

การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย

วิทยานิพนธ์

ของ

พิณธกาญจน์ พั่วแพง

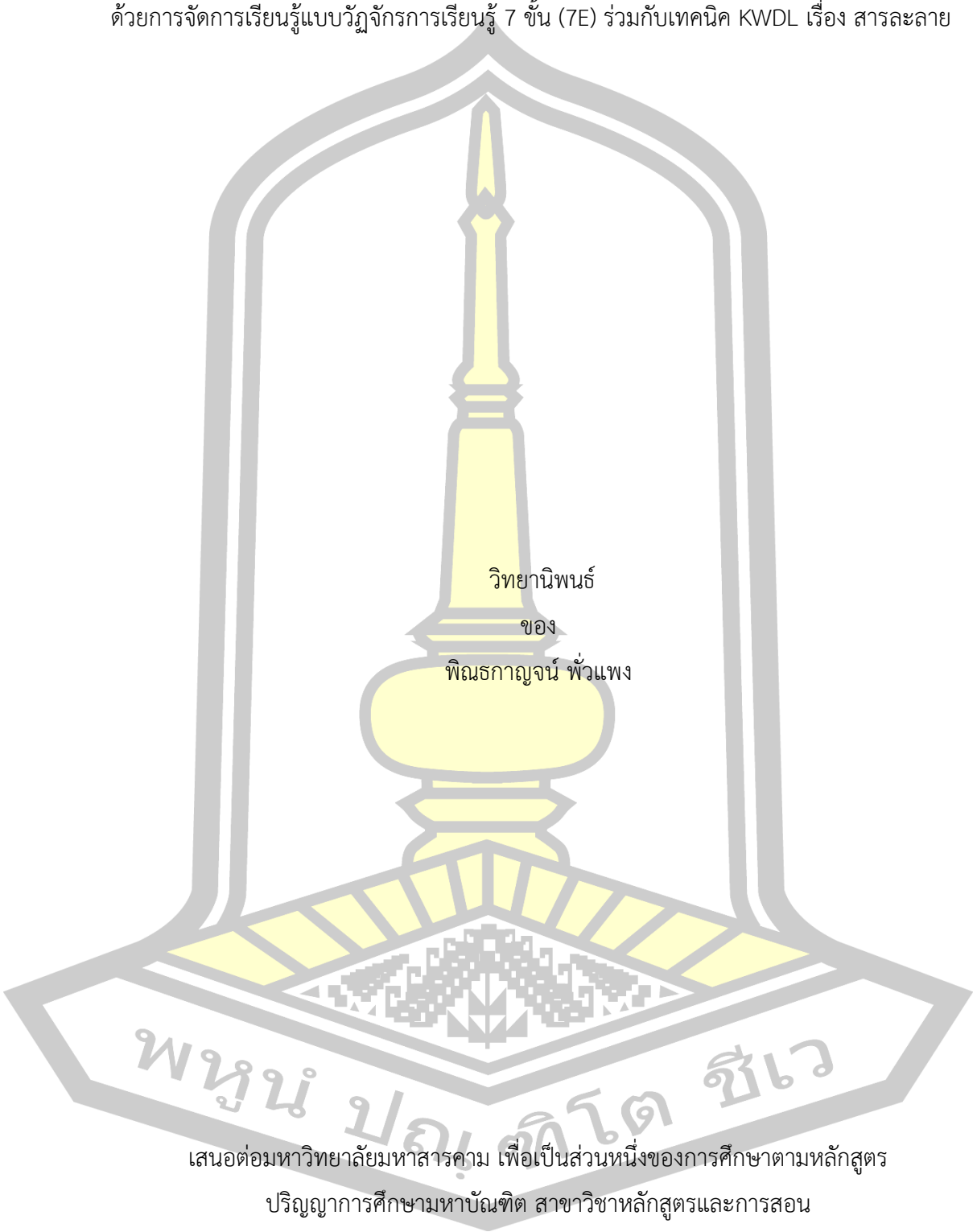
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

สิงหาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย



วิทยานิพนธ์

ของ

พิณธกาญจน์ พั่วแพง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

สิงหาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

A Development of Scientific Competencies and Learning Achievement of Mathayomsuksa 4 Students By Using The 7E Learning Cycle combined with KWDL Technique on Topic of Solutions

Pintakan Phourphang

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Curriculum and Instruction)

August 2025

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. ประเสริฐ เรือนนะการ)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. ไพศาล วรคำ)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. มานิตย์ อาษานอก)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เชาวรัตน์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ชื่อเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย

ผู้วิจัย พิณธกาญจน์ พั่วแพง

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ เรือนนะการ

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** หลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 2) เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL และ5) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้การสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย และ4) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test)

ผลวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

5. นักเรียนหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีความพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ : สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E), เทคนิคKWDL

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

TITLE A Development of Scientific Competencies and Learning Achievement of Mathayomsuksa 4 Students By Using The 7E Learning Cycle combined with KWDL Technique on Topic of Solutions

AUTHOR Pintakan Phourphang

ADVISORS Associate Professor Prasert Ruannakarn , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Curriculum and Instruction

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2025

ABSTRACT

This research aimed to: 1) compare scientific competency on the topic of solutions before and after learning through the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique; 2) compare scientific competency on the topic of solutions after learning with the 70 percent proficiency criterion based on full scores through the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique; 3) compare learning achievement on the topic of solutions before and after learning through the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique; 4) compare learning achievement on the topic of solutions after learning with the 70 percent proficiency criterion based on full scores through the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique; and 5) study the satisfaction of Mathayomsuksa 4 (Grade 10) students towards the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique.

The sample group consisted of 38 students from Mathayomsuksa 4/7 in the second semester of the 2024 academic year at Mukdahan School, Mukdahan Province, selected through cluster random sampling. The research instruments included: 1) lesson plans based on the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique for Chemistry on the topic of solutions; 2) a scientific competency

test in Chemistry on the topic of solutions; 3) a learning achievement test on the topic of solutions; and 4) a student satisfaction questionnaire on the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique for Chemistry on the topic of solutions. The statistics used for data analysis included percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The results revealed that:

1. Students who received instruction through the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique had significantly higher scientific competency after learning than before learning at the 0.05 level.

2. Students had significantly higher scientific competency after learning than the 70 percent criterion at the 0.05 level.

3. Students had significantly higher learning achievement after learning than before learning at the 0.05 level.

4. Students had significantly higher learning achievement after learning than the 70 percent criterion at the 0.05 level.

5. Students expressed the highest level of satisfaction with the 7-step learning cycle (7E) combined with the KWDL technique.

Keyword : Scientific Competency, Learning Achievement, 7E Learning Cycle, KWDL Technique

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อาษานอก เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ได้กรุณาตรวจสอบ แก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูแสงอ่อน, ครูสมถวิล ทวีโคตร, ครูพรรัมภา แสนวิเศษ, ครูเมธาวดี วาปี และครูทานตะวัน สีดา ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู โรงเรียนมุกดาหาร ที่อนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่เสียสละตลอดจนสนับสนุนส่งเสริมคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมถึงญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุฯบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอน ชี้แนะแนวทางการศึกษาผู้วิจัยมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

พิณธกาญจน์ พั่วแพง

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ณ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1. ภูมิหลัง 1

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย 6

3. สมมติฐานการวิจัย 7

4. ความสำคัญของการวิจัย 7

5. ขอบเขตการวิจัย 7

6. นิยามศัพท์เฉพาะ 9

บทที่ 2 13

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 14

2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) 22

3. เทคนิค KWDL 44

4. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 55

5. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 64
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 95
7. ความพึงพอใจ 125
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 147
9. กรอบแนวคิดการวิจัย 159
บทที่ 3 160
วิธีดำเนินการวิจัย 160
1. ประชากรและตัวอย่าง 160
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 161
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 161
4. รูปแบบการวิจัย 184
5. วิธีดำเนินการทดลอง 185
6. การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 186
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 189
บทที่ 4 194
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 194
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 194
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูล 194
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 195
บทที่ 5 204
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 204
1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย 204
2. สรุปผล 204
3. อภิปรายผล 205

4. ข้อเสนอแนะ 214
บรรณานุกรม 216
ภาคผนวก 229
ภาคผนวก ก 230
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 230
ภาคผนวก ข 232
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 232
ภาคผนวก ค 271
ผลวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 271
ภาคผนวก ง 291
การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) 291
ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 291
ภาคผนวก จ 295
การวิเคราะห์ข้อมูล 295
ภาคผนวก จ 308
หนังสือขอความอนุเคราะห์ 308
ประวัติผู้เขียน 316

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้ข้อ 9 10 11 และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 19

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย 22

ตาราง 3 การเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ทั้ง 4 แบบ..... 31

ตาราง 4 แสดงบาทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น..... 40

ตาราง 5 สรุปบทบาทของครูและเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) รวมกับเทคนิค KWDL..... 59

ตาราง 6 การกำหนดสถานการณ์และแนวคำถามที่มีผลต่อการแสดงสมรรถนะของผู้เรียน สถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบ 88

ตาราง 7 ตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน หรือสอดคล้องกับความสามารถและทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 90

ตาราง 8 แสดงระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน..... 91

ตาราง 9 ตารางแสดงการให้ระดับผลการเรียน 125

ตาราง 10 ประชากร 160

ตาราง 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียน..... 163

ตาราง 12 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์..... 169

ตาราง 13 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สำหรับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมเคมี เรื่อง สารละลาย 172

ตาราง 14กรอบการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 181

ตาราง 15 ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย 186

ตาราง 16 เกณฑ์การให้คะแนนระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 187

ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียนและหลังเรียน ของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 195

ตาราง 18 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน 197

ตาราง 19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 197

ตาราง 20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม 198

ตาราง 21 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน 199

ตาราง 22 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 200

ตาราง 23 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม 201

ตาราง 24 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย 201

ตาราง 25 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1-10 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 272

ตาราง 26 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับกรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 277

ตาราง 27 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น ข้อคำถามที่เลือกใช้ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย 281

ตาราง 28 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 282

ตาราง 29 แสดงค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น ข้อคำถามที่เลือกใช้ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย 285

ตาราง 30 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นการประเมินความพึงพอใจ ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 287

ตาราง 31 แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ และค่าความเชื่อมั่น ข้อคำถามที่เลือกใช้ของแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 289

ตาราง 32 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (E_1) ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 292

ตาราง 33 แสดงประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 293

ตาราง 34 แสดงประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 294

ตาราง 35 เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียนและหลังเรียนของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน 296

ตาราง 36 แสดงคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน 297

ตาราง 37 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน 299

ตาราง 38 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน 299

ตาราง 39 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม 300

ตาราง 40 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน 301

ตาราง 41 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน 303

ตาราง 42 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน 303

ตาราง 43 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม 304

ตาราง 44 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 305

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของ BSCS 27

ภาพ 2 แสดงการขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E 30

ภาพ 3 แผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. 39

ภาพ 4 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL 58

ภาพ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย 159

ภาพ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 2 - 10 250

ภาพ 7 บันทึกหลังการสอนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 307

ภาพ 8 คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แต่ละใบกิจกรรม 307

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1. ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญมากในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากการสังเกต สำรวจตรวจสอบ การทดลองตลอดจนสามารถนำผลที่ได้มารวบรวมเป็นแนวคิดและองค์ความรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ถือเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการแก้ปัญหาและความสามารถในการตัดสินใจ ดังนั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างหลากหลาย (สำนักงานกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

โดยวิชาเคมีเป็นส่วนหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับ สมบัติ องค์ประกอบและโครงสร้างของสสาร ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันในแต่ละเรื่อง ความรู้ในวิชาเคมีจึงมีสาระที่เป็นประโยชน์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือใช้ประกอบอาชีพในอนาคตได้ ซึ่งในเนื้อหาของวิชาเคมีจะมีทั้งส่วนทฤษฎี ส่วนคำนวณ และส่วนปฏิบัติผสมกัน ส่วนการคำนวณของวิชาเคมีนั้นจะเป็นเรื่องที่ค่อนข้างเข้าใจยาก และซับซ้อนผู้เรียนจึงต้องอาศัยความสามารในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีขั้นตอนอย่างเป็นระบบจึงจะแก้โจทย์ได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะในเรื่องของสารละลายในรายวิชาเคมี เป็นพื้นฐานของหลายเนื้อหา ซึ่งมีความเขาใจเกี่ยวกับการคำนวณความเข้มข้น ปฏิกิริยาเคมี กรด-เบส ปริมาณสัมพันธ์และไฟฟ้าเคมี เป็นต้น เป็นเนื้อหาที่สามารถฝึกทักษะทางด้านการคำนวณและการวิเคราะห์ช่วยให้นักเรียนได้มีการคิดอย่างมีระบบ รวมถึง

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งจะส่งผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นอีกด้วย

การพัฒนาการเรียนจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของเยาวชนไทยที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จตามที่ตั้งเป้าไว้ พิจารณาจากดัชนีสำคัญที่บ่งบอกคุณภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของเยาวชนไทยในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment) หรือ PISA ว่านักเรียนมีสมรรถนะที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงได้ดีเพียงไร ผลที่ได้จากการประเมินจะเป็นตัวบอกศักยภาพของการพัฒนาประเทศ โดยประเทศไทยมีการกำหนดเป้าหมายไว้ในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ให้เด็กไทยมีคะแนน PISA อยู่ในระดับ มาตรฐานสากลหรือระดับค่าเฉลี่ยของประเทศ OECD (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้ PISA ในปี 2015 เป็นรอบการประเมินที่เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ ภาพรวมนักเรียนไทยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ย 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ OECD มากกว่าหนึ่งระดับ (ค่าเฉลี่ย OECD คือ 493 คะแนน) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2015) จึงถือว่าไม่บรรลุเป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติตามที่ตั้งเป้าไว้ ดังนั้น การพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จึงเปรียบเสมือนเป้าหมายหลักของการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่ต้องพัฒนาผู้เรียนเพื่อเตรียมให้เป็นพลโลกที่มีคุณภาพในอนาคต

โดยสภาพจริงของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันไม่ได้เอื้อให้นักเรียนในเรื่องของการทดลอง สืบค้น สำรวจหลักฐาน และการใช้เหตุผลมาสรุป เพื่อให้ได้คำตอบด้วยตนเอง แต่จะนิยมใช้การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงข้อเท็จจริงจากกิจกรรมสำเร็จรูป ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่ได้มีการใช้ความคิดเพิ่มเติมจากเดิมที่เคยมี (ชุลีพร บุตรโคตร, 2556) จากการประเมินที่ผ่านมาได้สะท้อนให้เห็นจากการจัดการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางฯ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามที่ พ.ร.บ. กำหนด ไม่ได้ผลเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test O-NET) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2564 – 2566 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 25.41, 26.03 และ 27.27 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในตลอดระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมาผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนของไทยในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และเมื่อพิจารณาเนื้อหาในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งมีสาระย่อยคือ ส่วนของสาระเคมี พบว่า เนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ เรื่องโมลและสูตรเคมี สารละลาย และปริมาณสัมพันธ์ โดยเนื้อหาเหล่านี้ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ (สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ซึ่งเรื่องสารละลายเป็นหนึ่ง

เรื่องที่มีความสำคัญ และเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก โดยเฉพาะในส่วนของการคำนวณเพื่อแก้ปัญหา และเมื่อพิจารณาถึงตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร พบว่า จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test O-NET) ปีการศึกษา 2565 ขณะที่นักเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ต่ำกว่าร้อยละ 40 ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เป็นไปตามเกณฑ์และอย่างเป็นระบบตั้งแต่นักเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากปัญหาดังกล่าวครูจึงจะต้องเป็นผู้ที่มีหน้าที่แก้ไขปัญหาเหล่านั้น โดยจะต้องมีการใช้การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนซึ่งจะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการสำรวจค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองควบคู่ไปกับการฝึกความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและขั้นตอนเพื่อที่จะสามารถนำ ความรู้ที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ อันจะนำมาสู่การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งในระยะหลายสิบปีที่ผ่านมามีทฤษฎีการเรียนรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นหลายทฤษฎีแต่ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสนใจกันมาก คือ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivist Learning theory) ซึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ ด้วยเหตุนี้ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 จึงไม่ควรเป็นห้องเรียนที่ครูเป็นผู้จัดการทุกสิ่งทุกอย่าง โดยนักเรียนเป็นฝ่ายรับ (Passive learning) แต่ต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น (Active learning) รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ (Independent investigation method) และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) เป็นต้น (มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2557) รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนในทุก ๆ ขั้นตอน มีการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้มีการคิด ค้นคว้าและได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งจากการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวได้สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่นักเรียนต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ, 2546) ผ่านกระบวนการสืบค้น โดยเฉพาะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้น แนะนำ ซักถาม และจัดสถานการณ์ให้มีความเหมาะสมกับความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงความรู้อย่างมีความหมายสามารถเก็บความรู้ที่ได้รับไว้เป็นความทรงจำในระยะ

ยาว และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 7 ขั้น คือ 1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) 2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) 4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) 5. ขั้นขยายความรู้(Elaborate) 6. ขั้นประเมิน (Evaluate) และ7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend) (Eisenkraft, 2003) ซึ่งมีความแตกต่างจากการสอนในรูปแบบเดิม คือ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนกิจกรรม 5 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) 4. ขั้นขยายความรู้(Elaborate) และ5. ขั้นประเมิน (Evaluate) โดยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่เพิ่มเข้ามาจากวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E) คือ ขั้นของการทบทวนความรู้เดิมและขั้นของการนำความรู้ไปใช้ เนื่องจากส่วนของครูผู้สอนต้องมีบทบาทในขั้นของการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนและให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก เนื่องจากการตรวจสอบความรู้เดิมทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องการเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ก่อนที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ในเรื่องใหม่ และเมื่อผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่แล้วผู้เรียนก็จะสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมและในส่วนของขั้นการนำความรู้ไปใช้จะเป็นขั้นที่เพิ่มขึ้นมีเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการคิดวิเคราะห์หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่และสามารถอธิบายว่าเนื้อหาที่เรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ซึ่งมีความเหมาะสมตามธรรมชาติของวิชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบค้นที่จะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้จริงด้วยตนเองและนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขตามมา จากการศึกษางานวิจัยที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ของ (วีรดา ลิมปรสวัสดิ์, 2564) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ งานวิจัยของ (ดุษฎี เจริญสุข, 2562) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการศึกษางานวิจัยที่สนับสนุน พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกกว่าก่อนเรียน และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอยู่ในระดับ 5 และระดับ 6

อย่างไรก็ตาม จากการใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) แสดงให้เห็นว่าในการจัดการเรียนรู้ยังขาดขั้นของการสอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพราะ การจัดการเรียนการสอนในเรื่อง สารละลาย นอกจากที่ผู้เรียนต้องมีองค์ความรู้ในเนื้อหาแล้วผู้เรียนต้องทราบถึง

วิธีการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ เพื่อที่จะได้นำองค์ความรู้ที่มีมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ต้องเลือกใช้เทคนิคที่สามารถใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ควบคู่ไปด้วย คือ เทคนิค KWDL (Know-Want-Did-Learned) ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้โดยมีการใช้คำถามเป็นตัวกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์จากประเด็นปัญหานั้น และผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา การทำ ความเข้าใจตนเอง การวางแผนการ ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีประโยชน์ในการฝึกให้ผู้เรียนได้แก้โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน (วัชรา เล่าเรียนดี, 2554) และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนด้วยเทคนิค KWDL ของ (ปารวัณ เหง้าโคกงาม, 2562) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 งานวิจัยของ (ศราวุธ บัวนพ, 2566) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการศึกษาวิจัยที่สนับสนุนทั้งหมด พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีระบบเป็นขั้นตอน และหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งส่งผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL นั้นจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 7 ขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและยาวนาน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้เดิมร่วมกับความรู้ที่สร้างใหม่มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ด้วยวิธีที่ได้มาซึ่งคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน มีแบบแผนจึงเป็นการสนับสนุนให้ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ลองแก้ไขโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่หลากหลาย อีกทั้งผู้เรียนยังได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมซึ่งจะทำให้เกิดความสนใจได้คิดตาม ความกระตือรือร้น ซึ่งถ้าผู้เรียนได้รับการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวก็จะส่งผลให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการที่นำการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ขั้น (7E) เข้ามาร่วมกับเทคนิค KWDL ในรายวิชาเคมี ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถาม เพื่อทำการค้นคว้าข้อมูล และนำมาวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบที่มีการเน้นกระบวนการค้นพบที่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา จนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยนำขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL ไปสอดแทรกในขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) และขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ผู้วิจัยเชื่อมั่นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDLจะสามารถช่วยยกระดับผมสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและเหมาะสมที่ส่งเสริมและพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาเคมีให้ดีขึ้น และข้อค้นพบจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาแนวคิด พัฒนาการจัดการเรียนการสอน การประเมิน เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ที่มีเป้าหมายให้เด็กไทยมีคะแนน PISA อยู่ในระดับมาตรฐานสากล

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

3. สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

3. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

4. ความสำคัญของการวิจัย

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงขึ้น

2. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปบูรณาการในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

5. ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

5.1 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้อง 4/6 และ ห้อง 4/7 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 80 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน นักเรียนแต่ละห้องมีเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

5.2 ตัวแปร

5.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ความพึงพอใจ

5.3 กรอบเนื้อหา

เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพื้นฐาน มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 ประกอบไปด้วยเนื้อหา คือ

1. ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ
2. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)
3. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วย (ppb)
4. โมลาริตี (M)
5. โมแลริตี (m)
6. เศษส่วนโมล
7. การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์
8. การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น
9. การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย
10. การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยทั้งหมด 15 ชั่วโมง (ไม่รวมทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน) โดยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และสามารถสร้างความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันในด้านของการแก้ปัญหาและอื่น ๆ โดยผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล โดยประกอบไปด้วย 3 สมรรถนะ ดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครอบคลุมสมรรถนะทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยระหว่างเรียนวัดได้จากพฤติกรรมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และหลังเรียนวัดจากแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วย 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ข้อ และ3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ข้อ ซึ่งในระดับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มี 6 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย ระดับที่ 2 แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา ระดับที่ 3 แก้ปัญหาที่ซับซ้อน ระดับที่ 4 แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน ระดับที่ 5 แก้ปัญหาในระดับที่ซับซ้อนภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และระดับที่ 6 แก้ปัญหาในบริบทที่ไม่เคยชินหรือสร้างวิธีแก้ไขปัญหาขึ้นมาใหม่

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเมื่อได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยสร้างตามพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์และการนำไปใช้ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

6.3 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

หมายถึง ความรู้สึกทางบวกหรือทัศนคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านบรรยากาศ 2) ด้านเนื้อหา 3) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 4) ด้านสื่อการสอน และแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการ

เรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบสอบถามที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคร์ท (Likert) 5 ระดับ คือ 5 พอใจมากที่สุด 4 พอใจมาก 3 พอใจปานกลาง 2 พอใจน้อย 1 พอใจน้อยที่สุด จำนวน 10 ข้อ

6.4 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

หมายถึง กระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนมีหน้าที่ในการเป็นผู้สืบค้นและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้คอยแนะนำส่งเสริมการสืบค้นของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนศึกษาจากประสบการณ์ตรง ลงมือทำด้วยตนเองและคิดอย่างเป็นขั้นตอน สามารถนำความรู้ที่ผ่านการสังเคราะห์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิประจำวันได้ ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินผล และขั้นนำความรู้ไปใช้

6.5 เทคนิค KWDL

หมายถึง เทคนิคที่อาศัยทักษะทางด้านการอ่านที่นำมาช่วยในด้านการคิดวิเคราะห์เพื่อได้มาซึ่งคำตอบ กิจกรรมการเรียนการสอนหรือเทคนิคที่ชี้นำการคิดแนวทางการอ่านและการหาคำตอบออกมาได้อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นเป็นตอน ฝึกให้ผู้เรียนมีการตระหนักทำความเข้าใจในปัญหา ทำให้เกิดการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเทคนิค KWDL ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น K ขั้น K (What we know) เรารู้อะไรจากเนื้อหาที่ได้เรียนมา ขั้น W (What we want to know) จากเนื้อหาในบทเรียนเราต้องการที่จะทราบสิ่งใดในเนื้อหาบทเรียนนั้น ขั้น D (What we do to find out) เราต้องแก้ปัญหาอย่างไรกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ในบทเรียน ขั้น L (What we learned) เราได้คำตอบและได้เรียนรู้อะไรบ้างจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้และนำไปใช้ได้อย่างไร

6.6 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

หมายถึง การจัดการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการค้นคว้า สืบค้นด้วยตนเอง และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยจะมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือความเข้าใจในรูปแบบของตนเองและสามารถนำความรู้ที่เกิดจากการสังเคราะห์ไปใช้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation)

เป็นขั้นที่ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมความรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ โดยขั้นนี้ครูผู้สอนสามารถทราบถึงพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความต่างกันอย่างไร ครูผู้สอนควรเติมความรู้เพิ่มเติมในส่วนใดให้กับผู้เรียน และสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนได้

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจะมีหน้าที่ในการตั้งคำถามในประเด็นที่น่าสนใจ อาจจะเป็นเรื่องที่กำลังเป็นกระแสอยู่ในปัจจุบันหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้หรือสงสัยในคำถาม และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งกับความรู้ที่เคยรู้มาก่อน และครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม โดยเสนอประเด็นที่สำคัญและไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนน้อมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูสนใจ ควรที่จะเป็นประเด็นที่ผู้เรียนศึกษาเพื่อที่จะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นต่อไป

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้ว ครูจะให้โอกาสให้ผู้เรียนได้วางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอด้วยตนเองและยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องใช่เทคนิค KWDL เข้าร่วมแก้โจทย์ปัญหานั้น

ขั้นที่ 1 K (What we know) ผู้เรียนรู้อะไรบ้างในสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) ผู้เรียนหาสิ่งที่สถานการณ์หรือโจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่ผู้เรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) ผู้เรียนต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์หรือโจทย์ที่ต้องการหรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learn) ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนดมา

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ในขั้นนี้เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลที่ต้องการมาแล้ว ผู้เรียนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลผล สรุปผลออกมา และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยาย สร้างแบบจำลอง ตาราง กราฟ เป็นต้น ซึ่งในขั้นนี้ทำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยสามารถอ้างอิงถึงประจักษ์พยานได้อย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นขั้นที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมกับความรู้เดิม ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางลึกซึ้งขึ้น ซึ่งในสถานการณ์ใหม่จะใช่เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์นั้นมาอธิบาย โดยครูควรจัดกิจกรรมหรือกำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ๆ ให้กับผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์อีกครั้ง

และครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็น เพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มให้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

ขั้นที่ 1 K (What we know) ผู้เรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนด โดยผู้เรียนต้องแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลและรวบรวมสิ่งที่สถานการณ์หรือโจทย์กำหนดมาให้

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) ผู้เรียนบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม สถานการณ์หรือโจทย์ต้องการทราบอะไร โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์ความสำคัญของสิ่งที่ต้องการทราบหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มาจากสถานการณ์หรือโจทย์

ขั้นที่ 3 D (What we did) ผู้เรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ โดยผู้เรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นขั้นตอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 L (What we learn) ผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากการหาคำตอบ

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นที่มีการประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง ซึ่งขั้นนี้จะให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ซึ่งครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการตรวจสอบแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)

ในขั้นนี้ครูต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

6.7 เกณฑ์ร้อยละ 70

หมายถึง เกณฑ์คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับได้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากคะแนนของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี หลังเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี อยู่ในระดับที่ดี

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

1.2 การเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์

1.3 วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

2.3 แนวคิดและทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

2.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

3. เทคนิค KWDL

3.1 ความหมายของเทคนิค KWDL

3.2 ความเป็นมาของเทคนิค KWDL

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL

3.4 ความสำคัญและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

4. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

4.1 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

4.2 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

5. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.2 ที่มาและความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.3 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.4 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.5 การวัดและประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. ความพึงพอใจ

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

7.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

7.3 การสร้างความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

7.4 การวัดความพึงพอใจ

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

9. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

องค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิต หรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาทั้ง 8 สาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายที่ตรวจสอบได้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้อง

และเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจในการใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.2 การเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ 8 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

2.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.4 ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยาสารเคมีในสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของ

ส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.5 เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

2.6 ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรง และการเคลื่อนที่ พลังงาน

2.7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนาไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงาน ความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดารงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

2.8 เทคโนโลยี การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สรุปได้ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น

- เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้วจัดให้

เรียนในสาระชีววิทยา

- เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

- เรื่องกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ ทับซ้อนกันในสาระเคมีและฟิสิกส์

- เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งใน สาระเคมี และฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

3. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น

- เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้เนื้อหาและกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน

- เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกพายุและมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

4. ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. มีการเพิ่มเนื้อหาด้านต่างๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นวัตกรรมและการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ สถานศึกษาควรจัดให้ผู้เรียนได้เรียนทุกสาระเพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาของสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศที่ถูกมองข้ามความสำคัญ ซึ่งสาระนี้เป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วย และที่สำคัญความรู้ในสาระนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลายๆ ด้าน เช่น อาชีพที่เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์ การเดินเรือ การบิน การเกษตร วิศวกร อุตสาหกรรมน้ำมัน นักธรณีวิทยา นักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์ นักบินอวกาศ เป็นต้น ดังนั้น พื้นฐานความรู้สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับผู้เรียน เพราะ

ในอนาคตข้างหน้า นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้ว ยังต้องพัฒนาตนเองเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

1.3.1 สิ่งที่เรียนรู้ในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

3. ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน

4. โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลกการเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพและดาราศาสตร์กับมนุษย์

1.3.2 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์ไฟฟ้าเคมี รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.3.3 คุณภาพผู้เรียนเมื่อเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

คุณภาพผู้เรียนที่เรียนครบทุกสาระเคมี มีคุณภาพ ดังนี้

1. เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมี กฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

3. เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมีการเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมลจำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.3.4 ผลการเรียนรู้และสระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ในสาระเคมี ข้อที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี มีผลการเรียนรู้ข้อ 9 10 11 และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมดังตาราง 1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้ข้อ 9 10 11 และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
มัธยมศึกษาปีที่ 4	9. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ	สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
มัธยมศึกษาปีที่ 4	10. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด	การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ
	11. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย

คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศึกษาความหมายและคำนวณมวลอะตอม มวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ โมล มวลต่อโมล มวลโมเลกุลและมวลสูตร ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ศึกษากฎสัดส่วนคงที่ ร้อยละโดยมวลของธาตุ สูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่าย

ศึกษาหน่วยความเข้มข้นและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล และศึกษาการเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์และจากการเจือจางสารละลายเข้มข้น เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี คำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้น และปริมาตรแก๊สคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ปริมาณสารเมื่อมีสารกำหนดปริมาณ และผลได้ร้อยละ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ

นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
6. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรของสารละลายตาที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละในปฏิกิริยาเคมี

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
5	สารละลาย	ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	9	2
		ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)		1
		ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วย (ppb)		2
		โมลาริตี (M)		1
		โมแลริตี (m)		2
		เศษส่วนโมล		1
		การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์	10	2
		การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น		1
		การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	11	2
		การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย		1
รวม				15

2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

เป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มีการพัฒนามาจากการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาตามลำดับดังนี้

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learing Cycle)

วัฏจักการเรียนรู้ วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ หรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เป็นรูปแบบที่ช่วยในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกัน ดังนี้

Renner; & Stafford (1972) ได้ให้นิยาม *วัฏจักรการเรียนรู้* ว่าเป็นรูปแบบการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้และความเข้าใจใหม่ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ที่ลงมือทำจริง โดยวัฏจักรการเรียนรู้นี้เป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เน้นให้นักเรียน

ได้สำรวจ ทดลอง และคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้น พัฒนาความเข้าใจในแนวคิด และการประยุกต์ใช้ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและการจดจำเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

Good (1973) ให้คำจำกัดความของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) 2 ประการด้วยกัน คือ

1. ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นเทคนิค หรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและเสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem-solving approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้น ตีความหมาย ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ เป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหาได้ระบุลักษณะสำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่เกิดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

Lawson (1995) กล่าวว่าวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาคิดค้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชา

ประสาท เนืองเฉลิม (2550) ได้กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หรือ Inquiry Process ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทในการค้นหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะการตั้งคำถาม การสำรวจ การสังเกต การทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งกระบวนการนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือทำและการคิดอย่างมีระบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การแก้ปัญหา และการสร้างองค์ความรู้ที่ยั่งยืน ผู้เรียนจะไม่เพียงแต่ได้รับข้อมูลและความรู้เท่านั้น แต่ยังเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ในชีวิตจริง

ทิศนา แขมมณี (2551) อธิบายถึงการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ หรือ Inquiry-Based Instruction ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งคำถาม สืบค้นและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำชี้แนวทาง ช่วยให้ผู้เรียนค้นพบ

คำตอบและแนวคิดที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้ทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ กระบวนการนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบเชิงรุก พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงได้ จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาและมีทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ภพ เลาหไพบูลย์ (2552) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่นักเรียนจะมีบทบาทเป็นผู้สืบค้นและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยอาจารย์มีบทบาทเป็นผู้ช่วยและให้คำแนะนำ แนวทางนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม ทดลอง และสำรวจสิ่งต่าง ๆ ในกระบวนการเรียนรู้

จากแนวคิดของนักวิชาการหลายท่านที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักการเรียนรู้ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนมีหน้าที่ในการเป็นผู้สืบค้นและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทางและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักการเรียนรู้นี้ เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือทำด้วยตนเองและการคิดอย่างเป็นขั้นตอน และผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ได้

2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือ ค้นคว้า ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง แล้วนำมาเชื่อมโยงในสิ่งที่ได้ศึกษาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยผ่านกระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความยั่งยืนและช่วยพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีความเป็นมาและพัฒนาตามลำดับ ดังนี้

Karplus (1960, อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ในช่วงปี ค.ศ. 1960 Robert Karplus และคณะทำงานจาก Science Curriculum Improvement Study; SCIS ได้เสนอ วัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจและค้นหา

เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2. ขั้นแนะนำแนวคิด

เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างแนวคิดผ่านการพูดคุยปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนหรือผู้สอนหรือ จากการอ่านหนังสือเรียน

3. ขั้นประยุกต์ใช้แนวคิด

เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้แนวคิดที่เรียนรู้มา เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ใหม่

แต่ก็มีครูอีกจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลัง นั่นคือ ขั้นสร้างและขั้นค้นพบ ดังนั้น Barman and Kotar (1989 อ้างถึงใน สุนิสา ช้างพาลี, 2560, น. 17) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept introduction) และขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application) ต่อมา นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำมโนทัศน์เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่าครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำมโน ทัศน์ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น Carin (1993 อ้างถึงใน สุนิสา ช้างพาลี, 2560, น. 17) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept acquisition) ส่วน Abruscato (1996 อ้างถึงใน สุนิสา ช้างพาลี, 2560) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์

Lawson (1995) วัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้น ขั้นตอนที่ 2 เท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกัน แต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase)

เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการวิเคราะห์ สำรวจ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Term introduction/Concept formation/Concept acquisition phase) เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้กระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้จากขั้นสำรวจให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase)

เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนาข้อที่ค้นพบมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

ต่อมาในปี ค.ศ. 1990 Barman (1992 อ้างถึงใน วีรดา ลิมปิสวัสดิ์, 2564) ได้พัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)

เป็นขั้นที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการกระตุ้นความไม่สมดุลความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด

2. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

เป็นขั้นที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญน้อยลง โดยจุดมุ่งหมายของระยะนี้ คือ ครูและนักเรียนร่วมมือกันสร้างแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน

3. ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase)

เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุด และเป็นขั้นที่จะช่วยกระตุ้นความร่วมมือภายในกลุ่ม เพื่อช่วยใช้ผู้เรียนสามารถจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่ได้มาจาการค้นพบ

4. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ขั้นนี้เป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของ บทเรียน

ต่อมา Roger Bybee (อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษา และจัดทำหลักสูตร ชีววิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Study) หรือที่รู้จักกันในนาม BSCS ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น เพื่อเป็นแนวทางสำ หรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจ ของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนด ประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วย การเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและให้นักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้ประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวม ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ต้องมีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ ในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

เมื่อได้ข้อมูลจากการสำรวจค้นคว้าอย่างเพียงพอแล้วจึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป วาดรูป สร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับสมมุติฐาน ที่ตั้งที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

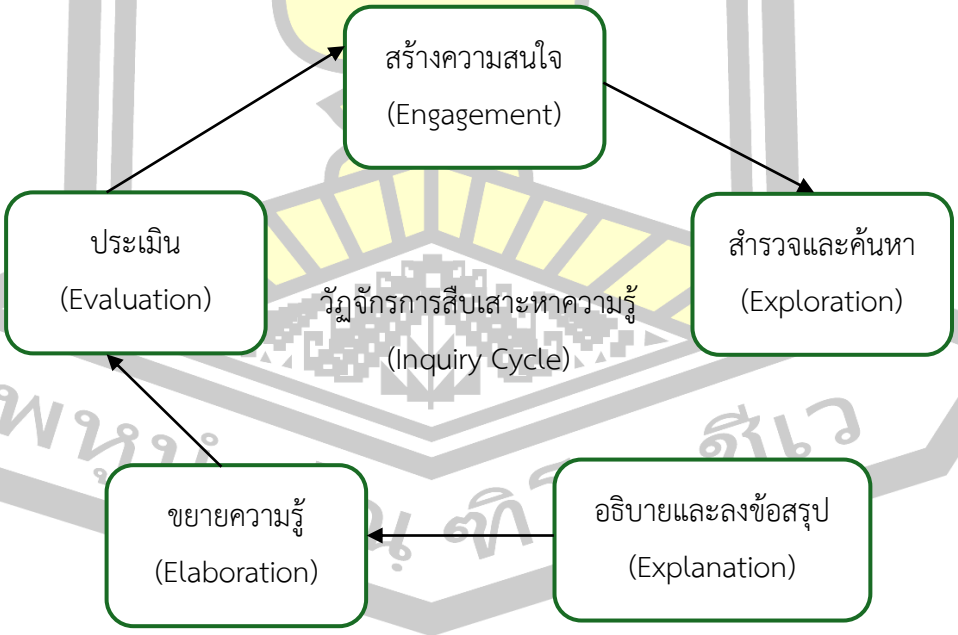
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนาความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือทำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น รวมทั้งครูควรชี้แนะให้ ผู้เรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด มีทักษะ และกระบวนการเพิ่มขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation)

ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใด ครูจะต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ข้อสรุปที่ได้จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย สามารถสรุปได้ดังภาพ 1

0



ภาพ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของ BSCS
(สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ซึ่งการนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้ในการอธิบายหรือประยุกต์กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ ที่จะนำไปสู่ข้อจำกัดหรือข้อโต้แย้งซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นคำถามหรือปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ เรียกว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี รวมถึงการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้เกิดความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

Miami Museum of Science (2001 อ้างถึงใน ขุนทอง คล้ายทอง, 2554) ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS เป็น 7E ซึ่งประกอบด้วย

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Excite) เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนให้เกิดปัญหา

2. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

3. ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูล อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้ (Expand) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน

5. ขั้นอธิบายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนขยายความคิดรวบยอดไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น ๆ

6. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ต

7. ขั้นประเมินผล (Examine) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraff (2003; อ้างถึงใน สุนิสา ช้างพาลี, 2560) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอนเป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Eisenkraft มีเนื้อหาสาระ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550) ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นเร้าความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใด ก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase)

เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจากัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

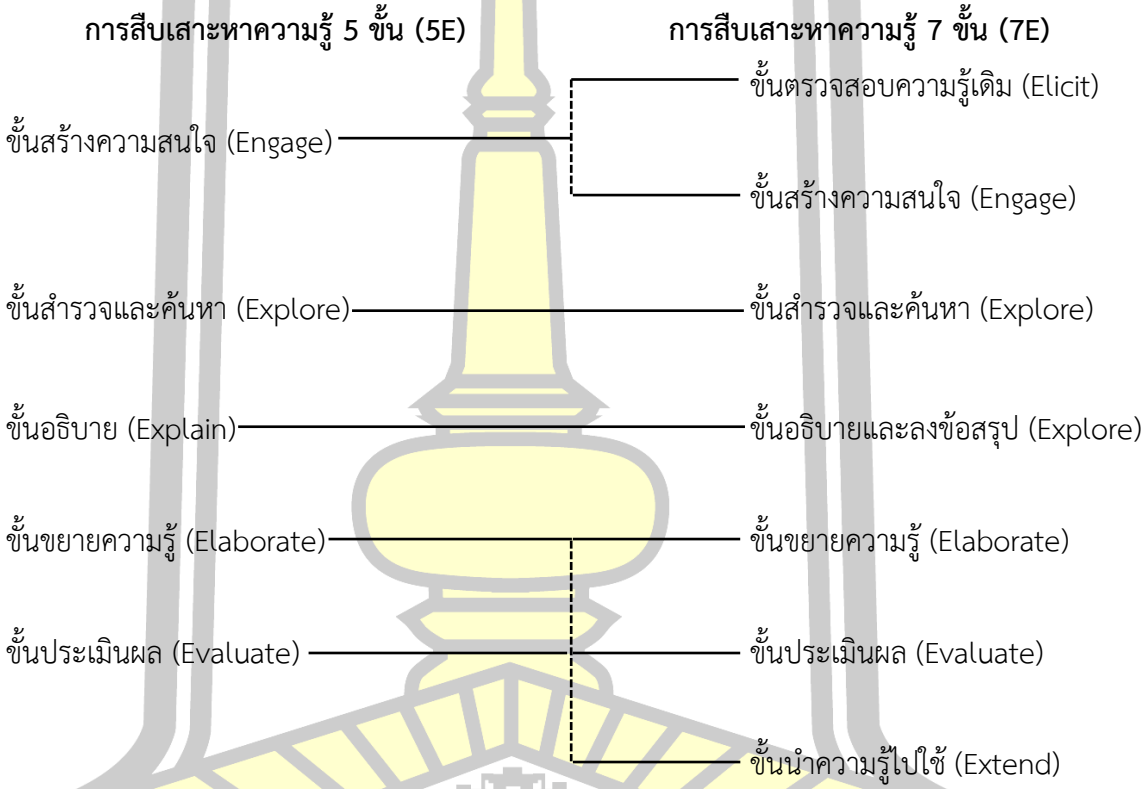
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

จากการขยายกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น ตามแนวคิดของ Eisenkraft (2003) ซึ่งขั้นที่เพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น ได้แก่ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) และขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 แสดงการขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E
(Eisenkraft, 2003; อ้างถึงใน สุนิสา ช้างพาลี, 2560)

จากขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E จะเห็นว่ารูปแบบการสอนจะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก โดยพบว่าสิ่งที่ครูไม่ควรที่จะละเลยหรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่า ผู้เรียนต้องการเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ผู้เรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด ซึ่งการละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็ก ซึ่งจะเป็นไปสู่จุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ Bransford; Brown and Cocking (2000; อ้างถึงใน กมลวรรณ ทับโต, 2561) นอกจากนี้ยังเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ จากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ สามารถเปรียบเทียบกันได้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ทั้ง 4 แบบ

แบบที่ 1 (3E)	แบบที่ 2 (4E)	แบบที่ 3 (5E)	แบบที่ 4 (7E)
1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นสำรวจและค้นหา	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นเร้าความสนใจ 3. ขั้นสำรวจและค้นหา
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ ขั้นแนะนำคำสำคัญ ขั้นสร้างมโนทัศน์ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์	2. ขั้นอธิบาย	3. ขั้นอธิบาย	4. ขั้นอธิบาย
3. ขั้นประยุกต์ใช้	3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์	4. ขั้นขยายหรือประยุกต์มโนทัศน์	5. ขั้นขยายความรู้
	4. ขั้นประเมินผล	5. ขั้นประเมินผล	6. ขั้นประเมินผล 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

ที่มา : Tolman and Hardy (1995; อ้างถึงใน กมลวรรณ ทับโต, 2561)

จากการศึกษาความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีความเป็นมาเริ่มต้นมาจาก Eisenkraft (2003) ซึ่งได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จากวัฏจักร 5 ขั้น เป็นวัฏจักร 7 ขั้น เนื่องด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีขั้นตอนที่ไม่ต่อเนื่อง จึงได้มีการเพิ่มขั้นตอนในวัฏจักรการเรียนรู้อีก 2 ขั้นตอน

คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม และขั้นนำความรู้ไปใช้ โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและสนุกกับการเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ และสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้สร้างประสบการณ์ของตนเองในชีวิตประจำวันได้

2.3 แนวคิดและทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนค้นหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งแนวคิดและทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวแนวคิดและทฤษฎี ไว้ดังนี้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521) การเรียนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องทำการสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้อย่างมีความหมาย จึงจามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเองและสามารถเก็ยเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้เป็นเวลานาน สามารถนำออกมาใช้ได้เมื่อเจอสถานการณ์ต่อหน้า ดังนั้น การที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้นั้น ต้องผ่านกรับวนการเรียนรู้ที่หลายหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบสอบ ซึ่งเริ่มต้นในปี ค.ศ. 1957 โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาได้มีการร่วมประชุมปรึกษาเพื่อที่จะทำการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพด้านการศึกษาให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ซึ่งพบว่าเนื่องจากความรู้ด้านวิชาการต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนผู้เรียนไม่สามารถรับรู้ข้อมูลเนื้อหาได้ทั้งหมด และถ้าเรียนตามความรู้ที่มีอยู่นั้นจะทำให้ผู้เรียนค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ช้า จึงมีความจำเป็นต้องทำการปรับปรุงการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

Salavin (1994) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์” เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนนั้นมีบทบาทในการศึกษาค้นคว้า เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยพยายามค้นคว้าความรู้จากการสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่มีความขัดแย้งกับความรู้เดิม โดยกระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

ทิศนา แขมมณี (2545) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานสำคัญมากจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายได้ว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้รับหรือซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดสภาวะที่ไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะสมดุล (equilibrium) โดยจะมีการใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้นจากการมี

ปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับความคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น

Eisenkraft (2003) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเองซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี การสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นในเรื่องการตรวจสอบความรู้เดิม และการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการตรวจสอบความรู้เดิมจะใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น อาจจะด้วยการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ โดยใช้กระบวนการสำรวจค้นหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ และนำความรู้ที่ได้รับไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับมีความคงทนและยาวนาน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) การจัดการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนมีการสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ครูผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนสภาพการณ์ ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดสภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่มีความสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม โดยผู้เรียนต้องปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้น

สุรางค์ โค้วตระกูล (2553) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism มีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้นั้นผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ แต่ในกลุ่มนักจิตวิทยา Constructivists มีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการเรียนรู้หรือการสร้างความรู้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรทั้งนี้เนื่องจาก ความเชื่อพื้นฐานของ Constructivism ซึ่งมีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือ จากทฤษฎีพัฒนาการของพีอาเจต์และวิก็อทสกี้ทฤษฎี Constructivism จึงแบ่งออกเป็น 2 แนวคิด

1. Cognitive constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของพีอาเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำและเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้น เป็นเหตุ ให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทาง พุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

2. Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิก็อทสกี้ ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองาน ในสภาวะสังคมซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น

แม้ว่านักจิตวิทยา Cognitive constructivists และ Social constructivists จะมีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้อย่างไร แต่ทุกคนต่างก็เห็นร่วมกันใน คุณลักษณะของ Constructivism ดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2. การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน

3. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสัมพันธ์ต่อกันเรียนรู้

4. การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทา ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

จากแนวคิดของนักวิชาการที่กล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีพื้นฐานแนวคิดมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานมากจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งมีเนื้อหาใจความว่า เมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ๆ จะเกิดการซึมซับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ แต่ถ้ากรณีที่โครงสร้างทางความคิดเดิมที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือประสบการณ์นั้น ๆ จะทำให้เกิดสภาวะไม่สมดุลทางความคิด จากนั้นผู้เรียนก็จะค่อยๆ มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดให้เข้าสู่สภาวะสมดุลอีกครั้ง นอกจากนี้ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) นั้นจะมีการเน้นที่ขั้นตอนของการทบทวนความรู้เดิมและขั้นตอนของการขยายความรู้ เพื่อให้การเรียนของผู้เรียนนั้นมีความสมบูรณ์ขึ้น

2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู่ 7 ขั้น (7E) เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนถ่ายโอนความรู้ด้วยการค้นคว้าหาความรู้โดยผ่านกระบวนการคิด และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมขงผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องการจะเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อ้างอิงมาจากแนวคิดของ Eisenkraft (2003) มีเนื้อหาสาระดังนี้ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550)

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase)

ครูจะต้องทำหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่ เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคน มีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement phase)

ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเตอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase)

เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase)

เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลองโดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase)

ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)

ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)

ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้อันที่จะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตัวเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิด การเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและ ลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดมุ่งหมายของ การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตามแนวคิดของ Eisenkraft ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ คือ การจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีขั้นตอนการสอน 7 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ เชื่อความรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ซึ่งขั้นนี้ครูสามารถทราบถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนแต่ละคน ครูควรเติม เต็มส่วนใดให้ผู้เรียน และสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ โดยครูจะมีหน้าที่ กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามให้ผู้เรียนมีความอยากรู้ และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้ผู้เรียนซึ่งจะทำให้ ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งกับความรู้ที่เคยรู้มาก่อน และครูจะเป็นผู้ที่กระตุ้นผู้เรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญ และไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูสนใจ ควรที่จะเป็นประเด็นที่นักเรียนศึกษาเพื่อที่จะ นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา ในขั้นนี้เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้ว จากนั้นมีการ วางแผน กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน วิธีการตรวจสอบ ซึ่งสามารถทำได้ลายวิธี เช่น การทดลอง สืบค้น สำรวจ เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้า สำรวจตรวจสอบปัญหา และรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย ขั้นนี้เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ผู้เรียนจะนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง ตารง กราฟ เป็นต้น ซึ่งจะให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยสามารถอ้างอิงถึงประจักษ์พยานได้อย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป โดยขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นำองค์ความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมเข้ากับความรู้เดิม ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น โดยครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตัวผู้เรียนเองให้มีความสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม และครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็น เพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มให้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

6. ขั้นประเมินผล ขั้นนี้เป็นขั้นที่มีการประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง โดยขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ซึ่งครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการตรวจสอบแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ในขั้นนี้ครูต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

ซึ่งจะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีขั้นตอนในการเรียนรู้ที่เริ่มตั้งแต่การทบทวนความรู้เดิมเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เก่าหรือความรู้เดิมที่มีไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ และได้ทำการค้นหาหลักฐานเพื่อมาใช้ในการอธิบายและนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าไปเชื่อมโยงกับเรื่องราวอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยครูผู้สอนต้องมีวิธีการประเมินความรู้ของผู้เรียนและมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช่ต่อให้เกิดประโยชน์ ซึ่งกระบวนการต่าง ๆที่ได้กล่าวมานั้น จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น เช่น การตั้งคำถาม การสังเกต การค้นหาข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การสรุปผล เป็นต้น

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จึงเป็นวิธีที่น่าจะนำมาใช้เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้ดีขึ้น

2.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไปใช้ ครูควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน เนื่องจากความรู้ความสามารถของผู้เรียนนั้นมีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและนักเรียน เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งบทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงบทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ดังนี้

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้เป็นผู้มีคุณลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนกระตุ้นให้เด็กคิดโดยการสร้างสถานการณ์ชักชวนให้เด็กตั้งคำถาม สอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน

2. ผู้สอนให้การหนุนกำลัง เมื่อเด็กถามมาก็ให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้นกล่าวชมและช่วยปรับปรุงในคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดีขึ้น

