

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น  
เรื่อง การแยกสารผสมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ดารกา บุปผเวส

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น  
เรื่อง การแยกสารผสมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
พฤษภาคม 2566  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

EFFECTS OF 7E LEARNING CYCLE ON SUBSTANCE SEPARATION OF SCIENCE AND  
TECHNOLOGY COURSE FOR DEVELOPING SKILLS ON SCIENTIFIC PROCESS AND  
SCIENTIFIC MIND OF MATTHAYOMSUKSA 2 STUDENTS



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment  
of the Requirements for the Master of Education Degree  
in Curriculum and Instruction

May 2023

Copyright 2023 by University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

เรื่อง การแยกสารผสมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ ดารกา นุปเฟส

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ปัญญาพุกข์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลำไย สีหามาตย์)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ดร. วสันต์ สรรพสุข)

..... คณบดีวิทยาลัยการศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. รัชิต สุทธิพงษ์)

- เรื่อง:** ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ผู้ศึกษาค้นคว้า:** ดารกา บุญพวง, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2565
- อาจารย์ที่ปรึกษา:** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ล้ำไย สีหามาศย์
- คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้แบบบันได 7 ชั้น, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, จิตวิทยาศาสตร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามจิตวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า

1. แผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าโดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.74
2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่าทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลการวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความประหยัด และด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รองลงมาคือ ด้านความมุ่งมั่น
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่ามีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับ

**Title:** EFFECTS OF 7E LEARNING CYCLE ON SUBSTANCE SEPARATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY COURSE FOR DEVELOPING SKILLS ON SCIENTIFIC PROCESS AND SCIENTIFIC MIND OF MATTHAYOMSUKSA 2 STUDENTS

**Author:** Daraka Bupphaves, Independent Study: M.Ed. (Curriculum and Instruction), University of Phayao, 2022

**Advisor:** Assistant Professor Dr. Lumyai Seehamat

**Keywords:** 7E Learning Cycle, Substance Separation, Scientific Process Skills, Scientific Mind

### ABSTRACT

The objectives of this study were 1) to develop the 7E Learning Cycle learning management plan on substance separation of Science and Technology Course for developing skills on scientific process and scientific mind of Matthayomsuksa 2 students; 2) to compare the students' scientific skills before and after implementing the 7E Learning Cycle learning management on substance separation of Science and Technology Course; 3) to examine the students' scientific mind before and after implementing the 7E Learning Cycle learning management on substance separation of Science and Technology Course; and 4) to assess the students' satisfaction towards the 7E Learning Cycle learning management plan on substance separation of Science and Technology Course. The samples were 30 Matthayomsuksa 2/1 from Samakhi Witthayakhom School 2 in their academic year 1/2022. The research instruments were 7E Learning Cycle learning management plan, scientific process skills test, scientific mind test and satisfaction questionnaire towards 7E Learning Cycle learning management plan. The results showed that:

1. The validation by 3 experts for the 7E Learning Cycle learning management plan on substance separation of Science and Technology Course for developing skills on scientific process and scientific mind of Matthayomsuksa 2 students, in overall, showed the highest appropriateness at the mean of 4.74.

2. The comparison of pre- and posttest on scientific process skills of students under the implementation of 7E Learning Cycle learning management on substance separation of Science and Technology Course showed that the students' critical thinking skills on the posttest were higher than those of the pre-test at the confidence level of .01

3. The students' scientific mind, in overall, was found at a high level at the mean of 3.76. The individual aspects analysis showed that the aspect showing the highest mean was economy, followed by working with other creatively, and determination respectively.

4. The students' satisfaction towards 7E Learning Cycle learning management plan on substance separation of Science and Technology Course showed the high level of satisfaction at the mean of 4.49. The individual aspects analysis showed that the aspect showing the highest mean was learning management atmosphere, followed by benefits, and learning activities respectively.

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความเมตตากรุณาและการช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลำไย สีหามาตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษา ค้นคว้าอิสระซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ข้อคิดและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์ รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา, นางประพันธ์ พรวนิชาพงศ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 และนายบุญลือ ดอนชัย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนดอนชัยวิทยาคม ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจพิจารณาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารงานวิชาการ คณะครูและนักเรียน โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าอิสระตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ผู้ที่มีพระคุณสูงสุดในชีวิต รวมทั้งครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ศึกษาเล่าเรียนจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณญาติ ๆ ทุกคนผู้ซึ่งให้คำแนะนำและกำลังใจเสมอมา คุณค่าอันเกิดจากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดามารดาและครูอาจารย์ด้วยความเคารพเพียง

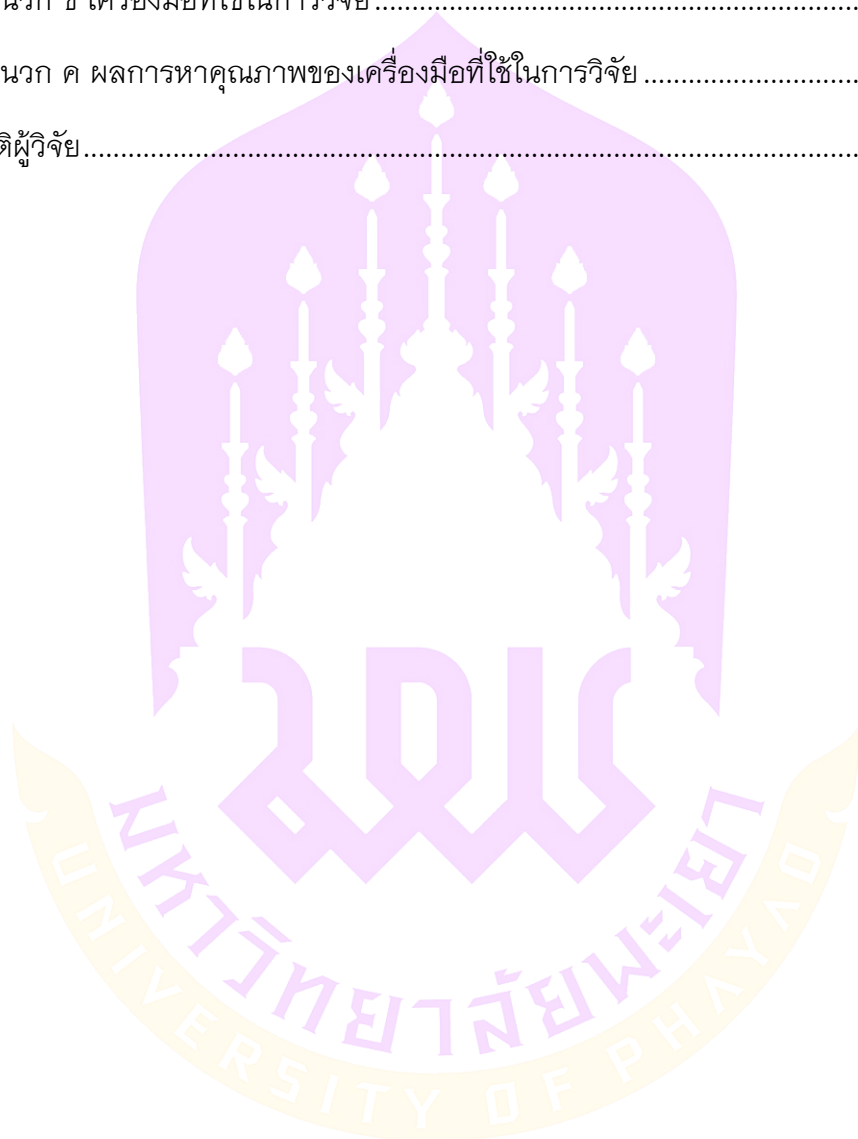
ดรรกา บุปผเวส

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย .....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	10
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	11
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) .....	18
แนวคิดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ .....	25
แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	31
แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิทยาาสตร์.....	36
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ.....	40

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	45
กรอบแนวคิดของการวิจัย .....	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	51
แผนแบบการทดลอง .....	51
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	52
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	52
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	53
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	70
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	70
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	75
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 .....	76
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การ แยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี .....	79
ตอนที่ 3 ผลการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น .....	80
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี .....	84
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	87
สรุปผลการวิจัย.....	87
อภิปรายผลการศึกษา.....	88
ข้อเสนอแนะ.....	91

บรรณานุกรม .....	93
ภาคผนวก.....	99
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญ.....	100
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	101
ภาคผนวก ค ผลการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	126
ประวัติผู้วิจัย.....	144



## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัด/สาระการเรียนรู้แกนกลาง.....	15
ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 .....	55
ตาราง 3 แสดงจำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม.....	64
ตาราง 4 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ .....	76
ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน .....	79
ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบการสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติการทดลองเพื่อ .....	79
ตาราง 7 แสดงผลการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ.....	80
ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของ .....	84
ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	127
ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความ.....	130
ตาราง 11 แสดงผลการวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ.....	132
ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของคะแนน.....	134
ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของ .....	136
ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจของ .....	140

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย.....50



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

นอกจากนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยใช้เหตุและผลในการคิด ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องสะท้อนแนวคิดและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยแรกเริ่มก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้า สามารถแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจได้ ตลอดจนสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิตได้ ดังนั้นหากต้องการให้คนคิดเป็น คิดเก่ง คิดรอบคอบ และแก้ปัญหาเป็น การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตลอดเวลาที่ผ่านมาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความสามารถของผู้เรียนในระดับนานาชาติที่จัดโดย IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) ซึ่งเป็นองค์การนานาชาติเกี่ยวกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ทำการประเมินแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (The Trends in International Mathematics and Science Study) พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ ยังมีระดับความสามารถทางการเรียนในระดับต่ำ โดยอยู่ในอันดับที่ 26 จากทั้งหมด 39 ประเทศ ขณะที่ผลการประเมินความสามารถของนักเรียนที่ดำเนินการโดย OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ซึ่งเป็นโครงการประเมินผลการศึกษานานาชาติของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Programme for International Student Assessment: PISA 2015) ซึ่งให้เห็นว่าเด็กไทยมีคะแนนลดลงในทุกด้าน ซึ่งผลการประเมินสะท้อนให้เห็นว่า ประเทศไทยจำเป็นต้องเร่งปฏิรูปและพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อขีดความสามารถในการแข่งขันโดยรวมของประเทศ

รูปร่าง กฤษีเกิด (2564) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย การสังเกต การวัด การจำแนก การลงความเห็น การตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทำนาย การอธิบายและการสื่อสาร นอกจากนี้ยังกล่าวอีกว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เริ่มต้นด้วยการนำเสนอแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจและบทบาทของครูในการส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียน โดยมีโมเดลการสอน (Instructional model) ที่สะท้อนให้เห็นถึง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลการสอนแบบค้นพบ (Guided Discovery Model of Instruction) โมเดลการสอนวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle Model of Instruction) โมเดลการสอนแบบเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model of Instruction) โมเดลการสอนวงจรการเรียนรู้แบบห้าขั้นตอน (5E Model of Instruction) และโมเดลการสอนวงจรการเรียนรู้แบบเจ็ดขั้นตอน (7E Model of Instruction)

สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดในหลักสูตรในด้านที่สองไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ และการคิดสร้างสรรค์ เป็นการทำงานเพื่อสืบเสาะหาคำอธิบายสิ่งที่สนใจ ทั้งโดยส่วนตัวและร่วมกัน ของกลุ่มคนที่มีความสนใจเดียวกัน การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นมากกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือ “การทดลองทาง

วิทยาศาสตร์” แต่เป็นการค้นหาคำตอบที่สนใจผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบแต่มีอิสระ และไม่เป็นลำดับขั้นที่ตายตัว ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคำถามที่สามารถหาคำตอบหรือตรวจสอบได้ มีข้อมูลหลักฐานทั้งเชิงประจักษ์ การทำความเข้าใจ วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างคำอธิบาย มีการเชื่อมโยง เปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับผู้อื่น และการสื่อสารคำอธิบายหรือสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นทราบอย่างเข้าใจ ดังนั้นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะสำคัญตามที่กล่าวมาข้างต้น ไม่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน ในขณะที่เดียวกันอาจต้องสืบเสาะซ้ำแล้วซ้ำเล่าเพื่อตอบคำถาม และอาจเกิดคำถามใหม่ที่ต้องสืบเสาะหาคำตอบต่อไปหมุนวนเช่นนี้เป็นวัฏจักร

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ยังได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนเพิ่มเติมว่า คือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามที่หลักสูตรกำหนด ด้วยกระบวนการแบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์สืบเสาะ แต่อาจมีรูปแบบที่หลากหลายตามบริบทและความพร้อมของผู้สอนและผู้เรียน เช่น การสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด (Opened Inquiry) ที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองตั้งแต่การสร้างประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) และอธิบายสิ่งที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลที่ยังไม่มีการนำมาประมวล (Data) หรือหลักฐาน (Evidence) ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การประเมินและเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือคำอธิบายอื่นเพื่อปรับปรุงคำอธิบายของตนเองและนำเสนอต่อผู้อื่น นอกจากนี้ ผู้สอนอาจใช้การสืบเสาะหาความรู้ที่ตนเองเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรม โดยผู้สอนสามารถแนะนำผู้เรียนได้ตามความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนให้มีลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ โดยเริ่มตั้งแต่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายหรือคำตอบ ผู้เรียนต้องลงมือทำปฏิบัติการ เช่น สังเกตทดลอง สร้างแบบจำลอง เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาเชื่อมโยง หารูปแบบและอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา ตลอดจนสามารถสื่อสารการค้นพบของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ผู้เรียนได้สื่อสารและนำเสนอการค้นพบของตนในรูปแบบที่ผู้อื่นเข้าใจสามารถทำตามได้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ได้มีการซักและตอบคำถาม ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผลวิจารณ์ รับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นในการปรับปรุงการอธิบาย หรือวิธีการสืบเสาะค้นหาคำตอบ

วัฏจักรการเรียนรู้ หรือ การสืบเสาะเป็นกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเลียนแบบวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับธรรมชาติแม้ว่าจะมีการนำการเรียนรู้แบบสืบเสาะมาใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี

ปัจจุบันก็ยังปรากฏความสับสนหลายประการเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ซึ่งเป็นสิ่งเดียวกัน โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือต้องให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งคำถามและทำการสืบเสาะเพื่อตอบคำถามที่ตนตั้งไว้ด้วยตัวเอง

จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific minds) เป็นคุณลักษณะ หรือลักษณะนิสัย ของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกรู้สึกนึกคิดในทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือได้รับประสบการณ์เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำและการแสดงออกทางพฤติกรรมต่อความรู้หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความชอบ สนใจที่จะเรียน ตลอดจนมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เพราะจะส่งผลต่อความรู้สึกรู้สึกนึกคิด และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยจิตวิทยาศาสตร์จะครอบคลุมเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ 1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes towards Sciences) เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือของบุคคล ในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes) เป็นคุณลักษณะ หรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือการแสดงออกถึงการมีจิตใจที่เป็นวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งคำถาม การค้นหาข้อมูล การพิจารณาหลักฐานข้อมูล และผลที่จะเกิดตามมา คุณลักษณะดังกล่าว เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ ความรอบคอบ เป็นต้น

ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 ที่ผ่านมานั้นสรุปผลประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) พบว่าปีการศึกษา 2562 มีค่าเฉลี่ย 29.27 ปีการศึกษา 2563 มีค่าเฉลี่ย 27.94 และปีการศึกษา 2564 มีค่าเฉลี่ย 28.73 ซึ่งมีแนวโน้มลดลงทุกปี อีกทั้งเมื่อพิจารณาใน 3 ปีการศึกษาย้อนหลัง พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับขนาดโรงเรียนและระดับประเทศทุกปีการศึกษา (สำนักทดสอบทางการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2565) ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้อง

เน้นการปฏิบัติ และต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ผ่านประสบการณ์ตรงในการปฏิบัติงานและการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นทักษะสัมพันธ์กันที่ต้องได้รับการฝึกฝนเป็นกระบวนการ ทั้งการทบทวนความรู้เดิม การสร้างความสนใจ การค้นหา การวิเคราะห์ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่อง เรื่อง ตอบคำถามจากการอ่าน วิเคราะห์ และเขียนอธิบาย สามารถถ่ายทอดเรื่องราวความรู้ ความคิด ความรู้สึก ผ่านการประมวลผลความคิดออกมาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนิสา ช่างพาลี (2560) ที่ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วนเพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.06 และหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.18 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตยา สงอุปกการ (2563) ที่ศึกษาผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวในฐานะผู้วิจัยเป็นผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จึงเห็นว่าการนำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสืบเสาะในการหาคำตอบและคำอธิบาย จะส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### สมมติฐานของการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมระดับมากขึ้นไป
2. ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับมากขึ้นไป
4. ความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 58 คน

### 2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการแยกสารผสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

### 3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา ศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. จิตวิทยา ศาสตร์ของนักเรียน
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา ศาสตร์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**แผนการจัดการเรียนรู้** หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา ศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 6 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ 10 องค์ประกอบ ดังนี้ สาระ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้/เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ชิ้นงาน/ภาระงาน สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

**การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น** หมายถึง กลวิธีหรือกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) คือ การทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่เพื่อให้ทราบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) คือการนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูมีเทคนิคกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) คือ การเรียนรู้ทักษะการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลโดยการวางแผนสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) คือ การเรียนรู้ทักษะการสำรวจตรวจสอบแล้วมาวิเคราะห์แปลผล นำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบเป็นเหตุเป็นผล

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase/Elaboration Phase) คือ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation Phase) คือ นักเรียนสามารถประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอด โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) คือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหัวข้อที่ได้เรียนไปแล้ว ไปสู่หัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความชำนาญ และความสามารถในการใช้การคิด และกระบวนการคิด เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาต่าง ๆ กระบวนการคิดและเรียน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ประกอบด้วย 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) การตั้งสมมติฐาน 10) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) การกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) การทดลอง 13) การตีความหมายและลงข้อสรุป

โดยประเมินจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีลักษณะแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ และแบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อ

พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินคุณภาพ 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง และปรับปรุง

**จิตวิทยาศาสตร์** หมายถึง ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่เกิดขึ้น จากการศึกษาหาความรู้ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม โดยแบ่งเป็น 6 ลักษณะ ประกอบด้วย 1) เป็นคนที่มีเหตุผล 2) เป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็น 3) เป็นบุคคลที่มีใจกว้าง 4) เป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์ 5) มีความเพียรพยายาม และ 6) มีความละเอียดรอบคอบ

**ความพึงพอใจ** หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นในทางบวกของผู้เรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยลักษณะคำตอบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วย ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

#### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพ
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น เช่นกัน
3. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำกระบวนการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไปประยุกต์ใช้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  - 1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
  - 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
  - 1.3 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)
  - 2.1 หลักการและแนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)
  - 2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)
3. แนวคิดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.1 ความหมายแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.2 องค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.3 หลักในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.4 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
4. แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 4.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์
  - 5.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์
  - 5.2 การวัดจิตวิทยาศาสตร์

6. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
  - 6.1 ความหมายของความพึงพอใจ
  - 6.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
  - 6.3 การประเมินความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน

มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### 4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม

3. เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง ที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ ไน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของ ปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจร อิเล็กทรอนิกส์

4. เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อนการหักเห ของแสงและทัศนอุปกรณ์

5. เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของ ดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลงประโยชน์ ของเทคโนโลยีอวกาศและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

6. เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำ ใต้ดินกระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย

7. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของ เทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้าง ผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและ สารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงและ เขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

9. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้าง สมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุ

และเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

10. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ จากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

12. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

**สาระและมาตรฐานการเรียนรู้** (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการแยกสารผสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัด/สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	การแยกสารผสมให้เป็นสารบริสุทธิ์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับสมบัติของสารนั้น ๆ การระเหยแห้งใช้แยกสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนระเหยตัวทำละลายออกไปจนหมด เหลือแต่ตัวละลาย การตกผลึกใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยทำให้สารละลายอิ่มตัวแล้วปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยออกไปบางส่วนตัวละลายจะตกผลึกแยกออกมา การกลั่นอย่างง่ายใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วย ตัวละลายและตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมาก วิธีนี้จะแยกของเหลวบริสุทธิ์ออกจากสารละลาย
2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	โดยให้ความร้อนกับสารละลายของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอแยกจากสารละลายแล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง ขณะที่ของเหลวเดือด คุณสมบัติของไอจะคงที่ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีปริมาณน้อยโดยใช้แยกสารที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายและการถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับแตกต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิดเคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้ต่างกัน สารจึงแยกออกจากกันได้ อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สารองค์ประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้บนตัวดูดซับกับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้เป็นค่าเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดในตัวทำละลายและตัวดูดซับหนึ่ง ๆ การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้ การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำออกจากสารที่ระเหยยาก โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพา

## ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>3. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์</p>	<p>1. ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการแยกสาร บูรณาการกับคณิตศาสตร์เทคโนโลยีโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่พบในชุมชนหรือสร้างนวัตกรรม โดยมีขั้นตอน ดังนี้</p> <p>1.1 ระบุปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารโดยใช้สมบัติทางกายภาพ หรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา โดยใช้หลักการดังกล่าว</p> <p>1.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการแยกสารโดยใช้สมบัติทางกายภาพที่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุ หรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมนั้น</p> <p>1.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารในสารผสม โดยใช้สมบัติทางกายภาพ โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม รวมทั้งกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างเหมาะสม ครอบคลุม</p> <p>1.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลและเลือกวิธีการสื่อความหมายที่เหมาะสมในการนำเสนอผล</p> <p>1.5 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้</p> <p>1.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น และผลที่ได้โดยใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมและน่าสนใจ</p>

## ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>4. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสนเทศ</p>	<p>2. สารละลายอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวและแก๊ส สารละลายประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากที่สุดจัดเป็นตัวทำละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย</p> <p>3. สารละลายที่ตัวละลายไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีก ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ เรียกว่าสารละลายอิ่มตัว</p> <p>4. สภาพละลายได้ของสารในตัวทำละลาย เป็นค่าที่บอกปริมาณของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย 100 กรัม จนได้สารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิและความดันหนึ่ง ๆ สภาพละลายได้ของสารบ่งบอกความสามารถในการละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลาย ซึ่งความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและตัวละลาย อุณหภูมิและความดัน</p> <p>5. สารชนิดหนึ่ง ๆ มีสภาพละลายได้แตกต่างกัน ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน และสารต่างชนิดกันมีสภาพละลายได้ในตัวทำละลายหนึ่ง ๆ ไม่เท่ากัน</p> <p>6. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สารส่วนมาก สภาพละลายได้ของสารจะเพิ่มขึ้น ยกเว้นแก๊สเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสภาพการละลายได้จะลดลง ส่วนความดันมีผลต่อแก๊ส โดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้น สภาพละลายได้จะสูงขึ้น</p> <p>7. ความรู้เกี่ยวกับสภาพละลายได้ของสาร เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดตัวละลาย ตัวทำละลาย และอุณหภูมิสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การทำน้ำเชื่อมเข้มข้น การสกัดสารออกจากสมุนไพรให้ได้ปริมาณมากที่สุด</p>

## ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
5. ระบุปริมาณตัว ละลายในสารละลาย ในหน่วยความเข้มข้น เป็นร้อยละ ปริมาตร ต่อปริมาตรมวลต่อ มวล และมวลต่อ ปริมาตร	8. ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นการระบุปริมาณตัวละลายใน สารละลาย หน่วยความเข้มข้นมีหลายหน่วย ที่นิยมระบุเป็นหน่วยเป็น ร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร
6. ตระหนักถึง ความสำคัญของการ นำความรู้เรื่อง ความ เข้มข้นของสารไปใช้ โดยยกตัวอย่างการ ใช้ สารละลายใน ชีวิตประจำวันอย่าง ถูกต้องและปลอดภัย	9. ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร เป็นการระบุปริมาตรตัวละลายใน สารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่เป็น ของเหลวหรือแก๊ส
	10. ร้อยละโดยมวลต่อมวล เป็นการระบุมวลตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่มีสถานะเป็นของแข็ง
	11. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นการระบุมวลตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร นิยมใช้กับสารละลายที่มีตัวละลายเป็นของแข็งใน ตัวทำละลายที่เป็นของเหลว
	12. การใช้สารละลาย ในชีวิตประจำวัน ควรพิจารณาจากความเข้มข้น ของสารละลาย ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้งาน และผลกระทบต่อ สิ่งชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ, 2560

### แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)

#### หลักการและแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เริ่มต้นจาก Robert Karplus เป็นผู้เสนอการจัดการเรียนรู้วิธีนี้ในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจในการเรียน และลดความน่าเบื่อหน่ายของการเรียนในห้องเรียน โดยจุดเริ่มต้นของวัฏจักรการเรียนรู้นี้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา Piaget และผลงานของ Ausubel และแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ (นันทกา ดันธิยงค์, 2547) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เป็นวงจรการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ตามลำดับต่อไปนี้

เริ่มต้นจากรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน โดยที่ Karplus and Thier (1967) ได้นำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้เพื่อใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้าง (Invention) และขั้นค้นพบ (Discovery)

ต่อมาได้มีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น Carin (1993) ได้ปรับเปลี่ยนเป็น ขั้นสร้างมโนทัศน์ ส่วน Abruscato (1996) ได้ปรับเปลี่ยนเป็น ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ แต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้ Lawsan (1995)

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเกิดการสังเกต ตั้งคำถาม และคิดวิเคราะห์จากการสำรวจหรือทดลอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยสังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน และชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองได้

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างมโนทัศน์ (term introduction/concept formation/concept acquisition phase) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิด เพื่อเชื่อมโยงจากสิ่งที่ได้ปฏิบัติจากขั้นตอนการสำรวจซึ่งครูผู้สอนต้องแนะนำและมีการอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้ นักเรียนได้จัดเรียงความคิดใหม่ เพื่อค้นหา มโนทัศน์ จากข้อมูลที่ได้รับและจากการสังเกต

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (concept application phase) เป็นขั้นตอนที่ ครูกระตุ้นให้ นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบ หรือสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

ต่อมา Barman (1989) ได้มีการดัดแปลง และพัฒนางจรการเรียนรู้จาก 3 ขั้นตอน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นความไม่สมดุลทางความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด

2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Explanation) ครูและนักเรียนร่วมมือกันสร้างแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน ครูเลือกและจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Expansion) ผู้เรียนสามารถจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และค้นพบการประยุกต์ใช้สิ่งใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว

4. ขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation) เป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้

Ralph (1994) ได้ปรับปรุงวงจรการเรียนรู้ของบาร์แมน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration)

2. ชั้นอธิบาย (Explanation)
3. ชั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion)
4. ชั้นประเมินผล (Evaluation)

Bybee, R.W., et al. (2006) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานทางการศึกษาและการจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่สนใจ เป็นขั้นตอนที่สร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2. ชั้นสำรวจค้นหา (Exploration) ตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ
3. ชั้นตอนอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนในการคิดวิเคราะห์ และจัดกระทำข้อมูลใน รูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น โดยการสรุปผลและการอภิปรายผลการทดลอง
4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนการประยุกต์ใช้ นิยาม คำอธิบายและ ทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่
5. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อธิบายขั้นตอนตาม รูปแบบการเรียนการสอน 5E เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้น เองจากความสงสัย เป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียน สร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้ เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะ ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย
2. ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) การวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำ กิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) การนำข้อมูลที่ได้อธิบาย โดยนำมาแปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป วาดรูป สร้างตาราง เป็นต้น การค้น

พบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง โดยผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ว่า การเรียนรู้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม พัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์ ทำให้สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคม ดังนั้นก่อนที่ครูผู้สอนจะจัดการเรียนการสอน ต้องตระหนักว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง การเรียนรู้เรื่องใหม่ ๆ มีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ฉะนั้นประสบการณ์ของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง การที่นักเรียนต้องสืบค้น สำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ และเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า

ทิตนา แคมมณี (2550) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเองมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง รากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของ Piaget โดยอธิบายว่า การพัฒนาการทางเซวาร์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลเข้าไปสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิม โดยหากไม่สัมพันธ์กันจะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา ซึ่ง Piaget เชื่อว่า เราทุกคนจะมีพัฒนาการทางเซวาร์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ Eisenkraft (2003) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นในเรื่องการตรวจสอบความรู้เดิม และการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการตรวจสอบความรู้เดิมจะใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น อาจจะใช้การตั้งคำถาม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียน

สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ โดยใช้กระบวนการสำรวจค้นหา เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ และนำความรู้ที่ได้รับไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับมีความคงทนและยาวนาน

กล่าวโดยสรุป หลักการและแนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) คือวงจรการเรียนรู้ในรูปแบบหนึ่ง ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยมีหลักการสำคัญคือ การเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ โดยใช้กระบวนการสร้างความสนใจ ตลอดจนสำรวจค้นหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษา ได้ศึกษาและสรุปขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไว้ดังนี้

ประสาธ เมืองเฉลิม (2550) กล่าวว่า การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่า นักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามยั่วให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. **ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase)** เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. **ขั้นอธิบาย (Explanation phase)** เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น ๆ หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention phase)** ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้นำที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ไว้ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่เพื่อให้ทราบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิตข่าว หรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว หรือสิ่งที่ก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้ว มาวิเคราะห์แปลผล นำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบเป็นเหตุเป็นผล

5. ขั้นขยายความคิด เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ กระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

6. ขั้นตอนการประเมินผล เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอด โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนไปแล้วไปสู่หัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

กล่าวโดยสรุป ขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการถ่ายโอนความรู้เดิม ศึกษาปัญหา สำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบตามขั้นตอน 7 ขั้น ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) ขั้นอธิบาย (Explanation phase) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention phase)

## แนวคิดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้

### ความหมายแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำแผนการจัดการเรียนรู้ตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อ อุปกรณ์การจัดการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล โดยจัดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุ อุปกรณ์และตรงกับชีวิตจริงในห้องเรียน

ชนาธิป พรกุล (2552) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เขียนไว้ล่วงหน้า ทำให้ผู้สอนมีความพร้อม และมั่นใจว่าสามารถสอนได้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้และดำเนินการสอนได้ราบรื่น

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2552) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึง วัสดุหลักสูตรที่ควรพัฒนาจากหน่วยการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร เป็นส่วนที่แสดงการจัดการเรียนการสอนตามบทเรียน และประสบการณ์การเรียนรู้เป็นรายวันหรือรายสัปดาห์

ชวลิต ชูกำแพง (2553) ได้อธิบายความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นเอกสารที่เป็นลายลักษณ์อักษรของครูผู้สอน ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา เวลา เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างเต็มศักยภาพ

วิมลรัตน์ สุนทรวิโรจน์ (2553) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแผนที่จัดทำขึ้นจากคู่มือครู หรือแนวทางการจัดการเรียนรู้ของกรมวิชาการ ทำให้ผู้จัดการเรียนรู้ทราบว่าจะจัดการเรียนรู้เนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด จัดการเรียนรู้อย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการสอนมีความหมายเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือ เป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

กล่าวโดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการภายใต้กรอบเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

โดยกำหนดจุดประสงค์ วิธีการดำเนินการหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย และมีวิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

### องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ควรตระหนักถึงเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องเขียนตามลำดับ และหากขาดองค์ประกอบใดก็มิอาจทำให้แผนการจัดการเรียนรู้นั้นสมบูรณ์ ซึ่งมีนักวิชาการและหน่วยงานจัดการศึกษาได้ศึกษาองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2552) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มี 7 องค์ประกอบดังนี้

1. สารระสำคัญ เป็นการเขียนในลักษณะเป็นความคิดรวบยอด หรือ Concept
  2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนในลักษณะจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทุกพฤติกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ แล้วบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ตัวชี้วัด และมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วย
  3. สารระการเรียนรู้ เป็นการเขียนเนื้อหาสาระในลักษณะเป็นประเด็นสำคัญสั้น ๆ สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
  4. กิจกรรมการเรียนรู้ ระบุวิธีสอน กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิคการสอนที่หลากหลาย เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครบถ้วนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ เมื่อเรียนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ครบถ้วนตามเป้าหมายการเรียนรู้ของตัวชี้วัด และมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติในแต่ละรายชั่วโมงอย่างชัดเจน
  5. สื่อ แหล่งการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะกำหนดสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน มีใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกทักษะการเรียนรู้เอกสารเพิ่มเติมสำหรับผู้สอนตามความเหมาะสมและบอกแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญที่จะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด
  6. การวัดและประเมินผล ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จะระบุรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องการวัดและประเมินผล คือหลักฐานการเรียนรู้ ร่องรอยการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล เครื่องมือในการวัดและประเมินผล
  7. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ เป็นการบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย
- โรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง (2561) ได้สรุปองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. แบบวิเคราะห์ตัวชี้วัด เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา
2. คำอธิบายรายวิชา
3. โครงสร้างรายวิชา
4. แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย
5. บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายคาบ
6. เครื่องมือวัดและประเมินผล/เกณฑ์ประกอบการประเมินที่ครูออกแบบเอง
  - 6.1 แบบวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์พร้อมเกณฑ์ (ประเมิน K P A)
  - 6.2 แบบวัดและประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์
  - 6.3 แบบวัดและประเมินผลสมรรถนะสำคัญ

7. ใบบาง เอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน แบบทดสอบเก็บคะแนน

มณฑา ชุ่มสุคนธ์ และนิลมณี พิทักษ์ (2559) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ครูเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนอย่างเป็นระบบและเชื่อมโยงหลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ เลือกรวบรวมเนื้อหาที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาตามมาตรฐานการเรียนรู้และเต็มศักยภาพของแต่ละบุคคล รวมทั้งผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาทักษะในการแสวงหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้จึงเปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่เป้าหมายของความสำเร็จที่ผู้สอนคาดหวังไว้ ซึ่งองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญแยกเป็นสองส่วน ได้แก่

1. ส่วนหัวของแผน
2. ส่วนที่สองรายการที่สำคัญ ที่ต้องระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

2.1 สารระสำคัญ (ความคิดรวบยอดหรือมโนคติของบทเรียน) หมายถึง สารระสำคัญของเนื้อหา ประสพการณ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังจากนักเรียนได้รับการปลูกฝังด้วยเทคนิควิธีการจากครู และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมรวมทั้งทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดขอบเขตเนื้อหาความรู้ จุดประสงค์ของการเรียนการสอนในแต่ละครั้งควรเขียนเป็นประโยคหรือข้อความสั้น ๆ

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.2.1 จุดประสงค์ปลายทาง เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งสะท้อนผลรวมทั้งหมดที่มุ่งหวัง และปรารถนาจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคน เมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอนวิชานั้นแล้ว อีกทั้งยังสะท้อนจุดเน้นเด่น ๆ ของเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมสำคัญ ๆ

ของวิชานั้น ๆ หรืออาจจะสะท้อนผลสรุปขั้นสุดท้ายของกระบวนการเรียนรู้ก็ได้ วิธีการเขียนให้ยึด “สาระการเรียนรู้เป็นหลัก” และนำกรอบพฤติกรรมบ่งชี้มาวิเคราะห์ ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ เช่น

1) เพื่อให้รู้และเข้าใจระบอบการปกครองระบอบประชาธิปไตย

2) เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการปกครองระบอบ

ประชาธิปไตย

3) เพื่อให้ปฏิบัติตนเป็นพลเมืองดีตามวิถีประชาธิปไตยได้

2.2.2 จุดประสงค์นำทาง เป็นความคาดหวังที่เกิดขึ้นกับนักเรียนระหว่างการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง การเขียนจุดประสงค์นำทางมีวัตถุประสงค์ให้ผู้สอนได้พิจารณาถึงผลการเรียนย่อย ๆ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ควรเกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการเขียนผู้สอนต้องกำหนดพฤติกรรมย่อย ๆ ของสาระการเรียนรู้ย่อยเพื่อนำไปสู่จุดประสงค์ปลายทาง

2.3 สาระการเรียนรู้ หมายถึงประมวลสาระแห่งองค์ความรู้หรือสาระการเรียนรู้ที่ปรากฏอยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่กำหนดให้เรียน สามารถเขียนโดยอาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นตัวกำหนดได้ เช่น

ด้านความรู้: ได้แก่ สาระความรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียน

ด้านทักษะกระบวนการ: หมายถึง ทักษะที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ ทักษะการทำงาน ทักษะการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึก

ด้านเจตคติ/คุณค่า: หมายถึงอารมณ์ความรู้สึก การเห็นประโยชน์ คุณค่าของเรื่องที่เรียน

2.4 กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง วิธีการสอน รูปแบบการสอนแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หรือเป็นขั้นตอนและวิธีการของการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถให้นักเรียนได้แสดงออกทั้งด้านการปฏิบัติด้วยการใช้ความคิด พูด และกระทำเพื่อสร้างประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในขณะที่เรียน

2.5 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ หมายถึง การเตรียมสื่อต่าง ๆ เช่น ใบความรู้ สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สื่อบุคคล กรณีศึกษา นิทาน เครื่องโสตทัศนอุปกรณ์ วีดิทัศน์ แถบเสียง แผ่นโปร่งใส Power Point กระดาษ ปากกา สี บัตรคำ บัตรความรู้ ใบงาน หนังสือ ตำรา เอกสารอ้างอิง ฯลฯ แหล่งเรียนรู้ที่ใช้ประกอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในคาบนั้น ๆ เช่น แหล่งเรียนรู้ในชุมชน วัด ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบล ศาลจังหวัด สถานีตำรวจ อนามัยตำบล ฯลฯ

2.6 การวัดและประเมินผล หมายถึง ออกแบบการประเมินผลและการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการประเมินผล ในที่นี้หมายถึง การวัดและประเมินผลการเรียนเป็นรายคาบ

ได้แก่ การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วม การแสดงความคิดเห็นและการตรวจผลงาน การใช้แบบทดสอบ การทำแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น การจัดกิจกรรมในชั้นนี้ ได้แก่ การนำผลงานมาติดที่ป้ายนิเทศ การอ่านหนังสือเพิ่มเติมนอกเวลา การทำแบบทดสอบ ฯลฯ

2.7 บันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บันทึกผลการใช้แผนฯ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สารระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลหลังสอน

### หลักในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ควรคำนึงถึงหลักในการเขียนว่าจะต้องเขียนอะไร เขียนอย่างไร และเพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายในการนำไปใช้ศึกษา หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางในการสอนผู้เรียน ควรคำนึงถึงรายละเอียดดังนี้

1. ควรเขียนให้ชัดเจน แจ่มแจ้งในทุกหัวข้อเพื่อให้ความกระจ่างแก่ผู้อ่าน มีรายละเอียดพอสมควร ไม่ย่อเยิ่นและไม่ละเอียดเกินไป
2. ใช้ภาษาเขียนที่สื่อความหมายให้เข้าใจได้ตรงกัน เป็นประโยคที่ได้ใจความ ไม่ใช่ความค้าง ไม่ยืดเยื้อ เยิ่นเย้อ
3. เขียนทุกหัวข้อเรื่องให้สอดคล้องกัน
4. สารสำคัญต้องสอดคล้องกับเนื้อหา
5. จุดประสงค์ต้องสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมและการวัดผล
6. สื่อการสอนต้องสอดคล้องกับกิจกรรมและการวัดผล
7. เขียนให้เป็นลำดับขั้นตอนก่อนหลังในทุกหัวข้อ
8. เขียนหัวข้อให้ถูกต้องชัดเจน เช่น จุดประสงค์ต้องเขียนให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
9. จัดเนื้อหา กิจกรรม ให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด
10. คิดกิจกรรมที่น่าสนใจอยู่เสมอ
11. เขียนให้เป็นระเบียบ ง่ายแก่การอ่าน และสะอาดชวนอ่าน
12. เขียนในสิ่งที่สามารถปฏิบัติได้จริงและสอนตามแผนที่วางไว้

