93 | 0.07 | 0.86 |
| 3.5 | 0.92 | 0.08 | 0.84 |

จากตาราง 7 พบว่าคะแนน 3 และ 3.25 มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องมากที่สุดเท่ากันคือ 0.93 ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากันคือ 0.07 และค่า phi coefficient เท่ากัน คือ 0.86 ดังนั้นคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมมีสองจุดคือ 3 และ 3.25 คะแนน แต่เนื่องจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนก่อนเรียนต่ำมาก ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ 3 เป็นคะแนนจุดตัด ซึ่งถือเป็นคะแนนผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี

5.2.1 คำนวณคะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.2.2 นำคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์หลังเรียนและก่อนเรียน ไปทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (dependent t-test) กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์ และ 3) เปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งได้เป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์

ตอนที่ 3 ผลการการเปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

**ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียน เป็นการแจกแจงแบบไม่ปกติ การทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ พิจารณาโดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon signed ranks test ร่วมกับสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ ได้ผลดังตาราง 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตาราง 8** ค่ามัธยฐาน คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขนาดของอิทธิพล และการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

| ความสามารถในการคิดขั้นสูง | | Med | $\bar{X}$ | S.D. | effect size Cohen's *d* | Wilcoxon signed ranks test | t-test |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| วิเคราะห์ | ก่อนเรียน | 1 | 0.94 | 0.89 | | | |
| | หลังเรียน | 2 | 1.74 | 1.02 | | | |
| ประเมินค่า | ก่อนเรียน | 0 | 0.20 | 0.35 | | | |
| | หลังเรียน | 0 | 0.20 | 0.35 | | | |
| สร้างสรรค์ | ก่อนเรียน | 0 | 0.00 | 0.00 | | | |
| | หลังเรียน | 0 | 0.00 | 0.00 | | | |
| รวม | ก่อนเรียน | 1 | 1.14 | 0.98 | 0.41 | -3.148* | 3.374* |
| | หลังเรียน | 2 | 1.94 | 0.99 | | | |

*$p < .05$

จากตาราง 8 พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ มีค่ามัธยฐาน คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 1.14 และ 0.98 คะแนนตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์แล้ว ความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนมีค่ามัธยฐาน คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 1.94 และ 0.99 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน พิจารณาคะแนนในแต่ละองค์ประกอบพบว่า วิเคราะห์ มีค่ามัธยฐานและคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1 และ 0.94 คะแนน เป็น 2 และ 1.74 คะแนนตามลำดับ ส่วนประเมินค่า และสร้างสรรค์พบว่า คะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนไม่เปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ค่ามัธยฐานและคะแนนเฉลี่ยของประเมินค่า มีค่าเท่ากับ 0 และ 0.20 คะแนนตามลำดับ ส่วนสร้างสรรค์ มีค่าเท่ากับ 0 และ 0 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ด้วยสถิติทดสอบ Wilcoxon signed Ranks test พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (dependent t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน นอกจากนี้ขนาดของอิทธิพลเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูง มีค่าเท่ากับ 0.41 ซึ่งอยู่ในระดับมีอิทธิพลเล็กน้อย (modest effect)

**ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์**

ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์เทียบกับเกณฑ์ ได้ผลดังตาราง 9

**ตาราง 9** คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์และการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์

| ความสามารถในการคิดขั้นสูง | $\bar{X}$ | S.D. | เกณฑ์ (คะแนน) | t-test |
|---|---|---|---|---|
| คะแนนหลังเรียน | 1.94 | 0.99 | 3 | -6.366* |

*$p < .05$

จากตาราง 9 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ มีค่าเท่ากับ 1.94 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 คะแนน ส่วนเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบมีค่าเท่ากับ 3 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติทดสอบทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (one sample t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนน้อยกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตอนที่ 3 ผลการการเปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ได้ผลดังตาราง 10

**ตาราง 10** คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

| ความวิตกกังวลในเคมี | | $\bar{X}$ | S.D. | t |
|---|---|---|---|---|
| 1. ด้านการเรียนรู้ในวิชาเคมี | ก่อนเรียน | 37.64 | 9.01 | -2.848* |
| | หลังเรียน | 32.11 | 7.36 | |
| 2. ด้านการประเมินผลในวิชาเคมี | ก่อนเรียน | 31.77 | 7.01 | -6.697* |
| | หลังเรียน | 22.31 | 6.62 | |
| 3. ด้านการจัดการกับสารเคมี | ก่อนเรียน | 32.17 | 8.49 | -6.268* |
| | หลังเรียน | 21.42 | 6.82 | |
| คะแนนรวม | ก่อนเรียน | 101.58 | 20.88 | -6.191* |
| | หลังเรียน | 75.83 | 17.21 | |

*$p < .05$

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ มีค่าเท่ากับ 101.58 คะแนน จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของความวิตกกังวลในเคมีแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการเรียนรู้ในวิชาเคมี ด้านการประเมินผลในวิชาเคมี และด้านการจัดการกับสารเคมี มีค่าเท่ากับ 37.64 31.77 และ 32.17 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 80 45 และ 55 คะแนน ตามลำดับ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์แล้ว คะแนนเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 75.83 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านมีค่าเท่ากับ 32.11 22.31 และ 21.42 คะแนน ตามลำดับ ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (dependent t-test) พบว่าคะแนนเฉลี่ยรวมของความวิตกกังวลในเคมีและคะแนนเฉลี่ยของความวิตกกังวลในเคมีแต่ละด้านหลังเรียนมีค่าต่ำกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีรูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง (one-group pretest and posttest design) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์ และ 3) เปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 36 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาในการสอนจำนวน 19 คาบ คาบละ 50 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยสถิติ ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon signed ranks test สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (dependent t-test) ขนาดของอิทธิพล (effect size Cohen's *d*) และสถิติทดสอบทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (one-group sample t-test)

## สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีขนาดของอิทธิพลอยู่ในระดับมีอิทธิพลเล็กน้อย

2. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ต่ำกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. คะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ต่ำกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมี สามารถอภิปรายผลได้เป็น 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์

3. เปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์

รายละเอียดแต่ละตอนมีดังนี้

**1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ พบว่าองค์ประกอบที่คะแนนสูงขึ้นคือ วิเคราะห์ อันเนื่องจากลักษณะของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่พัฒนาด้านวิเคราะห์ ดังนี้

1) การเชื่อมโยง เป็นการเสนอบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตัวเองรู้และเคยมีประสบการณ์อยู่แล้ว โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบข้อมูลในสถานการณ์หรือตั้งคำถามเพื่อความสัมพันธ์ของเหตุและผลจากบริบทที่ให้ ซึ่งเป็นลักษณะของวิเคราะห์ เช่น การใช้สมการคณิตศาสตร์ในการนำเข้าสู่การสอนสมการเคมี จากนั้นใช้คำถามว่า “สมการเคมีมีลักษณะเหมือนหรือต่างกับสมการคณิตศาสตร์อย่างไร” หรือเสนอบริบทการทำแซนด์วิชในการสอนเรื่องสารกำหนดปริมาณ โดยให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแซนด์วิชที่สามารถทำได้ แล้วนำไปเทียบกับสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำแซนด์วิชแต่ละครั้งและจำนวนวัตถุดิบในการทำแซนด์วิชที่กำหนดให้ สอดคล้องกับ นิติกร อ่อนโยน (2551) ที่กล่าวว่าคำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้บอกความสัมพันธ์ คำถามให้จำแนกประเภท ช่วยกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ได้

2) การสร้างประสบการณ์ เป็นการให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ต้องลงมือทำ ซึ่งภายในกิจกรรมนั้นมีคำถามหรือปัญหาให้นักเรียนวิเคราะห์ เช่น ให้นักเรียนเปรียบเทียบความหวานและปริมาตรของนมร้อนว่าคืออะไรในเรื่องสารละลาย หรือให้นักเรียนแสดงหลักการคำนวณหาจำนวนแซนด์วิชที่ทำได้ จำนวนวัตถุดิบที่ใช้หมดและจำนวนวัตถุดิบที่เหลือ จากการทราบจำนวนวัตถุดิบที่ใช้ตอนเริ่มต้นและสัดส่วนของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ในการทำแซนด์วิชหนึ่งชิ้น ผ่านการลงมือทำจริง สอดคล้องกับสุคนธ์ สินธพานนท์และคณะ (2555) ที่กล่าวว่าการให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ผ่านประสบการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายช่วยพัฒนาทักษะทางความคิดของนักเรียนได้

3) การประยุกต์ เป็นการใช้แบบฝึกหัดที่มีบริบทของชีวิตจริงซึ่งนักเรียนอาจจะได้เผชิญนอกชั้นเรียนมาใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหา นักเรียนไม่อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีที่ได้เรียนในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อย่างตรงไปตรงมา แต่จะต้องเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ จากความรู้ที่ได้รับอย่างเหมาะสม ซึ่งอาศัยการวิเคราะห์ในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว เช่น หลังจากที่นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของแก๊สแต่ละชนิดในอากาศได้แล้ว ให้นักเรียนพิจารณาว่าแก๊สชนิดใดส่งผลต่อสุขภาพมากที่สุด หรือโจทย์ที่เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับน้ำยาหล่อเย็นที่เติมลงไปในหม้อน้ำรถยนต์ แล้วให้นักเรียนหามวลโมเลกุลของสารที่อยู่ในน้ำยาหล่อเย็น หรือให้นักเรียนพิจารณาว่าจะเลือกซื้อแร่ชนิดใดให้ได้ปริมาณทองแดงมากที่สุดเพราะเหตุใด สอดคล้องกับ Toledo and Dubas (2015) ที่กล่าวว่าคำถามที่ให้นักเรียนอธิบาย ซึ่งคำถามนั้นไม่เคยได้รับการสอนหรือพิจารณามาก่อนในชั้นเรียน เป็นคำถามในระดับวิเคราะห์

อย่างไรก็ตาม คะแนนด้านวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากก่อนเรียน สอดคล้องกับขนาดของอิทธิพลที่มีค่าอยู่ในระดับมีอิทธิพลเล็กน้อย ข้อมูลนี้บ่งบอกถึงผลของการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้ไม่มากเท่าที่ควร ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุเนื่องมาจากสาเหตุต่อไปนี้

1) ภาระงานในแต่ละกิจกรรมมีความซับซ้อน นักเรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจข้อมูลจำนวนมากในเวลาอันสั้น นักเรียนหลายคนอาจจะยังไม่มีความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจนและถูกต้อง แต่ครูจำเป็นต้องดำเนินการสอนไปสู่กิจกรรมถัดไป ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความรู้ในเรื่องนั้นที่ยังไม่มีความเข้าใจชัดเจนไปแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนต้องใช้ความพยายามในการดำเนินการค้นหาและทำความเข้าใจข้อมูลที่สืบค้นได้ภายในเวลาอันสั้นด้วยตัวเองซึ่งเป็นภาระหนักสำหรับนักเรียน

2) บริบทส่วนใหญ่เป็นเรื่องไกลตัวนักเรียนและไม่ได้อยู่ในชีวิตประจำวัน ถึงแม้ว่า Hull (1999) จะเสนอการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทว่าควรใช้บริบทที่หลากหลายก็ตาม แต่การวิจัยนี้พบว่านักเรียนไม่ได้แสดงออกถึงการมีส่วนร่วมหรือได้รับการกระตุ้นความสนใจเท่าที่ควร สังเกตได้จากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ไม่พบนักเรียนที่กล่าวถึงความรู้สึก หรือความประทับใจที่มีต่อบริบทที่ใช้ในการเรียนการสอน

ความสามารถในการคิดขั้นสูงอีกสององค์ประกอบคือประเมินค่าและสร้างสรรค์ พบว่าคะแนนของนักเรียนไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งทีเมื่อพิจารณาแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์แล้วน่าจะสามารถพัฒนาการคิดขั้นสูงทั้งสองลักษณะได้ดังนี้

ประเมินค่า กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีแนวโน้มที่จะช่วยให้นักเรียนประเมินค่าได้คือ การสร้างประสบการณ์ คือการที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือค้นหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่มีการทดลอง ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบวิธีการทำกิจกรรมของตนเอง ส่วนการประยุกต์ เป็นการนำโจทย์ปัญหาที่มีบริบทให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ นอกจากนั้น การร่วมมือ เป็นการเปิดโอกาสให้