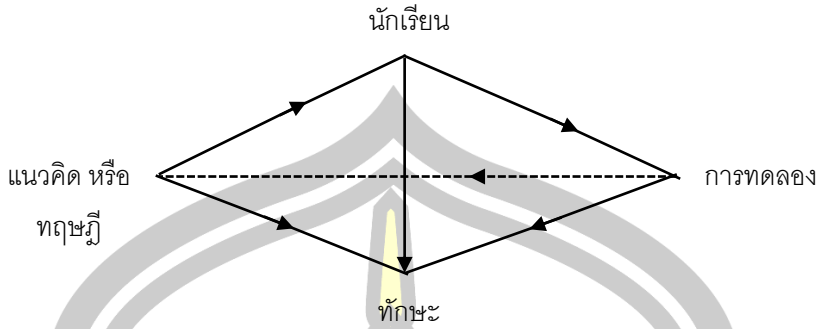
3. ผู้สอนทวนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคาถามอยู่บ่อย ๆ เพื่อพิจารณาดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร

4. ผู้สอนเป็นผู้กำกับแนะนำ ครูจะชี้แนวทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้องควบคุมเมื่อเด็กออกนอกลู่นอกทาง

5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีสอน การสร้างบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพ

6. ครูเป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่า บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้นี้ สสวท. กล่าวไว้ชัดเจนว่าในบทเรียนต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง หมายความว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้มิใช่มาจากครูทั้งหมดที่มาจากครูมีเพียงส่วนน้อย เป็นแต่เพียงส่วนประกอบเท่านั้น นักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดเป็นผู้สรุปองค์ความรู้ นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้ คำแนะนาเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใด ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง ในเรื่องบทบาทของนักเรียนถ้าดูแผนภูมิของ สสวท. จะเห็นว่านักเรียน คือ ผู้ค้นหาคำตอบ



ภาพ 3 แผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท.
(สุวัฒน์ นิยมค้า, 2531)

ชุติมา วัฒนะคีรี (2540) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. แนะนำนักเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
2. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น
3. คอยช่วยเหลือให้คำแนะนาขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน เช่น ถามคำถาม อธิบายข้อข้องใจบางอย่าง
4. แนะนาศัพท์ใหม่ๆ ที่พบขณะทำการทดลอง เช่น ละลาย ขยายตัว แรงดันอุณหภูมิ
5. กระตุ้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูล และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2546) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทดังนี้

1. ต้องรู้จักใช้คาถาม
2. อดทนที่จะไม่บอกคำตอบ แต่ต้องกระตุ้นและเสริมพลังให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง
3. ต้องให้กำลังใจ ให้นักเรียนมีความพยายาม
4. รู้ว่าธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ดังนั้น การถามนำนักเรียนอาจคิดไม่เหมือนกันบางครั้งอาจต้องบอกให้บ้าง
5. เข้าใจและรู้ความหมายของพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
6. มีเทคนิคในการจัดการให้นักเรียนแก้ปัญหา
7. อดทนที่จะฟังคำถามและคำตอบของนักเรียน แม้ว่าคำถาม คำตอบเหล่านั้นอาจไม่ชัดเจน
8. รู้วิธีบริหารจัดการชั้นเรียน ให้นักเรียนมีอิสระในการคิด การศึกษาค้นคว้าโดยไม่เสียระเบียบของชั้นเรียน
9. รู้จักนำข้อผิดพลาดมาใช้เป็นโอกาสในการสร้างสรรค์แนวคิดในการค้นคว้าทดลองใหม่

จากบทบาทหน้าที่ของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า ครูจะเป็นผู้กระตุ้นและแสดงปัญญา เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง จัดหาอุปกรณ์ อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน และตั้งคำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองหรือร่วมกันอภิปรายผลการทดลองในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

ประสาท เนืองเฉลิม (2550) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไปใช้ ครูควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียน เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สามารถสรุปได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงบาทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	- ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ประสบการณ์เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
2. เร้าความสนใจ (Engage)	- สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจค้นหา (Explore)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทางานร่วมกันใน การสำรวจตรวจสอบ - ซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทาง - นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	- อภิปรายประเด็นที่ต้องการรู้ - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือก กับคนอื่นๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. อธิบาย (Explain)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคาอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทาความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นาความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นาความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคาถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ
6. ประเมินผล (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคาถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะแนวทางในการนาความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่าเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2552) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์โดยการถามคำถาม เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนเกิดความสนใจและค้นคว้า หาความรู้ต่าง ๆ เป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า แล้วให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง ส่วนบทบาทของนักเรียนนักเรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นผู้ตอบคำถาม ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบได้เป็นมโนมติหลักการต่าง ๆ

จากที่ได้ศึกษาบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตาม ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการสอนที่ครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นให้เกิดกระบวนการคิดที่นำไปสู่การตั้งคำถามและลงมือปฏิบัติ ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ โดยครูนั้นจะเป็นผู้ช่วยคอนแนะนำ และจัดกิจกรรมการเรียนให้มีความเหมาะสมกับความรู้ ความสามารถของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนสนใจในเรื่องใดถนัดในเรื่องใด และต้องดูความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนด้วย เพื่อที่จะให้ผู้เรียนนั้นใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างภาคภูมิใจ

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพราะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีได้ดียิ่งขึ้น

3. เทคนิค KWDL

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองทางด้านสติปัญญา ทักษะพัฒนาทักษะทางสังคม พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนหลายรูปแบบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะส่งผลให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี โดยเทคนิค KWDL ที่กล่าวมาในข้างต้นนี้ ทางผู้วิจัยได้ศึกษาตามลำดับดังนี้

3.1 ความหมายของเทคนิค KWDL

เทคนิค KWDL เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์และสรุปเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของเทคนิค KWDL จากผู้วิจัยและนักวิชาการท่านอื่น ๆ ไว้ดังนี้

Shaw and others (1997) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What We Know) เรารู้อะไร
2. W (What We Want to Know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What We Do to Find Out) เราทำอะไรไปบ้างแล้ว
4. L (What We Learned) เราเรียนรู้อะไรบ้าง

วัชรา เล่าเรียนดี (2547) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช่เทคนิค KWDL หมายถึง การเรียนรู้แบบที่จะช่วยชี้นำการคิด แนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามต่างๆ และยังสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ และเร้าความสนใจได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. K (What We Know) เรารู้อะไร
2. W (What We Want to Know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What We Do to Find Out) เราทำอะไร อย่างไรหรือเรามีวิธรการอย่างไร
4. L (What We Learned) เราเรียนรู้อะไรบ้าง

ไอ ที แคท (2550) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL หมายถึง เทคนิคการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา โดยจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. K (What We Know) เรารู้อะไร
2. W (What We Want to Know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What We Do to Find Out) เราทำอะไร อย่างไร
4. L (What We Learned) เรารู้อะไร

พัทธมน วิริยะธรรม (2559) ได้สรุปความหมายของเทคนิค KWDL คือ เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่มีการใช้คำถามหรือโจทย์ปัญหาเป็นตัวกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ K (โจทย์บอกอะไรบ้าง), W (โจทย์ให้หาอะไรบ้าง), D (ดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา) และL (คำตอบที่ได้)

ปราวัณ เหง้าโคกงาม (2562) ได้สรุปความหมายของเทคนิค KWDL ไว้ว่า เทคนิค KWDL หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What we know) เรารู้อะไร
2. W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร
4. L (What we learned) เราเรียนรู้อะไร

เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ตระหนักในกระบวนการหาคำตอบที่เป็นขั้นตอนและสามารถสืบค้นย้อนกลับไปถึงปัญหาได้ และเป็นเทคนิคในการหาคำตอบอย่างเป็นระบบชัดเจน

ปรียาณ์ภัสนา กรสุ่มมาตย์ (2562) ได้ให้ความหมายของเทคนิค KWDL คือ เทคนิคKWDL หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ ที่นำการอ่านมาเป็นแนวทางช่วยในการวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What we know) เรารู้อะไรบ้างจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) เราหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไรและมีวิธีการอย่างไร

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) เราจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อหาคาตอบตามที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 4 L (What we learned) เราเรียนรู้อะไร อะไรที่เราสรุปได้เป็นความรู้

จากการศึกษาความหมายของเทคนิค KWDL ทางผู้วิจัยสรุปได้ว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่อาศัยทักษะทางการอ่านมาช่วยในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ชี้นำการคิด แนวทางในการอ่านและการหาคำตอบได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้น K (What we know) เรารู้อะไรจากโจทย์ที่กำหนดให้ ขั้น W (What we want to know) โจทย์ที่กำหนดให้ต้องการทราบอะไร ขั้น D (What we do to find out) เราต้องแก้ปัญหาอย่างไร ขั้น L (What we learned) เราได้คำตอบและได้เรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์

3.2 ความเป็นมาของเทคนิค KWDL

เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่ใช้พัฒนาทักษะทางด้านการอ่านเพื่อความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่อ่านได้เร็วขึ้น ซึ่งเทคนิค KWDL มีความเป็นมาและพัฒนาการ ดังนี้

Carr and Ogle (1987 อ้างถึงใน พัชรา โภชนุกูล, 2557) ได้พัฒนาการสอนแบบ KWDL โดย Ogle ในปี ค.ศ. 1986 เพื่อใช้สอนและฝึกทักษะทางการอ่านและต่อมาได้พัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้น โดยยังคงสาระเดิมไว้ แต่เพื่อการเขียนผังสัมพันธ์ทางความหมาย (Semantic Mapping) สรุปเรื่องที่อ่านและมีการนำเสนอเรื่องจากผังอันเป็นการพัฒนาทักษะการเขียนและการพูด นอกเหนือไปจากทักษะการฟังและการอ่าน โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การสอนทักษะภาษาและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาอื่นที่มีการอ่านเพื่อทำความเข้าใจ เช่น วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น เพราะว่าผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผน การตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูล เพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีประโยชน์ในการฝึกทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุป และนำเสนอ โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What We Know)

ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know)

ขั้นที่ 3 L (What We Learn)

Shaw et al. (1997) กล่าวว่าได้พัฒนาเทคนิค KWDL มาจาก Ogle’s (1986) คือ เทคนิค KWL ซึ่ง เป็นเทคนิคที่ช่วยให้เข้าใจและปรับปรุงประสิทธิภาพในการอ่าน เมื่อมีการพัฒนาได้มีการเติม “D” เข้าไป ซึ่งสามารถใช้ในการช่วยแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

K (What I know) เป็นขั้นที่มีความเกี่ยวข้องกับการอ่านและอภิปรายโจทย์ว่าให้ข้อมูลอะไร มาบ้าง

W (What I want to find out) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทราบว่าโจทย์ถามอะไร มีความหมายว่าอย่างไร และจะวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหานี้อย่างไร

D (What I did) เป็นขั้นที่มีการลงมือทำเพื่อหาคำตอบจากวิธีการที่ได้วางแผนไว้

L (What I learned) เป็นการตอบคำตอบในสิ่งที่โจทย์ถามหรือเป็นการอธิบายเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) กล่าวว่า KWDL พัฒนาโดย (Shaw et al., 1997) ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดย Shaw ได้เสนอแนะว่าเป็นการสอนที่เหมาะสาหรับนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะสาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่แก้โจทย์ปัญหาไม่ได้นั้นเนื่องมาจากนักเรียนไม่เข้าใจคำและภาษาในโจทย์ อ่านโจทย์แล้วไม่ทราบว่าจะใช้วิธีใดคำนวณ และยังขาดยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์

ปัญหา จึงจำเป็นต้องสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการตีความหรือเข้าใจภาษาโจทย์ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น

วัชรา เล่าเรียนดี (2554) กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ (Ogle, 1986) ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐานเช่นเดียวกัน การดำเนินตามลำดับขั้นตอน KWDL จะช่วยชี้นำการคิดแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น จากนั้นยังสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ความต้องการเข้าใจนักศึกษาได้เป็นอย่างดี ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

K: เรารู้อะไร (What we know) หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง (สำหรับคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์)

W: เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we want to know) โจทย์ให้อะไรหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง

D: เราทำอะไร, อย่างไรและหาคำตอบ (What we do) หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้างหรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร

L: เราเรียนรู้จากอะไร (การดำเนินการ ขั้นที่ 3) (What we learned) ซึ่งคือคำตอบสาระความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น

จากที่ได้ศึกษาความเป็นมาของเทคนิค KWDL ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เทคนิค KWDL มีความเป็นมาเริ่มต้นมาจาก Ogle ในปี ค.ศ. 1986 โดยมีขั้นตอนในการเรียนการสอนอยู่ 3 ขั้นตอน จากนั้น ในปี ค.ศ. 1997 Shaw ได้เพิ่มอีกขั้นตอนเข้าไปนั่นคือขั้นตอนลงมือทำเพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา จึงทำให้มีขั้นตอนการสอนเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 4 ขั้นตอน โดยเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคเพื่อใช้สอนและฝึกทักษะทางการอ่านของผู้เรียน ซึ่งเทคนิคนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับรายวิชาที่ต้องมีการอ่านจับใจความ เช่น วิชาสังคมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น โดยจะให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำความเข้าใจในโจทย์ปัญหาที่ให้ ได้มีการวางแผน ตรวจสอบความเข้าใจตนเอง การจัดระบบของข้อมูลเพื่อที่จะสามารถดึงเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL

จากความหมายและความเป็นมาของเทคนิค KWDL ที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ในเรื่องของการแก้ไขโจทย์ปัญหา เพื่อที่จะได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีนักวิชาการและนักวิจัยได้กล่าวถึงกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้

Shaw et al. (1997) กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ไว้ดังนี้

K คือ รู้อะไรอยู่บ้างแล้ว

ในขั้นตอนนี้ ผู้อ่านระดมความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่อ่านว่ารู้อะไรอยู่บ้างแล้วครูทำหน้าที่บันทึกคำตอบและช่วยนักเรียนจัดหมวดหมู่ของข้อมูลเหล่านั้น ช่วยอธิบายความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อนหรือช่วยอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเป็นกลุ่ม ขั้นตอน “K” จะเกี่ยวข้องกับการอ่านโจทย์ปัญหา ตีความ ถกประเด็นเกี่ยวกับข้อมูลที่ให้มาอาจรวมทั้งกระบวนวิธีอื่น เช่น ลงมือปฏิบัติตามที่ปัญหากำหนด วาดรูป ทำแผนภูมิเพื่อว่านักเรียนจะได้เข้าใจปัญหาและรู้ว่าตนรู้อะไรบ้างแล้วเกี่ยวกับปัญหานั้น

W คือ ต้องการจะรู้อะไร

ด้วยการชี้แนะจากครู นักเรียนจะบอกสิ่งที่พวกเขาต้องการเรียนรู้ได้บ่อยครั้งนักเรียนจะมีคำถามที่ยัง ไม่ได้ตอบในเรื่องที่อ่าน หรือนักเรียนอาจยกหัวข้อที่ยังไม่ได้ถกประเด็นกันขึ้นมาและต้องค้นหาจากแหล่งความรู้อื่น เพื่อที่จะหาคำตอบและข้อมูลเหล่านั้น สำหรับการแก้โจทย์ปัญหานั้น ขั้นตอน “W” จะเกี่ยวข้องกับ ข้อตกลงของกลุ่มในเรื่องที่โจทย์ถามว่าคำถามคืออะไร และคำถามนั้นหมายความว่าอะไรส่วนขั้นตอนที่ว่าต้องการรู้อะไรนั้นอาจเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของนักเรียนในการวางแผนจะแก้ปัญหา พวกเขาอาจตกลงกัน ว่าจำเป็นต้องไปหาข้อมูล และต้องตัดสินใจว่าจะไปหาแหล่งข้อมูลที่ไหน หรือบางครั้งอาจต้องทำโพล หรืออาจต้องไปคุยกับใคร ๆ หรืออาจต้องทำการวัดทำการทดลองหรือต้องไปค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเตอร์เน็ต เป็นต้น

L คือ ได้เรียนรู้อะไร

ขั้นตอนนี้ของ (Ogle, 1986) ให้นักเรียนอ่านในใจและบันทึกว่าได้รู้อะไรบ้าง แล้วนำมาเล่าสู่กันฟัง แล้วบันทึกไว้ ขั้นตอนนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ขัดเกลาและขยายความคิดเห็นทั้งกระบวนการอ่านและกระบวนการเขียน ในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นตอน “L” นี้ประสงค์ให้ผู้เรียนบอกคำตอบรวมทั้งอธิบายและชี้แจงถึงขั้นตอน ของการดำเนินการแก้ปัญหาพวกเขา หรืออาจให้ผู้อื่นช่วยตรวจสอบเพื่อความแน่ใจหรือพวกเขาอาจพูดกันถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบของพวกเขาเอง กลุ่มนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมให้เห็นผลสะท้อนและได้เขียน เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปที่ได้เรียนรู้ตัวอย่าง เช่น นักเรียนกลุ่มหนึ่งอาจเขียนและพูดเกี่ยวกับเรื่องวิธีการวาดภาพ ช่วยได้อย่างไรหรือการที่พวกเขาได้ใช้กระบวนวิธีเดาและตรวจสอบอย่างไร เป็นต้น นอกเหนือจากขั้นตอนของ (Ogle, 1986) แล้วในทางคณิตศาสตร์ได้เพิ่มขั้นตอนตอน “D” อีก 1 ขั้นตอนโดยจัดไว้ในลำดับดับที่ 3 ก่อนขั้นตอน “L”

D คือ ได้ทำอะไรไปแล้วบ้าง

สมาชิกของกลุ่มได้ใช้แบบบันทึกไปด้วยขณะที่ช่วยกันแก้ปัญหาขั้นตอน “รู้อะไรบ้างแล้ว” และ “ต้องการจะรู้อะไร” นั้นได้ช่วยให้พวกเขาเข้าใจปัญหาแล้ววางแผนที่จะหาวิธีแก้แล้วจึงประเมิน

คำตอบส่วนการบรรยายว่า “ได้ทำอะไรไปแล้วบ้าง” แล้วบันทึกไว้นั้นช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีสติถึงแผนและกระบวนการดำเนินงานที่พวกเขาได้ใช้ในขณะที่ทางานร่วมกันในการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในแบบต่าง ๆ

วีระศักดิ์ เลิศโสภา (2544) นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนำมาบูรณาการกับการเรียนแบบร่วมมือกัน (Cooperative Learning) ด้วยการปรับรูปแบบการเรียนให้เหมาะสมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความรู้เดิมโดยนาเสนอสถานการณ์ปัญหาหรือเกมคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินการสอนใช้เทคนิคการสอน KWDL ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน

1) หาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 - 5 คน ให้นักเรียนร่วมกันระดมสมองหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

2) นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์ที่กำหนดให้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

3) ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนช่วยกันแก้โจทย์ปัญหา โดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบ และตรวจคำตอบที่ได้

4) สรุปสิ่งที่ได้จากการเรียน ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอรูปแบบ และแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะอิสระ นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นวัดและประเมินผล สังเกตการร่วมกิจกรรมตรวจผลงานกลุ่ม และแบบฝึกหัด

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547) นำเทคนิค KWDL มาปรับรูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรมให้เหมาะสมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ทบทวนความรู้เดิมโดยการยกสถานการณ์ปัญหาในเรื่องที่เรียนมาแล้วสนทนาซักถามนักเรียนให้ร่วมกันตอบคำถาม

1.2 แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบและบทบาทการทำงานกลุ่ม

1.3 เร้าความสนใจ โดยใช้เกมคณิตศาสตร์

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทั้งชั้นแล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบหรือสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์

W ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พร้อมทั้งเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

D ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแผนที่ได้วางไว้

L ครูและนักเรียนร่วมสรุปการแก้ปัญหาและอธิบายตามแผนที่ได้วางไว้

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูคอยแนะนำด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน ร่วมกันปฏิบัติตามบัตรกิจกรรม KWDL

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ

3.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 - 5 คน (อาจใช้กลุ่มเดิมหรือจัดกลุ่มใหม่ก็ได้)

3.2 ให้นักเรียนร่วมกันทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยตรงและ ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่าง ๆ จากตัวอย่าง เพื่อฝึกทักษะการนำไปใช้จากแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้น

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มของสมาชิก

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระสำคัญของการเรียนรู้

4.2 ครูประเมินผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบประจำหน่วย

4.3 นักเรียนเสนอแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทางานร่วมกัน เพื่อประสิทธิภาพการพัฒนาการทางานกลุ่ม

พัทธมน วิริยะธรรม (2559) ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี โดนนำมาร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ด้วยการปรับรูปแบบให้เหมาะสม ซึ่งจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยมีครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดในการหาเหตุผล แล้วสรุปเป็นหลักการด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นนี้ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้เดิมออกมาเพื่อครูจะได้ทราบถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนแต่ละคน

2. ขั้นเร้าความสนใจ เป็นขั้นที่นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม ตอบคำถามและกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นนี้ครูให้โอกาสนักเรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ลงมือ ปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลมาด้วยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ครูจะ

เป็นผู้คอนแนะนำ ยกตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนต้องใช้เทคนิค KWDL เข้ามาร่วมแก้โจทย์ปัญหา นั้น

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียน ต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการหรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำ ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุปหรือใช้ตาราง KWDL เป็นต้น

5. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะช่วย ให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้สึกกว้างขวางลึกซึ้งขึ้น ซึ่งในสถานการณ์ใหม่จะใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ๆ ให้กับนักเรียน

6. ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ให้ เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปัญหาใหม่ขึ้น

วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ. (2560) ได้กล่าวถึงกระบวนการไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ

1.1 กระตุ้นความสนใจด้วยเกม เพื่อทบทวนความรู้และครูชี้แจงจุดประสงค์ในการเรียน

2. ขั้นสอน

2.1 นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาตามตาราง KWDL ดังนี้

K = โจทย์ต้องการทราบอะไร

W = หาสิ่งที่โจทย์ต้องการและวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

D = แก้โจทย์ตามกระบวนการที่วางไว้

L = สรุปข้อมูลและความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

2.2 แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย แล้วให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ

3. ขั้นฝึกทักษะอิสระ นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

4. ขั้นสรุปและประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบ

ปราวัณ เหง้าโคกงาม (2562) ได้นำเทคนิค KWDL เข้ามาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยอาจเกิดจากความสงสัยหรือเริ่มจากความสนใจในตัวของผู้เรียนจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษา วงแผน กำหนดแนวทางในการตรวจสอบทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล โดยในขั้นนี้ครูจะแสดงตัวอย่างของโจทย์แบบปกติและแสดงโจทย์ด้วยเทคนิค KWDL จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดปรึกษากันได้ภายในกลุ่ม โดยเทคนิค KWDL ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What we know) เรารู้อะไร
2. W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร
4. L (What we learned) เราเรียนรู้อะไร

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อผู้เรียนได้ทำการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลมาอย่างเพียงพอแล้ว ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น จากการบรรยาย หรือการใช้ตาราง เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งในสถานการณ์ใหม่จะใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ๆ ให้กับผู้เรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้หรือกระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนมา ซึ่งในขั้นนี้ครูจะแจกแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เทคนิค KWDL มาใช้ในการแก้โจทย์ ซึ่งผู้เรียนจะไม่มีการปรึกษากันในกลุ่ม

จากการศึกษาขั้นตอนของเทคนิค KWDL จากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ที่นำมาร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในแบบต่าง ๆ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เทคนิค KWDL มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิม โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นโดยการตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และได้แสดงความรู้เดิมออกมาเพื่อให้เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้จากประเด็นคำถามที่ครูตั้งขึ้นมา

2. ขั้นดำเนินการ เป็นขั้นที่ครูดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอน KWDL ดังนี้

1. K (What we know) ในโจทย์ปัญหากำหนดสิ่งใดมาบ้าง

2. W (What we want to know) จากโจทย์ปัญหา ต้องการทราบสิ่งใด

3. D (What we do to find out) มีวิธีในการหาคำตอบได้อย่างไร

4. L (What we learned) เราได้เรียนรู้และได้คำตอบใดในโจทย์ปัญหา

3. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ครูให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะเป็นแบบฝึกหัดจากหนังสือหรือแบบฝึกหัดที่ครูได้สร้างขึ้น

4. ขั้นสรุปและวัดประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการทำกิจกรรมและตรวจแบบฝึกหัดและสรุปบทเรียน

3.4 ความสำคัญและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการเรียนรู้เพื่อพัฒนาด้านการอ่านจับใจความ การคิดวิเคราะห์ ซึ่งนำไปสู้การแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ ซึ่งมีนักวิชาการและนักวิจัยได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDLไว้ ดังนี้

วีระศักดิ์ เลิศโสภา (2544) ได้กล่าวไว้ว่า เทคนิค KWDL เป็นวิธีการสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถ ดังนี้

เทคนิค KWDL จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาสติปัญญา พัฒนาทักษะทางสังคมและความสามารถของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้เกิดผลสะท้อนหลากหลายรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีได้ นอกจากให้ผู้เรียนพิจารณาจากข้อความหรือคำถามที่กำหนดให้แล้ว ซึ่งเป็นการกำหนดกรอบความคิดหรือเป้าหมายไม่ให้เบี่ยงเบนไปในทิศทางอื่น การวิเคราะห์เปรียบเทียบก่อนหาข้อสรุปด้วยตนเอง และยังช่วยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน ได้มีโอกาสเรียนรู้พร้อมรับการฝึกวิธีคิดอย่างมีระบบ และขั้นตอนร่วมกัน

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย

2. ช่วยสงเสริมพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์

3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแกโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาสติปัญญา พัฒนาการคิด พัฒนาทางสังคมโดยเฉพาะถ้าจัดให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

วัชรา เล่าเรียนดี (2556) กล่าวว่าเทคนิค KWDL เป็นวิธีการที่มีคำถามนำสำหรับการให้คิดหาข้อมูลของคำตอบที่ต้องการในแต่ละขั้นตอน ดังนั้น เทคนิค KWDL จึงเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมการอ่านเชิงวิเคราะห์ จึงกล่าวได้ว่าเทคนิค KWDL จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการเรียนการสอนเรื่องโจทย์ปัญหา

ในวิชาคณิตศาสตร์ เพราะปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นอกจากการคิดคำนวณคือ การอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่เข้าใจ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ดังนั้น ครูจึงต้องคอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนได้คิดพิจารณาและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้หลากหลายมากที่สุด

ณัฐชตะ ใจตรง (2563) ได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิค KWDL ไว้ว่า เป็นเทคนิคที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยจะฝึกให้ผู้เรียนมีการคิด วิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาสถานการณ์ที่ได้มาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และสามารถให้ผลลัพธ์ได้อย่างเหมาะสมพร้อมทั้งสามารถให้เหตุผลประกอบได้

เบญจลักษณ์ ภูสามารถ (2563) ได้สรุปประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ได้ว่า เทคนิคการสอนรูปแบบนี้มีประโยชน์อย่างมากในการนำมาแก้ไขปัญหาทางการเรียนรู้เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยความสามารถในการอ่าน การคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน หลักเทคนิค KWDL นี้จะช่วยฝึกให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนถี่ถ้วน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกับคำถามหรือโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและยังสามารถนำไปประยุกต์ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันของตนได้อย่างมี ประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ศราวุธ บัวนพ (2556) ได้สรุปความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิค KWDL ได้ว่า นอกจากจะให้ผู้เรียนมาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้แล้วยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่าน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิด เชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์ และถ้าจัดให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มก็จะช่วยพัฒนาทักษะการอยู่ร่วมกันทางสังคมได้

จากการศึกษาความสำคัญและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความสำคัญของเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความสามารถทางการอ่านจับใจความ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์รวมไปถึงการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหา ซึ่งเทคนิค KWDL สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาอื่นๆได้ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ในส่วนของการคำนวณแก้โจทย์ปัญหา วิชาภาษาไทยและสังคม ในส่วนของการอ่านจับใจความเนื้อเรื่อง เป็นต้น โดยประโยชน์ของเทคนิค KWDL นี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะทางด้านการอ่าน คิดวิเคราะห์ แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีระบบเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในคำถามหรือโจทย์ปัญหาที่ครูได้สร้างขึ้นหรือให้สถานการณ์มาได้อย่างชัดเจนและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันของตนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และถ้าในกรณีมีการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่ม เทคนิคนี้ก็จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการอยู่ร่วมกันทางสังคมได้

4. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

ในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) นั้นเป็นวิธีการที่ผู้วิจัยเลือกมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคที่มาช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องของการคำนวณเพิ่มขึ้นนั่นคือเทคนิค KWDL ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการคำนวณ โดยเน้นให้ผู้เรียนอ่านจับใจความสำคัญของโจทย์สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจและแก้ปัญหาโจทย์ได้อย่างถูกต้อง โดยผู้วิจัยได้สรุปการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการค้นคว้า สืบค้นด้วยตนเอง และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยจะมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือความเข้าใจในรูปแบบของตนเองและสามารถนำความรู้ที่เกิดจากการสังเคราะห์ไปใช้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการสรุปตามหัวข้อ ดังนี้ (อ้างอิงจาก พัทธมน วิริยะธรรม, 2559)

4.1 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และเทคนิค KWDL ผู้วิจัยจึงสรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation)

เป็นขั้นที่ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมความรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ โดยขั้นนี้ครูผู้สอนสามารถทราบถึงพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความต่างกันอย่างไร ครูผู้สอนควรเติมความรู้เพิ่มเติมในส่วนใดให้กับผู้เรียน และสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนได้

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจะมีหน้าที่ในการตั้งคำถามในประเด็นที่น่าสนใจอาจจะเป็นเรื่องที่กำลังเป็นกระแสอยู่ในปัจจุบันหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้หรือสงสัยในคำถาม และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งกับความรู้ที่เคยรู้มาก่อน และครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม โดย

เสนอประเด็นที่สำคัญและไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนน้อมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูสนใจ ควรที่จะเป็นประเด็นที่ผู้เรียนศึกษาเพื่อที่จะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นต่อไป

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้ว ครูจะให้โอกาสให้ผู้เรียนได้วางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอด้วยตนเองและยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องใช่เทคนิค KWDL เข้าร่วมแก้โจทย์ปัญหานั้น

ขั้นที่ 1 K (What we know) ผู้เรียนรู้อะไรบ้างในสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) ผู้เรียนหาสิ่งที่สถานการณ์หรือโจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่ผู้เรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) ผู้เรียนต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์หรือโจทย์ที่ต้องการหรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learn) ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนดมา

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ในขั้นนี้เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลที่ต้องการมาแล้ว ผู้เรียนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลผล สรุปผลออกมา และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยาย สร้างแบบจำลอง ตาราง กราฟ เป็นต้น ซึ่งในขั้นนี้ทำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยสามารถอ้างอิงถึงประจักษ์พยานได้อย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นขั้นที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมกับความรู้เดิม ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางลึกซึ้งขึ้น ซึ่งในสถานการณ์ใหม่จะใช่เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์นั้นมาอธิบาย โดยครูควรจัดกิจกรรมหรือกำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ๆ ให้กับผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์อีกครั้ง และครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็น เพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มให้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

ขั้นที่ 1 K (What we know) ผู้เรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนด โดยผู้เรียนต้องแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลและรวบรวมสิ่งที่สถานการณ์หรือโจทย์กำหนดมาให้

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) ผู้เรียนบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม สถานการณ์หรือโจทย์ต้องการทราบอะไร โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์ความสำคัญของสิ่งที่ต้องการทราบหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มาจากสถานการณ์หรือโจทย์

ขั้นที่ 3 D (What we did) ผู้เรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ โดยผู้เรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นขั้นตอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 L (What we learn) ผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากการหาคำตอบ

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

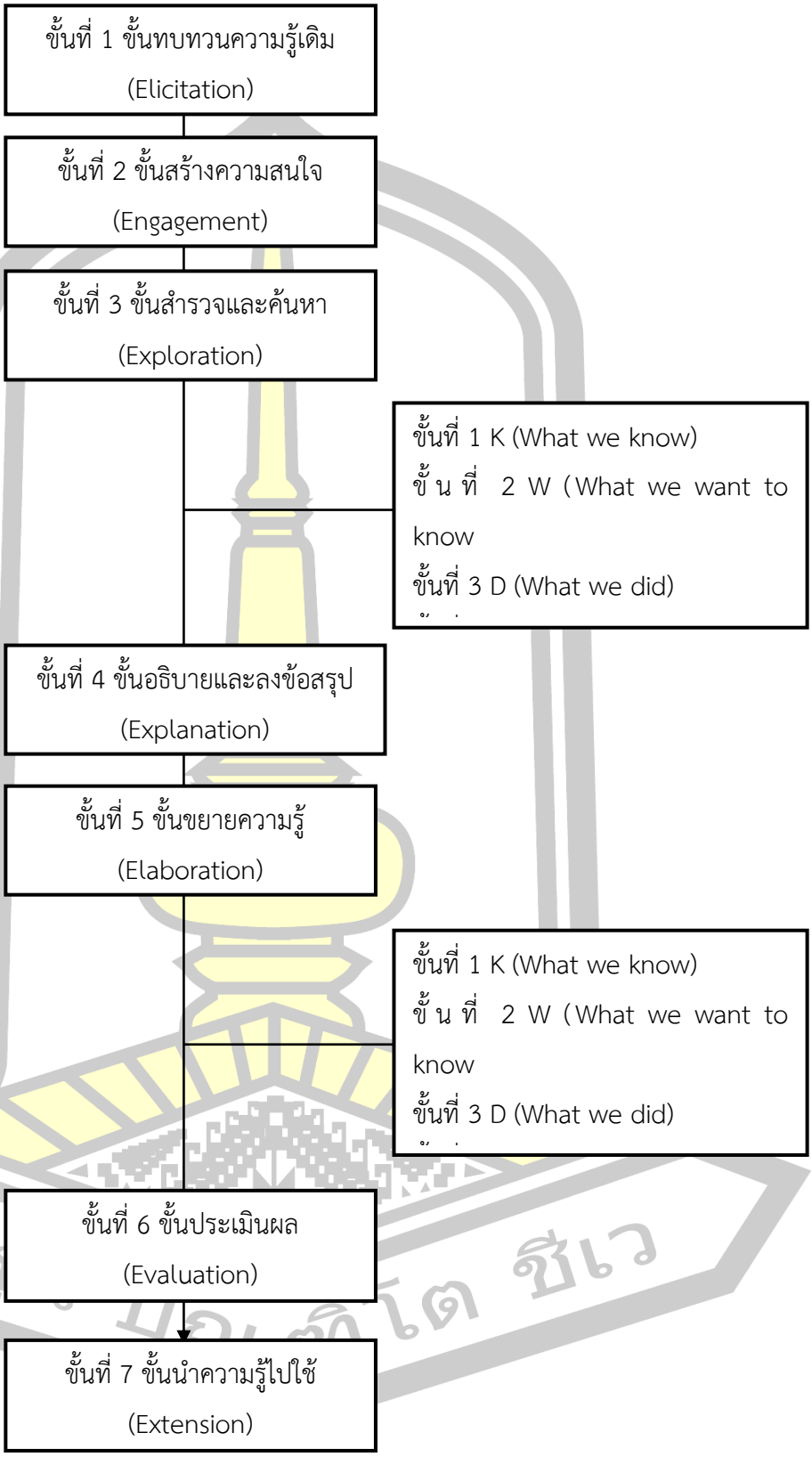
เป็นขั้นที่มีการประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง ซึ่งขั้นนี้จะให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ซึ่งครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการตรวจสอบแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)

ในขั้นนี้ครูต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

ซึ่งสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพ 4 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL (พัทธมน วิริยะธรรม, 2559)

4.2 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และเทคนิค KWDL ผู้วิจัยจึงสรุปบทบาทของครูและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ได้ดังตาราง 5 (อ้างอิงจาก พัทธมน วิริยะธรรม, 2559)

ตาราง 5 สรุปบทบาทของครูและเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) รวมกับเทคนิค KWDL

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation)	- ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ประสบการณ์เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	- สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ

ตาราง 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทางานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทาง - นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	- อภิปรายประเด็นที่ต้องการรู้ - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่นๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มี ความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์
3.1 K (What we know)	- ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาและบอกแนวทางตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ว่ามีอะไรบ้าง	- มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
3.2 W (What we want to know	- ครูให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาความในโจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร	- ร่วมกันหาตัวแปรจากโจทย์ที่ครูกำหนดให้

ตาราง 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3.3 D (What we did)	- ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาในวิธีที่ตนเองถนัด - กระตุ้นให้นักเรียนเลือกวิธีการที่ถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหา	- นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา - เลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา - แก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางไว้
3.4 L (What we learned)	- ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปคำตอบ วิธีการและขั้นตอนที่เข้าใจง่าย	- สรุปคำตอบ วิธรการและขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคาอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทาความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมา - ให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตาราง 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นาความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นาความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นาความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคาถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ - กำหนดโจทย์ปัญหาใหม่และให้ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์โจทย์จากความรู้เดิม	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ
5.1 K (What we know)	- ให้ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์สิ่งที่ต้องการทราบจากโจทย์ใหม่ที่กำหนดให้	- ร่วมกันหาตัวแปรจากโจทย์ที่ครูกำหนดให้
5.2 W (What we want to know	- ให้ผู้เรียนร่วมกันหาวิธีหาคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการ	- ร่วมกันวิเคราะห์ว่าโจทย์ที่ครูกำหนดให้ต้องการทราบอะไร

ตาราง 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5.3 D (What we did)		- นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา - เลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา - แก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางไว้
5.4 L (What we learned)	- ให้ผู้เรียนสรุปคำตอบและวิธีการหาคำตอบจากโจทย์หรือสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้	- สรุปคำตอบ วิธรการและขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย
ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคาถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตาราง 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)	- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะแนวทางในการนาความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่าเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

5. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ และการศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและลงมือกระทำ ซึ่งในการศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยมีหัวข้อสำคัญที่จะกล่าวถึง ดังนี้

5.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competency) เป็นความสามารถของบุคคลที่มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความยั่งยืน และเทคโนโลยีได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่การลงมือกระทำได้ ซึ่งผู้วิจัยท่านอื่นๆได้ใช้คำอื่นๆที่มีความหมายเดียวกัน เช่น สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ สมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ การรู้วิทยาศาสตร์ และให้ความหมายไว้ ดังนี้

The American Association for the Advance of Science [AAAS] (1990 อ้างถึงใน กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การที่บุคคลเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ มีความเข้าใจแนวคิดและหลักการสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมือนและแตกต่างกันในธรรมชาติ รวมถึงการใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการบอกจุดประสงค์ของตนเองและสังคม

National Research Council [NRC] (1996 อ้างถึงใน กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561) ได้นิยามความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่มีความจำเป็นที่มนุษย์นำมาใช้ตัดสินใจการอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการ ความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ การประเมินค่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์บนหลักฐานและประจักษ์พยาน และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546) กล่าวว่า สมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่แสดงออกในด้านการคิด การปฏิบัติ และคุณลักษณะที่เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งความสามารถดังกล่าวเป็นพลังการเรียนรู้ และเป็นศักยภาพทางการเรียนรู้ที่มีอยู่ในตัวบุคคล

นันทวัน นันทวนิช (2557) ได้ให้นิยามว่า การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง

Tsai (2015) ได้กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ประกอบไปด้วยความสามารถทางวิทยายาศาสตร์ที่มีความเฉพาะเจาะจง ซึ่งหมายถึงความสามารถในการระดมทรัพยากรทางปัญญาและเกี่ยวข้อกับความรู้ความเข้าใจในบริบทที่กำหนด ซึ่งความสามารถเหล่านี้ได้รับการควบคุยโดย ความชื่นชม ค่านิยม ความสนใจ และการกระทำของแต่ละบุคคลที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ บริบทด้านความรู้และเจตคติบริบท การประเมินสร้างขึ้นจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน มีทั้งหมด 5 หัวข้อ ได้แก่ สุขภาพ ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมอันตราย และของเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นอกจากนี้แต่ละบริบทนั้นยังครบคลุมถึงส่วนบุคคล สังคม และระดับโลก มิติของความรู้รวมถึงความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งในอดีตจะหมายถึง ความรู้เกี่ยวกับโลกและธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันจะหมายถึงความรู้เกี่ยวกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของเจตคติรวมถึงความสนใจในวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการดำเนินอย่างมีความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

Jufrida et al. (2019) ได้ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการวิเคราะห์การตัดสินใจประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน และเป็นทักษะที่สำคัญที่ผู้เรียนพึงมี เพื่อสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหา ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจในชีวิตประจำวันและสามารถปรับปรุงผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

OECD (2019) กล่าวถึง สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสมรรถนะที่เป็นส่วนหนึ่งการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนจะต้องการอธิบาย

ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้หลักฐานในเชิงวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลประเมินและออกแบบกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ได้อธิบายรายละเอียดของการประเมินความฉลาดรู้ใน PISA 2018 ไว้ว่า ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ

Zuhra et al. (2021) ได้ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการนำแนวคิดจากวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตตามกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ รวมทั้งการระบุ การรวบรวมและวิเคราะห์แนวคิดเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการค้นพบ

สถาพร อังชัน (2565) ได้สรุปความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียนและการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถจะส่งเสริมให้ผู้เรียนปรากฏออกมา และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆในชีวิตจริงได้ ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issuses หรือ ISI) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Sientific Evidence หรือ USE)

อาภาภรณ์ ปานมี (2566) ได้สรุปความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะและกระบวนการหาความรู้และอธิบายได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบกระบวนการหาความรู้และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ คิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ใฝ่รู้และตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

จากที่ได้ศึกษาความหมายของสมรรถนะการรู้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจแง่มุม ข้อเท็จจริง แนวคิดทฤษฎีที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เกิดการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์จนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยการคิดวิเคราะห์ สื่อสาร และโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดความสามารถ คือ สามารถอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแปรความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

5.2 ที่มาและความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ที่มาและความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถทางวิทยาศาสตร์ โดยการที่ผู้เรียนจะมีเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นต้องมีปัจจัยหลายๆด้านมาประกอบให้ผู้เรียนนั้นได้เกิดการพัฒนาทักษะด้านความเข้าใจ การประเมิน คิดวิเคราะห์ ค้นคว้า แปลความหมายได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งทางผู้วิจัยได้ศึกษาที่มาและความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยท่านอื่นๆ ได้ดังนี้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นมีประวัติความเป็นมาที่ยาวนานตั้งแต่ปลายปี ค.ศ. 1500 เป็นต้นมา (Salamon, 2007) ต่อมาในปลาย ค.ศ. 1950 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ปรากฏครั้งแรกในบทความของ Paul Dehard Hurd เรื่อง “Scientific literacy : It Meaning for American Schools” ในปีค.ศ. 1958 โดยสามารถสรุปได้คือในปี ค.ศ. 1950 (DeBoer, 1991) ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการนำสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มาบรรจุลงในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความกังวลของสหรัฐอเมริกาเมื่อสหภาพโซเวียตได้ส่งดาวเทียมสปุตนิกสู่วงโคจรในอวกาศได้สำเร็จ ในปี ค.ศ. 1954 (Shamos, 1995; Laugsch, 2000) โดยในการเพิ่มสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ผ่านระบบการศึกษาให้กับชาวอเมริกา ทำให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างไรก็ตามความเข้าใจของประชาชนในแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีความชัดเจนนัก และยังมีความตีความค่อนข้างหลากหลาย

ต่อมาช่วงต้น ค.ศ. 1980 สหรัฐอเมริกาก็ต้องเผชิญกับการแข่งขันทางเศรษฐกิจกับประเทศในแถบเอเชียที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังเกิดปัญหาการตกต่ำของการศึกษาและงานวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ส่งผลให้สหรัฐอเมริกาเกิดความกังวลเกี่ยวกับการแข่งขันทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมระหว่างประเทศ (Bloch, 1986; Laugsch, 2000) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้รับการยอมรับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานของการพัฒนาและการแข่งขันเชิงเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ ส่งผลให้การพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นเป้าหมายของการเตรียมความพร้อมสำหรับการแข่งขันของตลาดแรงงาน เนื่องจากเศรษฐกิจที่มั่นคงย่อมมีพื้นฐานอยู่บนคุณภาพของการศึกษาที่เยาวชนได้รับ โดยการเตรียมความพร้อมไม่เพียงแต่มุ่งที่จะให้มีความรู้ที่ได้ในโรงเรียนเท่านั้นแต่ยังต้องสามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์และบริบทต่างๆ ในชีวิตจริงในอนาคตได้ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) ทำให้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้รับความสนใจตั้งแต่ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ (Laugsch; & Spargo, 1999; Miller, 1992) เนื่องจากเชื่อว่าจะสามารถเพิ่มสมรรถนะของชาติในการแข่งขันทางเศรษฐกิจและการการแข่งขันในประชาคม โลกแล้วยังเป็นการเตรียมตัวประชาชนให้สามารถอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพชีวิต ที่ดี (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555)

สำหรับประเทศไทยได้นำสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ เทคโนโลยี ค่านิยม และวัฒนธรรม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้พื้นฐานและทักษะทางวิทยาศาสตร์ (Yuenyong; & Narjaikaew, 2009) ซึ่งวัตถุประสงค์ข้อนี้ถือเป็นวัตถุประสงค์หนึ่งขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ที่ดำเนินการภายใต้โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) ที่ศึกษาความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล (OECD, 2019) ประเทศไทยจึงได้เข้าร่วมการสอบ PISA ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2000 เพื่อต้องการตรวจสอบคุณภาพของระบบการศึกษาและสมรรถนะของนักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับของชาติ เกี่ยวกับความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563ก)

ดังนั้นการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงมุ่งเน้นให้การจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อชีวิตและสามารถใช้ชีวิตอยู่กับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ (American Association for the Advancement of Science, 1993; Millar; et al., 1998)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญมากในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมที่มีการใช้เทคโนโลยีและมีความเจริญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากวิทยาศาสตร์ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตทุกคน

Laugksch (2000) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับชาติ และระดับบุคคล ดังนี้

1. ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับชาติ

ประการแรก การรู้วิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนตัวชี้วัดความมีศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ หากประเทศใดมีความแข็งแกร่งด้านการวิจัยและการพัฒนาโครงการที่นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ก็จะมีโอกาสในการหาประโยชน์จากช่องว่างทางการตลาดสำหรับประเทศที่กำลังจะพัฒนา

ประการที่สอง การที่คนในสังคมมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีหรือระดับสูงจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในชาติ เนื่องจากประชาชนจะสนับสนุนงานทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือไม่เกิดการต่อต้าน

ประการที่สาม นำไปสู่การวางนโยบายทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการพัฒนาในระยะยาว

ประการที่สี่ วิทยาศาสตร์จะมีความสัมพันธ์กับวัฒนธรรม โดยประชาชนจะไม่มองว่าวิทยาศาสตร์เป็นประโยชน์เฉพาะคนบางกลุ่ม แต่เป็นเรื่องที่ทุกคนควรรู้และเป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง

2. ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับบุคคล

การรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความสำคัญเฉพาะการพัฒนาในระดับชาติเท่านั้น หากแต่การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อบุคคลในการใช้ชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการทำงานด้วย เมื่อบุคคลมีการรู้วิทยาศาสตร์นั้นจะสามารถพิจารณาข้อมูลข่าวสารที่มีความน่าเชื่อถือ สามารถแยกแยะได้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์หรือขาดความเป็นวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อ หรือใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือใช้ บริการอย่างใดอย่างหนึ่ง ถ้าประชาชนมีการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่เหมาะสม ประชาชนก็จะมีความเชื่อมั่นและสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข

การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญทั้งในระดับชาติและระดับบุคคล ดังนั้นในทุกประเทศจึงมีการส่งเสริม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องมา เพื่อให้บุคคลสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจเลือกและหาวิธีการในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใกล้ตัวของตนเอง เพราะวิทยาศาสตร์เป็นเรืองราวที่เกี่ยวกับชีวิตของทุกคน

Bybee, et al. (2009) กล่าวถึงความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพของสังคมโลก ซึ่งกลายเป็นหนึ่งในปัญหาระดับโลกที่มีการกล่าวถึง และถกเถียงกันมากที่สุด ในขณะทีผู้คนที่ได้รับรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพทางสังคมพวกที่เรียนรู้ต้องแยกเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงออกจากประเด็นทางเศรษฐกิจ การเมือง และสังคม และควรที่จะตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างตำแหน่งทางวิทยาศาสตร์และเศรษฐกิจ นอกจากนี้ในขณะที่ผู้คนนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ มากขึ้นและในบางครั้งก็จะมีการขัดแย้งกัน เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพทางสังคม ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อสามารถกำหนดความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบส่วนบุคคล สังคม และระดับโลก

ชุติกาญจน์ นามศรี และคณะ (2557) กล่าวถึงปัญหาเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนยังไม่ทัดเทียมกับนานาประเทศ วิธีการสอนของครูไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านความเข้าใจ เกิดทักษะที่สำคัญในการค้นคว้า การคิด การวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนขาดคุณลักษณะช่างสงสัย และใฝ่หาคำตอบ ยังเน้นการสอนหนังสือมากกว่าการสอนคน กระบวนการเรียนการสอนยังเป็นพฤติกรรมจำเจและพฤติกรรมถ่ายทอด สัดส่วนการฝึกปฏิบัติการฝึกคิด และการอบรมบ่มนิสัย ยังมีน้อยกว่าการท่องบ่นเนื้อหา ผู้เรียนเคยชิน เชื่อฟัง นั่งนิ่ง จึงขาดความ

คล่องในการคิด วิชาวิทยาศาสตร์เป็นการสอนให้ผู้เรียนรู้จักวิธีทางวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่เน้นให้ผู้เรียนในเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎี ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดหาเหตุผลและแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงเป็นจุดอ่อนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา

Tsai (2015) กล่าวถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA เน้นแง่มุมต่าง ๆ ของความสามารถในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของชีวิตประจำวันรวมถึงความรู้และเจตคติ หลักสูตรบูรณาการเก้าปีสำหรับโครงสร้างทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักการของ PISA ได้ปลูกปฝังความสามารถที่จำเป็นให้ผู้เรียน และเตรียมความพร้อมให้กับตนเองขั้นพื้นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560ก) ได้กล่าวความสำคัญของสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานและส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล ในอาชีพการงานและในสังคมวัฒนธรรมของทุกชีวิต ทำให้บุคคลสามารถรับรู้ และตัดสินประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิ เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีด้วย ในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่านักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ทั้งนี้เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติในการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์

มนตรี จันตะมะ และคณะ (2563) กล่าวว่าการพัฒนาผู้เรียนให้มีความเป็นเลิศรอบด้านมีความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา เน้นพัฒนาให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นโรงเรียนที่ต้องการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีลักษณะความเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และจากการทำกิจกรรมในห้องเรียน พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลการรายงานของโครงการ PISA ที่ได้กล่าวมาข้างต้น และเนื่องจากทางโรงเรียนนั้นต้องการให้ผู้เรียนมีความเป็นเลิศทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาสมรรถนะดังกล่าว

จากที่ได้ศึกษาที่มาและความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งทีบ่งบอกถึงความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญทั้งในระดับชาติและในระดับบุคคล ซึ่งจะมีความสำคัญที่แตกต่างกันไป อย่างเช่นในระดับชาติทำให้เห็นว่าการที่คนในสังคมให้ความสนใจและมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากคนในสังคมนั้นมีการสนับสนุนงานทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ส่วนในระดับบุคคล จะเห็นได้ว่าเมื่อคนในสังคมนั้นมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอจะสามารถพิจารณาข้อมูลข่าวสารที่มีความน่าเชื่อถือสามารถแยกแยะได้ว่าข้อมูลนั้นเป็นไปในทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งจะทำให้คนในสังคมมีความเชื่อมั่นและสามารถดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างมีความสุข และอีกสิ่งที่สำคัญนั่นคือ การเรียนการสอนในปัจจุบัน เนื่องจากการเรียนการสอนในปัจจุบันนั้นจะไม่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจ ไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางด้านการคิด การวิเคราะห์ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนนั้นขดคุณลักษณะช่างสงสัย โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางด้านการคิด วิเคราะห์ แยกแยะ เพิ่มทักษะทางด้านการสืบค้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และสรุปแปลความของข้อมูลที่ได้รับมา และถึงแม้ว่าในอนาคตผู้เรียนบางคนอาจจะไม่ได้เป็นนักวิทยาศาสตร์แต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ก็จะมีความสำคัญและจำเป็นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและใช้ช่วยในการตัดสินใจเมื่อเผชิญหน้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