สรุปได้ว่า หลักในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เขียนจะต้องวางแผนล่วงหน้าก่อนการเรียนการสอน โดยศึกษาเนื้อหาที่จะเขียนให้ละเอียดและตามลำดับขั้นตอน แบ่งหน่วยเนื้อหา

ย่อยแบ่งเวลาที่ใช้การสอนทุกหัวข้อมีความสอดคล้องกัน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย รวมทั้งต้องมีการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

### ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

วิมลรัตน์ สุนทรวิโรจน์ (2553) กล่าวว่า การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรเขียนเป็นขั้นตอน โดยนำมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมาจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้ ที่จัดทำหลักสูตรเพื่อให้เข้าใจเป้าหมายและทิศทางของการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ช่วงชั้น และกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี รายภาค (เฉพาะระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกำหนดสาระการเรียนรู้เป็นรายภาคเรียน) สาระการเรียนรู้ช่วงชั้นเป็นการกำหนดเนื้อหาที่จะต้องเรียนโดยคำนึงถึงจุดเน้นของหลักสูตร ความต้องการของผู้เรียน ความต้องการของท้องถิ่นและชุมชน จำนวนเวลาที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ วิชาและระดับชั้น ส่วนการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี รายภาคเรียนนั้นเป็นการระบุถึงความรู้ที่ทักษะ และคุณลักษณะของผู้เรียนซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละปี/ภาค

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาคเรียน เพื่อกำหนดเป็นสาระการเรียนรู้รายปี รายภาค กล่าวคือ เป็นเนื้อหาที่จะต้องเรียนให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่นและชุมชน

4. นำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี รายภาค และสาระการเรียนรู้รายปี/รายภาค มาพิจารณาเพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา

5. นำคำอธิบายรายวิชาที่กำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าเป็นหน่วยการเรียนรู้เปรียบเสมือนบทเรียนหนึ่ง ๆ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาหลายเรื่องที่มีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้การจัดทำหน่วยอาจใช้หลักการบูรณาการหลายกลุ่มสาระการเรียนรู้เข้าด้วยกัน โดยใช้วิชาใดวิชาหนึ่ง เช่น สังคมศึกษา แล้วนำลักษณะเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

6. นำหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายหน่วย

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยมาจัดทำแผนการเรียนรู้รายชั่วโมง

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ต้องเริ่มจากการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดรายปี/รายภาค แล้วกำหนดเป็นสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสภาพบริบทและความต้องการของท้องถิ่นและชุมชน หลังจากนั้นจึง

นำตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้รายปีมาพิจารณาจัดทำคำอธิบายรายวิชา แล้วจึงกำหนดเป็น  
หน่วยการเรียนรู้และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้การจัดการเรียนรู้ต่อไป

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้อธิบายไว้ว่า ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตาม  
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถจัดทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อนำไปใช้ในการจัดทำโครงสร้างรายวิชา ที่  
ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ เวลา  
เรียน และน้ำหนักคะแนนในแต่ละหน่วย ซึ่งจะเห็นในภาพรวมในระดับรายวิชาว่าผู้สอนจะต้อง  
จัดการเรียนรู้ในแต่ละปีการศึกษา หรือภาคการศึกษาทั้งหมดที่หน่วยการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียน  
เท่าใด

2. วิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชา และมาตรฐานรายวิชา โดยพิจารณาจากมาตรฐานการ  
เรียนรู้ และตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุม  
พฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ เจตคติและค่านิยม

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้โดยวิเคราะห์จากตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ใน  
แต่ละรายวิชา เพื่อนำมาใช้ในการเลือกและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชน และ  
ท้องถิ่นรวมทั้งวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน

4. วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้และ  
ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ ตลอดจนสาระการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้น  
ผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ลงมือปฏิบัติจริง มีความน่าสนใจ สอดคล้องกับวัยและ  
ธรรมชาติของผู้เรียน สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและชีวิตจริงได้

5. วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย  
ใช้เครื่องมือวัดที่มีความน่าเชื่อถือ และเกณฑ์การประเมินที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6. วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและ  
นอกห้องเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้

## แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
ไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิด เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการ

แก้ปัญหา เพราะเป็นการทำงานของสมองที่ใช้ทั้งการคิดพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อน เช่น การฟัง การอ่าน การสังเกต การระบุ การจำแนก การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์ การตีความ และการสรุปความ

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้อภิธานศัพท์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลักคือ การตั้งคำถาม หรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสื่อสาร

อนงค์ แก่นอินทร์ (2555) กล่าวว่า การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฝึกฝนผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาควรเน้นการสอนผู้เรียนให้รู้จักและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ การได้มาซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือไปจากการได้ข้อเท็จจริงทางเนื้อหาวิชานั้นถือว่าเป็นคุณค่าสูงสุดของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะไม่เพียงแต่ผู้เรียนจะใช้ทักษะเหล่านี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจทางเนื้อหาวิชาที่เรียนเท่านั้น ผู้เรียนยังใช้ทักษะดังกล่าวเพื่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกห้องเรียนอีกด้วย ซึ่งความสามารถดังกล่าวเป็นความสามารถในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้การคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่าง ๆ กระบวนการคิดและเรียนรู้รวมทั้งการจินตนาการเป็นผลของการคิดเฉพาะด้านและร่วมกันของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา สมองซีกซ้ายเจริญรวดเร็วในช่วงตั้งแต่ปฏิสนธิ ถึงอายุ 2 ปี และช่วงอายุ 7-12 ปี สมองส่วนนี้คิดเชิงวิเคราะห์ สร้างมโนทัศน์และภาษา ส่วนสมองซีกขวาเจริญในอัตราสูงและเด่นชัดในช่วงอายุ 3-6 ปี ทำหน้าที่คิดเชิงจินตนาการ สร้างสรรค์ สังเคราะห์และความคิดเชิงเทียบเคียง การส่งเสริมกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ต้องกระตุ้นการรับรู้โดยผ่านระบบประสาทสัมผัสทุกระบบ กระตุ้นการคิดของสมองทั้งการคิดพื้นฐานทุกกระบวนการคิด จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ความจำและภาษา หรือความคิดเชิงพหุปัญญาของสมองทั้งรายคนและแบบกลุ่ม จัดกิจกรรมที่ยั่วยุ ทำทายการคิดค้น ของระบบประสาทและสมอง ครูต้องเตรียมกิจกรรมการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อกระตุ้น ยั่วยุ ทำทายให้สมองคิด เตรียมสื่ออุปกรณ์ให้เพียงพอ เรียนร่วมกับเด็ก เพื่อศึกษาแบบการเรียนรู้ของเด็ก ครูคิดหาเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ เสมอ

กล่าวโดยสรุป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก การหาความสัมพันธ์ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนดตัวแปรการทดลอง การวิเคราะห์ และแปรผลข้อมูล การสรุปผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ

### ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524, หน้า 1-17) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการศึกษาของวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง และใช้กฎเกณฑ์ของสมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (American Association for The Advancement of Science: AAAS) โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็น 13 กระบวนการ แบ่งออกเป็น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่

1. การสังเกต (Observation)
2. การวัด (Measurement)
3. การจำแนกประเภท (Classification)
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relationships and Space/Time Relationships)
5. การคำนวณ (Using Number)
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inference)
8. การพยากรณ์ (Predication)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling)
12. การทดลอง (Experimenting)

### 13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

#### การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีเรียนที่ใช้กระบวนการนำเนื้อหามาประยุกต์ใช้ ซึ่งนักเรียนจะได้พัฒนาความรู้ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการประเมินผลกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน และครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการ คือ การประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมและการประเมินจากการทำแบบทดสอบ ลักษณะของคำถามในแบบทดสอบ

ทิพวรรณ ไกรนรา (2550) กล่าวว่า การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะ เพื่อใช้เป็นแนวทางการประเมินผลดูว่า นักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ หรือไม่ มากน้อยเพียงใด นอกจากนี้จะวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ในหลักสูตรแล้วจะต้องวัดความรู้ความเข้าใจ และความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการวัดผลโดยใช้คำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำแบบทดสอบที่ใช้ถามในลักษณะดังกล่าว นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา นั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องแจกแจงให้ชัดเจนโดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ
2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัดหมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่ง ๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ
3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายอยู่ที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละเอียด ชัดจะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะต้องทราบต่อไปอีกว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะวัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

มังกร ทองสุขติ (2552) ได้กล่าวว่า วิธีการวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจใช้กระบวนการ ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการ ดังนี้
  - 1.1 การใช้แบบสอบถามต่าง ๆ
  - 1.2 การสอบแบบปากเปล่า
  - 1.3 การซักถามและการอภิปรายของผู้เรียน
  - 1.4 การทำรายงาน
  - 1.5 การตรวจงาน
  - 1.6 การใช้แบบตรวจรายการ
2. การวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการ ดังนี้
  - 2.1 การสังเกตกระบวนการทำงาน
  - 2.2 การตรวจงาน
  - 2.3 การสังเกตจากการซักถามและการอภิปรายของผู้เรียน
  - 2.4 การใช้แบบสอบต่าง ๆ

วนิดา ตรีแจ่มจันทร์ (2562) ในระหว่างปี ค.ศ. 1960–1970 ได้มีการพัฒนาแบบทดสอบซึ่งวัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามจำนวนทักษะที่ต้องการทดสอบ แรกเริ่มเดิมทีแบบทดสอบเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ ต่อมาได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นผสมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีแต่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) เท่านั้น ที่แบบทดสอบได้ออกแบบมาใช้วัดความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบนี้มีชื่อว่า กระบวนการในการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ (The Processes of Science Test) ซึ่งใช้วัดว่านักเรียนมีความสามารถในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การทดสอบความรู้ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมและการประเมิน

จากการทำแบบทดสอบ ลักษณะของคำถามในแบบทดสอบ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีลักษณะแบบปรนัย

## แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์

### ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Aiken and Akin (1969) อธิบายคำว่า “เจตคติ” ในสามด้าน คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อนักวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต่อมา คลอเฟเฟอร์ ได้จัดจำแนกหมวดหมู่ของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. การแสดงออกถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์
2. การยอมรับเอาวิธีการสืบค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นวิธีคิด
3. การรับเอาเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาใช้
4. ความพึงพอใจในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
5. การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
6. การพัฒนาความสนใจที่มุ่งไปสู่การประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์หรือเกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์

ในเวลาต่อมาการ์ดเนอร์ได้จัดหมวดหมู่เจตคติออกเป็น 2 ประเภท โดยอาศัยแนวคิดของคลอเฟเฟอร์ ประกอบด้วย เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Toward Science) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) โดยการ์ดเนอร์ได้ให้คำจำกัดความ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นเจตคติที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึกความเชื่อ ค่านิยมที่บุคคลมีต่อวิทยาศาสตร์

Gardner (1975) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับลักษณะนิสัยการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์หรือการแสดงออกถึงการมีจิตใจที่เป็นวิทยาศาสตร์

Honderich (1995) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) หมายถึง การคิดที่อยู่บนพื้นฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทรรศนะการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากกว่าศิลปะในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโลกหรือเหตุการณ์ที่ต้องการทำความเข้าใจ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการทางปัญญาเพียงวิธีการเดียวที่ได้รับการยอมรับปัญหาทางปรัชญาเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และควรจะถูกจัดการได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้ให้ความหมายของคำว่า จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกนึกคิดในทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือได้รับประสบการณ์

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำ และการแสดงออกทางพฤติกรรมต่อความรู้หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมีความจำเป็นที่ต้องสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความชอบ สนใจที่จะเรียน ตลอดจนมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เพราะจะส่งผลต่อความรู้สึก นึกคิด และจะทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเป็นผู้ที่เชื่อมั่น ยึดถือ และศรัทธาในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในทางที่สร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นอย่างมีคุณธรรมและมีคุณค่า โดยจิตวิทยาศาสตร์จะครอบคลุมเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

วรรณพร เพิ่มโสภา (2563) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ ที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการวิพากษ์วิจารณ์องค์ความรู้ เกิดเป็นความคิดและมีทัศนะการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ ยึดมั่นในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และก่อให้เกิดเป็นพฤติกรรมของบุคคลที่เป็นบุคลิกภาพเฉพาะตัวของผู้นั้น

กล่าวโดยสรุป จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง เจตคติ หรือ ความรู้สึก ความเชื่อ ค่านิยมที่บุคคลมีต่อวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### **การวัดจิตวิทยาศาสตร์**

ในการวัดจิตวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กำหนดแนวทางการวัดจิตวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

วรรณพร เพิ่มโสภา (2563) ได้การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ พบว่า แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงคราม ที่พัฒนาขึ้น เป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เหมาะสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่านั้น โดยใช้คุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ที่กำหนดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ 10 คุณลักษณะ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ 10 คุณลักษณะ ประกอบด้วยคุณลักษณะละ 3 ข้อ รวม 30 ข้อ เป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 5 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกมีคะแนนที่แตกต่างกันตั้งแต่ 1-5 คะแนน ตามทฤษฎีจิตพิสัยของ แครธไวลและ

คณะ (Krauthohl, et al., 1964) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สามารถวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยได้ตามลำดับขั้นของลักษณะนิสัยของบุคคลที่ประกอบด้วย 5 ลำดับขั้นคือ ขั้นการรับรู้ ขั้นการตอบสนอง ขั้นเห็นคุณค่า ขั้นจัดระบบคุณค่า และขั้นสร้างลักษณะนิสัย

สุนารี มีใหม่ (2557) ได้การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ขึ้นจากคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 10 คุณลักษณะ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความเพียรพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความรับผิดชอบ ความริเริ่มสร้างสรรค์และการมีเจตคติวิทยาศาสตร์ กำหนดกรอบแนวคิด นิยามและคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ รวมทั้งศึกษาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามของแบบวัด และจัดทำตารางโครงสร้างตามนิยาม และพฤติกรรมบ่งชี้คุณลักษณะต่าง ๆ ของจิตวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ชนิดสถานการณ์ ตัวเลือก 5 ระดับของจิตพิสัยตามแนวคิดของ Krauthohl, et al. (1964) อ้างอิงใน ทราหยอง พวงสันเสียะ (2553) ได้แก่ 1) ระดับการรับรู้ 2) ระดับการตอบสนอง 3) ระดับการรู้คุณค่า 4) ระดับการจัดระบบ 5) ระดับลักษณะนิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้กล่าวถึงการวัดจิตวิทยาศาสตร์ว่ามีประกอบด้วย 10 คุณลักษณะ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความต้องการที่จะรู้หรือปรารถนาที่จะเสาะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ตนสนใจหรือต้องการค้นพบสิ่งใหม่ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีการตั้งคำถามหรือตั้งข้อสงสัยในสิ่งที่ตนเองสนใจอยากรู้ มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ความมีเหตุผล หมายถึง การเห็นความสำคัญ และยึดมั่นในหลักเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ปรารถนาที่จะใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ยอมรับและต้องการคำอธิบายที่มีเหตุผล ไม่เชื่อเรื่องที่ขาดประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือ มีความต้องการพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริงในสิ่งต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ความใจกว้าง หมายถึง การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของตนเองและยินดีให้มีการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ยินดีที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมตามเหตุผลข้อเท็จจริงโดยไม่ยึดมั่นในแนวความคิดของตน เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4. ความซื่อสัตย์ หมายถึง การนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยการสังเกตและบันทึกผลการทดลองต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

5. ความพยายามมุ่งมั่น หมายถึง ความปรารถนาในศึกษาเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความมุ่งมั่น เพียรพยายาม และไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง วิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง มีความอดทน เพื่อได้รับคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง

6. ความรอบคอบ หมายถึง ความสามารถในการใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นจริงทันทีถ้ายังไม่มี การพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจ และการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

7. ความรับผิดชอบ หมายถึง ความมุ่งมั่นและตั้งใจที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายให้สำเร็จด้วยความพากเพียร เอาใจใส่ มีระเบียบวินัยในตนเอง ตระหนักถึงผลที่มีต่อ สังคม และสิ่งแวดล้อม ยอมรับผลการกระทำของตนด้วยความเต็มใจทั้งผลดีและผลเสีย และ พยายามที่จะปรับปรุงการปฏิบัติหน้าที่ให้ดีขึ้น

8. ความร่วมมือช่วยเหลือ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ และเต็มใจในการทำการทดลอง วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่ม ในการทำงานกลุ่มกับเพื่อน ปรารถนาที่จะสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น รู้จักบทบาทหน้าที่ของตน สามารถปฏิบัติงานกลุ่มให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

9. ความสร้างสรรค์ หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ เห็นคุณค่าและนิยมชมชอบ ในความคิดริเริ่มแปลกใหม่ หลากหลาย มีความต้องการคิดอย่างอิสระและใช้จินตนาการในการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปรารถนาที่จะคิดเข้าใจอย่างลึกซึ้งด้วยตนเอง กล้าทดลอง กล้าเสี่ยง ไม่กลัว ความผิดพลาด

10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ที่อยู่ภายในจิตใจของนักเรียนต่อ การเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสนใจ และเห็นคุณค่าในวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความโน้มเอียง ที่จะแสดงพฤติกรรมออกมาในทางบวก

จรงค์ษ์ ภาโส (2553) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ค่าความเชื่อมั่น และหาเกณฑ์ปกติ โดยแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 0.60 ถึง 1.00 ค่าอำนาจ จำแนก 2.352 ถึง 8.987 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.34 ถึง 0.98 ค่า  $\chi^2$  เท่ากับ 23.63 ถึง 94.09 ค่า P-value เท่ากับ 0.10075 ถึง

0.90849 ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.06 ถึง 0.63 ค่า GFI เท่ากับ 0.98 ถึง 0.99 ค่า RMR เท่ากับ 0.011 ถึง 0.027 และ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.000–0.028 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.9875 และ เกณฑ์ปกติของคะแนน มีค่าอยู่ระหว่าง T20 ถึง T82

กล่าวโดยสรุป การวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ประกอบด้วย 10 คุณลักษณะหลัก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าผลการศึกษาของ จงรักษ์ ภาโส (2553) มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้ จึงนำแบบวัดดังกล่าวมาใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 10 ด้าน ดังนี้ ด้านความสนใจ ด้านความอดทน ด้านความมุ่งมั่น ด้านความรอบคอบ ด้านความรับผิดชอบ ด้านความซื่อสัตย์ ด้านความประหยัด ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ด้านความมีเหตุผล และด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

## แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

### ความหมายของความพึงพอใจ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2559) กล่าวว่า ความพึงพอใจ (Satisfaction) หมายถึง ภาวะของอารมณ์ และความรู้สึกร่วมกันของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้ ประสบการณ์ที่เกิดจากแรงจูงใจ ซึ่งเป็นพลังภายในของแต่ละบุคคล อันเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายที่คาดหวังและความต้องการด้านจิตใจ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นหาลักษณะที่ต้องการมาตอบสนองตนเอง

สมบัติ บารมี (2551) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกเป็นสุขที่เกิดจากทัศนคติทางด้านบวกที่มีต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นทั้งจากภายในและภายนอกของปัจเจกบุคคล

จิราพร กำจัดทุกข์ (2552) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เป็นการยอมรับความรู้สึกที่ยินดีความรู้สึกชอบในการได้รับบริการหรือได้รับการตอบสนองตามความคาดหวังหรือความต้องการที่บุคคลนั้นได้ตั้งไว้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) ได้ระบุความหมายของคำว่า “พึงพอใจ” หมายถึง รัก หรือ ชอบใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (2562) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติอย่างหนึ่งที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นรูปร่างได้ ที่บุคคลได้รับการตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งอาจเป็นผลบวกหากตรงกับความต้องการ หรือเป็นผลลบหากไม่ตรงกับความต้องการของบุคคล

พัฒนา พรหมณี (2563) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งที่เกิดจากแรงจูงใจ ซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในที่ผลักดันให้เกิดความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ยินดีไม่ยินดี