นักเรียนได้โต้ตอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตรวจสอบความคิดของตนร่วมกับเพื่อนคนอื่น และการถ่ายโอนเป็นการเรียนรู้ในบริบทของสถานการณ์สมมติ โดยให้นักเรียนตรวจสอบคุณภาพและปริมาณของข้อมูลว่าเพียงพอสำหรับการใช้หาคำตอบหรือไม่ สอดคล้องกับการพัฒนาประเมินค่าของ Anderson et al. (2001) ที่กล่าวว่าลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่เน้น “ประเมินค่า” มีหลักการสำคัญคือจะต้องทำให้นักเรียนตระหนักถึงเกณฑ์ที่ตนควรจะใช้ในการนำมาประเมินค่า ซึ่งกิจกรรมที่ครูใช้จะมีลักษณะ 2 อย่างด้วยกันคือ การตรวจสอบการทำงานในกระบวนการและการวิพากษ์วิจารณ์ผลลัพธ์ที่ได้ในตอนท้าย อย่างไรก็ตามนักเรียนกลับไม่ได้รับการพัฒนาการคิดด้านประเมินค่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการให้เวลานักเรียนได้ใช้ความคิดเพื่อประเมินค่าในแต่ละกิจกรรมสั้นเกินไปและนักเรียนไม่มีเวลาในการประมวลข้อมูล จึงขาดการอภิปรายข้อสรุปหรือความรู้ที่ได้จากตัวนักเรียนเองอย่างจริงจัง ในการประเมินสิ่งต่าง ๆ เทียบกับเกณฑ์

ในทำนองเดียวกัน กลวิธีรีแอ็คท์มีลักษณะที่น่าจะพัฒนาการสร้างสรรค์ได้คือ การสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้ออกแบบและวางแผนการทดลอง ส่วนการร่วมมือ นักเรียนเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน เพื่อสร้างคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากนั้นให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเป็นคำตอบของกลุ่ม ซึ่งอาจจะมีการรวมกันของความคิดจากเพื่อนสมาชิกหลาย ๆ คน แล้วสร้างเป็นคำตอบใหม่ที่ดีที่สุดขึ้นมา และด้านการถ่ายโอน นักเรียนได้เผชิญคำถามเพื่อนำสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์สมมติ ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน สอดคล้องกับสุคนธ์ สินธพานนท์และคณะ (2555) ที่อธิบายแนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ว่าครูจะต้องสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ โดยครูใช้คำถามชนิดปลายเปิดที่ไม่มีคำตอบแน่นอนตายตัว เปิดโอกาสให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบหรือคิดวิธีแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ ๆ และให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่แปลกใหม่จากเดิม อย่างไรก็ตามนักเรียนกลับไม่ได้รับการพัฒนาด้านสร้างสรรค์ อาจมีสาเหตุจากการจัดกิจกรรมไม่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน พบได้จากกิจกรรมที่ให้นักเรียนสมมติบทบาทเป็นเภสัชกร แล้วครูให้นักเรียนออกแบบการเตรียมน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 2 หน่วย ที่แตกต่างกัน เมื่อครูนำอภิปรายและสาธิตการออกแบบการเตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นชนิดหนึ่งให้นักเรียนดูแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้วิธีการเดียวกับที่ครูสาธิต โดยไม่มีการออกแบบวิธีการใหม่ แสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจจะยังไม่มีความเข้าใจที่มากพอจนเกิดความมั่นใจในการออกแบบการเตรียมสารละลายด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์**

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์มีความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 โดยมีเหตุผล 2 ประการด้วยกันคือ

ประการแรก การคิดขั้นพื้นฐานของนักเรียนไม่เพียงพอต่อการใช้เป็นฐานให้กับการคิดขั้นสูง เนื่องจากนักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์พื้นฐานไม่เพียงพอ เช่น

การประเมินสร้างสรรค์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีการเตรียมสารละลายจากของผสม นักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐานเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายและการคำนวณเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย แต่กลับพบว่าการคิดขั้นพื้นฐานของนักเรียนในเรื่องดังกล่าวมีไม่เพียงพอ ดังพบได้จากคะแนนเฉลี่ยการคิดขั้นพื้นฐานของนักเรียนในเรื่องความเข้มข้นของสารละลายมีค่าเท่ากับ 0.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน อีกตัวอย่างหนึ่ง การวัดประเมินค่าที่ให้นักเรียนพิจารณาว่า “ข้อมูลจากผลการทดลองที่กำหนดให้ เพียงพอหรือไม่ในการนำมาใช้พิจารณาค่า P และ Q ในการทดลองครั้งที่ 6” ต้องใช้ความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีและสารกำหนดปริมาณ จึงจะสามารถประเมินค่าหรือตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพและปริมาณของข้อมูลได้ แต่ผลการทดสอบการคิดขั้นพื้นฐานในเรื่องดังกล่าวพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.46 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน จึงเป็นสาเหตุว่าความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างพัฒนาไปไม่ถึงเกณฑ์ สอดคล้องกับ Mainali (2013) ที่กล่าวว่าการคิดขั้นพื้นฐานอันได้แก่ จำ เข้าใจ และนำไปใช้เป็นสิ่งจำเป็นในการเป็นฐานให้กับการบรรลุความสามารถในการคิดขั้นสูง เช่นเดียวกับ Shadreck and Enunuwe (2017) ที่กล่าวว่าในเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนจำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางเคมีบางอย่างมาก่อน เช่น โมล รวมทั้งมีความสามารถในการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อให้แก้ปัญหาในโจทย์ปัญหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ได้

ประการที่สอง ความสามารถระหว่างนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและนักเรียนกลุ่มมาตรฐานมีความแตกต่างกันมาก พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังของนักเรียนกลุ่มมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 8.06 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.98 คะแนน ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 1.87 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.01 คะแนน สอดคล้องกับ Atkins (2015) ที่กล่าวว่าลักษณะการแก้ปัญหาที่มีบริบทหรือสถานการณ์ โดยส่วนใหญ่จะศึกษาโดยการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฝึกหัด (Novice) กับกลุ่มเชี่ยวชาญ (Experts) หรือระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถสูงกับกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ ซึ่งพบว่า กลุ่มเชี่ยวชาญหรือกลุ่มที่มีความสามารถสูงจะจัดการกับปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มฝึกหัด

โดยกลุ่มฝึกหัดมีแนวโน้มที่จะคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอน (algorithmic approach) ในการจัดการกับปัญหา และติดขัดในการถ่ายโอนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาไปยังภาระงานอื่น ๆ ที่ไม่คุ้นเคย ดังนั้นการถ่ายโอนความรู้จากบริบทหนึ่งไปสู่บริบทใหม่ จึงเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียนที่อยู่ในขั้นฝึกหัด

**3. เปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์มีความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 โดยมีเหตุผลสนับสนุน 3 ประการ ดังนี้

ประการแรก นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ในการเชื่อมโยงและการประยุกต์ดังที่ได้กล่าวไว้ตอนต้น นักเรียนเห็นประโยชน์ของการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในบริบทต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้ยเคยหรือเป็นเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง สอดคล้องกับ Hull (1999) ที่กล่าวว่านักเรียนจะรู้สึกว่า จำเป็นต้องรู้สิ่งนี้ เพราะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ เช่นเดียวกับ King (2012) ที่กล่าวว่าหลังจากที่นักเรียนได้ใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคย และมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้เรียนไปกับประสบการณ์ชีวิตหรือในบริบทที่นักเรียนคุ้ยเคย ความมั่นใจในการเรียนของนักเรียนจะเพิ่มสูงขึ้น (King, 2012)

ประการที่สอง นักเรียนรับรู้เกี่ยวกับวิชาเคมีในลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น เนื่องจากการสร้างประสบการณ์ ครูจะให้นักเรียน สำรวจตรวจสอบ และสร้างความรู้ผ่านกิจกรรมที่ต้องลงมือทำหรือเรียนรู้ผ่านของจำลอง เช่น โมเดลแทนอะตอม กล่องลูกบาศก์แทนปริมาตรแก๊ส เป็นต้น สอดคล้องกับผลการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อถามความรู้สึกของนักเรียนหลังจากที่เรียนด้วยกลวิธีนี้ไปแล้ว นักเรียนให้ความเห็นว่า *“หนูงงตอนเรียนแบบเดิม เพราะไม่ได้ปฏิบัติจริงเวลาไปสอบมองภาพไม่เห็น แต่การเรียนแบบใหม่นี้ เวลาอ่านโจทย์ ถึงแม้ไม่เข้าใจ แต่ก็พอนึกภาพออกเพราะเราเคยทำ เช่น การเตรียมสารละลาย การทำปฏิกิริยาเคมี ชอบทุกกิจกรรม สนุกไม่เบื่อ ได้ทำการทดลอง ปกติไม่ค่อยได้ทำการทดลองเรียนแต่ทฤษฎี”* และ *“ชอบเรียนเพราะได้สัมผัสจริง มันทำให้เรามีจินตนาการ เวลาทำข้อสอบ เนื่องจากเราเคยทำมาแล้ว เราก็จะนึกภาพออกตามได้ ชอบทุกกิจกรรม สนุกทุกอัน”* เป็นต้น สอดคล้องกับ Hull (1999) ที่กล่าวว่า นักเรียนส่วนใหญ่เรียนรู้ได้ดีเกี่ยวกับลักษณะที่เป็นรูปธรรมในรูปแบบของการเข้าไปมีส่วนร่วม การทำกิจกรรมที่ต้องลงมือทำและการได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่า ฉันสามารถทำความเข้าใจหรือเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนี้ได้

ประการที่สาม นักเรียนเกิดความคุ้นเคยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์เป็นการเรียนรู้เชิงรุก และต้องลงมือทำการทดลองจริง ได้เรียนมีโอกาสสัมผัส หยิบจับและฝึกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดความคล่องแคล่วในการใช้ สอดคล้องกับผลการประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์และสารเคมี พบว่าในช่วงแรกของการจัดการเรียนการสอน มีนักเรียน 6 กลุ่มจากทั้งหมด 11 กลุ่ม มีเกณฑ์การปฏิบัติอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากใช้เครื่องชั่งไม่ถูกต้อง แต่เมื่อมีการฝึกบ่อยครั้งไป ใบกิจกรรมช่วงท้าย ๆ ครูให้นักเรียนออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้เอง นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Dreyfus (2006) กล่าวว่า การเผชิญกับตัวอย่างและรับมือกับสถานการณ์จำนวนครั้งมาก ๆ ซึ่งหากเมื่อนักเรียนมีทักษะหรือความสามารถที่เพิ่มขึ้นแล้ว การจัดการกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องใช้ทักษะหรือความสามารถนั้น จะสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย

**ข้อเสนอแนะ**

**1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้**

จากการวิจัยในครั้งนี้ หากครูผู้สอนนำผลการวิจัยไปใช้ ควรคำนึงถึง

1) แผนการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องหนึ่ง ๆ ที่ใช้บริบทจำนวนมาก อาจก่อให้เกิดความสับสนกับนักเรียนที่ยังไม่สามารถสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องที่สอนได้ นักเรียนจะประสบปัญหาในการนำความรู้ไปใช้ในการประยุกต์และการถ่ายโอน ดังนั้นอาจใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในลักษณะของธีม (Theme) คือเสนอบริบทใหญ่บริบทเดียวในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เปลี่ยนจากการใช้บริบทที่หลากหลายเป็นการพิจารณาจากมุมมองต่าง ๆ ในแต่ละกลวิธีแทน

2) การนำกลวิธีรีแอ็คท์ไปใช้พัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง อาจเลือกใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีการคิดขั้นพื้นฐานเพียงพอแล้ว

3) สถานการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน เช่นในกลวิธีการประยุกต์หรือถ่ายโอน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอาจติดขัดในการคิด ครูอาจช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มนี้เพิ่มเติม เช่น ให้นักเรียนสังเกตและค้นหาข้อมูลที่สำคัญจากสถานการณ์ หรือถามให้นักเรียนระลึกถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา หรือสาธิตการใช้อุปกรณ์ให้ดู เป็นต้น