5.3 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่อธิบายสมรรถนะหรือทักษะในด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ได้ดังนี้

Bybee, et al. (2009) PISA 2006 ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์
   1.1 ตระหนักถึงประเด็นที่เป็นไปได้ในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์
   1.2 การระบุข้อความสำคัญในการสืบค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
   1.3 ตะหนักถึงคุณสมบัติหลักของการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
2. อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์
   2.1 การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนด
   2.2 การอธิบายหรือตีความของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และทำนายการเปลี่ยนแปลง

2.3 ระบุคำอธิบายและการคาดคะเนที่เหมาะสม

3. หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

3.1 การตีความหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และการสร้างข้อสรุป

3.2 ระบุสมมติฐาน หลักฐาน และเหตุผลหลังข้อสรุป

3.3 สะท้อนผลกระทบทางสังคมของวิทยาศาสตร์และพัฒนาการทางเทคโนโลยี

Tsai (2015) กล่าวว่าความสามารถทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยโครงสร้างเฉพาะ ดังนี้

1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ คือ โครงสร้างที่รวมถึงการตระหนักถึงประเด็นที่เปิดให้มีการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การระบุคำสำคัญ เพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และตระหนักถึงคุณสมบัติหลักของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ คือ โครงสร้างที่รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายหรือความปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และทำนายการเปลี่ยนแปลง ระบุคำอธิบายและการคาดคะเนที่เหมาะสม

3. การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ คือ โครงสร้างที่รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างและการสื่อสารข้อสรุป การระบุสมมติฐาน หลักฐานและเหตุผลเบื้องหลังข้อสรุป และสะท้อนถึงผลกระทบทางสังคมของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

พิมพลอย ตามตระกูล (2564) การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 ได้นิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการกระทำของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้และสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้ดีเพียงใด ซึ่งได้แก่

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุใช้และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- เสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความสมเหตุสมผล
- อธิบายศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

นักเรียนจะต้องมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรับรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีความตระหนักในความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและใช้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ในสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งสมรรถนะนี้รวมไปถึงการวาดและสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน การบรรยาย การตีความและพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น

ในอนาคต รวมถึงนักเรียนสามารถระบุได้ว่าคำบรรยายหรือคำอธิบายมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร การคาดการณ์นั้นจะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น

2. สมรรถนะในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถอธิบายและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

- สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
- จำแนกได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- ประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นกลางและสรุปอ้างอิงจากคำบรรยาย

นักเรียนจะต้องมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะได้ว่าคำถามทางวิทยาศาสตร์ใดสามารถตอบได้ด้วยการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ในการวัดควรจะใช้เครื่องมือชนิดใด อะไรคือตัวแปรที่นักเรียนต้องการศึกษาหรือการเก็บข้อมูลให้มีความถูกต้องและความแม่นยำควรทำอย่างไร เป็นต้น นอกจากนี้นักเรียนยังต้องรู้ถึงความสำคัญ และคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ รวมถึงความสามารถในการประเมินคุณภาพของข้อมูล โดยขึ้นอยู่กับการเข้าใจและยอมรับว่าข้อมูลที่ได้รับอาจไม่สมบูรณ์ถูกต้อง

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การอ้างสิทธิ์และข้อโต้แย้งในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมจ่อไปนี้

- แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง
- วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- แยกแยะได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือมาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น ๆ
- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย

นักเรียนต้องมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับมาในรูปแบบอื่น เช่น การ

สื่อสารด้วยคำพูดของตนเอง แผนภาพหรืออื่น ๆ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือลงข้อสรุป อีกทั้งนักเรียนต้องสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานและข้อมูล รวมถึงการประเมินข้อมูลของผู้อื่นว่ามีความสอดคล้องกับประจักษ์พยานและหลักฐานที่มีหรือไม่

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ได้ให้ความหมายสมรรถนะในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่าคำบรรยายคำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สามารถระบุ ใช้สร้างและนำเสนอข้อมูลในการอธิบาย นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้และนักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การแสดงออกถึงสมรรถนะ

ด้านนี้บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสาระและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานของสื่อ เกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ว่า ข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ อาจมีความคลุมเครือ ไม่แน่นอน หรือมีความลำเอียงได้ โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

ดังนั้น สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอและประเมินวิธีการหรือแนวทางในการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ รวมถึงนักเรียนสามารถบรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบายได้

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม การที่บุคคลนั้นมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลง

ข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น รวมถึงสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

โชษิตา เกตุทิพย์ (2566, น.48-49) การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 และ PISA 2018 เป็นหลัก ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประการ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ ผู้เรียนควรมีการกระทำหรือความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะต่าง ๆ ดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี ซึ่งผู้ที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

เลือกใช้และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

- ระบุ ใช้ และสร้างสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์นั้น

- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้

- เสนอสมมติฐานหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้เกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น

- ระบุแนวทางการนำความรู้หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ที่มีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

- ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

- แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

- เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาหรือสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งผู้ที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จะสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

- แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง เช่น การสื่อสารด้วยคำพูดของตนเอง แผนภาพหรืออื่น ๆ

- วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม

- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น ๆ

- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

จะเห็นได้ว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบว่าผู้เรียนสามารถกระทำหรือแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ได้เพียงใด นอกจากนี้ยังเป็นแนวคิดพื้นฐานว่าผู้เรียนควรทราบอะไร ให้คุณค่ากับอะไร และทำอะไรได้โดยเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้ของตนเองกับสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากที่ได้ศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 3 สมรรถนะ ได้แก่

1. การอธิบาปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically)

เป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบรรยาย อธิบาย ตีความ ปรากฏการณ์และ คาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งคำคาดการณ์ที่อธิบายหรือตีความนั้นมีความเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลใด เป็นต้น โดยผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มา บรรยาย พร้อมทั้งนำเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบการอธิบาย

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry)

เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียน สามารถระบุและแยกแยะประเด็นหรือเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นในเรื่องนั้นๆ และมีการนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่ต้องตอบ ได้ด้วยประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียน จะต้องสามารถบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า มีการเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบและประเมินวิธีการหรือประเด็นปัญหา เพื่อนำมาเปรียบเทียบ ควบคุมทดสอบ หรืออธิบายเหตุการณ์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (Inter Data and Evidence Scientifically)

เป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการตีความขอมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ จะต้องนำมาใช้ในการสร้างข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบต่าง ๆที่เข้าใจได้ง่าย โดยจะต้องเลือกใช้ ข้อมูลหรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนข้อค้นพบ วิเคราะห์ แปลความหมาย ประเมินข้อมูล และลง ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ การระบุ แยกแยะข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

5.4 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การที่จะพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ปฏิบัติจริง ลงข้อสรุปและให้เหตุผลด้วยตนเอง โดยมีผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ได้ให้แนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Yalaki (2016) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Rahayu (2017) ได้นำเสนอรายละเอียดของนวัตกรรมหรือโมเดลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีสำหรับศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไว้ ดังนี้

1. เลือกเนื้อหาเคมีที่สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายในชีวิตประจำวัน และสามารถทำการสืบสวนหรือทำการทดลองได้

2. ใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้และคอนสตรัคติวิสต์ในการออกแบบการจัดการเรียนการสอน

3. บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา

4. สร้างประเด็นทางสังคมวิทยาหรือร่วมสมัยที่เกี่ยวข้องกับเคมี และใช้เป็นบริบทในเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนใช้อภิปราย ซึ่งข้อดีประการหนึ่งของการแทรกประเด็นหรือข้อถกเถียงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมและเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific issues: SSI) ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์คือการอภิปรายและการโต้วาทีในประเด็นทางสังคมวิทยาที่เป็นที่ถกเถียงกันจะสามารถปรับปรุงการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียนได้

5. ให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันแก้ปัญหาต่าง ๆ

6. ให้ผู้เรียนได้สื่อสารกันในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอวิธีหรือแนวทางการแก้ปัญหา

7. เลือกประเด็นทางสังคมวิทยาหรือร่วมสมัยที่เกี่ยวข้องกับเคมีที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน

จิรารัตน์ แสงศร และคณะ (2560) ศึกษาพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ การยกสถานการณ์และรูปภาพประกอบกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจ และการกำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาพื้นฐานที่จะเรียนล่วงหน้า ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของภาระงานที่ถูกมอบหมายได้การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลอง การสืบค้นหรือการบันทึกผลด้วยตนเอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับการอภิปรายโต้แย้งกับกลุ่มอื่นๆ ทำให้เกิดการแยกแยะข้อโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการโต้แย้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูล

อีกครั้งและให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานตนเอง การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้ผู้เรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูลวิเคราะห์และแปลความข้อมูลและระบุเหตุผล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

Chun Yen Tsai (2018) ทำการวิจัยเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การใช้วิธีการใช้ทักษะการโต้แย้งแบบออนไลน์ สามารถเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการสอบ PISA ได้ เนื่องจากเป็นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินใจและการโต้แย้งบนฐานของวิทยาศาสตร์

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ (2562) ได้นำเสนอตัวอย่างของแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า (Verbal design of studies)

เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการที่ครูนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะได้ออกแบบการเรียนรู้เป็นรายกลุ่มเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์นั้น จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอการออกแบบการเรียนรู้ของตนเอง และเปิดโอกาสให้ครูและผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ ได้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้นั้น ทั้งในส่วนของการกำหนดตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการและเครื่องมือ การออกแบบตารางบันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

2. การวิเคราะห์ฐานข้อมูล (Database analysis)

เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยครูนำเสนอชุดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ จากหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือและมีความซับซ้อนระดับหนึ่ง และครูจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชุดข้อมูลนั้นด้วยตนเอง ส่วนผู้เรียนใช้เครื่องมือและความคิดสร้างสรรค์ในการหาวิธีการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน จากนั้นผู้เรียนจึงร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการลงข้อสรุปที่เหมาะสมและให้เหตุผลบนพื้นฐานของผลการวิเคราะห์ข้อมูลจนกว่าผู้เรียนได้ข้อสรุปที่ดีที่สุดร่วมกัน

3. การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (Evidence-Based Explanation Building)

เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งอธิบายว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติใด ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร จากนั้นครูจึงนำเสนอหลักฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงข้อสรุปจากหลักฐาน และครูจำเป็นต้องร่วมอภิปรายกับผู้เรียนว่า การลงข้อสรุปนี้เป็นการลงข้อสรุปที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานหรือไม่ เมื่อผู้เรียนได้ลงข้อสรุปจากหลักฐานแล้ว ครูจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำข้อสรุปจากหลักฐานเหล่านั้นมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. การประเมินหลักฐาน (Evidence evaluation)

เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามที่ยังคงเป็นประเด็นหรือข้อถกเถียงกันในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูจึงนำเสนอทฤษฎีหรือคำอธิบายต่าง ๆ ร่วมกับการนำเสนอหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้พิจารณา ประเมิน และให้เหตุผลว่าทฤษฎีหรือคำอธิบายใดสามารถตอบคำถามนั้นได้ดีที่สุด ในขณะเดียวกันเมื่อครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายร่วมกันแล้ว ผู้เรียนก็ต้องพยายามโน้มน้าวให้ผู้อื่นคล้อยตามทฤษฎีหรือคำอธิบายที่ตนเองเลือกด้วยโดยการใช้เหตุผลเพื่อโต้แย้งหรือหักล้างความน่าเชื่อถือของทฤษฎีหรือคำอธิบายอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

5. การทดลองเสมือนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer-simulated experiments)

เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาปรากฏการณ์ แม้ไม่สามารถสังเกตสิ่งที่ตนเองต้องการได้โดยตรง เช่น แรงดึงดูดระหว่างมวล พลังงาน และสนามแม่เหล็ก เป็นต้น โดยเริ่มต้นจากการนำเสนอคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถทำการทดลองเพื่อหาคำตอบได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นผู้เรียนจะออกแบบการทดลองโดยการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และครูอาจให้ผู้เรียนนำเสนอการออกแบบการทดลองและร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง จากนั้นทำการทดลองกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์จนกระทั่งผู้เรียน ได้ข้อมูลและนำข้อมูลเหล่านั้นไปวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

6. การลงมือปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Hands-on Inquiry)

เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการนำเสนอเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่คำถามทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้เรียนจะร่วมกันเสนอสมมติฐานที่อาจเป็นคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะตามมาด้วยการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นโดยผู้เรียนร่วมกันออกแบบเป็นรายกลุ่มตามสมมติฐานที่ตนเองได้ตั้งขึ้น หลังจากนั้นผู้เรียนจะนำเสนอการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง และเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ประเมิน วิพากษ์ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อปรับปรุงการออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของตนเองแล้ว จึงลงมือทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จนได้ข้อมูลและข้อสรุปที่บ่งชี้ว่า สมมติฐานที่นักเรียนได้ตั้งไว้มีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันครูสามารถบูรณาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้ตลอดเวลาของการลงมือปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

Parno, L. Yuliati, F. M. Hermanto และ M. Ali (2020) ศึกษาวิธีการในการพัฒนาสมรรถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (PBL-STEM) สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

จารุนันท์ พาภักดี และสุมาลี ชูกำแพง (2563) กล่าวว่าการสอนที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการสร้างความรู้และได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จุฬาลักษณ์ วงวัฒนะ และคณะ (2564) กล่าวว่าการสอนที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาให้บุคคลเป็นผู้ก้าวนำโลก โดยฝึกให้เป็นผู้มีความรู้พร้อมทั้งฝึกทักษะการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดความชำนาญ สามารถพัฒนาทั้งองค์ความรู้ ทักษะและสมรรถนะไปพร้อมกันซึ่งวิธีการวัดผลที่จะทำให้เห็นการพัฒนา หรือสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจากเดิมโดยมีการประเมินอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เริ่มต้นจากประเด็นที่สนใจ ไปจนถึงการสร้างสรรค์ผลงานหรืออธิบายความรู้ให้ผิอื่นเข้าใจได้ การประเมินดังกล่าว เรียกว่า การประเมินตามสภาพจริง ซึ่งเป็นกระบวนที่สะท้อนสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

สมเกียรติ ยังจีน (2564) กล่าวถึงกลวิธีการสอนในกระบวนการเรียนรู้ในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 วิธี ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ได้เกิดคิดหาคำตอบด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และกระตุ้นให้ผู้เรียนหาข้อสรุปร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ โดยกำหนดขอบเขตการคิดและการพูดคุยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

3. การจัดการเรียนรู้แบบ KWL (Know-Want-Learned) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการอ่าน ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนเองได้ โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจของตน มีการจัดระบบข้อมูลเพื่อการดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การระดมสมองที่ให้ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะให้มากที่สุด โดยเสนอได้อย่างเสรี ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เสนอมา มีการบันทึกความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะทั้งหมดไว้ หลังจากนั้นอาจจะจัดให้มีการอภิปราย ทบทวนความคิดทั้งหมด

5. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีกระบวนการที่เป็นแบบแผนมีขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามได้ โดยขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล และ 5) ขั้นสรุปผล

6. การจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) เป็นเทคนิคการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง รับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม และกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ของตนเองมาถ่ายทอดและเชื่อมต่อกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม จนกลายเป็นองค์ความรู้ที่ครบถ้วนและหลากหลายมุมมอง

7. การจัดการเรียนรู้แบบ Predict Observe Explain (POE) เป็นวิธีที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและส่งผลเชิงบวกในด้านการเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองและเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการทำนาย ผู้เรียนต้องทำนายเหตุการณ์และให้เหตุผลประกอบการทำนายด้วย 2) ขั้นการสังเกต ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง และ 3) ขั้นการอธิบาย ผู้เรียนต้องอธิบายเหตุผล ทั้งที่เป็นไปในทางเดียวกันหรือขัดแย้งกันระหว่างการทำนายกับการสังเกต

จากแนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ เห็นได้ว่า การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสามารถนำมาจัดการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ ทั้งวิธีการสอน กลวิธีการสอนตลอดจนกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองจากการแก้ไขปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่อยู่รอบตัวของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเป็นตัวช่วยกระตุ้นให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหา รวมถึงการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอ้างอิงในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตนเองในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ช่วยเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้าการสอนแต่ละรูปแบบการสอนให้เข้าใจและนำมาประยุกต์ใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เกิดความเหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับชั้นหรือแต่ละสถาบัน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

5.5 การวัดและประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีจุดประสงค์เพื่อให้ครูผู้สอนทราบว่าในการจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยควรมีการวางแนวทางในการประเมินให้ครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม รวมไปถึงโอกาสในการเรียนรู้ของตัวผู้เรียนเอง โดยมีผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

องค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ได้จัดให้มีการวัดและประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้โครงการประเมินผลนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) โดยประเด็นประเด็นหลักที่ PISA ประเมิน ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินเพื่อวัดผู้เรียนว่าสามารถนาความรู้ทาง ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทายาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มากน้อยเพียงใด (OECD, 2019; กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561ก) ทั้งนี้งานวิจัยที่ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ได้ออกแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ OECD (2019) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

1. บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์

สิ่งหนึ่งที่ PISA ให้ความสำคัญในการประเมิน คือ การใช้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ อย่างหลากหลาย ในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีการที่ใช้มักจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของประเด็นปัญหานั้นปัญหาเดียวกัน แต่ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ต่างกัน วิธีการที่เลือกใช้ก็จะต่างกัน ดังนั้น ในการสร้างข้อสอบจึงมีการจัดสถานการณ์หรือจำกัดบริบทของภารกิจในการประเมินข้อคำถามจึงไม่ใช้การทดสอบความรู้ของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตร แต่จะเป็นการทดสอบการนำความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ตอบคำถามที่เกิดในชีวิตจริง เช่น เกิดกับตัวเอง ครอบครัว หรือเพื่อน (บริบทระดับบุคคล) ประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์ (บริบทสังคม) ประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือมีผลกระทบสืบเนื่องถึงสังคมโลกหรือต่อโลกในอนาคต (บริบท ระดับโลก) เป็นต้น

ดังนั้น คำถามของการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จึงอยู่ในสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน และไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับตัวเอง ครอบครัว ชุมชน หรือสถานการณ์ของโลกก็ได้ หรือแม้กระทั้งคำถามที่อยู่ในบริบท

ประวัติศาสตร์ก็สามารถนำมาใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการ และความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

2. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะวัดจากความสามารถใน 3 สมรรถนะ ดังนี้

2.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะต้องสามารถนาความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการวาดแบบจำลองวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน สามารถตีความและคาดการณ์สิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ดังนั้น นักเรียนที่มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
2. ระบุใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะต้องสามารถสำรวจตรวจสอบในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด เปลี่ยนแปลงตัวแปรใด รวมทั้งค้นคว้าเพิ่มเติม และวางแผนการเก็บข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังต้องมีความสนใจในการค้นพบใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถตั้งคำถามจากการรายงานที่ปรากฏในสื่อและงานวิจัยต่าง ๆ ได้ ดังนั้นนักเรียนที่มีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคาถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

2.3 การแปลความหมายของข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะต้องสามารถตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น การอธิบายด้วย คำพูด แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่นๆ นอกจากนี้ ต้องสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบน พื้นฐานของประจักษ์พยาน ดังนั้น นักเรียนที่มีความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. แปลงข้อมูลนำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
2. วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิดหลักและแนวคิดทางทฤษฎี โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่นามาใช้ในการประเมินจะต้องเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับสถานการณ์จริงและสามารถแสดงให้เห็นแนวถึงแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ได้

3.2 ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับ กระบวนการที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและแนวความคิด เกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้

3.3 ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและ ลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การ ยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ

4. เจตติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี และประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อตนเองโดยตรง ดังนั้น การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA จึงตั้งอยู่บนแนวคิดว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของคน ต้องมีทั้งเจตคติ ความเชื่อ แรงบันดาลใจ ความ เชื่อในตนเอง การให้คุณค่า และแสดงออกด้วยการกระทำ

ลักษณะของข้อสอบในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ข้อสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละหน่วยจะประกอบด้วย สถานการณ์นำเรื่องในบริบทต่าง ๆ โดยเนื้อความจะมีตารางข้อมูล แผนภาพ หรือกราฟประกอบ ซึ่งลักษณะของข้อสอบจะมีทั้งข้อสอบในรูปของเขียนตอบ เลือกตอบ และเลือกตอบเชิงซ้อน โดยข้อสอบในแต่ละหน่วยอาจจะมีคำถามมากกว่า 1 ข้อ ซึ่งคำถามจะประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเกือบทุกหน่วยจะประเมินมากกว่า 1 สมรรถนะ (OECD, 2019)

จาตุรนต์ หนุนนาค (2562) กล่าวถึงรูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ: มีตัวเลือกมาให้ 4 ตัวเลือก ให้เลือกตอบเพียงตัวเลือกเดียว

2. ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน: เป็นข้อสอบที่มีคำตอบให้เลือกตอบหลายคำตอบประกอบกัน การได้คะแนนเต็มต้องเลือกตอบคำตอบถูกทุกคำตอบรวมกัน

3. ข้อสอบแบบสร้างคำตอบแบบปิดหรือข้อสอบแบบเติมคำ: เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบเองเป็นคำตอบสั้น ๆ แต่คำตอบจะเฉพาะเจาะจงหรือจำกัดตามเนื้อหา หรือให้ตอบโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้

4. ข้อสอบแบบสร้างคำตอบอิสระ: เป็นคำถามชนิดที่เปิดกว้างให้ผู้เรียนเขียนคำตอบหรือเขียนเหตุผลเองตามความคิดคะแนนที่ได้ขึ้นกับการใช้เหตุและผลที่สอดคล้อง หรือเป็นคำอธิบายที่สอดคล้องกับหลักฐานที่มีอยู่

ในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบแบบตัวเลือก จะเป็นการให้คะแนนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ มีคะแนนกับไม่มีคะแนน แต่ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ข้อสอบแบบสร้างคำตอบแบบปิดหรือข้อสอบแบบเติมคำ และข้อสอบแบบสร้างคำตอบอิสระ การตรวจให้คะแนนของข้อสอบประเภทเหล่านี้จะแยกคำตอบผู้เรียนออกจากเกณฑ์การให้คะแนนที่ระบุไว้คือ คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน และไม่มีคะแนน ซึ่งการที่ผู้เรียนได้คะแนนเต็มบางครั้งอาจไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามเนื้อหา แต่ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นว่ามีความรู้และความเข้าใจที่สามารถสร้างคำตอบที่สมเหตุสมผล บางครั้งแม้คำตอบอาจจะไม่เหมือนกันก็อาจมีคะแนนเต็มเท่ากัน ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงออกให้เห็นว่ามีความเข้าใจในสถานการณ์ มีการให้เหตุผลได้สอดคล้อง ส่วนคำตอบที่มีความถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนจะได้คะแนนบางส่วน คำตอบที่ไม่มีคะแนนเป็นคำตอบที่ไม่ได้ตอบคำถามตามที่โจทย์ต้องการไม่สมเหตุสมผล หรืออาจตอบถูกแต่ไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายผิด ให้เหตุผลผิด หรือบางครั้งดูเหมือนคำตอบถูก แต่ผู้เรียนลอกข้อความจากตัวคำถามมาตอบแบบนี้จะไม่มีคะแนน

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ (2563) กล่าวถึงรูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ

ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถลงมือปฏิบัติจริงได้ เนื่องจากเกินระดับความสามารถของผู้เรียนทั้งด้านความปลอดภัยและความไม่เหมาะสมของสถานการณ์ ข้อสอบเขียนตอบจะเป็นเครื่องมือที่จะสามารถนำมาใช้วัดความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่เป็นทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นผสมผสาน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดระดับสูงเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อนและมีความเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ในระดับชั้นของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดออกมาด้วยการเขียนแสดงกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และมีการให้คะแนนตามความถูกต้องของคำตอบร่วมกับส่วนของวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้เพื่อแก้ปัญหาด้วยโดยสถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบจะมีลักษณะ ดังนี้

• สถานการณ์: สถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบเขียนตอบจะใช้สถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เหตุการณ์ของสังคม หรือสถานการณ์จำลองที่สมมติ เหตุการณ์เลียนแบบจากสถานการณ์จริง หรือสมมติเรื่องราวขึ้นอย่างมีเหตุมีผล โดยเนื้อหาในสถานการณ์ต้องสอดคล้องกับความรู้ในบทเรียนซึ่งอาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูลหรือ แผนภาพ

• คำถาม: มีลักษณะเป็นคำถามประเภทปลายเปิดหรือคำสั่งให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสามารถ การเขียนคำถามจึงต้องมีความชัดเจนในประเด็นสำคัญของการเขียนตอบ เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายวิธีการและขั้นตอนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การสร้างแบบจำลอง และการลงข้อสรุปการกำหนดสถานการณ์และคำถามมีผลต่อการแสดงสมรรถนะของผู้เรียนสถานการณ์ และตัวอย่างคำถามของข้อสอบเขียนตอบแสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 การกำหนดสถานการณ์และแนวคำถามที่มีผลต่อการแสดงสมรรถนะของผู้เรียน สถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบ

สถานการณ์ที่ให้	ตัวอย่างข้อคำถาม
1. กำหนดเหตุการณ์ บทความ แนวความคิด หรือข้อความ	ให้แปลความหมายเหตุการณ์ หรือให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง หรือให้แนวทางในการแก้ปัญหา
2. กำหนดตารางข้อมูลหรือกราฟ	ให้อธิบายความหมายข้อมูล หรือเพิ่มเติมข้อมูลที่มีความเป็นไปได้
3. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	ให้ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. กำหนดภาพแสดงวิธีทดลองของผู้เรียนมากกว่า 1 กลุ่มที่มีวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน	ให้เปรียบเทียบและเลือกวิธีการทดลอง ให้เหตุการณ์เลือกวิธีการนั้น ๆ

ตาราง 6 (ต่อ)

สถานการณ์ที่ให้	ตัวอย่างข้อคำถาม
5. กำหนดแบบจำลองหรือแผนภาพ	ให้สร้างแบบจำลองที่ต่างจากที่กำหนดให้ และให้เหตุผลได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีประโยชน์
6. กำหนดข้อมูลการทดลองที่ประกอบด้วยวิธีทดลอง บันทึกผลการทดลอง	ให้พิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูล หรือทำนายผล

2. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ

ในส่วนของภาคปฏิบัติที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจะมีหลักฐานที่แสดงไว้ทั้งวิธีการปฏิบัติและผลการปฏิบัติ ซึ่งหลักฐานเหล่านี้ใช้ในการประเมินความสามารถ ทักษะการคิดและทักษะปฏิบัติจากการกระทำได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไปแบบวัดภาคปฏิบัติแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ กิจกรรมการทดลอง และการเขียนรายงานการทดลอง ซึ่งแบบวัดภาคปฏิบัติจะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบทั่ว ๆ ไปที่มีสถานการณ์และคำถาม โดยสถานการณ์จะกำหนดเงื่อนไขให้สามารถปฏิบัติการทดลองได้อย่างปลอดภัย คำถามและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงสมรรถนะในด้านทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยสถานการณ์และคำถามของกิจกรรมการทดลองจะมีลักษณะ ดังนี้

• สถานการณ์: สถานการณ์ในแบบวัดภาคปฏิบัติมีลักษณะเป็นข้อมูลหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่กระทำหรือสถานการณ์จำลองที่สามารถปฏิบัติได้จริงทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนด้วย

• คำถาม: คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติประกอบด้วยคำสั่ง คำชี้แจง หรือเงื่อนไขเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือทำการทดลอง โดยเน้นที่การแสดงความสามารถและทักษะปฏิบัติ คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติมักให้ผู้เรียนได้แสดงออกในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ความสามารถและทักษะด้านการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบการทดลองการปฏิบัติการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือ 2. ความสามารถและทักษะด้านการบันทึกผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจบันทึกลงในตารางข้อมูลและตัวอย่างคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 ตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน หรือสอดคล้องกับความสามารถและทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

สถานการณ์ที่ให้	ตัวอย่างข้อคำถาม
1. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยปัญหาและเงื่อนไขต่าง ๆ	- ให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ - ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานและออกแบบวิธีการทดลอง รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองด้วยตนเอง
2. สถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ และกำหนดวิธีการปฏิบัติให้	- ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดให้ โดยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การทดลองด้วยตนเองและแสดงการรวบรวมข้อมูล
3. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยวิธีปฏิบัติ และวัสดุอุปกรณ์การทดลอง	- ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอน โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยตนเอง

นอกจากนี้การเขียนรายงานผลการทดลองควรมีการให้ผู้เรียนได้เขียนครอบคลุมกระบวนการดังนี้

• การวางแผน: เป็นการแสดงออกในด้านการกำหนดปัญหาการทดลอง การกำหนดจุดประสงค์ของการทดลอง การออกแบบวิธีการและขั้นตอนการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรในการทดลอง

• การวิเคราะห์และการแปลผล: เป็นการแสดงออกในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปลความหมายข้อมูล

• การนำความรู้ไปใช้: เป็นการแสดงออกในด้านการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล การสร้างแบบจำลอง การถ่ายโอนความรู้ การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ การนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเดิมหรือการคิดเชิงสร้างสรรค์

พิมพลอย ตามตระกูล (2564) กล่าวถึงรูปแบบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 รูปแบบ โดยการพิจารณาจากข้อสอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. คำถามในรูปแบบเลือกตอบ

มีลักษณะการตอบคำถามโดยการเลือก 1 คำตอบจาก 4 ตัวเลือก หรือการเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบในภาพหรือข้อความ

2. คำถามในรูปแบบเลือกตอบเชิงซ้อน

มีลักษณะการตอบคำถามโดยการเลือก "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งหมดในชุดคำถามนั้น หรือการเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้ หรือการเติมคำในประโยคให้สมบูรณ์โดยการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนด หรือการลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนด โดยให้ลากและวางคำตอบเพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับหรือการจำแนกประเภท

3. คำถามในรูปแบบเขียนตอบ

มีลักษณะการตอบคำถามโดยการเขียนตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ หรือการวาดภาพ เช่น กราฟหรือแผนภาพ (สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์)

ระดับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยมาจัดระดับความสามารถตามเกณฑ์

โดย PISA ได้รายงานสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 7 ระดับ โดยเริ่มจากคะแนนต่ำสุด (ระดับ 1b) จนถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) ดังนี้ (OECD, 2019)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 1b มีคะแนนต่ำสุด 261 คะแนน
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 1a มีคะแนนต่ำสุด 335 คะแนน
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 2 มีคะแนนต่ำสุด 410 คะแนน
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 3 มีคะแนนต่ำสุด 484 คะแนน
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 4 มีคะแนนต่ำสุด 559 คะแนน
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 5 มีคะแนนต่ำสุด 633 คะแนน
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 6 มีคะแนนต่ำสุด 708 คะแนน

รายละเอียดระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ระดับ	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
1b	นักเรียนสามารถใช้ความรู้สามัญเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางแง่มุม สามารถบอกแบบรูปอย่างง่ายในชุดข้อมูล จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทำการทดลองตามวิธีที่บอกไว้ชัดเจนได้

ตาราง 8 (ต่อ)

ระดับ	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
1a	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการสามัญเพื่อเลือกบอกคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการคิดไม่มาก สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้เมื่อได้รับความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์บอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรง ๆกับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก
2	นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีการหาความรู้ เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยทางวิทยาศาสตร์
3	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุบอกประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้นำที่เหมาะสมบางอย่าง สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัด นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 8 (ต่อ)

ระดับ	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
4	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่ยากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่บอกให้ในข้อความหรือเป็นความรู้ที่เรียกคืนออกมาได้เอง เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองได้ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนระดับกลางหรือข้อมูลที่ไม่คุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยายออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า
5	นักเรียนสามารถใช้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมาขึ้น สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผล นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูลรวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
6	นักเรียนสามารถทำภารกิจวิทยาศาสตร์ที่ยากๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์เกือบทุกข้อ นักเรียนสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพและโลกและอวกาศมาสัมพันธ์กัน สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือทำนายผลของเหตุการณ์ในการตีความ แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่า ข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อใดที่อยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ

ตาราง 8 (ต่อ)

ระดับ	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
6	การเก็บข้อมูลภาคสนามหรือการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจ

ที่มา : OECD, 2019; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561ก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) กล่าวว่าการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับช่วงวัยนั้น ๆ ด้วย ซึ่งสามารถบ่งระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนได้เป็น 6 ระดับ ตามบริบทและความซับซ้อนของสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. ระดับความสามารถ 1 - 2 จะมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่คุ้นเคย ไม่ซับซ้อน และเป็นการให้เหตุผลแบบตรงไปตรงมา ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6

2. ระดับความสามารถ 3 - 4 จะมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ต้อใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จึงเหมาะกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นปีการศึกษาภาคบังคับตามระบบการศึกษาของประเทศไทยแล้ว ควรมีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในระดับ 3 - 4 เป็นพื้นฐาน

3. ระดับความสามารถ 5 - 6 หรือระดับสูงกว่าโดยจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนสูง หรืออาจเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทที่ไม่คุ้นชิน โดยต้องสามารถเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาในรูปแบบใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มนี้ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มตามศักยภาพตนเอง

ทั้งนี้ OECD (2019) นำคะแนนมาเทียบเกณฑ์ที่มีการปรับปรุงและมีการกำหนดสัดส่วนของคะแนนที่เท่ากันของแต่ละระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 1b มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 1a มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 25
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 2 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 37.5
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 3 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 4 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 62.5
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 5 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับ 6 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 87.5

กล่าวโดยสรุปการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้แบ่งออกเป็นระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 7 ระดับ เริ่มจากระดับต่ำสุด (ระดับ 1b) จนถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) โดย OECD (2019) ได้แบ่งระดับ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยคะแนนต่ำสุดที่ได้ โดยกำหนดสัดส่วนร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับ

จากการศึกษาการวัดและประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้หลายวิธี ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้การวัดประเมินผลตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 มีทั้งหมด 3 รูปแบบ และการสร้างสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการสนับสนุนในการตอบคำถาม โดยผู้เรียนจะต้องใช้หลักการทางสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ คือ 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งระดับในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้มี 6 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย ระดับที่ 2 แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา ระดับที่ 3 แก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน ระดับที่ 4 แก้ไขปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน ระดับที่ 5 แก้ปัญหาในระดับที่ซับซ้อนภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และระดับที่ 6 แก้ปัญหาบริบทที่ไม่เคยชินหรือสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่ โดยกำหนดสัดส่วนของคะแนนที่เท่ากันในแต่ละระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วง

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นระดับความสำเร็จของผู้เรียนในการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยวัดจากผลลัพธ์ที่ผู้เรียนได้รับหลังจากกระบวนการศึกษา และยังเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จทางการศึกษาของผู้เรียนอีกทั้งยังเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนและปรับปรุงการระบบการศึกษาในอนาคต ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาตามลำดับ ดังนี้

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งมีผู้วิจัยหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

Good (1973) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การบรรลุถึงความรู้หรือการพัฒนาการเรียน การสอน โดยพิจารณาจากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ได้รับมอบหมายหรือจากทั้งสองส่วน

Husen & Postlethwaite (1985) ให้ความเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคำที่มีความหมายกว้างขวาง ซึ่งพอจะประมวลได้ว่า เป็นผลสะท้อนของความรอบรู้และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่าง ที่ทักษะความรู้กาลังพัฒนา

ภพ เลาหไพบูรณ์ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

อารีย์ วชิรวราการ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดกับตัวผู้เรียนหลังจากที่กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถวัดได้จากพัฒนาการทาง สติปัญญา

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถ ของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามจุดประสงค์ของวิชาหรือสาขาที่สอบ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือ เทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทิศนา แขมมณี (2557) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะทางการเรียน อาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

โชติรส ฮับสมบูรณ์ (2564) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถหรือความสำเร็จในการเรียนรู้ทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะด้านวิชาการต่าง ๆ เป็นพฤติกรรมที่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้จากเดิมที่ไม่สามารถกระทำได้หรือกระทำได้น้อย แต่เมื่อเกิดกระบวนการเรียนรู้จากการเรียน การอบรมสั่งสอน การฝึกฝน ทั้งจากประสบการณ์ทางตรงและทางอ้อมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ทางสมอง โดยสามารถวัดพฤติกรรมที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ทั้งในด้านปฏิบัติและในด้านเนื้อหา จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานตามที่ได้รับมอบหมายที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์ของการเรียนและธรรมชาติของวิชา ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความสารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลการประเมิน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันด้วย ทำให้ครูสามารถนำผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนมาจัดกลุ่มแยกออกเป็นระดับต่าง ๆ ตามความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนได้

สิทธิวัฒน์ ทูลภิรมย์ (2564) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน รวมทั้งประสบการณ์ต่าง ๆ ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร ได้มาตามหลักการวัดและประเมินผล ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิดหรือพุทธิพิสัย ด้านอารมณ์และความรู้สึกหรือจิตพิสัยและด้านทักษะปฏิบัติหรือทักษะพิสัยที่ผู้สอนกำหนดไว้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลที่มาจากประสบการณ์จากการเรียนการรู้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นประสบการณ์ทางตรงและทางอ้อม การฝึกฝน หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยในความพยายามของแต่ละบุคคล ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และทางสติปัญญา ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ทางสมอง โดยสามารถวัดพฤติกรรมที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ทั้งในด้านเนื้อหาและทางด้านการปฏิบัติ จากแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์และธรรมชาติของวิชา ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่างกันด้วย นั่นทำให้ครูสามารรถนำผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนของผู้เรียนมาจัดกลุ่มแยกออกเป็นระดับต่าง ๆ ตามความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นเครื่องที่ใช้ในการประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายและประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จากผู้วิจัยท่านอื่น ๆไว้ ดังนี้

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievementtest) ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด เช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียน

อารีย์ วชิรวราการ (2542) ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายในโรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ชวาล แพรัตกุล (2552) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งจากทางโรงเรียนและทางบ้าน ยกเว้น การวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคคล-สังคม อันได้แก่ อารมณ์ และการปรับตน เป็นต้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ได้ให้ความหมายของแบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง เครื่องมอที่ใช้วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถถึงระดับมาตรฐานที่ผู้สอนได้กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด หรือมีความรู้ความสามารถถึงระดับใด หรือมีความรู้ความสามารถดีเพียงใด เมื่อเทียบกับผู้อื่น ที่เรียนด้วยกัน

จากการศึกษาความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องที่มีใช้ในการวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเมื่อได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา และเป็นเครื่องมือที่ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงพัฒนาการของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีการพัฒนาจากเดิมเพิ่มขึ้นหรือไม่ และสามารถเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากเพื่อนในห้องเรียน ที่ผ่านการเรียนรู้แบบเดียวกัน

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้รวบรวมประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้วิจัยท่านอื่นๆ ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัย ลักษณะที่สำคัญ คือ การตอบของนักเรียนจะเป็นอย่างอิสระตามความคิดและความเข้าใจของนักเรียนเอง นักเรียนจะต้องอ่านโจทย์คำถามแล้วคิดว่าจะตอบอย่างไร เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการที่จะสร้างแนวคิด รวบรวมแนวคิดและเขียนแสดงออกของความคิดนั้น นักเรียนจะสามารถตอบได้อย่างเสรีตามความคิดเห็นของตน ข้อสอบอัตนัยมี 2 แบบ คือ ข้อสอบแบบจำกัดขอบเขตในการตอบ และข้อสอบแบบไม่จำกัดขอบเขตการตอบ

2. ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อคำถามที่ผู้ออกและตรวจข้อสอบเห็นพ้องตรงกันว่า คำถามชัดเจน มีความเข้าใจความหมายของคำถามตรงกัน คำตอบที่ถูกคืออะไร และการตรวจให้คะแนนจะเหมือนกัน ข้อสอบแบบปรนัยที่นิยมเลือกใช้ ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบถูกผิดและข้อสอบแบบจับคู่

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบความเรียง (Essay test) มีจุดประสงค์วัดความสามารถในการบรรยาย อธิบายและแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจกำหนดความยาวหรือให้เขียนตอบตามสบาย

ข้อดีของแบบทดสอบความเรียง

1. สามารถวัดกระบวนการคิด และความสามารถในการเขียน
2. วัดความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการประเมินค่าได้ดี
3. สามารถวัดเจตคติข้อคิดเห็นต่าง ๆ ได้ดี
4. มีความสะดวกและง่ายต่อการออกข้อสอบ
5. ผู้ตอบมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

ข้อจำกัดของแบบทดสอบความเรียง

1. การให้คะแนนไม่แน่นอน คะแนนที่ ได้ขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ
2. ขาดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพราะออกข้อสอบได้น้อยจึงไม่ครอบคลุมเนื้อหา
3. ตรวจให้คะแนนยาก เสียเวลามาก

2. แบบทดสอบเติมคำ (Completion test) เป็นการวัดความสามารถในการหาคำตอบหรือข้อความมาเติมลงในช่องว่างของประโยคที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแม่นยำ โดยไม่มีคำตอบใดมาชี้นำก่อนนอกจากข้อความหรือประโยคที่ให้ไว้เท่านั้น โดยธรรมชาตินั้นจะเป็นการวัดด้านความจำ แต่ก็สามารถวัดด้านความคิดได้

ข้อดีของแบบทดสอบเติมคำ

1. สร้างง่ายสะดวกและรวดเร็ว
2. โอกาสที่ตอบถูกโดยการเดามีน้อย
3. สามารถสร้างคา ถามวัดในเรื่องหนึ่งๆ ได้หลายข้อ

ข้อจำกัดของแบบทดสอบเติมคำ

1. วัดพฤติกรรมความรู้-ความจา ซึ่งเป็นความรู้ขั้นต่ำ
2. ถ้าส่วนที่ต้องการเติมมีหลายเรื่องก็ไม่เหมาะที่ จะสร้างข้อสอบประเภทนี้ เพราะการเว้นที่อาจเป็นการแนะคา ตอบให้กับนักเรียนได้
3. ขาดความเป็นปรนัยในกรณีที่เขียนประโยคนำ

3. แบบทดสอบถูกผิด (True – False test) แบบทดสอบนี้วัดความสามารถในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จากความสามารถที่เรียนรู้มาแล้ว โดยทั่วไปจะเป็นการวัดความสามารถในด้านความจำ แต่ถ้าสามารถพลิกแพลงข้อความก็อาจวัดความคิดที่สูงขึ้นได้

ข้อดีของแบบทดสอบถูกผิด

1. ตรวจง่ายรวดเร็ว ยุติธรรม มีความเป็นปรนัย
2. สามารถวัดข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความรู้ความจำได้ดี
3. สามารถสอบเนื้อหาวิชาได้มากกว่าข้อสอบแบบอื่นในเวลาที่เท่ากัน
4. สามารถพัฒนาเป็นแบบทดสอบเลือกตอบได้
5. ออกข้อสอบง่ายและได้จำนวนมากข้อแต่ผู้สอบใช้เวลาทำน้อย

ข้อจำกัดของแบบทดสอบถูกผิด

1. นักเรียนได้คะแนนง่าย เนื่องจากการเดามีค่อนข้างสูง
2. ไม่สามารถที่จะวินิจฉัยได้ว่าสาเหตุที่นักเรียนทำข้อสอบผิดเนื่องมาจากอะไร
3. มีความเชื่อมั่นต่ำ ดังนั้นควรออกข้อสอบไม่น้อยกว่า 50 ข้อ
4. ส่วนมากวัดได้เฉพาะพฤติกรรมความรู้ - ความจำ

4. แบบทดสอบจับคู่ (Matching test) เป็นลักษณะของการวางข้อเท็จจริงเงื่อนไข คำ ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ไว้ทั้ง 2 ด้านขนานกันเป็นแนวตั้ง ก. กับแนวนอน ข. แล้วให้อ่านดูข้อเท็จจริงในแนวตั้ง ก. ก่อน ต่อจากนั้นให้พิจารณาดูว่าจะไปเกี่ยวข้องจับคู่ได้พอดีกับข้อเท็จจริงไหนใน แนวนอน ข. ที่กำหนดไว้

ข้อดีของแบบทดสอบจับคู่

1. สร้างง่ายและประหยัดเวลา
2. สามารถถามได้มากข้อในเวลาจำกัด
3. เหมาะสำหรับการวัดความจำ
4. ตรวจให้คะแนนสะดวกรวดเร็ว เพราะสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตรวจได้
5. สามารถพัฒนาเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบตัวเลือกคงที่ได้

ข้อจำกัดของแบบทดสอบจับคู่

1. เป็นการยากที่จะสร้างข้อคำถามให้เป็นเอกพันธ์กัน
2. วัดความสามารถชั้นสูงได้น้อย
3. ข้อสอบข้อท้ายๆ มีโอกาสตอบถูกได้ง่าย

5. แบบทดสอบเลือกตอบ (Multiple choices test) แบบทดสอบนี้จะมีคำถามหนึ่งคำถาม และมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แบบทดสอบนี้สามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่ต้องการทั้งหมด และเป็นข้อสอบที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน

ข้อดีของแบบทดสอบเลือกตอบ

1. วัดพฤติกรรมทางการศึกษาได้หลายด้าน ตั้งแต่ความรู้ความจำไปจนถึงการประมาณค่า

2. เป็นข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนง่ายถูกต้องรวดเร็วและมีความเป็นปรนัย

3. สามารถควบคุมความยากง่ายของข้อสอบได้

4. เป็นข้อสอบที่ครูสามารถวินิจฉัยสาเหตุแห่งการทำข้อสอบผิดว่ามาจากสาเหตุอะไรบ้าง โดยพิจารณาจากตัวเลือกต่าง ๆ จากกระดาษคำตอบ

5. มีความเชื่อมั่นสูง เพราะมีจำนวนข้อสอบมากและตอบถูกโดยการเดามีน้อย

6. สามารถใช้สัญลักษณ์ รูปภาพหรือกราฟมาเขียนข้อสอบได้

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. สร้างข้อสอบให้ดีทำได้ยาก และใช้เวลาในการสร้างนาน

2. ไม่เหมาะที่จะวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเสนอแนวคิด หรือทักษะการเขียน

3. สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงในการสร้างข้อสอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม ซึ่งจะมีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่ง เป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายที่แสดงถึงคุณภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติที่ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนกับแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพและมีมาตรฐาน

ชวลิต ชูกำแพง (2550) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัย เป็นข้อสอบที่เขียนคำถามโดยกำหนดเป็นสถานการณ์หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่ง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็นได้อย่างไม่จำกัด คำตอบของข้อสอบอัตนัยมีลักษณะและปริมาณไม่แน่นอน ซึ่งข้อสอบอัตนัยสามารถแบ่งย่อยเป็นสองแบบ คือ

1.1 แบบไม่จำกัดคำตอบหรือแบบขยายความ โดยให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระสามารถวัดสมรรถภาพด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทัศนคติ การประเมินค่าได้อย่างกว้างขวาง การกำหนดเวลาให้เขียนตอบจึงต้องกำหนดให้เหมาะสม ข้อสอบแบบนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการรวบรวมความคิดต่าง ๆ และการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการทำข้อสอบ

1.2 แบบจำกัดคำตอบ ข้อสอบแบบนี้จะถามแบบจำเพาะเจาะจงและต้องการคำตอบเฉพาะเรื่อง ซึ่งผู้ตอบต้องจัดเรียงความคิดให้เป็นระเบียบ เพื่อให้ตรงประเด็นของคำถามเพียงสั้นๆ ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังเรื่องคำสั่งของโจทย์ ขอบเขตของเนื้อหา เวลาที่ให้นักเรียนเขียนตอบ

2. ข้อสอบแบบสั้น ๆ และข้อสอบเติมคำ

2.1 ข้อสอบตอบสั้นๆ ลักษณะข้อสอบจะเขียนคำถามให้ผู้ตอบได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยการเขียนตอบเป็นคำ ๆ เดียวหรือประโยคสั้นๆ การตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะอ่านเพียงเล็กน้อย แล้วพิจารณาว่าคำตอบนั้นถูกต้องหรือใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกเพียงใด

2.2 ข้อสอบเติมคำ ลักษณะข้อสอบจะเขียนประโยคหรือข้อความเป็นตอนนำไว้แล้วเว้นช่องว่างระหว่างข้อความหรือท้ายข้อความสำหรับให้เติมคำหรือข้อความ เพื่อให้ข้อความนั้นถูกต้องสมบูรณ์ การเว้นช่องว่างอาจจะเว้นที่ว่างให้เติมมากกว่าหนึ่งแห่ง

3. ข้อสอบเลือกตอบหลายตัวเลือก ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นคำตอบ ส่วนคำถามเป็นข้อความปัญหา เขียนเป็นประโยคคำถาม ส่วนคำตอบให้เลือกเป็นตัวเลือกหลายตัวเลือก มีทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด เรียกว่าตัวลวง ข้อสอบเลือกตอบจึงเป็นข้อสอบชนิดที่มีคำตอบกำหนดไว้ให้ก่อน แล้วผู้ตอบต้องเลือกตอบตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งหรือหลายตัวเลือกแล้วแต่เงื่อนไขคำถาม ผู้ตอบไม่มีอิสระในการตอบความคิดเห็นของตน

4. ข้อสอบแบบถูกผิด ลักษณะของข้อสอบจะเขียนข้อความที่เป็นสถานการณ์ ซึ่งมีทั้งถูกหรือผิดคละกันไป รูปแบบข้อสอบถูกผิดสามารถจำแนกรูปแบบคำถามเป็น 3 แบบ ดังนี้

4.1 แบบคำถามเดี่ยว แบบนี้จะเขียนข้อความที่เป็นปัญหาเป็นข้อๆ แล้วให้พิจารณาว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ แล้วแต่จะจัดแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหา

4.2 แบบคำถามขยาย แบบนี้จะกำหนดเนื้อหาเป็นตอนนำ แล้วเขียนข้อความที่อยู่ในขอบเขตเนื้อหานั้น เพื่อขยายรายละเอียดของข้อความตอนนำ แล้วให้พิจารณาว่าข้อความที่ขยายนั้นถูกหรือผิด

4.3 แบบคำตอบผสม แบบนี้จะกำหนดคำตอบไว้คงที่หลายอย่างผสมกัน แล้วให้พิจารณาข้อความในแต่ละข้อความว่าจะสอดคล้องกับคำตอบผสมแบบใด

5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะข้อสอบประกอบด้วยคำถามเขียนเป็นตัวยืนไว้ในสดมภ์ซ้ายมือ โดยมีที่ว่างเว้นไว้หน้าข้อเพื่อให้ผู้ตอบเลือกหาคำตอบที่เขียนไว้ในสดมภ์ขวามือ รูปแบบคำถามข้อสอบแบบจับคู่นี้สามารถจำแนกรูปแบบคำถามเป็น 3 แบบ ดังนี้

5.1 แบบหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน แบบนี้จะประกอบด้วยข้อความสองชุดที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน โดยเขียนไว้คนละสดมภ์

5.2 แบบตัวเลือกคงที่ โดยทั่วไปแล้วข้อสอบแบบจับคู่จะกำหนดให้ตัวเลือกมากกว่าตัวคำถามเสมอ ยกเว้นการเขียนข้อสอบในบางเนื้อหาที่มีหัวข้อหลักอยู่ไม่มากนัก และต้องการทราบรายละเอียดของแต่ละหัวข้อหลักนั้นควรเขียนข้อสอบจับคู่โดยใช้ตัวเลือกคงที่หรือเรียกว่า แบบจัดประเภท เช่น จับเหตุการณ์ไปใส่ในยุคสมัย นำชื่อสูตรสารประกอบไปใส่ในกลุ่มของสารประกอบ