เมื่อได้รับการตอบสนองของความต้องการและความคาดหวัง ที่เกิดจากการประมาณค่า อันเป็นการเรียนรู้ประสบการณ์จากการกระทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดการตอบสนองความต้องการตามเป้าหมายของแต่ละบุคคล

กล่าวโดยสรุป ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจ ผลักดันให้เกิดความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ซึ่งความพึงพอใจจะเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

### ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Kotler and Armstrong (2002) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นพฤติกรรมของมนุษย์ เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับเคลื่อน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอ ที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา (biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตั้งเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (recognition) การยกย่อง (esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความต้องการตั้งเครียด

Maslow (1970) ได้สร้างทฤษฎีแรงจูงใจ ซึ่งเป็นวิธีค้นหาวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

1. ความต้องการทางกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่าความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย
3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน
4. ความต้องการการยกย่อง (Esteem Needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือ และสถานะทางสังคม
5. ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (Self-actualization Needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่างเช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชั้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

Freud (1989) ได้สร้างทฤษฎีแรงจูงใจ ซึ่งเป็นการตั้งสมมุติฐานว่า บุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม พรอยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผล และมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก

นฤมล จำอินทร์ (2557) ได้เสนอทฤษฎีความต้องการของมนุษย์ว่า มนุษย์มีความต้องการอยู่ 5 ระดับ คือ

1. ความต้องการทางกายภาพ (Physiological Need) เป็นความต้องการขั้นต่ำสุดซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต เช่น ต้องการอาหาร น้ำ อากาศ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม เป็นต้น ซึ่งถ้าได้สิ่งเหล่านี้ก็จะเกิดความพึงพอใจ

2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Need) เป็นความต้องการเพื่อปกป้องพิทักษ์ตนเองให้เกิดความมั่นคงปลอดภัยจากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว เช่น สัญญาจ้างงาน ข้อตกลงระหว่างฝ่ายจัดการกับสหภาพแรงงาน การประกันการว่างงาน ฯลฯ

3. ความต้องการทางสังคม (Social Need) เป็นความต้องการให้ผู้อื่น และสังคมยอมรับคบหาสมาคม และเป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน มิตรภาพและความรักต่อกัน

4. ความต้องการมีฐานะทางสังคม (Esteem Need) ความต้องการมีฐานะในสังคมสามารถแบ่งออกได้ 2 ด้าน คือ

4.1 บรรณาธิที่จะเข้มแข็ง เชื้อมั่นในตนเอง ความอิสระเสรีภาพ

4.2 ต้องการชื่อเสียง ตำแหน่ง ฐานะ ความเด่นดัง การรับรอง และความชื่นชมจากผู้อื่น

5. ความต้องการความสำเร็จในสิ่งที่ตนปรารถนา (Self Actualization) เป็นความต้องการขั้นสูงสุดของมนุษย์ และความต้องการขั้นสูงสุดของแต่ละคนจะไม่เหมือนกัน และไม่เท่ากัน องค์การควรสนองตอบความต้องการของมนุษย์ คือ เปิดโอกาสให้คนที่ดีมีโอกาสที่จะสนอง

ความต้องการตามอุดมการณ์ของเขาให้มากที่สุด เพราะเป็นธรรมชาติของมนุษย์ ซึ่งจะพอใจมากหากได้แสดงผลงานที่สูงที่สุดที่ตนเองจะได้ทำ

กล่าวโดยสรุป ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ คือ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นโดยต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับเคลื่อน (drive) เป็นความต้องการของมนุษย์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ความต้องการทางกายภาพ ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการทางสังคม ความต้องการมีฐานะทางสังคม และความต้องการความสำเร็จในสิ่งที่ตนปรารถนา

### การประเมินความพึงพอใจ

ดวงพร รินแจ่ม (2557) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของความพึงพอใจ เพื่อให้สามารถวัดและประเมินความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

1. เกิดจากประสบการณ์ สิ่งเร้าต่าง ๆ รอบตัว แต่ละคน โดยมีความพึงพอใจต่อสิ่งต่าง ๆ แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบุคคล การอบรมเลี้ยงดู การเรียนรู้ ประเพณี วัฒนธรรม และสติปัญญา เป็นต้น

2. เป็นการเตรียมความพร้อมในการสนองต่อสิ่งเร้า ความพึงพอใจมีลักษณะที่ซับซ้อนยากที่คนภายนอกจะมองออกว่าเราพอใจหรือไม่ และบางครั้งไม่มีเหตุผล

3. มีทิศทางการประเมินว่าเป็นอารมณ์ ความรู้สึกในด้านดีหรือด้านลบ ทั้งนี้ถ้ารู้สึกพึงพอใจก็ไม่ได้หมายความว่าเหตุการณ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งพึงปรารถนา เช่น มีความพึงพอใจต่อการดื่มสุรา แต่การดื่มสุราเป็นสิ่งที่ไม่ดี เป็นต้น

4. มีความเข้ม คือ มีปริมาณมากน้อยของความรู้สึก เช่น ชอบ หรือชอบมาก เป็นต้น

5. มีความคงทน เป็นสิ่งที่คนยึดมั่น และมีส่วนกำหนดพฤติกรรมของคนนั้น

6. แสดงออกให้เห็นทั้งพฤติกรรมภายนอกและภายใน เช่น จิตใจขุ่นมัว หรือการแสดงออกด้วยท่าทาง เป็นต้น

7. ต้องมีสิ่งเร้าจึงมีการตอบสนอง หากไม่มีสิ่งเร้าก็เกิดความพึงพอใจ หรือไม่พึงพอใจ

ปัญญากร ตาจ๊ะ (2560) ได้สรุปเกี่ยวกับการประเมินความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

1. ประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันแพร่หลายวิธีหนึ่ง โดยการร้องขอหรือขอความร่วมมือจากกลุ่มบุคคลที่ต้องการวัด แสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้เลือกตอบหรือเป็นคำตอบอิสระ ซึ่งคำถามที่ถามอาจจะถามถึงความพอใจในด้านต่าง ๆ โดยทั่วไปนิยมใช้เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดเป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

จากนั้นกำหนดเกณฑ์ในการแปลค่าของคะแนนที่ได้ ดังนี้

4.50–5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด

3.50–4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

2.50–3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับปานกลาง

1.50–2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับน้อย

1.00–1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

2. ประเมินความพึงพอใจโดยใช้การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง การวัดความพึงพอใจโดยวิธีการสัมภาษณ์นับว่าเป็นวิธีที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง

3. ประเมินความพึงพอใจโดยใช้การสังเกต เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้สังเกต โดยวิธีการสังเกตจากพฤติกรรมขณะปฏิบัติงาน สังเกตกิริยาท่าทาง การพูด สีหน้า และความถี่ของการปฏิบัติการ เป็นต้น การวัดความพึงพอใจโดยวิธีนี้ผู้วัดจะต้องกระทำอย่างจริงจังและมีแบบแผนที่แน่นอนจึงจะสามารถประเมินได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536) ได้ศึกษาวิธีวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นการวัดโดยคอยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลไปอนุมานว่าบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งนั้น ๆ อย่างไร

2. การรายงานตนเอง (Self-Report) เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา จากการเล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าของคะแนนความพอใจได้

3. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการซักถามกลุ่มบุคคล ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา แต่บางครั้งอาจไม่ได้ความจริงตามที่คาดหวังไว้ เพราะบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างอาจไม่ยอมเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริง

4. เทคนิคจินตนาการ (Projective Techniques) วิธีนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ เมื่อผู้สอบเห็นภาพแปลก ๆ ก็จะทำให้เกิดจินตนาการออกมาแล้วนำมาตีความหมายจากการตอบนั้น ๆ ก็พอจะวัดเจตคติได้ว่าพอใจหรือไม่

5. วิธีการวัดทางสรีระ คือ ใช้เครื่องมือเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย การวัดทางสรีระนี้ สามารถกระทำได้โดย การวัดความต้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง การขยายของลูกนัยน์ตา การวัดฮอร์โมนบางชนิด

6. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง

กล่าวโดยสรุป การประเมินความพึงพอใจสามารถประเมินได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต และการรายงานตนเอง เป็นต้น

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ยุดา พลธรรม (2555) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านกุดเลาะ (ครูประชาชนุสรณ์) กลุ่มพื้นที่การศึกษาเกษตรสมบูรณ์ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยภูมิ เขต 2 จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน เวลา 12 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.16/84.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75

2. ดัชนีประสิทธิผลของผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7597 หมายความว่า มีคะแนนความก้าวหน้าในการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 75.97

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความคงทนความรู้หลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ ได้คิดเป็นร้อยละ 99.83 ซึ่งไม่แตกต่างกัน ของคะแนนหลังเรียน

กรองกาญจน์ วิลัยศร (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดาราสุมทร ศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มทดลอง ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต รายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 (ว22102) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต รายวิชา วิทยาศาสตร์ 4 (ว22102) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 (ว22102) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยมีดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.12 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.04 เมื่อนำค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบมาเปรียบเทียบกันด้วย t-test Independent พบว่าค่า t เท่ากับ 4.413

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.32 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียน กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.02 เมื่อนำค่าเฉลี่ยของคะแนนมาทดสอบด้วย t-test Independent พบว่าค่า t เท่ากับ 4.876

นันทพร เชื้อนแก้ว (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ จิตวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) 2) เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) 3) เพื่อศึกษาระดับของจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) 4) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลังใช้นวัตกรรมประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนบ้านไร่ กลุ่มเครือข่ายพัฒนาการศึกษาแม่เงิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 3 จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 6 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 ข้อ 3) แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ และ

4) แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 ข้อ ผลการวิจัยมีดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 24.69 คิดเป็นร้อยละ 83.31 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.15 คิดเป็นร้อยละ 30.51 โดยมีค่าความต่าง เท่ากับ 15.54 คิดเป็นร้อยละ 51.79

2. ผลเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 19 คิดเป็นร้อยละ 62.31 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 คิดเป็นร้อยละ 40.00 โดยมีค่าความต่าง เท่ากับ 6.69 คิดเป็นร้อยละ 22.31

3. ผลการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.58

4. ผลศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 19 คิดเป็นร้อยละ 75.38

พรทิพย์ เจริญใจ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) จำนวน 8 แผน รวมเวลา 16 ชั่วโมง ซึ่งมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.57 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก-ง่าย อยู่ระหว่าง 0.55–0.74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่

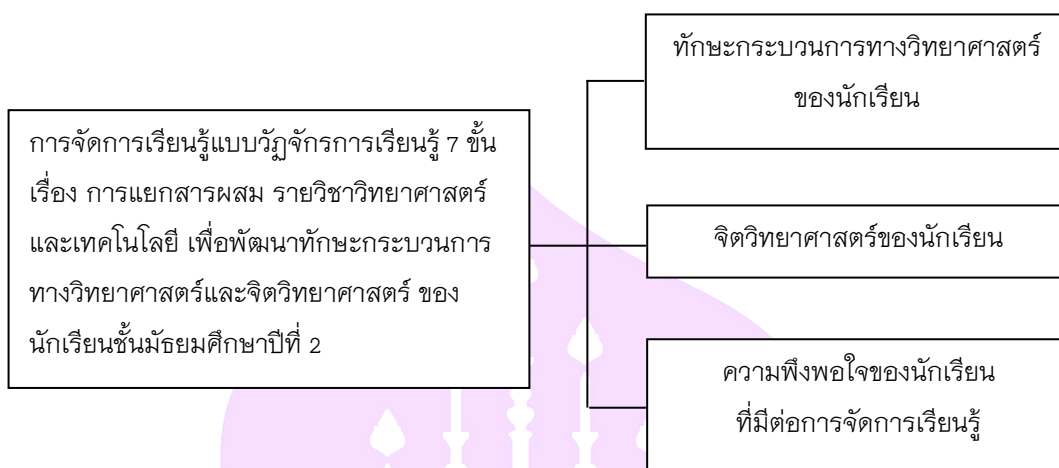
ระหว่าง 0.34–0.85 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.84 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบอัตนัย โดยการสร้างสถานการณ์ จำนวน 5 สถานการณ์ และแต่ละสถานการณ์ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจผลลัพธ์ ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์และแนวทางการให้คะแนนเป็นมาตรฐานประมาณค่าสถานการณ์ละ 3 คะแนน รวม 15 คะแนน มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 2.71–3.25 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.99 ผลการวิจัยมีดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ ) เท่ากับ 82.33 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 81.25 แสดงว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 82.33/81.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 14.68 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.37 แสดงว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 8.75 และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน เท่ากับ 11.53 แสดงว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อ เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3) เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้วิจัยมีขั้นตอน การดำเนินการดังนี้

1. แผนแบบการทดลอง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### แผนแบบการทดลอง

แผนแบบของการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียว มีการประเมินทั้งก่อนและ หลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) ดังต่อไปนี้ (นพพร ธนะชัยพันธ์, 2557, หน้า 46)

ทดสอบก่อนเรียน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทดสอบหลังเรียน
O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

O<sub>1</sub> หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม

O<sub>2</sub> หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 58 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Sample Random Sampling) ทำการจับฉลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา ศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

3. แบบวัดจิตวิทยาาสตร์เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ลักษณะคำตอบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ลักษณะคำตอบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

## การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1. พัฒนาแผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดำเนินการ สร้างตามขั้นตอน ดังนี้

### ขั้นการวิเคราะห์

#### 1.1 วิเคราะห์เนื้อหา

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว22101 โดยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ คู่มือครูและข้อบ่งชี้ของเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

#### ขั้นออกแบบ

1.2 กำหนดองค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยสังเคราะห์องค์ประกอบของแผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบ่งออกเป็น 10 องค์ประกอบ ดังนี้

#### 1.2.1 สาระ

#### 1.2.2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

#### 1.2.3 สาระสำคัญ

#### 1.2.4 สาระการเรียนรู้

#### 1.2.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.2.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

#### 1.2.7 ชิ้นงาน/ภาระงาน

#### 1.2.8 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้

#### 1.2.9 การวัดผลและประเมินผล

#### 1.2.10 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ

เรียนรู้ 7 ชั้น

- ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)
- ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
- ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
- ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)
- ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase)
- ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation Phase)
- ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1.3 สร้างแผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมเวลาเรียน 12 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 2 ดังนี้



ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ  
จิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผน การเรียนรู้ที่	เรื่อง	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	การระเหยแห้ง	1.1 อธิบายการแยกสารผสมโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การ กลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำ ละลาย โดยใช้หลักฐานแข็ง ประจักษ์ (ว 2.1 ม.2/1) 1.2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย (ว 2.1 ม.2/2)	1. อธิบายการแยกสารผสม โดยการระเหยแห้ง 2. แยกสารโดยการระเหย แห้ง	การระเหยแห้งเป็นวิธีการแยก สารละลายที่มีสถานะเป็น ของแข็งออกจากสารละลายที่มี สถานะเป็นของเหลว โดยให้ ความร้อนแก่สารละลายทำให้ตัว ทำละลายระเหยกลายเป็นไอน้ำ ไปทั้งหมดจนเหลือตัวละลายติด อยู่ที่ภาชนะ	2 ชั่วโมง

ตาราง 2 (ต่อ)

แผน การเรียนรู้ที่	เรื่อง	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
2	การตกผลึก	1.1 อธิบายการแยกสารผสมโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การ กลั่นอย่างง่าย โตรมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำ ละลาย โดยใช้หลอดฐานเชิง ประจักษ์ (จ 2.1 ม.2/1)	1. อธิบายการแยกสารผสมโดย การตกผลึก 2. แยกสารโดยการตกผลึก	การตกผลึกเป็นวิธีแยกของแข็ง ออกจากสารละลายโดยทำให้ สารละลายที่อุณหภูมิสูงแล้วทำ ให้เย็นลง ตัวละลายที่มีอยู่มาก เกินพอในสารละลายจะแยกตัว ออกจากสารละลายในรูปผลึกที่ เป็นสารบริสุทธิ์	2 ชั่วโมง
		1.2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โตรมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย (จ 2.1 ม.2/2)			

ตาราง 2 (ต่อ)

แผน การเรียนรู้ที่	เรื่อง	มาตรฐาน / ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	การกลั่นแบบ ธรรมชาติ	1.1 อธิบายการแยกสารผสมโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การ กลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำ ละลาย โดยใช้หลักฐานเชิง ประจุ (ว 2.1 ม.2/1) 1.2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย (ว 2.1 ม.2/2)	1. อธิบายการแยกสารผสมโดย การกลั่นแบบธรรมดา 2. แยกสารโดยการกลั่นแบบ ธรรมดา	การกลั่นเป็นการทำให้ ของเหลวกลายเป็นไอและทำให้ ไอน้ำควบแน่นกลับมาเป็นของเหลว อีกครั้ง การกลั่นแบบธรรมดา นำไปใช้แยกสารผสมที่เป็น ของเหลวที่มีสารระเหยง่าย ละลายอยู่กับสารที่ระเหยยาก โดยสารที่ระเหยง่ายจะกลั่น ออกมาก่อน	2 ชั่วโมง

ตาราง 2 (ต่อ)

แผน การเรียนรู้ที่	เรื่อง	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
4	โครมาโทกราฟี	<p>1.1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดย ใช้หลักสุวนเชิงประจักษ์ (ว 2.1 ม.2/1)</p> <p>1.2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย (ว 2.1 ม.2/2)</p>	<p>1. อธิบายการแยกสารผสมโดยโครมาโทกราฟี</p> <p>2. แยกสารโดยโครมาโทกราฟี</p>	<p>การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษเป็นวิธีแยกสารผสมที่มีปริมาณน้อยมาก โดยใช้สมบัติการละลายในตัวทำละลายและการดูดซับด้วยกระดาษได้แตกต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิดที่ผสมกันเคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้ระยะทางต่างกัน โดยสารที่ดูดซับได้น้อยกว่าจะเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปได้ระยะทางไกลกว่าจึงแยกสารผสมออกจากกันได้</p>	2 ชั่วโมง

ตาราง 2 (ต่อ)

แผน การเรียนรู้ที่	เรื่อง	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
5	การสกัดด้วยตัว ทำลาย	1.1 อธิบายการแยกสารผสมโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การ กลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำ ละลาย โดยใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์ (ว 2.1 ม.2/1) 1.2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำลาย (ว 2.1 ม.2/2)	1. อธิบายการแยกสารผสมโดย การสกัดด้วยตัวทำลาย 2. แยกสารโดยการสกัดด้วยตัว ทำลาย	การแยกสารโดยการ สกัดด้วยตัวทำลายเป็นวิธีการ แยกสารผสมที่เป็นของเหลวปน อยู่กับของเหลว หรือของแข็งปน อยู่กับของเหลว โดยใช้สมบัติการ ละลายของสารและอาจใช้แยก สารที่ต้องการออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งมีหลักการที่สำคัญ คือ การเลือกตัวทำละลายที่ เหมาะสมในการสกัดสารที่ ต้องการออกมาให้ได้มากที่สุด	2 ชั่วโมง

ตาราง 2 (ต่อ)

แผน การเรียนรู้อยู่ที่	เรื่อง	มาตรฐาน / ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
6	การนำความรู้ เรื่องการแยกสาร ไปใช้ประโยชน์	นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ (ว 2.1 ม.2/3)	นำวิธีการแยกสารไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์	สารในธรรมชาติอยู่ใน ลักษณะสารผสม ซึ่งไม่สามารถ นำไปใช้ประโยชน์ตรงกับสมบัติที่ ต้องการได้ จึงต้องนำความรู้อัน เรื่องการแยกสารไปใช้แยกสารที่ ต้องการออกจากสารผสม เพื่อให้การแยกสารมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ จึงต้องนำ ความรู้เรื่องการแยกสารไป บูรณาการกับคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์หรือการ ออกแบบ และเทคโนโลยีมาใช้ โดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับขั้นตอน ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุ ปัญหา การรวบรวมข้อมูล ความรู้ที่เกี่ยวข้อง	2 ชั่วโมง