4) คำถามหรือปัญหาที่อยู่ในกระบวนการสอนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์ส่วนใหญ่ได้มาจากบริบทที่อยู่ในชีวิตประจำวันหรือเป็นสถานกาณ์จริง ตัวเลขและค่าต่าง ๆ จึงเป็นตัวเลขจริงที่มีจุดทศนิยมหรือเป็นตัวเลขหลายหลัก แต่ละหลักเป็นตัวเลขไม่ซ้ำกัน ทำให้ยากแก่การคำนวณ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์น้อย จะไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาเคมีได้ทันและครบทุกประเด็น เมื่อเห็นชุดตัวเลขจำนวนมากที่ต้องจดจำ ค้นหาความหมาย หาความสัมพันธ์หรือวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป หากนำกลวิธีรีแอ็คท์ไปใช้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ

ควรปรับตัวเลขให้พิจารณาได้ง่าย ในกิจกรรมที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ในการสร้างประสบการณ์แล้วการประยุกต์และการถ่ายโอนจึงค่อย ๆ เปลี่ยนตัวเลขที่มาจากปริบทหรือสถานการณ์จริง

5) การสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนของการทำกิจกรรมที่ใช้เวลามากที่สุด เพราะนักเรียนจะต้องลงมือค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อย่นระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในการสร้างประสบการณ์ ครูอาจให้ข้อมูลบางอย่างกับนักเรียนได้โดยตรงและเหลือเฉพาะส่วนที่เป็นข้อมูลสำคัญที่นักเรียนควรค้นหา ค้นคว้าและค้นพบด้วยตนเอง

**2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป**

การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในแต่ละกิจกรรมเป็นภาระงานที่มีความซับซ้อน ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการทำความเข้าใจสำหรับนักเรียนที่มีการคิดขั้นพื้นฐานไม่เพียงพอดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ด้วยเหตุนี้ในการวิจัยครั้งถัดไปอาจมีการศึกษาเทคนิคหรือวิธีการสอนอื่น ๆ ที่พัฒนาการคิดขั้นพื้นฐานได้ มาผนวกเข้ากับการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ หรือปรับปรุงรูปแบบการใช้กลวิธีรีแอ็คท์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น อาจมีการใช้คำถามระดับพื้นฐานร่วมด้วยแทนการใช้คำถามระดับสูงเพียงอย่างเดียว หรืออาจมีการสาธิตการตอบคำถามในโจทย์เชิงสถานการณ์ที่มีการใช้ความสามารถในการคิดขั้นสูงโดยผู้สอน แล้วค่อยให้นักเรียนฝึกทำตามในโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกัน จากนั้นจึงเริ่มนำไปสู่สถานการณ์ที่ซับซ้อนขึ้น นอกจากนี้ อาจศึกษาเนื้อหาที่เหมาะกับการใช้กลวิธีรีแอ็ท์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง ดังพบได้จากผลการวิจัยว่า เนื้อหาวิชาที่มีการคำนวณในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ กลวิธีรีแอ็คท์ส่งผลในการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้น้อย การวิจัยครั้งถัดไปอาจศึกษาการนำกลวิธีรีแอ็คท์ไปใช้ในเนื้อหาอื่น ๆ เช่น พันธะเคมีหรือธาตุและสารประกอบ เพื่อศึกษาขอบเขตของเนื้อหาที่เหมาะกับการนำกลวิธีนี้ไปใช้ สำหรับกลุ่มประชากรที่ศึกษา อาจเปลี่ยนจากกลุ่มนักเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นกลุ่มโรงเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์หรือกลุ่มโรงเรียนสาธิตฯ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกลวิธีรีแอ็คท์ในกลุ่มนักเรียนที่มีการคิดขั้นพื้นฐานเพียงพอแล้ว ในส่วนของแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง อาจปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นด้วยการปรับโครงสร้างข้อสอบให้เป็นแบบอธิบายเหตุผลสั้น ๆ และลดความซับซ้อนของสถานการณ์ หรือปรับเนื้อความในสถานการณ์ให้สั้นและกระชับ ส่วนการวัดความวิตกกังวลในเคมี ซึ่งเป็นเรื่องใหม่ในบริบทของนักเรียนไทย อาจมีการวิจัยเชิงลึกด้วยการสัมภาษณ์นักเรียน โดยใช้เครื่องมือเชิงคุณภาพเป็นแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# รายการอ้างอิง

## ภาษาไทย


ทิศนา แขมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิติกร อ่อนโยน. (2551). *ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 2*. กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. สืบค้นจาก http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: กองธรรมศาสตร์และการเมือง.

สุคนธ์ สินธพานนท์ วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรรณี สินธพานนท์. (2555). *พัฒนาทักษะการคิด... ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). *ทักษะความคิด : พัฒนาอย่างไร*. กรุงเทพฯ: อินทร์ณน.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


## ภาษาอังกฤษ


Adams, N. E. (2015). Bloom’s taxonomy of cognitive learning objectives. *Journal of the Medical Library Association: JMLA, 103*(3), 152.

Akram, T. M., Ijaz, A., & Ikram, H. (2017). Exploring the factors responsible for declining students' interest in chemistry. *International Journal of Information and Education Technology, 7*(2), 88.

Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach.* University of Helsinki,

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., . . . Wittrock, M. C. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition. *White Plains, NY: Longman*.

Aris, S. R. S., & Siow, H.-L. (2007). Relationship between chemistry anxiety and achievement in chemical bonding among electrical engineering students. *International Journal of Learning, 14*(6).

Atkins, P. W. (2015). *Chemistry education: Best practices, opportunities and trends*: John Wiley & Sons.

Berns, R. G., & Erickson, P. M. (2001). Contextual teaching and learning: Preparing Students for the new economy. the highlight zone: Research@ Work No. 5.

Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*: ASCD.

Chinedu, C. C., Olabiyi, O. S., & Kamin, Y. B. (2015). Strategies for improving higher order thinking skills in teaching and learning of design and technology education. *Journal of Technical Education and Training, 7*(2).

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (sixth ed.): Routledge.

Crawford, M. L. (2001). Teaching contextually: Research, rationale, and techniques for improving student motivation and achievement in mathematics and science. *Texas: CORD*.

Curry Jr, K. W., Wilson, E., Flowers, J. L., & Farin, C. E. (2012). Scientific basis vs. contextualized teaching and learning: The effect on the achievement of postsecondary students. *Journal of Agricultural Education, 53*(1), 57-66.

De Jong, O. (2008). Context-based chemical education: How to improve it? *Chemical Education International, 8*(1), 1-7.

Dreyfus, H. L. (2006). A phenomenology of skill acquisition as the basis for a Merleau-Pontian nonrepresentational cognitive science.

Eddy, R. M. (2000). Chemophobia in the college classroom: Extent, sources, and student characteristics. *Journal of Chemical Education, 77*(4), 514.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2011). High-school students' attitudes toward and interest in learning chemistry. *Educación química, 22*(2), 90-102.

Huey, C. C. S. (2013). Assessment of chemistry anxiety among college students. *Chemistry Education and Sustainability in the Global Age*, 27-34.

Hull, D. (1999). Teaching science contextually: The cornerstone of Tech Prep. USA: Cord Communication. In: Inc.

Imel, S. (2000). Contextual learning in adult education. practice application brief No. 12.

Jegede, S. (2007). Students' anxiety towards the learning of chemistry in some Nigerian secondary schools. *Educational Research and Reviews, 2*(7), 193.

king, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education, 48*(1), 51-87.

King, F., Goodson, L., & Rohani, F. (1998). *Higher order thinking skills: Definition, teaching strategies, assessment*. Retrieved from https://www.cala.fsu.edu/files/higher_order_thinking_skills.pdf

Lewis, A., & Smith, D. (1993). Defining higher order thinking. *Theory into practice, 32*(3), 131-137.

Lord, T. R., French, D. P., & Crow, L. W. (2009). *College science teachers guide to assessment*: NSTA Press.

Mainali, B. P. (2013). Higher order thinking in education. *Academic Voices: A Multidisciplinary Journal, 2*(1), 5-10.

Organisation for Economic Co-operation Development. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*: OECD publishing.

Özbay, A. Ş., & Kayaoğlu, M. N. (2015). The use of REACT strategy for the incorporation of the context of physics into the teaching english to the physics english Prep students. *Journal of History Culture and Art Research, 4*(3).

Raub, L. A., Shukor, N. A., Arshad, M. Y., & Rosli, M. S. (2015). An integrated model to implement contextual learning with virtual learning environment for

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

promoting higher order thinking skills in Malaysian secondary schools. *International Education Studies, 8*(13), 41.

Resnick, L. B. (1987). *Education and learning to think*: National Academies.

Sears, S. J. (2002). *Contextual teaching and learning: A primer for effective instruction*: Phi Delta Kappa International.

Sears, S. J. (2003). *Introduction to contextual teaching and learning*: Phi Delta Kappa Educational Foundation.

Sears, S. J., & Hersh, S. B. (1998). Contextual teaching and learning: Preparing teachers to enhance student success in and beyond the school. *Columbus, OH: ERIC Clearinghouse on Adult, Career, and Vocational Education. Center on Education and Training for Employment*.

Shadreck, M., & Enunuwe, O. C. (2017). Problem solving instruction for overcoming students'difficulties in stoichiometric problems. *Acta Didactica Napocensia, 10*(4), 69-78.

Sherman, B. F., & Wither, D. P. (2003). Mathematics anxiety and mathematics achievement. *Mathematics Education Research Journal, 15*(2), 138-150.

Shives, L. R. (2008). *Basic concepts of psychiatric-mental health nursing*: Lippincott Williams & Wilkins.

Spielberger, C. D. (2013). *Anxiety and behavior*: Academic Press.

Suinn, R. M., & Winston, E. H. (2003). The mathematics anxiety rating scale, a brief version: psychometric data. *Psychological reports, 92*(1), 167-173.

Suryawati, E., & Osman, K. (2018). Contextual learning: Innovative approach towards the development of students' scientific attitude and natural science performance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(1), 61-76.

Thomas, A., & Thorne, G. (2009). How to increase higher level thinking Retrieved from http://www.cdl.org/articles/how-to-increase-high-order-thinking/

Toledo, S., & Dubas, J. M. (2015). Encouraging higher-order thinking in general chemistry by scaffolding student learning using Marzano's taxonomy. *Journal of Chemical Education, 93*(1), 64-69.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ultay, E. (2012). Implementing REACT strategy in a context-based physics class: Impulse and momentum example. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 4*(1).

Ültay, N., & Çalik, M. (2016). A comparison of different teaching designs of'acids and bases' subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(1).

Ültay, N., Durukan, Ü. G., & Ültay, E. (2015). Evaluation of the effectiveness of conceptual change texts in the REACT strategy. *Chemistry Education Research and Practice, 16*(1), 22-38.

Widanski, B. B., & McCarthy, W. C. (2009). Assessment of chemistry anxiety in a two-year college. *Journal of Chemical Education, 86*(12), 1447.

Woldeamanuel, M., Atagana, H., & Engida, T. (2013). Students' anxiety towards the learning of chemistry in some Ethiopian Universities. *African Journal Of Chemical Education, 3*(2), 28-38.

Yen, T. S., & Halili, S. H. (2015). Effective teaching of higher-order thinking (HOT) in education. *The Online Journal of Distance Education and E-Learning, 3*(2).

Yusuf, S. D. (2014). Effects of collaborative learning on chemistry students' academic achievement and anxiety level in balancing chemical Equations in secondary school in Katsina Metropolis, Nigeria. *Journal of Education and Vocational Research, 5*(2).

Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive? *The journal of the learning sciences, 12*(2), 145-181.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ก
# รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้**

| | |
|---|---|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ | ภาควิชาการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันติ ศรีประเสริฐ | ผู้อำนวยการศูนย์ประสบการณ์วิชาชีพ<br>ทางการศึกษา คณะครุศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง**

| | |
|---|---|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ | ภาควิชาการจัดการเรียนรู้<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| อาจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร | ภาควิหลักสูตรและการสอน<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |

**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี**

| | |
|---|---|
| อาจารย์ ดร. จรินทร วินทะไชย์ | ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา<br>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| อาจารย์ ดร.มนพิชา ศรีสะอาด | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา | ภาควิชาหลักสูตรและการสอน<br>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

CHULALONGKORN UNIVERSITY

# ภาคผนวก ข
# เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์
2. ตัวอย่างแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์**

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

**คำชี้แจงในการทำแบบวัด**

1. แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับนี้เป็นแบบวัดที่มีทั้งข้อคำถามแบบปรนัย 5 ตัวเลือก และข้อคำถามแบบอัตนัย รวมทั้งหมดจำนวน 14 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 100 นาที

2. ในกรณีที่เป็นข้อคำถามแบบปรนัยให้นักเรียนตอบคำถามใน**แบบวัด**โดยอ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วทำเครื่องหมาย ○ บนตัวอักษร ก – จ หน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

3. ในกรณีที่เป็นข้อคำถามแบบอัตนัยให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อใน**แบบวัด**โดยเขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

4. เกณฑ์การให้คะแนน แบ่งเป็น 2 เกณฑ์ตามลักษณะข้อสอบ คือ

1) ข้อสอบปรนัย คะแนนเต็ม 1 คะแนน

1.1) ตอบถูกหรือตอบตรงประเด็นได้ 1 คะแนน

1.2) ตอบผิด ไม่ได้คะแนน

2) ข้อสอบอัตนัย คะแนนเต็ม 2 คะแนน แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.1) ส่วนคำตอบ (คะแนนเต็ม 0.5 คะแนน)

2.1.1) ตอบถูกหรือตอบตรงประเด็น ได้ 0.5 คะแนน

2.1.2) ตอบไม่ถูกหรือตอบไม่ตรงประเด็น ไม่ได้คะแนน

2.2) ส่วนคำอธิบาย (คะแนนเต็ม 1.5 คะแนน)

2.2.1) อธิบายโดยใช้หลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและมีเหตุผล<u>ทั้งหมด</u>ได้ 1.5 คะแนน

2.2.2) อธิบายโดยใช้หลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและมีเหตุผลเพียง<u>บางส่วน</u> ได้ 0.75 คะแนน

2.2.3) อธิบายโดยไม่มีหลักเกณฑ์ไม่เหมาะสมและไม่มีเหตุผล ไม่ได้คะแนน

5. หากนักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ใช้ปากกาลบคำผิดลบคำตอบเดิมให้สะอาดแล้วเขียนคำตอบใหม่ลงไป

6. อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขในห้องสอบได้

7. หลังหมดเวลาสอบให้ส่งแบบวัดคืนกับอาจารย์ผู้คุมสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 1 ในการตอบคำถามข้อที่ 1

**สถานการณ์ที่ 1 ใครแม่นกว่ากัน?**

โมลาริตี (Molarity) หรือหน่วยโมลาร์ หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลายปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 1 ลิตร (หรือ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{โมลาริตี} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย } (\text{mole})}{\text{ปริมาตรของสารละลาย } (\text{dm}^3)}$$

ดลรุต จักรินและอิงฟ้าเป็นนักเรียนที่กำลังเตรียมสารละลายยูเรียความเข้มข้น 1.00 โมลาร์ ด้วยวิธีที่แตกต่างกันดังนี้ (มวลโมเลกุลของยูเรียมีค่าเท่ากับ 60)

| ดลรุต | จักริน | อิงฟ้า |
|---|---|---|
| ตักของแข็งยูเรีย 6.00 g ลงในบีกเกอร์ ขนาด 50 $cm^3$ แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง | ตักของแข็งยูเรีย 6.0000 g ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 $cm^3$ แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสี่ตำแหน่ง | ตักของแข็งยูเรีย 6.00 g ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 $cm^3$ แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง |
| เติมน้ำกลั่นประมาณ 25 $cm^3$ ลงในบีกเกอร์ คนจนสารละลายผสมกันเป็นเนื้อเดียว | คำนวณปริมาตรของยูเรียโดยนำความหนาแน่นของยูเรีย (1.32 $g/cm^3$) ไปหารน้ำหนักของยูเรีย จะได้ปริมาตรของยูเรียเท่ากับ 4.55 $cm^3$ | ค้างบีกเกอร์ไว้บนเครื่องชั่ง จากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นลงไปผสมกับยูเรีย พร้อมทั้งคนสารละลายให้รวมกันเป็นเนื้อเดียว |
| ถ่ายสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 $cm^3$ แล้วใช้น้ำกลั่นกลั้วล้างบีกเกอร์ 2 - 3 ครั้ง | เติมน้ำกลั่นปริมาตร 95.45 $cm^3$ ลงในขวดวัดปริมาตร โดยใช้บิวเรตในการถ่ายสาร | เติมน้ำจนได้น้ำหนัก 100.00 g แล้วหยุดเติม |
| เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรจนถึงขีดวัด จากนั้นปิดฝาแล้วเขย่าสารละลายให้ผสมกันเป็นเนื้อเดียว | ปิดฝาเขย่าสารละลายให้เข้ากัน | คำนวณปริมาตรของสารละลายโดยนำความหนาแน่นของน้ำ 1 $g/cm^3$ ไปหารน้ำหนักของสารละลาย จะได้เท่ากับ 100 $cm^3$ |

**คำถามข้อที่ 1** ทั้งดลรุต จักรินและอิงฟ้า ต่างยืนยันว่าวิธีการเตรียมสารละลายของตนถูกต้องใกล้เคียง 1.00 โมลาร์มากที่สุด นักเรียนจะเชื่อใคร เพราะเหตุใด

ใด *(ความเข้มข้นของสารละลาย : ประเมินค่า)*

***<u>ตอบ</u>***

*ส่วนคำตอบ คะแนนเต็ม 0.5 คะแนน*

| ***คะแนน*** | ***ตัวอย่างคำตอบ*** |
|---|---|
| *0.5* | *เชื่อดลรุต (1.00 M)* |
| *ไม่ได้คะแนน* | *เชื่อจักริน (1.05 M) /เชื่ออิงฟ้า (1.06 M)* |

*ส่วนคำอธิบาย คะแนนเต็ม 1.5 คะแนน*

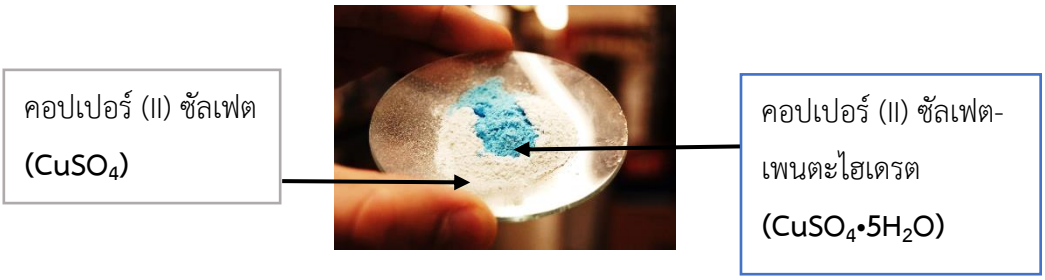
| ***คะแนน*** | ***เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาและตัวอย่างการตอบ*** |
|---|---|
| *1.5* | *ประเมินขั้นตอนการเตรียมสารละลายตามหน่วยความเข้มข้นที่กำหนดให้ ได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผลครบถ้วน โดยพิจารณาจาก*<br>*1) ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มาพิจารณาประกอบการอธิบาย*<br>*2) การอธิบายมีความเป็นเหตุเป็นผลและสอดคล้องกับวิธีการเตรียมสารละลายที่นักเรียนเลือก*<br>*เช่น*<br>*- เชื่อ ดลรุต เพราะเตรียมสารละลายได้ถูกต้องตามความหมายของความเข้มข้นในหน่วยโมลารริตี้ จากความสัมพันธ์ ดังนี้*<br>$\text{โมลาริตี} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย } (mole)}{\text{ปริมาตรของสารละลาย } (dm^3)}$ *.....(1)*<br>*พิจารณามวลของตัวละลาย (ยูเรีย) น้ำหนักของยูเรียที่ชั่งได้คือ 6.00 กรัม (ชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง) หากคิดเป็น mole จะได้เท่ากับ 0.100 โมล*<br>*พิจารณาปริมาตรของสารละลาย มีการวัดปริมาตรของสารละลายทั้งหมดได้เท่ากับ 100.00 $cm^3$ โดยใช้ขวดวัดปริมาตร แปลงเป็นหน่วยลูกบาศก์เดซิเมตรจะได้เท่ากับ 0.10000 $dm^3$*<br>*แทนค่าที่ได้ในสมการ (1) จะได้* |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| *คะแนน* | *เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาและตัวอย่างการตอบ* |
|---|---|
| | *โมลาริตี* = $\frac{\mathbf{0.100}\ \boldsymbol{mole}}{\mathbf{0.10000}\ \boldsymbol{dm^3}}$ .....(2)<br>*โมลาริตี* = *1.00 mol/dm*$^3$<br>*ดังนั้น จะเห็นได้ว่าวิธีที่ดลรุตเตรียมสารละลายมีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 คน* |
| *0.75* | *ประเมินขั้นตอนการเตรียมสารละลายตามหน่วยความเข้มข้นที่กำหนดให้ ได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผลบางส่วน โดยพิจารณาจาก*<br>*1) ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มาพิจารณาประกอบการอธิบาย*<br>*2) การอธิบายไม่มีความเป็นเหตุเป็นผลหรือไม่สอดคล้องกับวิธีการเตรียมสารละลายที่นักเรียนเลือก เช่น*<br>*- เชื่อ จักรินว่าเตรียมสารละลายได้ถูกต้องแม่นยำมากที่สุด เพราะชั่งยูเรียด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ซึ่งมีความแม่นยำกว่าอีก 2 คนที่ใช้เครื่องชั่งความละเอียดน้อยกว่า นอกจากนี้ปริมาตรของสารละลายยังหาได้จากปริมาตรของตัวละลาย (ยูเรีย) บวกกับปริมาตรของตัวทำละลาย (น้ำ)* |
| *ไม่ได้คะแนน* | *ประเมินขั้นตอนการเตรียมสารละลายตามหน่วยความเข้มข้นที่กำหนดให้ ได้ไม่เหมาะสมและไม่มีเหตุผลบางส่วน โดยพิจารณาจาก*<br>*1) ไม่มีการอธิบายเหตุผล สนับสนุนคำตอบหรือมีแต่เป็นการคัดลอกข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มาเขียนอธิบาย*<br>*2) การอธิบายไม่สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับวิธีการเตรียมสารละลายที่นักเรียนเลือกตอบ*<br>*เช่น*<br>*- เชื่ออิงฟ้าว่าเตรียมสารละลายได้อย่างถูกต้องเพราะมีการชั่งมวลของตัวละลายคือยูเรีย แล้วนำไปรวมกับมวลของน้ำ* |

ขอให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 2 ในการตอบคำถามข้อที่ 2

**สถานการณ์ที่ 2 เตรียมสารจากของผสม**




คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต **($CuSO_4$)** มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวขุ่น เมื่อวางทิ้งไว้ในภาชนะเปิดเป็นเวลานาน ส่วนที่สัมผัสกับอากาศ จะดูดความชื้นเกิดเป็นคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต **($CuSO_4•5H_2O$)** ซึ่งเป็นผลึกสีฟ้าเข้ม โดยโมเลกุลน้ำที่เกาะในโครงผลึกสามารถระเหยออกได้หมดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

มีของผสมระหว่างคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเพนตะไฮเดรตอยู่จำนวนหนึ่ง มวลตามสูตรของสารทั้งสองมีค่าเท่ากับ 160 และ 250 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ของผสมนี้พบว่า สารแต่ละชนิดมีความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยโมล

กำหนดให้ ร้อยละโดยโมลของสารที่สนใจที่อยู่ในของผสม หาได้จาก

$$\text{ร้อยละโดยโมลของสารที่สนใจ} = \frac{\text{จำนวนโมลของสารที่สนใจ}}{\text{จำนวนโมลรวมทั้งหมดในของผสม}} \times 100$$