5.3 แบบจัดเรียงใหม่ แบบนี้ต้องการให้ผู้ตอบจัดเรียงลำดับข้อปัญหาใหม่ เช่น จัดเรียงลำดับเหตุการณ์ใหม่ จัดเรียงข้อพิสูจน์ กฎเกณฑ์ ความสำคัญ หรือน้ำหนักเสียใหม่

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาประเภทของแบบทดสอวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักๆแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง คือ แบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ใช้เฉพาะกลุ่มวิชาที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมาและใช้กันทั่วไปในสถานศึกษา มีอยู่ 2 ชนิด คือ ข้อสอบแบบอัตนัย และ ข้อสอบแบบปรนัย

2. แบบทดสอบมาตรฐาน คือ แบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป เป็นแบบทดสอบที่สร้างมาจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์อย่างดีมีมาตรฐานและคุณภาพ

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีลักษณะเป็นปรนัย แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่สามารถตัดสินได้ว่าในแต่ละหน่วยการสอนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่หวังหรือไม่ โดยคำถามที่ใช้มีความครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้ง 4 ด้าน คือ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์ ตามเนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์ เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

6.3 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างแม่นยำนั้นจำเป็นต้องอาศัยหลักการที่สำคัญและกระบวนการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบ โดยหลักการที่สำคัญและวิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีหลักการ ดังนี้

ขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้รวบรวมหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ได้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2544) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะเป็นกรอบในการออกข้อสอบซึ่งระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนแล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจทานข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณา ทบทวน ตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อได้

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่า ข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาขั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และที่จะต้องวัดแต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไรกำหนดออกมาให้ชัดเจน

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบจากขั้นแรก พิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอย่างไรบ้างอย่างละกี่ข้อ พฤติกรรมย่อยดังกล่าวคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้วต่อมาพิจารณาว่าจะต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละกี่ข้อควรออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 25 ทั้งนี้ หลังจากที่นำไปทดลองใช้และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้วจะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออกข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการจริง

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ของการวางแผนสร้างข้อสอบแบบอิงกลุ่มทุกประการ คือ ตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใดและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนคำถามแบบนั้น ๆ ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เพื่อวัดจุดประสงค์ประเภทต่าง ๆศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการเขียนข้อสอบของตน

4. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามตารางที่กำหนดจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและใช้รูปแบบเทคนิคการเขียนตามที่ได้ศึกษาในขั้นที่ 3

5. ตรวจทานข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่งโดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชาแต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายหรือไม่ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คนพิจารณา

ว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้นั้นหรือไม่ถ้ามีข้อที่ไม่เข้าเกณฑ์ควรพิจารณาปรับปรุงให้เหมาะสมเว้นแต่จะไม่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างชัดเจน

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบมีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบวิธีตอบจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์จากผลการวิเคราะห์ในขั้นที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไปโดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีตมีความถูกต้องมีคาชี้แจงที่ละเอียดชัดเจนและผู้อ่านเข้าใจง่าย

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ

2. กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบ

3. สร้างตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้ชัดเจน

4. สร้างข้อสอบที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และตรงตามเนื้อหาที่วัดความสามารถของผู้เรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวถึงวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้นสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้นกะทัดรัด และมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อสอบทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ จุดมุ่งหมายของการสอบจะต้องมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดหมายของหลักสูตรตามลำดับ โดยผู้สอนต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อให้ผู้สอนมีความเข้าใจว่าควรสอบอะไรบ้าง และควรดำเนินการสอบอย่างไรซึ่งการวิเคราะห์หลักสูตรสำ หรับการกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหา วิธีการสอบ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1.1 วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา

2. การออกแบบการสร้างแบบสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้างข้อสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพ การออกแบบการสร้างข้อสอบประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

2.1 วางแผนการทดสอบเป็นการกำหนดว่าต้องการทำการทดสอบทั้งหมดกี่ครั้ง มีความถี่ห่างของการสอบเท่าใด และครอบคลุมเนื้อหา จุดมุ่งหมายใด และใช้เวลาเท่าใด

2.2 กำหนดรูปแบบของแบบสอบ เป็นการกำหนดแบบสอบว่าจะสอบแบบอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์ สอบข้อเขียนหรือแบบปฏิบัติการ เป็นต้น

2.3 สร้างแผนผังการทดสอบ

2.4 สร้างผังข้อสอบ เป็นการเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่าวัดเนื้อหาอะไร และจุดมุ่งหมายการเรียนรู้อะไร

3. เขียนข้อสอบ เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ผู้เขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี ข้อสอบที่ดีควรมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ

3.2 ร่างข้อสอบ

3.3 ทบทวนร่างข้อสอบ

3.4 บรรณาธิการข้อสอบ ผู้สอนทำการปรับปรุงข้อบกพร่องตามคำแนะนำที่ได้รับขัดเกลาข้อความและภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน

4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ควรนำข้อสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบที่ตั้งใจจะนำไปใช้จริง ควรมีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 50 คน เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ค่อนข้างคงที่และน่าเชื่อถือ

4.1 การวิเคราะห์ข้อสอบ

4.2 การคัดเลือกข้อสอบรวมเป็นแบบสอบข้อสอบควรมีความยากง่ายที่เหมาะสมและมีอำนาจจำแนกสูง ข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะควรมีค่า p ประมาณ .50 ค่าเฉลี่ยความยากง่ายของข้อสอบทั้งฉบับควรมีค่าประมาณ .50

4.3 การวิเคราะห์แบบสอบหลังจากคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเป็นรายข้อมารวมกันแล้ว ควรทำการวิเคราะห์ข้อสอบในด้านความเที่ยง (Reliability) และความตรง (Validity)

5. นำแบบสอบไปใช้ ต้องยึดหลักว่าผู้สอบทุกคนต้องได้รับความยุติธรรมเท่าเทียมกันในการแสดงความสามารถจากการเรียนรู้ตามที่แบบสอบต้องการวัด

6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบ เมื่อนำข้อสอบไปใช้แล้ว ควรนำคะแนนที่ได้มาศึกษา เพื่อทราบลักษณะของคะแนนสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การกระจาย รูปแบบของการแจกแจง และทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบทางด้านความเที่ยงและความตรง

7. ปรับปรุงแบบสอบ ซึ่งปรับปรุงตามข้อบกพร่องเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ ที่มาจากประชากรเป้าหมายเดียวกัน

จากการศึกษาขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นควรสร้างตามลำดับขั้นตอน คือ วิเคราะห์จุดประสงค์และกำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ เขียนข้อสอบตรวจทานข้อสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรง จากนั้นพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองนำไปทดสอบกับกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง จากนั้นพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียน ในรายวิชาที่สอน คือรายวิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ศึกษาเนื้อหาที่ทำการสอน เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ
4. กำหนดโครสร้างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. นำไปทดลองกับกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างและหาคุณภาพของแบบทกสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. คัดเลือกข้อสอบ
8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยท่านอื่น ๆรวบรวมหลักการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2540) กล่าวถึง การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง การลงความเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของเครื่องมือวัดกับเนื้อหาของเกณฑ์ ถ้ามีความสอดคล้องกันมากแสดงว่ามีหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เป็นการแสดงความเที่ยงตรงทั้งต่อรายละเอียดของเนื้อหาวิชา และความเที่ยงตรงต่อพฤติกรรมคาดหวังในเนื้อหาวิชานั้นๆ ด้วย การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในความหมายนี้ต้องมีตารางกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนการสอนหรือตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้วเขียนคำถามต่าง ๆ ให้ครอบคลุมเนื้อหา และชนิดของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

มนตรี วงษ์สะพาน (2563) กล่าวถึงความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ว่าเป็นวิธีหาความเที่ยงตรงแบบวิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรก่อนที่จะสร้างแบบทดสอบแล้วพิจารณาตรวจสอบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้น ข้อคำถามทั้งหมดได้สัดส่วนพอที่จะเป็นตัวแทนของบรรดาความรู้ทั้งมวลลามารถบอกผลได้แน่นอนหรือไม่ว่าผู้เรียนประสบผลสำเร็จเพียงใด โดยส่วนใหญ่การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือจะอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิขา และด้านการวัดผล ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ กันมาก เรียกย่อ ๆ ว่าวิธีการหา IOC (Index of Item Objective Congruence)

2. การวิเคราะห์ความยากอำนาจจำแนก

มนตรี วงษ์สะพาน (2563) ได้กล่าวถึงความยาก และอำนาจจำแนก ที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า ความยาก (Difficulty) ใช้ในการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งหมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรืออัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการจำแนกความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ เช่น ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ เป็นต้น

ซึ่งการวิเคราะห์ความยากอำนาจจำแนกในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ จะแบ่งเป็นการหาในข้อสอบแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ ได้ ดังนี้

- **การหาความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม** มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำข้อสอบที่สร้างเรียบเรียงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนจำนวนหนึ่งแล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน

ขั้นที่ 2 เรียงกระดาษคำตอบจากคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุด

ขั้นที่ 3 นับกระดาษคำตอบจากด้านบนลงมาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า กลุ่มสูง และนับกระดาษคำตอบจากด้านล่างขึ้นมาให้มีจำนวนเท่ากับกลุ่มสูง เรียกว่า กลุ่มต่ำ (ใช้กลุ่มละ 25% - 50%)

เช่น ทำการสอบนักเรียนจำนวน 60 คน ถ้าต้องการกระดาษคำตอบในกลุ่มสูง 25% และกลุ่มต่ำ 25% (หรือเรียกว่า เทคนิค 25%) จะได้กระดาษคำตอบในกลุ่มสูง (H) จำนวน 15 แผ่น (H1 – H15) และกลุ่มต่ำ (L) จำนวน 15 แผ่นด้วย (L1 – L15)

ขั้นที่ 4 นำกระดาษคำตอบในกลุ่มสูง (H1 – H15) และกลุ่มต่ำ (L1 – L15) มาลงรอยขีด (Tally) ในแบบฟอร์ม เพื่อจะดูความถี่ในแต่ละตัวเลือกของแต่ละข้อว่ามีผู้เรียนเลือกตอบกี่คน

ขั้นที่ 5 นำค่ารวม H และ L ของแต่ละข้อไปคำนวณหาค่าความยาก และอำนาจจำแนกโดยใช้สูตร ดังนี้

$$p = \frac{H+L}{2N} \quad , \quad r = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ

p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของข้อสอบแบบอิงกลุ่มเป็นรายข้อ มีดังนี้

ค่า p			ค่า r		
ต่ำกว่า .20	ยากเกินไป		ต่ำกว่า .20	จำแนกต่ำ	
.20 ถึง .39	ค่อนข้างยาก		.20 ถึง .40	จำแนกปานกลาง	
.40 ถึง .60	ปานกลาง	มี	.41 ถึง .60	ค่อนข้างสูง	มี
.61 ถึง .80	คุณภาพ		.61 ถึง	คุณภาพ	
สูงกว่า .80	ค่อนข้างง่าย		1.00	สูง	
	ง่ายเกินไป				

- **การหาความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์**

วิธีที่ 1 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากผลสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) เป็นวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดย คริสปินและเฟลด์ฮูเซน (Kryspin and Feldhuson) เรียกค่าอำนาจจำแนกดังกล่าวว่า ดัชนี เอส (S-Index หรือ Sensitivity Index) โดยใช้สูตร

$$S = \frac{R_{pos} - R_{pre}}{N}$$

เมื่อ

S	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
R_{pos}	แทน	จำนวนคนหลังสอนตอบถูก
R_{pre}	แทน	จำนวนคนก่อนสอนตอบถูก
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

เกณฑ์พิจารณาอำนาจจำแนก (S) ใช่เกณฑ์เช่นเดียวกับเกณฑ์ของค่า r ในการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม

วิธีที่2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากผลการสอบครั้งเดียว เป็นวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ที่นำไปทดสอบหลังเรียนครั้งเดียว ตามแนวคิดของ เบรนแนน (Brennan) ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้ เรียกว่า ดัชนี บี (B – Index หรือ Brennan Index) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ

B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
N_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (สอบผ่านเกณฑ์)
N_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่านเกณฑ์)
U	แทน	จำนวนรอบรู้ (สอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
L	แทน	จำนวนไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

เกณฑ์พิจารณาอำนาจจำแนก (B) ใช้เกณฑ์เช่นเดียวกับเกณฑ์ค่า r ในการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม

3. การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น

มนตรี วงษ์สะพาน (2563) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่น ที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของเครื่องมือที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะใช้กี่ครั้งก็ตาม เปรียบได้กับเครื่องชั่ง กล่าวคือ ถ้านำวัตถุชิ้นหนึ่งไปชั่งหลายๆครั้ง หากพบว่า เครื่องชั่งบอกน้ำหนักของวัตถุได้เท่าเดิมทุกครั้ง แสดงว่าเครื่องชั่งนั้นมีความเชื่อมั่นสูง

ซึ่งการวิเคราะห์ความยากอำนาจจำแนกในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ จะแบ่งเป็นการหาในข้อสอบแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ได้ ดังนี้

- **การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม** ที่นิยมใช้แบ่งเป็น 4 วิธี คือ

1. วิธีทดสอบซ้ำ (Test – Retest Method) วิธีนี้ทำได้โดยการนำแบบทดสอบฉบับที่ต้องการหาค่าความเชื่อมั่นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง ในสถานการณ์ที่เหมือนๆกัน แล้วใช้สูตรสหสัมพันธ์เพียร์สัน ในการคำนวณหาความเชื่อมั่น ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ

r_{xy} แทน ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
X แทน คะแนนสอบครั้งที่ 1 ของนักเรียนแต่ละคน
Y แทน คะแนนสอบครั้งที่ 2 ของนักเรียนแต่ละคน
N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms Method) เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบสองชุดที่มีเนื้อหาเดียวกันไปทดสอบเด็กกลุ่มเดียวกัน และนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นใช้สูตรการหาความสัมพันธ์ของเพียร์สัน เช่นเดียวกับการสอบซ้ำ ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ

r_{xy} แทน ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
X แทน คะแนนสอบครั้งที่ 1 ของนักเรียนแต่ละคน
Y แทน คะแนนสอบครั้งที่ 2 ของนักเรียนแต่ละคน
N แทน จำนวนคนทั้งหมด

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split – Half Method) เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบไปสอบครั้งเดียวกับกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม แล้วนำผลการสัดที่ได้มาแบ่งครึ่งหรือแบ่งเป็นสองส่วน แล้วหาความสัมพันธ์กันด้วยสูตรของเพียร์สัน เช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แล้วทำการปรับขยายให้เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเต็มฉบับโดยใช้สูตรของ สเปียร์แมนบราวน์ (Spearman Brown) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{2r_{tt}}{1+ r_{hh}}$$

เมื่อ

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ

r_{hh} แทน ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบแต่ละครึ่งฉบับ

4. วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kruder – RiChardson Method) วิธีนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การหาความคงที่ภายใน (Internal Consistency) ซึ่งดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียวกับกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียว และเป็นประเภท ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน มีวิธีหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 ดังนี้

$$\text{KR-20} \quad : r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

p แทน อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น

q แทน อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

N แทน จำนวนนักเรียน

X แทน คะแนนแต่ละคน

- **การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์** ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบอิงเกณฑ์มีวิธีคำนวณหลายแนวคิด วิธีที่สะดวกสำหรับครู คือ การตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนไปจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่มครั้งเดียว และใช้สูตรคำนวณของ โลเวท (Lovett Method) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum(X_i - C)^2}$$

เมื่อ

r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

K แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

C แทน คะแนนเกณฑ์เป้าหมายที่ต้องการ

การกำหนดค่า C ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของผู้วิจัยที่ต้องการให้ผู้เรียนผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยอาจกำหนดที่ระดับ 70% - 90% ผู้วิจัยจะต้องแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ให้เป็นคะแนนดิบ เช่น ต้องการกำหนดผ่านเกณฑ์ที่ระดับ 80% สำหรับแบบทดสอบที่มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน จะได้ค่า C เท่ากับ 16

ผลการคำนวณค่าความเชื่อมั่นจะได้ค่าระหว่า -1.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปผู้วิจัยจะกำหนดคุณภาพค่าความเชื่อมั่นสูงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป จึงจะยอมรับว่าเครื่องมือนั้นมีคุณภาพใช้ได้ จากการศึกษาเพิ่มเติมของ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมักมีความสำพันธ์กับค่าอำนาจจำแนก กล่าวคือ ถ้าข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกสูงจะทำให้แบบทดสอบฉบับนั้นมีค่าความเชื่อมั่นสูงด้วยเช่นกัน

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 1. การวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา 2. การวิเคราะห์หาค่าความยากอำนาจจำแนก และ3. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งในวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาที่เรียนอีกชื่อหนึ่งว่า วิธีการหา IOC (Index of Item Objective Congruence) ในส่วนของการหาค่าความยากอำนาจจำแนก ผู้วิจัยใช้การหาค่าความยากอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ โดยวิธี ดัชนี บี (B – Index หรือ Brennan Index) ต้องมีค่าอยู่ที่ 0.20 – 1.00 และในการหาค่าความเชื่อมั่นใช้วิธีการคำนวณของ โลเวท (Lovett Method)

6.4 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นกระบวนการที่ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และยังเป็นสิ่งที่ทำให้ครูทราบถึงประสิทธิภาพของผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนไปหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมวิธีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ดังนี้

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1956 อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2542; พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548; โชติรส ฮับสมบูรณ์, 2564) ได้จำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตคติ และด้านทักษะพิสัย ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย

เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ขั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูง ดังนี้

1.1 ความรู้ เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็น ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์เทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลงลำดับ ขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

1.2 ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิงอธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.3 การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้นและหาหลักการของความรู้นั้นได้

1.5 การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรมหรือการสร้างหลักการทฤษฎีต่าง ๆ

1.6 การประเมินค่า เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำ สิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

2. ด้านเจตคติ

เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณธรรมหรือค่านิยม ความซาบซึ้ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทางด้านความรู้สึก การเรียนรู้ด้านเจตคติแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูง ดังนี้

2.1 การรับรู้สิ่งเร้า คือ การที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้วเกิดความสนใจและรับรู้สิ่งแวดล้อมนั้น โดยที่ผู้เรียนมีความรู้ตัว ตั้งใจ รับรู้หรือตั้งใจที่ถูกควบคุมให้รับรู้

2.2 การตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้รับรู้สิ่งแวดล้อม ผู้เรียนเริ่มมีปฏิกิริยาโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อมที่รับเข้ามา มีความตั้งใจที่จะตอบสนอง มีความพึงพอใจในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมนั้น

2.3 การสร้างค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้รับรู้และมีปฏิกิริยาโต้ตอบแล้ว ต่อมาเป็นการสร้างค่านิยม คือ การยอมรับคุณค่าของสิ่งนั้น มีความพึงพอใจในคุณค่าของสิ่งนั้น และมีความแน่ใจผูกพันในค่านิยมนั้น

2.4 การจัดระบบค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้สร้างค่านิยมแล้ว ผู้เรียนจะพิจารณาจัดรวบรวมค่านิยมเหล่านั้นที่มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เดียวกัน และจัดเป็นระบบค่านิยม

2.5 การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม เป็นการผสมผสานค่านิยมที่สร้างขึ้นจนเป็นลักษณะนิสัยเฉพาะของแต่ละบุคคลจนกลายเป็นความประพฤติ บุคลิกภาพ อุดมคติของชีวิต

3. ด้านทักษะพิสัย

เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะ ในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่อง ต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายปฏิบัติงาน การเรียนรู้ด้านการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 7 ขั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูงดังนี้

3.1 การรับรู้ เป็นขั้นแรกของการเริ่มกิจกรรมใดก็ตาม เป็นการรับรู้โดยการกระตุ้นต่อโสตประสาทความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ การได้ยินทางหู การเกิดภาพใน สมองทางตา การสัมผัสทางมือ การกระตุ้นให้ได้รถทางลิ้น การกระตุ้นให้ในกลิ่นทางจมูก การกระตุ้นทางกล้ามเนื้อ เป็นการตัดสินว่าจะจะเลือกสิ่งเร้าใดที่จะตอบสนอง เป็นการแปลความเกี่ยวข้องของสิ่งเร้าและแสดงอาการตอบสนอง

3.2 การเตรียมความพร้อมปฏิบัติ เป็นการเตรียมการปรับตัวทั้งทางร่างกาย สมองและอารมณ์ให้พร้อมที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง การพร้อมทางสมองเป็นการพร้อมในเชิงความคิดที่ต้องมีมาก่อน อาศัยความรู้ที่มีมาก่อนประกอบด้วยการพร้อมทางร่างกาย เป็นการจัดท่าทางของ ร่างกายให้พร้อม และการพร้อมทางอารมณ์เป็นการปรับเจตคติให้เกิดความตั้งใจตอบสนอง

3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่ให้ เป็นการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคน ภายใต้คำ แนะนำของครูผู้สอน จำแนกเป็นการเลียนแบบและการลองผิดลองถูก การเลียนแบบเป็น การตอบสนองตาม แบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วให้ทำตาม การลองผิดลองถูก เป็นความพยายามที่จะตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ

3.4 กลไกในการปฏิบัติ เป็นการสร้างระบบ วิธีการ จากประสบการณ์ความรู้ที่สะสมไว้เป็นการแสดงออกที่เกิดจากการเรียนรู้จนเป็นนิสัย ผู้เรียนมีความมั่นใจและมีความชำนานพอที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้

3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน เป็นการแสดงออกที่อาศัยทักษะมาก เพื่อให้สามารถแสดงออก อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ เป็นการตอบสนองโดยไม่ลังเลใจแบบอัตโนมัติ คือ ใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด

3.6 การดัดแปลงให้เหมาะสม เป็นการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางร่างกายทาง สมองให้สอดคล้องกับความต้องการในปัญหาแบบใหม่

3.7 การริเริ่มสิ่งใหม่ เป็นการริเริ่มรูปแบบการฉันไหวใหม่ๆ ที่เหมาะกับสถานการณ์เฉพาะอย่างหรือปัญหาเฉพาะอย่างโดยไม่เคยทำมาก่อน

คลอปเฟอร์ Leopold E. Klopfer (1971 อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2542; เจนจิรา เครือทิวา, 2561; วีรดา ลิมปิสวัสดิ์, 2564) ได้ศึกษาวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูม (Bloom) แล้วนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มี ดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension) ความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนอาจได้มาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็นความรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจวิทยาศาสตร์

1.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์หรือคำนิยามศัพท์ที่ถูกกำหนดไว้

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ มโนมติหรือความคิดรวบยอด คือ การนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมกันเกิดเป็นรูปแบบใหม่

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงจรชีวิตซึ่งทำให้สามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้องหรือในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ก็จะมีลำดับขั้นตอน

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่งผู้เรียนต้องบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ตามที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดไว้และสามารถจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ได้

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคและวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้กันอยู่มีมากมายหลายวิธี ซึ่งเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้เน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากการบอกเล่าของครูหรือจากการอ่านหนังสือ ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ หลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้จากการนามโนมติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปแบบใหม่เป็น

หลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางใน วิชานั้น ๆ

1.2 ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 การนำความรู้ไปใช้ในสิ่งใหม่ มีความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ สามารถบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียนมา

1.2.2 การแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของอีกสัญลักษณ์หนึ่งจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนมติ หลักการและทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การที่ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับการศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติและสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ๆ ขึ้นมา ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มี ดังนี้

2.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยตรง ซึ่งถ้าใช้การสังเกตเพียงอย่างเดียวก็จะไม่สามารถบอกปริมาณที่ถูกต้องแน่นอนได้ ต้องใช้ทั้งการสังเกตและการวัดควบคู่กันไป

2.2 การมองเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ไขปัญหา การสังเกตและการวัดจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ และหาทางที่จะแก้ไขปัญหานั้น

2.3 การตีความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป ข้อมูลผู้เรียนได้จากการทดลองนั้นเป็นการบันทึกผลการสังเกตและการวัดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะต้องถูกจัดกระทำต่อไป เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณค่าสูงขึ้นในการศึกษาเรื่องนั้น ๆ

2.4 การสร้างทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าไปทำให้ได้ข้อสังเกตและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทั้งหลายเพิ่มพูนขึ้นเป็นลำดับ ทำให้ได้กฎเกณฑ์ หลักการและข้อสรุปต่าง ๆ มากขึ้น แต่ในบางครั้งหลักการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษายังไม่ได้กำหนดชัดเจน หรือบางครั้งผลการศึกษาค้นคว้าใหม่ขัดกับข้อสูตรเดิม ทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่เข้ากันกับข้อเท็จจริงและหลักการต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่ศึกษา แบบจำลองทฤษฎีที่ได้นั้นต้องสามารถที่จะใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและหลักการเหล่านั้นได้

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ นั้นคือการที่ผู้เรียนใช้ความรู้หรือวิธีการเพื่อจัดการกับปัญหาไม่ใหม่ๆ ที่ไม่เคยพบมาก่อน แต่ถ้าเป็นการ

แก้ปัญหาที่เคยพบหรือทำมาแล้วจะเป็นแค่เพียงความจำไม่ใช่การนำไปใช้ ซึ่งผู้เรียนควรฝึกการแก้ปัญหา 3 ประการ ดังนี้

3.1 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

3.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

3.3 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหา จึงจำเป็นต้องฝึกให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และทักษะ ในการติดตั้งเครื่องมือสำหรับการทดลอง เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติไม่ทำให้เครื่องมือที่ใช้รุด เสียหายไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

5. เจตคติและความสนใจ คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาเกี่ยวกับเจตคติและความสนใจในวิทยาศาสตร์

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ คือ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มี จิตใจเป็นวิทยาศาสตร์และชักนำให้ผู้เรียนมีความสนใจในความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม

กรมวิชาการ (2546 อ้างถึงใน ปรียาณ์ภัสนากร สุ่มมาตย์; 2562) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ คือ ทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมมีหลากหลายรูปแบบ ผู้สอนควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเหตุการณ์และสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพิจารณาตามศักยภาพ

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ความรู้ที่ผู้เรียนเพิ่งได้รับจากการเรียนรู้มีทั้งความรู้เชิงเนื้อหา ความรู้เชิงกระบวนการและความรู้เชิงบริบท เครื่องมือวัดและประเมินผลที่นิยมใช้โดยทั่วไปและยังจำเป็นอยู่ คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบที่เลือกตอบ แบบอัตนัย แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบอธิบายผลแบบสั้นๆ ผู้สอนต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน

การวัดและการประเมินผลการเรียนด้านทักษะ เนื่องจากหลักสูตรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง วิธีการวัดและประเมิน จึงควรวัดความสามารถในการทางานและการแสดงออกของผู้เรียนภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุดโดยวัดทั้งวิธีการ (Process) และผลงาน (Product) ที่ผู้เรียนกระทำและแสดงออก วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้หลายอย่าง ดังนี้

1. การสังเกตพฤติกรรม (ทั้งแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ) นิยมใช้ในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า

2. การทดสอบภาคปฏิบัติ เมื่อต้องการวัดทักษะการปฏิบัติให้ผู้เรียนแสดงทักษะนั้น ๆ หรือขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงและวัดว่าผู้เรียนสามารถทำได้ถูกต้องด้วยความคล่องแคล่วและถูกต้องตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

3. การสร้างสถานการณ์จำลอง ใช้เมื่อผู้สอนไม่สามารถนำผู้เรียนไปสอบภาคปฏิบัติในสถานการณ์จริงได้ จึงต้องกำหนดสถานการณ์ขึ้นมาให้คล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

4. แฟ้มสะสมงาน เหมาะสำหรับการประเมินในภาพรวม เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนสามารถนำทักษะต่าง ๆ ไปบูรณาการใช้ได้อย่างผสมกลมกลืนเป็นธรรมชาติสอดคล้องกับความเป็นจริง

5. การบันทึกพฤติกรรม การประเมินด้วยวิธีนี้ ใช้เมื่อต้องการให้ผู้เรียนบรรยายพฤติกรรมของตนเองและเพื่อนที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งหรือการบันทึก เมื่อออกภาคสนาม (Field Trip) โดยให้ผู้เรียนจดบันทึกรายงานความสามารถ ความคิดเห็นความประทับใจของตนเองและของเพื่อนหรือกลุ่ม การให้ผู้เรียนบันทึกพฤติกรรมช่วยฝึกทักษะการเขียนให้แก่ผู้เรียนได้อีกทางหนึ่งด้วย

การวัดและประเมินผลการเรียนด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียนต้องกระทำอย่างต่อเนื่องตลอดภาคเรียน ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริงของผู้เรียนจึงควรใช้การวัดและประเมินที่หลากหลาย เน้นผู้เรียนได้ตรวจสอบและประเมินตนเองหรือให้เพื่อนร่วมชั้นเรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้หลายอย่าง ดังนี้

1.การสังเกตพฤติกรรม โดยกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกไว้ล่วงหน้า

2. การทดสอบ เช่น การวัดบุคลิกภาพและการปรับตัวของผู้เรียน

3. การสัมภาษณ์ ควรเน้นการพูดอย่างไม่เป็นทางการ เน้นสัมพันธภาพที่ดีของผู้เกี่ยวข้องทั้ง 3 ฝ่าย คือ ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ปกครอง

4. การวัดเจตคติ เป็นการวัดเพื่อลดความโน้มเอียงของพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีต่อคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้แบบวัดที่ผู้สอนอาจสร้างขึ้นเองหรือใช้แบบวัดมาตรฐานที่ผู้สอนสร้างไว้แล้วก็ตาม

5. การสำรวจ เน้นการมองภาพรวมร่องรอยของเหตุการณ์หรือพัฒนาการที่จะแสดงจุดเด่นหรือการเรียนรู้ที่ปรากฏให้เห็น นิยมใช้แบบสำรวจร่องรอย (Inventories)

6. แฟ้มสะสมงาน ซึ่งเป็นแหล่งแสดงความหลากหลายทางสติปัญญาของผู้เรียนในภาพรวมทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณธรรม ซึ่งครูผู้สอนสามารถวิเคราะห์ได้จากผลงานที่ผู้เรียนสร้างสรรค์ความคิดเห็น ความประทับใจและการแสดงออกของผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 อ้างถึงใน เจนจิรา เครือทิวา, 2561; โชติรส ฮับสมบูรณ์, 2564; วีรดา ลิมปิสวัสดิ์, 2564) ได้เสนอพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน ดังนี้

1) ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสาระสนเทศ

2) ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้

3) การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4) การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย

5) การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

6) การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ

1) ด้านทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้การเชื่อมโยงทักษะ

2) กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน คือ

1) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพิจารณาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึง จุดประสงค์การเรียนรู้ของบลูม (Bloom) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราวหรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1.1 ความจำในเรื่อง (Knowledge of specifics)

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นคำถามที่เน้นเกี่ยวกับความหมายของศัพท์หรือนิยามต่าง ๆ ที่เคยให้นักเรียนท่องจา เอาไว้ เป็นความจำขั้นต่ำมาก

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of ways and means of dealing with specifics)

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Knowledge of conceptions) เป็นคำถามที่ถามสิ่งที่นิยมทำกันในทางวิชาการจนเป็นนิสัยหรือประเพณีหรือสิ่งที่ได้ตกลงกันวางแบบแผนเอาไว้ว่าสิ่งนี้สิ่งนั้นควรทำกันอย่างไร ประเพณีหรือแบบแผนที่วางไว้นี้ก็เพื่อความสะดวกของสังคม

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Knowledge of trends and sequence) เป็นคำถามที่ถามแนวโน้มที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและถามขั้นตอนของการดำเนินการของสิ่งนั้น

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท (Knowledge of classifications and categories) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนมาจัดประเภทสิ่งของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าอันไหนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรืออันไหนที่แตกต่างจากพวก

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of criteria) จะมุ่งถามว่านักเรียนรู้จักตัวเกณฑ์ที่จะนำไปใช้ในการตัดสินหรือตรวจสอบสิ่งใด ๆ หรือไม่ ไม่ถึงกับนำเกณฑ์ไปใช้

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of methodology) เพื่อจะได้ถามเกี่ยวกับวิธีการต่าง ๆ ที่จะได้มาถึงผลลัพธ์ การทำอะไรสำเร็จนั้นต้องมีวิธีการ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of universals and abstractions in the field) จะมุ่งถามความคิดรวบยอดของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ นั่นคือถามให้นักเรียนลงสรุปเป็นหลักวิชาการ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย (Knowledge of principles and generalizations) เป็นการถามเกี่ยวกับ หลักวิชา คือ ความสัมพันธ์ของมโนภาพตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป และการขยายความคือการนำหลักวิชาไปอ้างอิงอีกรูปแบบหนึ่ง

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of Theories and structures) เป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับทฤษฎี การนำหลักวิชาหลายอย่างมาเกี่ยวกันหลายอย่างมาประกอบกัน และทำการพิสูจน์จนเป็นที่แน่ใจ ส่วนโครงสร้าง คือ สิ่งที่มาประกอบให้บังเกิดสิ่งนั้น

2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความ จากสื่อความหมายต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น เป็นพฤติกรรมที่สามารถดัดแปลงแก้ไขสิ่งที่ยากมากเป็นสิ่งง่าย

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการถ่ายทอดจากภาษาหนึ่งมาเป็นอีกภาษาหนึ่งได้อย่างได้ความ สมรรถภาพด้านแปลความจึงสรุปใหญ่ๆ ได้ 3 ประการคือ การแปลจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่ง การแปลสัญลักษณ์ และการแปลภาษาหนึ่งเป็นอีกภาษาหนึ่ง

2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการเอาแปลความมาหลายๆ ประโยคมาร้อยกรองสรุปเป็นเนื้อความใหม่ได้ การตีความมุ่งให้นักเรียนต้นหาความสำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ๆ ของเนื้อหานั้นแล้วตีความจากเรื่องราวที่กำหนดให้ทั้งมวลนั้น

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นสมรรถภาพที่สามารถทำนายหรือคาดคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้าได้อย่างดีโดยอาศัยข้อมูลและแนวโน้มต่าง ๆ เป็นเครื่องช่วยการคาดคะเน การคาดคะเนใดที่ไม่มีแนวโน้มหรือข้อมูลประกอบไม่ถือว่าเป็นการขยายความ

3. ด้านการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถที่สำคัญ 3 ประการ คือ นำหลักวิชาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และสามารถยกตัวอย่างและสาธิตสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้ในรูปแบบใหม่

4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง เป็นคำถามที่สามารถแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ และมองถึงส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญแต่ละเหตุการณ์ว่าเกี่ยวกันอย่างไรและอาศัยหลักการใด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of elements) เป็นคำถามที่ให้วิเคราะห์หามูลเหตุต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์มีความเกี่ยวข้องสอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

4.3 วิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational) เป็นความสามารถที่จะจำเค้าของเรื่องราวนั้นว่า ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

5. ด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นสิ่งใหม่ในอีกรูปหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้าง หรือหน้าที่ใหม่ แปลกแตกต่างไปจากเดิมก่อนนามารวมกัน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

5.1 สังเคราะห์ข้อความ (Production of unique communication) เป็นการนำความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ มาผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดเป็นข้อความหรือผลิตผล หรือการกระทำใหม่ใด ๆ ที่สามารถให้สื่อความคิดและอารมณ์ระหว่างบุคคล การวัดการสังเคราะห์ในโรงเรียนจึงมอง 3 สภาพ คือ พูด เขียน และแสดง

5.2 สังเคราะห์แผนงาน (Production of plans and proposed set of operations) เป็นความสามารถด้านวางแผนล่วงหน้า เพื่อให้งานนั้นดำเนินไปด้วยดี นอกจากการวางแผนแล้ว ยังเป็นความสามารถด้านออกแบบลักษณะต่าง ๆ

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a set of abstract relations) เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อย ๆ ทั้งหลายมาผสมกลมกลืนกันเพื่อให้เป็นรูปใหม่ หน้าที่ใหม่ นามธรรมในที่นี้อาจจะเป็นปรากฏการณ์ ข้อความ สัญลักษณ์ คุณลักษณะใด ๆ ก็ได้ เมื่อนำมาเกี่ยวพันแล้วจะทำให้เปลี่ยนลักษณะออกไปเป็นลักษณะของการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น

6. ด้านการประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ การพิจารณาตัดสินอาจเป็นในรูปของปริมาณหรือคุณภาพก็ได้

6.1 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน (Judgment in terms of internal) การประเมินแบบนี้พิจารณาความถูกต้องสมเหตุสมผลความสอดคล้อง และเกณฑ์ภายในอื่น ๆ เป็นการประเมินความถูกต้องเที่ยงตรงในเรื่อง ความเป็นเอกพันธ์ของเรื่อง ความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล ความเหมาะสมและประสิทธิภาพของวิธีการและการปฏิบัติ

6.2 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgment in terms of external critical) การประเมินแบบนี้อาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานจากภายนอกเอาไว้เปรียบเทียบเกณฑ์เหล่านั้นอาจเป็นเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดก็ได้

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากแนวคิดของคลอปเฟอร์ จะประกอบไปด้วย ความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ เจตคติ และความสนใจในวิทยาศาสตร์ แนวคิดของบลูม (Bloom) ประกอบไปด้วย 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า และแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย ความรู้คิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ

โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยวัดเฉพาะพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ซึ่งทั้ง 4 ด้านนี้เป็นพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านความสามารถทางสติปัญญา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการรับรู้ จดจำ และระลึกถึงข้อมูลหรือเรื่องราวต่าง ๆ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการแปลความ กาตีความ และการขยายความ โดยสามารถจับใจความสำคัญของเรื่องถ่ายทอดมาเป็นภาษาตนเองโดยความหมายยังคงเดิม

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียง หรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น

การให้ระดับผลการเรียน

สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2557) ได้กำหนดการตัดสินเพื่อให้ระดับผลการเรียนรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้โดยใช้ตัวเลขแสดงผลการเรียนเป็น 8 ระดับ แนวการให้ระดับ ผลการเรียน 8 ระดับและความหมายของแต่ละระดับ แสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 ตารางแสดงการให้ระดับผลการเรียน

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ช่วงคะแนน
4	ดีเยี่ยม	80 – 100
3.5	ดีมาก	75 – 79
3	ดี	70 – 74
2.5	ค่อนข้างดี	65 – 69
2	ปานกลาง	60 – 64
1.5	พอใช้	55 – 59
1	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	50 – 54
0	ต่ำกว่าเกณฑ์	0 - 49

ที่มา : สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2557)

จากการศึกษาผู้วิจัยได้ใช้หลักเกณฑ์ร้อยละ 70 มาเป็นเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับได้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากคะแนนของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี อยู่ในระดับที่ดี

7. ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสร้างแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังเป็นตัวชี้วัดว่าผลลัพธ์หรือประสบการณ์ที่เรามีนั้นได้ตรงกับความคาดหวังของเราอย่างไร ซึ่งในการศึกษาความพึงพอใจนั้น ผู้วิจัยมีหัวข้อสำคัญที่จะกล่าวถึง ดังนี้

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อเราได้รับสิ่งที่คาดหวังหรือสิ่งที่ทำให้เรารู้สึกดีและมีความสุข ทั้งในด้านอารมณ์ ความคิด หรือประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

Elia and Partick (1972) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถถ่ายทอดความเครียดของผู้ที่ทำงานให้ลดน้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงาน และความเครียดนี้มีผลมาจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อมนุษย์มีความต้องการมากจะเกิดปฏิกิริยาเรียกร้องหาวิธีตอบสนองความเครียด ก็จะลดน้อยลงหรือหมดไปความพึงพอใจก็จะมากขึ้น

Good (1973) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพคุณภาพหรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

Wolman (1973 อ้างอิงใน อัครเดช จำนงธรรม, 2549; วัชรา รัตนศรี, 2561) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ความต้องการหรือแรงจูงใจ

เทพพนม เมืองแมน และสวิง สุวรรณ (2540) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นภาวะของความพึงพอใจหรือภาวะของการมีอารมณ์ในทางบวกที่มีผลเกิดขึ้นเนื่องจากการประเมินประสบการณ์ของคนๆ หนึ่ง สิ่งที่ขาดหายไประหว่างการนำเสนอให้กับสิ่งที่ได้รับจะเป็นรากฐานแห่งความพอใจและไม่พอใจได้

สง่า ภู่ณรงค์ (2540) ได้กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมายหรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานเป็นเรื่องของความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติอยู่ และความพึงพอใจจะส่งผลต่อขวัญในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ดีความพึงพอใจของแต่ละบุคคลไม่มีวันสิ้นสุด เปลี่ยนแปลงได้เสมอ ตามกาลเวลา และสภาพแวดล้อมบุคคลจึงมีโอกาสที่จะไม่พึงพอใจในสิ่งที่เคยพึงพอใจมาแล้ว

มณี โพธิเสน (2543) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกยินดี เจตคติของบุคคลเมื่อได้รับการตอบสนองของตนทำให้เกิดความรู้สึกดีในสิ่งนั้น ๆ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของแต่ละคน ซึ่งจะเป็นความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีของแต่ละบุคคล มักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการ เป็นภาวการณ์แสดงออกถึงความรู้สึกทางบวก เช่น

ชอบใจ ถูกใจ โดยในการจัดการเรียนการสอน หมายถึง การที่ผู้เรียนรู้สึกชอบหรือพอใจต่อการได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งความพึงพอใจนั้นไม่ได้หมายถึงความสุข ความชอบเพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงคุณค่าและความสำเร็จจากการกระทำหรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยเช่นกัน

7.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ได้รับประสบการณ์ และมีการแสดงออกหรือมีพฤติกรรมที่ตอบสนองในลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งทุกคนล้วนมีความต้องการหลากหลายสิ่งและมีความต้องการหลายระดับ หากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ โดยการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจ การเรียนรู้นั้นต้องสนองความต้องการของผู้เรียน โดยแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่อความพึงพอใจที่สำคัญสรุปได้ ดังนี้

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

Scott (1970) ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว งานนั้นจะมีความหมายสำหรับผู้ทำ

2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงาน และการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงาน มีลักษณะดังนี้

   3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย

   3.2 ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานได้โดยตรง

   3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

วรรณี ลิมอักษร (2546) ได้กล่าวถึงแนวคิดนักจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการจูงใจ 4 กลุ่ม ดังนี้

1. นักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยากลุ่มนี้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการจูงใจว่า เครื่องล่อหรือสิ่งล่อใจ โดยเพราะรางวัลมีความสำคัญในการจูงใจบุคคลให้มีพฤติกรรมเกิดขึ้น รางวัลที่ดีจะต้องสามารถดึงดูดใจบุคคลให้อยากกระทำและมีความพึงพอใจในรางวัลที่ได้รับหลังจากกระทำเสร็จสิ้นลง นักจิตวิทยากลุ่มนี้จึงให้ความสำคัญของการจูงใจภายนอกเป็นอย่างมาก

2. นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม นักจิตวิทยากลุ่มนี้คัดค้านทัศนะของกลุ่มพฤติกรรมนิยม โดยอธิบายว่า พฤติกรรมทั้งหลายของบุคคลถูกกำหนดขึ้นมาจากความคิดของบุคคลเอง ไม่ใช่เกิดจากอิทธิพลของรางวัล การลงโทษหรือผลกรรมที่ผ่านมาในอดีต นักจิตวิทยากลุ่มนี้จึงให้ความสำคัญของแรงจูงใจภายในอย่างมาก

3. นักจิตวิทยากลุ่มมนุษยนิยม นักจิตวิทยากลุ่มนี้ให้ทัศนะในการจูงใจว่า การจูงใจเกิดจากพลังผลักภายในหรือความต้องการภายในตัวของบุคคล ความต้องการของบุคคลจะถูกกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อไปสู่เป้าหมายที่สูงสุด

4. นักจิตวิทยากลุ่มการเรียนรู้ทางสังคม นักจิตวิทยากลุ่มนี้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการจูงใจว่า การจูงใจมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ ความคาดหวังของบุคคลในการทำกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จกับคุณค่าของสิ่งตอบแทน หรือผลกรรมที่ได้รับหลังการกระทำเสร็จสิ้นลง (คุณค่าของเครื่องล่อหรือสิ่งล่อใจ) ต้องมีทั้ง 2 องค์ประกอบควบคู่กัน จะขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไม่ได้

Shelly (อ้างถึงใน ธนภรณ์ ก้องเสียง, 2558) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกสองแบบของมนุษย์ คือ ความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทางบวกเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นแล้วที่ให้ตัวบุคคลนั้นเกิดความสุข ซึ่งความสุขนี้เป็นความรู้สึกที่ต่างจากความรู้สึกทางบวกอื่นๆ นั่นคือ เป็นความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับความสุขสามารถทำให้เกิดความรู้สึกทางบวกเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ความสุขนั้นเป็นความรู้สึกที่มีความซับซ้อนและความสุขนี้จะมีผลต่อตัวบุคคลมากกว่าความรู้สึกทางบวกอื่น ๆ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจที่เป็นที่รู้จักและมีความนิยมได้ดังนี้

ทฤษฎีแรงจูงใจของ ซิกมันด์ ฟรอยด์ (Sigmund Freud, 1920 อ้างถึงใน วัชรา รัตนศรี, 2561) ตั้งสมมติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนในการช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม ซึ่งฟรอยด์ พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุม จึงทำให้บุคคลมีความฝัน พูดคำที่ไม่ได้ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผล และมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกจริตอย่างมาก ซึ่งฟรอยด์ได้แบ่งการทำงานของจิตออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. จิตไร้สำนึก (Unconscious Mind)

เป็นการแสดงพฤติกรรมของมนุษย์ที่แสดงออกไปโดยไม่รู้ตัว ซึ่งเกิดจากพลังของจิตไร้สำนึกที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงออกไปตามความพึงพอใจของตน และการทำงานของจิตไร้สำนึกเกิดจากความปรารถนาหรือความต้องการของบุคคลที่เกิดขึ้น

2. จิตสำนึก (Conscious Mind)

เป็นการแสดงที่บุคคลนั้นรับรู้ตามประสามสัมผัสทั้งห้าที่บุคคลจะมีการรับรู้ตัวตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไรอยู่ คิดอะไรอยู่ คิดอย่างไร เป็นการรับรู้โดยทั่วไปของมนุษย์ที่ควบคุมการกระทำส่วนใหญ่ให้อยู่ในระดับรู้ตัว (Awareness) และเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมา โดยมีเจตนาหรือความต้องการ และมีจุดมุ่งหมายอย่างชัดเจน

3. จิตก่อนสำนึก (Preconscious Mind)

เป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์ที่สั่งสมไว้ในอดีตที่ผ่านมา และเมื่อยุคคลนั้นต้องการที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ก็จะสามารถระลึกได้เสมอ และสามารถนำกลับมาใช้ในระดับจิตสำนึกได้ และเป็นส่วนที่อยู่ใกล้ชิดกับจิตรู้สำนึกมากกว่าจิตไร้สำนึก

ทฤษฎีความต้องการของแมคเคลแลนด์ (McClellan' AAP Needs Theory, 1962 วัชรา รัตนศรี, 2561) กล่าวว่า มนุษย์มีความต้องการสำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความต้องการที่จะเข้าร่วมผูกพันกับผู้อื่น (Need for Affiliation) คือ บุคคลที่ให้ความสำคัญกับการรักษาสัมพันธภาพและมิตรภาพให้ยั่งยืนแสวงหาการมีส่วนร่วมกับผู้อื่น

2. ความต้องการที่จะมีอำนาจ (Need for Power) คือ บุคคลที่แสวงหาการใช้อำนาจหรือโอกาสในการควบคุมหรือมีอิทธิพลเหนือผู้อื่น มีความพอใจในการเผชิญหน้าหรือโต้แย้งต่อสู้กับผู้อื่น

3. ความต้องการที่จะทำงานให้สำเร็จ (Need for Achievement) คือ บุคคลที่มีการวางเป้าหมายการปฏิบัติงานสูง ชัดเจน และท้าทายความสามารถหรือที่มีความเป็นไปได้ที่จะทำอะไรให้สำเร็จ มุ่งความสำเร็จของงานมากกว่าผลตอบแทนเพื่อเป็นเครื่องวัดผลงานและการประเมินความก้าวหน้า และพยายามแสวงหาสถานการณ์ ซึ่งสามารถที่จะป้อนข้อมูลกลับสำหรับการปฏิบัติงานของตนเอง

ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike's Connectionism Theory อ้างถึงใน สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2540; พาสนา จุลรัตน์, 2548) กฎแห่งผลที่พอใจ (Law of Effect) ที่สอดคล้องกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ คือ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้แล้วจึงแสดงพฤติกรรมพึงพอใจ และมีแนวโน้มที่จะเรียนรู้สิ่งนั้นอีก แต่ถ้าเรียนรู้แล้วได้ผลเป็นที่ไม่พึงพอใจ นักเรียนก็ไม่อยากเรียนรู้ เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนรู้ได้หรือมีแนวโน้มที่จะเลิกเรียนรู้ ซึ่งหมายความว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรตอบสนองต่อความต้องการความสนใจ และความพึงพอใจของนักเรียนแต่ละคน

ทฤษฎีแรงจูงใจของ มาสโลว์ (Maslow, 2012 อ้างถึงใน วัชรา รัตนศรี, 2561) แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบระหว่างตัวตนที่เป็นอยู่กับตัวตนในอุดมคติหรือตัวตนที่ต้องการ ซึ่งมาสโลว์เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะความต้องการของมนุษย์จะพัฒนาไปตามลำดับขั้นความต้องการเบื้อต้น ต้องได้รับการตอบสนองก่อนจึงจะเกิดความต้องการอื่น ๆ ที่อยู่ในระดับที่สูงขึ้นไปตามความต้องการที่สำคัญ 5 ขั้น ดังนี้

1. ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Need)

เป็นความต้องการเบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต มนุษย์ต้องต่อสู้ดิ้นรนเพื่อสนองความต้องการขั้นนี้ก่อนจึงจะมีความต้องการขั้นอื่นต่อมา

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Need)

สิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความต้องการในขั้นนี้ คือ อยากมีชีวิตอยู่อย่างมั่นคง และปลอดภัย ปราศจากอันตราย ความต้องการด้านนี้เห็นได้จากแนวโน้มของมนุษย์ที่ชอบอยู่ในสังคมที่สงบ เรียบร้อย มีระเบียบวินัย และมีกฎหมายคุ้มครอง

3. ความต้องการความรัก และความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม (Love and Belonging Needs)

เป็นลักษณะของความต้องการที่อยากจะมีเพื่อน มีคนรักใคร่ชอบพอ เป็นผู้ที่ต้องการให้ความรัก และได้รับความรัก บุคคลที่มีความต้องการในขั้นนี้จะกระทำพฤติกรรม เพื่อให้รู้สึกว่าตนเองไม่โดดเดี่ยวอ้างว้างหรือถูกทอดทิ้ง

4. ความต้องการมีเกียรติยศ และศักดิ์ศรี (The Esteem Needs)

เป็นความต้องการของมนุษย์เกือบทุกคนในสังคม ลักษณะของการแสดงออกในขั้นนี้ เช่น ต้องการได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น ต้องการชื่อเสียงเกียรติยศหรือความภาคภูมิใจเมื่อประสบผลสำเร็จ

5. ความต้องการพัฒนาตนเองไปสู่ระดับที่สมบูรณ์ที่สุด (Self-Actualization)

เป็นความต้องการแสดงความเป็นจริงแห่งตน เน้นถึงความจ้องการเป็นตัวของตัวเอง ประสบความสำเร็จด้วยตนเอง พัฒนาศักยภาพตนเองให้เต็มที่

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ บรูนเนอร์ (Bruner,s Theory of Discovery Learning อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2553; พาสนา จุลรัตน์, 2548) ที่สอดคล้องกัน ซึ่งสามารถสรุปแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบได้ ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง การเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลของการปฏิสัมพันธ์ นอกจากจะเกิดขึ้นในตัวนักเรียนแล้วยังจะเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งแวดล้อมด้วย

2. นักเรียนแต่ละคนมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ต่างกัน การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับประสบการณ์และมีความหมายใหม่

3. พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาจะเห็นชัด โดยที่นักเรียนสามารถรับสิ่งเร้าที่ให้เลือกได้หลายอย่างพร้อม ๆ กัน