ตาราง 2 (ต่อ)

แผน การเรียนรู้ที่	เรื่อง	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
				<p>การออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา การวางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาซึ่งอาจ นำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ ให้เหมาะสม การทดสอบผลการ แก้ปัญหาเพื่อประเมินผลแล้ว นำไปปรับปรุงให้มีความสูงขึ้น เมื่อได้ผลงานที่มีคุณภาพจึง เผยแพร่แลกเปลี่ยนเรียนรู้</p>	

### ขั้นพัฒนา

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ขั้นตอนการสอน ความต่อเนื่องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้ ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

1.5 เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของในแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินของ ลิเคอร์ท (likert Scale) มาตรฐานส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2550, หน้า 121) ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก

3 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย

1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการนำคะแนนที่ได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายชื่อ โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2550, หน้า 121)

คะแนนเฉลี่ย ความหมาย

4.51–5.00 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51–4.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.51–3.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

1.51–2.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1.00–1.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมในการยอมรับว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์ตัดสินการผ่านให้นำไปใช้ได้ ผลการประเมินพบว่า ในภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02 จากนั้นดำเนินการปรับแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

#### ขั้นตอนทดลองใช้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนดอนชัยวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 16 คน

#### ขั้นประเมินผล

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขและทดลองใช้เรียบร้อยแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 30 คน

2. การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

#### ขั้นการวิเคราะห์

2.1.1 วิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

2.1.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำมากำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียน ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

### ชั้นออกแบบ

2.1.3. ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดระดับพฤติกรรมของแบบทดสอบ ดังนี้ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) ประยุกต์ใช้ 4) วิเคราะห์ 5) สังเคราะห์ และ 6) ประเมินค่า ตามเนื้อหา จำนวน 6 เรื่อง เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อเลือกแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไว้ใช้จริง จำนวน 30 ข้อ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงจำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม

แผนการจัด การเรียนรู้เรื่อง	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม						รวมจำนวนข้อ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	
1. การระเหยแห้ง	3	1	1	2	-	1	8
2. การตกผลึก	1	3	-	1	1	2	8
3. การกลั่นแบบธรรมดา	1	1	1	1	1	-	4
4. โครมาโทกราฟี	2	2	1	-	-	-	5
5. การสกัดด้วยตัวทำละลาย	1	2	2	1	1	-	7
6. การนำความรู้เรื่องการแยกสารผสม ไปใช้ประโยชน์	1	1	2	1	2	1	8
<b>รวม</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>40</b>

### ชั้นพัฒนา

2.1.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม การใช้ภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

(Index of Item-Objective Congruence: IOC) (อนูวัติ คุณแก้ว, 2558, หน้า 199) โดยกำหนดค่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าคำถามข้อนั้นวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามข้อนั้นวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด
- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าคำถามข้อนั้นวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด

2.1.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) (อนูวัติ คุณแก้ว, 2558, หน้า 199) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบ ทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น มีจำนวน 37 ข้อ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67–1.00

#### ขั้นทดลองใช้

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนดอนชัยวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 16 คน แล้วนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพรายข้อ แล้วนำมาปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์คุณภาพ โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20–0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ จากนั้นนำผลการสอบเฉพาะข้อที่ตัดไว้มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ คำนวณโดยใช้สูตร KR-20 ตามวิธีของ Kuder Richardson พบว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

#### ขั้นประเมิน

2.1.8 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้มีความถูกต้องเหมาะสมอย่างสมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 30 คน

2.1.9 นำคะแนนจากการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

## 2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ศึกษาหลักการและวิธีการวัดพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) การตั้งสมมติฐาน 10) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) การกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) การทดลอง 13) การตีความหมายและลงข้อสรุป

2.2.3 การสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินคุณภาพ 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และปรับปรุง

2.2.4 เกณฑ์คุณภาพ มีดังนี้

คะแนน 3 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับปรับปรุง

2.2.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงใหม่ จำนวน 30 คน

2.2.6 นำคะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์การผ่านร้อยละ 60

## 3. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นวิเคราะห์

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นออกแบบ

3.2 ในการวัดและประเมินผลด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สร้างและพัฒนาขึ้นโดย

จงรักษ์ ภาโส (2553) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ค่าความเชื่อมั่น และหาเกณฑ์ปกติ โดยแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 0.60 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนก 2.352 ถึง 8.987 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.34 ถึง 0.98 ค่า  $\chi^2$  เท่ากับ 23.63 ถึง 94.09 ค่า P-value เท่ากับ 0.10075 ถึง 0.90849 ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.06 ถึง 0.63 ค่า GFI เท่ากับ 0.98 ถึง 0.99 ค่า RMR เท่ากับ 0.011 ถึง 0.027 และ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.000–0.028 ค่าความเชื่อมั่นทั้งหมด เท่ากับ 0.9875 และเกณฑ์ปกติของคะแนน มีค่าอยู่ระหว่าง T20 ถึง T82 ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นว่า แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้ โดยการวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วย 10 ด้าน ดังนี้ ด้านความสนใจ ด้านความอดทน ด้านความมุ่งมั่น ด้านความรอบคอบ ด้านความรับผิดชอบ ด้านความซื่อสัตย์ ด้านความประหยัด ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ด้านความมีเหตุผล และด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง จิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง จิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง จิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

ขั้นการพัฒนา

3.3 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item–Objective Congruence: IOC) (อนุวัติ คุณแก้ว, 2558, หน้า 199) โดยกำหนดค่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

-1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าคำถามข้อนั้นวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด

0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามข้อนั้นวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด

+ 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าคำถามข้อนั้นวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด

3.4 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67–1.00

ขั้นการทดลองใช้

3.5 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนดอนชัยวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 16 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบวัด (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .936

#### ขั้นประเมินผล

3.6 จัดพิมพ์แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### ขั้นวิเคราะห์

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### ขั้นออกแบบ

4.2 ออกแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 15 รายการ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับได้ที่ระดับ 3.51 ขึ้นไปและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน

1.00

#### ขั้นการพัฒนา

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษาและจำนวนข้อที่ใช้

4.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยาม ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2560, หน้า 150)

-1 เมื่อแน่ใจว่าภาษาที่ใช้และข้อคำถามกับประเด็นที่วัดความพึงพอใจไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามคำนิยามศัพท์เฉพาะ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าภาษาที่ใช้และข้อคำถามกับประเด็นที่วัดความพึงพอใจสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามคำนิยามศัพท์เฉพาะ

+1 เมื่อภาษาที่ใช้และข้อคำถามกับประเด็นที่วัดความพึงพอใจสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามคำนิยามศัพท์เฉพาะ

4.5 คัดเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 15 ข้อ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

#### ขั้นการทดลองใช้

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนดอนชัยวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย จำนวน 16 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของ Cronbach ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.858 (นพพร ธนชัยพันธ์, 2557, หน้า 319-320)

#### ขั้นประเมินผล

4.7 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจ ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตในการวิจัยจากมหาวิทยาลัยพะเยา ไปเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย
2. ปฐมนิเทศ ชี้แจง เกี่ยวกับกระบวนการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1
3. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการทดลองและบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียนเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
4. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้น ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง เวลาในการประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง
5. เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง
6. ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7. ผู้วิจัยรวบรวมคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และผลความพึงพอใจเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เสนอรายงานในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินคุณภาพของการพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอในตารางประกอบการบรรยาย
2. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอในตารางประกอบการบรรยาย

3. จิตวิทยาศาสตร์จากการเรียน เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอในรูปแบบตาราง ประกอบการบรรยาย

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบการบรรยาย

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. สถิติที่ใช้ในการหาค่าคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2560, หน้า 150) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้อง

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 การหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (นพพร ธนะชัยพันธ์, 2557, หน้า 324-325) ดังนี้

การหาค่าความยากง่าย (p)

$$p = \frac{R_U + R_L}{2f}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

$R_U$  แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

f แทน จำนวนผู้ที่เข้าสอบในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

การหาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{R_U + R_L}{f}$$

เมื่อ	r	แทน	ความค่าอำนาจจำแนก
	$R_U$	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	f	แทน	จำนวนผู้ที่เข้าสอบในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

1.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้ KR-20 ตามวิธีของ Kuder Richardson (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2560, หน้า 157)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมของผู้เข้าสอบแต่ละคน

$$s^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

1.4 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (นพพร ณะชัยชนธ์, 2557, หน้า 19) ดังนี้

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบสอบถาม

$\sum s_i^2$  แทน ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อของแบบสอบถาม  
 $s^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของผู้ตอบแต่ละคน

$$s^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

## 2. สถิติพื้นฐาน

คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน (นพพร ณะชัยพันธ์, 2557, หน้า 18, 48)

ค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ

$\bar{X}$

แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$

แทน ผลบวกของคะแนนทั้งหมด

n

แทน จำนวนนักเรียน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

เมื่อ

S.D.

แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x_i^2$

แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum x_i)^2$

แทน กำลังสองของผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n

แทน จำนวนนักเรียน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร

การเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติค่า  $t$  (นพพร ณะชัยพันธ์, 2557, หน้า 134)

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n \sum d^2 - (\sum d)^2}{(n-1)}}}$$

เมื่อ  $\sum d$  แทน ผลรวมความแตกต่างคะแนน  
 $\sum d^2$  แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างคะแนน  
 $n$  แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตอนที่ 3 ผลการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 4 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ครอบคลุม ด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.33	0.58	มาก
2.3 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.78	0.19	มากที่สุด
3. ด้านสาระสำคัญ			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 บ่งชี้ถึงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	4.33	0.58	มาก
3.3 กระชับรัด ได้ใจความ ไม่สับสน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.78	0.19	มากที่สุด
4. ด้านสาระการเรียนรู้			
4.1 ครอบคลุมเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามผลการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
4.2 ถูกต้องตามธรรมชาติของวิชา	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ชัดเจน สามารถตรวจสอบได้	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.83	0.14	มากที่สุด
5. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับความต้องการและวัยของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 มีลำดับขั้นตอนตามการจัดการเรียนรู้แบบบันได 7 ขั้น	4.67	0.58	มากที่สุด
5.4 น่าสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
5.5 ส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
5.6 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.33	0.58	มาก
5.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
รวม	4.71	0.22	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลประเมินผล			
6.1 ใช้การวัดผลประเมินผลที่หลากหลาย	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 วิธีวัดและเครื่องมือสอดคล้องกับจุดประสงค์และกระบวนการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3 มีเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่ชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.89	0.14	มากที่สุด
7. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้			
7.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
7.3 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
รวม	4.89	0.19	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.74</b>	<b>0.02</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตาราง 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า

ด้านมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19

ด้านสาระสำคัญ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19

ด้านสาระการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22

ด้านการวัดผลประเมินผล พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14

ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	S.D.	t	P-value
ก่อนเรียน	30	30	9.63	32.10	2.44	20.434	.000*
หลังเรียน	30	30	25.27	84.23	1.89		

หมายเหตุ: \*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.27 คิดเป็นร้อยละ 84.23 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 9.63 คิดเป็นร้อยละ 32.10 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบค่าที พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 60

กลุ่มทดลอง	n	เกณฑ์	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
หลังเรียน	30	23.40	33.20	2.09	85.13

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.20 คิดเป็นร้อยละ 85.13 สูงกว่าเกณฑ์คะแนนที่กำหนดไว้ร้อยละ 60 คะแนน จาก 39 คะแนน

ตอนที่ 3 ผลการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ตาราง 7 แสดงผลการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ  
เรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
<b>ด้านความสนใจ</b>			
1. ข้าพเจ้ารู้สึกตื่นเต้นที่จะได้รู้ผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง วิทยาศาสตร์เรื่องใหม่ ๆ	3.57	1.01	มาก
2. ถ้าโรงเรียนจัดทัศนศึกษา ข้าพเจ้าอยากไปศึกษาหา ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากสถานที่ต่าง ๆ เช่น ห้องฟ้าจำลองพิพิธภัณฑ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือ สถานที่อื่น ๆ	3.43	0.82	ปานกลาง
3. ข้าพเจ้าจะสืบค้นหาข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จากอินเทอร์เน็ต ในเรื่องที่ข้าพเจ้าสนใจและอยาก ศึกษา	3.83	1.02	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.61</b>	<b>0.86</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านความอดทน</b>			
4. เมื่อทำงานหรือกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์แล้วมี ปัญหาเกิดขึ้น ข้าพเจ้าจะรีบแก้ปัญหาและทำให้สำเร็จ	3.20	0.61	ปานกลาง
5. ถ้าครูสั่งให้ทำรายงานแต่ไม่มีข้อมูลในหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะไปค้นคว้าหาความรู้จาก แหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น เอกสาร ตำรา หรือ อินเทอร์เน็ต	3.80	0.76	มาก
6. เมื่อครูแบ่งกลุ่มให้ทำโครงการ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ข้าพเจ้าจะทำให้สำเร็จแม้ว่าจะใช้เวลานานก็ตาม	4.00	0.87	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.67</b>	<b>0.57</b>	<b>มาก</b>

## ตาราง 7 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
<b>ด้านความมุ่งมั่น</b>			
7. ข้าพเจ้าตั้งใจทำการทดลองวิทยาศาสตร์ให้ประสบ ผลสำเร็จ ถึงแม้ว่าจะมีหลายขั้นตอนและซับซ้อน	4.03	0.96	มาก
8. ถึงแม้ว่าการทดลองจะใช้เวลายาวนาน ข้าพเจ้าก็จะรอ จนกว่าจะได้ข้อมูลผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ครบถ้วนและสมบูรณ์	3.60	0.97	มาก
9. ข้าพเจ้าสนใจที่จะสังเกต การทดลองวิทยาศาสตร์ให้ ประสบผลสำเร็จ ถึงแม้ว่าจะใช้เวลานาน ข้าพเจ้าจะ พยายามทำให้สำเร็จ	3.87	0.94	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.83</b>	<b>0.75</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านความรอบคอบ</b>			
10. ก่อนที่จะทำโครงการ ข้าพเจ้าจะวางแผนในการ ทำงานก่อนเป็นอันดับแรก	4.10	0.84	มาก
11. เมื่อครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนทำโครงการ ข้าพเจ้าจะนำ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำงาน	3.50	1.01	ปานกลาง
12. ในการทดลองแต่ละครั้ง ข้าพเจ้าจะออกแบบการ ทดลองและกำหนดวิธีการต่าง ๆ ไว้	3.73	0.94	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.78</b>	<b>0.65</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านความรับผิดชอบ</b>			
13. ข้าพเจ้าสนใจและกระตือรือร้นในการทำการทดลอง วิชาวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าจะทำกิจกรรมใช้เวลานาน ก็ตาม ข้าพเจ้าจะทำให้สำเร็จ	3.60	1.00	มาก
14. ข้าพเจ้าตั้งใจทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้ประสบ ผลสำเร็จ แม้ว่าจะต้องใช้เวลา	3.80	0.85	มาก

## ตาราง 7 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
15. ถ้าพบโจทย์ยากในแบบฝึกหัดวิชาวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะตั้งใจทำและหาคำตอบให้ได้	3.90	0.80	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.77</b>	<b>0.67</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านความซื่อสัตย์</b>			
16. ข้าพเจ้ารายงานผลที่ได้จากการทดลองตามความเป็นจริง ไม่ใช้ความคิดเห็นของตนมาเกี่ยวข้อง	3.73	0.78	มาก
17. ข้าพเจ้าใช้ผลที่ได้จากการทดลองตามความเป็นจริง และไม่เปลี่ยนแปลงข้อมูล	3.70	1.02	มาก
18. ข้าพเจ้าจะไม่เอาผลการทดลองของเพื่อนมาเป็น ของตนเอง	3.77	1.10	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.73</b>	<b>0.72</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านความประหยัด</b>			
19. ข้าพเจ้าเลือกวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหลือใช้มาทำ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น กระจบงนมทำเป็นถ้วย โทรศัพท์ หรืออุปกรณ์อื่น	4.00	0.83	มาก
20. ถ้าครูให้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะเลือก วัสดุและอุปกรณ์ที่เหลือใช้มาประยุกต์เป็นผลงาน ชิ้นใหม่	3.83	0.83	มาก
21. ถ้าครูให้โครงงานประเภททดลอง ข้าพเจ้าจะใช้สาร หรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในปริมาณที่พอเหมาะ	3.70	1.26	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.84</b>	<b>0.71</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</b>			
22. เมื่อครูวิจารณ์และบอกข้อบกพร่องของโครงงาน ข้าพเจ้าจะยอมรับและนำไปปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะนำ	4.03	1.03	มาก

## ตาราง 7 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
23. เมื่อครูให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะ ปรับปรุงผลงานตามคำแนะนำของครู	3.73	1.01	มาก
24. ถ้าเพื่อน ๆ วิจารณ์ชิ้นงานทางวิทยาศาสตร์ของ ข้าพเจ้า ข้าพเจ้าก็จะยอมรับฟังเหตุผลของเพื่อน	3.77	0.90	มาก
<b>รวม</b>	<b>3.84</b>	<b>0.83</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านความมีเหตุผล</b>			
25. ข้าพเจ้าชอบวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะได้พิสูจน์ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง	3.80	1.03	มาก
26. ข้าพเจ้าใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พิสูจน์ ตรวจสอบข้อมูลเสมอ	3.77	1.01	มาก
27. ข้าพเจ้าจะอธิบายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ เหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ โดยอ้างเหตุผลจะไม่ เชื่อโซคกลาง	3.93	0.98	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.83</b>	<b>0.84</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์</b>			
28. ถ้าครูแบ่งกลุ่มให้ทำโครงการ ข้าพเจ้าจะตั้งใจทำ อย่างเต็มความสามารถ	3.30	0.84	มาก
29. ถ้าครูแบ่งกลุ่มให้ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ข้าพเจ้า จะทำเต็มที่ตามความสามารถ	3.80	0.92	มาก
30. ถ้าครูแบ่งกลุ่มให้ไปจัดนิทรรศการเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะทำงานที่ได้รับมอบหมาย อย่างเต็มใจ และเต็มความสามารถ	3.87	0.97	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.66</b>	<b>0.65</b>	<b>มาก</b>
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>3.76</b>	<b>0.56</b>	<b>มาก</b>

จากตาราง 7 พบว่าจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.76$ , S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความประหยัด ( $\bar{X} = 3.84$ , S.D. = 0.71) และด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ( $\bar{X} = 3.84$ , S.D. = 0.83) รองลงมาคือ ด้านความมุ่งมั่น ( $\bar{X} = 3.83$ , S.D. = 0.75) และด้านความมีเหตุผล ( $\bar{X} = 3.83$ , S.D. = 0.84) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านความสนใจ ( $\bar{X} = 3.61$ , S.D. = 0.86) ตามลำดับ

#### ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้</b>			
1. ครูผู้สอนดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด ตลอดระยะเวลาที่ร่วมกิจกรรมและให้ข้อเสนอแนะในการเรียนแก่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ	4.55	0.60	มากที่สุด
2. ครูได้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่สร้างความรู้สึกทางบวก ขณะจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นในห้องเรียน	4.73	0.46	มากที่สุด
3. บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศในการประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศและความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	4.45	0.80	มาก

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
4. บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น ส่งผลให้นักเรียนทำงานร่วมกับ ผู้อื่น ในการแสดงความคิดเห็นได้อย่าง เหมาะสม	4.73	0.46	มากที่สุด
5. บรรยายภาคการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถ สื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ ความ คิดเห็นระหว่างกัน	4.41	0.50	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.57</b>	<b>0.22</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>			
1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น ที่ให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถาม อย่างสร้างสรรค์ในประเด็นที่ต้องการศึกษา	4.77	0.43	มากที่สุด
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น ที่ให้นักเรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนข้อมูลในกลุ่มตนเอง	4.32	0.72	มาก
3. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น ที่ให้นักเรียนได้สรุปความรู้ ในรูปแบบแผนผังความคิด	4.14	0.77	มาก
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น ที่ให้นักเรียนได้ตั้งข้อสอบถามและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	4.55	0.60	มากที่สุด
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ชั้น ที่ให้นักเรียนได้นำเสนอความรู้ ในรูปแบบแผนผังความคิด	4.00	0.69	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.35</b>	<b>0.23</b>	<b>มาก</b>