(ที่มาภาพ: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrating-copper(II)-sulfate.jpg)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**คำถามข้อที่ 2** จงออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตจากของผสมนี้ โดยระบุลำดับเป็นข้อ ๆ และอธิบายรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน พร้อมกับแสดงวิธีการคำนวณมวลของของผสมที่ใช้ กำหนดให้สารละลายที่เตรียมขึ้นมีความเข้มข้นของคอปเปอร์ (II) ไอออน เท่ากับ 1.00 โมลาร์ โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลาย *(ความเข้มข้นของสารละลาย: สร้างสรรค์)*

***<u>ตอบ</u>***

*ส่วนคำตอบ คะแนนเต็ม 0.5 คะแนน*

| ***คะแนน*** | ***ตัวอย่างคำตอบ*** |
|---|---|
| *0.5* | *คำตอบเป็นเหตุเป็นผลกับขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบ* |
| *ไม่ได้คะแนน* | *ไม่ตอบหรือคำตอบไม่เป็นเหตุเป็นผลกับขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบ* |

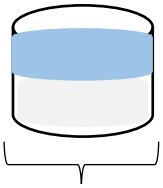
*ส่วนคำอธิบาย คะแนนเต็ม 1.5 คะแนน*

| ***คะแนน*** | ***เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาและตัวอย่างการตอบ*** |
|---|---|
| *1.5* | *ออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลายได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผลครบถ้วน โดยพิจารณาจาก*<br>*1) ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มาพิจารณาเพื่อออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เช่น การแสดงที่มาหรือคำนวณมวลของของผสมที่ใช้*<br>*2) การอธิบายมีความเป็นเหตุเป็นผลและสอดคล้องกับวิธีการเตรียมสารละลายที่นักเรียนเลือก*<br>*เช่น*<br>*- (กรณีนำของผสมไปอบ)*<br>*1. นำของผสมไปอบที่อุณภูมิ 200 °C*<br>*2. หลังจากอบจะได้ $CuSO_4$ เท่านั้น นำไปชั่ง 160 กรัม ($CuSO_4$ 1 โมล หนัก 160 กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง*<br>*3. เทของผสมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 $cm^3$*<br>*4. เติมน้ำประมาณ 500 $cm^3$ ลงในขวดวัดปริมาตร เขย่าจนสารผสมกันเป็นเนื้อเดียว*<br>*5. ปรับปริมาตรด้วยน้ำ จนถึงขีดวัดปริมาตร*<br>*6. ปิดฝาแล้วเขย่า จะได้สารละลาย $CuSO_4$ ที่มีความเข้มข้น 1.00 โมลาร์*<br>*- (กรณีไม่นำของผสมไปอบ)* |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| *คะแนน* | *เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาและตัวอย่างการตอบ* |
|---|---|
| | *คำนวณมวลของของผสมที่ใช้*<br>*จากมวลโมเลกุลของ* $CuSO_4$ *และ* $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ *มีค่าเท่ากับ 160 และ 250 ตามลำดับ*<br>*หากในของผสมนี้มี* $CuSO_4$ *และ* $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ *อย่างละ 0.5 โมล นั่นหมายความว่าในของผสม 2 โมล จะมี* $CuSO_4$ *และ* $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ *อย่างละ 160 และ 250 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมวลรวมของของผสม 2 โมล เท่ากับ 410 กรัม*<br>*ดังนั้น หากต้องการให้ของผสมมีจำนวน 1 โมล จะต้องชั่ง 205 กรัม*<br>*ออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลาย*<br>*1. ชั่งของผสมหนัก 205 กรัมด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง*<br>*2. เทของผสมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร*<br>*3. เติมน้ำลงขวดวัดปริมาตรจำนวนเล็กน้อยเขย่าให้สาร ละลาย*<br>*4. ปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร*<br>*5. ปิดฝาแล้วเขย่าให้สารผสมกันเป็นเนื้อเดียวทั้งหมด* |
| *0.75* | *ออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลายได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผลบางส่วน โดยพิจารณาจาก*<br>*1) ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มาพิจารณาเพื่อออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เช่น การแสดงที่มาหรือคำนวณมวลของของผสมที่ใช้*<br>*2) การอธิบายยังขาดความเป็นเหตุเป็นผลและขาดความสอดคล้องกับวิธีการเตรียมสารละลายที่นักเรียนเลือก*<br>*เช่น*<br>*- (กรณีนำของผสมไปอบ)*<br>*1. นำของผสมไปผ่านที่อุณภูมิสูง*<br>*2. ชั่งด้วยเครื่องชั่ง*<br>*3. เทของผสมลงในขวดวัดปริมาตร 1 ลิตร*<br>*4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำ*<br>*5. ปิดฝาแล้วเขย่า* |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| คะแนน | เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาและตัวอย่างการตอบ |
|---|---|
| | - (กรณีไม่นำของผสมไปอบ)<br>$CuSO_4$ 0.5 โมล หนัก 80 กรัม →  ← $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.5 โมล หนัก 125 กรัม<br>ของผสม 1 โมล หนัก 205 กรัม<br>1. ชั่งของผสมหนัก 205 กรัม<br>2. เทของผสมลงในขวดวัดปริมาตร<br>3. เติมน้ำลงขวดวัดปริมาตร<br>4. ปิดฝาแล้วเขย่า |
| ไม่ได้คะแนน | ออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลายได้ไม่เหมาะสมและไม่สมเหตุสมผล โดยพิจารณาจาก<br>1) ไม่มีการใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มาพิจารณาเพื่อออกแบบขั้นตอนการเตรียมสารละลาย<br>2) ไม่มีการอธิบายหรือมีแต่ขาดความเป็นเหตุเป็นผล ขาดความสอดคล้องกับวิธีการเตรียมสารละลายที่นักเรียนเลือก<br>เช่น<br>- 1. เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 1 ลิตรลงในบีกเกอร์<br>2. ตักของผสมมาให้ได้ 1 โมลลงในบีกเกอร์ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 3 ในการตอบคำถามข้อที่ 3 – 5

**สถานการณ์ที่ 3 หาสูตรปุ๋ย**

**IBDU*** หรือ ไอโซบิลทิลลิดีนไดยูเรีย (Isobutylidenediurea) เป็นชื่อย่อของปุ๋ยที่ชะลอการปลดปล่อยธาตุอาหาร โดยการเตรียม **IBDU** ในอุตสาหกรรม เตรียมได้จากการนำไอโซบิวทิลอัลดีไฮด์ **($(CH_3)_2CHCHO$)** ทำปฏิกิริยากับยูเรีย **($OC(NH_2)_2$)** ได้สารผลิตภัณฑ์เป็น **IBDU** และน้ำ ดังสมการเคมี (สมการนี้ยังไม่ดุล)

$$(CH_3)_2CHCHO + OC(NH_2)_2 \longrightarrow IBDU + H_2O$$

นักเคมีได้ศึกษาการสังเคราะห์ **IBDU** จำนวน 5 การทดลอง โดยใช้มวลของไอโซบิวทิลอัลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับยูเรียในสัดส่วนต่าง ๆ ดังตาราง (กำหนดให้ มวลโมเลกุลของ **$(CH_3)_2CHCHO$** = 72, **$OC(NH_2)_2$** = 60 และ **$H_2O$** = 18)

ตาราง แสดงมวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและมวลของสารหลังทำปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ **IBDU**

| **การทดลองครั้งที่** | **มวลสารก่อนทำปฏิกิริยา (กรัม)** | | **มวลสารหลังทำปฏิกิริยา (กรัม)** | |
|---|---|---|---|---|
| | **$(CH_3)_2CHCHO$** | **$OC(NH_2)_2$** | **IBDU** | **$H_2O$** |
| 1 | 50 | 50 | 72.5 | 7.5 |
| 2 | 40 | 50 | 72.5 | 7.5 |
| 3 | 30 | 50 | 72.5 | 7.5 |
| 4 | 20 | 50 | 48.3 | 5 |
| 5 | 10 | 50 | 24.2 | 2.5 |
| 6 | 20 | 40 | **P** | **Q** |

*ข้อมูลจาก

1) 21st Century Homestead: Sustainable Agriculture III: Agricultural Practices By Marlon Henkel

2) http://dbpedia.org/page/Isobutylidenediurea

**คำถามข้อที่ 3** การทดลองครั้งใดไม่มีสารตั้งต้นเหลือ

ก. 1

ข. 2

ค. 3*

ง. 4

จ. 5

**คำถามข้อที่ 4** อัตราส่วนจำนวนโมลของไอโซบิวทิลอัลดีไฮด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับยูเรียมีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. 1 : 1

ข. 1 : 2*

ค. 2 : 1

ง. 2 : 3

จ. 6 : 5

**คำถามข้อที่ 5** การทดลองครั้งที่ 6 หลังปฏิกิริยาเสร็จสิ้น มีการแยกเอาสารตั้งต้นที่เหลือออก จงหาร้อยละโดยโมลของ **IBDU** ในสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดว่ามีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. 9

ข. 48

ค. 50*

ง. 60

จ. 72

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

**แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี**

**คำชี้แจง**

แบบวัดความวิตกกังวลในเคมีถูกสร้างขึ้นมาเพื่อวัดความวิตกกังวลในเคมีซึ่งหมายถึง ความรู้สึกตึงเครียด ความไม่สบายใจ ความหวาดหวั่นที่มีต่อสถานการณ์หรือเหตุการณ์ 3 ด้าน ได้แก่ การเรียนรู้ในวิชาเคมี การประเมินผลในวิชาเคมีและการจัดการกับสารเคมี ขอให้นักเรียนอ่านข้อความด้านล่างให้เข้าใจ และทำเครื่องหมาย ✓ แสดงความรู้สึกวิตกกังวลของนักเรียนเมื่อต้องเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ จาก 5 ระดับ ดังนี้

แสดงถึง มีความวิตกกังวลมากที่สุด (ระดับ 5)

แสดงถึง มีความวิตกกังวลมาก (ระดับ 4)

แสดงถึง มีความวิตกกังวลปานกลาง (ระดับ 3)

แสดงถึง มีความวิตกกังวลเล็กน้อย (ระดับ 2)

แสดงถึง ไม่มีความวิตกกังวล (ระดับ 1)

| ข้อความ | ระดับความวิตกกังวล | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. อ่านแผนภูมิหรือกราฟที่แสดงผลการทดลองพร้อมกับแปลความหมายของแผนภูมิหรือกราฟนั้น | | | | | |
| 2. เริ่มเรียนเคมีเนื้อหาใหม่ที่ไม่เคยเรียนมาก่อน | | | | | |
| 3. อ่านสูตรเคมี | | | | | |
| 4. เปิดหนังสือเรียนเคมีเพื่อหาข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำการบ้าน | | | | | |
| 5. ใช้ข้อมูลจากตารางในหนังสือเคมี | | | | | |
| 6. เปิดหนังสือเคมีอ่านแบบผ่าน ๆ | | | | | |
| 7. อ่านคำว่า “เคมี” | | | | | |
| 8. เลือกซื้อหนังสือเรียนเคมี | | | | | |
| 9. มองครูทำโจทย์เคมีบนกระดาน | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อความ | ระดับความวิตกกังวล | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. เข้าเรียนวิชาเคมี | | | | | |
| 11. ฟังครูอธิบายเกี่ยวกับสมการเคมี | | | | | |
| 12. ฟังการบรรยายเกี่ยวกับสารเคมี | | | | | |
| 13. นึกถึงวิชาเคมีที่เรียนในโรงเรียน | | | | | |
| 14. นึกถึงการปฏิบัติการเคมีที่อยู่ในโรงเรียน | | | | | |
| 15. ฟังครูสอนบรรยายเคมีในห้องเรียน | | | | | |
| 16. ฟังเพื่อนอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี | | | | | |
| 17. แก้โจทย์ปัญหาเคมีที่เป็นนามธรรม เช่น “ถ้ามีแก๊สไฮโดรเจน = x กรัม ทำให้เกิดน้ำซึ่งมีน้ำหนักทั้งหมด = y กรัม จงหาน้ำหนักของแก๊สออกซิเจนที่ทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจน” | | | | | |
| 18. รอรับผลการทดสอบเคมีจากครู | | | | | |
| 19. ถูกครูเรียกให้ตอบคำถามเคมีโดยไม่รู้ตัวมาก่อน | | | | | |
| 20. ทำทดสอบย่อยในวิชาเคมี | | | | | |
| 21. อ่านหนังสือเตรียมสอบเคมี | | | | | |
| 22. ได้รับการบ้านเคมีที่มีโจทย์ยากจำนวนหลายข้อซึ่งกำหนดส่งในคาบเรียนถัดไป | | | | | |
| 23. เจอโจทย์ที่ยากในการสอบเคมี | | | | | |
| 24. สอบปลายภาควิชาเคมี | | | | | |
| 25. นึกถึงการสอบเคมีที่กำลังจะสอบวันรุ่งขึ้น | | | | | |
| 26. ทำสารเคมีหกขณะทำการทดลอง | | | | | |
| 27. ฟังเพื่อนเล่าเรื่องอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี | | | | | |
| 28. ฟังวิธีการใช้สารเคมี | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อความ | ระดับความวิตกกังวล | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 29. ใช้กรดในห้องปฏิบัติการ | | | | | |
| 30. ทำสารเคมีเปื้อนมือขณะทำการทดลอง | | | | | |
| 31. สูดอากาศในห้องปฏิบัติการเคมี | | | | | |
| 32. ใช้สารเคมีที่นักเรียนไม่ทราบว่าเป็นสารอะไร | | | | | |
| 33. ใช้สารเคมีที่นักเรียนไม่รู้จักมาก่อน | | | | | |
| 34. ผสมสารเคมีในห้องปฏิบัติการ | | | | | |
| 35. จุดไฟเพื่อให้ความร้อนกับสารเคมี | | | | | |
| 36. จัดการกับอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางเคมี | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ค
# เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์
2. ตัวอย่างเอกสารประกอบกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ เรื่อง การเตรียมสารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์**

**เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์**

**รายวิชา เคมี 2 (ว 30222)** **สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

**ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4** **จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที**

**ผู้สอน นายชวิศ สว่างไพศาลกุล**

---

**ผลการเรียนรู้**

1. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการและทดลองเตรียมสารละลาย

**สาระสำคัญ**

ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือในสารละลายนั้น การบอกความเข้มข้นของสารละลายบอกได้หลายวิธี คือ เป็นแบบร้อยละ แบบส่วนในล้านส่วนหรือส่วนในพันล้านส่วน แบบเศษส่วนโมล แบบโมลาริตีและโมแลลิตี

การเตรียมสารละลาย ทำได้โดยนำสารบริสุทธิ์มาละลายในตัวทำละลาย

**วัตถุประสงค์การเรียนรู้**

เมื่อจบคาบนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายที่กำหนดให้ได้
2. ออกแบบการทดลองเพื่อเตรียมสารละลายได้
3. แยกความแตกต่างของความเข้มข้นในแต่ละหน่วยจากสารละลายที่เตรียมขึ้นได้
4. บอกปริมาณของสารเมื่อเทียบกับเกณฑ์ความเข้มข้นที่กำหนดให้ได้
5. ใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้อย่างถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**สาระการเรียนรู้**

**1. ความเข้มข้นของสารละลาย** หมายถึงค่าที่แสดงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือในสารละลาย โดยมีการบอกความเข้มข้นได้หลายวิธี

1.1 ร้อยละ จำแนกได้เป็น

1.1.1 ร้อยละโดยมวล (%W/W) หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย (หน่วยมวล)}}{\text{มวลของสารละลาย (หน่วยมวล)}} \times 100$$

1.1.2 ร้อยละโดยปริมาตร (%V/V) หมายถึง ปริมาตรของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (หน่วยปริมาตร)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยปริมาตร)}} \times 100$$

1.1.3 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (%W/V) หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร โดยที่หน่วยของมวลและปริมาตรต้องสอดคล้องกัน เช่น ถ้ามวลของตัวละลายมีหน่วยเป็นกรัม ปริมาตรของสารละลายต้องมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร หรือถ้ามวลของตัวละลายมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ปริมาตรของสารละลายจะมีหน่วยเป็นลูกบาศก์-เดซิเมตร เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย (หน่วยมวล)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยปริมาตร)}} \times 100$$

1.2 ส่วนในล้านส่วน (parts per million, ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (parts per billion, ppb) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตร ที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย และ 1 พันล้านหน่วย ตามลำดับ ความเข้มข้นในหน่วยนี้เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{ppm (มวล)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^6$$

$$\text{ppb (มวล)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^9$$

$$\text{ppm (ปริมาตร)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 10^6$$

$$\text{ppb (ปริมาตร)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 10^9$$

ในกรณีที่สารละลายเจือจางมาก มวลของตัวละลายมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับมวลของตัวทำละลาย ทำให้มวลของสารละลายมีค่าใกล้เคียงกับมวลของตัวทำละลายจนถือว่าเท่ากัน เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{ppm (มวล)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของตัวทำละลาย}} \times 10^6$$

$$\text{ppb (มวล)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของตัวทำละลาย}} \times 10^9$$

1.3 โมลาริตี (Molarity) หรือหน่วยโมลาร์ ใช้สัญลักษณ์เป็น M หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลายปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 1 ลิตร (หรือ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{โมลาริตี} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย } (\text{mole})}{\text{ปริมาตรของสารละลาย } (\text{dm}^3)}$$

1.4 โมแลลิตี (Molality) หรือหน่วยโมแลล ใช้สัญลักษณ์ m หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{โมแลลิตี} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย } (\text{mole})}{\text{มวลของตัวทำละลาย } (\text{kg})}$$

1.3 เศษส่วนโมล ใช้สัญลักษณ์ X โดยเศษส่วนโมลของสารใดในสารละลาย หมายถึง อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นต่อจำนวนโมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย เช่น สารละลายชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสาร A $a$ โมล สาร B $b$ โมล และสาร C $c$ โมล เศษส่วนโมลของ A B และ C เป็นดังนี้

$$\text{เศษส่วนโมลของ A } (X_A) = \frac{a}{a+b+c}$$

$$\text{เศษส่วนโมลของ B } (X_B) = \frac{b}{a+b+c}$$

$$\text{เศษส่วนโมลของ C } (X_C) = \frac{c}{a+b+c}$$

ถ้านำเศษส่วนโมลของทุกสารในสารละลายมารวมกันจะได้เป็น

$$X_A + X_B + X_C = \frac{a}{a+b+c} + \frac{b}{a+b+c} + \frac{c}{a+b+c} = 1$$

**2. การเตรียมสารละลาย** การทดลองทางเคมีโดยส่วนใหญ่ใช้สารในรูปสารละลาย จึงจำเป็นต้องเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตรงกับที่ต้องการ ซึ่งทำได้โดยนำสารบริสุทธิ์มาละลายในตัวทำละลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**2.1 การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์** ละลายสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลายแล้วปรับปริมาตรตามที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณหาปริมาณตัวละลาย

ขั้นที่ 2 การทำให้เป็นสารละลาย

ขั้นที่ 3 เก็บสารละลายและอุปกรณ์

**กิจกรรมการเรียนรู้**

<table>
<tr><th>ขั้นตอนการสอน</th><th>กลวิธีรีแอ็คท์ที่ใช้</th></tr>
<tr><td colspan="2">ขั้นนำ (5 นาที)</td></tr>
<tr><td>1. ครูให้นักเรียนดูภาพข่าว ผู้เข้าประกวดมิสยูนิเวิร์สไทยแลนด์ 2017 บาดเจ็บจากการหกล้มและนอนให้น้ำเกลืออยู่ในโรงพยาบาล (ภาพที่ 1)<br> <br>ภาพ 1 ผู้เข้าประกวดมิสยูนิเวิร์สไทยแลนด์ 2017 บาดเจ็บ<br>(ที่มาภาพ: http://morningnews.bectero.com/entertainment /17-Jul-2017/106586)<br>2. จากนั้นครูตั้งคำถามเรื่องน้ำเกลือดังนี้<br>2.1 นักเรียนเคยมีประสบการณ์ต้องเข้าโรงพยาบาลแล้วได้รับน้ำเกลือเหมือนบุคคลในภาพหรือไม่ (เคย/ไม่เคย)<br>2.2 นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าที่ถุงน้ำเกลือให้ข้อมูลอะไรบ้าง<br>3. ครูให้นักเรียนดูภาพตัวอย่างของถุงน้ำเกลือ 0.9% NaCl (ภาพที่ 2) และให้นักเรียนดูข้อมูลองค์ประกอบในน้ำเกลือดังตาราง 1<br>ตาราง 1 แสดงปริมาณของสารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเกลือ 0.9% NaCl<br><table><tr><th colspan="2">ในน้ำเกลือ 100 mL ประกอบด้วย:</th></tr><tr><td>โซเดียมคลอไรด์</td><td>0.9 g</td></tr><tr><td>น้ำ</td><td>100 mL</td></tr></table> <br><br>ภาพ 2 น้ำเกลือ 0.9% NaCl<br>(ที่มาภาพ: https://www.careshop.co.uk/medical-consumables/iv-injection/iv-admin-sets/sodium-chloride-09-1000ml-1x6.html)</td><td>การเชื่อมโยง</td></tr>
<tr><td>4. ครูตั้งคำถามต่อว่า “นักเรียนคิดว่า 0.9% NaCl หมายถึงอะไร” (ในน้ำเกลือ 100 mLมีเกลือหนัก 0.9 กรัม, ในน้ำ 100 mL มีเกลือหนัก 0.9 กรัม เป็นต้น)</td><td></td></tr>
</table>