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อกับความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่า ในการเรียนหรือปฏิบัติงานใด ๆ ก็ตาม ผู้เรียนจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนมากน้อยเท่าใด จะขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในการเรียนนั้น ๆ ซึ่งในการสร้างแรงจูงใจหรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้เรียนนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนนั้นเกิดการเรียนรู้และให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ผู้เรียนต้องมีแรงจูงใจที่อยากเรียน ซึ่งครูผู้สอนต้องคำนึงถึงสิ่งที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจหลายๆ ด้าน เช่น บรรยากาศ สถานการณ์

เทคนิคการสอนที่ดึงดูดผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน การยกย่องชมเชย การให้รางวัล ให้ผู้เรียนนั้นเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจในความสำเร็จ ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีจะทำให้ผู้เรียนนั้นมีความพึงพอใจต่อการเรียนที่ดี

7.3 การสร้างความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

การสร้างความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนรู้สึกสนุกและมุ่งมั่นในการเรียนรู้มากขึ้น โดยมีผู้วิจัยท่านอื่น ๆได้กล่าวถึงการสร้างความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

Bloom (1976) มีความเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ตนต้องการก็จะคาดหวังได้แน่นอนว่านักเรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับกิจกรรมที่ตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้น พร้อมทั้งความมั่นใจ เราสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของความพร้อมทางด้านจิตใจได้ชัดเจน จากการปฏิบัติของนักเรียนต่องานที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือกหรือจากสิ่งนอกโรงเรียนที่นักเรียนอยากเรียน เช่น เกม ดนตรี การขับรถยนต์ หรืออะไร บางอย่างที่นักเรียนอาสาสมัครและตัดสินใจโดยเสรีในการเรียน มีความกระตือรือร้น มีความพึงพอใจ และมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียน จะทำให้นักเรียนเรียนได้รวดเร็วและประสบความสำเร็จสูงอย่างไรก็ตามบลูมเห็นว่าวิธีนี้ค่อนข้างเป็นอุดมคติที่จัดได้ลำบาก

สุเทพ เมฆ (2531) กล่าวว่า ความพึงพอใจในบรรยากาศการเรียนการสอน หมายถึง ความรู้สึกพอใจการจัดองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ซึ่งมีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา มีความเจริญงอกงาม มีความกระตือรือร้น เพื่อจะเรียนให้เกิดประโยชน์แก่ตนเอง

อารี พันธ์มณี (2546) กล่าวถึง การสร้างแรงจูงใจมีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ฉะนั้นครูผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจให้เกิดแก่นักเรียน ดังนี้

1. การชมเชยและตำหนิ จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกันทั้งสอง พบว่า การชมเชยจะส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีกว่าการถูกตำหนิ

2. การทดสอบบ่อยครั้ง คะแนนจากการสอบจะเป็นแรงจูงใจ มีความหมายต่อนักเรียนอย่างมาก และจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

3. การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นสิ่งที่นักเรียนสนใจ และสามารถค้นคว้าหาความรู้มาสนองตอบความในใจตนเองได้

4. วิธีการที่แปลกใหม่ ควรนำวิธีการที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าความสนใจ นักเรียนจะเกิดความสนใจและมีแรงจูงใจมากขึ้น

5. ตั้งรางวัลสำหรับงานที่มอบหมาย เพื่อยั่วยุให้นักเรียนพยายามมากขึ้น

6. ยกตัวอย่างจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยและคาดไม่ถึง การยกตัวอย่างประกอบการสอนควรเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้จัก คุ้นเคย เพื่อให้เข้าใจง่ายและรวดเร็วขึ้น

7. เชื่อมโยงบทเรียนใหม่กับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อน จะทำให้เข้าใจง่าย

8. เกมการละเล่น การสอนที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ทั้งการเล่นเพื่อความเพลิดเพลิน จะส่งเสริมให้เข้าใจบทเรียนได้ดี

9. สถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนไม่พึงปรารถนา สถานการณ์ที่ทาให้นักเรียนเบื่อ ไม่พอใจ ขัดแย้ง ควรหาทางลดหรือขจัดออก เพราะเป็นอุปสรรคต่อการเรียน

ณัฐพรหม อินทุยศ (2553) กล่าวถึง การสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียน เพื่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ดี สามารถทำได้ ดังนี้

1. การเสริมสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักเรียน เช่น ให้ทำงานที่เหมาะสมกับลักษณะความสามารถ ซึ่งจะเป็นแรงกระตุ้นให้มีกาลังใจที่เรียนรู้ในครั้งต่อไป

2. ฝึกความคาดหวังเชิงบวกในการเรียนให้กับนักเรียน เช่น ทำให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง พร้อมให้เชื่อว่าความสามารถพัฒนาได้

3. สร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียน เช่น การทำให้นักเรียนสนุกสนาน สอนให้คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

4. สนองความต้องการเบื้องต้นที่นักเรียนขาด เช่น สร้างบรรยากาศห้องเรียนให้มีความอบอุ่น สนใจนักเรียนอย่างทั่วถึง เสริมแรงด้วยวิธีต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

5. การเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ เช่น การสอนด้วยเกม สื่อการสอนที่แปลกใหม่ การพานักเรียนไปทัศนศึกษา การเชิญวิทยากรมาให้ความรู้

6. หลีกเลี่ยงการทำให้นักเรียนเกิดความวิตกกังวล

7. ให้นักเรียนตระหนักว่า การเรียนรู้อาจประสบกับอุปสรรคบ้างเป็นธรรมดา

8. ครูผู้สอนควรให้ความสนใจ ให้ความเข้าใจ และความช่วยเหลือ

9. ครูผู้สอนและผู้ปกครอง ควรร่วมมือกันในการส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียนเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนอย่างต่อเนื่อง

ลักขณา สริวัฒน์ (2557) กล่าวถึง แนวการสร้างเสริมแรงจูงใจในการเรียน ตามแนวคิดของแอรอนสัน โดยใช้แนวทาง ดังนี้

1. การสร้างเสริมความเชื่อมั่น และความคาดหวังเชิงบวกในการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน โดยให้นักเรียนเริ่มเรียนในเนื้อหาที่ใกล้ตัว และมีความยากในระดับที่นักเรียนสามารถเรียนรู้รวมทั้งสื่อสารให้นักเรียนรู้ว่าความสามารถในการเรียนเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ครูผู้สอนอาจเล่าสิ่งที่ผิดพลาดของครูผู้สอนให้นักเรียนฟัง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเรียนรู้อาจไม่ราบรื่น โดยไม่มีข้อผิดพลาด ดังนั้นครูผู้สอนและนักเรียนต้องกล้าทำสิ่งต่างๆ โดยไม่ต้องกังวลหรือกลัวความล้มเหลว

2. การให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน โดยใช้สิ่งจูงใจภายใน เช่น การสอนเนื้อหาหรือจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจของนักเรียน และมีการให้รางวัลเพื่อเสริมแรงภายนอก เนื้อหาต้องมีความแปลกใหม่และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน

3. การช่วยให้นักเรียนเกิดความใส่ใจในสิ่งที่เรียน ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระจนทำกิจกรรมสำเร็จ โดยต้องคอยสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจชื่นชมผลงานนักเรียน อีกทั้งครูผู้สอนต้องจัดหากลวิธีการสอน เทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยให้จำได้เร็วและเกิดความคงทน

จากที่ได้ศึกษาวิธีการสร้างความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า สิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน และความพึงพอใจต่อการเรียนมี ดังนี้

1. บรรยากาศในการจัดการเรียนการสอน เช่น การจัดบรรยากาศห้องเรียนให้เรียบร้อยน่าอยู่ มีกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม มีอิสระในการแสดงด้านความคิดเห็นและสร้างความสัมพันธ์ต่อเพื่อนในชั้นเรียนและครู

2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ต้องเป็นการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากที่ผู้เรียนเคยเรียน มีความแปลกใหม่ เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ กล้าคิดกล้าแสดงออกทางด้านความคิดเห็นต่างๆ ในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งเป็นผลทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. การใช้สื่อการเรียนรู้ ควรใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น มีการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามาช่วย ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุก ตื่นเต้น กระตือรือร้นมากขึ้น

4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง มีความชอบและภูมิใจต่อผลงานของตนเองและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

7.4 การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญเพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีทัศนคติและประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ดีเพียงใด โดยผู้วิจัยได้รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความพึงพอใจและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการวัดความพึงพอใจจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ดังนี้

การวัดความพึงพอใจ

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2529) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจว่า ทัศนคติหรือเจตคติเป็นนามธรรมเป็นการแสดงออกที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดทัศนคติได้โดยตรง แต่เราสามารถวัดทัศคติโดยอ้อมได้ โดยวัดจากความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทน ดังนั้น การวัดความพึงพอใจมีขอบเขตที่ค่อนข้างจำกัด ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนขึ้นถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัดโดยทั่ว ๆ ไป

หทัยรัตน์ ประทุมสูตร (2542) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจเป็นเรื่องที่เปรียบได้กับความเข้าใจทั่ว ๆ ไป ซึ่งปกติจะวัดได้โดยการสอบถามจากบุคคลที่ต้องการจะถาม มีเครื่องมือที่ต้องการจะใช้เป็นการวิจัยหลายๆ อย่าง อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีวิธีการในการวัดความพึงพอใจอยู่หลายด้าน แต่การศึกษาความพึงพอใจอาจแยกตามความคิดเห็นของ ซาลีซนิคค์ คริสเทนส์ ดังนี้

1. วัดจากสภาพทั้งหมดของแต่ละบุคคล เช่น ที่ทำงาน ที่บ้านและทุก ๆ อย่างที่เกี่ยวข้องกับชีวิต การศึกษาตามแนวทางนี้จะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ แต่ทำให้เกิดความยุ่งยากกับการที่จะวัดและเปรียบเทียบ

2. วัดได้โดยแยกเป็นองค์ประกอบ เช่น องค์ประกอบที่เกี่ยวกับงาน การนิเทศงานเกี่ยวกับนายจ้าง เป็นต้น

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ (2546) กล่าวว่า มาตรการวัดความพึงพอใจ สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถหาได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ โดยคำตอบดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริการ การบริหาร การบริหารและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่จะให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. กาสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธ์ (2549) กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นในการวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. การศึกษาความพึงพอใจ เป็นการศึกษาความคิดเห็นและความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวาหรืออย่างน้อยก็เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาหนึ่ง

2. ความพึงพอใจไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง ดังนั้นการวัดความพึงพอใจจึงเป็นการวัดทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติปฏิบัติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

3. การศึกษาความพึงพอใจของมนุษย์นั้นไม่ใช่สนใจเฉพาะทิศทางของความพึงพอใจของบุคคลเหล่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของความพึงพอใจ

ภณิดา ชัยปัญญา (2551) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนมาเป็นแบบแผนเดียวกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดทัศนคติ รูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตรวัดทัศนคติซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง คือ มาตราส่วนแบบลิเคิร์ท ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถามโดยการพูดคุย โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่ และยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

ผาสุวรรณ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2552) อธิบายว่า การวัดด้านจิตพิสัยหรือความรู้สึกเป็นการวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกหรืออารมณ์ เช่น ความสนใจ ความพอใจ ความซาบซึ้ง เจตคติหรือทัศนคติ ค่านิยมการปรับตัว ทัศนคติเป็นการวัดถึงความรู้สึกของบุคคล อันเนื่องมาจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ค่อนข้างถาวรในระยะหนึ่ง แต่อาจเปลี่ยนได้ และทัศนคติก็สามารถระบุทิศทาง ความมากน้อยหรือความเข้มได้

จากการศึกษาการวัดความพึงพอใจ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวัดพึงพอใจเป็นการสำรวจความชอบหรือความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสามารถทำการวัดได้หลายวิธี เช่น วัดได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกต และแบบสอบถาม ซึ่งแต่วิธีมีขั้นตอนและวิธีการวัดที่แตกต่างกับไป ในวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกการวัดความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยวิธีการใช้แบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบถึงความคิดเห็นของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจมากน้อยเพียงใด

เครื่องมือและการหาคุณภาพแบบวัดความพึงพอใจ

แบบวัดของออสกูด (Osgood, 1957) เป็นแบบวัดที่อาศัยการจำแนกความหมายของคำหรืออาศัยคำ เป็นตัวเร้าในการอธิบายคุณลักษณะของมโนภาพที่ต้องการวัด โดยใช้คุณศัพท์ใน 3 ลักษณะ ดังนี้คือ

1) ด้านการประเมินค่า เป็นคำคุณศัพท์ที่ใช้ใน การประเมินผล เช่น ดี-เลว, ชอบ-เกลียด, สวย-ขี้เหร่ เป็นต้น

2) ด้านศักยภาพ เป็นคำคุณศัพท์ที่เกี่ยวกับพลังหรือกำลังงาน เช่น หนัก-เบา, ใหญ่-เล็ก เป็นต้น

3) ด้านกิจกรรม เป็นคำคุณศัพท์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวหรือกิจกรรม เช่น เร็ว-ช้า, ฉลาด-โง่ เป็นต้น โดยทั่วไปมาตรวัดตามแนวคิดของออสกูดจะเป็น 7 Scales อย่างไรก็ตามในการใช้การวัดตามแนวคิดของออสกูดนี้ การเลือกคำคุณศัพท์มาถามจะต้องมากกว่า 4 คู่ขึ้นไป จึงจะทำให้แบบวัดมีความเชื่อมั่นสูง

แบบวัดตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert, 1967) เป็นแบบวัดการประมาณค่า และใช้หน่วยความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นเกณฑ์ การประเมินความเข้มของทัศนะความเห็นหรือเจตคติที่ดีต่อเรื่องต่าง ๆ ซึ่งสามารถถามได้ทั้งเชิงสนับสนุน และไม่สนับสนุน ในการให้ค่าน้ำ หนักคะแนนสำหรับที่เป็นข้อความสนับสนุน จะให้คะแนนที่แตกต่างกับข้อความที่ไม่สนับสนุน

การให้คะแนนสำหรับข้อความสนับสนุน

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

การให้คะแนนสำหรับข้อความไม่สนับสนุน

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

Scott (1991) กล่าวถึง การสร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจหรือเจตคติว่าจำเป็นจะต้องศึกษาถึงลักษณะของความพึงพอใจหรือเจตคติดังนี้

1. ทิศทางของเจตคติ (Direction) มี 2 ทิศทาง คือ

1.1 เจตคติเชิงนิมาน หรือเจตคติทางบวก (Positive) เป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ในทางชอบถึงพอใจ คล้อยตามหรือเห็นด้วยทำให้บุคคลอยากแสดงออกหรือปฏิบัติหน้าที่ในทางที่ดีต่อสิ่งนั้นๆ

1.2 เจตคติเชิงนิเสธ หรือเจตคติทางลบ (Negative) เป็นความโน้มเอียงทางอารมณ์ในลักษณะไม่พึงพอใจ เกลียดหรือต่อต้าน ไม่เห็นด้วย ทำให้บุคคลเกิดความเบื่อหน่ายหนีให้ห่างจากวัตถุนั้นหรือสภาพนั้น ๆ

2. ระดับของเจตคติ (Magnitude) หมายถึง การที่บุคคลแสดงความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นอาจมีความรู้สึกเพียงผิวเผิน เล็กน้อย หรือลุ่มลึก เจตคติระดับผิวเผินจะไม่มีความคงที่เปลี่ยนแปลงง่าย ส่วนเจตคติระดับกลุ่มลุ่มลึกจะคงทนถาวรและเปลี่ยนแปลงยาก

3. ความเข้มของเจตคติ (Intensity) หมายถึง ปริมาณของความรู้สึกหรือมีความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งจะปรากฏในรูปของความรู้สึกต่อสิ่งนั้นมากน้อยเพียงใด การวัดเจตคตินั้นได้มีนักจิตวิทยาสร้างมาตรวัดไว้หลายรูปแบบที่นิยมแพร่หลายได้แก่

3.1 มาตรวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิท (Likert Scale)

3.2 มาตรวัดเจตคติตามวิธีของเทอสโตน (Thustone Scale)

3.3 มาตรวัดเจตคติตามวิธีของออสกูด (Osgood's Scale)

3.4 มาตรวัดเจตคติตามวิธีของกัตต์แมน (Guttman Scale)

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2545) กล่าวว่ามาตราวัดความพึงพอใจตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert's Scale) เป็นตัวกำหนดช่วงความรู้สึกของคน 5 ระดับ เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นต้น ข้อความที่บรรลุลงในมาตรวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และในทางที่ไม่ดี (ทางลบ) และมีจำนวนพอๆ กัน ข้อความเหล่านี้ก็อาจมีประมาณ 10-20 ข้อความ การกำหนด

การสร้างมาตรวัดความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ตมีขั้นตอน ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายของการศึกษาว่าต้องการศึกษาความพึงพอใจของใครที่มีต่อสิ่งใดให้ความหมายของความพึงพอใจต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นให้แจ่มชัด เพื่อให้ทราบว่าสิ่งที่เป็น Psychological object นั้นประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง

2. สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญๆ ของสิ่งที่จะศึกษาให้ครบถ้วนทุกแง่มุม และต้องเป็นข้อความที่เป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบมากพอต่อการที่เมื่อนำไปวิเคราะห์แล้วเหลือจำนวนข้อความที่ต้องการ

3. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้นซึ่งทำได้โดยผู้สร้างข้อความเอง และนำไปให้ผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ ตรวจสอบ โดยพิจารณาในเรื่องของความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตลอดจนลักษณะการตอบกับข้อความที่สร้างว่าสอดคล้องกันหรือไม่เพียงใด

4. ทำการทดลองขั้นต้นก่อนที่จะไปใช้จริง โดยการนำข้อความที่ได้รับการตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจานวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้อีกครั้งหนึ่ง และเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของมาตราวัดเจตคติทั้งชุดด้วย

5. กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก โดยทั่วไปนิยมใช้ คือ กำหนดคะแนนเป็น 4 3 2 1 0 (หรือ 0 1 2 4) ซึ่งการกำหนดแบบนี้เรียกว่า Arbitary weighting method ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในทางปฏิบัติ

สุชีรา ภัทรายุตวรรตน์ (2548) กล่าวถึง เครื่องมือการวัดจะเป็นตัวเร้าให้เกิดการแสดงพฤติกรรมนั้นออกมา ดังนั้น คำตอบหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมานั้นจะมีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากน้อยเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าหรือเครื่องมือวัดนั้น ๆ เช่น แบบสอบถามปลายปิด มีข้อดีหลายประการ เช่น ตอบง่าย สะดวก รวดเร็ว สามารถได้คำตอบตรงตามวัตถุประสงค์ ข้อมูลไม่กระจัดกระจาย สะดวกในการประมวลและวิเคราะห์ แต่ผู้สร้างจะต้องอาศัยความรู้ความชำนาญในเนื้อหาเป็นอย่างดี สำหรับการวัดความรู้สึกของนักเรียนนั้น เป็นการให้นักเรียนได้เล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา โดยรายงานออกมาในลักษณะ รู้สึกชอบ-ไม่ชอบ สิ่งที่แสดงออกมานี้จะกำหนดเป็นค่าคะแนนได้ ในรูปแบบของมาตรประมาณค่าของ ลิเคิร์ท (Likert-type or Summated Rating Scales)

การสร้างมาตรวัดแบบลิเคิร์ท ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สัมพันธ์กัน ดังนี้

1. การสร้างข้อคำถาม (Item construction) มีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

1.1 สร้างข้อคำถามเชิงความคิดเห็น ความเชื่อ ความรู้สึก ไม่ควรเป็นข้อคำถามที่เป็นข้อเท็จจริง

1.2 ใช้ข้อความที่ชัดเจน ตรงประเด็น และหลีกเลี่ยงข้อความที่มีความหมายกำกวม คำถามแต่ละข้อควรวัดประเด็นเดียว

1.3 ควรมีข้อคำถามทั้งทางบวก (Positive item) และทางลบ (Nrgative item) ในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน

1.4 ไม่ควรสร้างข้อความในรูปแบบถามความคิดที่เป็นกลางหรือรุนแรง เพราะจะทำให้ไม่ทราบความแปรปรวนในการวัด

1.5 กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความหรือตัวเลือกที่ให้ผู้ตอบเลือกตอบ

2. การให้คะแนน ถ้าเป็นข้อความที่เห็นด้วย (Favorableness) ให้คะแนน 5 4 3 2 1 ถ้าเป็นข้อความที่ไม่เห็นด้วย (Unfavorableness) ให้คะแนนตรงกันข้าม 5 4 3 2 1

3. การคัดเลือกข้อคำถาม (Item selection) แนวคิดของครอนบาค (Crobach) มีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

3.1 การคัดเลือกข้อคำถามไว้ สามารถทำได้โดย การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนเฉลี่ยรวมทุกข้อ เป็นการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ความคงที่ภายใน ถ้าได้ค่าสหสัมพันธ์

สูง ข้อคำถามข้อนั้นสามารถนำมาใช้ได้ ในทางตรงกันข้าม ข้อคำถามที่มีสหสัมพันธ์ต่ำก็จะถูกตัดออก และคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อคาถามกับคะแนนรวมใหม่

3.2 การคำนวณค่า t-test ระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ โดยการทดสอบทีละข้อจนครบทุกข้อ ข้อใดที่ให้ค่า t เท่ากับหรือมากกว่า 1.75 ถือว่าข้อนั้นสามารถจำแนกกลุ่มคนที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยออกจากกันได้ นั้นคือ ข้อคำถามอยู่ในเกณฑ์ที่นำมาใช้ได้

พิตร ทองชั้น (2551) อธิบายว่า มาตรวัดความพึงพอใจหรือเจตคติตามวิธีของลิเคทนี้ใช้ในการวัดความเห็นหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้มาตรประมาณค่า 5 อันดับ ดังนี้

1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. เห็นด้วย
3. ไม่แน่ใจ
4. ไม่เห็นด้วย
5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การวิเคราะห์ผลการตอบมาตรวัดความพึงพอใจหรือเจตคติสรุปได้ดังนี้ ผู้ตอบจะเลือกตอบแบบมาตรประมาณค่าอย่างใดอย่างหนึ่ง และกำหนดน้ำหนัก ถ้าคำถามประเภทสนับสนุน (Favorable Statement) จะให้น้ำหนักเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ถ้าเป็นคำถามประเภทไม่สนับสนุน (Unfavorable Statement) จะให้น้ำหนักกลับกันคือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

เยาวดีรางชัย กุลวิบูลย์ศรี (2552 อ้างอิงใน วัชรา รัตนศรี, 2561) ได้กล่าวถึงมาตรวัดความพึงพอใจแบบวิธีของลิเคอร์ท คือ เรนซิสลิเคอร์ท (Rersis Likert) จะมีลักษณะเป็นมาตราอัตรภาคชั้นที่มีช่วงชั้น โดยอาศัยรูปแบบค่ารวมเป็นหลัก ถ้าดำเนินการสร้างอย่างดีแล้วจะมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับแบบของเทอร์สโตน ซึ่งมีกระบวนการสร้างที่มีขั้นตอนที่อาศัยผู้ตัดสิน (Judge) จำนวนมาก ไม่สะดวกในการปฏิบัติหลักเกณฑ์มาตราวัดความพึงพอใจตามแนวลิเคอร์ทมี ดังนี้

1. ข้อความต่าง ๆ จะต้องครอบคลุมช่วงความพึงพอใจ (Attitude Continuum) ทั้งหมด
2. ให้ความหมายของข้อความพึงพอใจต่อสิ่งที่จะศึกษาอย่างชัดเจน เพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็นเป้าหมายของความพึงพอใจนั้นคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
3. สร้างข้อความพึงพอใจ (Statement) วัดความพึงพอใจให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนประมาณ 20-30 ข้อความ การเขียนข้อความควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

3.1 ข้อความสั้นกะทัดรัดชัดเจนและรัดกุม

3.2 เขียนเป็นประโยคอย่างง่าย ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนหรือรูปประโยคซับซ้อน

3.3 หลีกเลี่ยงข้อความที่กำกวมหรืออาจตีความหมายมากกว่าหนึ่งอย่าง ควรมีความคิดเห็นที่สมบูรณ์ในตัวเอง

3.4 หลีกเลี่ยงคำบางคำ เช่น ทั้งหมด ไม่มีเลย เท่านั้น

3.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่เกี่ยวกับอดีตมากกว่าปัจจุบัน

3.6 หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นจริงหรือสามารถตีความได้ว่าเป็นจริง

3.7 หลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

3.8 ไม่ควรใช้ข้อความที่ผู้ตอบสามารถตอบได้หรือเลือกตอบเหมือนกันหมดหรือตอบไม่ได้เลย

3.9 ควรประกอบด้วยข้อความที่เป็นทั้งด้านบวกและด้านลบ

4. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้น ซึ่งอาจทำได้โดยผู้สร้างข้อความเองหรือให้ผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบ โดยพิจารณาข้อความที่สร้างขึ้นครบคลุมวัตถุประสงค์ของการสร้างเพื่อวัดเรื่องนั้น ๆ หรือภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมหรือไม่

5. ทำการทดลองก่อนที่จะนำไปใช้จริง โดยนำข้อความที่ได้ตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งเพื่อดูว่าข้อความใดยังไม่ชัดเจนต้องแก้ไขก่อนจะบรรลุลงในมาตราวัดความพึงพอใจ นอกจากตรวจสอบความชัดเจนของข้อความแล้วยังต้องมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง (t มากกว่า 1.75) ตามเกณฑ์แบบวัดของลิเคอร์ท (Likert)

ฝนทิพย์ พรมสอน (2561) ได้กว่าถึงการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านเจตพิสัย การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านเจตพิสัยหาได้ 2 แนวทางคือ ตรวจสอบ คุณภาพรายข้อ และตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจคุณภาพรายข้อ การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดพิจารณาจาก ค่าอำนาจจำแนก โดย ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่มีคุณลักษณะตามที่ต้องการสูงกับกลุ่มที่มีคุณลักษณะตามที่ต้องการต่ำจากกลุ่มรู้ชัดโดยใช้เทคนิค 25%

2. การตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ การพิจารณาทั้งฉบับของแบบวัดได้โดยวิธีการหาความเที่ยงและความตรง

มนตรี วงษ์สะพาน (2563) ได้อธิบายถึงการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจในรูปแบบของแบบสอบถาม แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ไว้ ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพขอแบบสอบถาม

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดเห็นต่าง ๆ หรือวัดความจริงที่ไม่ทราบอันจะทำให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงทั้งอดีตปัจจุบัน และการคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคต ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคำถามเป็นชุด ๆ เพื่อวัดสิ่งที่ต้องการวัดโดยมีคำถามเป็นตัวกระตุ้นเร่งเร้าให้

บุคคลตอบเพื่อแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกและข้อเท็จจริงต่าง ๆ นับว่าเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้วัดทางด้านจิตพิสัย (Affective Domain) การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามควรเริ่มจากการนำแบบทดสอบไปเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วหาค่า IOC เช่นเดียวกับเครื่องมือชนิดอื่นหลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้จริงเพื่อนำข้อมูลมาตรวจสอบคุณภาพเพิ่มเติม ดังนี้

1. การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม

การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า ดำเนินการหาค่าอำนาจจำแนกด้วยสูตรการหาความสัมพันธ์ (r_{xy}) ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item-Total Correlation) และวิธีการสิเคราะห์ด้วยสูตร t-test ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ดังรายละเอียดการคำนวณต่อไปนี้

1.1 การหาค่า Item Total Correlation สามารถทำได้โดยอาศัยหลักการที่ว่าข้อความแต่ละข้อในแบบสอบถามควรจะวัดเรื่องเดียวกันหรือมีความสอดคล้องกัน ซึ่งถ้าหากคะแนนจากการตอบข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนก และหากคะแนนจากการตอบข้อคำถามข้อใดไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนรวม ก็แสดงว่าข้อความคำถามข้อนั้นไม่มีอำนาจจำแนก การคำนวณจะใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สันในการคำนวณหาค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2]\,[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ

r_{xy} แทน ค่า Item Total Correlation
X แทน คะแนนคำตอบรายข้อของแต่ละคน
Y แทน คะแนนรวมของแต่ละคน
N แทน จำนวนคนทั้งหมด

ผลการคำนวณค่า Item Total Correlation สามารถตัดสินค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามโดยการทดสอบนัยสำคัญ เช่น ถ้าค่า Item Total Correlation มีค่านัยสำคัญที่ระดับ .05 หมายความว่า แบบสอบถามมีค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ หรือใช้เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่าตามเกณฑ์อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยแปลความหมายของค่า Item Total Correlation เป็นรายข้อ มีดังนี้

ต่ำกว่า .20		จำแนกต่ำ	
.20 ถึง .40		ปานกลาง	มีคุณภาพ
.41 ถึง .60		ค่อนข้างสูง	
.61 ถึง 1.00		สูง	

1.2 วิธีการทดสอบค่า t (t-test) วิธีการนี้ต้องเรียงคะแนนรวมของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด จากคะแนนสูงสุดมาหาต่ำสุด แล้วใช่เทคนิค 25% เป็นกลุ่มสูง และ 25 % เป็นกลุ่มต่ำ จึงคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_1} + \frac{S_L^2}{n_2}}} \qquad df = N - 2$$

เมื่อ

t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม
$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
S_H^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง
S_L^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ
n_1	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูง
n_2	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำ

2. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า

แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าที่ตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ มีคะแนนมากกว่า 1 คะแนน มีวิธีการคำนวณค่าความเชื่อมันโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) สำหรับหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดที่ให้คะแนนแต่ละข้อแตกต่างกัน โดยสูตรการคำนวณเป็นดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ

α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบอบถาม
k	แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งฉบับ
S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

ผลการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า จะได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปผู้วิจัยจะกำหนดคุณภาพค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.07 ขึ้นไป จึงจะยอมรับว่าแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่านั้นมีคุณภาพใช้ได้

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกต

แบบสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของสิ่งที่เราต้องการศึกษา อาจเป็นบุคคล สิ่งแวดล้อม หรือวัตถุต่าง ๆ โดยการใช้ประสาทสัมผัส เช่น หู ตา ในการติดตามเฝ้าดูอย่างใกล้ชิด การสังเกตมีการใช้กันมากในการศึกษาเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ พฤติกรรม และสภาพทางกายภาพที่ปรากฏ เมื่อผู้วิจัยทำการสังเกตจึงควรมีแบบสังเกตที่ชัดเจน การตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกต ควรเริ่มจากการนำรายการที่ต้องการสังเกตไปเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วหาค่า IOC เช่นเดียวกับเครื่องมือชนิดอื่น หลังจากนั้นจึงทดลองสังเกตเพื่อนำข้อมูลมาตรวจสอบคุณภาพเพิ่มเติม ดังนี้

1. แบบสังเกตชนิดไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Observation)

เป็นการสังเกตที่ไม่มีการกำหนดแบบฟอร์มในการบันทึกอย่างชัดเจน แต่ควรมีประเด็นของการสังเกตเพื่อใช้เป็นแนวทางในการบันทึกผลการสังเกตให้ครอบคลุมตัวแปรที่ต้องการวัด ดังนั้นแบบสังเกตชนิดไม่มีโครงสร้างนี้จึงอาจหาคุณภาพได้โดยการนำประเด็นที่จะสังเกตทำเป็นแบบฟอร์มเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วหาค่า IOC และเน้นตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลที่บันทึกมาโดยการอ่านทวนซ้ำหลายๆ ครั้ง หากพบว่าข้อมูลไม่สมบูรณ์ก็ควรสังเกตเพิ่มเติมโดยทันที เพื่อไม่ให้เหตุการณ์ที่ต้องการสังเกตนั้นล่วงเลยไปแล้ว อาจทำให้ข้อมูลที่ต้องการสังเกตหายไป ดังนั้น คุณภาพของแบบสังเกตชนิดไม่มีโครงสร้างจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่สังเกตมาได้

2. แบบสังเกตชนิดมีโครงสร้างโดยใช้คะแนนรูบริค

แบบสังเกตชนิดนี้ใช้สำหรับประเมินผลงานของนักเรียน เช่น แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกันจากการมอบหมายงานให้ประดิษฐ์แจกันดอกไม้กลุ่มละ 1 ชิ้นงาน หรือการประเมินพฤติกรรมการทำงาน โดยลักษณะนี้ต้องอาศัยการสังเกตแล้วบันทึกเป็นคะแนนของนักเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด การตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกตชนิดมีโครงสร้างโดยใช้คะแนนรูบริคนี้สามารถดำเนินการคล้ายกับแบบทดสอบอัตนัย เพราะรายการประเมินแต่ละข้อมีคะแนนมากกว่า 1 คะแนน โดยมีวิธีการตรวจสอบคุณภาพและวิธีการคำนวณ ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์อำนาจจำแนกของแบบสังเกตใช้คะแนนรูบริค

แบบสังเกตใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริค มีขั้นตอนตรวจสอบหาค่าอำนาจจำแนก ได้แก่ การทดลองสังเกตหรือประเมินให้คะแนนตามรายการประเมินของคะแนนรูบริค โดยเงื่อนไขสำคัญของวิธีหาอำนาจจำแนกในลักษณะนี้ต้องเป็นการประเมินรายบุคคล เมื่อได้คะแนนนักเรียนเป็นรายบุคคล

แล้วจึงแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเก่ง (กลุ่มที่ได้คะแนนสูง) และกลุ่มอ่อน (กลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ) โดยใช้เทคนิค 25% ของจำนวนนักเรียนที่ถูกประเมิน วิธีการคำนวณสามารถประยุกต์ใช้สูตรของ วิทนีย์และซาเบอร์ (whitney and Sabers, 1970) ดังนี้

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ

D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)
X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีอำนาจจำแนกของคะแนนรูบริค มีดังนี้

ต่ำกว่า .20	จำแนกต่ำ	
.20 ถึง .40	ปานกลาง	มีคุณภาพ
.41 ถึง .60	ค่อนข้างสูง	
.61 ถึง 1.00	สูง	

2.2 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบสังเกตคะแนนรูบริค (ประเมินรายบุคคล)

ในกรณีที่แบบสังเกตโดยใช้คะแนนรูบริคที่ประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคลและตรวจให้คะแนนแต่ละรายการมากกว่า 1 คะแนน มีวิธีการคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) สำหรับหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดที่ให้คะแนนแต่ละข้อแตกต่างกัน โดยสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ

α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบอบถาม
k	แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งฉบับ
S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

โดยทั่วไปผู้วิจัยจะกำหนดคุณภาพค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.70 ขึ้นไปถือว่ามี คุณภาพใช้ได้

2.3 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบสังเกตคะแนนรูบริค (ประเมินรายกลุ่ม)

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกตชนิดนี้ จากหลักการที่ว่าหากเครื่องมือใดมีความเชื่อมั่นสูงก็ย่อมอนุมานได้ว่าเครื่องมือชนิดนั้นมีค่าอำนาจจำแนกสูงด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยอาจดำเนินการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสังเกตที่ใช้คะแนนรูบริค สำหรับประเมินเป็นรายกลุ่ม โดยนำแบบสังเกตไปใช้เก็บข้อมูลด้วยผู้สังเกต 2 คนแล้วนำคะแนนที่ได้จากการสังเกตของแต่ละคนมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของการสังเกต โดยวิธีการหาดัชนีความสอดคล้อง (Intra and Inter Observer Reliability) ใช้สูตรคำนวณ

$$\pi = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

เมื่อ

π แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้สังเกต

P_o แทน ส่วนต่างของ 1 กับค่ารวมผลต่างระหว่างสัดส่วนคะแนนของผู้สังเกต

P_e แทน ผลบวกของกำลังสองของค่าสัดส่วนของคะแนนจากลักษณะที่สังเกตได้สูงสุดกับค่าที่สูงรองลงมา โดยจะเลือกเอาจากผลของการสังเกตหนึ่งคน (คนที่ 1 หรือคนที่ 2 ก็ได้)

3. แบบสังเกตชนิดมีโครงสร้างโดยใช้แบบตรวจสอบรายการ

แบบสังเกตที่ใช้แบบตรวจสอบรายการ สามารถออกแบบเครื่องมือและนำไปใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น การสังเกตเพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดรายละเอียด หรือการสังเกตเพื่อประเมินพฤติกรรม หรือการทดสอบภาคปฏิบัติ การตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกตชนิดนี้ สามารถดำเนินการโดยนำแบบสังเกตไปใช้เก็บข้อมูลโดยมีผู้สังเกต 2 คน แล้วนำข้อมูลมาลงรหัสเป็น 1, 0 และคำนวณหาความเชื่อมั่นของการสังเกตโดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

3. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ คือ เครื่องมือสำหรับการสนทนาโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อค้นหาความรู้ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่เรากำหนดไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์จะประกอบไปด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือผู้สัมภาษณ์(Interviewer) และผู้ถูกสัมภาษณ์ หรือผู้ให้สัมภาษณ์ (interviewee) การสัมภาษณ์นอกจากจะทำให้ได้ความรู้ความจริงตามต้องการแล้ว การสัมภาษณ์ยังจะช่วยให้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์ในด้านบุคลิกภาพด้วย เช่น สภาพอารมณ์ คำพูด เจตคติ อุปนิสัย ปฏิภาณไหวพริบ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การสัมภาษณ์จึงเป็นเครื่องมือการวัดผลที่สำคัญอย่างหนึ่ง หลังจากผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์และนำไปเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตามวิธีการหาค่า IOC แล้วนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้สัมภาษณ์กับบุคคลที่มีลักษณะเหมือนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งโดยใช้ผู้สัมภาษณ์ 3 คน จากนั้นจึงตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoy's Analysis of Variance) โดยการแปลผลการสัมภาษณ์ของผู้สัมภาษณ์มาเป็นคะแนนที่ได้ แล้วนำมาแจกแจงเป็นตารางคะแนนจากการสัมภาษณ์สัมภาษณ์ และวิเคราะห์ความแปรปรวนและหาค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_e}{MS_p}$$

เมื่อ

r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของการสัมภาษณ์

MS_e แทน ความแปรปรวนเฉลี่ยจากความคลาดเคลื่อนของคะแนน

$$MS_e = \frac{SS_e}{n(k-1)}$$

$$SS_e = SS_t - SS_c - SS_p$$

$$SS_t = \sum X_t^2 - \frac{(\sum X_t)^2}{nk}$$

$$SS_c = \frac{\sum(\sum X_c)^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{nk}$$

$$SS_p = \frac{\sum(\sum X_r)^2}{k} - \frac{(\sum X_t)^2}{nk}$$

MS_p แทน ความแปรปรวนเฉลี่ยจากคะแนนการสัมภาษณ์ $MS_p = \frac{SS_p}{k-1}$

$\sum X_t$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X_c$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละหลัก

$\sum X_r$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละแถว

n แทน จำนวนผู้ให้สัมภาษณ์

K แทน จำนวนผู้สัมภาษณ์

nt แทน จำนวนข้องมูลทั้งหมด (จำนวนผู้สัมภาษณ์ x จำนวนผู้ให้สัมภาษณ์)

โดยทั่วไปผู้วิจัยจะกำหนดคุณภาพค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป ถือว่าคุณภาพใช้ได้

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาการหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจพบว่า ชนิดของแบบวัดความพึงพอใจ มีอยู่ 3 แบบ ได้แก่ 1. แบบวัดความพึงพอใจแบบสอบถาม 2. แบบวัดความพึงพอใจแบบสังเกต และ3. แบบวัดความพึงพอใจแบบสัมภาษณ์ ซึ่งแต่ละแบบวัดนั้นมีการตรวจสอบคุณภาพที่แตกต่างกันไปตามประเภทของแบบวัด โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกแบบวัดความพึงพอใจที่เป็นแบบสอบถาม ที่เป็นมาตรตราส่วนประมาณค่าของลิเคร์ท (Likert) ซึ่งลักษณะของคำถามจะเป็นคำถามปลายเปิดเชิงความคิดเห็น ความรู้สึกชอบ-ไม่ชอบ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ และลักษณะของคำถามมีทั้งทางบวกและทางลบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ถ้าเป็นข้อความที่เห็นด้วย (Favorableness) ให้คะแนน 5 4 3 2 1 และถ้าเป็นข้อความที่ไม่เห็นด้วย (Unfavorableness) จะให้คะแนนตรงข้ามกัน 5 4 3 2 1 และหลังจากนั้น คัดเลือกข้อคำถามมาคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำจนครบทุกข้อ และค่าความเชื่อมั่นจะใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Crombach) โดยจะเป็นเป็นค่าระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ถ้าได้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะยอมรับว่ามาตราส่วนประมาณค่านั้นมีคุณภาพใช้ได้

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

อัครเดช จำนงค์ธรรม (2549) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้มีจุดมุ่งหมายของการวิจัย คือ การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ดำเนินการโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent Sample ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความพึงพอใจทางการเรียนวิชาของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พัทธมน วิริยะธรรม (2559) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4/15 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2558 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 49 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการศึกษาคะแนนพัฒนาการ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.93 ซึ่งอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะด้านความเข้าใจมีพัฒนาการมากที่สุด ร้อยละ 74.83 รองลงมาคือด้านการนำไปใช้, ความรู้ความจำ, การสังเคราะห์, การประเมินค่า และการวิเคราะห์ ร้อยละ 56.81, 54.12, 51.02, 40.82 และ 40.74 ตามลำดับ

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 59.09 ซึ่งอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะขั้นตอน K (Know) มีพัฒนาการมากที่สุด ร้อยละ 62.50 รองลงมาคือ D (Did), L (Learned) และ W (Want) ร้อยละ 61.99, 50.61 และ 48.76 ตามลำดับ

ปราวัณ เหง้าโคกงาม (2562) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องปริมาณสัมพันธ์โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ (2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (3) ศึกษาทักษะการคำนวณ และ(4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1. แผนการจัดการเรียนรู้ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบวัดทักษะการคำนวณ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเกิ้งวิทยานุกูล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 องค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDLของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 70.36/70.00 (2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

มีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 10.3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.4 และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 21.0 คิดเป็นร้อยละ 70.0 (3) ทักษะการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ขั้นK เท่ากับ 4.0 คะแนน ขั้นW เท่ากับ 4.0 คะแนน ขั้นD เท่ากับ 2.7 คะแนน และขั้นL เท่ากับ 1.0 คะแนน แสดงว่านักเรียนสามารถหาคำตอบในขั้นK และ ขั้นW ได้ถูกต้องมากที่สุด รองลงมาคือ ขั้นD และน้อยที่สุดคือ ขั้นL และ (4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในภาพรวมอยู่ในระดับ มาก (ค่าเฉลี่ย = 4.02, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.82)

ศิรินาถ ส่งแสง (2562) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนวีรนาทศึกษามูลนิธิที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนวีรนาทศึกษามูลนิธิ ที่มีต่อจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ 2. เปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนวีรนาทศึกษามูลนิธิ ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ จำแนกตามเพศ และระดับผลการเรียน
กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนวีรนาทศึกษามูลนิธิสังกัดคณะกรรมการส่งเสริมเอกชน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จานวน 169 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ตามตารางประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างของเครจซีและมอร์แกน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ระดับค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.66 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการทดสอบค่าความแปรปรวน

ผลการวิจัย พบว่า 1. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียน วีรนาทศึกษามูลนิธิ ที่มีต่อจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ โดยรวมและรายด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ตามลำดับ ดังนี้ ด้านหลักสูตร ด้านครูผู้สอน ด้านวิธีการสอน ด้านสื่อ การเรียนการสอน ด้านการวัดและการประเมินผล 2. ผลการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนวีรนาทศึกษามูลนิธิ ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ พบว่า นักเรียนที่มีเพศและระดับผลการเรียนต่างกันมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพแตกต่างกัน

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ (2563) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่มีผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยประยุกต์ใช้

การประเมินตามสภาพจริงจากการวัดซ้ำเมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 24 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์, แผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง และแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อมีการวัดซ้ำ One-way Repeated Measures ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงครั้งที่ 1, 2 และ 3 แตกต่างกัน อ่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=86.853$, $p=0.000$) เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ขอนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง โดยมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิมพลอย ตามตระกูล (2563) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาวิเคราะห์การพัฒนาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการให้คะแนนและจัดระดับตามกรอบการประเมิน PISA 2015 และใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ 1. ขั้นกำหนดสถานการณ์ ครูกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียนที่สามารถพบเห็นได้ตามสื่อโฆษณา และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหา และเลือกประเด็นที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2.ขั้นลงมือปฏิบัติงาน ครูให้นักเรียนออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาโดยบูรณาการร่วมกับการใช้แอพพลิเคชันหรือโปรแกรม

ห้องปฏิบัติการเสมือน และเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นเครื่องมือในการลงมือปฏิบัติหรือสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือใช้เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความเหมาะสมของวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ขณะลงสำรวจพื้นที่จริง 3.ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนวิเคราะห์ผลการตรวจสอบอภิปรายและออกแบบผ่านเว็บไซต์สำหรับงานกราฟฟิก พร้อมนำเสนอผลการตรวจสอบ และ4.ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงสถานการณ์เดิมผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์สำหรับผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ที่ระดับ 2 สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ 1b โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการพัฒนามากที่สุดไปน้อยที่สุดได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วีรดา ลิมปิสวัสดิ์ (2564) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม รวมทั้งสิ้น 43 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1) คะแนนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค

การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนพล โคตรวิชา (2565) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร่างกายของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังมโนทัศน์ ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1. พัฒนาและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง ร่างกายของเรา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2.เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน 3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน และ4.ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จานวน 22 คนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวิถีธรรมแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง ร่างกายของเราที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.16/81.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับผังมโนทัศน์ มีความพึงพอใจโดยรวมค่าเฉลี่ย 4.61 อยู่ในระดับมากที่สุด

สถาพร อังชัน (2565) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ วิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี 2. เพื่อศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง 3) เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังที่ได้รับกาจัดการเรียนรู้โดยการจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 38 คน เครื่องมือวิจัย

ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.70–4.86, S.D. = 0.10–0.18) 2. แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 สถานการณ์ รวม 15 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60–1.00 ค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.58–0.68 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.79–0.88 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 และ 3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 36 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60–1.00 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20-0.75 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89 สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1.แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี มี 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ใช้แอพพลิเคชั่น PhET มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 77.49/83.68 2.สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะเพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนอยู่ในระดับ 2 คือ สมรรถนะแก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมาได้ หลังเรียนอยู่ในระดับ 5 คือ สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ และ 3.เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน หลังเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.83, S.D. = 0.07) สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 2.22, S.D. = 0.26)

ศราวุธ บัวนพ (2566) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบเพื่อนคู่คิดกับเทคนิค KWDL ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นปะถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การวิจัยเชิงทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL 2.เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบเพื่อนคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 3.เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL และ4.เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบเพื่อนคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวันครู 2504 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 14 คน ได้มาจากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power และวีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณ การหาร ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค

KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผน 12 ชั่วโมง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (*M* = 4.86, SD = .18) 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณ การหาร ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .95 สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกันและกลุ่มตัวอย่างเดียว

ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (*M* = 38.71 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน, SD = 2.89, t = 2.89) 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (*M* = 15.50 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน, SD = 13.00, t = 2.27)

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียน ขั้นที่ 2 คิดอิสระ ขั้นที่ 3 เข้าคู่แบ่งปันกลุ่ม และขั้นที่ 4 ประเมินผล ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วงส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

อาภาภรณ์ ปานมี (2566) ได้ศึกษาเรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มีมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายคือผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 10 สัปดาห์ การดำเนินการวิจัยเป็นกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อใช้ในการเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

และแบบสังเกตพฤติกรรมวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีหลักการสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) การเสนอประเด็น สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงหรือสังคมให้ความสนใจ ใกล้ตัวผู้เรียน และเน้นทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ 2) การมีส่วนร่วมในเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ การอธิบาย การ-
โต้แย้ง และแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูลทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา และ 3) การมุ่งเน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปและหลักฐานที่ยืนยันข้อสรุปโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์จะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป และขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้

2. ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า 1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพ รวมและใน แต่ละองค์ประกอบ ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงแรกจนถึงช่วงหลังของการทดลอง

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

House (1980) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยวีคเอ็นด์ ในด้านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิชาการ และไม่เกี่ยวข้องกับวิชาการ การวางแผนการจัดโปรแกรมการเรียน และความสัมพันธ์ด้านบริหารงานโดยนักศึกษาที่ลงทะเบียนในฤดูใบไม้ร่วง ปี ค.ศ.1979 ในมหาวิทยาลัยวีคเอ็นด์ ของมหาวิทยาลัยเทกซัสเซาท์เธิร์น (Texas Southern University) จากการทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความพึงพอใจของนักศึกษา ด้านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิชาการ มีความสัมพันธ์กันในทางลบ

อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความพึงพอใจของนักศึกษาในด้านกระบวนการที่ไม่เกี่ยวกับวิชาการ การวางแผนการจัดโปรแกรมการเรียน การบริหาร และผลรวมของความพึงพอใจทุกด้าน

Shaw, Chamless, Chessin, Price &Beardain, (1997) ได้ทำการอบรมครูผู้สอนเกรด 4 เกี่ยวกับการรวมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค KWDL และให้นำไปทดลองสอนนักเรียนแล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่รวมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL สามารถเขียนคำตอบได้ละเอียดมากกว่า และยังมีเจตคติทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

Shaheen, M. K., & Kayani, M. M. (2015) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 9 ในรายวิชา ชีววิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ประชากร คือ นักเรียนจากทั้งหมด 2 โรงเรียนที่คัดเลือกแล้ว ได้นักเรียนเกรด 9 ทั้งหมด 122 คน จาก 4 ห้อง ที่เรียนวิชาชีววิทยา ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 8 สัปดาห์ โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม 61 คน และกลุ่มทดลอง 61 คน โดยกลุ่มควบคุมจะใช้การเรียนรู้แบบปกติและกลุ่มทดลองจะใช้การจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลวิจัยพบว่าการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

Balta, N., & Sarac, H. (2016) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น วิชาวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิเคราะห์อภิมานจากการวิจัย 24 ครั้ง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน 2918 กลุ่มควบคุม 1488 คน และกลุ่มทดลอง 1430 คน โดยได้รวมเอาการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ รวมถึงนักศึกษามหาวิทยาลัยผลวิจัยยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลในเชิงบวกต่อความสำเร็จของนักเรียน

Widayoko et al., (2019) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีโลกแบน จุดประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อศึกษาสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการตอบประเด็นทางวิทยาศาสตร์เรื่อง "ทฤษฎีโลกแบน" และข้อบ่งชี้ในในประเด็นต่างๆ งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาโดยวิธีแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียน 92 คนในโรงเรียนมัธยมหลายแห่งในเมืองมาลัง ผลจากการตอบแบบสอบถามพบว่า 95.65% ของนักเรียนปฏิเสธ "ทฤษฎีโลกแบน" ในบรรดาผู้ที่ปฏิเสธทฤษฎีนี้ และผู้ตอบแบบสอบถาม 20.97% ไม่ได้ทำการสืบเสาะเพื่อสรุปข้อมูลของทฤษฎี ผลการสัมภาษณ์การวิจัยครั้งนี้ระบุว่านักเรียนอาศัยความรู้เบื้องต้นหรือข้อมูลเบื้องต้นในการสรุปประเด็นเท่านั้น ซึ่งความ

ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในความสามารถพื้นฐานที่ต้องมีในศตวรรษที่ 21 ความสามารถเหล่านี้รวมถึงการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบและการประเมินการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และการตีความข้อมูลและข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้สมรรถนะทั้งสามนี้จะต้องอยู่ในนักเรียนเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาและให้การตอบสนองต่อปัญหาได้ดีที่สุดโดยเฉพาะปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมถึง "ทฤษฎีโลกแบน"