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับ</b>			
1. นักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถามอย่างสร้างสรรค์	4.68	0.48	มากที่สุด
2. นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ อย่างถูกต้องเหมาะสม	4.05	0.79	มาก
3. นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิด คิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นระหว่างกัน	4.36	0.49	มาก
4. นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ในสิ่งที่ศึกษา ด้วยการอภิปรายร่วมกันและหาข้อสรุป	4.77	0.43	มากที่สุด
5. นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้มาทำแผนผัง ความคิด เป็นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.82	0.39	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.54</b>	<b>0.30</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.49</b>	<b>0.32</b>	<b>มาก</b>

จากตาราง 8 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.57$ , S.D. = 0.22) รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ( $\bar{X} = 4.54$ , S.D. = 0.30) และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.35$ , S.D. = 0.23) ตามลำดับ

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ซึ่งจะได้นำเสนอตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

#### สรุปผลการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 ด้านสาระสำคัญ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 ด้านสาระการเรียนรู้ พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 ส่วนการวัดผลประเมินผล พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14 และด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.27 คิดเป็นร้อยละ 84.23 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 9.63 คิดเป็นร้อยละ 32.10 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบค่าที พบว่า นักเรียนมีคะแนน

เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า คะแนนพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 33.20 คิดเป็นร้อยละ 85.13 สูงกว่าเกณฑ์คะแนนที่กำหนดไว้ร้อยละ 60

3. ผลการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น พบว่าจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความประหยัด และด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รองลงมาคือ ด้านความมุ่งมั่น และด้านความมีเหตุผล ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านความสนใจ ตามลำดับ

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับ

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการศึกษาองค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จึงได้องค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ร่วมกับการศึกษาหลักสูตรแกนกลาง

การศึกษาชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จากนั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ตามแนวคิดของ Bybee and other (2006) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) จึงได้สร้างกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ซึ่งประกอบด้วย ชั้นที่ 1 ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ชั้นที่ 2 ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ชั้นที่ 3 ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ชั้นที่ 4 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) ชั้นที่ 5 ชั้นขยายความคิด (Expansion Phase/ Elaboration Phase) ชั้นที่ 6 ชั้นตอนการประเมินผล (Evaluation Phase) และชั้นที่ 7 ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) จากนั้นนำความรู้จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการแยกสารผสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาบูรณาการร่วมกัน จึงเกิดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพ

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.27 คิดเป็นร้อยละ 84.23 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 9.63 คิดเป็นร้อยละ 32.10 และมีคะแนนความก้าวหน้าเท่ากับ 15.64 คิดเป็นร้อยละ 52.13 นอกจากนี้ จากการประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.20 คิดเป็นร้อยละ 85.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์คะแนนที่กำหนดไว้ร้อยละ 60 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ออกแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยมีขั้นตอนและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจน เข้าใจง่าย อีกทั้งในกระบวนการจัดการเรียนการสอนยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พิสูจน์ ตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ อีกทั้ง ยังได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กรองกาญจน์ วิสัยศร (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ พบว่า ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.32 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.02 เมื่อนำค่าเฉลี่ยของคะแนนมาทดสอบด้วย t-test Independent พบว่า ค่า t เท่ากับ 4.876

3. ผลการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการเรียงลำดับความรู้จากพื้นฐานเป็นความสามารถในการประยุกต์ใช้ ซึ่งนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการคิดวิเคราะห์ โดยใช้หลักการและเหตุผลที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Aiken and Akin (1969) ที่กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นเจตคติที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึกความเชื่อ ค่านิยมที่บุคคลมีต่อวิทยาศาสตร์ และยังสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ที่กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกนึกคิดในทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความคิด การตัดสินใจการกระทำ และการแสดงออกทางพฤติกรรมต่อความรู้หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่ากระบวนการจัดกิจกรรมมีหลายขั้นตอน โดยเริ่มจากการทบทวนความรู้พื้นฐานจากการเรียนรู้เดิม จากนั้นมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง และดำเนินการทดลองให้ความรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของตนเองและครอบครัวได้ สอดคล้องกับ สุรางค์ ใคว์ตระกูล (2559) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจ คือ ภาวะของอารมณ์ และความรู้สึกร่วมกันของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้ ประสบการณ์ที่เกิดจากแรงจูงใจ ซึ่งเป็นพลังภายในของแต่ละบุคคล อันเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายที่คาดหวังและความต้องการด้านจิตใจ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นหาลิงที่ต้องการมาตอบสนองตนเอง

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

#### 1. ด้านครูผู้สอน

ก่อนการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ครูควรเตรียมความพร้อมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องการแยกสารผสม ทั้ง 6 หัวข้อ ซึ่งประกอบด้วย การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นแบบธรรมดา โครมาโทกราฟี การสกัดด้วยตัวทำละลาย และการนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์ก่อน จากนั้นศึกษากระบวนการทั้ง 7 ชั้น และเตรียมแบบฝึกทักษะและใบความรู้ เพื่อให้สามารถให้ข้อชี้แนะนักเรียนในแต่ละขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

#### 2. ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย 7 เรื่อง คือ การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นแบบธรรมดา โครมาโทกราฟี การสกัดด้วยตัวทำละลาย การนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์ ซึ่งแต่ละเรื่องมีความเกี่ยวข้องกันไม่มากนักน้อย ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญและเตรียมข้อมูลในขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ก่อนการจัดการเรียนการสอนในเรื่องต่อไป เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมส่งผลให้นักเรียนสามารถต่อยอดความรู้ในเรื่องใหม่ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่องอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความคงทนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสารผสม โดยใช้แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) กับวิธีการสอนหลาย ๆ วิธี ว่าวิธีใดส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากกว่ากันอย่างไรมีประสิทธิภาพ



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรองกาญจน์ วิลัยศร. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ คศ.ม., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จรัญ ภาโส. (2553). การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาญจนบุรี เขต 8. วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.
- จิราพร กำจัดทุกข์. (2552). ความพึงพอใจหลังการตัดสินใจซื้อคอนโดมิเนียมในเขตกรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ชนาธิป พรกุล. (2552). การออกแบบการสอนการบูรณาการการอ่าน การคิดวิเคราะห์และการเขียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). การวิจัยหลักสูตรและการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ลุปณี ฤทธิ์เกิด (2564). ทักษะทางวิทยาศาสตร์ 14 ทักษะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- ดวงพร รินแจ่ม (2557). การพัฒนาชุดกิจกรรมคำภาษาต่างประเทศที่ใช้ในภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสวนบุญโญปถัมภ์ ลำพูน. ลำพูน: โรงพิมพ์โรงเรียนสวนบุญโญปถัมภ์.
- ทรายทอง พวงสันตีย์. (2553). การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทิพย์วรรณ ไกรนรา. (2550). ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ คศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

กรุงเทพฯ.

ทีศนา แชมมณี. (2550). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้ เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี**

**ประสิทธิภาพ** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพพร ณะชัยพันธ์. (2557). **สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัย** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ:วิทย์พัฒนา.

นฤมล จำอินทร์. (2557). **การพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง ภาษาต่างประเทศในภาษาไทย**

**สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน.**

สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2565, จาก [https://www.kroobannok.com/board\\_view.](https://www.kroobannok.com/board_view.php?b_id=138843&bcat_id=16)

[php?b\\_id=138843&bcat\\_id=16](https://www.kroobannok.com/board_view.php?b_id=138843&bcat_id=16)

นันทกา คันธิยงค. (2547). **ผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E's**

**BSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ**

**นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี,

อุดรธานี.

นันทพร เชื้อนแก้ว. (2558). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ การคิด**

**วิเคราะห์ จิตวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น**

**ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7**

**ขั้น (7E).** วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, เชียงราย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2550). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กอฬลลนรู้:

ประสานการพิมพ์.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550). **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น.** วารสารวิชาการ, 10(4),

25-27.

ปัญญัศร ตาจ้ะ. (2560). **ความพึงพอใจของครูต่อการบริหารสถานศึกษาของผู้บริหารกลุ่ม**

**เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาสามัคคี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา**

**ประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 6.** การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ศษ.ม., มหาวิทยาลัย

รามคำแหง, กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ เจริญใจ. (2561). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา**

**ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยการจัศกิจกรรมการเรียนรู้**

**แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.**

**วารสารวิชาการศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, 1(1), 81-93**

พัฒนา พรหมณี. (2563). **แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้าง แบบสอบถาม ความพึงพอใจ**

- ในงาน. APHEIT JOURNAL, 26(1), 59–66.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2560). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: เข้าส์ ออฟ เคอร์รี่มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- มณฑา ชุ่มสุขคนธ์ และนิลมณี พิทักษ์. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (RBL) ในการสอน รายวิชาการศึกษาเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อม. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 39(4), 41–52.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2562). **ความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อการปฏิบัติงาน และคุณลักษณะของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่**. เชียงใหม่: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- มังกร ทองสุคดี. (2552). **การวางแผนการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- ยุดา พลธรรม. (2555). **การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ศษ.ม., มหาวิทยาลัยสารคาม, มหาสารคาม.
- รัตยา สงอุปการ. (2563). ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นตอน ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อ ทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ**, 18(2), 103–113
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ: นาน มีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- โรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง. (2561). **แผนการจัดการเรียนรู้**. ลำปาง: โรงพิมพ์โรงเรียนอัสสัมชัญ ลำปาง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- วนิดา ตรีแจ่มจันทร์. (2562). **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน**. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- วรรณพร เพิ่มโสภาน. (2563). **การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา**

ปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงคราม. **วารสารศิลปการจัดการ**, 4(3), 700-716.

วิมลรัตน์ สุนทรวิโรจน์. (2553). **การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดแบบ Backward Design** (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาสารคาม: กากะเขีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2524). **ทางปฏิบัติในการในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **การวัดผลประเมินผลเพื่อเอกสารพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). **คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมบัติ บารมี. (2551). **ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพนักงานบริษัท มหพันธ์ไฟเบอร์ซีเมนต์ จำกัด (มหาชน)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์คณะรัฐประศาสนศาสตร์.

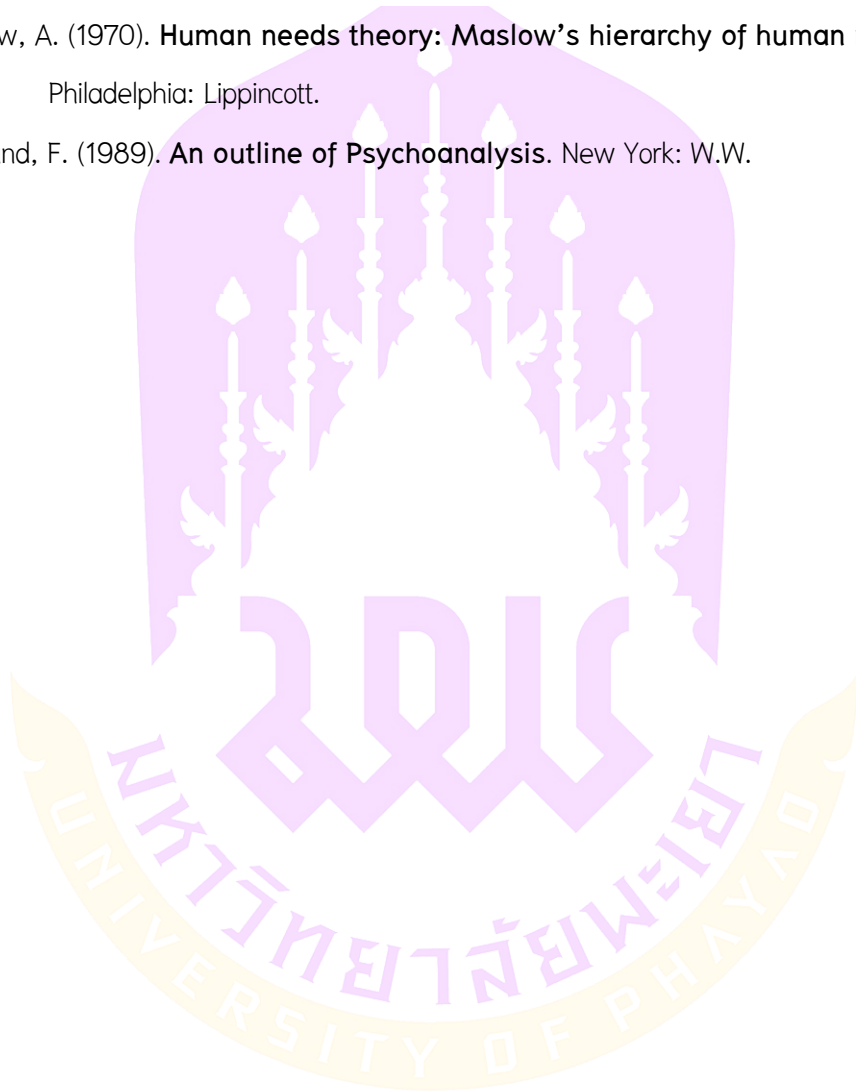
สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สุนารี มีใหม่. (2557). **การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย: การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดระหว่างแผนการเรียน**. วิทยานิพนธ์ ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุนิสา ช้างพาลี (2560). **การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วนเพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. **วารสารบัณฑิตวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่**, 8(2), 83-99.

- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2559). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนงค์ แก่นอินทร์. (2555). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์**, 4(2), 56–71.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2558). **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). **หลักการสอน** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.
- เอกรินทร์ สีมหาศาล (2552). **กระบวนการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา แนวคิดสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ: บัณฑิตพอยท์.
- Abruscato, J. (1996). **Teaching children science: A discovery approach**. Boston: Allyn and Bacon.
- Aiken, R.L. and Aiken, D.R. (1969). Recent Research on Attitudes Concerning Science. **Science Education**, 5(3), 295–305.
- Barman, C.R. (1989). The Learning Cycle Accidence and Children. **Journal of Organizational Behavior**, 26(7), 30–32.
- Bybee, R.W., et al. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. **A Report Prepared for the Office of Science Education National Institute of Health**. Colorado Springs: BSCS.
- Carin, A. A. (1993). **Teaching science through discovery**. New York: Macmillan Publishing Company.
- Eisenkraft, A. (2003). Model the 5E Expanding A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding. **The National Science Teacher**, 70(6), 56–59.
- Gardner, H. (2006). **Five Minds for the Future**. Boston: Harvard and Business School.
- Honderich, T. (1995). **The Oxford Companion to Philosophy**. New York: Oxford University Press.
- Karplus, R. and Thier, H. (1967). **A new look at Elementary School**. Science.Chicago: Rand – McNally.
- Kotler, P. and Armstrong, G. (2002). **Principles of marketing**. NJ: Prentice Hall.

- Krathwohl, D., et al. (1964). **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. handbook II: affective domain.** New York: McKay.
- Lawson, A. E. (1995). **Science Teaching and the Development of Thinking.** Belmont: Wadsworth.
- Ralph, M. (1994). **Teaching Science for all Children.** Massachusetts: allya and bacon.
- Maslow, A. (1970). **Human needs theory: Maslow's hierarchy of human needs** (3rd ed.) Philadelphia: Lippincott.
- Sigmund, F. (1989). **An outline of Psychoanalysis.** New York: W.W.





ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

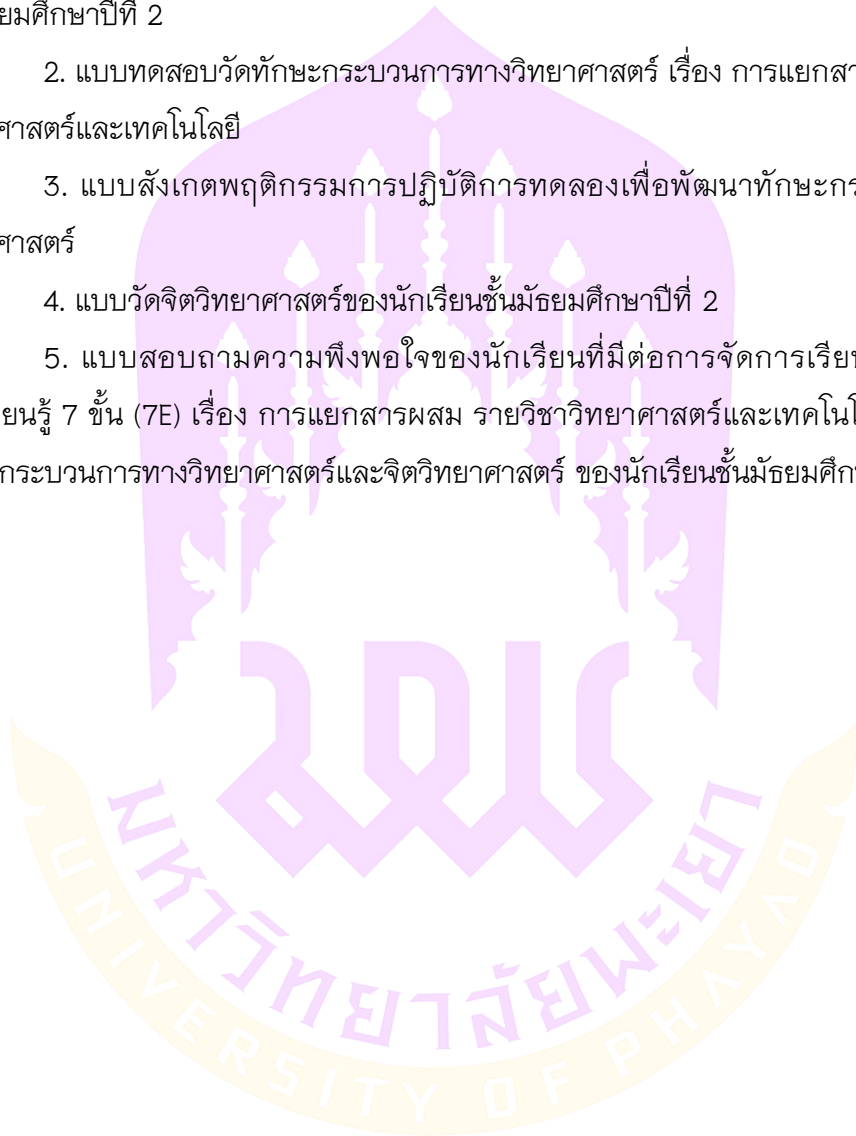
### รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยพะเยา
2. นางประพันธ์ พรวนิชางค์ ครูชำนาญการพิเศษ (เคมี) โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม 2 สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย
3. นายบุญลือ ดอนชัย ครูชำนาญการพิเศษ (วิทยาศาสตร์) โรงเรียนดอนชัยวิทยาคม สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย



## ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



1. ตัวอย่างแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
 วิชา วิทยาศาสตร์ (ว22101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565  
 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การแยกสารผสม  
 เรื่อง การระเหยแห้ง เวลา 2 ชั่วโมง

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

#### ตัวชี้วัด

- อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (ว2.1ม.2/1)
- แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย (ว2.1ม.2/2)

#### สาระสำคัญ

การระเหยแห้งเป็นวิธีการแยกสารผสมประเภทสารละลายที่มีตัวละลายที่มีสถานะเป็นของแข็งละลายอยู่ในตัวทำละลายที่มีสถานะเป็นของเหลวโดยนำไปให้ความร้อน ตัวทำละลายจะระเหยไปจนหมดเหลือตัวละลายติดอยู่ที่ก้นภาชนะ

#### สมรรถนะผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร  
การอธิบาย การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน
- ความสามารถในการคิด  
การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การจัดระบบความคิดเป็นแผนภาพ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อความหมาย การทำกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา  
การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต  
กระบวนการกลุ่ม

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง
2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง

#### สาระการเรียนรู้

การระเหยแห้ง

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้

#### ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. แบบทดสอบเรื่อง การระเหยแห้ง จำนวน 10 ข้อ
2. แบบฝึกการทดลอง

#### สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบ
2. ใบงานการนำความรู้จากการระเหยแห้งไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
3. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