| ขั้นตอนการสอน | กลวิธีรีแอ็คท์ที่ใช้ |
|---|---|
| **ขั้นสอน (85 นาที)** | |
| 1. ครูสมมุติบทบาทเป็นเจ้าของโรงพยาบาลที่กำลังจะสั่งซื้อน้ำเกลือจากโรงงานผลิตสารที่ใช้ทางการแพทย์แห่งหนึ่ง โดยครูสมมติให้นักเรียนทุกคนเป็นเภสัชกร ที่ทำหน้าที่เตรียมน้ำเกลือในโรงงานดังกล่าว ภาระงานที่เภสัชกรได้รับมอบหมายคือให้ผลิตน้ำเกลือสองความเข้มข้นคือ 1) ร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร และ 2) ร้อยละ 20 โดยมวล<br>2. ครูถามนักเรียนต่อว่า “นักเรียนคิดว่าจำเป็นต้องมีข้อมูลใดบ้าง จึงจะผลิตน้ำเกลือได้ตามที่เจ้าของโรงพยาบาลต้องการ”<br>3. ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ข้อมูลพื้นฐานใดที่จำเป็นในการเตรียมสารละลาย ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังนี้<br>3.1 ความหมายและองค์ประกอบของสารละลาย<br>3.2 ความหมายของร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร<br>4. ครูให้นักเรียนอ่านคำสั่งจากเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเตรียมสารละลาย โดยในเอกสารชุดนี้มีกิจกรรมให้นักเรียนทำจำนวน 3 ตอน ให้นักเรียนอ่านวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของการทำกิจกรรมและอ่านคำชี้แจงแต่ละตอนให้เข้าใจ หลังจากนั้นครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมโดยเริ่มจากตอนที่ 1<br>5. นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 1 ในหัวข้อ *ออกแบบวิธีการเตรียมน้ำเกลือสองความเข้มข้น* ลักษณะกิจกรรมคือให้นักเรียนแต่ละคนออกแบบวิธีการเตรียมน้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) สองความเข้มข้นคือ 1) ร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาณ (ปริมาตร) 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2) ร้อยละ 20 โดยมวล ปริมาณ (มวล) 100 กรัม ด้วยการวาดรูปผังงาน (flow chart) แสดงวิธีการเตรียมน้ำเกลือลงในช่องว่างของเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1<br>6. ครูนำอภิปรายและสาธิตวิธีการออกแบบการเตรียมสารน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนของวิธีเตรียมสารละลายของตน โดยครูให้นักเรียนพยายามออกแบบการเตรียมน้ำเกลืออีกหนึ่งความเข้มข้นที่เหลือด้วยตัวเองอีกครั้ง | ***การสร้างประสบการณ์*** |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ขั้นตอนการสอน | กลวิธีรีแอ็คท์ที่ใช้ |
|---|---|
| 7. ครูเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นระยะ พร้อมกับให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่สงสัยและยังไม่เข้าใจวิธีการออกแบบ<br>8. ครูสุ่มนักเรียน 1 คน เพื่ออธิบายวิธีการออกแบบการเตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล<br>9. ครูอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายที่ถูกต้องและให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไขวิธีการเตรียมน้ำเกลือให้ถูกต้อง หลังจากนั้นครูอธิบายและสาธิตวิธีการใช้อุปกรณ์ก่อนที่จะให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมถัดไป | |
| 10. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 2 ในหัวข้อ *เตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตรและร้อยละ 20* โดยครูให้นักเรียนจับกลุ่มกลุ่มละ 3 ถึง 4 คน ฝึกเตรียมสารละลายโดยใช้อุปกรณ์จริง โดยบันทึกข้อมูลที่ได้ เช่น มวลของเกลือที่คำนวณได้และที่ชั่งได้จริง มวลของน้ำ ปริมาตรของน้ำเกลือและความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ได้จริง ลงในช่องว่างของตาราง 1<br>11. ครูอธิบายเพิ่มเติม กรณีของการเตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร การคำนวณหามวลของน้ำ ให้ใช้ความหนาแน่นที่กำหนดให้ และกรณีการเตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล ครูระบุปริมาตรของสารละลายมาให้ (มีค่าประมาณ 88.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ซึ่งนักเรียนจะต้องนำค่าทั้งหมดไปใช้ในการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นในกิจกรรมตอนที่ 3 นอกจากนี้ครูยังต้องกำชับให้นักเรียนหยดสีผสมอาหาร 2 หยด เป็นตัวแทนเกลือมวล 20 กรัม (เพราะไม่สามารถสังเกตเกลือได้โดยตรง) ในแต่ละสารละลาย เพื่อใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของสารละลายทั้งสองความเข้มข้น<br>12. เมื่อนักเรียนเตรียมสารละลายเสร็จแล้ว ครูอธิบายความหมายของความเข้มข้นในหน่วยอื่น ๆ ได้แก่ ร้อยละโดยปริมาตร ร้อยละโดยโมล เศษส่วนโมล ppm ppb โมลาริตี โมแลลิตี<br>13. เมื่อครูอธิบายเสร็จครูให้นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 3 หัวข้อ *แยกความแตกต่างของความเข้มข้นในแต่ละหน่วยจากสารละลายที่เตรียมขึ้นได้* โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่นักเรียนได้เตรียมขึ้นมาในหน่วยต่าง ๆ จากตอนที่ 2 แล้วเขียนคำตอบที่ได้ลงในช่องว่างของตาราง 2 | ***การสร้างประสบการณ์และการร่วมมือ*** |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ขั้นตอนการสอน | กลวิธีรีแอ็คท์ที่ใช้ |
|---|---|
| 14. ครูนำอภิปรายเพื่อเฉลยคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน<br>15. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมทั้ง 3 ตอนเสร็จแล้วครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยสุ่มตัวแทนในแต่ละกลุ่ม ตอบคำถามดังต่อไปนี้<br>16.1 ในการเตรียมสารละลาย เหตุใดจึงไม่เติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดบอกปริมาตรในครั้งเดียว *(ป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการเติมน้ำกลั่นเกินขีดวัดปริมาตร)*<br>16.2 สีของน้ำเกลือทั้งสองความเข้มข้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร *(แตกต่างกัน น้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตรจะมีสีของสารละลายจางกว่าน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล)*<br>17. ครูนำนักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรมโดยพิจารณาเป็น 3 ประเด็นคือ การเตรียมสารละลาย ความเข้มข้นของสารละลายและการแยกความแตกต่างของความเข้มข้นในแต่ละหน่วยจากสารละลายที่เตรียมขึ้น | ***การสร้างประสบการณ์และการร่วมมือ*** |
| 18. ครูบอกกับนักเรียนว่า “ต่อไปจะเป็นการนำความรู้ที่นักเรียนได้รับไปใช้ในสถานการณ์จริง” โดยครูให้นักเรียนอ่านคำสั่งจากเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นสารละลาย ซึ่งในคำสั่งจะให้นักเรียนทำกิจกรรมจำนวน 2 ตอนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงของแต่ละตอนให้เข้าใจ<br>19. ครูนำนักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 1 หัวข้อ *ประเมินคุณภาพอากาศ* โดยให้นักเรียนแต่ละคนอ่านข้อมูลจากสถานการณ์ในตอนที่ 1 ให้เข้าใจแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 – 6 ลักษณะกิจกรรมให้นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของแก๊สชนิดต่าง ๆ และวินิจฉัยผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปริมาณของแก๊สเหล่านั้นที่อยู่ในอากาศ จากข้อมูลที่กำหนดให้<br>20. ครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องในแต่ละข้อ พร้อมกับให้นักเรียนแลกเปลี่ยนคำตอบกับเพื่อนเพื่อตรวจคำตอบ | ***การประยุกต์*** |
| 21 เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 1 เสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4 คนทำกิจกรรมตอนที่ 2 หัวข้อ *ดื่มยังไงให้หวานน้อย* โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านข้อมูลจากสถานการณ์ในตอนที่ 2 ให้เข้าใจเพื่อช่วยกันตอบคำถามข้อที่ 7 ลักษณะกิจกรรมจะเป็นการให้นักเรียนช่วยกันวางแผนและออกแบบการดื่มเครื่องดื่มของนักเรียนคนหนึ่ง เพื่อให้ได้รับน้ำเพียงพอต่อ | ***การถ่ายโอนและการร่วมมือ*** |

| ขั้นตอนการสอน | กลวิธีรีแอ็คท์ที่ใช้ |
|---|---|
| ร่างกายและมีปริมาณน้ำตาลน้อยที่สุดในหนึ่งวัน โดยเทียบกับการวางแผนและออกแบบของกลุ่มอื่น ๆ<br>22. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันเสนอคำตอบ กลุ่มที่ออกแบบการดื่มเครื่องดื่มให้มีปริมาณน้ำตาลน้อยที่สุดและเร็วที่สุด เมื่อเทียบกับเพื่อนในห้องจะได้คะแนนพิเศษ 10 คะแนน | |
| **ขั้นสรุป (10 นาที)** | |
| 1. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนในวันนี้ โดยครูเขียนแต่ละหัวข้อลงในกระดาษพร้อมกับสรุปเป็นข้อความสั้น ๆ ตั้งแต่เรื่องความหมายและองค์ประกอบของสารละลาย ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ คำถามในใบกิจกรรม สรุปผลการทำกิจกรรม เป็นต้น<br>2. ครูให้นักเรียนส่งใบกิจกรรมและสมุดท้ายคาบเรียน | ***การเชื่อมโยง การสร้างประสบการณ์ การประยุกต์ การร่วมมือ และ การถ่ายโอน*** |

**สื่อการเรียนการสอน**

1. powerpoint เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเตรียมสารละลาย
3. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
4. อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ
5. กระดานไวท์บอร์ด

**การวัดและประเมินผล**

1. ประเมินจากการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน
2. ประเมินจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง
3. ประเมินจากการสังเกตการใช้อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง
4. การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเตรียมสารละลายภายในกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**วิชา เคมี 2 ว 30222** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

**ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560** **โดย ครูชวิศ สว่างไพศาลกุล**

## เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

วันที่.....กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

**วัตถุประสงค์การเรียนรู้**

1. คำนวณหามวลของตัวละลาย เพื่อใช้เตรียมสารละลาย ให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการ
2. ออกแบบการทดลองเพื่อเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ได้
3. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการได้
4. แยกความแตกต่างของความเข้มข้นในแต่ละหน่วยจากสารละลายที่เตรียมขึ้นได้
5. ใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้อย่างถูกต้อง

**สารเคมีและอุปกรณ์**

| รายการ | ต่อ 1 กลุ่ม |
|---|---|
| **สารเคมี** | |
| 1. โซเดียมคลอไรด์ | 40 g |
| 2. น้ำกลั่น | 300 $cm^3$ |
| 3. สารละลายสีผสมอาหาร | |
| **อุปกรณ์** | |
| 1. เครื่องชั่ง | 1 เครื่อง |
| 2. ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 $cm^3$ | 1 ใบ |
| 3. ช้อนตักสาร | 1 อัน |
| 4. กรวยกรอง | 1 อัน |
| 5. บีกเกอร์ 100 $cm^3$ | 2 ใบ |
| 6. บีกเกอร์ 250 $cm^3$ | 1 ใบ |
| 7. แท่งแก้วคนสาร | 1 อัน |
| 8. ขวดน้ำกลั่น | 1 ใบ |
| 9. หลอดหยด | 1 หลอด |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**คำสั่ง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมจำนวน 3 ตอนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยอ่านคำชี้แจงแต่ละตอนให้เข้าใจ หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมทั้ง 3 ตอนเสร็จแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามหลังกิจกรรมพร้อมกับสรุปผลการทำกิจกรรมลงในช่องว่างที่กำหนดให้

**ตอนที่ 1 ออกแบบวิธีการเตรียมน้ำเกลือสองความเข้มข้น**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละคนออกแบบวิธีการเตรียมน้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) ตามความเข้มข้นที่กำหนดให้โดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่ระบุไว้ข้างต้น ด้วยการวาดรูปผังงาน (flow chart) ในช่องว่างด้านล่าง หลังจากนั้นให้อภิปรายร่วมกันกับครูและเพื่อนในห้องเพื่อปรับปรุงแก้ไขผังงานให้ถูกต้อง

*1. เตรียมน้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

*2. เตรียมน้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) มวล 100 กรัม ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล*

**ตอนที่ 2 เตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตรและร้อยละ 20 โดยมวล**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อดำเนินการเตรียมน้ำเกลือสองความเข้มข้น โดยบันทึกข้อมูลที่ได้ เช่น มวลของเกลือที่คำนวณได้และที่ชั่งได้จริง มวลของน้ำ ปริมาตรของน้ำเกลือและความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ได้จริง ลงในช่องว่างของตาราง 1 (กำหนด มวลอะตอมของ Na = 23,Cl = 35.5 ความหนาแน่นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตรมีค่าเท่ากับ 1.13 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

**ตาราง 1** บันทึกผลการเตรียมน้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) สองความเข้มข้น

| **รายการ** | **น้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์)** | |
|---|---|---|
| ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ | 20 %W/V | 20 %W/W |
| ปริมาณ | 100 $cm^3$ | 100 กรัม |
| มวลของ NaCl ที่คำนวณได้ (กรัม) | | |
| มวลของ NaCl ที่ชั่งได้จริง (กรัม) | | |
| มวลของน้ำ | | |
| ปริมาตรของสารละลาย | | |
| ความเข้มข้นของสารละลายที่ได้จริง | | |

**ตอนที่ 3 แยกความแตกต่างของความเข้มข้นในแต่ละหน่วยจากสารละลายที่เตรียมขึ้นได้**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่นักเรียนได้เตรียมขึ้นมาในหน่วยต่าง ๆ จากตอนที่ 2 โดยเขียนคำตอบที่ได้ลงในช่องว่างของตาราง 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตาราง 2** การคำนวณความเข้มข้นในแต่ละหน่วยของน้ำเกลือที่เตรียมได้

| **รายการ** | **น้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์)** | |
|---|---|---|
| ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ | 20 %W/V | 20 %W/W |
| ความเข้มข้นของนำเกลือที่ได้จริง | | |
| คำนวณเป็นความเข้มข้นในหน่วย ppm | | |
| คำนวณเป็นความเข้มข้นในหน่วย ppb | | |
| คำนวณเป็นความเข้มข้นในหน่วย เศษส่วนโมล | | |
| คำนวณเป็นความเข้มข้นในหน่วย โมลาริตี | | |
| คำนวณเป็นความเข้มข้นในหน่วย โมแลลิตี | | |

**คำถามหลังการทำกิจกรรม**

1. ในการเตรียมสารละลาย เหตุใดจึงไม่เติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดบอกปริมาตรในครั้งเดียว

.....

.....

.....

2. สีของน้ำเกลือทั้งสองความเข้มข้น เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

**สรุปผลการทำกิจกรรม**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นสารละลาย

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

**วัตถุประสงค์การเรียนรู้**

1. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายที่กำหนดให้ได้
2. ตรวจสอบปริมาณของสารเมื่อเทียบกับเกณฑ์ความเข้มข้นที่กำหนดให้ได้

**คำสั่ง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมจำนวน 2 ตอนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยอ่านคำชี้แจงแต่ละตอนให้เข้าใจ

### ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพอากาศ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละคนอ่านข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 1 ให้เข้าใจแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 – 6

**สถานการณ์ที่ 1**

**ดัชนีคุณภาพอากาศ** เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศ เพื่อประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ ในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ โดยดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง มากกว่า 300 ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ดังตาราง 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตาราง 1** เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย

| AQI* | ความหมาย | สีที่ใช้ | แนวทางการป้องกันผลกระทบ |
|---|---|---|---|
| 0-50 | คุณภาพดี | ฟ้า | ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ |
| 51-100 | คุณภาพปานกลาง | เขียว | ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ |
| 101-200 | มีผลกระทบต่อสุขภาพ | เหลือง | ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน |
| 201-300 | มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก | ส้ม | ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังภายนอกอาคาร |
| มากกว่า 300 | อันตราย | แดง | บุคคลทั่วไป ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรอยู่ภายในอาคาร |

AQI* = ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

แต่ละระดับของค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศเทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่ระดับต่าง ๆ แสดงดังตาราง 2

**ตาราง 2** ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

| AQI | $SO_2$ | $NO_2$ | CO |
|---|---|---|---|
| | ppb | ppb | ppb |
| 50 | 25 | 85 | 4.48 |
| 100 | 120 | 170 | 9.00 |
| 200 | 305 | 600 | 14.84 |
| 300 | 610 | 1,202 | 29.69 |
| 400 | 802 | 1,594 | 40.17 |
| 500 | 1,000 | 1,993 | 50.21 |

(ข้อมูลจาก: http://aqmthai.com/aqi_info.php)

ฤกษ์ เป็นเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม ที่ได้รับการร้องขอจากเจ้าของนิคมอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งให้เข้ามาช่วยตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในหมู่บ้านลดาลัยที่อยู่ใกล้กับนิคมฯ เนื่องจากมีประชาชนที่อาศัยอยู่ภายในหมู่บ้านดังกล่าว ชุมนุมประท้วงเรื่องการปล่อยแก๊สจากโรงงานต่าง ๆ สู่บรรยากาศต่อวันเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจจะทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมต่อประชาชนในอนาคต

ฤกษ์ได้ทำการวัดปริมาณแก๊ส $SO_2$, $NO_2$ และ CO ภายในหมู่บ้าน พบว่าในอากาศปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีแก๊ส $SO_2$, $NO_2$ และ CO อยู่ 1,833, 2,822 และ 12 ไมโครกรัม ตามลำดับ

กำหนดให้สูตรที่ใช้ในการคำนวณความเข้มข้นแก๊สแต่ละชนิดในหน่วย ppb ที่อยู่ในบรรยากาศคำนวณได้จาก

$$\text{ppb} = \frac{24.45 \times \text{ความเข้มข้น } (\mu g/m^3)}{\text{มวลโมเลกุล}}$$

ในการเก็บตัวอย่างอากาศ ทำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศ 1 atm (ที่มาของสูตรการคำนวณ: https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/Display.files/fileID/14285)

**คำถามข้อที่ 1** ความเข้มข้น $SO_2$ ที่วัดได้มีค่ากี่ ppb (1 คะแนน)

.....

**คำถามข้อที่ 2** ความเข้มข้น $NO_2$ ที่วัดได้มีค่ากี่ ppb (1 คะแนน)

.....

**คำถามข้อที่ 3** ความเข้มข้น CO ที่วัดได้มีค่ากี่ ppb (1 คะแนน)

.....

**คำถามข้อที่ 4** แก๊สทั้ง 3 ชนิดมีค่า AQI เท่าไหร่ อยู่ในช่วงสีใด (1 คะแนน)

.....

**คำถามข้อที่ 5** แก๊สชนิดใดที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน (1 คะแนน)

.....

**คำถามข้อที่ 6** หากนักเรียนเป็น ฤกษ์ นักเรียนจะเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการปล่อยแก๊สของโรงงานต่าง ๆ ให้กับเจ้าของนิคมอุตสาหกรรมทราบอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตอนที่ 2 ดื่มยังไงให้หวานน้อย**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แล้วอ่านข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 2 ให้เข้าใจเพื่อช่วยกันตอบคำถามข้อที่ 7

**สถานการณ์ที่ 2**

ปัจจุบันองค์การอนามัยโลกได้แนะนำให้คนรับประทานน้ำตาลเพียงวันละ 6 ช้อนชา หรือ 24 กรัม และควรบริโภคน้ำเปล่าประมาณ 2 ลิตรต่อวัน...ธเนศและเพื่อนเดินทางมาถึงโรงเรียนและกำลังจะรับประทานอาหารเช้า ปรากฏว่า ทางโรงเรียนลืมแจ้งประกาศกับนักเรียนว่าน้ำเปล่าขาดตลาด ผู้จำหน่ายไม่สามารถผลิตได้ทัน ธเนศและเพื่อนจึงจำเป็นต้องดื่มเครื่องดื่มชนิดอื่นแทนน้ำเปล่า ซึ่งมีรายการให้เลือกดังต่อไปนี้

| **เครื่องดื่ม** | **ขนาดบริโภค (mL)** | **ความเข้มข้นของน้ำตาลในเครื่องดื่ม** |
|---|---|---|
| ชาโออิชิรสต้นตำหรับ (กล่อง) | 250 | 4.86 %W/W |
| เย็น เย็น จับเลี้ยง (กล่อง) | 250 | 68,960 มิลลิกรัมต่อลิตร |
| อิชิตัน กรีนที (ขวด) | 420 | 0.27 %mol/mol |
| โค้ก (ขวดเล็ก) | 250 | 0.28 $mol/dm^3$ |
| เป๊ปซี่ (กระป๋องเล็ก) | 245 | 2.55 %W/V |
| เซเว่น อัพ (กระป๋องเล็ก) | 245 | เศษส่วนโมลของน้ำตาล คือ 0.0070 |

(ที่มา: https://pantip.com/topic/32913784)

กำหนดให้มวลโมเลกุลของน้ำตาลเท่ากับ 342 โดยประมาณความหนาแน่นของเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ให้มีค่าเท่ากับ 1 $g/cm^3$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**คำถามข้อที่ 7** ให้นักเรียนออกแบบการดื่มเครื่องดื่ม ให้กับธเนศโดยให้มีปริมาณน้ำตาลที่จะต้องได้รับน้อยที่สุดแต่ได้รับปริมาณน้ำเพียงพอในหนึ่งวัน พร้อมกับแสดงวิธีการคำนวณ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# ภาคผนวก ง
# แบบวัดการคิดขั้นพื้นฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**รายวิชา เคมี 2 ว 30222** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

**ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560** **โดย ครูชวิศ สว่างไพศาลกุล**

วันที่.....ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

**แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1** เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนอ่านและตอบคำถามต่อไปนี้ลงในช่องว่างที่กำหนดให้ (5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน)

1.จงอธิบายความหมายของ “สารละลายกรดอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยปริมาตร”

.....

.....

.....

2. น้ำตาลกลูโคส 90 กรัม ละลายในน้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาความเข้มข้นของสารละลายนี้ในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

.....

.....

.....

3. จากข้อ 2 ลงเปลี่ยนความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเป็นความเข้มข้นในหน่วยโมลาร์ ($mol/dm^3$) (กำหนดมวลโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส เท่ากับ 180)

.....

.....

.....

4. การเตรียมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล นักเรียนจำเป็นต้องใช้ขวดวัดปริมาตรหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. สารละลายยูเรียเข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 1 ลิตร เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตร 10 ลิตร ความเข้มข้นหลังเติมน้ำของสารละลายยูเรียมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# ภาคผนวก จ

## คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง
2. คุณภาพของแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**1. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง**

แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง มีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ใน 2 ประเด็นคือ (1) ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความสามารถในการคิดขั้นสูงด้านที่ต้องการวัด และ (2) ภาษาและตัวเลือกที่ใช้มีความเหมาะสม ผลการประเมินแสดงดังตาราง 11

**ตาราง 11** ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงโดยผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อที่ | ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| | ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความสามารถในการคิดขั้นสูงด้านที่ต้องการวัด | ภาษาและตัวเลือกที่ใช้มีความเหมาะสม | |
| 1 | 0.67 | 0.33* | *ปรับแล้ว |
| 2 | 0.33* | 0.67 | *ปรับแล้ว |
| 3 | 0.67 | 0.33* | *ปรับแล้ว |
| 4 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 5 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 6 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 7 | 1 | 0.33* | *ปรับแล้ว |
| 8 | 1 | 0.33* | *ปรับแล้ว |
| 9 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 10 | 1 | 0.33* | *ปรับแล้ว |
| 11 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 12 | 0.67 | 0* | *ปรับแล้ว |
| 13 | 0.67 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 14 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อโดยใช้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก และวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งฉบับ โดยพิจารณาจากค่าความเที่ยง (Cronbach's alpha) ได้ผลการตรวจสอบ ดังตาราง 12

**ตาราง 12** แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (Cronbach's alpha) ของแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง

| ข้อที่ | ชนิดข้อสอบ | ค่าความยาก | ความหมายระดับความยาก | ค่าอำนาจจำแนก | ความหมายของอำนาจจำแนก |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | อัตนัย | 0.45 | ปานกลาง | 0.34 | ดีพอสมควร |
| 2 | อัตนัย | 0.47 | ปานกลาง | 0.67 | ดีมาก |
| 3 | อัตนัย | 0.39 | ค่อนข้างยาก | 0.77 | ดีมาก |
| 4 | ปรนัย | 0.59 | ปานกลาง | 0.41 | ดีมาก |
| 5 | ปรนัย | 0.50 | ปานกลาง | 0.50 | ดีมาก |
| 6 | ปรนัย | 0.50 | ปานกลาง | 0.50 | ดีมาก |
| 7 | อัตนัย | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.54 | ดีมาก |
| 8 | อัตนัย | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.58 | ดีมาก |
| 9 | ปรนัย | 0.44 | ปานกลาง | 0.44 | ดีมาก |
| 10 | ปรนัย | 0.50 | ปานกลาง | 0.25 | พอใช้ได้ |
| 11 | ปรนัย | 0.53 | ปานกลาง | 0.28 | พอใช้ได้ |
| 12 | ปรนัย | 0.47 | ปานกลาง | 0.41 | ดีมาก |
| 13 | ปรนัย | 0.50 | ปานกลาง | 0.44 | ดีมาก |
| 14 | อัตนัย | 0.34 | ค่อนข้างยาก | 0.69 | ดีมาก |
| ค่าความเที่ยง (หลังเรียน) | | | | 0.86 | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2. คุณภาพของแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี**

แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี มีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ใน 2 ประเด็นคือ (1) ความสอดคล้องระหว่างข้อความกับความวิตกกังวลในด้านที่ต้องการวัด และ (2) ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม ผลการประเมินแสดงดังตาราง

**ตาราง 13** ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีโดยผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อความที่ | ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| | ความสอดคล้องระหว่างข้อความกับความวิตกกังวลในด้านที่ต้องการวัด | ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม | |
| 1 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 2 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 3 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 4 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 5 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 6 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 7 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 8 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 9 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 10 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 11 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 12 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 13 | 1 | 0.33* | สอดคล้อง/*ปรับแล้ว |
| 14 | 1 | 0.33* | สอดคล้อง/*ปรับแล้ว |
| 15 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 16 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 17 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 18 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 19 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 20 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อความที่ | ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| | ความสอดคล้องระหว่างข้อความกับความวิตกกังวลในด้านที่ต้องการวัด | ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม | |
| 21 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 22 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 23 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 24 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 25 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 26 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 27 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 28 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 29 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 30 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 31 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 32 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 33 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 34 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 35 | 1 | 1 | สอดคล้อง/เหมาะสม |
| 36 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง/เหมาะสม |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชวิศ สว่างไพศาลกุล เกิดเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2531 ภูมิลำเนาจังหวัดนครพนม สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558 โดยได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ประเภท พรีเมี่ยม ประจำปีการศึกษา 2558 จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University