N S Putra and Agusnita (2021) ทำวิจัยเกี่ยวกับความสามารถด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมปลายด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบของคำถาม ซึ่งได้กล่าวไว้ว่าตัวชี้วัดของความสำเร็จของกระบวนการศึกษาคือความสามารถด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสามารถทราบความสามารถในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากการทดสอบโดยใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบ ซึ่งการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือเพื่อศึกษาความสามารถด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบของคำถามในรายวิชาชีววิทยา โดยการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองที่ SMAN 10 Padang กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนเกรด 10 จำนวน 44 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้นำมาจาก E-book ของโครงการประเมินนักศึกษานานาชาติ (PISA) (Take the Test: Sample คำถามจากการประเมิน PISA ของ OECD) ซึ่งคำถามจะมีอยู่ 3 สมรรถนะ ประกอบไปด้วย คำถามเชิงวัตถุประสงค์ จำนวน 48 ข้อ, คำถามโดยรวม จำนวน 5 ข้อ และคำถามประเภทบรรยาย จำนวน 10 ข้อ หลังจากการทดสอบแล้วพบว่า คะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหัวข้อคำถามเชิงวัตถุประสงค์ คำถามโดยรวม และคำถามเชิงบรรยาย ได้แก่ 50.66%, 35.91% และ42.72% ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามรูปแบบของคำถาม คือ 43.9% ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำ ทำให้ทรายว่านักเรียนจะสามารถตอบคำถามที่เป็นกลางได้ง่ายกว่ารูปแบบคำถามที่มาความซับซ้อน

Vitri Anugrah Nainggolan (2021) ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องไฟลัมมอส เนื่องจาก นักเรียนชาวอินโดนีเซียมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหัวข้อไฟลัมมอส การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนโดยใช้รูปแบบของ Kemis & McTaggart โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คนในโรงเรียนมัธยม Kristen Satya Wacana Senior High School การทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัดโดยใช้แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยหลายตัวเลือกจำนวน 15 ข้อและแบบความเรียง 5 ข้อ ข้อมูลที่ได้รับวิเคราะห์โดยใช้คะแนน N-gain ผลการวิจัยพบว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นจากรอบที่ 1 (45.20) เป็นรอบที่ 2 (65.59) เมื่อ

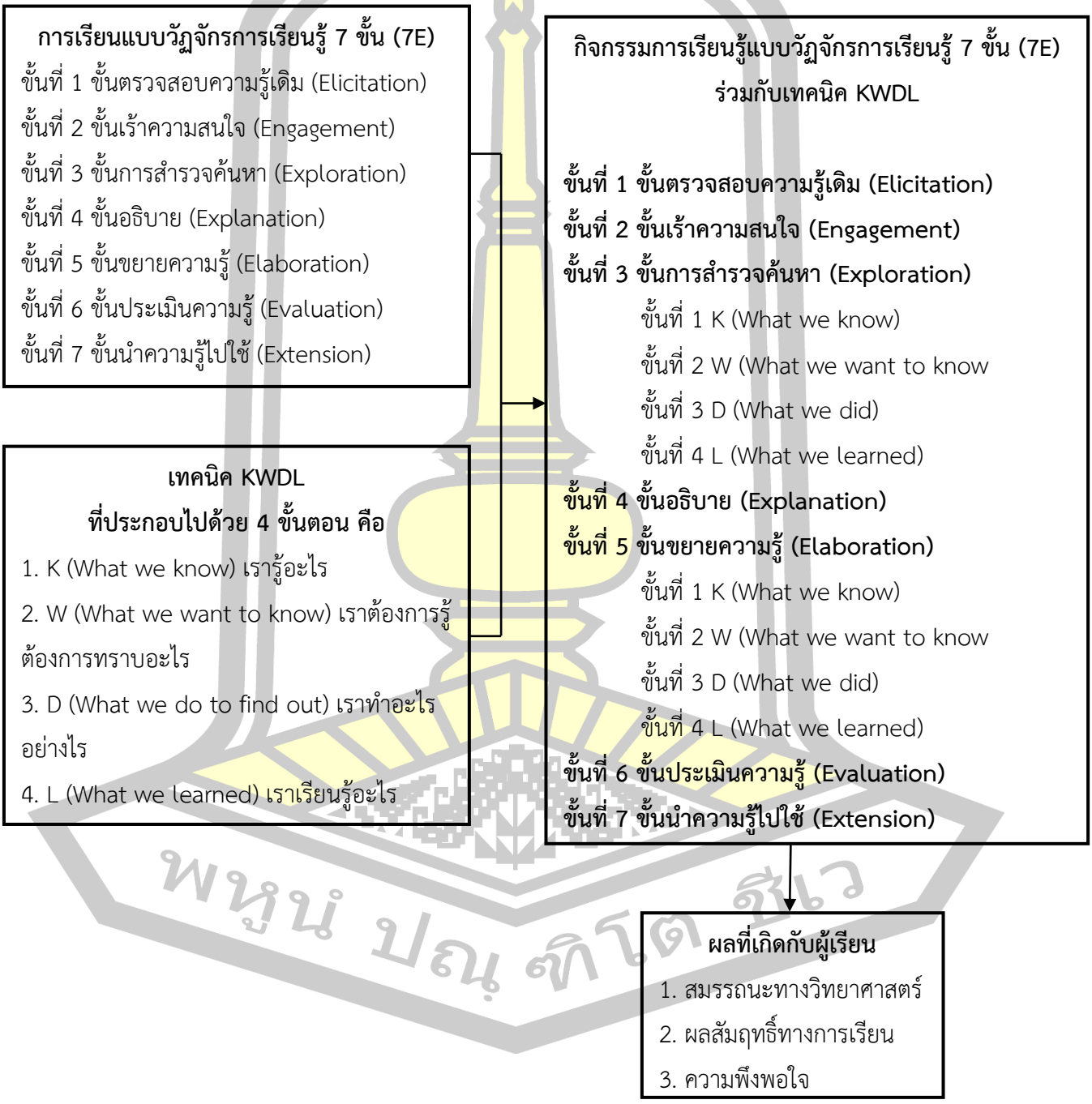
เรียนรู้เกี่ยวกับไฟลัมมอส และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนหัวข้อนี้เอื้อต่อกิจกรรมของนักเรียนเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมาก

จากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้รูปแบบเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวนั้นสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมที่หลากหลาย รวมถึงการสร้างแบบทดสอบ การประเมินผลและเกณฑ์การให้คะแนนในรายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

9. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำราวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตามแนวคิดของ Eissenkraff, 2003 ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งมีผู้พัฒนา คือ Shaw et al. (1997) ผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ ดังนี้



ภาพ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีรายละเอียดในการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. รูปแบบการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้อง 4/6 และ ห้อง 4/7 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 80 คน ดังตาราง 10

ตาราง 10 ประชากร

ห้อง	นักเรียนเก่ง	นักเรียนปานกลาง	นักเรียนอ่อน	รวม
4/6	24	15	3	42
4/7	21	12	5	38

หมายเหตุ 1. นักเรียนเก่ง เกรดเฉลี่ย 3.00 – 4.00
2. นักเรียนปานกลาง เกรดเฉลี่ย 2.00 – 2.99
3. นักเรียนอ่อน เกรดเฉลี่ย 1.00 – 1.99

1.2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน นักเรียนในห้องมีเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 4 ชนิด ประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน 15 ชั่วโมง

2.2 แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ชนิดข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ

2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ชนิดข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert จำนวน 15 ข้อ

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยวางแผนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย โดยมีเครื่องมือ 4 ชนิด ประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้การสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงตำรา วารสารการนำเสนอทางวิชาการต่าง ๆ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เพื่อใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

2. ศึกษาและทำความเข้าใจแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่สำคัญ 4 ขั้นตอน

3. วิเคราะห์และออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

4. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) หลักสูตรสถานศึกษา และคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติมเคมี 2 เพื่อออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม

5. ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดของเนื้อหาจากแบบเรียนรายวิชา เพิ่มเติม เคมี 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย โดยเนื้อหา ในบทเรียนแบ่งออกเป็น 10 เรื่องย่อย ได้แก่

1. ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ
2. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)
3. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb)
4. โมลาริตี (M)
5. โมแลริตี (m)
6. เศษส่วนโมล
7. การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์
8. การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น
9. การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายบริสุทธิ์และสารละลาย
10. การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารละลายบริสุทธิ์และสารละลาย

จากนั้นแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสม กับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ 10 คาบเรียน รวม 15 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL การวัดและประเมินผล สื่อและอุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 11

ตาราง 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ข้อที่ 9 คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ	ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ 2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	2
2		ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm) ได้ 2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm) ได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	1
3		ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ได้ 2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	2

ตาราง 11 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	ข้อที่ 9 คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ	โมลาริตี (M)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี (M) ได้ 2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี (M) ได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	1
5		โมแลลิตี (m)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมแลลิตี (m) ได้ 2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมแลลิตี (m) ได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	2
6		เศษส่วนโมล	1. นักเรียนอธิบายเศษส่วนโมลของสารละลายได้ 2. นักเรียนคำนวณหาเศษส่วนโมลของสารละลายได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	1

พหุน ปณ ฑิ ใต ชิ ว

ตาราง 11 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7	ข้อที่ 10 อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด	การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์	1. นักเรียนสามารถบอกวิธีการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรของตัวถูกละลายได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	2
8		การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น	1. นักเรียนสามารถบอกวิธีการเตรียมสารละลายเจือจางได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรที่ต้องเจือจางของสารละลายเข้มข้นได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	1
9	ข้อที่ 11 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้ 2. นักเรียนคำนวณหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	2

ตาราง 11 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
10	ข้อที่ 11 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้ 2. นักเรียนคำนวณหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้ 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	1
รวมชั่วโมง				15

การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา ความเหมาะสมของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สื่อและอุปกรณ์ และการวัดผลประเมินผล แล้วนำมาประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Sacle) ตามวิธีของ likert ซึ่งมี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2552)

เหมาะสมมากที่สุด	ให้ระดับ	5
เหมาะสมมาก	ให้ระดับ	4
เหมาะสมปานกลาง	ให้ระดับ	3
เหมาะสมน้อย	ให้ระดับ	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้ระดับ	1

นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย แล้วแปลผล ตามเกณฑ์ ดังนี้

4.51 – 5.00	อยู่ในระดับ	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	อยู่ในระดับ	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	อยู่ในระดับ	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	อยู่ในระดับ	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	อยู่ในระดับ	เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูแสงอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2. นางสมถวิล ทวีโคตร ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3. นางสาวพรรัมภา แสนวิเศษ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผึ่งแดดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

4. นางเมธาวดี วาปี ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

5. นางสาวทานตะวัน สีดา ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ซึ่งต้องได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 5.00 จะถือว่ามีคุณภาพตามเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่บอกความเหมาะสม

ซึ่งระดับคุณภาพของทุกแผนการจัดการเรียนรู้หลังจากได้รับการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.49 – 4.70 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 22) อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ถือว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้

9. จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

9.1 แก้ไขกิจกรรมและสื่อในแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องเหมาะสม

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลและเวลาที่ใช้ในการสอน และนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข โดยแก้กิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับที่ปรับปรุงสมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน

3.2 แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย

แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย เป็นข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาเคมี โดยมีเนื้อหา ได้แก่

1. ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ
2. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)
3. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb)
4. โมลาริตี (M)
5. โมแลลิตี (m)
6. เศษส่วนโมล
7. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์
8. การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น
9. การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย
10. การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

มี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อนและแบบเขียนตอบอิสระรวมกัน จำนวน 15 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยในรายวิชาเคมี จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แยกเป็นสมรรถนะ ดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ รวมทั้งหมด 21 ข้อ โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละด้าน ดังตาราง 12

ตาราง 12 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ด้านที่	จำนวนข้อประเมิน	
	สร้างขึ้น	นำไปใช้
1. สมรรถนะ A : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	7	5
2. สมรรถนะ B : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	7	5
3. สมรรถนะ C : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	7	5
รวม	21	15

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

4. นำแบบทดสอบวัดวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำนวน 21 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและแก้ไขข้อคำถามและปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา ปรับการใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน และปรับความถูกต้องให้เหมาะสมของคำถามในแต่ละข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (จำนวน 5 ท่าน) ได้แก่

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูแสงอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2. นางสมถวิล ทวีโคตร ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3. นางสาวพรรัมภา แสนวิเศษ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผึ่งแดดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

4. นางเมธาวดี วาปี ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

5. นางสาวทานตะวัน สีดา ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of the Item Objective Congruence : IOC)

ที่ดีต้องอยู่ระหว่าง 0.50 - 1.00 (ไพศาล วรคำ, 2552) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

6. นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากผลการคำนวณหาค่า IOC ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 23)

7. นำแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่จัดพิมพ์แล้วไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากนักเรียนกลุ่มดังกล่าวได้ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องสารละลายมาแล้วและยังไม่ได้เรียนเนื้อหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง สารละลายเพิ่มเติม อีกทั้งยังเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์

8. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ด้วยวิธีของ Whiney & Sabers (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จาก 21 ข้อที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.20 - 1.00 ซึ่งถือว่าข้อสอบใช้ได้

โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.36 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.29 – 0.55 และคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 15 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 24)

9. นำแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 15 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) โดยค่าระดับความเชื่อมั่นต้องมีค่า 0.70 ขึ้นไป จึงจะยอมรับว่าแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นมีคุณภาพใช้ได้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า α เท่ากับ 0.89 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 24)

10. ทำการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้กับนักเรียนตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย เป็นข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตาม จุดประสงค์และเนื้อหาวิชาเคมี เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเทคนิคและวิธีการเขียนข้อสอบปรนัย

2. ศึกษาหลักการและวิธีการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และรายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง สารละลาย จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ต้องการวัดสำหรับสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมเคมี เรื่อง สารละลาย เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ แสดงในตาราง 13

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 13 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สำหรับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมเคมี เรื่อง สารละลาย

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้								รวมข้อสอบ	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	2	1							2	1
	2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ										5	3
ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm) ได้	2	1							2	1

ตาราง 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้								รวมข้อสอบ	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)	2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm) ได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยล้านส่วน										5	3
ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ได้	2	1							2	1
	2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยพันล้านส่วน										5	3

ตาราง 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้								รวมข้อสอบ	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
โมลาริตี (M)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี (M) ได้	2	1							2	1
	2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี (M) ได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง โมลาลิตี										5	3
โมแลลิตี (m)	1. นักเรียนบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมแลลิตี (m) ได้	2	1							2	1

ตาราง 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้								รวมข้อสอบ	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
โมแลลิตี (m)	2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมแลลิตี (m) ได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง โมแลลิตี										5	3
เศษส่วนโมล	1. นักเรียนอธิบายเศษส่วนโมลของสารละลายได้	2	1							2	1
	2. นักเรียนคำนวณหาเศษส่วนโมลของสารละลายได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง เศษส่วนโมล										5	3
การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ได้			3	1					3	1

ตาราง 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้								รวมข้อสอบ	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์	2. นักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ได้	3	1							3	1
	3. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณสารบริสุทธิ์เพื่อใช้เตรียมสารละลายได้					3	1			3	1
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์										9	3
การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้นได้			3	1					3	1

ตาราง 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้								รวมข้อสอบ	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น	2. นักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อเตรียมสารละลายสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้นได้	3	1							3	1
	3. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรที่ต้องเจือจางของสารละลายเข้มข้นได้					3	1			3	1
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น										9	3
การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้							3	1	3	1

ตาราง 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้								รวมข้อสอบ	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	2. นักเรียนคำนวณหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย										6	3
การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้							3	1	3	1
	2. นักเรียนคำนวณหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้					3	2			3	2
รวมจำนวนข้อสอบเรื่อง การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย										6	3

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวทางที่กำหนดในตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งต้องการ 30 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์ เชิง

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เรื่อง สารละลาย ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเพิ่มเติมเคมี เรื่อง สารละลาย ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูแสงอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2. นางสมถวิล ทวีโคตร ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3. นางสาวพรรัมภา แสนวิเศษ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผึ่งแดดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

4. นางเมธาวดี วาปี ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

5. นางสาวทานตะวัน สีดา ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของข้อคำถามและตัวเลือก ความครอบคลุมเนื้อหาภาษาที่ใช้ ตลอดจนพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นครูที่มีความเชี่ยวชาญและชำนาญในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี โดยการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of the Item Objective Congruence : IOC) ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ ซึ่งค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้

7. นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (ไพศาล วรคำ, 2552)

จากผลการคำนวณหาค่า IOC ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 25)

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จัดพิมพ์แล้วไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากนักเรียนกลุ่มดังกล่าวได้ผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง สารละลาย มาแล้วและยังไม่ได้เรียนเนื้อหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง สารละลาย เพิ่มเติม แล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การตรวจ ดังนี้

คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก

คะแนน 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เรื่อง สารละลาย มาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือด้วยค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item-Analysis) โดยใช้ดัชนีวัดค่าอำนาจจำแนก B (Brennan’s index; B-index) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) หลังจากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ (B) 0.20 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าข้อสอบใช้ได้

โดยผู้วิจัยได้คัดข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.59 – 0.79 ค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.21 – 0.66 และคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 30 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 26)

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย จำนวน 30 ข้อที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีการของโลเวทท์ (Lovetts method) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) ข้อสอบที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกไว้มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.96 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 26)

11. ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เป็นฉบับสมบูรณ์ โดยจัดพิมพ์แบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน จำนวน 30 ข้อ และนำมาทดลองใช้จริงกับตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เทคนิคการสร้างแบบสอบถามจากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดตัวชี้วัดความพึงพอใจ เพื่อเป็นกรอบในการกำหนดรายการสอบถามของแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้ ด้านบรรยากาศ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านประโยชน์ที่ได้รับ และออกแบบโครงสร้างแบบสอบถามตามชนิดของแบบสอบถามความพึงพอใจที่เลือกใช้ โดยสร้าง 25 ข้อ และเลือกใช้ 10 ข้อ ตามกรอบการประเมินดังตาราง 14

ตาราง 14กรอบการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

ด้านการประเมิน	ประเด็นการประเมิน	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
ด้านบรรยากาศ	1. บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	5	2
	2. บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน		
	3. บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ		
	4. ผู้เรียนรู้สึกชอบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องสารละลาย		
	5. บรรยากาศของการเรียนมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม		
ด้านเนื้อหา	**6.** เนื้อหาที่เรียนมีลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	5	2
	7. มีกิจกรรมในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน		
	8. เนื้อหามีความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา		
	9. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน		
	10. เนื้อหาวิชามีความสำคัญ น่าสนใจ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้		
	14. นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้		
	15. เนื้อหาที่สอดแทรกในกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ		

ตาราง 14 (ต่อ)

ด้านการประเมิน	ประเด็นการประเมิน	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	**11.** กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด	5	2
	12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบในการแสดงความคิดเห็น		
	13. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้		
	14. นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้		
	15. เนื้อหาที่สอดแทรกในกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ		
ด้านสื่อการสอน	16. สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและเรียนรู้ได้เร็ว	5	2
	17. สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง		
	18. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้		
	19. สื่อมีขนาดเหมาะสมทำให้ผู้เรียนมองเห็นได้ชัดเจนและใช้งานได้อย่างสะดวก		
	20. สื่อที่ใช้ประกอบการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น		
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	21. ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ของตนเอง	**5**	**2**
	22. ผู้ได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ		
	23. ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้		
	24. ผู้เรียนมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมห้องและครูผู้สอนได้ดีขึ้น		
	25. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากบทเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้		

3. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน เป็นมาตรส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ ดังนี้ (Likert, 1967)

พอใจมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
พอใจมาก	ให้	4	คะแนน
พอใจปานกลาง	ให้	3	คะแนน
พอใจสมน้อย	ให้	2	คะแนน
พอใจน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การให้ความหมายของค่าเฉลี่ย กำหนดตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ มีขั้นตอนดังนี้

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนทีมีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความตรง เชิงเนื้อหา รวมทั้งความเหมาะสมของ ภาษาที่ใช้ แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนทีมีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูแสงอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2. นางสมถวิล ทวีโคตร ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3. นางสาวพรรัมภา แสนวิเศษ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผึ่งแดดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

4. นางเมธาวดี วาปี ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

5. นางสาวทานตะวัน สีดา ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ ความเหมาะสมของข้อคำถามความครอบคลุมเนื้อหาภาษาประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (Index of the Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นว่าแบบสอบถามความพึงพอใจมีความสอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจมีความสอดคล้อง

-1 หมายถึง เห็นว่าแบบสอบถามความพึงพอใจไม่มีความสอดคล้อง

6. นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นแบบสอบถามที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (ไพศาล วรคำ, 2552)

จากผลการคำนวณหาค่า IOC ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80 – 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 27)

7. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามรายข้อ (Item total correction) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r_{xy}) ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ถือว่าประเด็นการประเมินความพึงพอใจใช้ได้ โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 – 0.56 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 28) และคัดเลือกไว้ 10 ข้อ

8. คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) โดยค่าระดับความเชื่อมั่นต้องมีค่า 0.70 ขึ้นไป จึงจะยอมรับว่าแบบสอบถามความพึงพอใจนั้นมีคุณภาพใช้ได้ โดยข้อคำถามที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกมีค่า α เท่ากับ 0.81 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 28)

9. ทำการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้กับนักเรียนตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน

4. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง (Experimental Designs) รูปแบบการศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest-Posttest Design) มีรูปแบบดังนี้

ตัวอย่าง	ทดสอบก่อนเรียน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	O_1	X	O_2

เมื่อ E แทน ตัวอย่าง

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

5. วิธีดำเนินการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทดลองกับตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ก่อนการทดลอง

1.1 ชี้แจงบทบาทของผู้วิจัยบทบาทของนักเรียน และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ตลอดจนเก็บข้อมูลพื้นฐานและสภาพปัญหาก่อนลงมือปฏิบัติ

1.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

1.3 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ขณะทดลอง

2.2 ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 10 ระยะเวลาในการสอน 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

3. หลังทดลอง

3.1 เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ทั้ง 10 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทำการดำเนินการวัดผลหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับ แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน ที่เป็นแบบปรนัย เลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3. ความพึงพอใจ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่เป็นแบบสอบถามมาตรส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

3.2 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยบันทึกผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วนำไปวิเคราะห์ผลตามวิธีทางสถิติต่อไป

ตาราง 15 ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย

กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 : ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm)	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 : ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วย (ppb)	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 : โมลาริตี (M)	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 : โมแลริตี (m)	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 : เศษส่วนโมล	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 : การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 : การเตรียมสารละลายเจือจางสารละลายเข้มข้น	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 : การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 : การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	1

6. การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลคะแนนเฉลี่ยจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร มาวิเคราะห์ร่วมกับคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้การทดสอบทางสถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test เพื่อทดสอบสมมติฐาน และตรวจให้คะแนนระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้เกณฑ์ในการให้คะแนน (สถาพร อังชัน, 2565) ดังตาราง 16

ตาราง 16 เกณฑ์การให้คะแนนระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การตอบคำถาม	คะแนน	แปลผล
สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย	1	ระดับ 1
	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา	2	ระดับ 2
	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน	3	ระดับ 3
	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน	4	ระดับ 4
	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด	5	ระดับ 5
	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่	6	ระดับ 6
สมรรถนะ B : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย	1	ระดับ 1
	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา	2	ระดับ 2
	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน	3	ระดับ 3
	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน	4	ระดับ 4
	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด	5	ระดับ 5
	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่	6	ระดับ 6
สมรรถนะ C : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย	1	ระดับ 1
	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา	2	ระดับ 2
	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน	3	ระดับ 3
	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน	4	ระดับ 4
	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด	5	ระดับ 5
	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่	6	ระดับ 6

วิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ในการกำหนดน้ำหนักคะแนน นำคะแนนไปหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยมีค่า 6 ระดับ ที่ใช้เกณฑ์การแปลความหาย ดังนี้ (สถาพร อังชัน, 2565)

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{30-1}{6}$$

$$= 4.83$$

ค่าเฉลี่ย	ระดับ	แปลความหมาย
25.16 – 30.00	6	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่
20.33 – 25.15	5	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
15.50 – 20.32	4	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน
10.67 – 15.49	3	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน
5.84 – 10.66	2	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา
1.00 – 5.83	1	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย

2. เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้การทดสอบทางสถิติ One - Sample Wilcoxon Signed Ranks Test เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้การทดสอบทางสถิติ t-test for Dependent Samples เพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้การทดสอบทางสถิติ t-test for One Sample เพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยการนำคะแนนในแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยคะแนนระดับความพึงพอใจรายข้อที่ได้มาเปรียบเทียบ โดยยึดเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
4.51 – 5.00	ความพึงพอใจมากที่สุด
3.51 – 4.50	ความพึงพอใจมาก
2.51 – 3.50	ความพึงพอใจปานกลาง
1.51 – 2.50	ความพึงพอใจน้อย
1.00 – 1.50	ความพึงพอใจน้อยที่สุด

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ดังนี้

7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1. ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้าน ยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด ยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

7.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย

1.1 ประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า (rating scale) ตามวิธีของ likert

2. แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item-Analysis) โดยใช้สูตรของ วิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

- ดัชนีค่าความยาก (P_E) ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีสูตร ดังนี้

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความยาก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

- ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีสูตร ดังนี้

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา ($\propto$ - coefficient) ของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ค่าความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item-Analysis) โดยใช้ดัชนีวัดค่าอำนาจจำแนก B (Brennan's index ; B-index) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

- ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

พหุน ปณ.๗๔๐ ชีเว

- ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

U แทน จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

L แทน จำนวนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

3.3 คำนวณค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีการของโลเวทท์ (Lovetts methord) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{K\sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1)\sum(X_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

K แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

C แทน คะแนนเกณฑ์เป้าหมายที่ต้องการ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

4.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเป็นรายข้อ (Item Total Correlation) ใช้เป็นสูตรการหาสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product-Moment Coefficient of Correlation) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2]\,[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ

r_{xy} แทน ค่า Item Total Correlation

X แทน คะแนนคำตอบรายข้อของแต่ละคน

Y แทน คะแนนรวมของแต่ละคน

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

4.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา ($\propto$ - coefficient) ของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบทดสอบสมมติฐานของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน (Wilcoxon Signed Ranks Test)

2. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม โดยใช้การทดสอบสมมติฐานกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว (One-Sample Wilcoxon Signed Ranks Test)

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบทดสอบสมมติฐานของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน (t-test for Dependent Sample)

4. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม โดยใช้การทดสอบ สมมติฐานกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว (t-test for One Sample)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีการนำเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการสวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ความเข้าใจที่ตรงกันในการแปลและสื่อความหมาย ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง
t	แทน	ค่าการทดสอบที (t-test value)
*	แทน	นัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนและหลังเรียน

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยมีรายละเอียดแต่ละตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน ที่เป็นตัวอย่างทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย จำนวน 15 ข้อ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียนและหลังเรียนของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

รายการ	คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
สมรรถนะ A : อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	16.10	1.23	ระดับ 4
หลังเรียน	30	23.70	1.63	ระดับ 5
สมรรถนะ B : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	15.66	1.12	ระดับ 4
หลังเรียน	30	23.80	1.57	ระดับ 5
สมรรถนะ C : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	16.40	1.13	ระดับ 4
หลังเรียน	30	24.00	1.73	ระดับ 5

จากตาราง17 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ห้อง ม.4/7 จำนวน 38 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย พบว่าคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 สถานการณ์ รวม 15 ข้อ ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดอัตนัย มี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบอิสระรวมกัน มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ได้แก่ สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ก่อนเรียนพบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 4 คือ สามารถแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนได้ ($\overline{X}$ = 16.10, S.D. = 1.23) มีสมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 4 คือ สามารถแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนได้ ($\overline{X}$ = 15.66, S.D. = 1.12) และมีสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 4 คือ สามารถแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนได้ ($\overline{X}$ = 16.40, S.D. = 1.13)

หลังเรียนพบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือ สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\overline{X}$ = 23.70, S.D. = 1.63) มีสมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือ สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\overline{X}$ = 23.80, S.D. = 1.57) และมีสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือ สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\overline{X}$ = 24.00, S.D. = 1.73)

สำหรับการเปรียบเทียบสมรรถนะทาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ระหว่างก่อนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอน ดังปรากฏในตาราง 18, 19 และ 20 ดังนี้

ตาราง 18 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

Test of Normality

	Shapiro - Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Ability Pretest	.801	38	.000 < 0.05
Ability Posttest	.883	38	.001 < 0.05

a. Lilliefors Significance Correction

จากตาราง 18 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนน Ability Pretest และ Ability Posttest พบว่า ค่า Sig. ของ Ability Pretest เท่ากับ 0.000 และของ Ability Posttest เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดนี้ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงต้องใช้การทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนได้ โดยผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดัง ตาราง 19 ต่อไปนี้

ตาราง 19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	Z-test for approximate Wilcoxon Signed-Rank test	Asymp. Sig. (1-tailed) = Sig (2-tailed)/2
ก่อนเรียน	16.04	0.68	5.392	0.000/2 = 0.000 < 0.05*
หลังเรียน	23.82	1.41		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ปฏิเสธ H_0: $\mu \leq \mu_0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

จากตาราง 19 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ Sig. (1-tailled) = Sig. (2-tailled)/2 = P value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน

38 คน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 239)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน ที่เป็นตัวอย่างทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย จำนวน 15 ข้อ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

จากตาราง 18 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนน Ability Pretest และ Ability Posttest พบว่า ค่า Sig. ของ Ability Pretest เท่ากับ 0.000 และของ Ability Posttest เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดนี้ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงต้องใช้การทดสอบ One-Sample Wilcoxon Signed Ranks Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มได้ โดยผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดัง ตาราง 20 ต่อไปนี้

ตาราง 20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

การทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	Test Value	Z-test for approximate Wilcoxon Signed-Rank test	Asymp. Sig. (1-tailed) = Sig (2-tailed)/2
หลังเรียน	23.82	1.41	21	5.40	0.000/2 = 0.000 < 0.05*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ปฏิเสธ H_0: $\mu \leq \mu_0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

จากตาราง 20 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ Sig. (1-tailled) = Sig. (2-tailled)/2 = P value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 240)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนและหลังเรียน

สำหรับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คนที่เป็นตัวอย่างทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ระหว่างก่อนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ในตอนที่ 3 และตอนที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอน ดังปรากฏในตาราง 21, 22 และ 23 ดังนี้

ตาราง 21 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

Test of Normality

	Shapiro - Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Achievement pretest	.944	38	.058 > 0.05
Achievement posttest	.946	38	.064 > 0.05

a. Lilliefors Significance Correction

จากตาราง 21 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนน Achievement Pretest เท่ากับ 0.058 และของ Achievement posttest เท่ากับ 0.064 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดนี้มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงสามารถใช้แบบทดสอบ Paired Samples Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนได้ โดยผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดัง ตาราง 22 ต่อไปนี้

ตาราง 22 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	$\bar{X}$	S.D.	T value	df	Sig. (1-tailled) = Sig. (2-tailled)/2 = P value
ก่อนเรียน	14.97	1.84	49.090	37	0.000/2 = 0.000 < 0.05*
หลังเรียน	25.08	1.91			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ปฏิเสธ H_0: $\mu \leq \mu_0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

จากตาราง 22 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ Sig. (1-tailled) = Sig. (2-tailled)/2 = P value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 243)

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน ที่เป็นตัวอย่างทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย จำนวน 30 ข้อ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

จากตาราง 21 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนน Achievement Posttest พบว่า Sig. ของ Achievement Posttest เท่ากับ 0.064 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลชุดนี้มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงสามารถใช้การทดสอบ One-Samples Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มได้ โดยผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดัง ตาราง 23 ต่อไปนี้

ตาราง 23 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	$\bar{X}$	S.D.	Test Value	T value	df	Sig. (1-tailled) = Sig. (2-tailled)/2 = P value
หลังเรียน	25.08	1.91	21	13.175	37	0.000/2 = 0.000 < 0.05*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ปฏิเสธ H_0: $\mu \leq \mu_0$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

จากตาราง 23 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ Sig. (1-tailled) = Sig. (2-tailled)/2 = P value = 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 244)

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน ที่เป็นตัวอย่างทำแบบวัดความพึงพอใจหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย จำนวน 10 ข้อ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 24 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับของความพึงพอใจ
1.ด้านบรรยากาศ			
1.1 บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.47	0.73	มาก
1.2 บรรยากาศของการเรียนมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	4.50	0.72	มาก
ภาพรวม	4.49	0.73	มาก

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับของความพึงพอใจ
2.ด้านเนื้อหา			
2.1 มีกิจกรรมในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน	4.47	0.72	มาก
2.2 เนื้อหาวิชามีความสำคัญ น่าสนใจ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.68	0.55	มากที่สุด
ภาพรวม	4.58	0.64	มากที่สุด
3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด	4.68	0.76	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้	4.63	0.60	มากที่สุด
ภาพรวม	4.66	0.68	มากที่สุด
4. ด้านสื่อการสอน			
4.1 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.50	0.77	มาก
4.2 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้	4.61	0.68	มากที่สุด
ภาพรวม	4.56	0.73	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
5.1 ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้	4.79	0.55	มากที่สุด
5.2 ผู้เรียนมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมห้องและครูผู้สอนได้ดีขึ้น	4.82	0.65	มากที่สุด
ภาพรวม	4.81	0.60	มากที่สุด
ภาพรวมทั้งหมด	4.62	0.68	มากที่สุด

จากตาราง24 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ทั้ง 5 ด้าน

ได้แก่ ด้านบรรยากาศ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านประโยชน์ที่ได้รับ พบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.62, S.D. = 0.68) โดยมีรายละเอียดระดับความพึงพอใจในแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านบรรยากาศ พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจมาก (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.49, S.D. = 0.73) ด้านเนื้อหา พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.58, S.D. = 0.64) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.66, S.D. = 0.68) ด้านสื่อการสอน พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.56, S.D. = 0.73) และด้านประโยชน์ที่ได้รับ พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.81, S.D. = 0.60)

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย สามารถสรุปผลได้ตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

2. สรุปผล

การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย สรุปผลได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. นักเรียนหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีความพึงพอใจมากที่สุด

3. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผลวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงสรุปได้ว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.45 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า 232) ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในระหว่างเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปสู่ผลลัพธ์ดังกล่าว คือ การให้นักเรียนสืบเสาะหาข้อมูล ทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำ ซึ่งนักเรียนสามารถร่วมกันสืบเสาะหาข้อมูลเพื่อซึ่งได้มาของ

คำตอบเป็นอย่างดีและเหมาะสม เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยในการทำงาน ก็กล้าที่จะแสดงออกโดยการยกมือสอบถามกับครูผู้สอน หรือถามเพื่อน ๆ นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความรับผิดชอบในการส่งงานตามเวลาที่กำหนด สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกเหตุผลประกอบคำตอบได้ และสามารถเลือกใช้วิธีการทดลองที่เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ (E_2) หรือสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.04 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า 233) ซึ่งสะท้อนถึงคุณภาพของการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ซึ่งในช่วงแรกของการทดลองพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการระบุวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่ได้มีการระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูลนั้น การตอบคำถามส่วนใหญ่เป็นการตอบแบบระบุข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายเป็นคู่ และเป็นการส่งตัวแทนออกมานำเสนอข้อสรุปมีแนวโน้มมาจากความคิดของตัวแทนที่ครูสุ่มมาบางคู่เท่านั้น ไม่ได้ตกผลึกจากความคิดเห็นของทุกคู่ในห้องเรียน ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับเวลาให้ผู้เรียนทุกคู่ได้คิดและเพิ่มเวลาให้เกิดการโต้แย้งอภิปรายกันในห้องเรียนมากขึ้น รวมถึงจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และคะแนนจากใบกิจกรรมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 246) พบว่ายังมีนักเรียนบางส่วนที่พบปัญหาเรื่องของการแปลงหน่วยที่นำมาใช้ในการคำนวณจึงทำให้คำนวณผิดพลาด ผู้วิจัยจึงแทรกเนื้อหาทบทวนเรื่องของการแปลงหน่วยในขั้นที่ 1 คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิมก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ซึ่งในเวลาต่อมาช่วงหลังการทดลอง นักเรียนเกิดการแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้นซึ่งสังเกตได้จากคะแนนของใบกิจกรรมที่แปลงเป็นระดับของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 246) ซึ่งนักเรียนมีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถาม และมีการคิดต่อยอดหรือระบุองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมได้อย่าถูกต้องและเห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น และมีการคำนวณที่ผิดพลาดน้อยลง แต่คะแนนในบางใบกิจกรรมของนักเรียนจะมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่ผ่านเนื่องจาก เนื้อหาในแผนนั้นมีความยากต่อการเข้าใจของนักเรียนครูจึงต้องมีวิธีแก้ไขโดยการทบทวนเนื้อหาก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนความความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น

ผลวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พัทธมน วิริยะธรรม, 2559) ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ส่งผลให้นักเรียนระดับชั้นมัธยม 4 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 59.09 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีความเกี่ยวข้อง

กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้านของการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา และได้กล่าวว่า รูปแบบการสอนแบบการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการค้นคว้า สืบค้นด้วยตนเอง โดยจะมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือความเข้าใจในรูปแบบของตนเอง และสามารถนำความรู้ที่เกิดจากการสังเคราะห์ไปใช้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของ (จารุนันท์ พาภักดี และสุมาลี ชูกำแพง, 2563) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการสร้างความรู้และได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้สอนจะใช้การทดลองและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองที่เป็นปัญหาจริงในการเรียนการสอน และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา การแก้ไขปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจำทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นแก้ไขปัญหาได้อย่างชัดเจน

3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผลวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากประสิทธิภาพด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 73.45 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า 232) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในบทเรียนเรื่อง สารละลาย ครูผู้สอนได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกับสืบเสาะหาความรู้เป็นคู่ โดยมอบหมายสถานการณ์แบบฝึกหัด ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และออกมานำเสนอแลกเปลี่ยน อภิปรายผลที่ได้ว่าเหมือนหรือเห็นต่างกันอย่างไร ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม เมื่อพบข้อสงสัยก็กล้าที่จะแสดงออกโดยการยกมือถามครูผู้สอน หรือถามเพื่อน ๆ และสามารถนำคำแนะนำไปปรับใช้ในการสืบเสาะแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาสถานการ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับรูปแบบตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และส่งได้ตรงตามเวลาที่กำหนด โดยผลลัพธ์ดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งสะท้อนผ่านค่าคะแนนเฉลี่ยนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 79.04 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า

233) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้นั่นคือ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ซึ่งในช่วงแรก นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ในการระบุอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นไม่มีการยึดหลักของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากไม่ได้ถูกกระตุ้นให้สืบค้นหรือแสดงหลักฐานเพื่อยืนยันความคิดเห็นในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนแสดงเหตุผลตามความรู้สึกโดยไม่มีหลักฐานอ้างอิงเท่าที่ควร รวมถึงจากบันทึกหลังการสอนและคะแนนแต่ละใบกิจกรรม (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 246) พบว่า ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีปัญหาเรื่องของการคำนวณการแทนค่าในสูตร และยังไม่สามารถเลือกสูตรที่เหมาะสมมาคำนวณในเรื่องที่เรียนอยู่ได้อย่างถูกต้อง จึงส่งผลให้การคำนวณมีความผิดพลาดทำให้นักเรียนมีคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากใบกิจกรรมที่ตั้งไว้ (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 246) เนื่องจากเนื้อหาที่เรียนยากต่อการเข้าใจจึงทำให้ผู้เรียนเดความสับสนและไม่สามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้ดีเท่าที่ควร และเมื่อนักเรียนได้รับการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ทำให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้เรียนรู้ผ่านการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการสืบค้น อธิบายเหตุผลที่ได้มาจากการสืบค้นข้อมูล และซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนในห้องอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการสืบค้น หาหลักฐาน เพื่อโต้แย้งในประเด็นปัญหา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจนนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และทำให้คะแนนของผู้เรียนอยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละใบกิจกรรม

ผลวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ผลวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วีรดา ลิมปิสวัสดิ์, 2564) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสอดคล้องของประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ในหลายหลายระดับการศึกษา โดยสามารถนำไปปรับใช้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ในทำนองเดียวกัน (**อาภาภรณ์ ปานมี, 2566**) ที่เสนอให้การจัดการเรียนรู้ควรเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่หลากหลายทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านความรู้ (Cognitive Competency) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ในช่วงท้ายจะเห็นว่าผู้เรียนแสดงพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ

70 ซึ่งผู้เรียนมีกระบวนการในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีระบบ อภิปรายและตอบคำถามได้อย่างชัดเจนมากขึ้น เข้าใจเทคนิควิธีการสืบค้นเพื่อนำมาโต้แย้งกันมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการคิดต่อยอดหรือระบุองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นด้วยตนเองได้ ส่งผลให้หลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จึงเป็นวิธีการประเมินว่านักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ “ผ่านเกณฑ์ที่คาดหวัง” หรือไม่ และยังเป็นเครื่องมือชี้วัดถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ทั้งนี้ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ (เนื้อหาเกี่ยวกับสารละลาย) ด้านทักษะ (กระบวนการทางวิทยาศาสตร์) และด้านเจตคติ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มีเป้าหมายให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง และสามารถคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ

3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผลวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.45 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า 232) แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในระหว่างเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของการเรียนรู้ที่นำไปสู่ผลลัพธ์ดังกล่าวคือ การให้นักเรียนสืบเสาะหาข้อมูล ทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำเป็นที่ปรึกษา ซึ่งนักเรียนสามารถร่วมกันสืบเสาะหาข้อมูลเพื่อซึ่งได้มาของคำตอบเป็นอย่างดีและเหมาะสม เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยในการทำงาน ก็กล้าที่จะแสดงออกโดยการยกมือสอบถามกับครูผู้สอน หรือถามเพื่อน ๆ นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความรับผิดชอบในการส่งงานตามเวลาที่กำหนด สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกเหตุผลประกอบคำตอบได้ และสามารถเลือกใช้วิธีการทดลองที่เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง รวมถึงจากบันทึกผลหลังการสอนแต่ละแผน (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 246) พบว่านักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจและสามารถอธิบายความหมายของเนื้อหาในเรื่องที่เรียนได้ มีการใช้เทคนิค KWDL มาร่วมในการเรียนทำให้นักเรียนทราบถึงเป้าหมายและสิ่งสำคัญที่จะต้องทราบในเนื้อหาได้อย่างชัดเจนขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ (E_2) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.60 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า 233) ซึ่งสะท้อนถึงคุณภาพของการจัดการเรียนรู้และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 3

โดยด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ และการนำไปใช้ ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ในขั้นที่ 1 เป็นขั้นทบทวนความรู้ โดยให้นักเรียนมีอิสระที่จะตอบคำถามตามความรู้เดิมของตนเองซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยได้ทราบว่านักเรียนมีระดับพื้นฐานของความรู้อยู่ในระดับใด เพื่อที่จะเชื่อมโยงไปสู่องค์ความรู้ใหม่ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่ว่า “มนุษย์ทุกคนจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งใหม่โดยผ่านประสบการณ์และปรับโครงสร้างทางเชาว์ปัญญาที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่” (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2553) ขั้นที่ 2 เป็นขั้นเร้าความสนใจ โดยใช้สื่อวิดีโอ อุปกรณ์ หรือกำหนดสถานการ์ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนได้เกิดความสนุกสนานและกระตือรือร้นที่อยากจะเรียนรู้ ขั้นที่ 3 เป็นขั้นสำรวจและค้นหา ซึ่งในขั้นนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้เทคนิค KWDL โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมในห้องเรียน เช่น ให้นักเรียนจับคู่และพิจารณาสถานการ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยช่วยการสืบค้นข้อมูลเพื่อมาอธิบายเหตุผลของสถานการณีที่กำหนดให้ ขั้นที่ 4 เป็นขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้นำเสนอองค์ความรู้ที่ตนเข้าใจหน้าชั้นเรียนซึ่งนอกจากนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความรู้กันกับเพื่อนแล้วผู้วิจัยยังสามารถช่วยพิจารณาองค์ความรู้ถ้าหากมีความคลาดเคลื่อนผู้วิจัยจะเป็นผู้ช่วยอธิบายจนนักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ ขั้นที่ 5 เป็นขั้นขยายความรู้ ในขั้นนี้จะเป็นการเรียนการสอนร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ที่เพิ่มจากเดิมนำไปสู่การเกิดความรู้ใหม่โดยเพิ่มโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ให้มีลักษณะที่หลากหลายมากขึ้น ขั้นที่ 6 เป็นขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ตรวจสอบองค์ความรู้ของนักเรียนโดยผ่านแบบทดสอบย่อยหรือแบบฝึกหัดในหัวข้อเรื่องนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นรวมทั้งข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยควรปรับปรุงในครั้งถัดไป อีกทั้งนักเรียนยังสามารถทบทวนพฤติกรรมและความรู้สึกในเวลาเรียนของตนเองและนำไปปรับปรุงให้เป็นไปตามแนวทางที่ดีขึ้นได้ และขั้นที่ 7 เป็นขั้นนำความรู้ไปใช้ ขั้นนี้นักเรียนจะได้ตอบคำถามโดยอาศัยองค์ความรู้ที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือการที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายภาระงานให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 นักเรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในการเตรียมสารละลายที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ซึ่งนอกจากนักเรียนขะต้องนำความรู้ที่ได้จากการเรียนมาใช้แล้วนักเรียนต้อคิดได้ว่าในชีวิตประจำวันมีสิ่งใดที่สามารถเตรียมตามขั้นตอนที่ได้เรียนไปและมีวิธีคำนวณ การใช้อุปกรณ์และขั้นตอนในการเตรียมอย่างไร

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ส่งผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขงอนักเรียน ซึ่งผลวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ปารวัณ เหง้าโคกงาม, 2562) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนสูง

กว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนได้ถูกพัฒนามาเป็นการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นในเวลาต่อมา และยังสอดคล้องกับวิจัยของ (Shaheen, M. K., & Kayani, M. M., 2015) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ จากเหตุผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ช่วงส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ และควรนำไปประยุกต์ใช้ในบริบมอื่น ๆ เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

3.4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผลวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.45 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า 232) แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในระหว่างเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของการเรียนรู้ที่นำไปสู่ผลลัพธ์ดังกล่าวคือ การให้นักเรียนสืบเสาะหาข้อมูล ทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำเป็นที่ปรึกษา ซึ่งนักเรียนสามารถร่วมกันสืบเสาะหาข้อมูลเพื่อซึ่งได้มาของคำตอบเป็นอย่างดีและเหมาะสม เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยในการทำงาน ก็กล้าที่จะแสดงออกโดยการยกมือสอบถามกับครูผู้สอน หรือถามเพื่อน ๆ นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความรับผิดชอบในการส่งงานตามเวลาที่กำหนด สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกเหตุผลประกอบคำตอบได้ และสามารถเลือกใช้วิธีการทดลองที่เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง รวมถึงจากบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ (แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ หน้า 246) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถมีความเข้าใจและสามารถอธิบายหลักการในเรื้อหาที่เรียนได้อย่างชัดเจน รวมถึงในเรื่องของการคำนวณแทนค่าในสูตรมีความเข้าใจในตัวแปลในสูตรแต่ละตัวและสามารถแทนค่าคำนวณจากสูตรได้อย่างถูกต้องส่งผลให้ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ (E_2) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.60 (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ง หน้า 233) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้นั่นคือ ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 4

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพราะเป็นรูปแบบการสอนในแบบที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนครูได้มีการอธิบายความรู้ให้กับนักเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะเกิดความสนใจ เกิดความเข้าใจในแนวคิดข้อเท็จจริง มีความกระตือรือร้น เกิดการซักถาม และสามารถจัดองค์ความรู้ย่อย ๆ ได้ รวมถึงเห็นถึงความสำคัญและหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลตามที่ได้รับ ทำให้เกิดความรู้ที่นักเรียนได้รับจะมีความคงทนในระยะยาว

ผลวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลวิจัยดังกว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วีรดา ลิมปิสวัสดิ์, 2564) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสอดคล้องของประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ในหลายหลายระดับการศึกษา โดยสามารถนำไปปรับใช้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550) ที่ระบุว่าการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้นช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ และสะท้อนความเข้าใจของตนเอง ในขณะที่เทคนิค KWDL ช่วยให้นักเรียนได้วางแผน เป้าหมาย และทบทวนความรู้ตลอดกระบวนการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีประสิทธิภาพ และยั่งยืน ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานของ (พัทธมน วิริยะธรรม, 2559 และขุนทอง คล้ายทอง, 2554) ซึ่งรายงานว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วม เช่น KWDL หรือเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น และสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้หลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3.5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีระดับความพึงพอใจอยู่ระดับมากที่สุด

จากผลวิจัยพบว่า นักเรียนหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย มีความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีกิจกรรมระหว่างเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เน้นการสืบค้น ค้นคว้าหาข้อมูลและนำมาอภิปรายร่วมกัน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในเรื่องที่กำลังเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกว่าตนเองกำลังเรียนอยู่เพียงผู้เดียว ผู้เรียนสามารถเรียนร่วมกันกับเพื่อนได้อย่างสนุก เพลิดเพลิน ตื่นเต้น ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายเพราะผู้เรียนได้มีบทบาทในการเรียนรู้สืบค้นด้วยตนเอง และในแต่ละขั้นตอนเทคนิค KWDL นักเรียนสามารถทราบผลความก้าวหน้าของตนเองทันที เมื่อตอยถูกจะทำให้เกิดแรงเสริมทางบวก และเมื่อตอบผิดจะได้ศึกษาทบทวนในส่วนที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจนทำให้ผู้เรียนส่วนมากมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารละลาย ในระดับมากที่สุด จากแนวคิดของ (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2550) กล่าวว่า หากผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ตามความสามารถของผู้เรียนจะส่งผลให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเองมากขึ้น ทำให้มีความพึงพอใจที่มากขึ้น โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ปารวัณ เหง้าโคกงาม, 2562) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยผลที่ได้คือ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับที่มาก เนื่องจากการจัดกิจกรรมมีการส่งเสริมการอ่านที่ช่วยให้จำแนกองค์ประกอบของโจทย์ได้ดีขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ สนนใจและเกิดการตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ผู้วิจัยได้ให้อิสระกับผู้เรียนในการสืบค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อนำมาเสนอและอภิปรายแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด อีกทั้งผู้วิจัยยังได้มีการกล่าวยกย่องชื่นชนในผลงานที่ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายจนประสบความสำเร็จ และผู้วิจัยได้นำเอาสื่อมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สามารถสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุก ตื่นเต้น เรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

4. ข้อเสนอแนะ

จากผลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้และทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ผู้วิจัยควรศึกษาขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความต่อเนื่อง

2. ผู้วิจัยควรศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เนื้อให้ผู้เรียนได้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับการใช้ชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. ขั้นตอนมรการระบุปัญหา สถานการณ์การเรียนรู้ที่ใช้ในการกระตุ้นการสืบเสาะหาความรู้ในการแก้ปัญหา อภิปราย ควรมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเนื้อหา ควรปรับให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาและศักยภาพของผู้เรียน

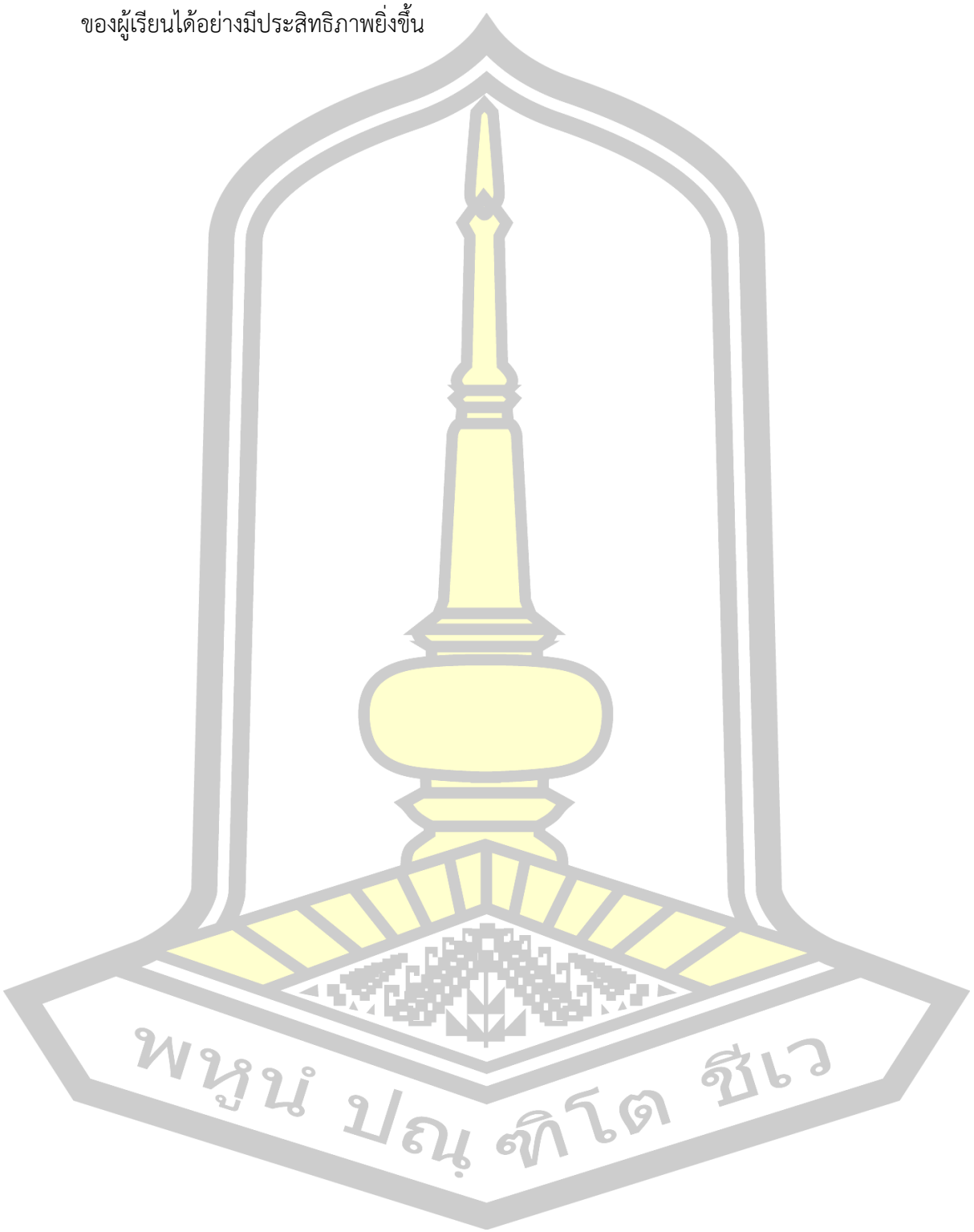
4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่เป็นผลมากจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่นอกเหนือจากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ เช่น ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การคิดวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีความเหมาะสมใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทดลองและกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่เป็นระบบ นอกจากนี้ยังควรศึกษาต่อว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีผลต่อพฤติกรรมของผู้เรียนด้านอื่น ๆ อีกหรือไม่

2. ควรพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อไปพัฒนาความสามารถในการคิดแบบอื่น ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแบบมีวิจารณญาณและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3. ควรมีการเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแต่ละรูปแบบในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนในบริบทที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยให้ครูผู้สินสามารถเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมต่อเนื้อหาและลักษณะของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่ง.

กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาพื้นฐาน 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กมลวรรณ ทับโต. (2561). *การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7E เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นแระถมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

กุลธิดา ชนาภิมุข. (2561). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรืองการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จาตุรนต์ หนุนนาค. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ที่มีต่อสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่* 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จารุนันท์ พาภักดี และสุมาลี ชูกำแพง. (2563). การพัฒนาสมรรถนะแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์, 7(10), 248-260

จิรารัตน์ แสงศร และคณะ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 28(3), 14-26.

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ. (2563). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ)

เจนจิรา เครือทิวา. (2561). *การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชวลิต ชูกำแพง. (2550). *การประเมินการเรียนรู้*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: วิฑูรย์การปก.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปปอเรชั่น.

ชุติกาญจน์ นามศรี, ประเสริฐ เรือนนะการ และเชาว์ อินใย. (2557). สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่มีอิทธิพลต่อความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิทยาการวิจัยและ วิทยาการปัญญา*, 11(2), 13-24

ชุติมา วัฒนะคีรี. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชุลีพร บุตรโคตร. (2556). คุณภาพการศึกษาไทยต่ำจนน่าเป็นห่วง. สืบค้นจาก https://www.tcijthai.com/news/2013/07/scoop/2919. (สืบค้นวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2567)

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธ์. (2549). *การวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

โชติรส ฮับสมบูรณ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

โชษิตา เกตุทิพย์. (2566). *รูปแบบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์พกพาสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐพรหม อินทุยศ. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. เพชรบูรณ์: สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตเพชรบูรณ์.

ณัฐชตะ ใจตรง. (2563). *การพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL*. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ดุษฎี เจริญสุข. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. การค้นคว้าอิสระ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทิศนา แขมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทิศนา แขมมณี. (2551). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน : ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทพนม เมืองแมน และสวิง สุวรรณ. (2540). *พฤติกรรมองค์การ.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ธนพล โคตรวิชา. (2565). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร่างกายของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังมโนทัศน์*. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ธนภรณ์ ก้องเสียง. (2558). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เสริมการเรียนรู้ : กรณีศึกษาโรงเรียนปราโมทวิทยา รามอินทรา.* ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42(186), 40-43

นิรันดร์ แสงกุหลาบ. (2547). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และตามแนวสสวท*. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุวิริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2540). ปทานุกรมการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่4). กรุงเทพฯ: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญเรียง ขจรศิลปะ. (2529). วิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เบญจลักษณ์ ภูสามารถ. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. วารสารวิชาการ. 10(4): 25-30.

ปราวัณ เหง้าโคกงาม. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม)

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ. (2546). ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผูใช้เสบียงสัตว์ จังหวัดสุพรรณบุรี รายงานวิจัยในการฝึกอบรมหลักสูตร พัฒนานักวิจัยกรมปศุสัตว์เบื้องต้น รุ่นที่ 1 กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.

ปรียาณ์ภัสนากร สุ่มมาตย์. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ผาสุวรรณ สนิทวงศณ อยุธยา. (2552). การวัดความพึงพอใจ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

ฝนทิพย์ พรมสอน. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราบภัฏมหาสารคาม.

พัชรา โภชนุกูล. (2557). ผลการใช้วิธรการสอนแบบโพลยา (Polya) ร่วมกับแบบฝึกตามแนวคิด KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพน์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ)

พัทธมน วิริยะธรรม. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พาสนา จุลรัตน์. (2548). จิตวิทยาการศึกษา. ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). การวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ออฟเคอร์มีสท์.

พิตร ทองชั้น. (2551). การวางแผนการวิจัยและข้อมูล. ใน ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. หน่วยที่ 3. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพลอย ตามตระกูล. (2364). การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2545). *การวัดและการประเมินผล การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ : คณะคุรุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพศาล วรคำ.(2552). วิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

ภณิดา ชัยปัญญา. (2551). การวัดความพึงพอใจ. กรุงเทพฯ: แสงอักษร.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2552). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์.

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2557). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning), วารสารวิชาการ, 5(2), 11-17.

มณี โพธิเสน. (2543). ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนโพธิเสนวิทยา อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย มหาสารคาม : วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มนตรี จันตะมะ, สิรินภา กิจเกื้อกูล และมลิวรรณ นาคขุนทด. (2563). การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะการประเมิน และออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม เรื่องการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืชดอกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 14(1), 141-157.

มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). พื้นฐานการวิจัยทางหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์. พิมพ์ ครั้งที่ 2

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2548). *การวัดผลและการสร้ างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตนสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : นานมีบุคส์พับลิเคชั่นส์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาศาสตร์.

ลักขณา สรีวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสาหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2546. พฤศจิกายน-ธันวาคม). ลูกโซ่ของการเรียนรู้กระบวนการอินไควรี. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 32(127), 7-1.

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ. (2562). การเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 42(4).

วัชรา รัตนศรี. (2561). การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Web Based Learning ที่เหมาะสมกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราช ภัฏมหาสารคาม.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2547). เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2554). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2556). ศาสตร์การนิเทศการสอนและการโค้ช : การพัฒนาวิชาชีพ ทฤษฎี กลยุทธ์สู่การปฏิบัติ. (พิมพ์ครั้งที่ 12). โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

วัชรา เล่าเรียนดี ,ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง, และ อรพิณ ศิริสัมพันธ์. (2560). กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสา หรับศตวรรษที่21 (พิมพ์ครั้งที่12). นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง กรุ๊ป.

วรรณี ลิมอักษร. (2546). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระศักดิ์ เลิศโสภา. (2544). ผลของการใช้เทคนิคการสอน K-W-D-L ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรดา ลิมปิสวัสดิ์. (2564). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ: อำนวยการพิมพ์

ศราวุธ บัวนพ. (2566). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบเพื่อคู่คิดร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิรินาถ ส่งแสง. (2562). ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนวีรนาทศึกษามูลนิธิ ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สงำ ภู่ณรงค์. (2540). ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายหรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : เอ็นแอนด์จีกราฟฟิค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นจาก http://www.scimath.org/e-books/8417/flippingbook/64/index.html?fbclid=IwAR10wKNXXOTw_75lSBKVtFhUOU-XytNrTEge3DXAUmykR48P8y3EQ8LUOX

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560ก). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ก). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์การอ่านและคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมกันทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ซัคเซสพับลิเคชัน.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563ก). ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/ (สืบค้นวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2567)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สถาพร อังชัน. (2565). การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสารคาม.

สิทธิวัฒน์ ทูลภิรมย์. (2564). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณาญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมเกียรติ ยังจีน. (2564). การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2546). เอกสารคำสอนวิชาการ กว517. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกรกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

สุชีรา ภัทรายุตวรรตน์. (2548). คู่มือการวัดทางจิตวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เมดิคัลมีเดีย

สุเทพ เมฆ. (2531). ความพึงพอใจในบรรยากาศการเรียนการสอนของนักเรียนและครู โรงเรียนอาชีวศึกษาเอกชน ประเภทพาณิชยกรรมในเขตการศึกษา 12. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุนิสา ช้างพาลี. (2560). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วนเพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย. กรุงเทพฯ: แอดวานส์พริ้นติ้งเซอร์วิช.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์ และมิติสัมพันธ์. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.

หทัยรัตน์ ประทุมสูตร. (2542). ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพยาบาล โรงพยาบาลชุมชน จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒประสานมิตร.

อัครเดช จำนงศ์ธรรม. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยการใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อารี พันธ์มณี. (2546). จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ใยไหม.

อารีย์ วชิรวราการ. (2542). การวัดและการประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

อาภาภรณ์ ปานมี. (2566). รูปแบบการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไอ ที แคท. (2550). การร่วมกลุ่มแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K-W-D-L New school eMagazine : วารสารเพื่อการเรียนรู้บนโลกออนไลน์ (Online). สืบค้นจาก http://newschool.in.th (สืบค้นวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2567)

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy.* . New York: Oxford University Press.

Balta, N., & Sarac, H. (2016). The Effect of 7E Learning Cycle on Learning in Science Teaching: A meta-Analysis Study. *European Journal of Educational Research*, 5(2), 61-72.

Bybee, R., McCrae, B., and Laurie, R. (2009). PISA 2006: An Assessment of Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.

Bloch, E. (1986). Basic research and economic health: the coming challenge. *Science,* 232(4750), 595-599.

Bloom, Benjamin S. (1976). *Human characteristics and school learning.* New York: McGraw-Hill.

Chun-Yen Tsai. (2018). The effect of online argumentation of socio-scientific issues on students' scientific competencies and sustainability attitudes. *International Journal of Computers & Education*, 116(2018), 4-27

DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.

Eisenkraft, A. (2003). September. “Expanding the 5E model.” The Science Teacher. 56-59.

Elia, D. and Partick, G. M. (1972). The Determinants of Job Satisfaction among Beginning Librarians. *Library Quaarterly. 49*(7), 1972.

Good, C.V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw - Hill.

House, Ernest R. (1980). *Evaluating with validity.* Beverly Hill, Calif: Sage Publications.

Husen, & Postlethwaite. (1985). *International encyclopaedia of education*, 357.

Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M. D., & Fitaloka, O. (2019). Scientific Literacy and Science Learning Achievem ent at Junior H igh School. *International Journal of Evaluation and Research in Education, 8*(4), 630-636.

Lawson, A. E. (1995). Science Teaching and Development of Thinking. California: Allyn and Bacon.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.

Laugsch, R. C., & Spargo, P. E. (1999). Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: A baseline survey. *South African Journal of Science,* 95(10), 427–432.

Likert, R. (1967). *The Method of Constructing and Attitude Scale*. New York: Wiley & Son.

Millar, Osborne, J., and Nott, M. (1998). Science Education for the Future. *School Science Review,* 80(291), 19-24.

Miller, J. D. (1992). Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology. *Public Understanding of Science,* 1(1), 23–26.

OECD. (2019). *PISA* 2018 *Science Framework: PISA* 2018 *Assessment and Analytical Framework*.

Osgood, C. E., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning.* Urbana, IL: The University of Illinois Press

Parno, L. Y., F. M. Hermanto and M. Ali. (2020). A case study on comparison of high school students'of high school students' scientific literacy competencies domain in physics with different methods: PBL-STEM education, PBL and conventional learning. *Journal Pendidikan IPA Indonesia (JPII)*, 9(2), 159-168.

Rahayu, S. (2017). Promoting the 21st century scientific literacy skills through innovative chemistry instruction*, AIP Conference Proceedings, 1911*(1).

Renner, J. W.; & Strafford, D.G. (1972). *Teaching science in the secondary school*. New York: Harper & Row.

Salamon. E. (2007). *Scientific literacy in higher education*. Retrieved November 5, 2024, from http://people.ucalgary.ca/~tamaratt/SciLit_files/SciLit_Review.pdf.

Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press.

Salavin, R.E. (1994). *Education psychology theory and practice*. Massachsetts: Allyn and Bacon

Scott, P. (1970). *The Process of Conceptual Change in Science.* New York: Cornell University.

Scott, J. R. (1991). *Recovery Heart Rate*. Retrieved from About.com

Shaheen, M. N. (2015). Improving students' achievement in biology using 7E instructional model: an experimental study. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(4), 471-481.

Shaw, J. M., Chambless, M.S., Chessin, D.A., Price, V., and Beardain, G. (1997). Cooperative Problem Solving: Using KWDL as an Organizational technique. *Teachind Children Mathematics*, 3(39); 482-486.

Tsai, C. Y. (2015). Improving Students PISA Scientific Competencies through Online Argumentation. *International Journal of Science Education*, 37(2), 321-339.

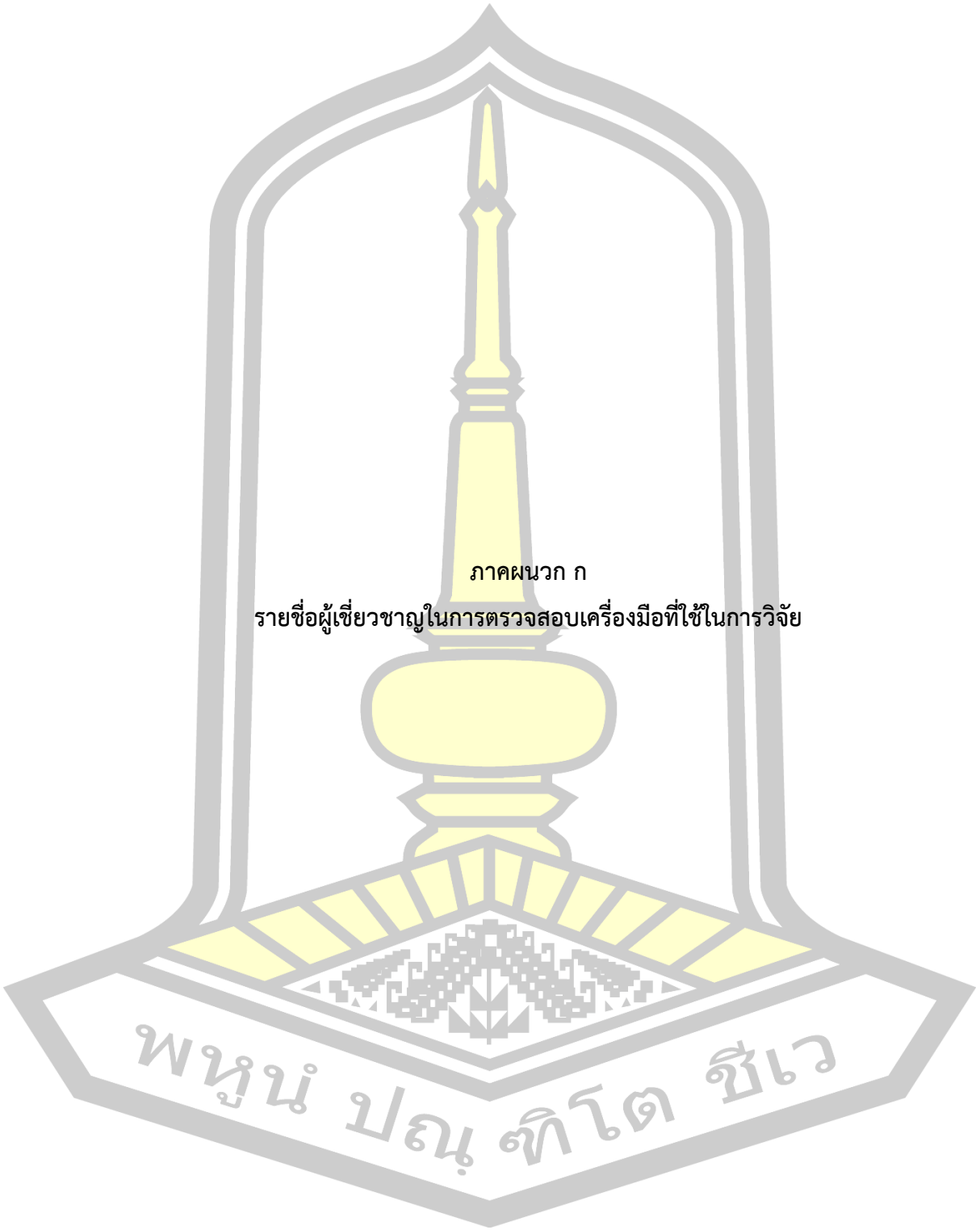
Yalaki, Y. (2016). Improving university students's science-technology-society-Environment competencies. *International Journal of Progressive Education*, 12(1), 90-98.

Yuenyong, C., & P. Narjaikaew. (2009). Scientific Literacy and Thailand Science Education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 335-349.

Zuhra, F., Nurhayati, & Arifiyanti, F. (2021). The Analysis of Students' Critical Thinking and Scientific Literacy Skills. *Indonesian Review of Physics (IRiP), 4*(1), 32-38.

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูแสงอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

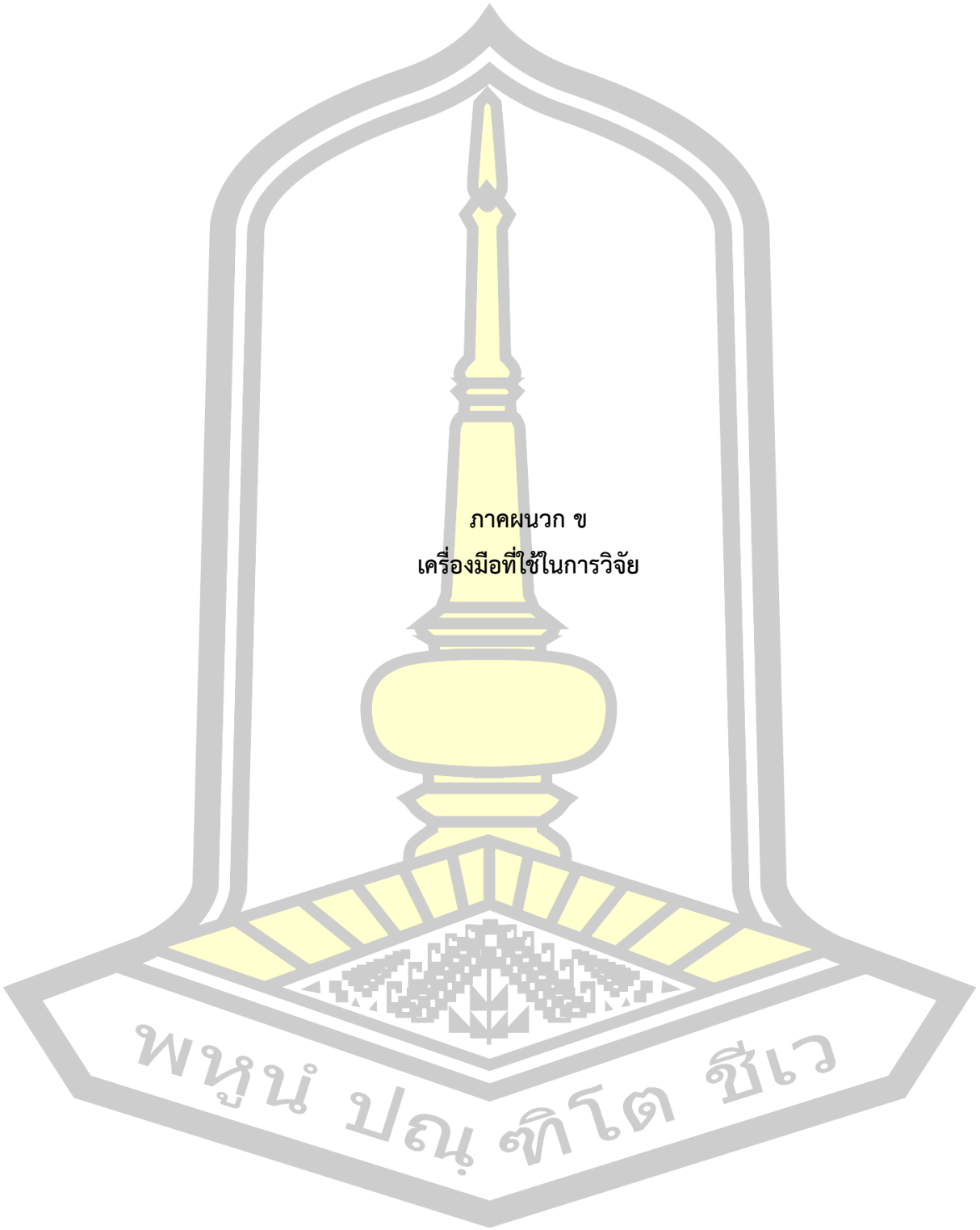
2. นางสมถวิล ทวีโคตร ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3. นางสาวพรรัมภา แสนวิเศษ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผึ่งแดดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

4. นางเมธาวดี วาปี ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

5. นางสาวทานตะวัน สีดา ตำแหน่งครูชำนาญการ โรงเรียนมุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว31222 **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารละลาย **เรื่อง** ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **จำนวน 2 ชั่วโมง**
ครูผู้สอน นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

2. ผลการเรียนรู้

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ

3. สาระสำคัญ

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อมวล (%W/W) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่ใช้ “บอกมวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน” เช่น สารละลายกรด HNO_3 20% โดยมวล

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่ใช้บอก “ปริมาตรของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน” เช่น สารละลายกรด HNO_3 50% โดยปริมาตร ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (% W/V) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่ใช้บอก “มวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร” เช่น สารละลายกรด HNO_3 25% โดยมวลต่อปริมาตร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)
3. นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ (P)
4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา (A)

5. สาระการเรียนรู้

ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ในขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ประกอบด้วย

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม	- ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิม เรื่อง สารละลาย คุณสมบัติของสารละลาย ตัวทำละลาย ตัวถูกละลาย แล้วสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจเพียงพอหรือไม่ จากนั้นลองถามผู้เรียนด้วยคำถามว่า 1) นักเรียนคิดว่า น้ำเชื่อม เกิดจากสิ่งใดผสมกัน และตัวทำละลาย ตัวถูกละลายคือสิ่งใด (แนวตอบ : น้ำเชื่อมเกิดจาก น้ำและน้ำตาลผสมกัน โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และน้ำตาลเป็นตัวถูกละลาย)	-	10
2. ขั้นเร้าความสนใจ	- ครูเร้าความสนใจของนักเรียนโดยการยกตัวอย่างสารละลายในชีวิตประจำวัน เช่น แอลกอฮอล์ล้างแผล 70% น้ำเกลือล้างแผล 0.9% แล้วตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน เช่น 1) นักเรียนคิดว่า สารที่นำมานี้จัดเป็นสารประเภทใด (แนวตอบ : สารละลาย) 2) ตัวเลข 70% หรือ 0.9% แสดงถึงสิ่งใด (แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลาย) 3) นักเรียนคิดว่า แอลกอฮอล์ล้างแผล 70% และน้ำเกลือล้างแผล 0.9% ระบุความเข้มข้นในหน่วยเดียวกันหรือไม่ อย่างไร (แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ เช่น ระบุความเข้มข้นคนละหน่วย โดยแอลกอฮอล์ล้างแผล 70% จะระบุความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยปริมาตร ส่วนน้ำเกลือล้างแผล 0.9% จะระบุความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นต้น)	- Power Point	10

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
3. ขั้นสำรวจและค้นหา	- ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า ความเข้มข้นของสารละลายบอกให้ทราบปริมาณใดในสารละลาย (แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายบอกให้ทราบปริมาณตัวทำละลายและตัวถูกละลาย) - ครูให้นักเรียนจับคู่เพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาการคำนวณและความหมายของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ จากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือเรียน อินเตอร์เน็ต - ครูกำหนดสถานการณ์หรือโจทย์การหาความเข้มข้น ในหน่วยร้อยละ จากใบกิจกรรมที่ 1 และสรุปเนื้อหาที่ได้ศึกษาจากสื่อต่างๆ โดยใช้วิธีการคำนวณ การสรุปหรือประเมินสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยเทคนิค KWDL ดังนี้ K คือ นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์บอกให้ทราบอะไรบ้าง W คือ นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ที่ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ D คือ นักเรียนต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ต้องการหรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้จากเนื้อหา L คือ นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้จากโจทย์หรือสถานการณ์หรือเนื้อหาที่ได้ (ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะเท่านั้น)	- หนังสือเรียนวิชาเคมี - อินเทอร์เน็ต - ใบกิจกรรมที่ 1	30

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	- ครูให้นักเรียนที่จับคู่ที่เลือกจากการสุ่มมานำเสนอ เนื้อหาที่สรุปเรื่องความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ และอธิบายโจทย์หรือสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 1 ที่ครูกำหนดให้ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของคำอธิบายแต่ละกลุ่มที่ได้เลือกมานำเสนอ เพื่อสรุปให้ได้คำอธิบายที่ชัดเจนมากที่สุด - นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและอธิบายเพิ่มเติมถึงความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ พร้อมทั้งบอกความหมายและวิธีการคำนวณ - ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าความหมายของความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ เหมือนหรือต่างจากของครูหรือใกล้เคียงกับความหมายของกลุ่มเพื่อนของตนนำเสนอหรือไม่	- ใบกิจกรรมที่ 1	30
5. ขั้นขยายความรู้	- ครูและนักเรียนทบทวนความหมายและการคำนวณและกำหนดโจทย์หรือสถานการณ์การหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ด้วยเทคนิค KWDL ดังนี้ K คือ นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์บอกให้ทราบอะไรบ้าง W คือ นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ที่ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ D คือ นักเรียนต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ต้องการหรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้จากเนื้อหา	-	10

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
5. ขั้นขยายความรู้	L คือ นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้จากโจทย์หรือสถานการณ์หรือเนื้อหาที่ได้ (นักเรียนทั้งห้องร่วมกันตอบคำถามจากสถานการณ์หรือโจทย์การคำนวณที่ครูกำหนดขึ้น)	-	10
6. ขั้นประเมินผล	- ครูตั้งคำถาม โดยการสุ่มนักเรียนในชั้นเรียน - การทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน - นักเรียนร่วมกับแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนและความรู้ที่ได้จากการเรียน	- โปรแกรมวงล้อสุ่ม	10
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้	- ครูให้นักเรียนบอกถึงการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ (แนวคำตอบ : สามารถทำให้ทราบว่าในสารละลายนั้นมีปริมาณของตัวทำละลายหรือตัวถูกละลายปริมาณเท่าใดในแต่ละสารละลายนั้น)	-	10

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1
2. แบบฝึกหัด

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้		
	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. นักเรียนสามารถบอกบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	การทดสอบ การสังเกต	1. ใบกิจกรรมที่ 1 2. แบบฝึกหัด	9 คะแนนขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	การทดสอบ การสังเกต	1. ใบกิจกรรมที่ 1 2. แบบฝึกหัด	9 คะแนนขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ (P)	การทดสอบ การสังเกต	1. ใบกิจกรรมที่ 1 2. แบบฝึกหัด	12 คะแนนขึ้นไป
4. นักเรียนนักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา (A)	การสังเกต	1. แบบประเมินพฤติกรรมการใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา	3 คะแนนขึ้นไป

9.1 เกณฑ์การประเมินตามวัตถุประสงค์

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	0 – 3 คะแนน	4 – 6 คะแนน	7 – 9 คะแนน	10 – 12 คะแนน
นักเรียนสามารถบอกบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้เลย	นักเรียนสามารถตอบคำถามได้เพียงบางส่วน แต่ไม่ครบประเด็นหรือไม่ถูกต้อง	นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องครบประเด็น แต่ยังไม่ชัดเจน ขาดการเรียงลำดับขั้นตอน	นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน มีเหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	0 – 3 คะแนน	4 – 6 คะแนน	7 – 9 คะแนน	10 – 12 คะแนน
นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	นักเรียนไม่สามารถเขียนวิธีการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ หรือหาคำตอบได้เลย	นักเรียนสามารถเขียนวิธีการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่เรียงลำดับไม่ครบขั้นตอน	นักเรียนสามารถเขียนวิธีการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ถูกต้องครบขั้นตอน แต่ยังขาดความชัดเจนหรือรายละเอียด	นักเรียนสามารถเขียนวิธีการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ถูกต้องครบขั้นตอนและสื่อสารได้ดี
หัวข้อการประเมิน	**เกณฑ์การประเมิน**			
	1	**2**	**3**	**4**
นักเรียนนักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และตรงต่อเวลา (A)	นักเรียนไม่เกิดความสงสัย ไม่ซักถามและไม่ค้นคว้าหาคำตอบ รวมถึงไม่เข้าเรียนและไม่ส่งงาน	เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยมักซักถามครูบางครั้ง รวมถึงเข้าเรียนและส่งงานช้ากว่าปกติมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไป	เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยมักซักถามครูบ่อยครั้งรวมถึงเข้าเรียนและส่งงานช้ากว่าปกติมากกว่า1-2 ครั้ง	เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยมักซักถามครูทันทีไม่ให้ปล่อยผ่านและค้นคว้าหาคำตอบอยู่เสมอ รวมถึงเข้าเรียนและส่งงานตรงเวลา

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

9.2 เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การตอบคำถาม	คะแนน
สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย	1
	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา	2
	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน	3
	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน	4
	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด	5
	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่	6
สมรรถนะ B : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย	1
	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา	2
	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน	3
	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน	4
	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด	5
	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่	6
สมรรถนะ C : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย	1
	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา	2
	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน	3
	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน	4
	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด	5
	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่	6
รวม		18

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.

ลงชื่อ.....

(นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง)

ครูสอน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

11.เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

11.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง : จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 1 : ในวันกีฬาสีของโรงเรียนมุกดาหาร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่เป็นสวัสดิการ จากนั้นสวัสดิการได้มีการจัดเตรียมน้ำหวาน และพิมเสน โดยใช้วัตถุดิบดังนี้

1. น้ำกระเจี๊ยบ 500 ml โดยใช้ผงกระเจี๊ยบ 5 g
2. น้ำนมเย็น 500 ml โดยใช้น้ำเฮลบลูบอย 50 ml
3. พิมเสน 500 ml โดยใช้การบูร 50 g

อยากทราบว่าสิ่งที่สวัสดิการได้เตรียมในแต่ละอย่างไม่ว่าจะเป็น น้ำกระเจี๊ยบ น้ำนมเย็น และพิมเสนนั้นจะมีความเข้มข้นในหน่วยร้อยละเท่าไร วัตถุดิบใดบ้างเป็นตัวทำละลายและตัวถูกละลาย



สถานการณ์ที่ 2 : จงหามวลของโพแทสเซียมเปอร์แมงการเนต ($KMnO_4$) และน้ำที่ใช้ในการเตรียมสาระลายให้มีความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวลและสารละลายมีมวล 200 กรัม

สถานการณ์ที่ 3 : ต้องใช้เอทานอลเท่าใดเติมลงในน้ำ 300 cm^3 แล้วได้สารละลายเอทานอลเข้มจ้นร้อยละ 25 โดยปริมาตร

โจทย์กำหนดสิ่งใด (K)	สถานการณ์ที่ 1 : สถานการณ์ที่ 2 : สถานการณ์ที่ 3 :

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (W)	สถานการณ์ที่ 1 : สถานการณ์ที่ 2 : สถานการณ์ที่ 3 :

พหุปัญญาศึกษาชีวิต

สูตรและวิธีการในการแก้ปัญหาตามขั้นตอน (D)	สถานการณ์ที่ 1 : สถานการณ์ที่ 2 : สถานการณ์ที่ 3 :

คำตอบที่ได้ (L)	สถานการณ์ที่ 1 : สถานการณ์ที่ 2 : สถานการณ์ที่ 3 :

พหุ ปณ ฑิโต ชีเว

11.2 แบบประเมินด้านความรู้ (K)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน (12 คะแนน)	สรุปผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ: การประเมินต้องได้คะแนน 9 ขึ้นไป

แปลผล

นักเรียนที่ได้คะแนน 10 – 12 คะแนน หมายถึง ดีมาก

นักเรียนที่ได้คะแนน 7 - 9 คะแนน หมายถึง ดี

นักเรียนที่ได้คะแนน 4 - 6 คะแนน หมายถึง พอใช้

นักเรียนที่ได้คะแนน 0 – 3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 9 – 12 คะแนน

ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0 – 8 คะแนน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง)

ตำแหน่ง ครูสอน

11.3 แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ (P)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน (12 คะแนน)	สรุปผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ: การประเมินต้องได้คะแนน 9 ขึ้นไป

แปลผล

นักเรียนที่ได้คะแนน 10 – 12 คะแนน หมายถึง ดีมาก

นักเรียนที่ได้คะแนน 7 - 9 คะแนน หมายถึง ดี

นักเรียนที่ได้คะแนน 4 - 6 คะแนน หมายถึง พอใช้

นักเรียนที่ได้คะแนน 0 – 3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 9 – 12 คะแนน

ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0 – 8 คะแนน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง)

ตำแหน่ง ครูสอน

11.4 แบบประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน (4 คะแนน)	สรุปผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ: การประเมินต้องได้คะแนน 3 คะแนนขึ้นไป

แปลผล

นักเรียนที่ได้คะแนน 4 คะแนน หมายถึง ดีมาก
นักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน หมายถึง ดี
นักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน หมายถึง พอใช้
นักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 3 - 4 คะแนน
ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 1 - 2 คะแนน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง)
ตำแหน่ง ครูสอน

11.5 แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินตรวจใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ของผู้เรียน บันทึกคะแนนตามเกณฑ์ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รวม 18 คะแนน	แปลข้อมูล	สรุปผลการประเมิน	
				ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ: การประเมินต้องได้คะแนน 12 คะแนนขึ้นไป

แปลผล

คะแนน	ระดับ	แปลความหมาย
15.17 – 18.00	6	บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่
12.34 – 15.16	5	มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
9.51 – 12.33	4	แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน
6.68 – 9.50	3	แก้ปัญหาที่ซับซ้อน
3.84 – 6.67	2	แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา
1.00 – 3.83	1	แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย

เกณฑ์การประเมิน

ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนน 12 คะแนนขึ้นไป

ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 1 – 11 คะแนน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง)

ตำแหน่ง ครูสอน



ภาพ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 2 - 10

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย

สถานการณ์ที่ 1 : วันกีฬาสี (ความเข้มข้นสารละลายในหน่วยร้อยละ)

กีฬาสีของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่เป็นสวัสดิการ และเชียร์หลีดเดอร์ และครูมีงบประมาณให้ 2000 บาท ซึ่งได้แบ่งให้เชียร์หลีดเดอร์มากกว่าสวัสดิการ จากนั้นสวัสดิการได้จัดเตรียมน้ำหวาน และพิเสน สำหรับนักกีฬา 12 คน และใช้วัตถุดิบดังนี้

1. น้ำกระเจี๊ยบ 500 มิลลิลิตร โดยใช้ผงดอกกระเจี๊ยบ 5 กรัม
2. น้ำนมเย็น 500 มิลลิลิตร โดยชำน้ำเฮลบลูบอย 50 มิลลิลิตร
3. พิมเสน 500 กรัม โดยใช้การบูร 50 กรัม

เมื่อนำไปแจกให้นักกีฬาแล้ว พบว่ายังเหลือนักกีฬาอีก 2 คน ที่ยังไม่ได้รับ ทำให้นักกีฬาไม่พอใจและจะไม่ลงแข่งขัน นักเรียนจะต้องทำอย่างไร ให้นักกีฬาได้รับสวัสดิการเท่าๆกัน และครบหมดทุกคน



คำถามข้อที่ 1 : วันกีฬาสี

จงอธิบายเหตุผลที่ปริมาณน้ำหวานและพิมเสนไม่เพียงพอต่อจำนวนนักกีฬาทั้งหมด และเสนอวิธีการปรับปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสมเพื่อให้นักกีฬาทุกคนได้รับสวัสดิการอย่างเท่าเทียมกัน

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 2 : วันกีฬาสี

อธิบายกระบวนการที่ใช้ในการเตรียมพิมเสนจากการบูร และวิเคราะห์ว่าสามารถปรับสูตรเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในกรณีนี้ได้อย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 : น้ำเป็นพิษ (ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน, ppm)

โรงพยาบาลแห่งหนึ่ง มีผู้ป่วยจำนวนมากเข้ารับการรักษาด้วยอาการอาการปวดท้อง เบื่ออาหาร ท้องเสีย คลื่นไส้อาเจียน และลิ้นมีความรู้สึกได้รับรสโลหะ (metallic taste) เมื่อซักประวัติผู้ป่วยพบว่า ก่อนมีอาการดังกล่าว ผู้ป่วยได้ดื่มน้ำจากตู้กดน้ำในหมู่บ้าน และบริเวณหมู่บ้านของผู้ป่วยนั้นยังมีโรงงานหลอมโลหะตั้งอยู่ใกล้เคียงหมู่บ้านด้วย แพทย์จึงสันนิฐานว่าอาการป่วยของชาวบ้านน่าจะเกิดจากการได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย จากนั้นได้มีหน่วยงานเข้าไปตรวจสอบโรงงานดังกล่าว โดยเก็บตัวอย่างน้ำไปทำการวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์พบว่า มีการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำดื่ม โดยน้ำดื่ม 1000 ml มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่ 5 mg จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปริมาณตะกั่วในน้ำดื่มเกินมาตรฐานหรือไม่ และถ้านักเรียนเป็นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนักเรียนจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร



คำถามที่ 3 : น้ำเป็นพิษ

หากนักเรียนต้องการเก็บน้ำตัวอย่างจากตู้กดน้ำหยอดเหรียญดังกล่าว เพื่อนำมาตรวจค่าตะกั่ว ควรใช้วิธีตามข้อใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

ก. เปิดตู้กดน้ำแล้วเก็บน้ำในทันทีโดยไม่ต้องล้างภาชนะเก็บ

ข. ใช้ภาชนะเก็บตัวอย่างที่สะอาด ปล่อยน้ำทิ้งประมาณ 2-3 ลิตร แล้วจึงเก็บตัวอย่าง

ค. ใช้ภาชนะเก็บตัวอย่างที่มีฝาปิด เก็บน้ำทันทีหลังใส่เหรียญหยอด

ง. ปล่อยให้น้ำไหลจากตู้กดประมาณ 10 นาที แล้วเก็บตัวอย่างโดยไม่สนใจความสะอาดของภาชนะ

คำถามที่ 4 : น้ำเป็นพิษ

ปริมาณตะกั่วในน้ำดื่ม 1000 มิลลิลิตรที่ตรวจพบ 5 มิลลิกรัม เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับน้ำดื่มหรือไม่ หากมาตรฐานความปลอดภัยของตะกั่วในน้ำดื่มกำหนดไว้ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จงแสดงวิธีการคำนวณและอธิบายผลการเปรียบเทียบ

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 : คลอลาเจน B (ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน, ppb)

ณ โรงอาหารโรงเรียนผดุงนารี นักเรียน ม. 4 กลุ่มหนึ่งได้นั่งรับประทานอาหารกลางวัน และได้สนทนา กันดังนี้

อาฮยอน : พวกเธอดูมือของฉันสิ ทำไมมีรอยเหี่ยวย่นเต็มไปหมดเลย ฉันแก่แล้วเหรอทำไมไงดี ฉันไม่อยากมีรอยเหี่ยวแบบนี้

วอนยอง : เธอไม่ต้องตกใจหรอกอายอน พวกเราก็มีรอยเหี่ยวตรงมือเหมือนเธอ

อาฮยอน : แต่ฉันรู้สึกว่ามีรอยเหี่ยวมากกว่าพวกเธอนะ

หนิงหนิง : อาฮยอน เธออยากทำให้รอยเหี่ยวตรงมือของ เธอหายไหม ฉันมีวิธีนะ เธอสนใจไหม

อาฮยอน : สนใจสิ ทำยังไงเหรอ

หนิงหนิง : ฉันมีเครื่องดื่มผสมคอลลาเจนมาแนะนำ ชื่อว่า B คอลลาเจน โดย 1 ขวด 500 ml มีคอลลาเจน 1000000 mg เลยนะ ซึ่งมีคอลลาเจนเยอะมากๆ คอลลาเจนจะช่วยให้เธอผิวสวย อิ่มน้ำเต่งตึง ไม่เหี่ยวย่น และ 1 ขวด 200 บาทเองนะ คอลลาเจนก็เยอะ ราคาก็ถูกแบบนี้หาที่ไหนไม่ได้แล้วนะ ถ้าเธอซื้อ 10 ขวด ฉันลดให้เธอด้วยนะ

อาฮยอน : ฉันซื้อ 10 ขวดเลย

วอนยอง : อาฮยอน ฉันว่าเธอกินพวกปลา ผักสีเขียว ร่างกายก็ได้คอลลาเจนแล้วนะ ไม่ต้องเสียเงินซื้อด้วย อีกอย่างคอลลาเจนเยอะขนาดนี้จะเป็นอันตรายต่อร่างกายนะ

หนิงหนิง : คอลลาเจนเยอะสิดี แถมร่างกายสามารถเอาไปใช้ได้เลย ไม่ต้องย่อย เหมือนกินผักกินปลา และผักปลาก็ต้องเสียเงินซื้อเหมือนกัน ซื้อคอลลาเจนไปกินเลยจะไม่ดีกว่าเหรอ

หลังจากจบบทสนทนาข้างต้น อาฮยอนก็ได้ซื้อเครื่องดื่มคอลลาเจนจากหนิงหนิง และดื่มทุกวันแต่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ต่อร่างกาย และรอยเหี่ยวย่นตรงมือก็ไม่หายไป



คำถามที่ 5 : คลอลาเจน B

จากสถานการณ์ดังกล่าว วอนยองไม่เห็นด้วยกับข้อเสนอของหนิงหนิง จากบทสนทนาเห็นได้ว่ามีข้อมูลบางส่วนที่ไม่เห็นด้วยกับคำพูดของหนิงหนิง

คำถาม ข้อมูลส่วนใดของวอนยองที่บอกว่าไม่สนับสนุนคำพูดของหนิงหนิง พร้อมอธิบาย

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 6 : คลอลาเจน B

จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนระบุว่าข้อความใดต่อไปนี้เป็นหลักฐานที่มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับคอลลาเจน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อความ	ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	
	เป็น	ไม่เป็น
1. ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของผิว		
2. ช่วยลดอาการปวดตามข้อ		
3. ช่วยให้ร่างกายผลิตคอลลาเจนที่จำเป็นได้เองในร่างกาย		
4. ช่วยเพิ่มมวลกระดูกในผู้สูงอายุ		

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

สถานการณ์ที่ 4 : ทดสอบสารบอแรกซ์ (ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี)

ณ ห้องปฏิบัติการของโรงเรียน นักเรียนได้ทำการทดลองหาสารบอแรกซ์ในลูกชิ้น ไส้กรอก และผลไม้ดอง โดยครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 10 กลุ่ม และให้แต่ละกลุ่มนำลูกชิ้น ไส้กรอก และผลไม้ดองมาเอง จากนั้นครูได้อธิบายวิธีทดสอบ คือ ให้นักเรียนนำลูกชิ้น ไส้กรอก และผลไม้ดอง มาสับให้ละเอียด นำไปชั่งน้ำหนักให้ได้อย่างละ 1 กรัม นำตัวอย่างมาเติมกรดHCl 5 ml ซึ่งครูได้เตรียมสารละลายกรดHCl เข้มข้น 2 M 50 ml จากนั้นนำกระดาษขมิ้นมาจุ่มลงในตัวอย่างที่มีกรดHCl เมื่อจุ่มแล้วนำกระดาษขมิ้นไปผึ่งให้แห้งและอ่านผล โดยถ้ากระดาษขมิ้นเปลี่ยนเป็นสีแดงแสดงว่ามีสารบอแรกซ์ และถ้ากระดาษขมิ้นไม่เปลี่ยน สีแสดงว่าไม่มีสารบอแรกซ์ ขณะทำการทดลองได้มีนักเรียนบางกลุ่มเติมกรดHCl เกินที่ครูกำหนด ทำให้นักเรียนบางกลุ่มไม่ได้เติมกรดHCl หรือบางกลุ่มได้เติมในปริมาณที่ไม่ถึง 5 ml เมื่อนักเรียนกลุ่มนั้นนำกระดาษขมิ้นจุ่มลงตัวอย่าง กระดาษขมิ้นของนักเรียนกลุ่มนั้นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง และในห้องปฏิบัติการมีกรด HCl เหลือ 3 ขวด โดยมีความเข้มข้น 1 %v/v, 6 %w/v, 0.5 %w/w



คำถามที่ 7 : ทดสอบสารบอแรกซ์

จากการทดลองพบว่ากลุ่มนักเรียนบางกลุ่มที่เติมกรดHCl เกินหรือไม่ถึง 5 ml ส่งผลให้กระดาษขมิ้นไม่เปลี่ยนสี จงอธิบายว่าเหตุใดปริมาณกรดHCl ที่เหมาะสมจึงสำคัญต่อการตรวจสอบสารบอแรกซ์ในตัวอย่าง พร้อมอธิบายผลกระทบหากเติมกรดในปริมาณที่แตกต่างจากที่กำหนด

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 8 : ทดสอบสารบอแรกซ์

ในสถานการ์การทดลองนี้ การเติมกรดHCl ปริมาณที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะส่งผลต่อผลการทดลองอย่างไร

ก. ผลการทดลองจะไม่ถูกต้อง เพราะ ปริมาณกรดจะทำให้กระดาษขมิ้นเสียหาย

ข. ผลการทดลองจะไม่ถูกต้อง เพราะ กรดจะไม่ทำปฏิกิริยากับตัวอย่างอย่างเหมาะสม

ค. ผลการทดลองจะถูกต้อง เพราะ กรดHCl เป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงในการทดสอบ

ง. ผลการทดลองจะไม่เปลี่ยนแปลง เพราะ กรดHCl เป็นสารที่ปลอดภัย

คำถามที่ 9 : ทดสอบสารบอแรกซ์

สารละลาย HCl ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (1 %v/v, 6 %w/v, 0.5 %w/w) จะส่งผลต่อผลการทดลองอย่างไร (คำตอบมากกว่า 1 ข้อ)

ก. ความเข้มข้นของกรดจะไม่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของการทดสอบ

ข. กรดที่มีความเข้มข้นสูง (6 %w/v) จะทำให้กระดาษขมิ้นเปลี่ยนเป็นสีแดงเร็วขึ้น

ค. กรดที่มีความเข้มข้นต่ำ (0.5 %w/w) จะต้องใช้ปริมาณมากกว่ากรดที่มีความเข้มข้นสูงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ชัดเจน

ง. กรดที่มีความเข้มข้นต่ำ (1 %v/v) จะทำให้ผลลัพธ์ถูกต้องที่สุด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สถานการณ์ที่ 5 : ทดสอบโปรตีน (การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์)

ในการทดสอบโปรตีนด้วยปฏิกิริยาไบยูเร็ต มีการเตรียมสารเคมีดังต่อไปนี้

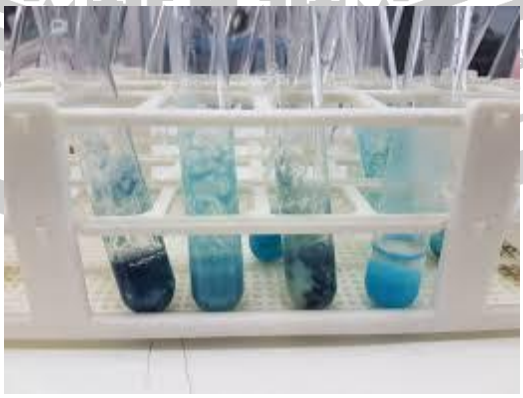
1. น้ำกลั่น
2. สารละลาย NaOH 15 %w/v
3. สารละลาย $CuSO_4$ 3 %w/v
4. ตัวอย่างอาหารที่ไม่มีโปรตีนและมีโปรตีน

ซึ่งครูได้ให้นักเรียนเตรียมสารละลายเอง โดยให้นักเรียนเตรียมสารละลายในปริมาณที่กลุ่มตนเองจะใช้ และกลุ่มของนักเรียนได้ตกลงกันว่าจะเตรียมสารละลาย NaOH, $CuSO_4$ อย่างละ 10 ml โดยนักเรียนได้เตรียมสารละลายดังนี้ คำนวณปริมาณสาร NaOH, $CuSO_4$ ได้ 0.015 g และ 0.03 g จากนั้นนักเรียนได้ไปชั่งสารตามที่คำนวณได้ซึ่งในระหว่างไปชั่งสารนั้น มีจำนวนคนต่อคิวชั่งสารด้วยเครื่องชั่งสามตำแหน่งเยอะมาก เพื่อความรวดเร็วนักเรียนจึงโดยใช้เครื่องชั่งสองตำแหน่ง และชั่งสารได้ดังนี้คือ 0.01 g และ 0.03 g และละลายสารที่ชั่งด้วยน้ำกลั่น 10 ml จากนั้นให้นักเรียนทดสอบดังนี้

1. เทน้ำกลั่น 5 ml ลงในหลอดทดลองหลอดที่ 1 นำไข่แดงและน้ำมันพืชใส่ในหลอดทดลองหลอดที่ 2 และ 3 หลอดละ 5 ml
2. หยดสารละลาย NaOH, $CuSO_4$ จำนวน 10 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด สังเกตผลการทดลอง และผลการทดลองของกลุ่มนักเรียนได้ผลดังตารางต่อไปนี้

หลอดทดลอง	การเปลี่ยนแปลง
น้ำกลั่น	สารละลายสีฟ้า
น้ำมันพืช	แยกชั้นและเป็นสารละลายสีฟ้า
ไข่แดง	สารละลายสีฟ้า

เมื่อครูได้ตรวจสอบผลการทดลองของกลุ่มนักเรียนพบว่า กลุ่มของนักเรียนได้ผลการทดลองต่างจากกลุ่มอื่น โดยการผลทดลองที่ควรได้คือเมื่อหยดสารละลาย NaOH, $CuSO_4$ ไข่แดงจะเกิดตะกอนและเป็นสารละลายสีม่วง



คำถามที่ 10 : ทดสอบโปรตีน

นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด สารละลายเบเนดิกซ์ในหลอดทดลองที่เติมไข่แดงลงไปไม่มีการเปลี่ยนสีจากสีฟ้าเป็นสีม่วง

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 6 : เจลแอลกอฮอล์ (การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น)

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ทำให้โรงเรียนได้มีมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ดังนี้

1. ให้นักเรียนสวมแมสตลอดเวลาขณะอยู่ในบริเวณโรงเรียน
2. ไม่รวมกลุ่มและเว้นระยะห่างอย่างน้อย 2 เมตร
3. ตรวจวัดอุณหภูมิก่อนเข้าโรงเรียน
4. ล้างมือเป็นประจำด้วยเจลแอลกอฮอล์หรือน้ำยาล้างมือ โดยทางโรงเรียนได้จัดเตรียมไว้ให้ตามจุดต่างๆ ของโรงเรียน

และจากการสำรวจนักเรียนบางส่วนไม่สวมใส่หน้ากากอนามัย ไม่ล้างมือด้วยเจลแอกอฮอล์ หรือน้ำยาล้างมือ พบว่าที่นักเรียนไม่สวมใส่แมสเพราะเมื่อใส่แมสแล้วเกิดความรู้สึกอึดอัด หายใจไม่ออก บางคนเกิดการระคายเคืองต่อใบหน้า และเวลาล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ที่โรงเรียนจัดให้จะรู้สึกว่าผิวแห้ง และเจลแอลกอฮอล์มีกลิ่นเหม็นฉุน เมื่อนักเรียนไปดูแอลกอฮอล์ในห้องเก็บสารเคมีของโรงเรียนพบว่ามีแอลกอฮอล์เข้มข้น 98 %v/v ความเข้มข้นเดียว



คำถามที่ 11 : เจลแอลกอฮอล์

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อให้ได้ใช้เจลแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 12 : เจลแอลกอฮอล์

หากนักเรียนต้องการเตรียมแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น 98%v/v ที่มีอยู่ ให้ได้ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐาน ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร นักเรียนสามารถเตรียมได้อย่างไร และทำไมต้องใช้ที่ความเข้มข้นมาตรฐานเท่านี้

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 7 : ขวดไหนใช่แอซิติก (การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย)

นักเรียนได้รับหน้าที่ในการเตรียมสารละลาย CH_3COOH 3 M ปริมาตร 250 ml จาก สารละลาย CH_3COOH 5 M 500 ml นักเรียนจึงได้เดินไปที่ห้องเก็บสารเคมี พบว่า ในห้องสารเคมีมีขวดสารเคมีอยู่สองขวดและฉลากบนขวดสารเคมีค่อยข้างมีความซีดจางทำให้ไม่สามารถมองเห็นตัวหนังสือบนฉลากได้ นักเรียนจึงไม่รู้ว่าขวดไหนเป็นสสารละลาย CH_3COOH แต่ก็มีบางส่วนบนฉลากที่สามารถมองเห็นได้คือ ขวดสารละลายที่หนึ่ง มีจุดเดือดที่ 102.8 °C และมีปริมาตร 500 ml ส่วนขวดสารละลายที่สอง มีจุดเดือดที่ 50.5 °C และมีปริมาตร 500 ml



คำถามที่ 13 : ขวดไหนใช่แอซิติก

จากสถานการณ์ดังกล่าว หากนักเรียนทราบจุดเดือดของสารทั้ง 2 ชนิดแล้วนักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าสารขวดใดเป็นกรดแอซิกติก (CH_3COOH) เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 14 : ขวดไหนใช่แอซิติก

ข้อมูลใดที่สามารถนำมาใช้แยกแยะสารละลาย CH_3COOH ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (คำตอบมากกว่า 1 ข้อ)

ก. จุดเดือดของสารละลาย
ข. ความเข้มข้นของสารละลาย
ค. ปริมาตรของสารละลาย
ง. การทดลองวัด pH ของสารละลาย
จ. การทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลาย

คำถามที่ 15 : ขวดไหนใช่แอซิติก

ขั้นตอนแรกที่นักเรียนควรดำเนินการเพื่อแยกแยะสารละลายทั้งสองขวดคือ (คำตอบมากกว่า 1 ข้อ)

ก. วัดจุดเดือดของสารละลายทั้งสองขวด
ข. ใช้เครื่องมือวัด pH กับสารละลาย
ค. สังเกตลักษณะของสารละลาย
ง. ผสมสารละลายทั้งสองขวดเข้าด้วยกัน
จ. ใช้เครื่องมือวัดปริมาตรของสารละลาย

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตัวอย่าง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวอย่าง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 30 ข้อ)

.....