#### การวัดผลและประเมินผล

##### ด้านความรู้

นักเรียนสามารถอธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้งได้

##### ด้านทักษะ

นักเรียนสังเกตผลการทดลองการแยกสารโดยการระเหยแห้ง และตอบคำถามทำ  
กิจกรรมได้กระชับ ได้ใจความสมบูรณ์

##### ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนมีความรับผิดชอบในภาระงาน ตรวจจากการส่งงานใบ แบบบันทึกการส่ง  
งาน

## กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

#### ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การระเหยแห้ง จำนวน 10 ข้อ (ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที)

2. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่ตนเองเคยเรียนรู้มา โดยครูถามนักเรียนโดยใช้คำถามในหน้าเปิดหน่วยการเรียนรู้ “ในการทำนาเกลือจะสามารถแยกเกลือออกจากน้ำทะเลหรือดินอย่างไร” ครูให้นักเรียนตอบโดยที่ไม่ได้ต้องการคำตอบที่ถูกต้อง แต่นักเรียนต้องตอบได้เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้

#### ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5-6 คน

4. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่อง “การระเหยแห้ง” แก่นักเรียน โดยใช้สื่อคลิปวิดีโอ เรื่อง การระเหยแห้งให้นักเรียนดู

5. ครูให้นักเรียนดูกิจกรรมแยกสารโดยการระเหยแห้ง (จากคลิปวิดีโอ) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 ตวงสารละลายจุนสีปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นเทสารละลายลงในถ้วยกระเบื้องหน้าปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยประมาณ ลงในปีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

5.2 ให้ความร้อนผ่านไอของน้ำร้อนที่อยู่ในปีกเกอร์ จนของเหลวในถ้วยกระเบื้องระเหยหมด สังเกตและบันทึกผล

5.3 ครูสรุปผลการทำกิจกรรมแยกสารโดยการระเหยแห้ง

### ชั่วโมงที่ 2

#### ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

6. ครูให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองจากคลิปวิดีโอ “การระเหยแห้ง” (วิทยาศาสตร์ ม. 2 เล่ม 2 หน่วยที่ 6 บทที่ 1) แล้วตอบคำถาม ถ้านำสารละลายที่มีตัวละลายเป็นของแข็ง 2 ชนิดในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว มาแยกด้วยวิธีการระเหยแห้งสารที่แยกได้จะเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ: พบว่าสารที่แยกได้ประกอบด้วยของแข็ง 2 ชนิดผสมกันอยู่)

#### ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

7. จากการสังเกตผลการทดลองจากคลิปวิดีโอ “การระเหยแห้ง” เราสามารถแยกเอทานอลออกจากสารละลายเอทานอลในน้ำด้วยวิธีการระเหยแห้งได้หรือไม่เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: สารละลายเอทานอลประกอบด้วยเอทานอลกับน้ำ ซึ่งเป็นของเหลวทั้งคู่ และมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน เมื่อให้ความร้อนแก่สารทั้งน้ำและเอทานอลจะระเหยกลายเป็นไอทั้งหมด ดังนั้นจึงไม่สามารถแยกด้วยวิธีระเหยแห้งได้)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาการระเหยแห้ง

#### ขั้นที่ 5 ขยายความคิด (Expansion Phase)

9. ครูให้นักเรียนทำใบงาน 2.1 เรื่อง การระเหยแห้ง

#### ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation Phase)

10. ครูประเมินผลการเรียนรู้จากใบงานที่ 2.1 การตอบคำถามท้ายการทดลองในสมุด และแบบประเมินสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การประเมินจากแผนการเรียนรู้ที่ 1

#### ขั้นที่ 7 ขันนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

11. ครูให้นักเรียนทำใบงานการนำความรู้จากการระเหยแห้งไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

#### เกณฑ์การให้คะแนน

การวัดผลและประเมินผล	รายการ	วิธีวัดและเครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	นักเรียนสามารถอธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้งได้	ตรวจจากใบงานที่ 2.1 การระเหยแห้ง	ระดับคุณภาพ “พอใช้” ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะ	นักเรียนสังเกตผลการทดลองการแยกสารโดยการระเหยแห้ง และตอบคำถามท้ายกิจกรรมได้กระชับ ได้ใจความสมบูรณ์	ตรวจจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมในสมุด	ระดับคุณภาพ “พอใช้” ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ	นักเรียนมีความรับผิดชอบในภาระงาน ตรวจจากการส่งใบงาน แบบบันทึกการส่งงาน	ตรวจจากใบงานที่ 2.1 การระเหยแห้งและสมุด	ระดับคุณภาพ “พอใช้” ผ่านเกณฑ์



2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม  
รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม  
รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

\*\*\*\*\*

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ “การสังเกต การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผล”
 

ก. วิธีการทางวิทยาศาสตร์	ข. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ค. เจตคติทางวิทยาศาสตร์	ง. ไม่มีข้อใดถูก
  
2. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นตอนใดที่จะนำไปสู่การสรุปผลและการศึกษาต่อไป
 

ก. การรวบรวมข้อมูล	ข. การตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง
ค. การสังเกต	ง. การหาความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริง
  
3. ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ถ้าหากผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานจะต้องทำอย่างไร
 

ก. สังเกตใหม่	ข. ออกแบบการทดลองใหม่
ค. ตั้งปัญหาใหม่	ง. เปลี่ยนสมมติฐาน
  
4. หลักการที่ใช้ในการแยกสารโดยการกลั่นคือข้อใด
 

ก. ความแตกต่างของอุณหภูมิของสาร
ข. ความแตกต่างของจุดเดือดของสาร
ค. ความหนาแน่นของสารแตกต่างกัน
ง. ความแตกต่างของจุดหลอมเหลวของสาร
  
5. วิธีการกลั่นน้ำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นแบบธรรมดา สารในข้อใดใช้วิธีการนี้แยกไม่ได้
 

ก. น้ำทะเล	ข. น้ำคลอง
ค. น้ำเชื่อม	ง. น้ำผสมเอทานอล

6. ในกระบวนการกลั่นแยกสาร ขั้นตอนที่สารผ่านเครื่องควบแน่นเพื่อประโยชน์ใด

- ก. เปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวเป็นแก๊ส
- ข. เพิ่มอุณหภูมิและความดันก่อนเปลี่ยนสถานะ
- ค. เปลี่ยนทั้งสถานะและอุณหภูมิสารให้สูงขึ้น
- ง. เปลี่ยนสถานะของสารจากแก๊สหรือไอเป็นของเหลว

7. การแยกน้ำออกจากน้ำทะเลใช้วิธีการใดสะดวกที่สุด

- ก. กลั่นแบบธรรมดา เพราะน้ำเท่านั้นที่ระเหยได้
- ข. ระเหยแห้ง เพราะน้ำเท่านั้นที่ระเหยได้
- ค. กลั่นลำดับส่วน เพื่อแยกน้ำที่บริสุทธิ์ออกมา
- ง. ใช้สารส้มกวนให้เกลือในน้ำทะเลตกตะกอน จะได้น้ำจืดแยกออกมา

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 8-9

ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง โดยนำของแข็ง A B และ C จำนวน 5 กรัม ใส่ในปิកเกอร์แต่ละใบ เติมน้ำลงไปปิกเกอร์ละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้แท่งแก้วคนให้ละลาย ได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

สาร	ผลการทดลอง
A	ได้ของเหลวใส ไม่มีสี
B	ได้ของเหลวสีฟ้า ใส มีตะกอนสีฟ้านอนก้นอยู่เล็กน้อย
C	ได้ของเหลวสีเหลือง ใส

8. จากการทดลองสารใดมีสภาพการละลายได้น้อยที่สุด

- ก. สาร A
- ข. สาร B
- ค. สาร C
- ง. ทุกสารเท่ากัน

9. ถ้าให้ความร้อนแก่สารทั้ง 3 ชนิด แล้วทิ้งไว้ให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว สารใดน่าจะตกผลึกเร็วที่สุด

- ก. สาร A
- ข. สาร B
- ค. สาร C
- ง. ไม่มีสารใดตกผลึก

10. หากทดลองสกัดสารจากไขมันโดยให้หลอดทดลองที่ 1 และหลอดทดลองที่ 2 ใช้ปริมาณไขมันเท่ากัน แต่หลอดที่ 1 ใช้ไขมันที่หั่นเป็นชิ้นใหญ่ ๆ หลอดที่ 2 ใช้ไขมันที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วเติมเอทานอลเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ลงในหลอดทดลองทั้งสอง หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าด้วยแรงและเวลาที่เท่ากัน ผลการทดลองควรเป็นอย่างไร

- ก. หลอดที่ 1 ให้สารสกัดจากไขมันมากกว่า
- ข. หลอดที่ 2 ให้สารสกัดจากไขมันมากกว่า
- ค. หลอดที่ 1 และหลอดที่ 2 ให้สารสกัดจากไขมันเท่ากัน
- ง. ทั้งหลอดที่ 1 และ 2 ไม่ให้สารสกัดจากไขมันเลย

11. ตัวทำละลายที่นิยมใช้สกัดน้ำมันพืช

- ก. น้ำกลั่น
- ข. เอทานอล
- ค. เฮกเซน
- ง. อีเทน

12. ปีโตรเลียมเมื่อผ่านกระบวนการกลั่น ได้ผลผลิตเรียงตามลำดับก่อนหลังได้ถูกต้องตามข้อใด

- ก. น้ำมันดีเซล    ข. น้ำมันเบนซิน    ค. น้ำมันก๊าด    ง. ไม่เป็นพิษ
- จ. ยางมะตอย    ช. หาได้ง่าย ราคาปานกลาง
- ก. ช >> ข >> ค >> ง >> จ
- ข. ช >> ค >> ง >> ข >> ก >> จ
- ค. จ >> ก >> ข >> ง >> ค >> ช
- ง. ช >> ง >> ก >> ค >> ข >> จ

13. วิธีใดต่อไปนี้เป็นใช้แยกสารเนื้อเดียว

- ก. การกรอง    ข. การระเหิด    ค. การใช้แม่เหล็กดูด
- ง. โครมาโทกราฟี
- ข้อที่ถูกต้องคือ
- ก. ข้อ ก, ข, ค.
- ข. ข้อ ก, ค, ง.
- ค. ข้อ ง.
- ง. ข้อ ก, ข, ค, ง.



19. ตัวเลือกใดเรียงลำดับกระบวนการกลั่นได้ถูกต้อง
- ก. การเดือด การกลายเป็นไอ การควบแน่น
  - ข. การเดือด การควบแน่น การระเหย
  - ค. การเดือด การควบแน่น การกลายเป็นไอ
  - ง. การระเหย การเดือด การควบแน่น
20. ถ้าเอาน้ำหวานสีแดงไปกลั่น จะได้น้ำที่มีลักษณะอย่างไร
- ก. ได้น้ำสีชมพู และรสหวานเล็กน้อย
  - ข. ได้น้ำไม่มีสี แต่รสหวานเล็กน้อย
  - ค. ได้น้ำที่มีสีแต่ไม่มีรสหวาน
  - ง. ได้น้ำไม่มีสีและไม่มีรส
21. วิธีที่ประหยัดและสะดวกที่สุดในการแยกเกลือออกจากน้ำทะเล คือข้อใด
- ก. การกลั่น
  - ข. การกรอง
  - ค. การระเหย
  - ง. การตกผลึก
22. สารผสมในข้อใดสามารถแยกส่วนผสมออกจากกันได้โดยการกรองด้วยผ้าขาวบาง
- ก. สารละลายแอมโมเนีย
  - ข. ดินทรายปนเกลือแกง
  - ค. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต
  - ง. น้ำกะทิและกากมะพร้าว
23. ถ้าต้องการน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม เพื่อนำไปทำยากันยุงนักเรียนควรเลือกใช้การแยกสารวิธีใด จึงจะเหมาะสมที่สุด
- ก. การกลั่น
  - ข. การกรอง
  - ค. การสกัดด้วยตัวทำละลาย
  - ง. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

24. ข้อใดหมายถึงวิธีการแยกสารด้วยการตกผลึก
- เกิดเม็ดเกลือในถ้วยน้ำปลา
  - น้ำมันจากสัตว์แข็งตัวเมื่ออุณหภูมิต่ำ
  - ลูกเหม็นหายไประยะหนึ่งจากตู้เสื้อผ้าได้เองภายใน 5 วัน
  - ต้มสารละลายในปีกเกอร์จนแห้งหายไปหมด
25. การแยกสีเขียวออกจากใบเตยควรใช้วิธีการใด
- โครมาโทกราฟี
  - การสกัดด้วยไอน้ำ
  - การกลั่นลำดับส่วน
  - การสกัดด้วยตัวทำละลาย

**ให้นักเรียนบอกวิธีการแยกสารในข้อ 26–30 ให้ถูกต้อง**

การกรอง การระเหิด การใช้มือหยิบหรือวิธีเขี่ย การร่อน การใช้แม่เหล็กดูดออก การใช้กรวยแยกการละลายน้ำ การตกตะกอน การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ การตกผลึก การกลั่นธรรมดา การกลั่นลำดับส่วน โครมาโทกราฟี

26. ต้องการทำน้ำเชื่อมที่มีผงเล็ก ๆ ปนให้ใสใช้วิธี  
.....
27. น้ำมันพืช  $10 \text{ cm}^3$  ปนอยู่ในน้ำ  $80 \text{ cm}^3$  ต้องการแยกน้ำมันพืชออกจากน้ำใช้  
.....
28. น้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันดิบ  
.....
29. การทำน้ำจืดจากน้ำทะเล  
.....
30. การวิเคราะห์องค์ประกอบของสีผสมอาหารใช้วิธี  
.....

## เฉลยคำตอบ

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ก	11	ค	21	ง
2	ข	12	ง	22	ง
3	ง	13	ง	23	ง
4	ข	14	ค	24	ก
5	ง	15	ค	25	ง
6	ง	16	ก	26	การกรอง
7	ก	17	ค	27	การใช้กรวยแยก
8	ข	18	ก	28	กลั่นลำดับส่วน
9	ข	19	ก	29	การกลั่นธรรมดา
10	ข	20	ง	30	โครมาโทกราฟี



### 3. แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ		
		3	2	1
1	ทักษะการสังเกต			
2	ทักษะการวัด			
3	ทักษะการจำแนกประเภท			
4	ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา			
5	ทักษะการคำนวณ			
6	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล			
7	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล			
8	ทักษะการพยากรณ์			
9	ทักษะการตั้งสมมติฐาน			
10	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ			
11	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร			
12	ทักษะการทดลอง			
13.	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป			
<b>คะแนน</b>				
<b>รวมคะแนน</b>				

#### เกณฑ์คุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	ปานกลาง
1	ปรับปรุง

#### เกณฑ์การประเมินผล

คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ
27-39	ดี
14-26	ปานกลาง
ต่ำกว่า 13	ปรับปรุง

## เกณฑ์การให้คะแนน

### 1. ทักษะการสังเกต

1 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบเป็นส่วนใหญ่

2 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบบางส่วน

3 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกต โดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบ

### 2. ทักษะการวัด

1 คะแนน เลือกและใช้เครื่องมือวัดได้ไม่ถูกต้อง ทำการวัดเพียงครั้งเดียว ใส่หน่วยไม่ถูกต้องส่วนใหญ่

2 คะแนน เลือกและใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง แต่ทำการวัดเพียงครั้งเดียว หรือใส่หน่วยไม่ถูกต้องบางส่วน

3 คะแนน เลือกและใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ทำการวัดอย่างน้อย 3 ครั้ง และใช้หน่วยได้ถูกต้อง

### 3. ทักษะการจำแนกประเภท

1 คะแนน จัดแบ่ง หรือ เรียงลำดับสิ่งที่น่าสนใจศึกษา ได้ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ส่วนใหญ่

2 คะแนน จัดแบ่ง หรือ เรียงลำดับสิ่งที่น่าสนใจศึกษา ได้ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้บางส่วน

3 คะแนน จัดแบ่ง หรือ เรียงลำดับสิ่งที่น่าสนใจศึกษา ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ครบถ้วน สมบูรณ์

### 4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

1 คะแนน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่งกับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่างถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่งกับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่าง ถูกต้องส่วนใหญ่

3 คะแนน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่ง กับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่าง ถูกต้องทั้งหมด

## 5. ทักษะการคำนวณ

1 คะแนน คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การหาค่าเฉลี่ย อัตราส่วน ได้ถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การหาค่าเฉลี่ย อัตราส่วน ได้ถูกต้องส่วนใหญ่

3 คะแนน คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การหาค่าเฉลี่ย อัตราส่วน ได้ถูกต้องทั้งหมด

## 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1 คะแนน มีการนำผลการสังเกต วัด หรือ ทดลอง มาจัดกระทำ เช่น หาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณหาค่าใหม่ ได้ถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน มีการนำผลการสังเกต วัด หรือ ทดลอง มาจัดกระทำ เช่น หาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณหาค่าใหม่ ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน หรือ ไม่สมบูรณ์

3 คะแนน มีการนำผลการสังเกต วัด หรือ ทดลอง มาจัดกระทำ เช่น หาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณหาค่าใหม่ ที่ถูกต้อง ชัดเจน และ สมบูรณ์

## 7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

1 คะแนน ลงความเห็นโดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการทำ กิจกรรมบางส่วน

2 คะแนน ลงความเห็นโดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการทำ กิจกรรมส่วนใหญ่

3 คะแนน ลงความเห็นโดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการทำ กิจกรรมครบถ้วน

## 8. ทักษะการพยากรณ์

1 คะแนน สรุปลำดับข้อสงสัยหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป บางส่วน

2 คะแนน สรุปลำดับข้อสงสัยหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป ส่วนใหญ่

3 คะแนน สรุปลำดับข้อสงสัยหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป ทั้งหมด

## 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1 คะแนน ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา บางส่วน

2 คะแนน ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา แต่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลไม่ชัดเจน

3 คะแนน ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลได้อย่างชัดเจน

## 10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

1 คะแนน มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องส่วนใหญ่

3 คะแนน มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน

## 11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

1 คะแนน ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

2 คะแนน สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน

3 คะแนน สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง ครบถ้วน

## 12. ทักษะการทดลอง

### 12.1 การออกแบบการทดลอง

1 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐานบางส่วน แต่ไม่มีการควบคุมตัวแปร

2 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรส่วนใหญ่

3 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรทั้งหมด

#### 12.2 การปฏิบัติกาทดสอบ

1 คะแนน สามารถปฏิบัติกาทดสอบเองได้บางส่วน

2 คะแนน ปฏิบัติกาทดสอบได้ส่วนใหญ่แต่ไม่คล่องแคล่ว ต้องการความช่วยเหลือ  
แนะนำในการใช้ อุปกรณ์ให้ถูกต้องและปลอดภัย

3 คะแนน ปฏิบัติกาทดสอบได้ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่ว ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง  
และเหมาะสม

#### 12.3 การบันทึกผลการทดสอบ

1 คะแนน บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่น ในการจัดระเบียบข้อมูล  
บางส่วน และมีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลบางส่วน

2 คะแนน บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบส่วนใหญ่ และมี  
การระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูล ส่วนใหญ่ หรือ มีข้อมูลจากการทำซ้ำส่วนใหญ่

3 คะแนน บันทึกข้อมูลโดยใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบข้อมูล มีการระบุชนิด  
หรือหน่วยของข้อมูลที่บันทึกทั้งหมด และมีข้อมูลจากการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง

### 13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

1 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือ การทดลอง  
หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง บางส่วน และสอดคล้องกับการสรุปผลบางส่วน

2 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือ การทดลอง  
หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นส่วนใหญ่ และสอดคล้องกับการสรุปผล

3 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือ การทดลอง  
หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด และสอดคล้องกับการสรุปผล

#### 4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

##### แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

###### คำชี้แจง

- ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
 ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด  
 ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในมาก  
 ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในปานกลาง  
 ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในน้อย  
 ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในน้อยที่สุด
- แบบวัดฉบับนี้ไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนของนักเรียน ขอให้นักเรียนตอบคำถามตามความรู้สึกที่เป็นจริงของนักเรียนทุกข้อ

\*\*\*\*\*

###### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

เพศ  ชาย  หญิง

###### ตอนที่ 2 การวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านความสนใจ						
1	ข้าพเจ้ารู้สึกตื่นเต้นที่จะได้รู้ผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่องใหม่ ๆ					
2	ถ้าโรงเรียนจัดทัศนศึกษา ข้าพเจ้าอยากไปศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากสถานที่ต่าง ๆ เช่น ห้องฟ้าจำลองพิพิธภัณฑ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือสถานที่อื่น ๆ					
3	ข้าพเจ้าจะสืบค้นหาข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากอินเทอร์เน็ต ในเรื่องที่ข้าพเจ้าสนใจและอยากศึกษา					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านความอดทน						
4	เมื่อทำงานหรือกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วมีปัญหาเกิดขึ้น ข้าพเจ้าจะรีบแก้ปัญหาและ ทำให้สำเร็จ					
5	ถ้าครูสั่งให้ทำรายงานแต่ไม่มีข้อมูลในหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะไปค้นคว้าหาความรู้ จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น เอกสาร ตำรา หรือ อินเทอร์เน็ต					
6	เมื่อครูแบ่งกลุ่มให้ทำโครงการ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ข้าพเจ้าจะทำให้สำเร็จแม้ว่าจะใช้เวลานานก็ตาม					
ด้านความมุ่งมั่น						
7	ข้าพเจ้าตั้งใจทำการทดลองวิทยาศาสตร์ให้ ประสบความสำเร็จ ถึงแม้ว่าจะมีหลายขั้นตอนและ ซับซ้อน					
8	ถึงแม้ว่าการทดลองจะใช้เวลายาวนาน ข้าพเจ้าก็จะ รอจนกว่าจะได้ข้อมูลผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ครบถ้วนและสมบูรณ์					
9	ข้าพเจ้าสนใจที่จะสังเกต การทดลองวิทยาศาสตร์ ให้ประสบความสำเร็จ ถึงแม้ว่าจะใช้เวลานาน ข้าพเจ้า จะพยายามทำให้สำเร็จ					
ด้านความรอบคอบ						
10	ก่อนที่จะทำโครงการ ข้าพเจ้าจะวางแผนในการทำงาน ก่อนเป็นอันดับแรก					
11	เมื่อครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนทำโครงการ ข้าพเจ้า จะนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำงาน					
12	ในการทดลองแต่ละครั้ง ข้าพเจ้าจะออกแบบ การทดลองและกำหนดวิธีการต่าง ๆ ไว้					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านความรับผิดชอบ						
13	ข้าพเจ้าสนใจและกระตือรือร้นในการทำการทดลอง วิชาวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าจะทำกิจกรรมใช้เวลานาน ก็ตาม ข้าพเจ้าจะทำให้สำเร็จ					
14	ข้าพเจ้าตั้งใจทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้ ประสบผลสำเร็จ แม้ว่าจะต้องใช้เวลา					
15	ถ้าพบโจทย์ยากในแบบฝึกหัดวิชาวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะตั้งใจทำและหาคำตอบให้ได้					
ด้านความซื่อสัตย์						
16	ข้าพเจ้ารายงานผลที่ได้จากการทดลองตาม ความเป็นจริง ไม่ใช้ความคิดเห็นของตนมาเกี่ยวข้อง					
17	ข้าพเจ้ารายงานผลที่ได้จากการทดลองตามความเป็น จริงและไม่เปลี่ยนแปลงข้อมูล					
18	ข้าพเจ้าจะไม่เอาผลการทดลองของเพื่อนมาเป็นของ ตนเอง					
ด้านความประหยัด						
19	ข้าพเจ้าเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหลือใช้ มาทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น กระจกนงนมทำเป็น ถ้วยยูเรกา โทรศัพท์ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ					
20	ถ้าครูให้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะเลือก วัสดุและอุปกรณ์ที่เหลือใช้มาประยุกต์เป็นผลงาน ชิ้นใหม่					
21	ถ้าครูให้ทำโครงงานประเภททดลอง ข้าพเจ้าจะใช้สาร หรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสม					
ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น						
22	เมื่อครูวิจารณ์และบอกข้อบกพร่องของโครงงาน ข้าพเจ้าจะยอมรับและนำไปปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำ					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
23	เมื่อครูให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้า จะปรับปรุงผลงานตามคำแนะนำของครู					
24	ถ้าเพื่อน ๆ วิจารณ์ชิ้นงานทางวิทยาศาสตร์ ของข้าพเจ้า ข้าพเจ้าก็จะยอมรับฟังเหตุผลของเพื่อน					
ด้านความมีเหตุผล						
25	ข้าพเจ้าชอบวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะได้พิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง					
26	ข้าพเจ้าใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พิสูจน์ ตรวจสอบข้อมูลเสมอ					
27	ข้าพเจ้าจะอธิบายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ เหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ โดยอ้างเหตุผล จะไม่เชื่อโชคลาง					
ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์						
28	ถ้าครูแบ่งกลุ่มให้ทำโครงการ ข้าพเจ้าจะตั้งใจทำ อย่างเต็มความสามารถ					
29	ถ้าครูแบ่งกลุ่มให้ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะทำเต็มที่ตามความสามารถ					
30	ถ้าครูแบ่งกลุ่มให้ไปจัดนิทรรศการเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะทำงานที่ได้รับมอบหมาย อย่างเต็มใจ และเต็มความสามารถ					

5. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนมีความพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

\*\*\*\*\*

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ  ชาย  หญิง

ตอนที่ 2 รายการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้						
1	ครูผู้สอนดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด ตลอดระยะเวลา ที่ร่วมกิจกรรมและให้ข้อเสนอแนะในการเรียนแก่นักเรียน อย่างสม่ำเสมอ					
2	ครูได้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่สร้างความรู้สึกลึก ทางบวก ขณะจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นในห้องเรียน					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
3	บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศในการประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศและความรู้ ได้อย่างมีเหตุมีผล					
4	บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่งผลให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่น ในการแสดงความคิดเห็นได้อย่างเหมาะสม					
5	บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ ความคิดเห็นระหว่างกัน					
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
1	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถามอย่างสร้างสรรค์ในประเด็นที่ต้องการศึกษา					
2	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลในกลุ่มตนเอง					
3	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ให้นักเรียนได้สรุปความรู้ ในรูปแบบแผนผังความคิด					
4	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ให้นักเรียนได้ตั้งข้อสอบถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
5	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ให้นักเรียนได้นำเสนอความรู้ ในรูปแบบแผนผังความคิด					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
<b>ประโยชน์ที่ได้รับ</b>						
1	นักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถามอย่างสร้างสรรค์					
2	นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม					
3	นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นระหว่างกัน					
4	นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ในสิ่งที่ศึกษา ด้วยการอภิปรายร่วมกันและหาข้อสรุป					
5	นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้มาทำแผนผังความคิด เป็นการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....



## ภาคผนวก ค ผลการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.1 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คะแนน ( $\sum R$ )		
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11*	0	+1	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ		แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คะแนน	IOC	
				$(\sum R)$		
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30*	1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
34	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
35*	1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
36	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

จากตาราง 9 พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน มีดังนี้

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มีทั้งหมด 37 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39 และ 40 ซึ่งสามารถนำไปใช้หาค่าต่อไปได้

ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 มีทั้งหมด 3 ข้อ ได้แก่ ข้อ 11, 30 และ 35 ไม่สามารถนำไปใช้ได้



1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 37 ข้อ

ข้อ	R <sub>U</sub>	R <sub>L</sub>	R <sub>U</sub> - R <sub>L</sub>	p	r	สรุป
1*	2	1	1	0.19	0.13	ตัดทิ้ง
2	7	4	3	0.69	0.38	เลือกไว้
3	7	5	2	0.75	0.25	เลือกไว้
4	7	3	4	0.63	0.50	เลือกไว้
5	7	5	2	0.75	0.25	เลือกไว้
6*	6	7	-1	0.81	- 0.13	ตัดทิ้ง
7	8	3	5	0.69	0.63	เลือกไว้
8	8	6	2	0.88	0.25	เลือกไว้
9	4	2	2	0.38	0.25	เลือกไว้
10*	5	4	1	0.56	0.13	ตัดทิ้ง
11	8	3	5	0.69	0.63	เลือกไว้
12	8	5	3	0.81	0.38	เลือกไว้
13	6	4	2	0.63	0.25	เลือกไว้
14*	2	0	2	0.13	0.25	ตัดทิ้ง
15	8	3	5	0.69	0.63	เลือกไว้
16	5	1	4	0.38	0.50	เลือกไว้
17*	3	3	0	0.38	-	ตัดทิ้ง
18*	2	2	0	0.25	-	ตัดทิ้ง
19	7	5	2	0.75	0.25	เลือกไว้
20	7	1	6	0.50	0.75	เลือกไว้
21	5	3	2	0.50	0.25	เลือกไว้
22	7	5	2	0.75	0.25	เลือกไว้

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	$R_U$	$R_L$	$R_U - R_L$	$p$	$r$	สรุป
22	7	5	2	0.75	0.25	เลือกไว้
23	7	1	6	0.50	0.75	เลือกไว้
24	5	3	2	0.50	0.25	เลือกไว้
25	6	2	4	0.50	0.50	เลือกไว้
26	6	4	2	0.63	0.25	เลือกไว้
27	7	1	6	0.50	0.75	เลือกไว้
28	5	3	2	0.50	0.25	เลือกไว้
29	5	1	4	0.38	0.50	เลือกไว้
30	7	5	2	0.75	0.25	เลือกไว้
31*	4	4	0	0.50	-	ตัดทิ้ง
32	8	2	6	0.63	0.75	เลือกไว้
33	7	1	6	0.50	0.75	เลือกไว้
34	5	3	2	0.50	0.25	เลือกไว้
35	4	0	4	0.25	0.50	เลือกไว้
36	7	3	4	0.63	0.50	เลือกไว้
37	7	2	5	0.56	0.63	เลือกไว้

หมายเหตุ: เกณฑ์ความเหมาะสมของการคัดเลือกข้อสอบ คือ ข้อสอบที่มีค่า  $p$  ระหว่าง 0.20-0.80 และ ค่า  $r$  ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

จากตาราง 10 พบว่า ข้อสอบทุกข้อที่มีค่าความยากง่ายที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกไม่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนดได้แก่ ข้อ 1, 6, 10, 14, 17, 18 และ ข้อ 31 ข้อสอบที่มีเครื่องหมาย \* หมายถึง คัดออก คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 30 ข้อ

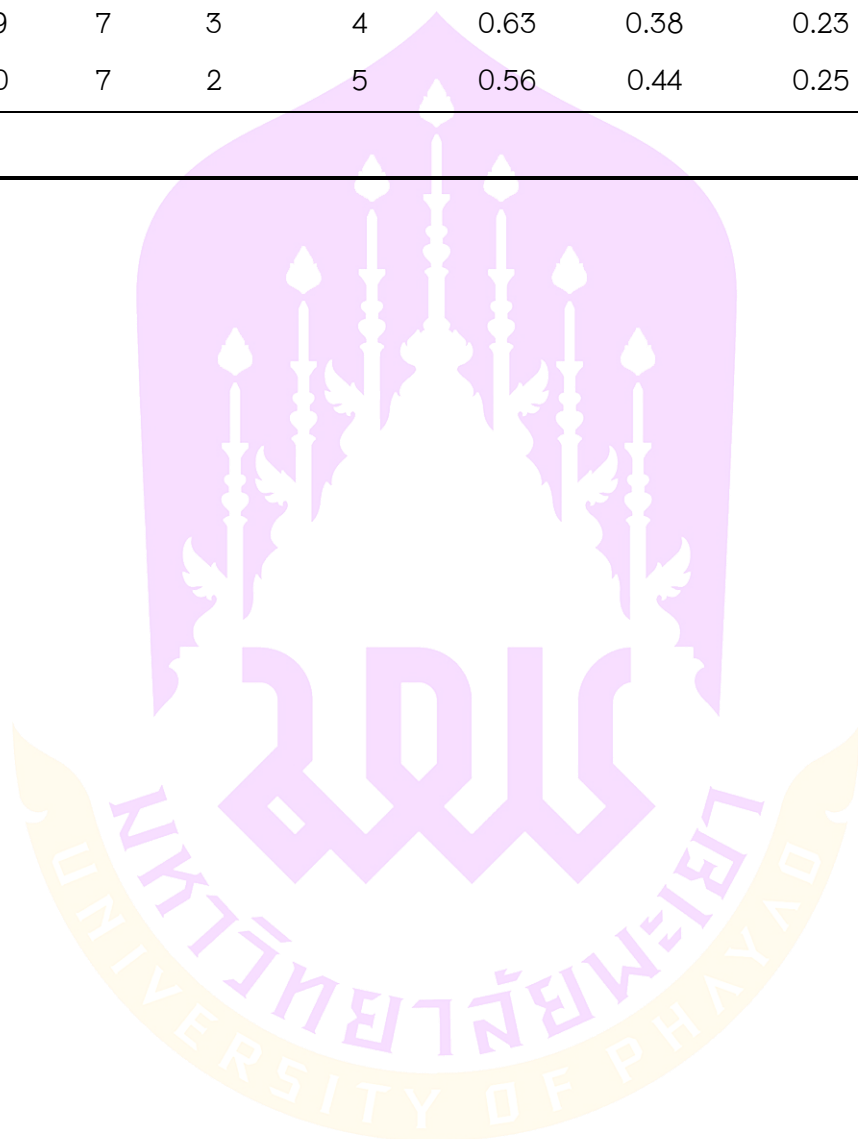
ตาราง 11 แสดงผลการวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสารผสม  
รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 30 ข้อ

ข้อ	$R_U$	$R_L$	$R_U - R_L$	p	q	pq	r
1	7	4	3	0.69	0.31	0.21	0.38
2	7	5	2	0.75	0.25	0.19	0.25
3	7	3	4	0.63	0.38	0.23	0.50
4	7	5	2	0.75	0.25	0.19	0.25
5	8	3	5	0.69	0.31	0.21	0.63
6	8	6	2	0.88	0.13	0.11	0.25
7	4	2	2	0.38	0.63	0.23	0.25
8	8	3	5	0.69	0.31	0.21	0.63
9	8	5	3	0.81	0.19	0.15	0.38
10	6	4	2	0.63	0.38	0.23	0.25
11	8	3	5	0.69	0.31	0.21	0.63
12	5	1	4	0.38	0.63	0.23	0.50
13	7	5	2	0.75	0.25	0.19	0.25
14	7	1	6	0.50	0.50	0.25	0.75
15	5	3	2	0.50	0.50	0.25	0.25
16	7	5	2	0.75	0.25	0.19	0.25
17	7	1	6	0.50	0.50	0.25	0.75
18	5	3	2	0.50	0.50	0.25	0.25
19	6	2	4	0.50	0.50	0.25	0.50
20	6	4	2	0.63	0.38	0.23	0.25
21	7	1	6	0.50	0.50	0.25	0.75
22	5	3	2	0.50	0.50	0.25	0.25
23	5	1	4	0.38	0.63	0.23	0.50
24	7	5	2	0.75	0.25	0.19	0.25
25	8	2	6	0.63	0.38	0.23	0.75
26	7	1	6	0.50	0.50	0.25	0.75

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	$R_U$	$R_L$	$R_U - R_L$	$p$	$q$	$pq$	$r$
27	5	3	2	0.50	0.50	0.25	0.25
28	4	0	4	0.25	0.75	0.19	0.50
29	7	3	4	0.63	0.38	0.23	0.50
30	7	2	5	0.56	0.44	0.25	0.63
						$\sum pq = 6.62$	



ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของคะแนน

คนที่	คะแนน (X)	(X <sup>2</sup> )
1	29	841
2	26	676
3	27	729
4	24	576
5	25	625
6	24	576
7	22	484
8	18	324
9	15	225
10	13	169
11	16	256
12	12	144
13	12	144
14	7	49
15	8	64
16	6	36
n = 16	$\sum X = 284$	$\sum X^2 = 5,918$
	$(\sum X)^2 = 80,656$	

ค่าสถิติจากตาราง สามารถหาความแปรปรวน (นพพร ณะชัยพันธ์, 2557, หน้า 312) ดังนี้

$$S^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$S^2 = \frac{16(5,918) - 80,656}{16(16-1)}$$

$$S^2 = \frac{94,688 - 80,656}{240}$$

$$S^2 = \frac{14,032}{240}$$

$$S^2 = 58.47$$

1.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการคำนวณ KR-20 (นพพร ณะชัยพันธ์, 2557, หน้า 312)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทนค่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ  
 $k$  แทนค่า จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  แทนค่า สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  แทนค่า สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ  
 $S^2$  แทนค่า ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับที่ได้จากการทดสอบ  
 เกณฑ์ความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{16}{16-1} \left\{ 1 - \frac{6.62}{58.47} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{16}{15} \{ 1 - 0.11 \}$$

$$r_{tt} = 1.07 \{ 0.89 \}$$

$$r_{tt} = 0.95$$

## 2. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คะแนน ( $\sum R$ )		
1	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
12	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
13	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คะแนน ( $\sum R$ )		
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 13 พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน พบว่า ทุกข้อที่ค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้



ผลการหาความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของ Cronbach มีดังนี้

Scale: ALL VARIABLES

#### Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	16	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	16	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.936	30

#### Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
A1	111.44	215.196	.490	.935
A2	111.56	223.063	.447	.935
A3	111.44	217.329	.534	.934
B4	111.88	223.317	.395	.935
B5	111.31	231.562	-.001	.938
B6	111.19	216.029	.548	.934
C7	111.06	221.929	.467	.935
C8	111.44	217.863	.649	.933

C9	111.38	217.850	.478	.935
D10	111.00	211.600	.836	.931
D11	111.50	213.867	.609	.933
D12	111.31	217.029	.479	.935
E13	111.38	211.183	.732	.931
E14	111.19	218.696	.447	.935
E15	111.00	224.933	.352	.936
F16	111.19	224.963	.315	.936
F17	111.06	217.929	.585	.933
F18	111.25	205.533	.760	.931
G19	110.94	223.929	.382	.935
G20	111.25	215.400	.668	.932
G21	111.19	212.163	.643	.933
H22	110.94	214.862	.666	.932
H23	111.44	209.329	.685	.932
H24	111.38	218.650	.492	.934
I25	111.31	213.563	.722	.932
I26	111.31	215.163	.653	.933
I27	111.06	213.663	.589	.933
J28	111.81	220.829	.441	.935
J29	111.25	216.733	.550	.934
J30	111.19	209.763	.789	.931

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ		IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คะแนน	IOC		
				( $\sum R$ )			
1	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้	
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
3	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
6	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้	
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
8	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้	
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
12	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้	
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	
14	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	
15	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้	

จากตาราง 14 พบว่า ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของ Cronbach มีดังนี้ 0.858

#### Case Processing Summary

	N	%
Valid	16	100.0
Cases Excluded <sup>a</sup>	0	.0
Total	16	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.858	15

#### Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
A1	53.13	42.917	.572	.845
A2	53.25	47.133	.536	.848
A3	53.13	44.117	.628	.841
A4	53.56	47.329	.465	.851
A5	53.00	52.400	-.068	.869
B1	52.88	45.050	.501	.849
B2	52.75	48.733	.312	.857
B3	53.13	44.383	.776	.836
B4	53.06	46.463	.381	.856

B5	52.69	42.763	.830	.831
C1	53.19	42.829	.672	.838
C2	53.00	48.133	.225	.865
C3	53.06	41.796	.789	.831
C4	52.88	46.783	.356	.857
C5	52.69	47.696	.477	.850





ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยพะเยา  
UNIVERSITY OF PHAYAO

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวดารกา บุปผเวส
วัน เดือน ปี เกิด	14 มิถุนายน พ.ศ.2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552 ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาชีพรศู), มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย, จังหวัดเชียงราย พ.ศ. 2547 วท.บ. (เทคโนโลยีชีวภาพ), มหาวิทยาลัยแม่โจ้, จังหวัด เชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	97 หมู่ 8 หมู่บ้านสันมะนะ ตำบลป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมือง จังหวัด เชียงราย