1. ข้อใดคือความหมายของความเข้มข้น %w/w
   ก. มวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 กรัม
   ข. มวลของตัวทำละลายในสารละลาย 100 กรัม
   ค. มวลของตัวถูกลละลายในมวลของตัวละลาย 100 กรัม
   ง. มวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 มิลลิลิตร

2. ในการผลิตน้ำปลาต้องใช้เกลือเป็นส่วนผสม ถ้าน้ำปลา 1 ขวด มีปริมาตร 125 cm^3 มีเกลืออยู่ 17 กรัม น้ำปลาขวดนี้มีความเข้มข้นของเกลือร้อยละโดยมวลเท่าใด
   ก. ร้อยละ 11.11 โดยมวล
   ข. ร้อยละ 17.00 โดยมวล
   ค. ร้อยละ 21.25 โดยมวล
   ง. ร้อยละ 13.60 โดยมวล

3. จงคำนวณหาจำนวนกรัมของสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) ที่มี HNO_3 อยู่ 10.0 กรัม จากสารละลาย
   กรด HNO_3 เข้มข้น 38% โยน้ำหนัก
   ก. 26.3 กรัม ข. 25.4 กรัม ค. 22.6 กรัม ง. 27.8 กรัม

4. มวลของตัวถูกละลาย (mg) ในสารละลาย 1 L คือความหมายของความเข้มข้นในข้อใด
   ก. ppb ข. ppm ค. ppmและppb ง. %w/v

5. น้ำเสียในบ่อน้ำแห่งหนึ่งมีความเข้มข้นของปรอท (Hg) 100 ppm ถ้านำตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อแห่งนี้มา 500 ml จะมีปรอทละลายอยู่กี่ g
   ก. 5×10^{-5} กรัม ข. 5×10^{5} กรัม ค. 0.05 กรัม ง. 2×10^{5} กรัม

6. บ่อพักน้ำประปาแห่งหนึ่งมีคลอรีนละลายอยู่ 80 mg ในน้ำ 100 L จงคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วยppm
   ก. 800 ppm ข. 0.8 ppm ค. 0.08 ppm ง. 0.008 ppm

7. ข้อใดกล่าว**<u>ถูกต้อง</u>**เกี่ยวกับความเข้มข้นส่วนในพันล้านส่วน

ก. มวลของตัวทำละลายส่วนในล้านส่วน

ข. มวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 10^9 g

ค. ppb คือ หน่วยความเข้มข้นส่วนในพันล้านส่วน

ง. ปริมาตรของตัวทำละลายในสารละลาย 10^9 g

8. บ่อกักเก็บน้ำ มีความกว้าง 3 m ยาว 10 m ลึก 1.5 m มีถ้าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ละลายอยู่

5 mg บ่อน้ำแห่งนี้มีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วย ppb

ก. 0.11 ppb ข. 1.1 ppb ค. 11.1 ppb ง.111 ppb

9. สมชายต้องการสารละลายสารหนู (As) ให้มีความเข้มข้น 100 ppb ปริมาตร 250 cm^3 เพื่อเก็บไว้เป็น

สารละลายมาตรฐานในการวิเคราะห์ทางเคมี สมชายต้องใช้สารหนู (As) เท่าใด

ก. 0.025 มิลลิกรัม ข. 2.5 กรัม ค. 0.025 กรัม ง. 2.5 มิลลิกรัม

10. HCl 3 M มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. HCl 3 g ในสารละลาย 1 g ข. HCl 3 mol ในสารละลาย 1 L

ค. HCl 3 ml ในสารละลาย 1000 mol ง. HCl 1000 mol ในสารละลาย 3 ml

11. สารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 10 M ปริมาตร 500 ml จะมีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่กี่ g (มวลอะตอมของ H=1, S=32, O=16)

ก. 4.90 g ข. 490 g ค. 5 g ง. 50 g

12. ความเข้มข้นโมลาริตีของสารละลายที่ประกอบด้วย C_2H_5OH 20.0 กรัม ในสารละลาย 500 cm^3 มีค่า

เท่ากับเท่าใด (มวลอะตอมของ H=1, C=12, O=16)

ก. 0.4 M ข. 0.8 M ค. 0.12 M ง. 0.16 M

13. ข้อใดคือความหมายของโมแลริตี

ก. โมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 kg

ข. โมลของตัวทำละลายในสารละลาย 1000 kg

ค. โมลของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย 1 kg

ง. โมลของตัวทำละลายในตัวถูกละลาย 1 g

14. คาเฟอีน ($C_8H_{10}N_4O_2$) 0.776 g ละลายในคลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$) 50 g จงหาความเข้มข้นของสารละลายคาเฟอีนในหน่วย m

ก. 0.080 m ข. 0.015 m ค. 15.520 m ง. 64.430 m

15. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 20% โดยน้ำหนัก มีความหนาแน่น 2 g/cm^3 จงคำนวณหาความเข้มข้นเป็นโมแลล (มวลอะตอมของ Na=23, H=1, O=16)

ก. 6.25 m ข. 7.14 m ค. 8.80 m ง. 9.43 m

16. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของเศษส่วนโมลได้ **<u>ถูกต้อง</u>**

ก. เกี่ยวข้องกับมวลของตัวถูกละลายหรือตัวทำละลายต่อจำนวนมวลทั้งหมดในสารละลาย

ข. เกี่ยวข้องกับโมลของตัวทำละลายหรือตัวถูกละลายต่อจำนวนโมลทั้งหมดในสารละลาย

ค. เกี่ยวกับโมลของตัวถูกละลายหรือตัวทำละลายต่อจำนวนมวลทั้งหมดในสารละลาย

ง. เกี่ยวกับมวลของตัวทำละลายหรือตัวถูกละลายต่อจำนวนโมลทั้งหมดในสารละลาย

17. เศษส่วนโมลของคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) เท่ากับ 0.095 โดยมีโมลของน้ำเท่ากับ 0.750 mol จงหาโมลของคอปเปอร์ซัลเฟต

ก. 0.78 mol ข. 0.167 mol ค. 7.894 mol ง. 0.078 mol

18. จากความหมายของเศษส่วนโมล ถ้าสารละลายเกิดจากสาร 3 ตัวผสมกัน ตัวที่หนึ่งมีเศษส่วนโมลเป็น 0.3 ตัวที่สองมีเศษส่วนโมลเป็น 0.5 แล้วสารตัวที่สามจะมีเศษส่วนโมลเป็นเท่าใด

ก. 0.2 ข. 0.5 ค. 0.7 ง. 0.8

19. วิธีการเตรียมสารละลายซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) 0.100 โมลต่อลิตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากผลึกซิงค์ซัลเฟต

1) เติมน้ำกลั่นทีละน้อยจนถึงขีดบอกปริมาตร

2) ละลายผลึกซิงค์ซัลเฟตในบีกเกอร์ และตั้งทิ้งไว้จนสารละลายมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง

3) คำนวณปริมาณผลึกซิงค์ซัลเฟตที่ใช้

4) ชั่งผลึกซิงค์ซัลเฟตให้ได้มวลตามที่คำนวณ

5) เทสารละลายลงในขวดกำหนดปริมาตร

6) ปิดจุกขวด แล้วกลับขวดขึ้นลงให้สารละลายผสมกัน

จงเรียงลำดับการเตรียมสารละลายซิงค์ซัลเฟต ให้ถูกต้อง

ก. 3 > 4 > 2 > 1 > 5 > 6 ข. 4 > 3 > 1 > 5 > 2 > 6

ค. 3 > 4 > 2 > 5 > 1 > 6 ง. 4 > 3 > 2 > 5 > 1 > 6

20. เมื่อเติมน้ำกลั่นลงขวดวัดปริมาตรแล้วพบว่า ปริมาตรของน้ำกลั่นเหลือเพียงเล็กน้อยก่อนที่จะถึงขีดวัดปริมาตร นักเรียนควรใช้อุปกรณ์ใดในการเติมน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อยลงในขวดวัดปริมาตร

ก. หลอดหยดสาร ข. บีกเกอร์ ค. กระบอกตวง ง. ปิเปต

21. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) หนัก 50 กรัมนำมาละลายน้ำ เป็นสารละลาย 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายที่ได้เข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (มวลอะตอมของ Na=23, O=16, S=32)

ก. 0.12 mol/dm^3 ข. 1.41 mol/dm^3

ค. 1.23 mol/dm^3 ง. 1.56 mol/dm^3

22. ในการเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น บุคคลใดปฏิบัติ **ไม่ถูกต้อง**

ก. จินยอง คำนวณปริมาตรของสารละลายเข้มข้นที่ต้องการทุกครั้งก่อนที่จะนำสารละลายนั้นมาเจือจางที่ต้องการ

ข. แจ็คสัน เขย่าสารละลายแรงๆ เพื่อให้สารละลายนั้นมีความเข้ากันได้ดี

ค. ยองแจ ใช้น้ำกลั่นในการปรับปริมาตร

ง. แบมแบม ปิเปตสารละลายเดิมและถ่ายลงขวดวัดปริมาตรที่ต้องการจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

23. ในการเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น บุคคลใดเลือกใช้อุปกรณ์ได้ **ไม่ถูกต้อง**

ก. จองกุก ใช้ขวดวัดปริมาตรในการเตรียมสาร

ข. ยูริ ใช้น้ำกลั่นในการปรับปริมาตรของสารละลาย

ค. อึนอู ใช้กระบอกตวงถ่ายสารละลายลงขวดวัดปริมาตร

ง. มินฮยอก ใช้หลอดหยดสารในการปรับปริมาตรในกรณีที่ สารละลายใกล้ถึงขีดบอกปริมาตร

24 ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 4 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จะต้องเติมน้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตรเพื่อผสมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกนี้

ก. 37.5 cm^3 ข. 30.2 cm^3 ค. 25.5 cm^3 ง. 65.5 cm^3

25. กำหนดสารละลาย 2 ชนิด ดังนี้

1) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 0.1 mol/kg

2) สารละลายกลูโคส (C6H12O6) 0.2 mol/kg

จากสารละลายที่กำหนด สารละลายใดมีจุดเดือดสูงกว่ากัน

ก. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ข. สารละลายกลูโคส

ค. สารละลายทั้งสองมีจุดเดือดเท่ากัน ง. ไม่สามารถสรุปได้

26. จากตารางผลการทดลองต่อไปนี้ A+B และ A ควรเป็นสารใดตามลำดับ

สาร	**ความเข้มข้น (m)**	**จุดเดือด (°C)**
A+B	1	120
A	1	50

ก. น้ำตาลและเกลือ

ข. โซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ค. แก๊สผสมโพรเพนกับบิวเทนและบิวเทน

ง. สารละลายไฮโดรคลอริกและน้ำ

27. จุดเดือดของน้ำคือ 100 °C มีค่า Kb เท่ากับ 0.51 °C/m ถ้าต้องการเตรียมสารละลายเอทานอลให้มีจุดเดือดเท่ากับ 178.59 °C จะต้องเตรียมให้สารละลายเอทานอลเข้มข้นเท่าใด

ก. 154.09 m ข. 350.17 m ค. 196.07 m ง. 91.08 m

28. สารละลายเอทิลีนไกลคอลประกอบด้วยน้ำ และเอทิลีนไกลคอลมีจุดเยือกแข็งที่ -12.69 °C ตัวทำละลายคือสารใด และมีจุดเยือกแข็งเป็นอย่างไร

ก. เอทิลีนไกลคอลเป็นทำละลาย มีจุดเยือกแข็งน้อยกว่าสารละลาย

ข. เอทิลีนไกลคอลเป็นทำละลาย มีจุดเยือกแข็งสูงกว่าสารละลาย

ค. น้ำเป็นตัวทำละลาย มีจุดเยือกแข็งสูงกว่าสารละลาย

ง. น้ำเป็นตัวทำละลาย มีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าสารละลาย

29. จากตารางผลการทดลองต่อไปนี้ เมื่อเปรียบเทียบหลอมเหลวสารใดเป็นสารละลาย

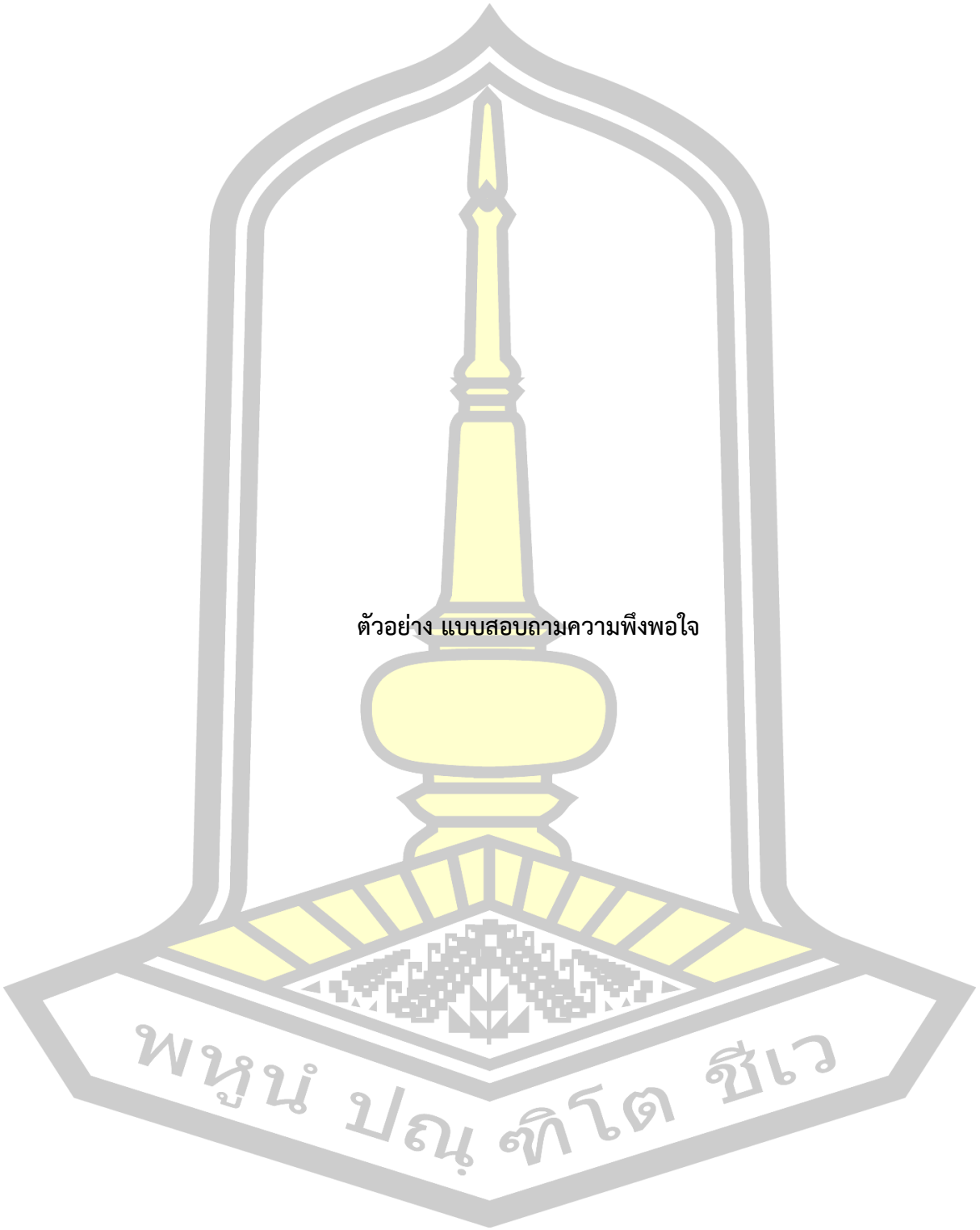
สาร	**ความเข้มข้น (m)**	**จุดหลอมเหลว (°C)**
A	1	5.49
B	1	0.42

ก. A ข. B ค. A และ B ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ

30. การทดลองชนิดหนึ่ง ใช้สารละลายแอซิติกเข้มข้น 5 m สารละลายนี้จะมีจุดเยือกแข็งเท่าใด เมื่อน้ำมีจุดเยือกแข็งเท่ากับ 0.00 °C และ Kf = 1.86 °C/m

ก. 9.2 °C ข. - 9.2 °C ค. 16.64 °C ง. -16.64 °C

พหุน ปณ ฑิ ได ชีเว



ตัวอย่าง แบบสอบถามความพึงพอใจ

ตัวอย่าง แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนทีมีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL วิชาเคมี เรื่อง สารละลาย

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

พอใจมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
พอใจมาก	ให้	4	คะแนน
พอใจปานกลาง	ให้	3	คะแนน
พอใจสมน้อย	ให้	2	คะแนน
พอใจน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

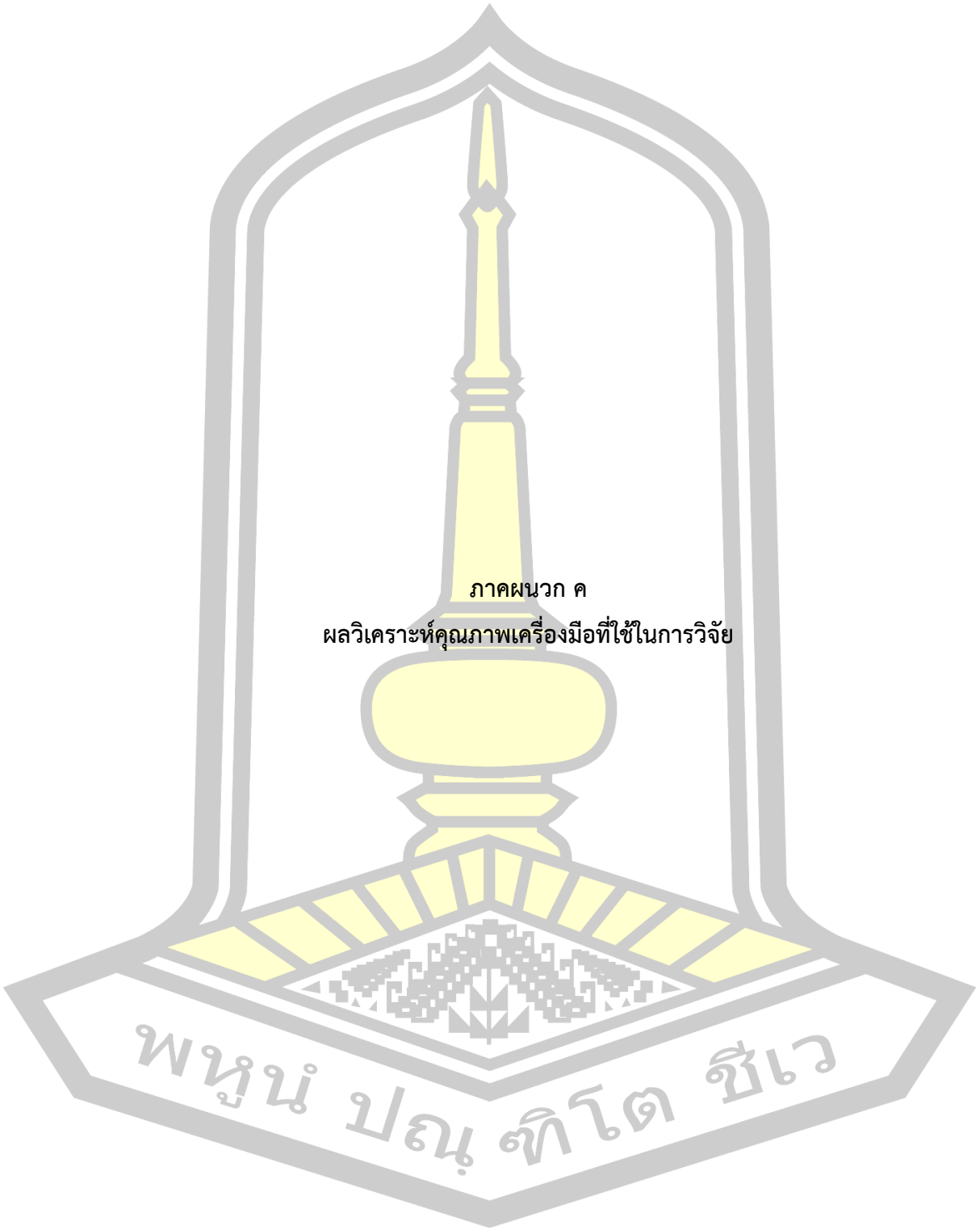
รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
2. บรรยากาศของการเรียนมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม					
3. มีกิจกรรมในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน					
4. เนื้อหาวิชามีความสำคัญ น่าสนใจ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด					
6. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้					
7. สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
8. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้					
9. ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้					
10. ผู้เรียนมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมห้องและครูผู้สอนได้ดีขึ้น					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค

ผลวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 25 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1-10 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. จุดประสงค์การเรียนรู้										
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5.0	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8	4.8
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้/พุทธิพิสัยได้อย่างชัดเจน	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	4.4	4.4
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านกระบวนการ/ทักษะพิสัยได้อย่างชัดเจน	4.8	4.4	4.8	5.0	4.8	5.0	4.8	4.8	4.8	4.8
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านจิตพิสัย/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4.6	4.4	4.6	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้คลอบคลุมต่อสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.0	4.0	4.0	4.4	4.2	4.2	4.4	4.2	4.6	4.4
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.63	4.46	4.66	4.77	4.71	4.80	4.77	4.77	4.71	4.69
2. กิจกรรมการเรียนรู้										
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	4.8	4.8
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เกิดขึ้นจริงในชีวิตของนักเรียน	4.2	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.4	4.4
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.6	4.8	4.8	4.8	4.6	4.8	5.0	5.0	4.8	4.8
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.2	4.4	4.2	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6	4.4	4.4
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	4.6	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	5.0	4.8	4.6	4.6
2.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0
2.9 บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ PISA	4.0	4.0	4.0	4.2	4.0	4.2	4.2	4.2	4.0	4.0
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.51	4.60	4.56	4.64	4.60	4.62	4.80	4.78	4.62	4.62

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. สื่อการจัดการเรียนรู้										
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.4	4.4
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.6	4.6
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.8	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.0	4.0	3.8	4.4	4.2	4.2	4.4	4.2	4.4	4.2
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.48	4.44	4.44	4.56	4.48	4.56	4.70	4.64	4.56	4.52

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. การวัดและประเมินผล										
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	4.8	4.8
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.0	4.0	4.2	4.2
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.53	4.47	4.53	4.53	4.53	4.60	4.53	4.53	4.53	4.53
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.54	4.49	4.55	4.63	4.58	4.65	4.70	4.68	4.60	4.59
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.07	0.06	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.07	0.07
ระดับความเหมาะสม	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด

จากตาราง25 แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดาการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวได้รับการประเมินด้านความเหมาะสมลักษณะเป็นมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ likert 5 ระดับ โดยประเมินทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.54, S.D. = 0.07) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.49, S.D. = 0.06) มีระดับความเหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.55, S.D. = 0.08) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.63, S.D. = 0.09) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.58, S.D. = 0.09) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.65, S.D. = 0.09) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.70, S.D. = 0.10) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.68, S.D. = 0.10) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.60, S.D. = 0.07) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 (มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) = 4.59, S.D. = 0.07) มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับกรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	กรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum X$	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	0	+1	3	0.60	ใช้ได้
3	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อ	กรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum X$	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	0	+1	3	0.60	ใช้ได้
7	สมรรถนะการแปลความหมายข้องมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
12	สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	0	+1	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อ	กรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum X$	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
13	สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
14	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
15	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	สมรรถนะการแปลความหมายข้องมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
18	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อ	กรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum X$	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
19	สมรรถนะการแปลความหมายข้องมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
20	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
21	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ค่าความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

จากตาราง26 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 21 ข้อ โดยแบบทดสอบดังกล่าวได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์รายข้อ (IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ทางวิชาการ โดยมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องจำนวน 21 ข้อ และไม่มีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องแม้แต่ข้อเดียว

ตาราง 27 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น ข้อคำถามที่เลือกใช้ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	การเลือกใช้
1	0.40	0.50	*
2	0.49	0.48	*
3	0.45	0.13	
4	0.41	0.37	
5	0.46	0.41	*
6	0.75	0.35	*
7	0.64	0.38	*
8	0.61	0.33	*
9	0.62	0.10	
10	0.53	0.40	*
11	0.37	0.29	*
12	0.42	0.29	*
13	0.62	0.43	
14	0.38	0.31	
15	0.48	0.38	*
16	0.44	0.38	*
17	0.38	0.28	
18	0.51	0.38	*
19	0.58	0.38	*
20	0.56	0.43	*
21	0.36	0.55	*
ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (r_{α}) มีค่าเท่ากับ 0.89			

จากตาราง27 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เรื่อสารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร โดยแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย โดยมีเครื่องหมาย * แสดงอยู่ในตาราง หมายถึงข้อสอบที่เลือกใช้ จำนวน 15 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.36 - 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ของ

ข้อสอบอยู่ในช่วง 0.29 – 0.55 แต่อย่างใด ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบ จำนวน 15 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 19 และ20 จากแบบทดสอบดังกล่าว เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยใช้สูตร ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ซึ่งในแบบทดสอบนี้ มีค่าเท่ากับ 0.89

ตาราง 28 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	ความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
7	+1	-1	+1	0	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
12	+1	-1	+1	0	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง28 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	ความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
22	+1	-1	+1	+1	0	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
26	0	-1	+1	+1	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
31	+1	-1	+1	+1	0	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
32	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
33	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
34	+1	-1	+1	0	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
35	0	-1	+1	+1	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
36	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
41	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
42	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
43	0	-1	+1	+1	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
44	0	-1	+1	+1	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
45	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง28 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	ความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
49	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
52	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
53	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
54	+1	-1	+1	+1	0	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
55	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
56	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
57	0	-1	+1	+1	+1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
58	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
59	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ค่าความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

จากตาราง28 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยจำนวนทั้งหมด 60 ข้อ โดยแบบทดสอบดังกล่าวได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์รายข้อ (IOC) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.40 – 1.00 โดยมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องจำนวน 49 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 58, 59ม 60 และข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องจำนวน 11 ข้อ ได้แก่ ข้อ 7, 12, 22, 26, 31, 34, 35, 43, 44, 54 และ57

ตาราง 29 แสดงค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น ข้อคำถามที่เลือกใช้ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	การเลือกใช้
1	0.74	0.27	*
2	0.64	0.44	
3	0.56	-0.21	
4	0.59	0.38	*
5	0.72	0.24	*
6	0.79	0.33	*
8	0.59	0.66	*
9	0.72	0.24	*
10	0.64	0.16	
11	0.77	0.58	*
13	0.64	0.44	
14	0.64	0.16	
15	0.74	0.27	*
16	0.74	0.27	*
17	0.69	0.49	
18	0.69	0.21	
19	0.74	-0.01	
20	0.79	0.61	*
21	0.69	0.49	*
23	0.72	0.24	
24	0.74	0.55	*
25	0.72	0.24	*
27	0.72	0.30	*
28	0.67	0.46	

ตาราง29 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	การเลือกใช้
29	0.77	0.32	*
30	0.79	0.33	*
32	0.74	-0.01	
33	0.77	0.58	*
36	0.69	0.21	*
37	0.74	0.27	
38	0.72	0.52	
39	0.72	0.52	*
40	0.69	0.49	
41	0.69	0.21	
42	0.79	0.33	*
45	0.77	0.58	*
46	0.72	0.52	
47	0.64	0.16	
48	0.77	0.30	*
49	0.64	0.44	
50	0.67	0.19	
51	0.77	0.30	*
52	0.72	0.52	*
53	0.72	0.30	*
55	0.72	0.24	*
56	0.79	0.33	
58	0.77	0.30	*
59	0.69	0.21	
60	0.74	0.27	*
ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) มีค่าเท่ากับ 0.96			

จากตาราง29 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อ สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย โดยมีเครื่องหมาย * แสดงอยู่ในตาราง หมายถึงข้อสอบที่เลือกใช้ จำนวน 30 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.59 – 0.79 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.21 – 0.66 แต่อย่างใด ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 51, 52, 53, 55, 58, และ59 จากแบบทดสอบดังกล่าว เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยใช้สูตร โลเวท (Lovett) ซึ่งในแบบทดสอบนี้ มีค่าเท่ากับ 0.96

ตาราง 30 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นการประเมินความพึงพอใจ ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC	ความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ด้านบรรยากาศ								
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ด้านเนื้อหา								
1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC	ความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้								
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ด้านสื่อการสิน								
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ								
1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง30 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศ, ด้านเนื้อหา, ด้านกิจกรรมการเรียนรู้, ด้านสื่อการสอน และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 25 ข้อ โดยแบบสอบถามดังกล่าวได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์รายข้อ (IOC) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.80 – 1.00 โดยมีข้อสอบถามที่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องจำนวน 25 ข้อ และไม่มีข้อสอบถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องแม้แต่ข้อเดียว

ตาราง 31 แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ และค่าความเชื่อมั่น ข้อคำถามที่เลือกใช้ของแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประเด็นการประเมินข้อที่	r	การเลือกใช้
ด้านบรรยากาศ		
1. บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	0.29	
2. บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	0.34	
3. บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	0.46	*
4. ผู้เรียนรู้สึกชอบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องสารละลาย	0.00	
5. บรรยากาศของการเรียนมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	0.40	*
ด้านเนื้อหา		
6. เนื้อหาที่เรียนมีลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	0.23	
7. มีกิจกรรมในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน	0.56	*
8. เนื้อหามีความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา	0.34	
9. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน	0.29	
10. เนื้อหาวิชามีความสำคัญ น่าสนใจ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	0.49	*
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้		
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด	0.47	*
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบในการแสดงความคิดเห็น	0.24	
13. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้	0.56	*
14. นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้	0.10	
15. เนื้อหาที่สอดแทรกในกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	0.34	

ตาราง31 (ต่อ)

ประเด็นการประเมินข้อที่	r	การเลือกใช้
ด้านสื่อการสอน		
16. สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและเรียนรู้ได้เร็ว	0.49	*
17. สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	0.53	*
18. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้	0.29	
19. . สื่อมีขนาดเหมาะสมทำให้ผู้เรียนมองเห็นได้ชัดเจนและใช้งานได้อย่างสะดวก	0.00	
20. สื่อที่ใช้ประกอบการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น	0.23	
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ		
21. ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ของตนเอง	0.00	
22. ผู้ได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ	0.23	
23. ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้	0.37	*
24. ผู้เรียนมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมห้องและครูผู้สอนได้ดีขึ้น	0.37	*
25. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากบทเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	0.00	
ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (r_{α}) มีค่าเท่ากับ 0.81		

จากตาราง31 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศ, ด้านเนื้อหา, ด้านกิจกรรมการเรียนรู้, ด้านสื่อการสอน และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 25 ข้อ โดยมีเครื่องหมาย * แสดงอยู่ในตาราง หมายถึง ข้อสอบที่เลือกใช้ จำนวน 10 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามรายข้อ โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r_{xy}) ซึ่งค่าของแบบสอบถามอยู่ในช่วง 0.37 – 0.56 แต่อย่างใด ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบ จำนวน 10 ข้อ ได้แก่ ข้อ 3, 5, 7, 10, 11, 13, 16, 17, 23 และ24 จากแบบสอบถามดังกล่าว เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยใช้สูตร ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) ซึ่งในแบบทดสอบนี้ มีค่าเท่ากับ 0.81



ภาคผนวก ง

การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 32 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (E_1) ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กิจกรรมการเรียนรู้ที่	คะแนนเต็ม			คะแนนที่ได้			รวม
	K	P	A	K	P	A	
1	12	12	4	395	415	141	951
2	12	12	4	393	410	130	933
3	12	12	4	398	406	142	946
4	12	12	4	399	408	135	942
5	12	12	4	387	402	139	928
6	12	12	4	389	405	140	934
7	12	12	4	388	400	143	931
8	12	12	4	399	412	144	955
9	12	12	4	386	406	145	937
10	12	12	4	374	403	144	921
รวม	144	144	48	3908	4067	1403	9378
เฉลี่ย	12	12	4	390.80	406.70	140.30	937.80
ประสิทธิภาพของกระบวนการรวม (E_1) = ((9378/38)/336)*100 = 73.45							

จากตาราง32 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ในภาพรวมมีค่าเท่ากับ 73.45

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตาราง 33 แสดงประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวนตะแนนที่ได้จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน	จำนวนนักเรียน จำแนกตามคะแนนที่สอบได้	คะแนนรวมของนักเรียนจำแนกตามคะแนนที่สอบได้
22	10	220
23	11	253
24	5	120
25	6	150
26	4	104
27	2	54
รวม	38	901
เฉลี่ย		23.80
ร้อยละ		79.04
S.D.		1.41
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หรือผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 79.04		

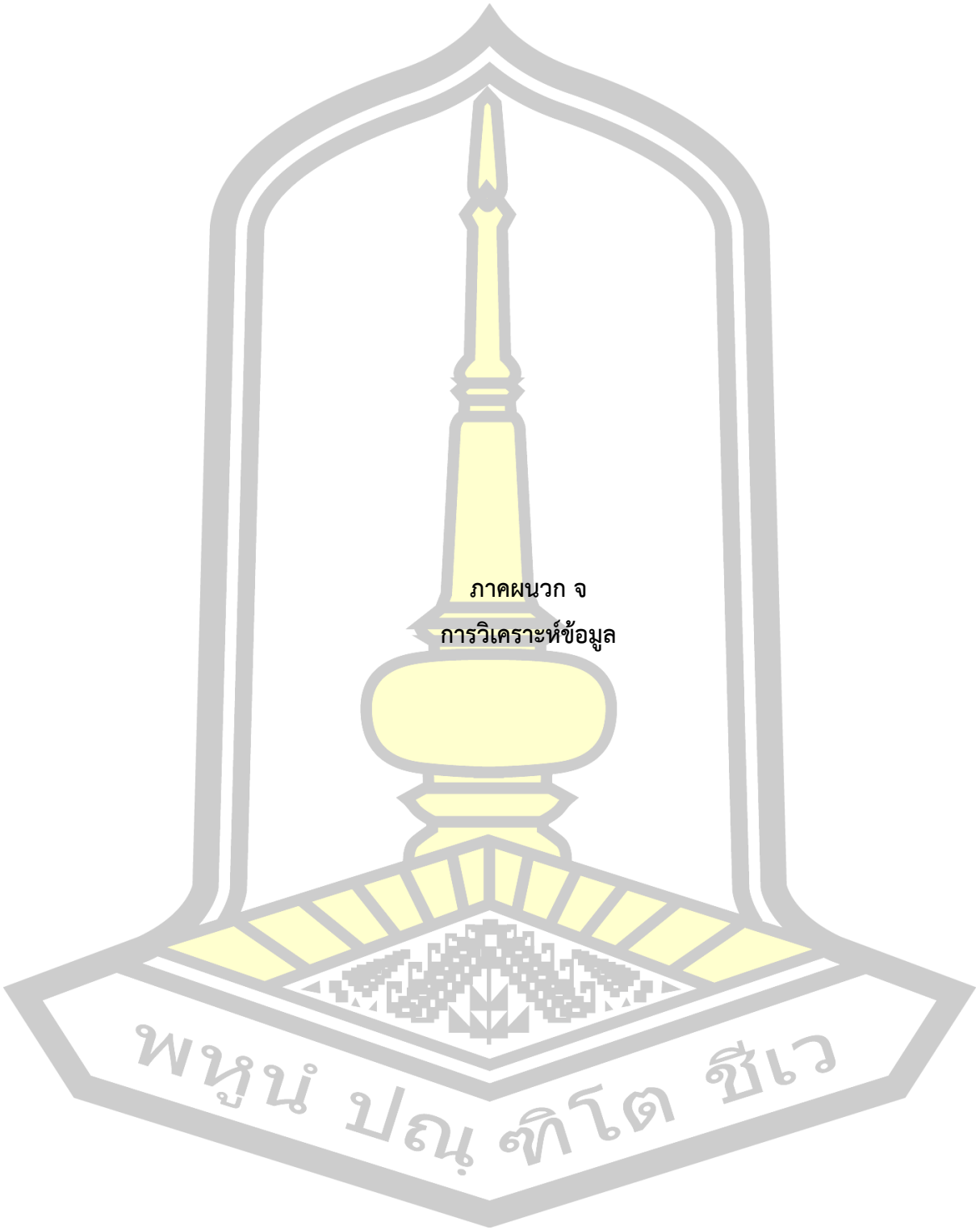
จากตาราง33 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน พบว่า ประสิทธิภาพของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 79.04

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 34 แสดงประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวนตะแนนที่ได้จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน	จำนวนนักเรียน จำแนกตามคะแนนที่สอบได้	คะแนนรวมของนักเรียนจำแนกตามคะแนนที่สอบได้
20	1	20
21	1	21
22	1	22
23	5	115
24	5	120
25	7	175
26	9	234
27	6	162
28	3	84
รวม	38	953
เฉลี่ย		25.08
ร้อยละ		83.60
S.D.		1.91
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 83.60		

จากตาราง34 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน พบว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.60



ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 35 เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียนและหลังเรียนของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน

รายการ	คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
สมรรถนะ A : อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	16.10	1.23	ระดับ 4
หลังเรียน	30	23.70	1.63	ระดับ 5
สมรรถนะ B : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	15.66	1.12	ระดับ 4
หลังเรียน	30	23.80	1.57	ระดับ 5
สมรรถนะ C : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	16.40	1.13	ระดับ 4
หลังเรียน	30	24.00	1.73	ระดับ 5

จากตาราง35 เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 36 แสดงคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

คนที่	คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	
	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียน
1	15	24
2	15	23
3	16	26
4	16	22
5	16	25
6	17	23
7	16	23
8	16	25
9	17	24
10	16	23
11	16	24
12	17	22
13	17	23
14	17	22
15	16	25
16	17	26
17	15	23
18	16	24
19	16	22
20	15	25

ตาราง36 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	
	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียน
21	16	22
22	17	23
23	17	22
24	16	22
25	17	22
26	17	24
27	16	22
28	16	25
29	16	26
30	15	23
31	15	27
32	15	22
33	16	27
34	17	23
35	16	25
36	16	26
37	16	23
38	16	23
รวม	609.00	905.00
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	16.04	23.82
S.D.	0.68	1.41

จากตาราง36 คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน

ตาราง 37 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

Test of Normality

	Shapiro - Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Ability Pretest	.801	38	.000 < 0.05
Ability Posttest	.883	38	.001 < 0.05

a. Lilliefors Significance Correction

จากตาราง37 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนน Ability Pretest และ Ability Posttest พบว่า ค่า Sig. ของ Ability Pretest เท่ากับ 0.000 และของ Ability Posttest เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดนี้ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงต้องใช้การทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดังตาราง38 ต่อไปนี้

ตาราง 38 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

Wilcoxon Signed Ranks Test

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Ability Pretest – Ability Posttest	Negative Ranks	38[a]	19.50	741.00
	Positive Ranks	0[b]	.00	.00
	Ties	0[c]		
	Total	38		

a. pre < post

b. pre > post

c. pre = post

Test Statistics[a,c]

	Ability Pretest – Ability Posttest
Z	-5.392[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

จากตาราง38 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ (Sig.) เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ 0.05 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องสารละลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 39 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of post equals 10.00.	One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test	.000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .050.

One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test Summary

Total N	38
Test Statistic	741.000
Standard Error	68.545
Standardized Test Statistic	5.405
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

จากตาราง39 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ (Sig.) เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 40 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

คนที่	คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	
	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียน
1	16	25
2	14	23
3	17	27
4	15	26
5	11	23
6	17	28
7	16	28
8	15	26
9	18	27
10	15	25
11	15	26
12	17	27
13	14	22
14	13	24
15	18	27

ตาราง 40 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	
	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียน
16	13	21
17	14	26
18	16	26
19	18	26
20	15	26
21	16	28
22	14	23
23	16	27
24	13	24
25	15	26
26	11	23
27	16	27
28	14	25
29	13	24
30	17	25
31	14	23
32	16	24
33	15	25
34	17	26
35	11	20
36	15	25
37	14	24
38	15	25
รวม	569.00	953.00
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	14.97	25.08
S.D.	1.84	1.91

จากตาราง40 คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน

ตาราง 41 แสดงผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

Test of Normality

	Shapiro - Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Achievement pretest	.944	38	.058 > 0.05
Achievement posttest	.946	38	.064 > 0.05

a. Lilliefors Significance Correction

จากตาราง41 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนน Achievement Pretest และ Achievement Posttest พบว่า ค่า Sig. ของ Achievement Pretest เท่ากับ 0.058 และของ Achievement Posttest เท่ากับ 0.064 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดนี้มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงสามารถใช้การทดสอบ Paired Sample Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนได้ โดยการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดังตาราง42 ต่อไปนี้

ตาราง 42 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Achievement Posttest	25.0789	38	1.90847	.30959
	Achievement Pretest	14.9737	38	1.83784	.29814

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Achievement Posttest - Achievement Pretest	10.10526	1.26895	.20585	9.68817	10.52236	49.090	37	.000

จากตาราง42 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ (Sig.) เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่านัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWD เรื่องสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

และจากตาราง41 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนน Achievement Pretest และ Achievement Posttest พบว่าค่า Sig. ของ Achievement Pretest เท่ากับ 0.058 และของ Achievement Posttest เท่ากับ 0.064 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดนี้มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงสามารถใช้การทดสอบ One-Sample Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มได้ โดยการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดังตาราง43 ต่อไปนี้

ตาราง 43 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Achievement Posttest	38	25.0789	1.90847	.30959

One-Sample Test

	Test Value = 21					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Achievement Posttest	13.175	37	.000	4.07895	3.4516	4.7062

จากตาราง43 พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญ (Sig.) เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 44 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

ประเด็นการประเมินความพึงพอใจ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับของความพึงพอใจ
1.ด้านบรรยากาศ			
1.1 บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.47	0.73	มาก
1.2 บรรยากาศของการเรียนมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	4.50	0.72	มาก
2.ด้านเนื้อหา			
2.1 มีกิจกรรมในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน	4.47	0.72	มาก
2.2 เนื้อหาวิชามีความสำคัญ น่าสนใจ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.68	0.55	มากที่สุด
3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด	4.68	0.76	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้	4.63	0.60	มากที่สุด

ตาราง 44 (ต่อ)

ประเด็นการประเมินความพึงพอใจ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับของความพึงพอใจ
4. ด้านสื่อการสอน			
4.1 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.50	0.77	มาก
4.2 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้	4.61	0.68	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
5.1 ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้	4.79	0.55	มากที่สุด
5.2 ผู้เรียนมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมห้องและครูผู้สอนได้ดีขึ้น	4.82	0.65	มากที่สุด
$\overline{X}$ รวม	4.62	0.68	มากที่สุด

จากตาราง44 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จำนวน 38 คน หลังได้รับการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า ประเด็นในการประเมินระดับความพึงพอใจทั้ง 5 ด้านมีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.68 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

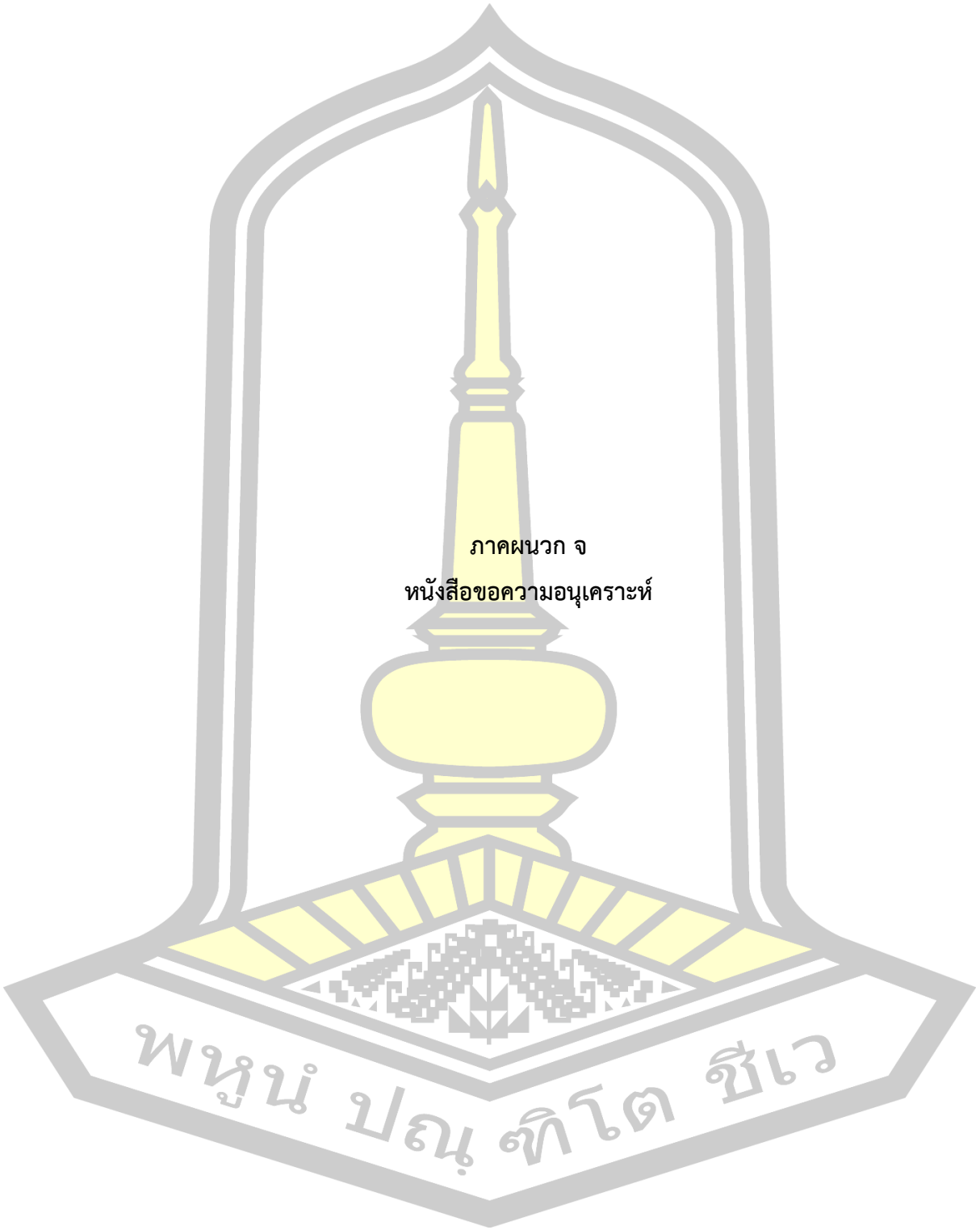


ภาพ 7 บันทึกหลังการสอนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้



ภาพ 8 คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แต่ละใบกิจกรรม

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว292 **วันที่** 21 มกราคม 2568
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน

ด้วย นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะได้นำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว292

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสมถวิล ทวีโคตร

ด้วย นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4371-9800 ต่อ 6216



ที่ อว 0605.5(2)/ว292

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวพรรัมภา แสนวิเศษ

ด้วย นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4371-9800 ต่อ 6216



ที่ อว 0605.5(2)/ว292

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางเมธาวดี วาปี

ด้วย นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4371-9800 ต่อ 6216



ที่ อว 0605.5(2)/ว292

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวทานตะวัน สีดา

ด้วย นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4371-9800 ต่อ 6216



ที่ อว 0605.5(2)/294

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมุกดาหาร

ด้วย นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4371-9800 ต่อ 6216



ที่ อว 0605.5(2)/ 293

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมุกดาหาร

ด้วย นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง สารละลาย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรือนนะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง ทดลองใช้เครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4371-9800 ต่อ 6216

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวพิณธกาญจน์ พั่วแพง
วันเกิด	วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	ตำบลมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 17 ซอยตาดแคน 11 ตำบลมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร 49000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	เจ้าหน้าที่การศึกษาพระปริยัติธรรม (จศป.) ตำแหน่ง ครูโรงเรียนพระปริยัติธรรม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	เลขที่ 50 ถนนสำราญชายโขงใต้ ตำบลศรีบุญเรือง อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร 49000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมุกดาหาร จ.มุกดาหาร พ.ศ. 2557 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมุกดาหาร จ. มุกดาหาร พ.ศ. 2561 ระดับชั้นปริญญาตรี ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2568 ระดับชั้นปริญญาโท ตามหลักสูตรมหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว